

A PERLITKÉPZŐDÉS VULKANOLÓGIAI MODELLJE  
/TÖRÖKORSZÁGI NYUGAT-ANATÓLIAI-  
PÉLDÁK ALAPJÁN/

Vecsernyés György<sup>✱</sup>

Mots-clés BRGM - CNRS tárgyszavak: Roche-volcanique,  
lave, rhyolite, perlite, ignimbite, pyroclastique,  
analyse-chimique, neogene; Turquie. ---8 ill.

BEVEZETÉS

Törökország nyugati részén, az Égei-tenger közelében az utóbbi néhány év során számos mürevaló perlittlepet ismer-tek fel. /1.sz. ábra/ További, de alig ismert perlittlelőhe-lyek vannak Ankarától északra Kizilcahamamnál, Közép-Anató-liában, Nevsehirtől K-re /Acigöl és Derinkuyu/, valamint az ország K-i részén, Erzurum, Kars és a Van tó környékén. /Erzerum-Pasinler, Kars-Sarikamiş, Van-Ercis-Adilcevaz/.

A Nyugat-Anatólia-i perlittletelepek több önálló, túlnyomórészt riolitos vulkáni területhez kapcsolódnak. A legismertebb az u.n. "Izmir-Lebedos sorozat", amely Izmirtől D-re Cumaovasi-nál kezdődik, majd innen DNy-felé mintegy 21,5 km hosszan követhető. E terület részletes kőzettani és vulkanológiai feldolgozását INNOCENTI F. és MAZZUOLI R. végezték el /7/.

<sup>✱</sup>Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat Ált.Földtani Szakosztályának 1977. febr. 27-i szakülésén.

A kézirat beérkezett: 1978. jún. 21.

Manisá-tól É-ra a Kiliç Dağ környékének bonyolult felépítésű vulkáni összletét, Bergama savanyú vulkanitjait, valamint a Foça-i terület ignimbrittakaróit még nem tanulmányozták hasonló részletességgel. Adatokat főleg a régebbi, nagy területek általános földtani képét ismertető munkákban találunk.

Nagyon kevésbé ismertek az Eskişehir-i terület jelentős perlittlepei, amelyek a várostól DK-re kiemelkedő Türkmen Dağ tömegét veszik körül. A Türkmen Dağ "üveges riolitjaira" vonatkozóan WESTERVELD-nek Anatólia harmadidőszaki vulkanizmusát összefoglaló tanulmányában /11/ találunk adatokat.

A Nevşehir környéki perlittlepeken a MTA - török Állami Földtani Intézet - geológusai dolgoznak.

A Kelet-Anatólia-i perlittlepek kőzettani és vulkanológiai feldolgozása még a jövő feladata.

## REGIONÁLIS RÉSZ

### I. AZ IZMIR-LEBEDOS SOROZAT PERLITTELEPEI

#### 1. A földtani keret

Izmirtól D-re, a Menderes-masszívum Ny-i peremén ÉÉK-DDNy csapással húzódnak ennek az önálló magmakamrát képviselő vulkáni tömegnek törésvonalak mentén feldarabolt ignimbrittakarói. /2.sz. ábra./

A riolitos vulkanizmus területének keretét DK-en gneisz, kristályos pala, kvarcit és márvány ópaleozoós sorozata,

Ny-on kréta flis alkotja. Az utóbbiban bázisos - ofiolitos - magmatevékenység nyomai is fellelhetők.

A vulkáni összlet közvetlen környezetét és fekéjét miocén és pliocén üledékek alkotják /csökkent sósvízi, majd tisztán édesvízi - tavi kifejlődés/. A perlit és a tufák közvetlen fekéje É-on túlnyomórészt agyagmárga, D-en vastagpados konglomerátum, az előbbiből homokkő átmenettel.

A riolitos magmatevékenység a miocén üledékeket áttörő kőzet-telérek és a közékük települő tufaszintek alapján a miocén középső szakaszában zajlott le. Abszolút kor meghatározások szerint az "Izmir-Lebedos sorozat" kőzeteinek kora 12,5 millió év /BESENECKER-PICHLER, 1974/.

## 2. A vulkáni képződménysor

A perlittelepek közvetlenül a miocén édesvízi üledékekre települnek. Határfelületük dőlése a felszíni kibúvások vonalát követő keskeny sávban  $45-50^{\circ}$  /3.sz. ábra/.

A dőlés DK-i. Ebben az irányban a dőlésszög rohamosan csökken - az előbbi vonaltól 70-100 m távolságban a perlittelep talpszintjének mélysége alig nagyobb a szélső fúrásokban mérhetőnél.

A terület ÉK-i részén három nagy és több kisebb perlittelep különíthető el. /2.sz. ábra/. Ezek a Yongali-nyeregtől ÉK-felé a Mezerkaya Tepe - Aktaş Tepe - Murtat Tepe vonulatának ÉNy-i szegélyén több kilométer hosszan követhetők. Az egyes telepszakaszok oldalirányú kiékelődései között a meddő "hézagokban" a perlitet a telepek közvetlen fedőjét is alkotó ártufa-agglomerátum helyettesíti.

A perlittlepeknek ez a sora, amely egy kitörési szakaszban képződött, "fő perlitszint" néven foglalható össze. A felsőbb szintekben a vulkáni üveg-képződés többször megismétlődött. E perlittlepecskék kiterjedése és vastagsága azonban jelentéktelen.

A Yongali nyeregtől DNY-felé a perlit feltűnően egyenletes vastagságú, összefüggő kifejlődésben a 30-50 m vastagságú ignimbit-takaró legalsó szintjét alkotja. E szürke, perlites szövetű és erősen fluidális szerkezetű vulkáni üveg-szint vastagsága 6-8 m.

Nem világos még ennek a kifejlődésnek és a fő perlitszint telepeinek kapcsolata. Valószínű hogy egyidőben képződtek, mivel ez is közvetlenül a középső miocén üledékekre települ.

### 3. A perlittlepek szerkezete

A fő perlitszint telepeinél a fő kőzetkifejlődések egymáshoz viszonyított helyzete állandó.

Az oldalirányú kiékelődések között 150-200 m hosszan követhetők a különböző vulkáni üveg-kifejlődések szintjei. Az összlet alsó szakaszán, amelynek vastagsága 2-25 m. között van, a jellegzetes perlites szövet uralkodik.

Erre pseudo-fluidális szövetű és szerkezetű, többé-kevésbé horzsás üveg települ. A perlites szövet itt gyakran fel sem ismerhető. E kőzetkifejlődés leggyakoribb vastagsága 1-20 m.

A perlittestek bázisán helyenként litofizás szerkezet is van. Mivel a perlites szövet ebben a kifejlődésben is jel-

354

lemző, elkülönítése nem indokolt.

A vulkáni üveg kifejlődéseket mindenütt rétegzetlen, "kaotikus" ártufa-agglomerátum fedi be, illetve váltja fel oldalirányban.

#### 4. A vulkáni üvegfáciesek kőzettani jellegei

A kőzetüveg-tartalom általában 88-98%. /A leggyakoribb érték: 89-93 %./

##### a/ A jellemző szövettípusok

A vitrofiros - perlites szövetű kőzetfácieseket mindig a jellegzetes körkörös-koncentrikus mikrorepedésrendszer /az u.n. "hagymahéjszerkezet"/ és az ezt metsző - és rendezező - egyenes repedések hálózata jellemzi. Elmosódó sávosság: az üveg sávosan eltérő fénytörése, a mikroszerkezeti változások irányítottága, mikrolit sorok, sávosan váltakozó mértékű üvegtelenedés, stb.; itt is gyakran megfigyelhetők. Ezeket az említett hagymahéjszerkezet - amely nyilvánvalóan fiatalabb - legtöbbször többé-kevésbé elfedi.

A vitrofiros-perlites fáciesre települő hyalinos eutaxitos-pszeudofluidális szövetű vulkáni üveg jellemzője a perlites szövet teljes hiánya. Itt a változatos üvegkifejlődések; így a teljesen összeolvadt homogén üveg, slires-horzsás "lángnyelves" szerkezetű üveg, stb. lamináris rendezettségű együttesei alkotják a kőzetet. Nagyon gyakoriak az általános laminációnak megfelelően orientált, sorokba hengerelt üvegcsépek és foszlányok sávjai, valamint a vezikuláris jellegek. Néha tipusos hyalinos vakuoláris szövet is látható.



A fenokristályok és kristályaggregátumok körzetében a szerkezet jellegzetesen turbulensé válik.

Ebben a fáciesben jelenik meg a porózus-szerkezetes vulkáni üveg, a horzsakő. A környezetükbe határfelület nélkül beolvadó horzsakő "foltok" keresztezett nikolok között teljesen izotrópnak bizonyulnak.

#### b/ A fenokristályos fázis összetétele és megjelenési módja

A fenokristályok a két fő perlitfácies 3-5 %-át alkotják.

Az összes perlittípus mikroszkópi képeire jellemző a töredezett /kataklasztos/ és erősen korrodált hipidiomorf kvarckristály. Az ezeket átjáró hajlott, íves törések gyakran az üveg mikrorepedéseihez hasonló "perlites" rajzolatú hálózatot alkotnak. Jellemzőek a kristály "testébe" cseppszerűen, félkörösen benyúló, izotróp kőzetüveggel kitöltött üregek. A jelenség legvalószínűbb magyarázatául a kvarc szemcsék a felemelkedő magmában végbemenő kémiai rezorpciója kínálkozik /JUNG, D. - KELLER, J. 1972; KELLER, J. 1970/. Néha a mechanikai hatásra bekövetkező széttöredezés is nyilvánvaló: a kitört darab ugyanis még a helyén képződött üreg közelében látható. A két folyamat tehát kölcsönösen erősítette egymás hatását.

A fenokristály-fázis nagyobb részét savanyú plagioklászok és idiomorf vagy hipidiomorf káliföldpát - nagyjából szanidin - alkotják.

Az összenőtt földpát-kristályok, továbbá kvarc szemcsék és biotitlécecskék halmazai szinte minden csiszolatban megtalálhatók, legtöbbször kisebb-nagyobb mértékben szétlazulva. Méretük 400-800 mikron. E "fenokristályszövedék" kialakulása csak olyan feltételekkel, mindenekelőtt a kristály-

egyedek egymásbanövekedését kikényszerítő térhiánnyal magyarázható, melyek a felfelé törekvő magmában már nem érvényesülhettek. Az "Izmir-Lebedos sorozat" perlitjeinek fenokristályhalmazai tehát éppúgy gránitos kőzetek maradványai lehetnek, mint a KELLER által Kos sziget piroklasztikumai-ból ismertetett /9/ gránitmaradványok.

A mélyből felhozott kőzetroncsok között - ritkábban - bazaltos kőzetek maradványai is felismerhetők.

A mikrolitok mennyisége az "Izmir-Lebedos sorozat" fő perlitszintjében az átlagosnál sokkal kisebb. Ezzel szemben az ártufa-agglomerátum felett települő perlit "rétegecskékben" számuk ugrásszerűen megnő. Itt a kőzet tömegének gyakran már 20-45 %-át alkotják, vagyis a szövet mikrolitos-sá /mikrolitos-porfirossá/ válik. Ezek a perlit "rétegek" már újabb kitörési szakaszt jeleznek.

A "fő perlitszint" vulkáni üvegeiben marekanitosodás, vagy más obszidián nyom nem figyelhető meg.

#### c/ A vulkáni üvegtömegek szerkezete

A "fő perlitszint" összes telepeinek közös jellemzője a vulkáni üveg-tömegek oszlopos elválása. A kőzetelválás síkjai mai helyzetükben általában a vulkáni terület tengelye és középpontja felé dőlnek - szemben a "fő perlitszintet" fedő ignimbrittakarók függőleges, vagy ahhoz közelálló oszloposságával.

Az ártufa-agglomerátummal, illetve az ignimbrittakarókkal fedett teleprészek dőlésirányú fáciesváltozásait még nem ismerjük.

5. A "fő perlitszint" vulkáni üvegeinek kémiai összetétele  
/Lásd I. és II.sz. táblázat./

A vulkáni üvegkifejlődések kémiai összetétele egységes; a két fő közetfácies kémiai alapon nem választható el. Tipusosan riolit összetételűek, általában 70-74 % közötti  $\text{SiO}_2$  és 11,3-12,6 % közötti  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalommal.

Jellemző a kálium-túlsúly. A  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége általában meghaladja a 4,6 %-ot; gyakoriak az 5,0 % feletti értékek is /5,3 %-ig/. A  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom leggyakoribb értékei 1,7-2,3 %. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  hányados az 56 minta átlagában 2,39; szélső értékei: 1,74-3,21.

A perlittlepekben felfelé a kálium túlsúly kissé fokozódik. Hasonló tendencia oldalirányban, a telepek sorában ÉK-felé haladva is megfigyelhető. /4.sz. ábra/.

A fő perlitszintben a Mezarkaya és a Murtat Tepe közötti szakaszon, az Aktaş területén válik az ártufa agglomerátum túlnyomóvá, vagyis ott, ahol a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány értéke a legnagyobb. D-en a Dikmen Dağ és a Gülyaka Tepe körzetében és É-on a Delipinar Tepe perlittlepének fedőjében ez a kifejlődés hiányzik.

A két vulkáni üvegfácies kötött víztartalmában sem tapasztalható eltérés. Általában 4,2-5,3 % közötti értékek találhatók - vagyis ezek a tömör, perlites vagy fluidális szövetű üvegek a horzsakőre jellemző mennyiségű kötött vizet tartalmazznak.

/A minták víztartalmának meghatározását és a duzzaszthatóság vizsgálatát a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet Durvakerámia és Szigetelőanyag Osztálya végezte, dr.TÓTH Kálmán irányításával./



## 6. A fő perlitszintet fedő képződmények

### a/ Ártufa-agglomerátum fácies

A perlittlepek környezetében, azokkal szoros kapcsolatban explóziós eredetű, rétegzetlen, "kaktikus" agglomerátum található, melynek alapanyagát többé-kevésbé összesült piroklasztikus anyag alkotja. Az osztályozatlan törmelékanyagot kizárólag az előbbi két perlitkifejlődés szolgáltatta. Szembetűnő azonban, hogy a perlites szövettű vulkáni üveg törmelékének mennyisége elenyésző a lamináris sávozottságú kőzet-típushoz mérten.

Az ártufa-agglomerátum nemcsak rátelepül a vulkáni üveg telepeire, hanem át is töri azokat. Az apró perlittörmelékkel kitöltött, néhány cm vastagságú csatornácskák és a pár dm több m vastagságú "agglomerátum telérek" valósággal áthálózák a telepeket. Az utóbbiakban néha a határfelületekkel párhuzamos lamináció is megjelenik.

A perlittestek mélyebb részeit harántoló vékony erecskében az agglomerátum kötőanyaga is perlites üveggé konszolidálódott, míg az összlet felső részén fokozatos átmenet figyelhető meg a hullott - rétegzett tufák felé.

A kőzet szövete jellegzetesen vitroklasztos. A néhány százaléknyi fenokristálytól eltekintve, teljes egészében változatos méretű horzsakő és perlittörmelék alkotja. Összesülés a finomabb frakcióban általános, egyes szakaszokon teljes összeolvadás is megjelenik.

Az ártufa-agglomerátum és a tömör kőzetüvegek kémiai összetételében lényeges eltérés nincs. Feltűnő azonban a káliumtartalom túlsúlya, amely nagyobb a tömör kőzetüvegekben megfigyelhetőnél - legalábbis a rendelkezésre álló 27 minta átlagában.

A III.sz. táblázat adatai a Mezarkaya Tepe I perlittlepet fedő ártufa agglomerátumnak az S-1 jelű fúrásban harántolt szelvényét jellemzik.

Az agglomerátum árák eredetileg jelentősen túlterjedhettek a perlittlepeken. A lepusztulástól eddig megkimélt roncsaik ugyanis a vulkáni terület É-i és Ny-i szegélyén közvetlenül az első miocén üledékekre települve is megtalálhatók.

b/ A fő perlitszinthez kapcsolódó hullott-rétegzett tufa és tufa-agglomerátum összlet

Az összesülést nem mutató tufakifejlődések elterjedése megegyezik az agglomerátumokéval. Vékony tufaösszletek a perlittlepek felett, az azokat elborító ártufa-agglomerátumra települve is megtalálhatók. A terület D-i részén - vagyis a Yongali nyeregtől D-re - mind az agglomerátum, mind a tufa hiányzik.

Közös jellemzőjük a rétegzettség, amely az egyes rétegeken belüli finomabb gradációban is megnyilvánul. A szövet mindig jellegzetesen vitroklasztos. Anyaguk túlnyomó része - általában 90 %-ot is meghaladó mennyiségben - szögletes, vagy gyengén kerekített horzsakő és perlittörmelék.

Jellemző a kőzetek szövetét néhol teljesen átítató klacitosodás, és egyes rétegekben az erős agyagásványosodás.

A kémiai összetétel rétegenkénti változását szemléltetik a III. sz. táblázatban összefoglalt elemzési adatok.

A perlittlepek közvetlen környezeténél ártufa-agglomerátum kifejlődésétől jól elkülönül az az agglomerátum-összlet, amelynek alapanyagában saját hőtartalék hatására történő szilárdulás-összesülés már nincs.

## c/ A "takaró" ignimbritek sorozata

Egyik legszembetűnőbb sajátossága a ritmusosság. Vastagsága ÉNy-ről DK-felé 60 m-ről 300-350 m-re növekszik. Az egyes takarók vastagsága mintegy 40-60 m. A tagolás lehetőségét a kihülési egységek bázisán általában 0,3-6,0 m vastagságban, legtöbbször rétegszerű szabályossággal megjelenő, erősen fluidális, laminárisan sávozott, perlites szövetű vulkáni üveg szint adja meg.

Az egyes ignimbrittakarók jellegzetesen oszlopos elválásúak. Az oszloposág általában egy-egy takaró teljes vastagságában fejlődött ki. A kőzet szerkezete legtöbbször olvadátkozgásos, lamináris-sávos, gyakran erősen litofizás. Ez utóbbi kifejlődés teljesen megegyezik a litofizás perlitel, különbség csupán a kőzetüveg mennyiségében van.

A perlitviztartalom és a  $\text{SiO}_2$  aránya fordított: piromagma "szárazabbá" válásával az összetétel fokozatosan savanyúbbá válik. Ugyanigy csökken a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  viszonyszám is. Ezt a  $\text{Na}_2\text{O}$ -tartalom növekedése okozza. Az összes Fe mennyisége a száraz magmák megjelenésével csökken; az oxidációs fok pedig növekszik. /Az  $\text{FeO}$ -tartalom csökkenése gyorsabb mint az  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalomé./

## II. A FOÇA-i SZUROKKŐTELEPEK

Izmirtól É-ra 45 km távolságban, Foça környékén a vulkáni képződménysort vastag, jellegzetesen fluidális szerkezetű és szövetű riolitos ignimbrittakarók alkotják. D-en és K-en ehhez az összlethez ártufatakarók és rétegzett-hullott tufasorozatok csatlakoznak.

Az egyes ignimbritteritések - hülési egységek - vastagsága 30-70 m.

Ezek között a 10-15 m vastagságú vulkáni üveg "szintek" többszáz méter hosszan követhetők; jellegzetes tereplépcsőket alkotnak. A kőzetkifejlődések éles határral különülnek el egymástól.

A vulkáni üveg másik - szintén tipikus - megjelenési módját az eddig említettektől D-felé, a vörösbarna riolitos reoignimbrit összletben és annak tufoignimbrites szakaszain található kicsiny telepecskék képviselik. Ezek mindössze néhány méter kiterjedésűek, alakjuk szabálytalan, a határok a mellékkőzetek felé elmosódtak. Az átmenetek gyakoriak.

Az összes fáciesre jellemző az igen nagy, 92,4-98,7 % közötti üvegtartalom.

A kőzetüveg viztartalma nagy, általában meghaladja a 7,5 %-ot. A minták szélső értékei: 5,73-8,56 %. Ezek a vulkáni üvegek tehát mind szurokkőnek minősülnek.

A fenokristályos rész összetétele, a kristályaggregátumok jelenléte és sajátosságai az Izmir-Lebedos sorozat perlitjeiben megfigyelhetővel azonosak.

### III. A MANISA-DEMIRCI-i TERÜLET PERLITTELEPEI

Manisától É-ra és ÉK-re valószínűleg több kitörési ciklusban és több önálló másodlagos magmakamrából törtek felszínre riolitos összetételű magmatömegek. A változatos felépítésű vulkáni összletek kiterjedése igen nagy - általában több száz négyzetkilométeren át követhetők megszakítás nélkül. A sorozatok vastagsága viszont alig néhány száz méter.



A kitörési ciklusok végén a kőzet /-magma/ összetétel általában az intermedier jelleg felé tolódott el. Az ezt jelző savanyú biotit-amfibol andezit azonban alárendelt.

A legnagyobb kőzetüveg-tömegeket képviselő telepek itt a Tatlipinar-Tepe-Ayitligöl Tepe és a Karagöl Tepe háromszögében és ettől É-ra Gökbél falu közelében található. Az utóbbi az Incirlitaş-i perlittlelep, mely egy patak völgyben teljes függőleges szelvényében feltárva a felszínre bukkan. /5.sz. ábra/.

A terület viszonylag rossz feltártsága nem teszi lehetővé, hogy a kitörések egymásrakövetkezését - a Cumaovasi-i területen leirthez hasonló részletességgel megállapíthassuk.

A neogén, valószínűleg miocén kora vulkáni összlet fekszik a terület D-i szegélyén /és a mélyebb völgyekben a belsejében is/ felszínre bukkanó szerpentinít és szerpentinít-sedett diabáz.

Ennek felszínén a vulkáni összlettől K-re eső területen neogén édesvízi üledékek települnek.

A vulkáni képződménysor vastagsága viszonylag kicsiny, a patak völgyek szerpentinít kibúvásaitól a legmagasabb kiemelkedéseket alkotó maradék riolittakarók felszínéig mindössze 150-250 m. A csekély vastagság és az összlet jelentős felszíni kiterjedése közötti "aránytalanság" a nagyon savanyú magmák explozív kitöréseinek piroklasztikum terítéseire jellemző.

#### 1. A perlittlelepek szerkezete és települési sajátosságai

A telepek fő tömegét alkotó tömör kőzetüvegtestek kiterjedése tíz- és százezer- négyzetméter. Vastagságuk 5-20 méter, ritkábban a 35 m-t is eléri. A szegélyösszletek vastagsága 5-25 m.



Az eddig ismert nagyobb perlittlepek részint vízszintesen, vagy csak nagyon csekély dőléssel települnek - mint például a Karagöl I-II telep /6.sz. ábra/ - részint jelentősen ki-billent helyzetben találhatók, mint az Incirlitas-i telep.

#### a/ A perlittlepek feképződményei

A fekézet általában fehér, szürkésfehér vagy zöldessárga színű, vitroklasztos szövetű horzsaköves ártufa és ártufa-agglomerátum.

A perlittlepek feké-agglomerátuma és az azt oldalirányban felváltó agglomerátum képződésük módját tekintve nem különböznek egymástól. Eltérések csupán az összesültség mértékében és a perlittörmelék mennyiségében találhatók. Szinte lehetetlen megvonni a határt az agglomerátum és a perlittlepek horzsakövel átszótt, fellazult-feltöredezett szakaszai között.

A minták mikroszkópi képében a horzsakő változatos mértékű összesülése, a szerkezetes és szerkezetnélküli üvegfáciesek átmenetei nagyon gyakoriak. A kötött viztartalom a horzsakőre jellemző 5,0-6,5 %.

#### b/ A perlit kőzettani jellemzői

A nagyobb perlittlepek belső, mennyiségileg túlnyomó részét perlites szövetű kőzetüveg alkotja, gyakran tipusos "gyöngykő" kifejlődésben.

A nagyobb feltárásokban /Incirlitas, Tatlipinar Tepe/ fel-tűnő a vulkáni üveg több cm vastagságú réteges sávozottsága, gyakoriak a "glires" lángnyelvszerkezetek.

Ezeknek a vulkáni üvegeknek a mikroszkópi képében a holohyali nos perlites szövet "hagymahéjszerkezete" uralkodó, jóllehet több - kevesebb irányítotttság, pl. a mikrolitok sorokba rendezettsége, mindenütt szembeütő.

A kőzetüvegtetek szegélyén a szerkezetes-horzsás szakaszok és sávok mennyisége ugrásszerűen megnő.

A kristályos fázis nagyobb részét hipidiomorf, töredezett, zónás és ikerléces plagioklász alkotja. Feltűnő a sok, erősen pleokroós, gyakran opacitos biotit-lemez. A kvarc mennyisége alárendelt. Mindig jellemző a nagyszámú plagioklász mikrolit és biotit szilánkocskák /20-100 mikron/, továbbá a nagyon finom / <25 mikron / opak ásványszemcsék egymással párhuzamos, nyilegyenes sorai. /Valószínűleg magnetit./

A perlites szövetű és szerkezetű kőzetüvegek  $\text{SiO}_2$  tartalma leggyakrabban 71,0-72,5 %, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom 13,5-14,5 %. A CaO mennyisége viszonylag jelentős, általában 1 %-nál nagyobb.

A Karagöl Tepe-i perlittlelep vitrofiros-perlites vulkáni üvegfáciesében a  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalom átlaga 4,73 %, a  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalomé 2,77 %. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány átlaga 1,62 /18 mintából számítva/. Szélső értékek:  $\text{K}_2\text{O}$ : 5,16-4,35,  $\text{Na}_2\text{O}$ : 3,06-2,34 %.

Az Incirlitas-i telep hasonló vulkáni üvegkifejlődésének adatai:  $\text{K}_2\text{O}$  átlag 4,71 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  átlag 2,92 %, a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány átlaga 1,62. Szélső értékek:  $\text{K}_2\text{O}$ : 5,07-4,20,  $\text{Na}_2\text{O}$ : 3,06-2,67 %. /Az átlagok 16 mintát képviselnek./

A kőzetüvegben kötött víztartalom általában 3,0-4,0 %, vagy csak kevéssel haladja meg a 4,0 %-ot. Az Incirlitas-i perlittlelep kőzetüvegeiben kötött víztartalom - beleértve a szegélyfácieseket is - átlagosan 2,43-3,93.

#### c/ A perlittlepek fedőképződményei

A perlit közvetlen fedőjében, néhány méter vastagságú átmeneti szakasz után - amelyben riolitsávós perlit és horzsakősávós, "salakos" szerkezetű riolitrétegek váltakoznak - mindenütt riolit települ.

Ennek a kőzetnévnek a használatát itt elsősorban a kőzetkémiai jelleg indokolja.

A Tatlipinar Tepe - Aytligöl Tepe dombhátaait alkotó "riolittakarókból" származó néhány minta vékonycsiszolatai arra engednek következtetni, hogy ezek a kőzetek mind piroklasztikumok, melyek éppúgy a kitörések későbbi, szárazabb magma felszínre jutásával jellemzett szakaszában robbantak ki, mint az "Izmir-Lebedos sorozat" ignimbrittakarói - tömegük és kiterjedésük azonban azokénál sokkal kisebb.

#### IV. AZ ESKIŞEHİR-i TÜRKMEN DAĞ PERLITTELEPEI

Az Eskişehir-től D-re 38 km távolságban emelkedő Türkmen Dağ túlnyomórészt riolitos kőzetekből álló vulkáni összlete minden irányban jól elhatárolt, önálló magmakamrát képviselő egységet alkot. Az 1826 m magasságú központi tömeg - a Türkmen Dağ vulkáni kupja - az alsó miocénban egyetlen kitörési csatornán épült fel. Az oldalkitörések szerepe igen nagy lehetett - a legtöbb perlittlep ezekhez kapcsolódik - de ma még nem ismerjük sem a másodlagos vulkáni csatornák helyzetét, sem az ott lezajlott kitörési folyamatokat.

A kitöréseket itt is, éppúgy mint az előbbi területen, nagyon heves explozivitás jellemezte. A piroklasztikumok uralkodó szerepük. A Türkmen Dağ tömegét - vagyis a kitö-

rési centrumot - kb. 26 km sugarú körben övezik a hatalmas ignimbrittakarók és a rétegzett - hullott tufa sorozatok. /7.sz. ábra./

Lávakőzeteket csak a központi tömeg legmagasabb részén és attól É-ra mintegy 35 km távolságban találunk. Ezek mindkét helyen intermedier - bazaltos karakterűek és a vulkáni ciklus befejező szakaszát képviselik.

A vulkáni összlet a Középanatóliai Masszivum ópaleozoós metamorf összletének és a paleozoós-mezozoós ofiolitsorozat változatos mértékben szerpentinisedett szubmarin lávaömléseinek térszínén halmozódott fel. A fiatal harmadkori üledékek, melyeknek ma már csak vékony maradványai találhatóak, szárazföldi-édesvízi kifejlődésűek.

A Türkmen Dag riolitmagmájának kitörései tehát itt is szárazföldi környezetben indultak meg. Az édesvízü tavacsok állandó jelenlétét a vulkáni működés folyamán, a hullott tufa sorozatok kitűnő rétegzettsége jelzi.

A perlittlepek a Türkmen Dag lejtőin, a mélyen bevágódó völgyekben elég jól feltárva, 1200-1350 m tengerszint feletti magasságban találhatóak. Itt a nagyobb, millió tonnányi kőzetüveget képviselő telepek között gyakoriak a néha csak néhány dm vastagságú és néhány m hosszan követhető perlites kőzetüveg szakaszok. Ezt a területsávot, amely a központi tömeget gyűrűszerűen veszi körül, ezért "perlites övezetnek" célszerű nevezni. Itt csak különböző mértékben összesült piroklastikumok; tufoignimbrit, eutaxitos ignimbrit és reoignimbrit fáciesek találhatóak. A hullott tufák itt hiányzanak.

Az eddig ismert nagyobb perlittlepek a Türkmen Dag É-i szegélyén Kalabak falu közelében, DK-en Ücsaray falunál és DNY-on a Tesvikiye és Avdan faluk feletti lejtőkön bukkannak a felszínre. A telepek környezetében nagyon sok apróbb-nagyobb



kőzetüveg rétegecske található. A perlitképződés övezetének folytonosságát ezek között a telep csoportok között számos kibúváscsoport jelzi.

A vulkáni üveg általában rétegszerűen, a mellékkőzetekkel konkordáns egységben alakult ki. A konformitás mind a néhány cm vastagságú erecskék, mind a 20-25 m vastagságú perlitlepek helyzetét jellemzi. Ez a települési mód legjobban a Kalabak-tól D-re eső két nagyobb perlittlep; a Hisarderesi és az Arapcafer-i telepek, továbbá a Besikderesi perlitretegeinek esetében figyelhető meg. Ezek erősen összeötvöződött, kemény rideg, lemezes szerkezetű reoignimbritek között helyezkednek el. Feküjünkben az összesülés mértéke a teleptől távolodva csökken. Az egész együttes meredeken kibillent helyzetű; a különböző keménységű ignimbritegységek a felszínen lapos térszíni hullámokban jelentkeznek.

Ezekben a sorozatokban az üveg kialakulásának lehetősége sokszor, változó mértékben ismétlődött meg. Ezt a Kalabak-Hisarderesi-i telep alatt kb. 70,0 m mélységben található perlites szövetű, morzsalékosan széteső vékony vulkáni üveg szintecskék bizonyítják.

Némileg eltérő az Ücsaray-i telepek körzete. Ezek az előbb amlitetteknél sokkal lazább, gyengén összesült ártufa és ártufa-agglomerátum összletek között található. A vulkáni üveg-telepek környezetében itt - azoktól néhány m vastagságú tufa és agglomerátum-szintekkel elválasztva - több vékony, változatos kőzettani felépítésű perlites szint is megjelenik /pl. Ücsaray-Ambarderesi/. A perlitlepek helyzetét, csak Ücsaray-tól Ny-ra, kisebb területen jellemzi egységes dőlésirány.

A falu környékén, Ny-on és DNy-on nagy perlittömböket tartalmazó, horzsaköves ártufaagglomerátum óriási tömegei találhatóak a felszínen. Ezt sok helyen törik át 70-90 fok dőlésű fluidális-lamináris szerkezetű riolittelérek. Határfelületeik szabálytalanok.



Nagyon változatos, többnyire nagyon kemény-rideg lemezes "riolitok" környezetében található a Tesvikiye-Avdan-i telep-csoport. Itt a telep jellemző, perlites szövetű üvege nagy területen közvetlenül a felszínen van. Dőlése 2-5 fok lehet. Peremén fehér, porózus-horzsaköves üvegfácies látható. Szerkezete lamináris-lemezes, jellegzetesen torlódó gyüredezettségű és ugyanilyen szerkezetű riolitcsoportokkal váltakozik. Ez valószínűleg az előbbi "szegélykifejlődése", mennyisége ahhoz képest nagyon alárendelt.

## GENETIKAI RÉSZ

A perlitképződés "kőzetgenetikai modelljét" legcélszerűbb az "Izmir-Lebedos sorozat" zárt vulkanológiai egységének területén összegyűjtött adatokra alapozni. A Manisa-Demirci-i terület vulkáni összletét ugyanis még nem ismerjük eléggé ahhoz, hogy a kitörések eseménysorát az előbbihez hasonló részletességgel lehessen elemezni - Foça, vagy a Türkmen Dag területéről nem is beszélve.

### 1. Szerkezeti helyzet

Az "Izmir-Lebedos sorozat" abban a mozgékony kéregszerkezeti sávban alakult ki, mely ÉNy-on és É-on szegélyezi a Menderesz masszívumot. Ez az ún. "Izmir-Ankara övezet" /BRINKMANN, 1966/, mely előbb DNy-ÉK, majd nagyjából K-Ny-i csapással húzódik át Kisázsia Ny-i felén /1. ábra/

A kitörések helyét a Karaburun félsziget K-i részének ÉÉK-DDNy csapású nagyszerkezeti irányai határozták meg: itt ugyanis mélyreható törések irányították a vulkáni csatornák kialakulását /AKARTUNA, 1962; INNOCENTI-MAZZUOLI, 1972/.

## 2. A magma eredete

A riolit, vagy ahhoz közelálló kémiai összetételű magmák ana-tektikus eredetének legfontosabb bizonyítékául tekintett /KELLER I., 1970/ korrodált-rezorbeált kvarckristály töredékek és a plagioklász kvarc-biotit kristálysövetedékek kisebb-nagyobb halmazai az "Izmir-Lebedos sorozat" vulkáni üvegeiben mindenütt megtalálhatók. Így minden okunk megvan arra, hogy ezek eredeti magmáját is a gránitkéreg egyes darabjainak újraolvadásából származtassuk. Ezt alátámasztja még a sorozat területének a Menderesz masszívum peremén elfoglalt helyzete is.

Az asszimiláció, a környező magmás és üledékes kőzetek beolvasztása csak a felszín közelében juthatott jelentősebb szerephez. Ezt azok az apró, többnyire szabálytalanul felémésztett-beolvasztott szegélyű olivines bazalt és diabáz roncsok bizonyítják, melyek gyakoriak a sorozat vulkáni üvegki-fejlődéseiben - míg száiban álló tömegek területünktől Ny-ra és DNy-ra a kréta flisben található meg.

A kitöréseket kis mélységű másodlagos magmakamra táplálta. A kitörések tisztán exploziv karakterűek voltak. A sorozatot kizárólag piroklastikumok: túlnyomórészt ignimbritek, alárendeltebben ártufaagglomerátumok és rétegzett hullott tufák alkotják. Az utóbbiak a működés első szakaszának befejeződését jelzik és az ignimbritsorozatot két, kissé eltérő genetikájú részre osztják.

Az ignimbritfáciesek kőzetkémiai jellege meglehetősen egységes; a sorozatnak szinte minden kőzete - néhány kissé elbontott hullott tufarétegtől eltekintve - egységesen K-túl-súllyal jellemzett riolitos összetételű.

3. A vulkáni működés fejlődéstörténete. A fő perlitszint kialakulása; kapcsolat a magmakamra fejlődése és a kőzetfáciesek között  
/A perlitképződés vulkanológiai feltételei/

A kitörést megelőző hosszabb nyugalmi időszakban a magmakamra legmagasabb részén a könnyen illóknak - elsősorban a magma eredetileg viszonylag csekély viztartalmának feloldulása rendkívül energiagazdag, aktiv olvadékszintet hozott létre. A piromagma a felemelkedés során expandálva már a vulkáni csatornában horzsakővé alakult és ez a felszínen izzófelhőkben elporlasztva robbant ki. /8.sz. ábra/

Az izzófelhők a három nagy telep csoport mai helyzetéből és méreteiből következően, az ÉÉK-DDNy csapású törésvonalon kialakuló három nagyobb vulkáni csatornából törtek fel. Innen a szilárd és gáz fázisok szétkülönüléséig - vagyis a horzsakőtörmelék kihullásáig és felhalmozódásáig mindössze néhány száz méter utat tehettek meg. Ennek folyamán az elporlasztott horzsakő lehülését a törmelékszemcséket körülvevő izzó gáz akadályozta meg. A mozgó rendszernek jelentős belső nyomása is volt.

A felhalmozódó horzsakőtömegek gyors összeroppanását, majd ezt követően teljes összeolvadását a viztartalomnak a szilikátolvadékok olvadáspontját nagymértékben csökkentő hatása váltotta ki. A feltűnően gyors, az üveg stabilizálódását eredményező kihülést is ez magyarázza: hiszen a "nedves" rendszer hőmérséklete már eleve közelebb lehetett a dermedési ponthoz, mint az esetleg több száz fokkal magasabb hőmérsékletű "száraz" magmáé.

Ez a működési szakasz - mely pillanatok alatt óriási hőtartalékot használt fel - eredményezte annak a hatalmas vulkáni üvegszintnek a kialakulását, amelynek roncsai ma a "fő perlitszint" telepeinek sorában vannak előttünk.

A vulkáni üvegtetek konszolidálódását követően / esetleg még az eddig vázolt folyamatnak a zárószakaszában/ megkezdődött a részben kiürült, sekély magmakamra beszakadása. Ezt a berogyás is ahhoz az ÉÉK-DDNy irányú törésvonalrendszerhez idomult, amely már a másodlagos magmakamra kialakításában is szerepet játszott.

Ez az "asszimmetrikus kaldéra képződés" a már kialakult perlittelepek jelentős részének pusztulásával járt. A bezökkenés, és a magmakamra mélyebb részéből kipréselődő horzsaköves ártufa elsősorban a perlittelepek felső részén, a szegélyein kialakult fluidális szövetű kőzetkifejlődés anyagát törte fel. Jóllehet ennek az óriási mennyiségű perlittörmelékkel magával ragadó ártufának általános jellemzője a változó mértékű össze-sülés, a teljes összeolvadás - perlitesedés már csak a feltört perlittetek mélyebb szintjein rekedt vékony erecskében tapasztalható.

Annak okát, hogy a mélyből kipréselődő ártufa tömeg már nem jutott el az összeolvadásnak arra a fokára, mint a megelőzőleg kirobbant horzsakő, valószínűleg a magma fokozódó viszkozitásában kereshetjük.

Ez a működési fázis és vele együtt az első kitörési szakasz a tufaagglomerátumokat és a meglehetősen változatos kőzetteni minőségű hullott tufákat létrehozó száraz törmelékszórással zárult.

Feltűnő az Izmir-Lebedos sorozat É-i és a Yongali nyeregtől D-re eső részének vulkáni képződménysora közti különbség. Az első szakasz kitöréseinek hevessége D-en úgylátszik kisebb volt. A kitörést követően a magmakamrának ez a szakasza nem rogyott be; lehet, hogy az nem is terjedt már ki e terület alá. /Ennek eldöntésére sajnos még nincs elég adatunk./

A tufaszórást követően - valószínűleg rövid nyugalmi időszak után - újabb kitörés sorozat indult meg. Ennek első képződmé-

354



nyei azok a vékony, esetleg helyenként kissé nagyobb vastagságot is elérő perlittesteckék, melyek pszeudofluidális szövedete felfelé többnyire folyamatosan fejlődik át fluidális-litofizás riolitba, azaz riolitos reoignimbritbe. Itt is az előnek a felszínre kerülő magma az, amelyből viszonylagosan nagyobb víztartalma miatt vulkáni üveg képződött - a fő perlit-szinthez viszonyítva azonban már csak jelentéktelen méretekben. Ekkor már sem a rendelkezésre álló víztartalom, sem a felhalmozódó anyag mennyisége nem tette lehetővé tömör vulkáni üvegek - vitrofirok - kialakulását, sőt a felemelkedő magmában már megindult a kristályosodás is.

A második és az ezt követő kitörési szakaszokat az egyre nagyobb kavasav tartalmú ignimrittakarók kialakulása jellemzi.

Ezek viszonylag nagy tömegű "száraz" és nagy hőmérsékletű tufaárakból kialakult fluidális szövetű és szerkezetű litofizás reoignimbritek.

A sekély magmakamra beomlása ezekben a szakaszokban is folytatódott - kialakítva a mai, a fiatalabb törésekkel lényegesen már nem módosított szerkezetet.

A "takaró-ignimbrit" fázist létrehozó kitörések ritmusosságát az ebben a sorozatban szakaszosan ismétlődő, néhány méter vastagságú perlitrétegecskék jelzik. További részletvizsgálatok során ezek valószínűleg a "takaró-ignimbrit" összlet tagolására is felhasználhatók lesznek.

A Manisa-Demirci-i terület riolitvulkanizmusa az előbbiektől eltérően nem zárt egység. Itt a vékony, tipikus piroklasztikum terítésekéből álló vulkáni sorozat csak a számos kitörési központ egyike által szolgáltatott anyagot képviseli. Valószínű, hogy ez az Incirlitas-i perlitlelep közelében, attól kevéssel É-ra lehetett. /Helyének pontos meghatá-



rozása még további térképező munkát igényel./ Ezt a feltevést elsősorban az támasztja alá, hogy főleg itt található olyan kibillent helyzetű, meredek dőlésű képződmények és hatalmas tömegű ártufa-agglomerátumok, melyek a felszinközeli magmafészek beomlására utalnak. Délebbre a vékony, nagy kiterjedésű perlittlepek nagyjából vízszintes helyzetűek.

A perlitképződés itt is az "Izmir-Lebedos sorozat" területén leirt módon zajlott le. Az izzófelhő kitörések anyag és energiakészlete azonban kisebb, gyakoriságuk viszont sokkal nagyobb lehetett, mint ott. Valószínű, hogy ez és a beszakadásos szerkezet hiánya magyarázza azt, hogy itt számos olyan kőzetüveg kifejlődés és szerkezeti jelleg található - az un. szegélyövezetekben - amelyek az "Izmir-Lebedos sorozat" területén jórészt hiányoznak.

Feltűnő sajátossága ennek a képződménysornak a krisztalloklasztos tufolávák-reoignimritek jelenléte. Ez a sajátosság ismét a magmakamra helyzetével függhet össze.

A viszonylag kis mennyiségű magma feltörését követő berogyások méreteiből arra kell következtetnünk, hogy a kiürülő magmafészek a felszín közvetlen közelében, de legfeljebb 1-2 km mélységben lehetett. Ezt itt annak a lehetőségét is felveti, hogy a hatalmas energiamennyiséget hordozó izzófelhők kirobbanásának - vagyis a nagy kőzetüvegtömegek képződésének feltétele lehet ezeknek a felszinközeli, még a tulajdonképpeni másodlagos magmakamránál is magasabb helyzetű magmafészeknek a jelenléte.

Az ártufák, a takaróignimritek és a krisztalloklasztos reoignimritek anyaga mélyebbről, a tulajdonképpeni másodlagos magmakamrából is származhat.

#### 4. A perlitképződés folyamata - ahogy az a vulkáni üvegek szöveti jellegeiből kiolvasható

A perlittelepek tömör vulkáni üvege a benne gyakran és nagyon változatos kifejlődésben található horzsás szerkezetek tanúsága szerint horzsakőből, vagyis szilárd fázisú, "szerkezetes" üvegtörmelékből alakult ki. Az ebben kötött víztartalom nagyságát a horzsakőképződés környezetében - tehát a vulkáni csatornában - a hőmérséklet és nyomásviszonyok pillanatnyi egyensúlya határozta meg. A felszínen vízvesztésre már csak az üveg /viz rendszer megszilárdult volta miatt sem volt mód. /BRIGGS, N.1976/

Szinte minden perlitkifejlődés szövetének közös jellemzője a többé-kevésbé határozott fluidális-sávos jelleg: az "Izmir-Lebedos sorozatban" éppúgy, mint a Demirci-i területen vagy a Türkmen Dag perlittelepeiben. Ez a többé-kevésbé szabályosan párhuzamos finomrétegzettség már az izzófelhőből kihulló horzsakő felhalmozódása során kialakulhatott. A teljes egybeolvadás, a képződő másodlagos olvadék mozgása - amelynek során az egyes részecskék legtöbbször csak néhány mm utat tettek meg - ezt a szövetet módosította és továbbfejlesztette. Ezt a nagyon finom, szabályos lamináció és az akadályok, pl. a fenokristályok körül kialakuló turbulencia bizonyítja.

A fokozódó összeolvadást előbb üvegcsseppek képződése - ezek a még képlékeny, mozgó tömegben azonnal ki is "hengerlődnék" - majd a horzsakő szerkezetének a homogén üvegbe való egyre fokozódó beolvadása jelzi.

A kőzetüvegtömegek belsejében az egyre fokozódó összeolvadás miatt ezek a szöveti jellegek csak nyomokban ismerhetők fel, sőt teljesen el is tűnhetnek.

A Ny-anatóliai perlitek vékonycsiszolataiban ezek a folyamatok szinte lépésről-lépésre nyomon követhetők.

A perlites szövet mikrorepedésrendszere ezt a laminációt mindig harántolja, tehát fiatalabb, a vulkáni üveg homogenizálódását követően kialakult másodlagos jelleg. Sokszor látható kezdeti fokon megrekedt "félbenmaradt" perlites szövet is.

A nagyobb vastagságú, egy hülési egységet alkotó vulkáni üveg-összletek szerkezete is a belső nyomás és hőtartalék hatására kialakuló homogenizációt tükrözi. Ez mind az "Izmir-Lebedos sorozat", mind a Demirci-i terület nagyobb perlittlepei-nek függőleges szelvényében jól látható.

A különböző vulkáni üvegkifejlődések réteges-lemezes váltakozása különösen az utóbbi területen gyakori. Ez részint az izzófelhők méreteinek - vagyis az egy-egy kilövelés által szállított anyagmennyiségnek állandó változására - ritmusosságára vezethető vissza. Oka lehet továbbá a hülési egységet alkotó horzsakőtömeg szélén, a hőmérséklet és a nyomás-egyensúlyok változása a másodlagos olvadék mozgása során. Jellemző, hogy a sokszor látható torló olvadékmozgásos szerkezeteket szinte mindig másodlagosan expandált üveg és szivacsosan porózus litoidos riolit fáciesek együttese alkotja.

Ezek a "horzsakő-perlitek" a perlitképződésnek valószínűleg csak az egyik, mindenesetre a leggyakoribb - lehetőségét képviselik. Kisebb kötött víztartalmú üvegek keletkezésekor a szilárd fázis mellett jelentősebb mennyiségű cseppfolyós anyag, azaz kőzetolvadék is jelen lehetett az izzófelhőkben - mivel a kisebb víztartalmú piromagmák "kiduzzadási hajlama" is gyengébb.

## 5. Sajátos jellemvonások

Az összes területek perlitkifejlődéseit jellemző, közös jellegek mellett természetesen vannak a magmakamrák önállóságából, "egyéni fejlődéséből" következő különbségek is.

Míg az "Izmir-Lebedos sorozat" és Foça környékének kőzetüvegeiben a fenokristályok mennyisége és a kristályos rész összetétele azonos, az északabbra, a Menderesz masszívum szegélyétől nagyobb távolságra kialakult Demirci-i terület kőzetüveg kifejlődései ettől határozottan elkülönülő; kisebb fenokristály tartalmú "biotitos fáciest" alkotnak.

Jellemző eltérések mutatkoznak az egyes területek perlitjeinek alkália tartalmában, pontosabban a  $K_2O/Na_2O$  viszonyszám nagyságában. Ezt a Demirci-i területen sokkal kisebb értékek jellemzik, mint az "Izmir-Lebedos sorozat"-ban.

Mindez még nem elég megbízható következtetések levonására, inkább a további vizsgálódások irányait jelöli ki. Az azonban megállapítható, hogy a Menderesz-masszívum és az Izmir-Ankara övezet mozgékony területsávjának határán - a neogén szubdukció övében - a K migráció feltételei sokkal kedvezőbbek lehetnek, mint az utóbbi övezet belsejében. Nem valószínűtlen tehát itt egy K-gazdag öv jelenléte.

#### 6. A perlit helye az ignimbritek között

A perlit a gyakorlatban jól használható, egyszerű megfogalmazás szerint: olyan természetes vulkáni üveg, amely kötött vizet tartalmaz és hevítve nagymértékben duzzad.

A vázolt vulkanológiai-kőzetgenetikai folyamatok alapján a perlitek hyaloignimbriteknek minősülnek. A szorosabb értelemben vett perlit /azaz a perlites szövetű vulkáni üveg kb. 3,0 - 3,5 % kötött viztartalommal/ riolitos összetételű vitrofiros-perlites hyaloignimbritnek, azaz pszeudovitrofirnek is nevezhető. A fluidálisan laminált, horzsás szövetű változatok pedig riolitos összetételű pszeudofluidális-eutaxitos hyaloignimbritnek minősülnek /SPERANSKAYA, I.M., 1967/. Ezek a kategóriák beilleszthetők a Pantó G. által javasolt ignispumit fogalmába is.



A "gyöngykő"-szerkezet és a perlites szövet - amelyek alapján ezt a riolitos összetételű vulkáni üvegfáciest elnevezték - másodlagos, az üveg konszolidációja során kialakuló jellegek.

## 7. A kőzettani jellemzők és az ipari felhasználhatóság kapcsolata

A kőzetüvegek ipari nyersanyagként történő felhasználását, a gyakorlati értéket az üveg szöveti sajátosságai csak kevésbé befolyásolják - természetesen holohyalinos, nem devitrifikált és nem bontott üvegek kifejlődések esetében. A perlites szövet kedvezőbb szemcseszerkezetű duzzasztott terméket ad, mint a fluidális-eutaxitos szövetű változatok. A horzsáság csak akkor befolyásolja a termék minőségét, ha túlnyomóvá válik. Az ilyen kőzetek többnyire jelentős mennyiségű litoidos, vagyis nem duzzadó részt tartalmaznak.

Feltűnő az a kapcsolat, amely a perlitiek kőzetüvegében kötött víztartalom mennyisége és a  $K_2O/Na_2O$  viszonyszám között van. Az 1,5 - 1,8 közötti  $K_2O/Na_2O$  arányának általában 4 % alatti kötött víztartalom, a kettőnél nagyobb viszonyszámoknak 4,0 - 5,5 közötti víztartalom felel meg.

Az előbbi eset Demirci-i területére, az utóbbi az Izmir-Lebedos sorozat perlitjeire jellemző.

Szurokkő kifejlődésekben - így Foçában - ezek az összefüggések már nem érvényesülnek.

Vagyis a K és Na mennyisége, továbbá a két egymáshoz viszonyított arány szoros kapcsolatban van tehát a perlit ipari nyersanyag-értékével. Minél jobban megközelíti a nátrium mennyisége a káliumét /vagyis minél kisebb ezek hányadosa/, annál kedvezőbb a perlit viselkedése a technológiai vizsgálatok során.



8. A neogén riolitivulkanizmus kéregszerkezetileg meghatározott helyzete Anatóliában és a környező területeken

Az Izmir=Lebedos sorozattól Manisa, Bergama és Eskişehir környékén át az Ankarától É-ra levő Kizilcahamamig követhetők a neogén ignimbrites vulkanizmus üvegfacieseknek kiterjedt összletei. Itt található az ipari nyersanyagértékű perlittelepek is.

Ez a tektonikai szempontból nagyon mozgékony területsáv - BRINKMANN megfogalmazásában az Izmir-Ankara öv - a Menderesz masszívum ÉNy-i és É-i peremét követi.

DNy-on Kos, Yiali, és Nisyros szigetének /Görögország/ perlittelepei, továbbá Bodrum környékének az előbbiekkal egykorú, nagyon heves explozivitású riolit vulkanizmusa jelez egy, az előbbihez hasonlóan a Menderesz-masszívumhoz simuló, kéregszerkezeti mélytörésekkel jellemzett mozgékony övezetet.

Anatólia belsejében, a Toros gyürt vonulata és a köztes tömeg között - amelyet itt már a Menderesz masszívum K-i folytatásaként is tekinthető Kirşehir masszívum képvisel - Konya és Nevşehir riolitos ignimbritsorozatai és az Ürgüp-Kayseri-i óriási ártufa takarók képviselik az Izmir-Ankara öv ellenpólusát. Tovább K-felé a Bitlis masszívum játszik hasonló szerepet.

A nagy explozivitású, szinte kizárólag ignimbritfaciesek változatos sorát szolgáltató riolitvulkanizmus tehát azokhoz a kéregszerkezeti mélytörésekhez - vagyis a lokális szubdukció síkjaihoz kapcsolódik, melyek a mediterrán öv "kontinentstörékeinek" peremén az eocéntől kezdve fokozatosan alakultak ki, egymásra következő övekben.

Szinte a részletekig azonos helyzetű vulkáni fejlődéstörténet - és képződménysorok - található Anatólia földjéről Ny-ra,

a Kiklád masszívum előterében kialakult vulkáni övben /Milos, Kimolos és Polyaigos perlitjei/, vagy K-en Örményországban. A bolgár és makedóniai vulkáni üvegtelepek kialakulásában a Rhodope masszívumnak van hasonló meghatározó szerepe.

A földközi tengeri öv riolitvulkanizmusát méreteiben sokszorosan meghaladja - de nagyszerkezeti helyzetében azzal analóg - a Szovjet Középázsia paleozoós és a Csendes-óceán szovjet partvidékének harmadkori ignimbrites vulkanizmusa - pl. az un. "Ochotszk-i ignimbrit provincia" /SPERANSZKAYA, 1967/.

Az analógiák felsorolását még hosszan lehetne folytatni.

Rendkívül érdekes az a kép, amely hazánkban, a K-i Alföldön újabban lemélyített mélyfúrások adataiból rajzolódik ki. Itt ugyanis a Tiszántúl alatt elhelyezkedő kéregszerkezeti egység - amelyet a felszínen az Erdélyi Középhegység egy része képvisel - É-i peremén az eddig leirtakhoz nagyon hasonló módon húzódik egy riolitos magmakémiai jellegű és explozív, ignimbrites fáciesű vulkáni öv. Ennek apró felszíni kibukkanásait képviselik csak a Tokajhegyalja és a Kárpátalja riolitos sorozatai /BOCCALETTI, M. - HORVÁTH, F. - STEGENA, L. et. al., 1976/.

Szerkezetileg meghatározott helyzetét tekintve a Kárpátmedencének ez a neogén korú riolitos vulkanizmusa analóg Kisázsia, az Égei-térség és a Balkán - részben idősebb - savanyú vulkáni öveivel. Azokhoz hasonlóan ez is a környezetüknél kevésbé mozgókéony kéregrészek szegélyét követi, sajátossága azonban, hogy két, számos egyéb adat alapján is kirajzolódó "masszívum" között húzódik.

Az Izmir-Lebedos sorozat fő perlit szintjét jellemző minták  
 kémiai összetétele

A/ Perlites szövétü vulkáni üveg

Alkotó %	A minták származási helye					
	DLP-I-2	MUR-IV,S-1 84,6-87,1m	Mez-I,S-1 52,5-58,0m	YNG-I-1	GLY-II-1	GLY-III-1
	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	73,12	72,74	70,05	73,46	71,66	71,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,59	11,75	11,35	12,95	13,09	13,85
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,07	0,07	0,10	0,16	0,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Σ Fe/	0,90	1,49	1,28	1,04	1,39	1,08
MnO						
CaO	0,71	0,65	1,96	0,29	1,24	1,84
MgO	-	0,05	ny	-	0,31	0,53
Na <sub>2</sub> O	1,41	1,25	2,00	2,40	2,43	2,61
K <sub>2</sub> O	5,19	2,94	4,68	4,65	4,62	4,59
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04
SO <sub>3</sub>	ny	0,12	ny	ny	ny	ny
kötött viz <sup>+</sup>	5,55	11,56	7,07		4,76	4,03

MÁFI Elemzők: Petrás Györgyné és Guzy Károlyné /1, 4, 5, 6/ + A SZIKKTI adatai  
 Dér Istvánné és Soha Istvánné /2, 3/

A GLY-III-1 sz. minta a fő perlit szintet fedő ingnimbrittakaró felett, a következő hűlési  
 egység bázisán kialakult vulkáni üvegszintet képviseli.

Az Izmir-Lebedos sorozat fő perlitszintjét jellemző  
minták kémiai összetétele

B/ Pseudofluidális eutaxitos szövetű  
vulkáni üveg

Alkotó %	A minták származási helye			
	Mur-IV,S-1 16,0-21,5m	Mur-IV,S-1 21,5-37,2m	MEZ-I,S-1 8,2-20,2m	MEZ-I,S-1 38,1-46,0m
	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	71,28	70,32	70,67	69,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,71	12,08	12,05	12,58
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,06	0,07	0,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Σ Fe/	1,24	1,40	1,44	1,48
MnO				
MgO	0,11	0,36	ny	0,80
CaO	1,37	1,35	1,12	1,05
Na <sub>2</sub> O	1,56	1,37	1,86	1,34
K <sub>2</sub> O	5,01	4,26	5,18	3,57
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,03	0,02	0,02
SO <sub>3</sub>	ny	ny	ny	ny
Kötött viz		10,2 <sup>+</sup>		7,11 <sup>++</sup>

MÁFI Elemzők: Dér Istvánné

Soha Istvánné

A kötött viz adatokat a SZIKKTI-ben határozták meg

<sup>+</sup>A 32,0-37,2 m mélységközből meghatározott adat

<sup>++</sup>A 38,1-40,0 mélységközből meghatározott adat



Az Izmir-Lebedos sorozat fő perlitszintjét fedő piro-  
klasztikumok jellemző mintáinak kémiai összetétele

C./ Ártufa agglomerátum - 1. és 2. sz. elemzés

D./ Rétegzett-hullott tufasorozat - 3., 4., 5. és 6.sz.  
elemzés

MÁFI Elemzők: Bakó Györgyné és Soha I.-né

Alko- tó %	A minták származási helye					
	Mezarkaya Tepe	Tufafejtő	a Murat	Tepe	É-i	peremén
	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	70,67	70,62	59,16	55,32	69,75	61,06
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,09	0,25	0,24	ny	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,05	12,48	12,31	11,49	13,40	13,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	1,44	2,34	2,31	0,79	4,25
FeO			0,25	0,25	0,12	0,06
MnO			0,07	0,06	0,06	0,02
CaO	1,12	0,75	6,93	10,56	0,76	3,84
MgO	ny	0,30	1,03	0,98	0,67	1,76
Na <sub>2</sub> O	1,86	1,74	0,98	0,87	1,56	0,77
K <sub>2</sub> O	5,18	4,65	3,87	3,21	5,34	1,89
CO <sub>2</sub>			4,39	7,31	ny	1,89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,03	0,10	0,05	0,01	0,07
S	ny	ny				
+H <sub>2</sub> O			5,89	5,31	5,46	5,38
-H <sub>2</sub> O			2,48	2,38	1,75	5,21
Összesen:			100,05	100,34	99,67	99,92

1.sz. minta: Mez-I, S-1 sz. fúrás: 8,2 - 20,2 m

2.sz. minta: Mez-I, S-1 sz. fúrás: 0,0 - 6,0 m

Mezarkaya Tepe - a fő perlitszintet fedő képződménysor  
jellemző mintáinak kémiai összetétele

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	70,51	73,67	74,01	76,38	76,27	75,90	75,33	71,16
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,03	0,05	0,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,06	13,17	13,85	14,18	13,85	13,73	14,79	13,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,21	0,85	0,89	0,27	0,39	0,59	0,85	1,08
FeO	0,39	0,20	0,20	0,02	0,16	0,07	0,02	
MnO	0,04	0,06	0,05	0,01	ny	0,03	0,03	na
CaO	0,76	0,15	0,63	0,63	0,48	0,30	0,60	1,84
MgO	0,26	0,13	0,08	0,08	0,13	0,05	ny	0,53
Na <sub>2</sub> O	1,69	2,52	2,70	3,33	3,00	3,18	3,30	2,61
K <sub>2</sub> O	4,53	5,16	4,68	4,32	3,92	4,53	4,35	4,59
CO <sub>2</sub>	ny	ny	0,05	0,03	ny	ny	ny	na
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
S	ny	-	ny	na	na	na	na	ny
+H <sub>2</sub> O	6,34	3,27	2,42	0,62	1,13	0,49	0,52	
-H <sub>2</sub> O	0,72	0,20	0,20	0,14	0,58	0,16	0,24	

Az elemzések a Magyar Állami Földtani Intézetben készültek

Elemzők: Soha Istvánné és Bakó Györgyné

- 1/ Perlit - tufaösszletben 0.8-1.5 m.vastag telep
- 2/ Perlit - a Mezarkaya Tepe riolittakarójának bázisán
- 3/ Perlit - a 2.minta fedőjéből, a perlit/riolit határról
- 4/ Ignimbrit-fluidális riolit - a 3. minta fedője
- 5/,6/ és 7/ Riolit - a fő perlitszint kitörési szakaszát lezáró ignimbrittakaró függőleges szelvényéből. Mezarkaya Tepe
- 8/ Perlit - vulkáni üveg szint két riolittakaró között  
Gülyaka Tepe

A DEMIRCI-i terület nagyobb perlittelemeit jellemző  
minták kémiai összetétele

MÁFI Elemzők: Petrás Györgyné, Guzy Károlyné és Soha Istvánné

Alkotók	Minták jele és sorszáma					
	TLP-II-22	TLP-III-12	KGL-II, S-1	INT-IV-5	INT-IV-7	Kc-1
%	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	71,76	72,56	71,53	71,96	71,31	73,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,55	13,65	14,63	13,78	14,10	13,45
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,14	0,12	0,12	0,16	0,06
Σ Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,81	0,85	0,97	0,81	0,98	0,81 <sup>x</sup>
MnO						0,04
CaO	1,46	0,72	1,06	1,10	1,23	0,63
MgO	ny	-	0,05	ny	ny	0,27
Na <sub>2</sub> O	3,09	2,91	3,07	3,03	2,67	2,97
K <sub>2</sub> O	4,74	4,95	4,74	4,50	4,86	4,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
SO <sub>3</sub>	ny	ny	0,05	ny	ny	-
kötött viz <sup>x</sup>	4,10	3,60	3,63	3,56	3,86	

<sup>x</sup>A SZIKKTI adatai

Mintavételi helyek, kőzetleírás

- 1./ Tatlipinar Tepe - szürke perlit
- 2./ Tatlipinar Tepe - szürke, perlitgyöngyökké széteső, gyengén sávos perlit
- 3./ Karagöl Tepe II. telepszakas 1.sz. furás; 0,8 - 20,6 m - szürke perlit
- 4./ Incirlitaş - ezüstsürke perlit
- 5./ Incirlitaş - ezüstsürke perlit /v.ö. 59. ábra/
- 6./ Kocaköy - ezüstsürke, rostos perlit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,63 és FeO: 0,18 +H<sub>2</sub>O: 3,82 -H<sub>2</sub>O: 0,12.

A KALABAK-i terület főbb perlitkifejlődéseit  
jellemző minték kémiai összetétele

MÁFI Elemzők: Bakó Györgyné és Soha Istvánné

Alkotók %	Mintajel és sorszám				
	10-KB	11-KB	12-KB	13-KB	310-AV
	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	71,40	69,44	71,46	70,00	70,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,44	10,39	13,45	13,00	12,96
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,72	0,53	0,73	0,80	1,21
MnO	0,08	0,05	0,10	0,10	0,07
CaO	0,97	1,65	0,76	1,14	0,81
MgO	0,12	0,29	0,46	0,23	0,21
Na <sub>2</sub> O	2,70	0,32	2,76	2,31	1,62
K <sub>2</sub> O	4,92	4,83	4,08	4,17	5,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
izz.veszt.	5,47	10,28	6,30	8,01	6,77
Összesen:	99,93	97,88	100,19	99,85	99,59
Az izzitási veszteségből az üvegben kötött víz /SZIKKTI/	4,61	11,20	5,48	7,16	6,58

A mintavételi helyek:

1. Kalabak-Hisarderesi; a perlittlep jellemző kőzete
2. Kalabak-Arapcafer; finomszemcsés tufa; a perlit közvetlen fedője
3. Kalabak-Arapcafer; a perlittlep jellemző kőzete
4. Kalabak-Mestanpinar; perlit
5. Teşvikiye-Avdan; "horzsás-perlit" - a perlittlep szegélykifejlődése



Az ÚCSARAY-i terület főbb perlitkifejlődéseit jellemző  
minták kémiai összetétele

MÁFI; Elemzők: Bakó Györgyné és Soha Istvánné

Alkotók	Mintajel és sorszám						
	ÚS-219/ÚS-220	ÚS-215	ÚS-211	ÚS-213/ÚS-214	ÚS-212	ÚSI-216	YSÖ-211
%	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	73,20	70,26	72,79	73,34	73,12	71,99	71,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,64	14,71	13,71	13,25	13,65	13,79	13,41
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,12	0,07	0,07	0,07	0,11	0,10
Σ Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,88	1,20	0,79	0,97	0,75	1,39	1,02
MnO	0,12	0,11	0,08	0,08	0,13	0,13	0,11
CaO	0,81	1,10	0,74	0,84	0,81	0,91	1,11
MgO	0,26	0,39	ny	0,18	ny	0,53	0,26
Na <sub>2</sub> O	3,18	3,21	3,39	2,94	3,27	3,06	2,79
K <sub>2</sub> O	4,80	4,35	4,53	4,50	4,50	4,65	4,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,05	0,08	0,03	0,03	0,04	0,04
izz.veszt.	3,44	4,69	3,75	4,07	3,33	3,76	4,93
Összesen:	100,43	100,19	99,93	100,27	99,66	100,36	99,99

Az izzitási veszteségből az üvegen kötött viz /SZIKKI adatok/

3,22                      4,01                      3,38                      3,89                      3,18                      3,70                      4,64

1./ Úcsaray-falu                      2./ Úcsaray-falu                      3./ Úcsaray-Ambarderesi                      4./ Úcsaray-Ada Tepe  
5./ Úcsaray-Turpluk-deresi                      6./ Úcsaray-Merdiven Kaya                      7./ Beşsaray-Sulukaya Tepe

## IRODALOM - REFERENCES

Neogene volcanism and volcanics of W.Anatolia and of the Aegean Sea:

1. AKARTUNA, M. 1962  
On the geology of Izmir-Torbali-Seferihisar-Urla district  
-- Bull.Min.Res.Expl.Inst.Turkey, Foreign Edition, 69.  
1-18; Ankara
2. BESENECKER, H. -- PICHLER, H. 1974  
Die jungen Vulkanite der Insel Chios /östliche Ägäis,  
Griechenland/ -- Geol. Jahrbuch, D., 9. 41-65 Hannover
3. BORSI, S. et al. 1973  
Geochronology and Petrology of Recent Volcanics in the  
Eastern Aegean Sea /West Anatolia and Lesbos Island/  
-- Bull. volc. 36. 473-496 Napoli
4. BRINKMANN, R. 1966  
Geotektonische Gliederung von Westanatolien -- N.Jb.Geol.  
Paläontol.Mh. 10. 603-618 Stuttgart
5. FYTIKAS, M. et al. 1976  
Geochronological data on Recent magmatism of the Aegean  
Sea -- Tectonophysics, 31.1-2. 29-34 Amsterdam
6. INNOCENTI, F. - MAZZUOLI, R. 1972  
Petrology of the Izmir-Karaburun Area /West Turkey/ --  
Bull. volc. 36 /XXXVI/ 83-104 Napoli
7. JUNG, D.-KELLER, J. 1972  
Die jungen Vulkanite im Raum zwischen Konya und Kayseri  
/Zentral Anatolien/ -- Beiträge zum 4. Ägäis Symposium  
von 28 bis 30 Januar 1972 in Hannover. Zeitschr. deutsch.  
geol. Ges. 123.2. 503-512 Berlin-Hannover
8. KALAFATCIOGLU, A. 1961  
A geological study in the Karaburun Peninsula -- Bull.MTA.  
56. 40-49 Ankara
9. KELLER, J. 1970  
Origin of Rhyolites by Anatectic Melting of Granitic  
Crustal Rocks - The Example of rhyolitic pumice from the  
island of Kos /Aegean Sea/ -- Bull. volc. XXXIII. 3.  
942-959 Napoli

10. PARASKEVOPOULOS, G. 1960  
Die Perlitvorkommnisse der Halbinsel Kefalos auf Kos --  
Ann. Geol. Pays Helléniques 1. XI. 125-136 Athens
11. WESTERVELD, J. 1957  
Phases of Neogene and Quarternary Volcanism in Asia Minor  
Congr. geol. international XX. Seccl.: Volcanologia del  
Cenozoico I. 103-119

Interim reports summarizing the results of field work done on  
perlite deposits in the area of Izmir, Manisa and Eskisehir  
/ ETIBANK documentation/:

12. TÓTH, K. 1974  
Report of classification. Investigation for Classification  
of Perlite Deposits/Testing for classification of 267  
perlite samples Interim report-SzIKKTI Budapest
13. VECSERNYÉS, Gy 1974  
Evaluation of geological setting and workability of the  
perlite deposits of ETIBANK at Cumaovasi, Demirci and  
Foça /Turkey, Izmir-Manisa region/ - on basis of field  
reconnaissance done in december 1973 -- Geol. Surv. of  
Hungary, Budapest
14. VECSERNYÉS, Gy. 1974  
Report on taking pilot-plant samples from the perlite  
deposits of Mezarkaya Tepe, Murtat Tepe and Karagöl Tepe  
/14<sup>th</sup>3.1974 - 1<sup>st</sup>4. 1974/ Petrographic data of rock  
specimens representing the pilot-plant samples -- Geol.  
Surv. of Hungary, Budapest
15. VECSERNYÉS, Gy. 1974  
Report on laboratory processing of cores of drilling  
carried out by the end of April-1974 on the perlite  
deposits of ETIBANK /perlite deposit areas of Cumaovasi  
and Demirci - EGE Region/ -- Geol. Surv. of Hungary  
Budapest
16. VECSERNYÉS, Gy. 1974  
Die wichtigeren geologischen Angaben der Perlitlager-  
stätten von Eskisehir-Seyitgazi /Türkei/ und die Ergeb-  
nisse der Laboruntersuchungen der Proben von Perlit-  
lagerstätten bei Kütahya -- Ungarische Geologische  
Landesanstalt Budapest

Rhyolitic volcanism in other regions. Ignimbritic facies  
Mediterranean region:

17. BOCCALETTI, M. et al. 1976  
The Tyrrheian and Pannōnian basins: a comparison of two  
interarc basins -- Tectonophysics, 35. 1-3.45-69  
Amsterdam

18. GOTTINI, V. 1970  
Serial Character of the Volcanic Rocks of Pantelleria  
-- Bull. volc. XXXIII. 3. 818-827 Napoli
19. HENTSCHEL, H. 1967  
Ignimbritic Pitchstones of South Tyrol, Italy /A  
contribution on the origin of welded tuff structures/  
-- Bull. volc. XXX. 229-232 Napoli
20. LOCARDI, E.- MITTEMPERGER, M. 1968  
On the Genesis of Ignimbrites. How ignimbrites and other  
pyroclastic products originate from a flowing melt ---  
Bull.volc.XXXI. 131-152 Napoli
21. MÁTYÁS, E. 1971  
The perlite: a volcanic rock-facies. A study. -  
Manuscript, Budapest
22. Pantó, G. 1962  
The Role of Ignimbrites in the Volcanism of Hungary  
- Acta Geologica Acad.Sci.Hung. VI. 307-331 Budapest.
23. TÓTH, K. - VARJU, Gy. 1976  
The natural disposition of pumicite in Hungary, and the  
possibilities of its utilisation. -- SzIKKTI Tud. Közl.  
48. Budapest
24. VILLARI, L. 1970  
On Particular Ignimbrites of the Island of Pantelleria  
/Channel of Sicily/ -- Bull. volc. XXXIII. 3. 828-839  
Napoli

Volcanism of the N. Atlantic:

25. THOMPSON, R.N. 1975  
Palaeocene ignimbrite from Ubekendt Emland, West  
Greenland Lithos, 8.1. 9-14 Oslo
26. WALKER, G.P.L. 1962  
Tertiary welded tuffs in eastern Iceland -- Quart. Journ.  
Geol. Soc. London CXVIII. /118/ 3. 471. 275-293 London
27. WALKER, G.P.L. 1962  
Acid Volcanic Rocks in Iceland - Bull. volc. XXIX.  
375-402 Napoli

Pacific areas of the USSR:

28. RUDICH, K.N. 1967  
Marekanitic-rhyolitic Complex of the Okhotsk Coast  
/North East of the USSR/ -- Bull. volc. XXX. Napoli



29. SPERANSKAYA, I.M. 1967  
Okhotsk Ignimbrite Province -- Bull. volc. XXX. 99-111  
Napoli

Indonesia and the Pacific:

30. BRANCH, C.D. 1967  
The Source of Eruption for Pyroclastic Flows: Cauldrons  
or Calderas -- Bull. volc. XXX. 31-50 Napoli
31. BRIGGS, N.D. 1976  
Welding and crystallisation zonation in Whakamaru  
Ignimbrite Central North Island, New Zealand -- N.Z. Journ.  
Geol. Geophys. 19. 2. 189-212 Wellington
32. FENNER, C.M. 1948  
Incandescent Tuff Flow in Southern Peru -- Bull. Geol. Soc.  
Am. 59. 879-893 New York
33. HEMING, R.F. - CARMICHAEL, L.S.E. 1973  
High Temperature Pumice Flows from the Rabaul Caldera,  
Papua-New Guinea -- Contr. Min. Petr. 38. 1. 1-20 Berlin-  
Göttingen-Heidelberg
34. ZEN, M.T. 1966  
The Formation of Various Ash Flows in Indonesia - Bull  
volc. XXIX 77-88 Napoli

Genesis and system of ignimbrites. Testing of perlites:

35. FAVORSKAYA, M.A. 1967  
On the Problem of the Origin of Acid Magmas -- Bull.  
volc. XXX. 93-98 Napoli
36. MALEYEV, E.F. 1967  
Two Types of Acid Volcanism -- Bull. volc. XXX. 153-160  
Napoli
37. NEMECZ, E. 1974  
Testing of typical samples of Hungarian perlites. Report  
on the results of the research entitled "Selection of  
perlite varieties expanding at low temperatures", commi-  
sioned by the Central Office of Geology, 28. Nov. 1974  
Budapest /Manuscript, in Hungarian/
38. VLODAVETZ, V.I. 1966  
On the Term "Ignimbrite" and "Ignimbrite Deposits" --  
Bull. volc, XXIX. 141-145 Napoli
39. YAGI, K. 1966  
Experimental Study on Pumice and Obsidian -- Bull. volc.  
XXIX. 559-572 Napoli.

A VOLCANOLOGICAL MODEL OF PERLITE FORMATION  
/BASED ON EXAMPLES OF TURKISH - WESTERN ANATOLIAN -  
PERLITE DEPOSITS/

By  
György Vecsernyés

ABSTRACT

The author attempts to outline the particular volcanological conditions which result in the formation of perlite, or, in case of a slight shift in their parameters, of other volcanic glass types such as obsidian, pitchstone, pumice and tuffs composed of pumice. In this way a new concept of perlite genesis is set up, an answer to a heavily argued question, taking into account the peculiar dynamics of erupting rhyolite magma. Other forms of appearance of volcanic glass fit well into this model and in view of the subsequent and interwoven character of the processes of their formation, even the unity in this diversity is properly emphasized.

The author's concept is based on field observations gathered in course of an exploration work done on a number of Western Anatolian perlite occurrences. These show remarkable analogies with those of the Circum-mediterranean rhyolite belt and also with those known at many places in the Carpatho-Balkan mountain system. The petrographic similarities, the analogies of structural position and age are obvious. This facts testify to the regional validity of the model, which, however, by no means should be considered the only possible way of perlite formation.

## REGIONAL PART

The perlites of Western Anatolia occur in a number of rhyolitic complexes displaying a variety of individual features. The so-called Izmir-Lebedos complex is one of the best-known of them. Situated North of Manisa, the volcanic complex occurring in the Kilic Dag area and the ignimbrite sheets at Foça have not been studied in detail. The important perlite deposits in the Eskişehir area form a continuous belt around the cone of the Türkmen Dag, Southeast of the town of Eskişehir. /Fig.1./

The immediate area around and the underlayer of the perlite deposits developed in the Izmir-Lebedos complex consist of freshwater deposits of Miocene and Pliocene age. The eruptions took place during the Middle Miocene /radiometric age: 12,5 m.y./

At the base of the Neogene complex Lower Paleozoic sediments and Cretaceous flysch can be found. Ophiolite type basic volcanics play a significant role in the latter. /Fig.2./

In this volcanic complex a "main perlite horizon" comprises several important perlite deposits. The relative position of the main types of volcanic glass in the sequence is constant. The characteristically perlitic and the overlying fluidal eutaxitic textured glass are covered and enveloped everywhere by flood-tuff agglomerates. /Fig.3./

In this rhyolite complex several thin horizons of volcanic glass occur at the base of each cooling unit. Usually the X-ray amorphous glass phase in the deposits of the main perlite horizon ranges from 89 to 93 %, while the phenocrysts make up about 3 to 5% of the total rock volume. Aggregates of intergrown phenocrysts and "Micro"-xenolite of ophiolitic magmatites are characteristic. Varying amounts of clay

minerals and zeolites are also present. The chemical composition of the characteristic rock types can be seen on Tables I. and II. The explosivity of the eruptions is directly proportional to the  $K_2O / Na_2O$  ratio /Fig.4./ The iron is more oxidized in the younger member than in the older ones /Tables III and IV/.

The volcanic complex of the Foça area consists of typically fluidal textured rhyolite sheets of an average thickness ranging from 30 to 70 metres. Among these glassy horizons can be traced along several hundreds of metres. A different type of volcanic glass is represented by small bodies or pockets often displaying a gradual transition into the rhyolite or even into tuffs. All these types are characterized by a very high proportion of the glassy phase /92-99%/ and by the considerable amount of water bound in them /sometimes even more than 7,5 %/. Accordingly, these rocks have to be classed as pitchstones. The composition of the phenocrystalline phase and its appearance is the same as it is in the Izmir-Lebedos complex.

North and North-east of Manisa the rhyolite magmas erupted from several secondary, separate magma chambers. This way a lot of eruption centres came into being. The decline of this volcanism is marked here by the gradual change of the primarily acidic magma into an andesitic one.

In general, the lateral extension of these volcanic complexes comprises several hundreds of square kilometres. Their thickness, however, does not surpass some hundred meters. The underlying complex is composed of ophiolitic rocks, serpentinites and diabases. The eruptions took place in the Neogene /presumably during the Miocene/. /Fig.5./

The interior part of these numerous but small-size perlite deposits consists of typically perilitic-textured, sometimes



fibrous volcanic glass. This type /the bulk of the deposits/ is succeeded by fluidally textured, pumiceous glasses, which are often striped with lithoidic material or have a scoriaceous appearance.

The glassy rock bodies are of relatively reduced thickness. Deposits with an extension of several hectares are only 25 m thick as a maximum, the average ranging from 10 to 15 metres /Fig.6./ These bodies of volcanic glass are lying everywhere on strongly pumiceous tufo-agglomerates and are covered by rhyolites of markedly fluidal texture. These latter reoccur in the higher horizons of the sequence.

The chemical composition of samples representing the perlites of the Demirci deposits are given in Table V.

The mountainous complex of Türkmen Dag. situated South-east of Eskişehir represents products of a welldefined separate magma chamber. It is built up mainly of rhyolites and their pyroclastica. In the last stage of the volcanism some basalts poured onto the surface. The eruptions were of a violent explosive character as shown by the overall preponderance of pyroclastica.

The perlite deposits form a continuous belt encircling the central mass of the volcano. In this "perlite belt" more or less intensively welded pyroclastica, various facies of tufo-ignimbrites, eutaxitic ignimbrites and rheoignimbrites can be found. The volcanic glass deposits of varying dimensions are generally stratiform, forming together with their country rocks a concordant unity. The most important ones occur in the surroundings of the villages Kalabak, Ücsaray and Tesvikiye /Fig.7./

Although the chemical composition of these volcanic glasses are remarkably uniform /Tables VI. and VII./, their petrological features are greatly diversified. Markedly flu-

354

idal textures, varied-size lamination are typical for the most part, while the bulk of the greater deposits is almost completely homogenized. Perlite sand, a crumbling of the compact glass controlled by microscopic fissures and by the perlitic texture itself can be found at places. Marekanitic features, obsidian drops or pearls occur at Tesvikiye village.

## GENETICAL PART

/Fig.8./

The Izmir-Lebedos complex, the products of rhyolitic volcanism around Foça and North of Manisa, and the Türkmen Dağ volcano of Eskişehir, all are situated in the mobile Izmir-Ankara Belt /BRINKMANN, 1966/ along the NW and N edge of the Menderes massif. The acidic magmas originated here by anatectic melting of deeper portions of the granitic crust /KELLER, 1970/. Fragmented and resorbed quartz crystals, aggregates of interlaced plagioclase, quartz and biotite phenocrysts /proof of the remelting process/ are characteristic of the Anatolian perlites, too.

Abundant remnants of ophiolites refer to the fact that in minor depths even a considerable assimilation of the adjacent rocks may have occurred.

The eruptions of an extremely explosive nature were fed from secondary magma chambers. The complexes built up by this activity consist exclusively of pyroclastica, the ignimbrites being predominant. A minor part of them is composed of flood tuff agglomerates and stratified ash fall tuffs and tuffites. The latter indicate the gradual decay of the first phase.

The chemical character of these series is rather monotonous. Almost every member of them is of well defined rhyolitic

composition, characterized by a significant preponderance of potassium over sodium.

### Stages of Development of the Eruptive Phase

During the long and calm period preceeding the first eruption by an enrichment of volatiles /first of all of water/ an exceptionally energy-rich and active layer developed at the top of the magma chamber. Expanded while ascending in the volcanic chimney, the pyromagma was transformed entirely into pumice and erupted in form of glowing clouds onto the surface. These clouds moved downslope some few hundred metres, until the fall-out point of the pumice. The cooling of finely fragmented pumice was hindered by hot gas-films. A rapid collapse and subsequent homogenization by re-melting of the accumulated pumice masses resulted from the lowering of the melting temperature caused by the water contained in the "wet" silicate melt.

This stage which produced the glassy rock masses was followed by the collapse of the partly emptied magma chamber. Considerable masses of the barely consolidated perlite deposits were broken up and destroyed. The tephra flow pressed up from the deeper parts of the magma chamber destroyed first of all the fluidal textured glass of the upper and marginal parts of the deposits, sweeping away enormous quantities of fragmented perlite. The resulting chaotic flood tuff agglomerate is of a lower grade of welding than the pumice erupted earlier. This is due to the less water content of the pyromagma.

This phase ended with such "dry" eruptive products as non-welded agglomerates and ash-fall tuffs. The following eruptive phases yielded thick ignimbrite sheets of rhyolitic composition having usually at their base a horizon of volcanic

glass - perlite -, some metres thick. This fact testifies to a minor water enrichment in the pyromagma at the start of each eruptive phase. By using these horizons as indicators the individual eruptions in the thick complex of ignimbrites can be separated from each other.

The perlite deposits developed essentially in the same way in the area of Manisa-Demirci with the difference that the glowing clouds were smaller but occurred more frequently.

The considerable dimensions of subsidences caused by explosions of these relatively small masses of pyromagma allow the conclusion to be drawn that their feeding foci must have been situated not deeper than some hundred metres. The development of these little magma "pockets" ascending from a common secondary magma chamber and filled with extremely active pyromagma is regarded as a very important prerequisite for highly explosive "glowing cloud" eruptions i.e. for volcanic glass formation. According to the concept those primary melts which yield on the surface chaotic flood tuffs, ignimbrite sheets and crystalloclastic ignimbrites originate from considerably greater depths, from the secondary magma chamber itself.

#### The Process of Perlite Genesis

According to the proof furnished by the "pumiceous" texture /remnants of which found often even in the most compact glasses/ the glasses developed from pumice i.e. from fragments of solid "textured" volcanic glass. The amount of water structurally bound in them is determined by the equilibrium of temperature and pressure controlling the process of expansion - i.e. by conditions prevailing in the volcanic channel. Welding begins with the formation of glassy drops followed by a gradual melting of the pumice texture



into a compact glassy mass. The fluidal, laminated textures which are common features of the volcanic glasses being caused by the primary sedimentation of pumice fragments give proof of the very limited flow of the extremely viscous secondary melt equalizing local pressure differences.

In the core of the volcanic glass deposits these features are completely masked by homogenization. Their hardly detectable rests are crossed by the younger "onion skin structure" of the perlitic texture.

These "pumice perlites" represent very likely only one possible way of perlite formation, but probably the most common one. The genesis of glasses with a considerably smaller amount of bound water, e.g. obsidian, can be explained by assuming that a considerable part of the dispersed material transported by the glowing clouds was molten - drops in liquid state - as a consequence of the reduced expandability of drier magmas. Moreover, these can be hotter than the "wet" ones.

#### The Place of Perlite in the System of Ignimbrites

According to the above-described processes the perlite - an expandable volcanic glass with an average water content of 2,5 to 3,5 %, and characterized in most cases but not obligatorily by the perlitic, onion-skin structure - can be classified as a hyaloignimbrite. Perlitic textured volcanic glass can be denominated as a vitrophyric-perlitic hyaloignimbrite of rhyolitic composition, while the fluidally laminated and pumiceous glasses are pseudofluidal eutaxitic hyaloignimbrites.

## Local Features

In each perlite area a number of petrological features of local importance exist having their origin in the individual development of separated magma chambers. Characteristic differences can be found in the qualitative composition of the phenocrystalline phase and in the  $K_2O/Na_2O$  ratios. The averages of the latter are significantly lower in the Manisa-Demirci area than in the glasses of the Izmir-Lebedos complex.

The close connexion existing between the amount of water bound in the glassy phase of perlite and the values of the  $K_2O/Na_2O$  ratio is of great importance, the latter being in a certain range inversely proportional with the expansion characteristics of the perlite.

## The Regional Occurrence of Rhyolitic Volcanism in Anatolia and in the Eastern Mediterranean - a Structurally Controlled Phenomenon

To the rhyolitic volcanism of Neogene age developed in the Izmir-Ankara belt corresponds that of Bodrum in Turkey and of Kos, Yiali and Nysiros islands in Greece. The former belt follows the NW and N margin of the Menderes Massif, while the latter one marks out its SW foreland. A considerable number of important perlite deposits occur in these areas.

An analogon of the Izmir-Ankara belt can be traced in Inner Anatolia between the folded structure of the Toros Mountains and the consolidated median mass represented here by the Kirşehir massiv, the eastern prolongation of the Menderes block. This belt is marked by the rhyolitic ignimbrite complexes of Konya and Nevşehir as well as by the immense flood tuff sheets of Ürgüp and Kayseri - an acidic volcanic

complex mostly of Neogene age stretching along more than 150 kms.

Volcanic processes, their development and the complexes resulting from them, similar almost to every detail, even in age, to the above described occur West of Anatolia in the SW foreland of the Cyclades massiv, in form of thick complexes of rhyolite pyroclastica and perlite deposits of the Greek Aegean islands of Milos, Kimolos and Polyaigos, or East of it in the Lesser Caucasus. On the Balkan Peninsula the Rhodope Massif plays a similar role in the formation of the Macedonian and Bulgarian volcanic glass deposits.

In the Carpathian mountain system, deep under the surface of the Great Hungarian Plain, at the NW and N margin of a relatively consolidated structural unit outcropping in Transylvania as the Apușeni Mountains, a mighty acidic ignimbrite complex can be traced in a continuous belt, as revealed by deep drilling. Its structural setting is very similar to that of the above described complexes. The Tokaj Mountains in Northeast Hungary and the rhyolites of the Inner Carpathian volcanic belt are small outcrops of this largely extended volcanism.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express his sincere thanks to the ETIBANK /Ankara/ and especially to the Directorate of its Izmir Branch for the multilateral support provided to his field work in Anatolia. He is personally very much indebted to Mr. Akman CAKIROGLU M.Sc., geologist of the ETIBANK, who contributed essentially by his /earlier plotted/ petrographic maps and by a perfectly performed sampling to the success of the joint exploration work. The present paper is based in great part upon the study of his rock samples and the author has profited very much of the pertinent arguments led with him during the field trips.

Manuscript received: 21<sup>st</sup> June 1978

Address of the author:

Vecsernyés György

Budapest

Mátyás király u 12.

H-1125 /Hungary/

Explanation of Tables

Table I. Chemical composition of samples representing the main perlite horizon of the Izmir-Lebedos complex.

A/ Volcanic glass of perlitic texture. Sample GLY-III-1 represents a volcanic glass horizon overlying the ignimbrite sheet that covers the main perlite horizon. /The basis of the next cooling unit./

Table II. Chemical Composition of Samples Representing the Main Perlite Horizon of the Izmir-Lebedos Complex.

B/ Volcanic glass of pseudofluidal-eutaxitic texture

The amounts of bound water were determined in the Laboratory of the Research and Projecting Institute of the Silicate Industry, Budapest.

+ figure relating to the interval of 32.0-37,2 m

++ figure relating to the interval of 38.1-40,0 m

Table III. Chemical Composition of Samples Representing the Pyroclastica covering the Main Perlite Horizon of the Izmir-Lebedos Complex

C/ Flood tuff-agglomerates - analyses 1 and 2

D/ Stratified ash-fall tuffs - analyses 3,4,5 and 6



Sample N<sup>o</sup>1: borehole Mez-I, S-1, interval 8,2-20,2 m  
Sample N<sup>o</sup>2: borehole Mez-I, S-1, interval 0,0-6,0 m

Table IV. Chemical Composition of Samples Representing the Rocks overlying the Main Perlite Horizon of Mezarkaya-Tepe

Petrographic description of the samples.

- 1-3 Volcanic glasses which developed in course of the "recurrent" glass formation after the main perlite Horizon had been formed.
- 1/ Perlite, grey-green, laminated. A deposit of 0,8-1,5 m thickness interstratified between banks of ash-fall tuffs. The sample has been taken at a distance of 100 m from borehole Mez-I, S-2
- 2/ Perlite, grey. Pseudofluidal, with lithoidic stripes and nodules. The sample represents the basal part of the rhyolite complex of Mezarkaya Tepe.
- 3/ Perlite, grey, Pseudofluidal-laminated and perlitic textured. Taken from the overlayer of Sample N<sup>o</sup>2, it represents the perlite-rhyolite boundary.
- 4/ Perlite horizon of 2,5 m thickness. Situated at 70 m over the main perlite horizon between rhyolitic ignimbrite sheets. Gülyaka Tepe, Sample N<sup>o</sup> GLY III-1
- 4-7/ Samples representing the first /lowermost/ rhyolitic ignimbrite sheet of Mezarkaya Tepe.
- 4/ Rhyolitic ignimbrite, brownish white, fluidal textured

- 5/ Rhyolite, brownish -white, fluidal, of lythophysic texture, often scoriaceous. Sample characteristic of the lowermost rhyolitic ignimbrite sheet.
- 6/ Rhyolite, violet brown, of fluidal texture, scoriaceous. Upper portion of the rhyolite complex that makes up the Deve Düzü heights.
- 7/ Rhyolite, violet brown, of fluidal and lythophysic texture. Margin of the rhyolite complex over the bore-site Mez-I, S-2.

Table V. Chemical Composition of Samples Representing the Perlite Deposits of the Demirci Area

Sampling points - description of rocks

- 1 - Tatlipinar Tepe - grey perlite
- 2 - Tatlipinar Tepe - grey, slightly fluidal banded perlite, desintegrating into perlite beads
- 3 - Karagöl Tepe II deposit sector, borehole No 1, depth interval 0,8-20,6 m: grey perlite
- 4 - Incirlitaş - silvery-grey perlite
- 5 - Incirlitaş - silvery grey perlite
- 6 - Kocaköy - silvery grey, fibrous perlite

Table VI. Chemical Composition of the Main Perlite Facies Characteristic of the Kalabak Perlite Area

Sampling points

- 1 - Kalabak Hisarderesi, characteristic sample of the perlite deposit
- 2 - Kalabak-Arapcafer, fine grained tuff overlying the perlite deposit
- 3 - Kalabak-Arapcafer: characteristic sample of the perlite deposit
- 4 - Kalabak-Mestanpınar: perlite
- 5 - Teşvikiye-Avdan: "pumiceous perlite" - marginal facies of the perlite deposit

Table VII.

Chemical Composition of Samples Representing  
the Main Perlite Facies of the Ücsaray Area

Figures expressing the amount of water bound in the glass given above in the "loss on ignition" values /Data of the Research and Projecting Institute of the Silicate Industry, Budapest/

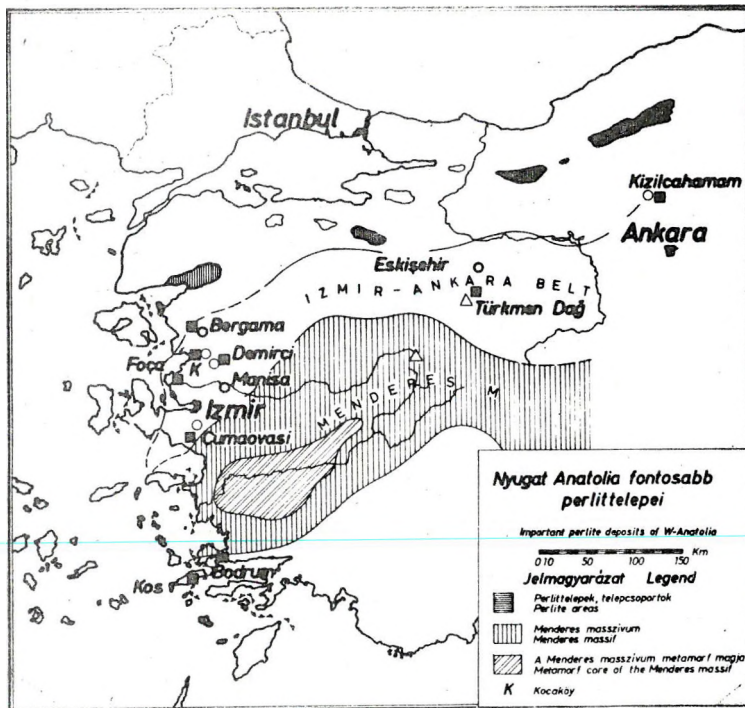


Fig. 1 sz. ábra

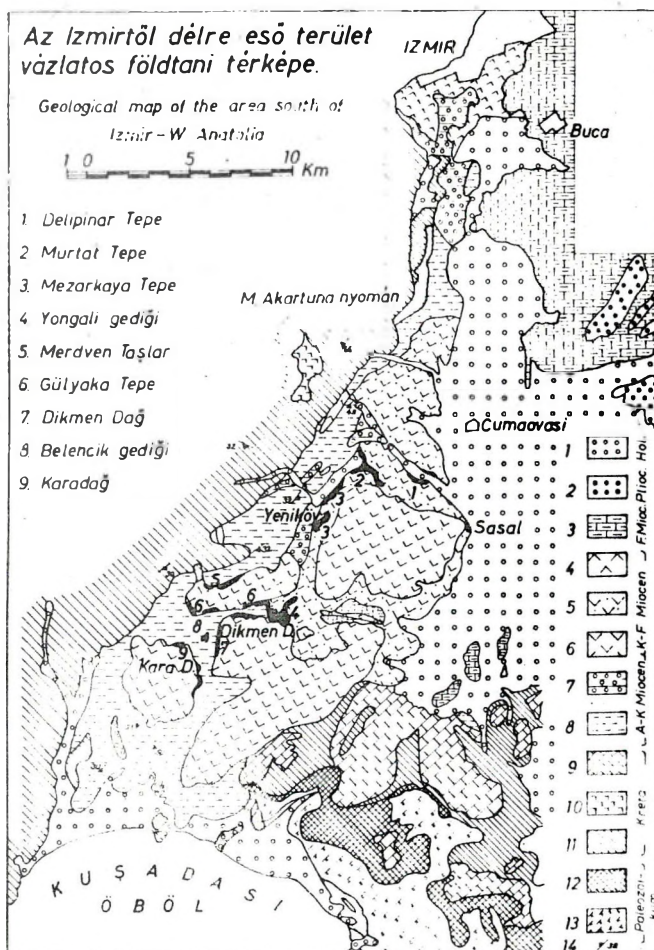


Fig. 2 sz. ábra



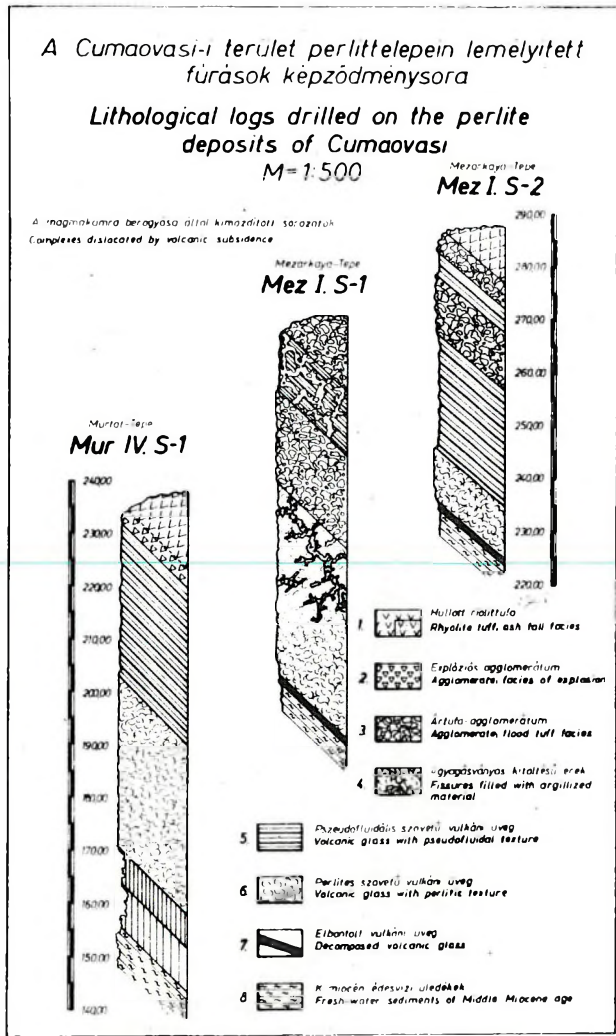


Fig. 3 sz. ábra

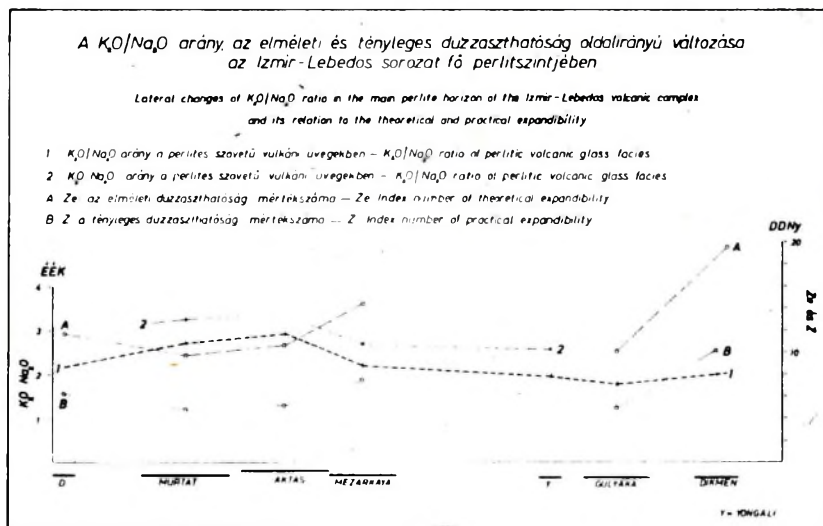


Fig. 4 sz. ábra

# DEMIRCI KÖRNYÉKÉNEK FÖLDTANI TÉRKÉPE

Geological map of the Demirci area

0 1 2 3 Km

A. Cakiroğlu nyomán

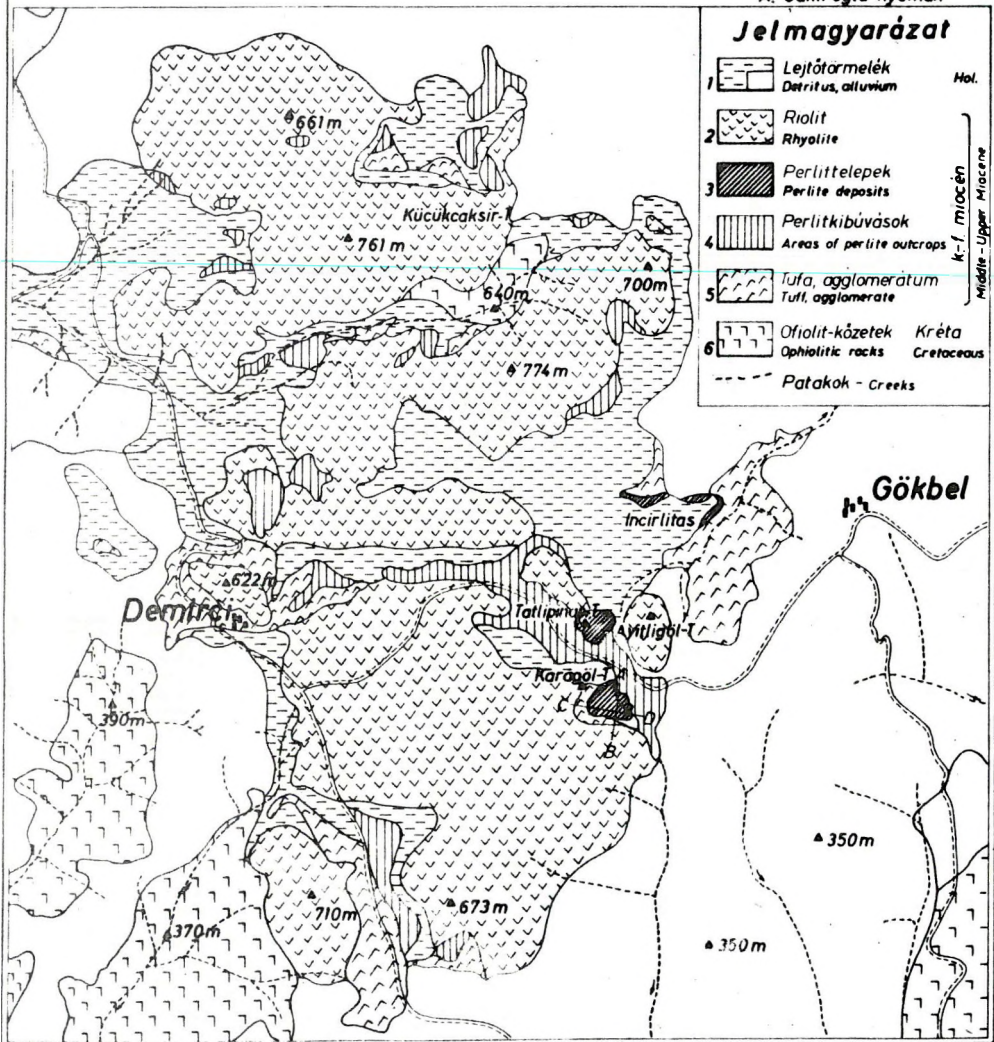


Fig. 5 sz. ábra

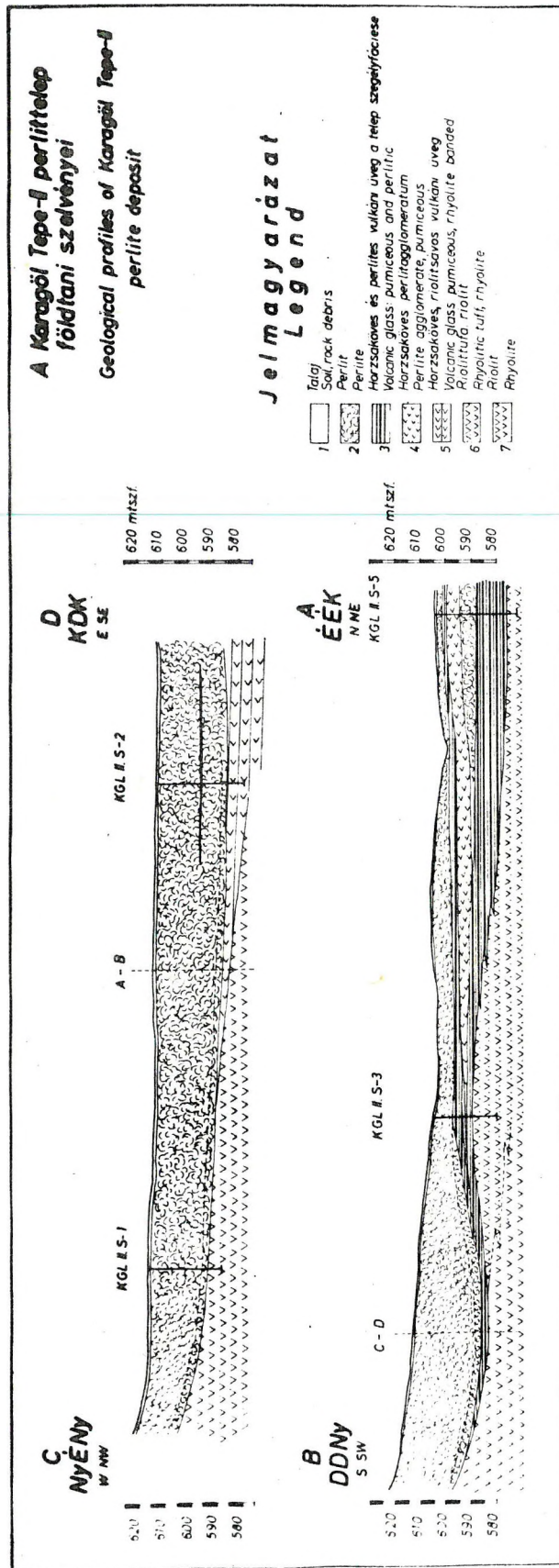


Fig. 6 sz. ábra

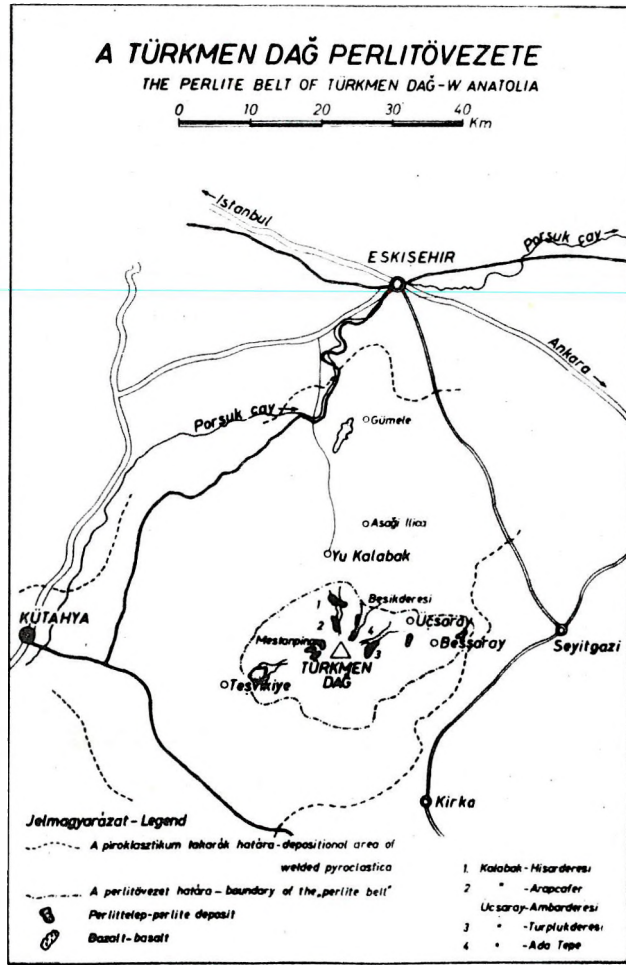
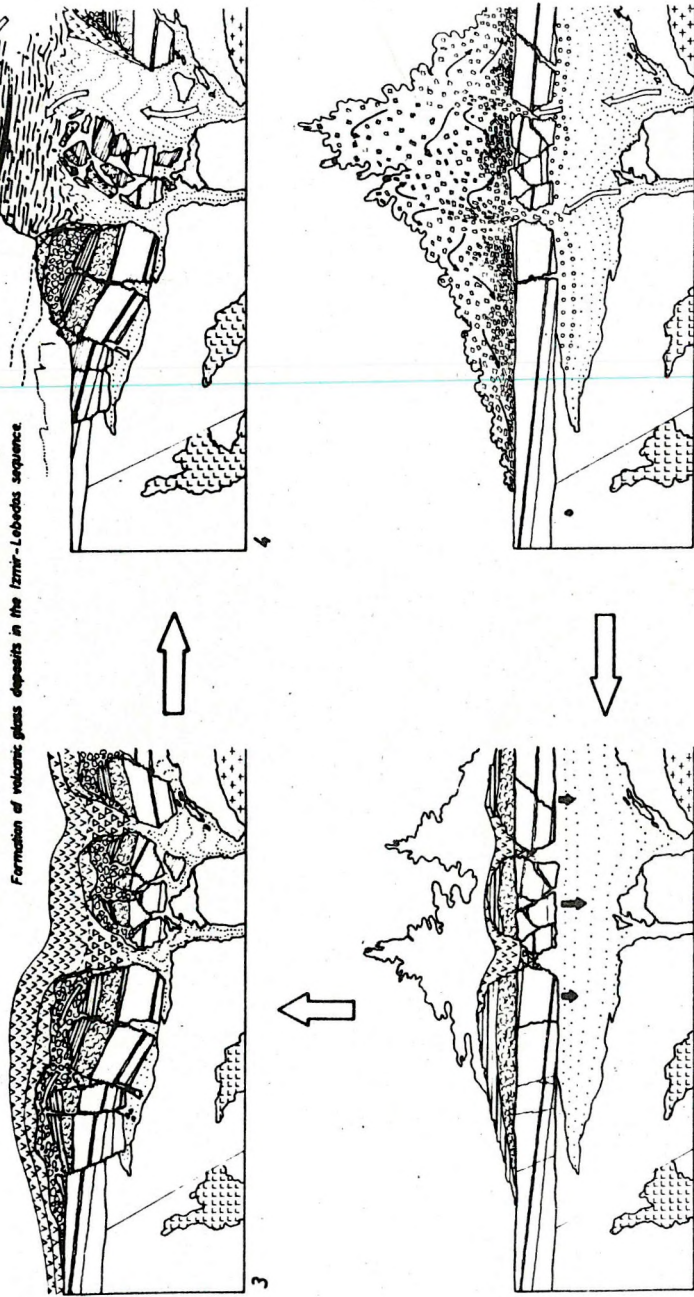


Fig. 7 sz. ábra



**A Cumaovası-i terület miocén rhyolitvulkanizmusának fejlődése**  
*At Izmir-Labadaş sorozat vulkáni öng völgységi kialakulásán*  
**Evolution of the Miocene rhyolitic volcanism**  
*in the area of Cumaovası-W Turkey*  
 Formation of volcanic glass deposits in the Izmir-Labadaş sequence



VECSERNYÉS, GÖRÖG, 1976

- Jelmagyarázat - Legend**
- 1 Jura - Precambrian - paleozoic
  - 2 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 3 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 4 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 5 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 6 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 7 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 8 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 9 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 10 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 11 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 12 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 13 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 14 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 15 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 16 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
  - 17 Eocén - Paleozoikum - Paleozoic
1. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 2. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 3. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 4. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 5. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 6. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 7. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 8. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 9. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 10. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 11. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 12. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 13. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 14. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 15. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 16. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic  
 17. Eocén - Paleozoikum - Paleozoic

Fig. 8 sz. ábra

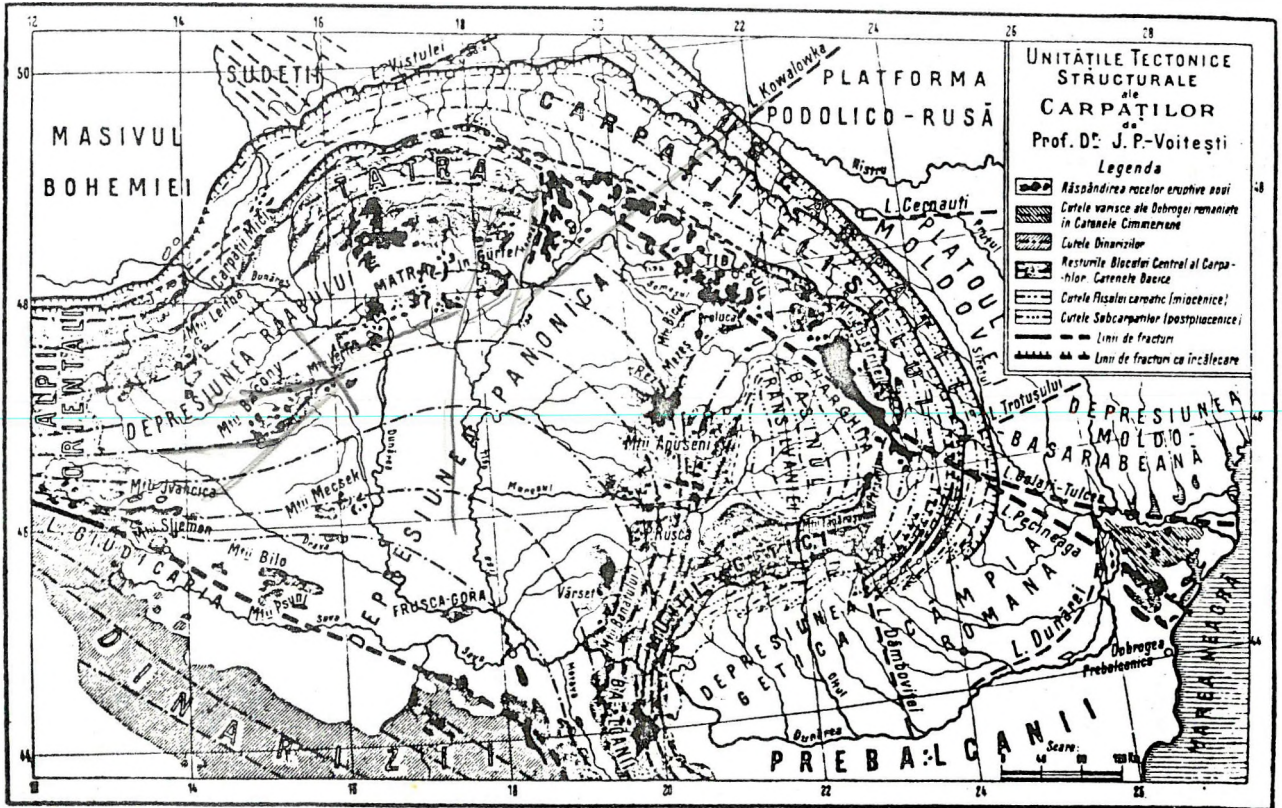


Fig. 5 - Les unités tectoniques structurales des Carpates, par le Prof. Dr. J. P. Voitești

1. Extension des roches éruptives nouvelles (tertiaires); 2. Les plus varisques de la Dobrouja du Nord, remaniés dans la Chaîne Cimézienne; 3. Les Dinarides-Alpes dinariques (crétacées-tertiaires); 4. Les restes de Bloc central des Carpates. Les Chaînes Dacliques (crétacées-tertiaires); 5. Les pils de Flysch carpathiques (miocènes); 6. Les pils de Subcarpathes (tertiaires); 7. Lignes de fractures; 8. Lignes de fractures avec chevauchement.

5. ábra. A Kárpátok szerkezeti egységei  
Prof. Dr. VOITESTI, I.P. szerint

- 1 fiatal kitörési kőzetek elterjedése /harmadidőszak/
- 2 varisztikus redők északi Dobrudzsában, újjáéledés a Kimmériai-láncokban
- 3 Dinaridák / kréta-harmadidőszak/
- 4 a Kárpátok központi tömegének maradványai, Erdélyi-láncok / kréta-harmadidőszak/
- 5 kárpáti flis redők /miocén/
- 6 a Szubkarpátok redői /posztpliocén/
- 7 szerkezeti vonalak
- 8 szerkezeti vonalak áttolódásokkal