

# Uludağ Masifinin Tektoniği Hakkında<sup>1</sup>

İhsan Ketin<sup>2</sup>

## I. GİRİŞ

### 1— Coğrafi Durum:

Eski coğrafyacıların <<Misia Olimpi>> dedikleri ve eski Türkçemizde <<Keşiş dağı>> olarak anılan bugünkü Uludağ, 2600 metreye yakın irtifai ile kuzeybatı Anadolunun en yüksek zirvelerinden birisini teşkil eder.

İstanbul'dan 100 km. uzakta bulunan Uludağ, şimalde Bursa ve İnegöl ovaları, batı ve cenupta Nilüfer ırmağı ile tabii olarak sınırlanan ve doğuda İnegöl - Bağazova - Baraklık çizgisi ile Domaniç dağlarından sunî olarak ayrılabilen ve WNW-ESE istikametinde uzanan büyük bir masif halindedir. Dağın şimalbatıda, Nilüferin Bursa ovasına girdiği mahaldeki Misköy'den, doğuda Bataklı köyüne kadar olan uzunluğu 40 km., Nilüfer ile Bursa-İnegöl şosası arasındaki genişliği ortalama 20 km. ve takribî yüzölçümü 800 km<sup>2</sup>. dir. Dağın şimal versanındaki yaylalardan çıkan kısa ve dik şevli dereler Deliçay vasıtasıyla Bursa ovasına, cenup versanındakiler ise doğruca Nilüfere dökülürler, Uludağda, muhtelif seviyelerde, aralarında bariz topografik farklar bulunan başlıca üç muhtelif bölge mevcuttur. Bunlardan birincisi ve en yüksekte olanı zirveler bölgesidir. 2200 m. den yukarıda bulunan bu mıntaka, 2500 rakımlı Batı zirve ile 2600 metreye yakın Doğu zirvenin veya Karatepenin bulunduğu yüksek kısımdır. Her iki zirvenin şimal yamaçlarında tipik sirkler teşekkül etmiştir. İkinci kısım 2200 metre ile 1750 m. arasında yayılmış bulunan Yaylalar bölgesidir. Bu yüksek yüzeyler sahası, batıda Karabelenden başlar doğuda Aksu vadisine kadar devam eder ve batıdan doğuya doğru: Kirazlı yayla, Kırkpınar yayla, Koğukdere, Kapıdere ve Büyükdere yaylalarını ihtiva eder. Üçüncü ve aşağı kısım kenar bölgesidir. Burası 1750 metreden 150 metreye kadar inen dik yamaçlı ve

---

(1) Bu travay, 1946 yılı yaz ayları zarfında M. T. A. Enstitüsü namına Uludağ bölgesinde 1/100,000 lik paftalar üzerine yapmış olduğumuz jeolojik levelerin ilmi neticelerinin bir kısmıdır. Travayın hazırlanmasında büyük yardımları bulunan mezkür Enstitüye burada teşekkür etmeyi bir borç biliriz.

(2) İstanbul Üniversitesi Jeoloji Doçenti.

sarp vadilerle kesilmiş etek mıntakasıdır.

Dağın morfolojik inkişafı eski kâşifler ve bilhassa A. PHILIPPSON, W. PENCK, E. CHAPUT ve A. ARDEL tarafından detay olarak incelenmiştir (Bibliografya'ya bakınız). Dağın morfolojisinin jeolojik yapı ile sıkı bir münasebeti vardır. Şöyleki muhtelif topografya şekillerinin, meselâ zirveler bölgesinin karstik topografyası, yaylalar bölgesinin granit topografyası gibi, basamaklı sıralanışları başlıca kayaç veya formasyon tiplerine tekabül etmektedir.

## 2 — Tabaka Serileri:

Uludağın jeolojik yapısı esas itibariyle basit ve sarihtir; şöyleki:

İçerisi granit plutonları ve serpantin intrusionları ile beslenmiş kristalin şistlerden müteşekkil merkezî bir kısım ile metamorfik olmayan, fliş karakterinde ve üst kısımlarında permien kalkerlerini havi bir kenar formasyonu, dağın asıl çatısını teşkil ederler. Talî olarak doğu ve cenuptaki depresyonları doldurmuş olan genç neojen teşekkülatı ile aynı yaştaki riolitik lâv ve tüfler ve üzerinde bizzat Bursa şehrinin kurulmuş olduğu Kuaterner'e ait eski alüviyonlarla travertenler de masifin jeolojik sınırları dahiline girerler.

Kistalin şistler: Dağın asıl kütesini teşkil eden kristalin şistleri A- ve B- Serisi olmak üzere iki gruba tefrik edebiliriz, A- Serisi çeşitli gnays ve amfibolitlerle şistî mermerlerden, B- Serisi ise muhtelif mikaşist ve fillitlerle açık mavi renkli mermer ve yarimermerlerden müteşekkildir.

A- Serisine ait gnays çeşitleri arasında biotitli, muskovitli, hornblendli granatlı gnaysler, iki mikalı gnays, hornblendli epidot gnays, biotitli almandin gnays ve aplitik gnaysler tefrik edilmiş, amfibolitler den de granatlı, biotitli ve epidotlu neveleri tesbit olunmuştur. Bu gnays ve amfibolitler münavebeli olarak birbirlerini takip ederler ve aralarında muhtelif kalınlıklarda mermer yatakları bulunur. Ayrıca kuars, aplit ve pegmatik terkinde sayısız magmatik injeksionlar bu serinin tabaka ve şistlik düzlemleri arasına nüfuz etmişlerdir. Bu noktaya W. PENCK'de işaret etmekte ve injekte olan mağmanın bu arada gnaysleştiğini söylemektedir (8). A- Serisine dahil olan şistî mermerler bu serinin üst kısmında bulunurlar ve Bursa gerisinde dağın bütün şimal eteğindeki dik yamaçlar zirveler mıntakasının geniş sahalar kaplayan mermerlerini teşkil ederler. Kalınlığı

350-400 m. olan bu mermerlerin, dağın tektonik bünyesinde mühim rolleri vardır.

B- Serisi, çeşitli mikaşist ve fillitlerle az metamorfize olmuş mermer ve yarimermerlerden müteşekkildir. Dağın şimal ve batı kısımlarında geniş sahalar kaplayan bu seri içerisinde hornblendli ve granatlı şistler, epidotşist, aktinolitli mikaşist, kalkklorit şist, yeşil şist ve muhtelif fillitler bulunurlar. E. CHAPUT'nün nümunelerini determine eden MICHEL-LEVY bu seriye ait şistler içerisinde kordierit ve silimanit minerallerini tesbit etmiştir (3). Bu gruba dahil mermer ve yan mermerler kısmen şistler arasında konkordan olarak, kısmen de şistler üzerinde diskordan vaziyette bulunurlar. Bu gayrimuntazam münasebeti disharmonik iltivalanma ile izah edebiliriz.

*Detritik Seri:* Metamorfik olmayan örtü teşekkülü, ufak taneli konglomera, arkoz, kalker breşi, alacalı gre, gravak, kırmızı ve yeşil renkli şist ve marnlardan müteşekkil detritik bir seri halindedir. Bunlar, Bursa-İnegöl şosası üzerinde, 20 km. lik bir mesafe dahilinde aflöre ederler ve hafif meyille şimale dalarlar. Kristalin şistlerle detritik seri arasında bir diskordansın mevcudiyeti çok muhtemeldir. Her ne kadar kendimiz böyle bir diskordansı bariz şekilde müşahade edememiş isekte, E. CHAPUT biraz şimalde, Boşnakköy ile Gölbaşı arasında diskordansın mevcudiyetine ısrarla işaret etmektedir (3). Detritik serinin yaşını, şimalde, Dışkaya dağlarındaki benzerleri ile mukayese ederek altperm veya üstkarbonifer (permokarbonifer) olarak kabul edebiliriz.

*Permien Kalkerleri:* Detritik serinin üzerine gelen permien kalkerleri Bursa-İnegöl şosası üzerinde müteaddit yerlerde satıhta görülürler ve çok miktarda Fusulinidae leri ihtiva ederler. Dışkaya dağları cenup eteklerindeki permien kalkerlerinin bir devamı olan bu kayaçlar S. ERK'e göre üstperm yaşındadırlar (5).

*Neojen:* Doğu ve cenuptaki depresyonları doldurmuş olan kara fasiesindeki neojen, konglomera, gre, kum, marn ve killi şistlerle az miktarda Planorbis'li göl kalkerlerinden müteşekkildir. Oldukça iri elamanları ihtiva eden konglomeralar bilhassa Uludağın çeşitli malzemesinden tereküp etmiştir. Doğuda, İnegöl Havzasında neojen çok ince taneli, tabakalı, kil ve marnlar halinde inkişaf etmiştir. Burada 30-40° meyilli olan neojen 650-700 m. rakımına kadar yükselir. Cenupta, Nilüfer Havzasında, daha çok iri taneli konglomera ve greler teressüp etmiştir; ancak daha cenupta, Baraklı

yakınında yer yer kalkerlere tesadüf edilir. Çekirge sırtlarındaki Neojen ise bir kaide konglomerası ile başlar, üzerine renkli greler ve marnlar gelir ve en üstte Planorbis'li kalkerler bulunur. Konglomera ve greler, riolitik lâva ve tüflere interstratiflidir. Bursa-Uludağ yolu üzerinde ve Çongara (Yiğitali) köyü yakınında neojenin bu muhtelif tabakaları bariz olarak görülmektedir. Daha küçük aflörmanlar halinde Bursa şehri eteğinde, Yıldırım caminin bulunduğu tepede, Çekirge yakınında ve Bursa-Orhaneli şosası üzerinde tezahür eder.

Kuaterner: Bursa şehrinin bulunduğu platformu teşkil eden eski alüviyonlarla travertenler bölgenin en genç rüsüplarıdır.

### 3 — İntusif Kütleler:

Granit Plutonları: Kristalin şistler içerisinde bulunan granit plutonları muhtelif şekillerde ve muhtelif büyüklüklerde tezahür ederler. Bunların en mühimleri: Karabelen ile Koğukdere ve Bakacık ile Batı zirve arasında bulunan Büyük Granit Plutonu ve Kapıdere yaylası civarında daire şeklindeki küçük plutondur.

Uzun eksenini 12 ve kısa eksenini 7 km. olan ve takriben elips şeklinde bulunan Büyük Granit Plutonu cenupta, zirveler bölgesinin şistî mermerleri ile ve diğer yönlerde ise gnays ve amfibolitlerle temas halindedir. Kristalin şistlerle olan kontakt yüzleri ekseriya dik ve yüksek duvarlar şeklinde görülür. Uludağ şosası üzerinde, Karabelen mevkiinde ve Bursa'dan Kirazlı yaylaya çıkan patika üzerindeki Tekir mahallinde gnayslerden granite geçiş, bu dik temas satırları vasıtasıyla kolaylıkla farkedilir. Plutonun cenup kontaktı ise mermerlerle konform vaziyetindedir. Granit, Karabelenden otele kadar yol kenarında ve otel ile Batı zirve arasında, tipik aşınma şekilleri ve çeşitli damarları ile bariz olarak göze çarpar. Granit kontakt mıntakalarında yassılaştırmış gnaysî bir yapı almıştır; zirveler bölgesinin cenubunda ise tabaka serileri arasına nüfuz ederek tamamiyle gnaysleşmiştir. Kayaç (sahre) itibariyle birbirinden farklı iki nevi granit mevcuttur. Birisi orta ve iri taneli (tane büyüklüğü 3-4 mm.), Kuvars ve ortoklası çok, biotiti nisbeten az, damar ve çatlaklı fazla Kenar Graniti; diğeri ufak taneli (tane büyüklüğü 0,8-1 mm.), plagioklası fazla, kuarsı 1:3 nisbetinde, biotit ve muskovitli, damar ve çatlakları oldukça az, granodiorit terkiibinde Çekirdek granitidir. Kenar graniti, içerisinde %40 ortoklas, aynı miktar da kuvars, daha az ol-

igoklas, biotit ve muskovit ihtiva eden bir Lökogranittir. Çekirdek Graniti ise içerisinde %60 hacim nisbetinde plagioklas (Oligoklas), %30 kuvars, az miktarda, ortoklas, biotit ve muskovit bulunan bir Granodiorittir<sup>1</sup>. Otel civarında ve Kayakevinde batı zirveye giden yol kenarında bu iki cins graniti yan yana görmek mümkündür. Her ne kadar aralarında bariz şekilde bir iç kontakt görülemiyorsa da, bunlar birbirinden ayrı, zaman bakımından farklı intrusion mahsulleridir. Her halde çekirdek graniti kenar granitini kesmiştir, daha yenidir, zira komşu kayalar içerisinde ve bizzat kenar granit kütlelerindeki mikrogranitik dayklar terkip itibariyle çekirdek granitinin aynıdır, yani granodiorittir<sup>1</sup>.

Granit plutonları kristalin şistler içerisinde nüfuz etmişler, onları delmişlerdir; fakat bu giriş kristalin şistlerin iltivalanmaları esnasında ve bu iltivalanmanın bilhassa son safhalarında vukua gelmiştir. Biraz ileride tekrar bu mevzua temas edeceğiz.

Serpantin Kütleleri: Kristalin şistleri kateden magmatik intrusionlar meyanında Nilüfer kenarındaki büyük serpantin kompleksi ile Soğukpınar doğusunda ve Karatepe şimal eteğindeki küçük serpantin mostralarını zikredebiliriz. İçlerinde yer yer kromit ve magnetit segregasyonları ihtiva eden bu kütlelerin intrusionları ihtimalki granitten daha eveldir, fakat bu hususta kat'î delillere malik değiliz.

## II. TEKTONİK

### 1 - Tabakaların Doğrultu ve Eğimi:

Kristalin şistlerin ve şist mermerlerin genel doğrultuları, dağın umumî istikametine paralel olarak, WNW-ESE'dir. Mahallî olarak W-E ve WSW-ENE istikametleri de oldukça inkişaf etmiştir. Bu tabakaların eğimleri 30 ile 70° arasında değişerek ekseriyetle şimale, daha doğrusu NNE'e ve daha az olarak cenuba, yani SSW'e doğrudur. B- Serisine ait mermer ve yan mermerlerin umumî bir doğrultuları yoktur, bunlar aralarında ve bazan üstlerinde buldukları mikaşist ve fillitlerle diskonform vaziyette bulunurlar, keza eğimleri de muhtelif yönlere müteveccihdir. Permo-karbonifere ait detritik

---

(1) Kayaç nümunelerinin mikroskopik etüdü Dr. O. Bayramgil tarafından yapılmıştır. Bu dostca yardımlarından dolayı kendilerine burada teşekkür ederiz.

tabakaların istikamet ve meyilleri de oldukça gayri muntazamdır. Umumiyetle dağın genel doğrultusuna paralel iselerde bu istikamete çok aykırı olanlarda mevcuttur. Permien kalkerlerinde tabaka doğrultu ve eğimleri bariz olarak görülememektedir. Ölçülebilen bazı mostralarda WNW-ESE ve SW-NE istikametleri ve 20-25° lik NW, veya NE'e doğru meyiller tesbit edilmiştir. İnegöl Havzasında ve Nilüfer kenarındaki neojen tabakalarının umumî istikametleri NW-SE ve meyilleri 20-35° ile ekseriya cenupbatıya ve daha az şimaldoğuyadır. Çekirge sırtlarında ve Bursa eteklerindeki neojen ise pek az meyilli olup 15-20° ile NE'e veya NW'e dir. Doğrultu ve eğimin diğer mahallerdeki özel kıymetleri harta üzerinde (Levha 1.) hususî işaretler ile gösterilmiştir.

## 2 — İltivalanma:

Uludağ masifinin tektonik yapısı, heyeti umumiyesiyle hafifçe cenuba yatık bir antiklinaldir. Zirveler mıntakasını teşkil eden şistî mermerler bu antiklinal içerisinde talî bir senklinal meydana getirirler. Antiklinalin inkişafı şimal-cenup istikametinde alınmış bir sıra arzanî profillerde (Levha 1) takibedilecek olursa:

Dağın doğu kısmından geçen I. Profilde en şimalde üzeri alüvionlarla örtülü ve 40-45° ile şimalde meyilli permokarbonifere ait detritik seri, bunların altında B- Serisinin mikaşist ve yarımmermerleri, daha altta A- Serisinin şistî mermer, gnays ve amfibolitleri, zirve mıntakasında şistî mermer ve granitik gnays, dağın cenup versanında küçük sementin kütlesi ve B- Serisinin mikaşist ve mermerleri, en cenupta, Nilüfer kenarında ise neojen tabakaları görülür. Zirvedeki mermerler granitik gnays vasıtasıyla ikiye bölünmüş, şimalde dar bir senklinal ile cenupta daha kalın bir antkilinal kolu meydana getirmişlerdir. Daha cenupta açık renkli yarı mermerler, mikaşistler arasında ayrı bir senklinal teşkil ederler. İkinci profilin şimal başlangıcında detritik seri ve bu seri içerisinde 25-30° ile şimalde eğik permien kalkerleri, kristalin şistlerin B- Serisi üzerinde dururlar. Zirveler mıntakasının şistî mermerleri cenuba yatık bir senklinal husule getirirler ve asıl antiklinali bu suretle ikiye bölerler. En cenupta, Nilüfer (Nf) kenarında yeni bir granit plutonunun bir parçası tezahür eder. Karatepeden geçen III. Profilde tabaka serilerinin sıralanışları I. ve II. Profillerde olduğu gibidir.

Yalnız Karatepeyi husule getiren mermer senklinal ufak taneli bir granit (granodiorit) dayk ile katedilmiştir, keza şimal versandaki gnays ve amfibolitler arasına granit injeksionları girmiştir. Cenupta Nilüfer yakınında büyük serpantin kompleksinin bir parçası tezahür eder. 2500 rakımlı Batı Zirveden geçen IV. Profilde zirvedeki mermerler normal bir senklinal teşkil ederler ve yine bir granodiorit daykı tarafından katedilmişlerdir. Bu mermer senklinal şimale doğru Büyük Granit Plutonu ve cenuba doğru granitik gnayslerle konform bir kontakt husule getirmiştir. Bursa doğusundan ve Otel yakınından geçen V. Profilde en şimalde yeni ve eski alüvionlarla üzeri örtülmüş B- Serisinin mikaşistleri, altında dağın şimal eteği boyunca uzanan şist mermerler bulunur. 40-50° ile şimale meyilli olan bu mermerlerin altına gnays ve amfibolitler gelir. Bunlarla zirve mıntakasındaki mermerler arasında Büyük Granit Plutonu, iri ve ufak taneli kayaç neveleri ile, geniş bir saha kaplar. Zirvedeki mermerler, cenup kanadı granitik gnays tarafından hazmolunmuş bir senklinalin şimal kanadını teşkil ederler ve ufak taneli granodiorit daykı tarafından kesilmişlerdir. Cenupta büyük serpantin kütleleri ve Nilüfer altında tekrar mikaşistler tezahür ederler.

Antiklinalin asimetric bir şekli vardır. Bilhassa cenup kanadında büyük bir nizamsızlık göze çarpar. Bu vaziyet, tabakaların iltivalanmaları esnasında veya iltivalanmayı hemen takiben vukua gelmiş olan intrusionlardan ve bu intrusionların bilhassa başlangıç zamanlarındaki assimilasyon faaliyetinden ileri gelmektedir. Bu itibarla Uludağ masifinin yapısı, tektonik ve magmatik olayların müşterek tesirlerinin bir neticesidir.

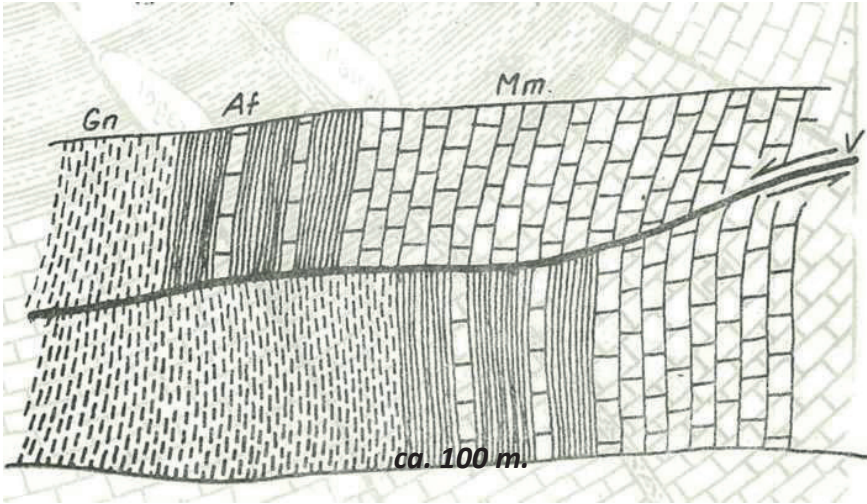
Antiklinal yapının istikameti, dağın umumî doğrultusunun aynı olup WNW'den ESE'e doğrudur. Antiklinali husule getiren orojenik kuvvetlerin tesir istikameti ise NNE-SSW ve ciheti şimalden cenuba doğrudur.

### 3 — Faylar:

Ufkî dekröşmanlar: Uludağ masifi doğu, batı ve merkezî kısımlarında bir sıra transversal ufkî dekröşmanlarla katlolunmuştur. Batıda, Çekirge gerisinde bir birine paralel ve hemen hemen şimal-cenup istikametinde iki dekröşman tesbit edilmiş olup bunlardan birincisi Çongara vadisi boyunca seyretmekte ve ikincisi ise Kükürtlü Kaplıcası ile Karabelen arasında bulunmaktadır. Çekirge ve cenubundaki sırtlar bu faylar vasıtasıyla izafi olarak şimale doğru ilerlemiştir. Fayların tesbiti, mikaşist ve fillitler arasındaki

yanmermer bankların yardımıyla mümkün olmuştur. Kükürtlü-Karabelen de kroşmanı, Bursa-Uludağ şosası üzerinde, Çekirge sırtlarına varmadan, yol kenarında görülmektedir. Aslında üst üste bulunan şistî mermerlerle gnaysler burada yanyana gelmişlerdir. Doğuda da vadileri takibeden aynı evsafta faylar, üstüste duran formasyonları yanyana getirmişlerdir.

Bu ufki de kroşmanların ufak mikyasta fakat daha çok enteresan olanlarını Uludağın merkezî kısımlarında, mermerlerle gnays ve amfibolitler hududunda görmekteyiz. Bunlardan birisi 2500 rakımlı batı zirvenin cenubunda (Şekil 1), diğeri ikisi de Karatepenin şimal eteğindedir (Şekil 2). Burada kayde değeri bir nokta Doğu zirvenin (Karatepenin) şimal cephesindeki derin sirklerin bu iki ufki de kroşman arasında bulunması ve binaenaleyh sirklerin teşekkülünün ilk sebebi bu faylar arasında kalan kompartmanın dağ içerisine doğru girmiş olmasıdır (Şekil 2).



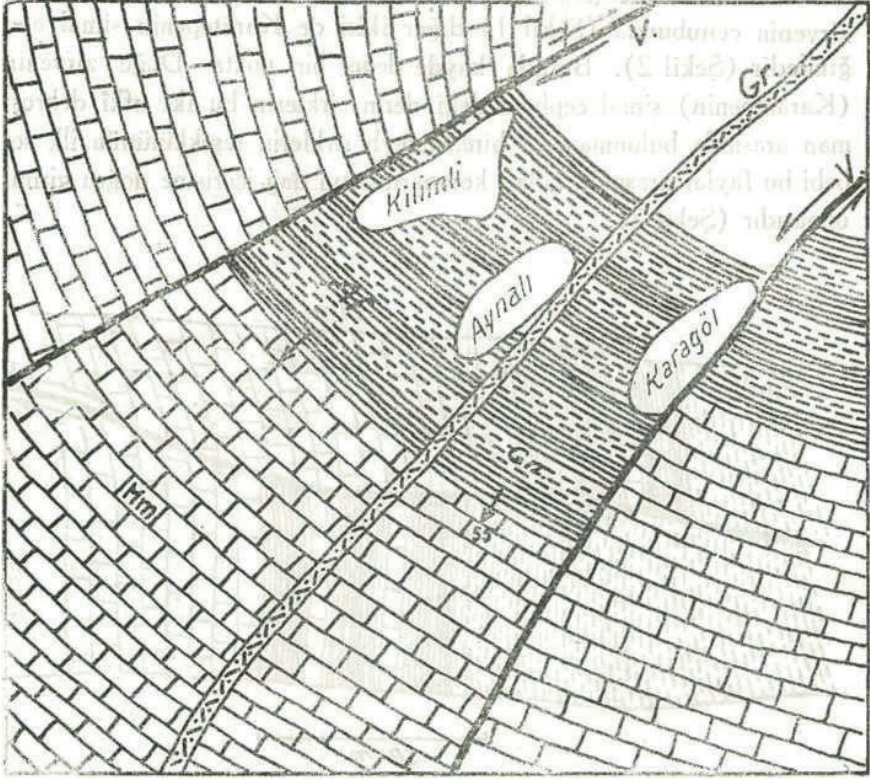
Şekil 1. Küçük mikyasta ufki de kroşman. 2500 rakımlı Batı zirvenin güney yamacı, Araz deresi başlangıcı (Gn= Gneis, Af = Amfibolit, Mm = Mermer, V= de kroşman düzlemi).

Abb. 1. Querverschiebung in kleinem Ausmasse, Auf dem Südabhang des 2500 m hohen Westgipfelsim Quellgebiet des Araz-Bachs. (Gn: Gneis, Af: Amphibolit, Mm: Marmor, V: Verschiebungsf.)

Bu transversal faylar, henüz yan tazyiklerin şiddetli buldukları ilti-



valanma hareketlerinin son safhalarında teşekkül etmişler ve oldukça rijit hale gelmiş, artık kolaylıkla kıvrılıp bükülemeyen masifin yanlara doğru genişlemesini mümkün kılmışlardır. Bunlar Granit intrusionlarından sonra ve neojenden çok evvel meydana gelmişlerdir.



Şekil 2. Karatepe kuzey eteğindeki iki küçük dekröşman. (Mm: Mermer, Af: Amfibolit, Gn: Gnays, Gr: Granodiorit daykı, V: dekröşman düzlemi):

Abb. 2. Zwei kleine Querverschiebungen am Nordrande des Ostgipfels "Karatepe". (Mm: Marmore, Af: Amphibolite, Gn: Gneise, Gr: Granodioritgang, V: Verschiebungs- flache.)

*Adi faylar:* İnegöl havzası neojenin kristalin şist ve şistî mermerlerle

olan teması anormal bir kontakt teşkil etmektedir. Burada neojen tabakaları yer yer 40-45° ile batıya ve cenup-batıya, yani asıl dağ kütlesinin altına dalarlar. Bu vaziyet Kıran ve Karakiraz köyleri yakınında bariz olarak görülmektedir (Levha 1). Keza E. CHAPUT Bursa yakınında ve Çekirge civarında neojeni kateden aynı karakterde mahallî küçük faylar tesbit etmiş ve Çekirge kaplıcalarını bu faylarla ilgili farzetmiştir (3). Dağın diğer kısımlarında da aynı çeşit faylar ufak mikyasta ve çok sayıda teşekkül etmişlerdir.

#### 4 — Büyük Granit Plutonunun İç Tektoniği:

Büyük Granit Plutonu kontakt bölgelerinde yassılaştırmış, gnaysî bir yapı iktisap etmiştir. 200-250 metre kalınlığında bulunan bu gnaysler, plutonu bütün kontakt boyunca çevrelerler (Şekil 3). Plutonun iç kısımlarında akıntı safhasına ait strüktür unsurları nadir olarak görülür. Plutonda daha ziyade rijit safhaya ait kırık sistemleri, yarık ve çatlaklarla çeşitli ve çok sayıda damarlar inkişaf etmiştir. Longitudinal (S) yüzeyler ve çatlaklar hemen hemen dış kontakt sathına paralel olarak iç içe konsantrik eğriler halinde seyredeler. Bu istikametlerde granit kolaylıkla ayrılır ve oldukça düz, pürüzsüz yüzeyler meydana getirir.

Transversal (Q) yüzeyler ve çatlaklar ise daha bariz olarak inkişaf etmişlerdir. Bunlar umumiyetle dış kontakt yüzeyine dik veya mail vaziyette bulunurlar ve bu itibarla istikametleri pluton dahilinde yer yer değişir. Meselâ merkezî kısımda, Otel ile Bakacık arasında hemen hemen şimal-cenup istikametinde oldukları halde batıda, Kirazlı yayla ile Karabelen arasında doğu-batı istikametlidirler. Bu iki azamî had arasında ortalama kıymetler bulunur. Granit bu istikametlerde güçlkle ayrılır ve pürüzlü yüzeyler husule getirir. İkinci derecedeki diagonal (D) çatlaklar bilhassa ufak taneli çekirdek granitinde müşahade olunur. Bunlar masifin takriben doğu-batı istikametli uzun eksenine nazaran iki diagonal istikamette teşekkül etmişlerdir. Keza kenar granit kütlesinin kontaka yakın bölgelerinde, transversallerle birlikte ve bazan onlara hâkim vaziyette inkişaf etmişlerdir (Şekil 3).

Yatık yüzeyler (L) veya soyulma düzlemleri, plutonun dış şekline uygun olarak iç içe soğan zarları şeklinde inkişaf etmişlerdir, Bunlar atmosfer tesiriyle bariz olarak görülmektedirler. Bu yüzeyler hafif meyillerle pluton dışına doğru dalarlar ve ekseriyetle daha dik meyilli olan topoğrafya sathını

muhtelif açılarla katederler (Şekil 4).

Plutonun batı kısmında müteaddit kayma yüzeyleri teşekkül etmiştir. NW - SE istikametli olan bu yüzeyler ufkî ve şakulî rojesi bulunan genişleme satırlarıdır. Bu satırlar boyunca batı kompartmanlar doğudakilere nisbetle izafi olarak aşağı ve ileri doğru kaymışlardır.

Kırık sistemlerine ait damarlar, pluton dahilinde daha çok göze çarparlar. Pegmatit, apolit ve kuars terkindeki bu çeşitli damarlar transversal çatlaklar istikametinde yani kontakt yüzeylerine ve longitüdünel (S) satırlara dik veya mail olarak bilhassa kenar granit mıntakasında inkişaf etmişlerdir. Çekirdek graniti dahilinde diagonal çatlaklardan SW-NE istikametli olanları daha çok damarların teşekkülü için müsait olmuşlardır (Şekil 3). Damarların teşekkülü, birbirini takip eden muhtelif safhalarda vukua gelmiştir. Otel ile Bakacak arasındaki sırtta birbirini kesen üç damar safhası - generasyonu - müşahede edilmiştir (Şekil 5).

Tektonik elemanların bu tarzdaki teşekkül ve dizilişleri, granit plutonunun her tarafı fakat bilhassa SSW - NNE istikamette hâkim basınçların tesiriyle yükselmiş olduğuna işaret etmektedirler. Bu yükseliş yavaş yavaş, muhtelif safhalarda ve muhitindeki tabakaların iltivalanmaları ile hema-henk olarak vukua gelmiştir. Buna göre granit masifi Sintektonik bir plutondur. Bu neticeyi şu vakıalar da teyit etmektedirler:

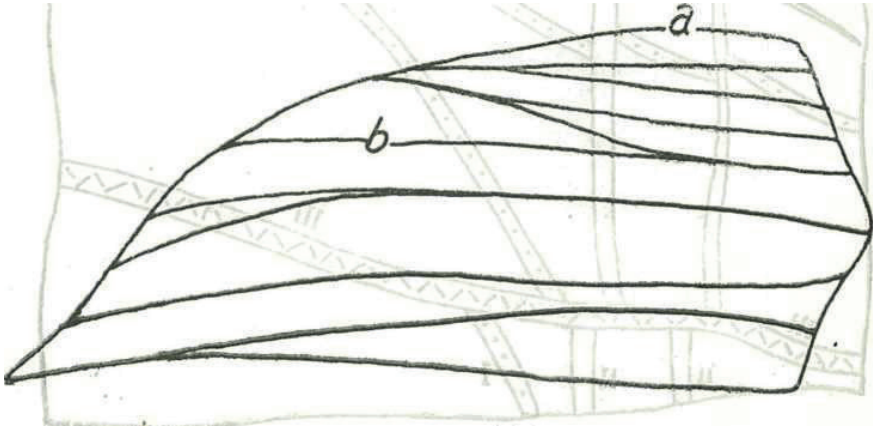
Evvelâ granit temas ettiği kayaçları delmiştir. Zira kontakt mıntakalarında epidot, granat volastonit gibi tipik mineraller teşekkül etmiştir. Otelden batı zirveye çıkan yol üzerinde, granit-mermer sınırında bu minerallere çok sayıda raslanmaktadır. Granit aynı zamanda komşu kayaçlar içerisine apofizler salmış, gnays ve mermerler içerisinde granit (granodiorit) daykları teşekkül etmiştir. Bunlardan bilhassa Batı Zirvenin cenup eteğindeki daykle Doğu Zirveden geçen dayk kayde değer. Doğu zirveye verilen <<Karatepe>> ismi, bu ufak taneli koyu gri renkli granodiorit daykının beyaz mermerler içerisindeki tezat renginden ileri gelmektedir.

Saniyen granitin kontakt yüzeyleri kristalin şist ve mermerlerle az çok konkordan (konform) durumdadır, ilk bakışta bu kayaçların graniti örtükleri zannolunur. Granit, biraz evvelde zikredildiği gibi, kontakt mıntakalarında gnaysleşmiş, dağın cenup yamacında tamamıyla gnayslere inkişaf etmiştir. Ve nihayet granit plutonunun iç tektoniğinin teşekkülüne

âmil olan kuvvetlerin istikamet ve cihetleri, iltivalanma esnasındaki hâkim kuvvetlerin istikamet ve cihetlerinin aynidir. diğ er bir tabirle, her iki çeş it yapıyı husule getiren aynı orojenik kuvvetlerdir.

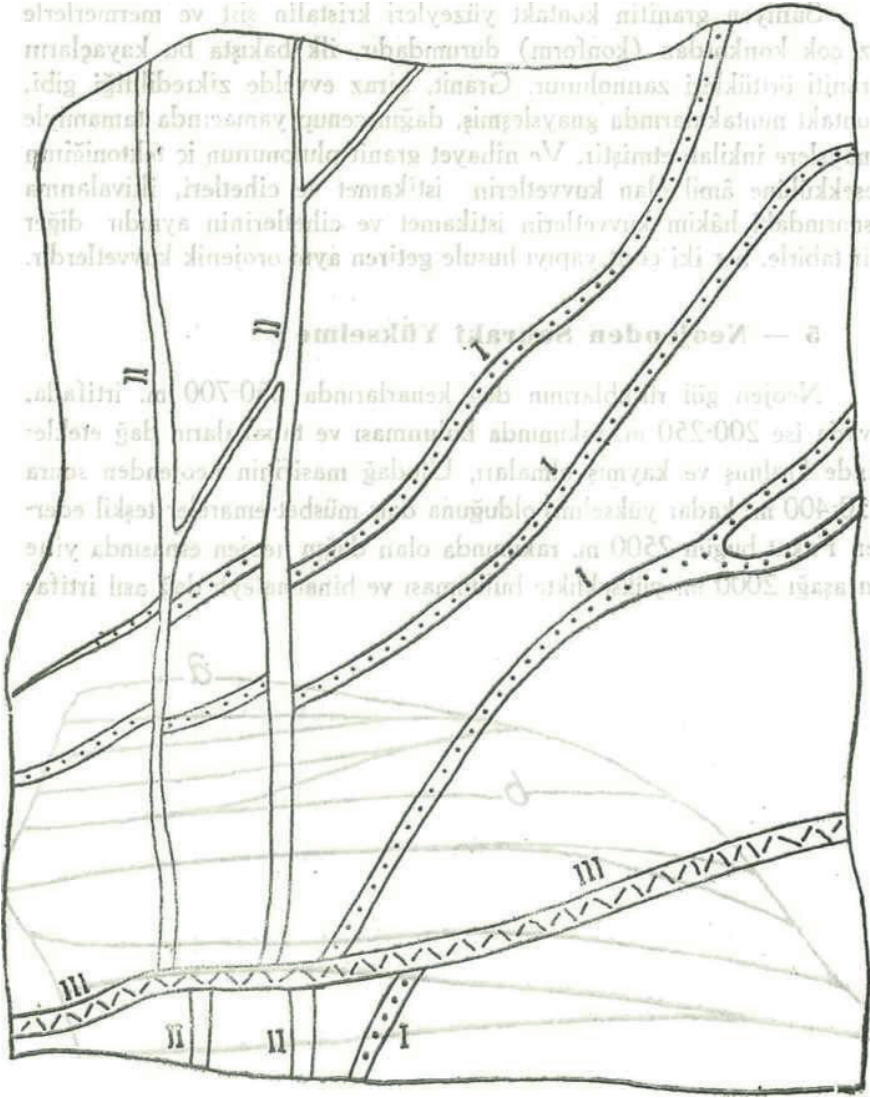
### 5 — Neojenden Sonraki Yüks elme:

Neojen gö l rüsublarının dağ kenarlarında 650-700 m. irtifada, ovada ise 200-250 m. rakımında bulunması ve tabakaların dağ eteklerinde kırılmış ve kaymış olmaları, Uludağ masifinin neojenden sonra 350-400 m. kadar yüks elmiş olduğ una dair müsbet emareler teşkil ederler. Fakat bugün 2500 m. rakımında olan dağ ın neojen esnasında yine en aş ağı 2000 m. yükseklikte bulunması ve binaenaleyh dağ asıl irtifasını neojenden evvel iktisab etmiş olması gerektir. Neojen tabakaları son yüks elme esnasında kısmen kırılmış ve çökmüş ler, kısmen de fleksür halinde kıvrılmışlardır. Bu sebeple ve daha sonraki aş ınmalarla neojen tabakaları bugünkü muhtelif seviyelerdeki durumlarını iktisab etmişlerdir.



Şekil 4. Büyük Granit Plutonu dahilinde yatık düzlemeler (b). Bunlar, (a) morfoloji sathını muhtelif aç ılarla keserler.

Abb.4. Lagerklüfte [b] im grossen Granitpluton. Sie schneiden die Oberfläche [a] in verschiedenen Winkeln.



Şekil 5. Birbirini kesen üç damar sistemi II numaralı damar I numaralıyı ve III numaralı damar II ve I numaralıları kesmektedir. Her üç damar sistemi Pegmatit, Aplit ve Quarz ter kibindedir.

Abb.5. Die drei einander schneidenden Gänge im Granitpluton, Die Ganggenerin tion II schneidet die Generation I, und die Generation III die Generationen II und I. Jede Generation besbteht aus Pegmatit, Aplit und Quarz.

## 6 — Masifin Yaşı:

Neojen hariç, Uludağın en yeni ve yaşı malûm formasyonu Permien kalkerleridir. Bu kalkerlerin altında bulunan detritik teşekkülâtı Permo-karbonifer olarak kabul edecek olursak, dağın kristalin kütlesi Permo-karbondan daha evvele aittir. Binaenaleyh Uludağ en genç olarak bir paleozoik masiftir (Çok muhtemel olarak hersinien). Kristalin-şistleri, muhtelif derecelerde metofoforize olmuş devonien ve silurien tabakalar olarak farzedilebileceği gibi, Alp ve hersinien jeosenklinalleri esnasında su üzerinde kalmış daha eski bir masife ait olmaları ihtimali de mevcuttur.

## III. Ö Z E T

1. Uludağ, 2600 metreye yakın irtifai ile şimalbatı Anadolunun en yüksek zirvelerinden birini teşkil eder.

2. 40 km. uzunluğunda, 20 km. genişliğinde ve WNW-ESE istikametinde bir masif teşkil eden bu dağ, birbirinden kesin olarak farklı muhtelif seviyelerde muhtelif topografya şekilleri gösterir.

3. Dağın esas yapısını kristalin şistler ile granit plutonları teşkil ederler. Bunların üzerine permokarbonifer tabakaları ve neojen kara rüsubları gelir.

4. Dağın heyeti umumiyesi WNW - ESE istikametli ve hafifçe cunuba yatık büyük bir antiklinal halindedir. Zirveler bölgesini teşkil eden şistî mermerler bu antiklinalin zirve kısmında talî bir senklinal husule getirirler.

5. Antiklinal birçok faylarla ve bilhassa ufkî dekröşmanlarla transversal olarak katedilmiştir.

6. İltivalanma hareketlerinin son safhalarında granit intrusionları vukua gelmiş, muhtelif büyüklükte ve muhtelif şekillerde granit plutonları teşekkül etmiştir. Sintektonik olan bu plutonların iç yapıları, umumî orojenik kuvvetlerin tesir istikametlerine uygun olarak inkişaf etmişlerdir.

7. Uludağın yapısı, aynı bir orojeneze ait tektonik ve magmatik olayların müşterek tesirlerinin bir neticesidir.

8. Neojenden sonra yeniden yükselmeler olmuş ve bu suretle genç faylarla fleksürler teşekkül etmiştir.

9. Uludağ en genç bir hersinien masifidir. Daha eski olması ihtimali de mevcuttur.

10. Neojen esnasında riolitik lav ve tuf erupsionları olmuş, Kuaternerde zirveler bölgesi buzullaşmıştır.

---



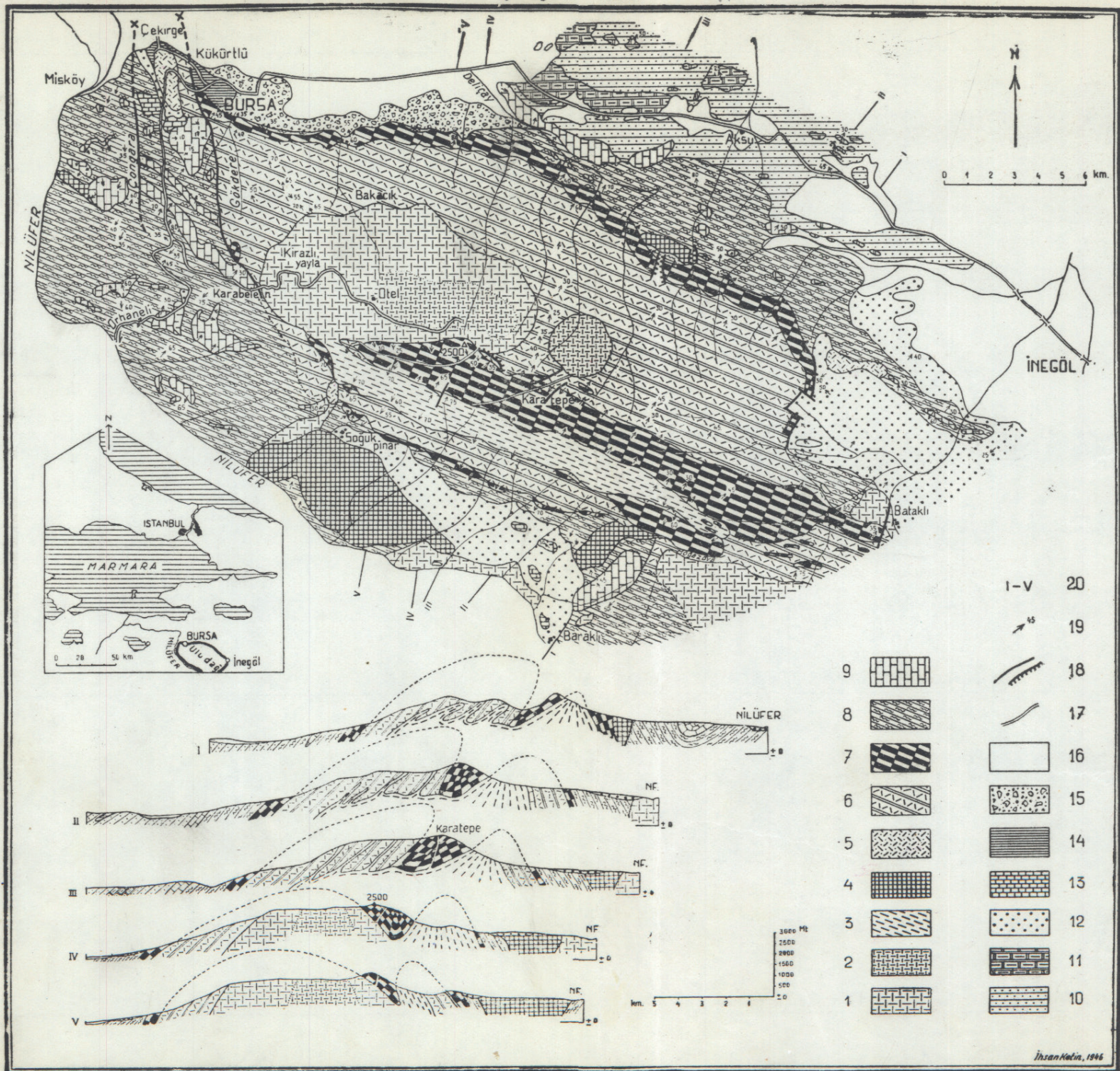


**ULUDAĞ-MASİFİNİN JEOLJİK HARTA ve  
PROFİLLERİ**  
(*GEOLOGISCHE KARTE UND PROFILE DES ULUDAĞ -  
MASSIVS*)

*İhsan Ketin*  
1946

**İşaretler (Zeichen):**

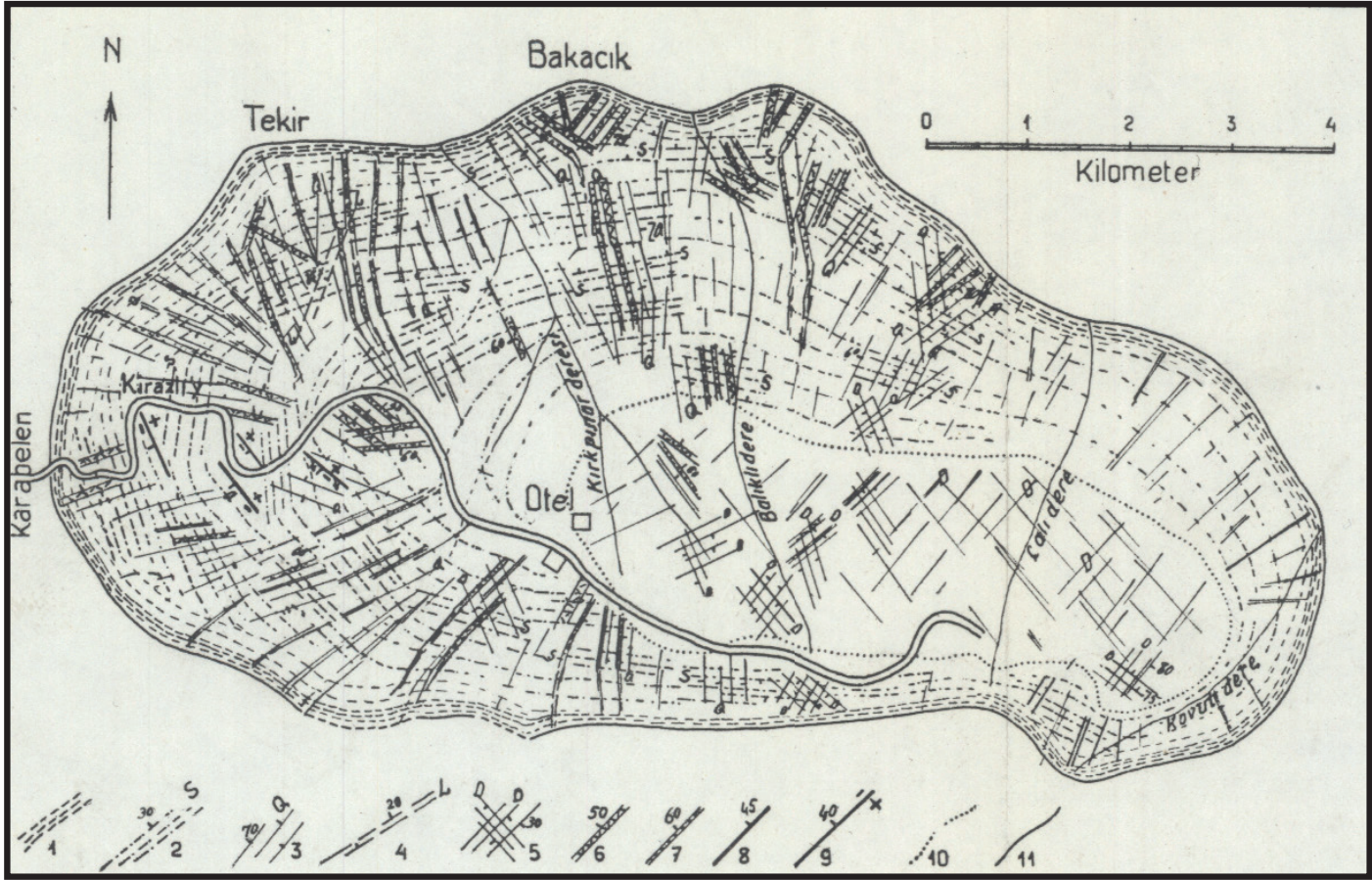
- 20 — Profiller (Profile)
- 19 — Eğim (Fallen)
- 18 — Fay (Verwerfungen)
- 17 — Granodiorit daykđ (Granodioritgang)
- 16 — Yeni alüvyon (Junge Alluvionen)
- 15 — Eski alüvyon (Aeltere Alluvionen)
- 14 — Traverten (Kalksinterablagerungen)
- 13 — Neojen gölkalkeri (Neogene Süsswasserkalke)
- 12 — Neojen detritik tabakaları (Neogener Detritus)
- 11— Permien kalkeri (Permkalke)
- 10 — Permokarbonifer tabakaları {Permokarbonische Schichten)
- 9 — Mermer ve Yarımermer (Marmore und Halbarmore) (B-Serisi)
- 8 — Mikaşist ve fillit (Glimmerschiefer und Phyllite) (B-Serie)
- 7 — Şistli Mermer (Schieferige Marmore) | (A-Serisi)
- 6 — Gnays ve Amfibolit (Gneise und Amphibolite) (A-serie)
- 5 — Liparit-Riolit (Liparit-Riolit)
- 4 — Serpantin (Serpentine)
- 3 — Granitik Gnays (Granitische Gneise)
- 2 — Çekirdek Graniti-Granodiorit (Kerngranit-Granodiorit)
- 1 — Kenar Graniti (Randgranit).



( Levha - I )

( Tafel - I )





Şekil 3. Büyük Granit Plutonu ve tektonik elemanları. 1: Safi havî elemanlar (gnaysî kontakt bölgesi), 2: Longitudinal düzlemler ve çatlaklar, 3: Transversal düzlemler ve çatlaklar, 4: Yatık düzlemler, 5: Diagonal çatlaklar, 6: Pegmatit damarları, 7: Aplit damarları, 8: Kuars damarları, 9: Kayma yüzeyleri, 10: İç kontakt çizgisi, 11: Dış kontakt çizgisi.

Abb. 3. Der grosse Granitplut onund seine tektonischen Elemente. 1: Elemente der Fließphase (schieferige Randzone), 2: Längsklüfte, 3: Querklüfte, 4: Lager- klüfte, 5: Diagonalklüfte, 6: Pegmatitgang, 7: Aplitgang, 8: Quarzgang, 9: Verschiebungsfläche, 10: Innere Kontakte, 11 Aeussere Kontakte.



# Über die Tektonik des Uludağ - Massivs<sup>1</sup>

*İhsan Ketin<sup>2</sup>*

## EINLEITUNG

### 1— Geographische Lage:

Der Uludağ (früher Keşişdağ), der myrische Olymp der alten Geographen, liegt 100 Kilometer südwestlich von Istanbul und bildet mit seiner Höhe von rund 2600 m. einen von den höchsten Gipfeln Nordwestanatoliens. Er ist im Norden durch die Ebene von Bursa und İnegöl, im Westen und Süden durch den Fluss Nilüfer in natürlicher Weise begrenzt; im Osten dagegen mag ihn die Linie İnegöl-Boğazova-Baraklı von dem Doğanlı-Gebirge künstlich trennen. Der Uludağ erstreckt sich in WNW-ESE'licher Richtung; seine Länge zwischen Misköy im Nordwesten und Bataklı im Südosten beträgt etwa 40 km., seine Breite zwischen Nilüfer und der Strasse Bursa İnegöl durchschnittlich 20 km und seine ungefähre Oberfläche 800 km<sup>2</sup>. Dem Nordabfall des Berges entspringende kurze und wilde Bäche vereinigen sich unter dem Namen <<Deliçay>> und fließen so sie in die Ebene von Bursa aus. Die Bäche des südlichen Abhangs münden dagegen direkt in den Fluss Nilüfer ein.

Morphologisch kann man den Berg Uludağ deutlich in drei verschiedene Niveaus einteilen. Der erste und höchste Teil ist die über 2200 m. Höhe liegende Gipfelregion, deren markante Höhen der Westgipfel (2500 m) und der <<Karatepe>> (etwa 2600 m) sind. Am Nordabhang der beiden Gipfel haben sich typische, halbmondförmige Kare entwickelt. Der zweite Teil des Berges ist das Yaylalar-Gebiet, das zwischen 2200 m und 1750 m Höhe liegt. Diese Hochflächenzone erstreckt sich von <<Karabelen>> im Westen bis <<Aksu>> im Osten und umfasst die Abschnitte Kirazlı-Yay-

---

(1) *Diese Arbeit ist ein Teil der Wissenschaftlichen Ergebnisse der geologischen Gelände-Aufnahme des betreffenden Gebietes, die während der Sommermonate des Jahres 1946 im Masstabe von 1:100.000 durchgeführt worden ist. Diese Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Instituts für Lagerstättenforschung der Türkei. M. T. A., unternommen, dem ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte.*

(2) *Geologisches Institut der Universität Istanbul.*

la, Kırkpınar-Yayla, wo die Skihütte und das Hotel gebaut sind, Koğukdere-Yayla, Kapıdere- und Büyükdere-Yayla. Der dritte und unterste Teil ist das Randgebiet, das von 1750 m bis 150 m steil abfällt und durch schale tåler tief zerschnitten ist.

Die morphologische Gestaltung des Berges ist von früheren Forschern, besonders von A. PHILIPPSON, W. PENCK, E. CHAPUT und A. ARDEL ausführlich behandelt worden (s. Literatur). Die Morphologie ist weitgehend abhängig von dem geologischen Bau, und zwar entsprechen die stufenweise Anordnung der verschiedenen Landschaftsformen, ebenso wie die Karstlandschaft der Gipfelregion und die Granitlandschaft des Yaylalar-Gebiets ungefähr den Haupt- gesteins- bzw. Formationstypen.

## 2— Schichtenfolge:

Der geologische Bau des Uludag-Massivs ist im grossen und ganzen einfach und klar. Er besteht hauptsächlich aus kristallinen Schiefen und Granitplutonen; am Rande des Berges kommen noch permokarbonische, nichtmetamorphe Schichten, sowie neogene Sedimente mit lipartischen Tuffeinlagerungen vor. Die diluvialen Ablagerungen und die Sinterbildungen der Stadt Bursa trennen das Massiv von der Ebene im Norden.

Die kristallinen Schiefer. Sie setzen den Hauptanteil des Berges zusammen und lassen sich zuerst in zwei serien eingliedern und zwar in die A- und B- Serie. Die A Serie besteht hauptsächlich aus verschiedenen Gneisen, Amphiboliten und schieferigen Marmoren, die B- Serie aus Glimmerschiefen, Phylliten und hellblauen Halbarmoren. Durch die mikroskopische Untersuchung wurden folgende Gneis-Arten festgestellt: Biotit-Muskovit- und Hornblende-gneis, Zweiglimmergneise, Biotit granatgneis, glimmerführender Albitgneis, Hornblende-epidotgneis, Hornblendealmandingneis und aplitische Gneise. Unter Amphiboliten wurden die granat-epidot- und biotitführenden Arten bestimmt. Die Gneise und Amphibolite treten alternierend auf und enthalten abwechselnd Marmorinlagerungen. Sie sind ausserdem von zahlreichen magmatischen Aplit, Pegmatit - und Quarzinjektionen durchsetzt, auf die W. PENCK aufmerksam machte, der dabei die Vergneisung der Injektionsprodukte selbst betonte. Die schieferigen Marmore gehören zum obersten Teil der A- Serie und bilden den steilen Abhang hinter der Stadt Bursa und den langen, schmalen

Rücken der Gipfel- region. Diese Marmore spielen im tektonischen Bau des Berges eine Wichtige Rolle.

Die B- Serie hat grosse Verbreitung im nördlichen und westlichen Teil des Massivs. Sie setzt sich aus verschiedenen Glimmerschiefern, Phylliten und wenig metamorphisierten Kalksteinen zusammen, und zwar aus Biotit- und Muskovitschiefern, Hornblende- und Granatschiefern, Epidot- und Actinolitschiefern, Kalkchlorit- schiefer und serizit- chlorit- und kalk- führenden Phylliten. MICHEL- LEVY, der die Sammlung von E. CHAPUT petrographisch untersucht hat, hat ausserdem noch Cordierit und Sillimanit enthaltende Schiefer festgestellt. Die zu dieser Gruppe gehörenden Halb- marmore kommen zum Teil zwischen den Glimmerschiefern und Phylliten als konkordante Lagen und zum Teil auf denselben Schichten "diskordant" vor. Diese unregelmässige Beziehung der Marmore zum Schiefer dürfte wohl das Ergebnis einer disharmonischen Faltung sein.

Permokarbonische Schichten Die nichtmetamorphen Deck- schichten der kristallinen Schiefer bestehen aus feinkörnigen Konglomeraten, Arkosen, Kalkbrekzien, bunten Sandsteinen, Grauwacken sowie aus roten und grünen Schief-ern und Mergeln Sie sind an der Strasse Bursa Inegöl auf einer Strecke von 20 km Länge gut aufgeschlossen. Sie streichen ungefähr west- östlich und fallen flach nach Norden ein. Es ist sehr wahrscheinlich dass zwischen kristallinen Schief-ern und permokarbonischen Schichten eine Diskordanz vorhanden ist, obwohl ich selbst auf meiner Durchreise eine solche nicht beobachtet habe. E. CHAPUT betont aber ausdrücklich, dass er diese Diskordanz bei Boşnakköy und Gölbaşı, unweit von der Strasse Bursa- Inegöl, deutlich gesehen habe.

Permkalke. Auf permokarbonischen Schichten liegen helle, kompakte Kalke, die reichlich Fusulinidae enthalten und an der Strasse Bursa- Inegöl an mehreren Stellen aufgeschlossen sind Sie bilden die natürliche Fort- setzung der Permkalke am Südrande des Dışkaya- Gebirges nördlich von der eben erwähnten Strasse. Nach S. ERK (5) haben diese Kalke oberper- misches Alter.

Neogen Die neogenen Ablagerungen, welche die Becken östlich und südlich des Uludağ- Massivs erfüllt haben, sind kontinentaler Natur. Sie setzen sich aus Konglomeraten, Sandsteinen, Mergeln, Sanden und Geröllen, sowie aus Planorbalken zusammen. Die Bestandteile der grob- körnigen



Konglomerate stammen besonders aus dem Material des Uludağ-Massivs selbst. Im östlichen Inegöl-Becken ist das Neogen feinkörnig und dünnbankig, im südlichen Nilüfer-Becken ist es dagegen grobkörnigkonglomeratisch. Auf der Höhe von Çekirge beginnt das Neogen mit Basalkonglomeraten; darauf liegen bunte Sandsteine und Mergel und oben kommen schliesslich dünnbankige Planorbiskake vor. Zwischen Sandsteinen und Konglomeraten treten noch riolithische Lava- und Tuffeinlagerungen auf. An der Strasse Bursa-Uludağ, bei dem Dorfe Çongara (Yiğitalı) sieht man diese Schichtenfolge des Neogens sehr auffallend. Kleine Aufschlüsse des Neogens kommen noch in der Stadt Bursa, an der Moschee Yıldırım in Çekirge und an der Strasse Bursa-Orhaneli vor.

Die diluvialen Schuttkegel und Kalksinterbildungen der Stadt Bursa, sowie die alluvialen Schotter sind die jüngsten Ablagerungen des untersuchten Gebiets.

### 3— Intrusivmassen:

Granitplutone. Im Uludağ-Massiv sind einige Granitplutone aufgeschlossen, welche die kristallinen Schiefer durchbrechen und in verschiedener Grosse und Form auftreten. Der wichtigste davon ist der grosse Pluton, der vom Karabelen im Westen, vom Koğukdere im Osten, von Bakacık im Norden und vom Westgipfel im Süden begrenzt wird; ausserdem sind noch ein kleiner, runder Pluton in der Gegend von Kapodere-Yayla und zwei grossere Granitstöcke bei Nilüfer zu erwähnen.

Der grosse Granitpluton (Abb. 3) hat die Form einer Ellipse, deren lange Achse 12 km. und deren kurze 7 km. beträgt. Im Süden ist der Pluton mit den schieferigen Marmoren der Gipfelregion und an anderen Stellen mit Gneisen und Amphiboliten in Berührung. Die Kontaktflächen gegen die kristallinen Schiefer sind meist steil und ragen als hohe Mauern auf. In Karabelen an der Uludağ-Strasse und im Tekir am Fussweg Bursa-Kirazlıyayla ist der Kontakt an diesen hohen, markanten Granitwänden deutlich erkennbar. Der Südkontakt des Plutons gegen die Marmore ist aber konformer Natur.

An der Strasse Bursa-Uludağ zwischen Karabelen und dem Hotel sowie

in der Umgebung des letzteren ist der Granit mit seinen typischen Verwitterungsformen und zahlreichen Gängen vorzüglich aufgeschlossen. Das Gestein wird an den Kontaktstellen schieferig und flaserig; südlich von der Gipfelregion ist es gänzlich in Gneise (Granitgneise) umgewandelt. Petrographisch lassen sich zwei Arten von Granit unterscheiden: die erste ist der grob-bis mittelkörnige (3-4 mm), quarz und orthoklasreiche Randgranit mit zahlreichen Gängen und Klüften; die andere ist der feinkörnige (Korngrösse 0 8-1 mm), plagioklasreiche, biotit- und muskovitführende Kerngranit (Granodiorit) mit verhältnismässig wenigen Gängen und Klüften. In der Nähe vom Hotel und an dem Wege Skihütte-Westgipfel (2500) kann man die beiden Arten des Granits nebeneinander sehen. Der Randgranit ist ein Leukogranit mit 40 % Orthoklas, ebensoviel Quarz, wenig Oligoklas, Biotit und Muskovit. Der "Kerngranit" ist ein Granodiorit mit 60 % Plagioklas. (Oligoklas), 30 % Quarz und wenig Orthoklas, Biotit und Muskovit<sup>1</sup>. Sie sind getrennte Intrusionsprodukte, obwohl der innere Kontakt nicht deutlich erkennbar ist. Der feinkörnige Granodiorit (Kerngranit) schneidet wahrscheinlich den Randgranit, da die mikrogranitischen Gänge im Nebengestein und im Randgranit selbst die gleiche Zusammensetzung (granodioritisch) haben, wie der Kerngranit<sup>1</sup>.

Die Granitintrusionen sind in die kristallinen Schiefer eingedrungen; dies geschah sehrwahrscheinlich während der letzten Phase der Faltungsperiode der Schieferserie. Darauf komme ich unten wieder zurück.

*Serpentinmassen* Unter den magmatischen Intrusionen, die kristallinen Schiefer durchsetzen, sind noch die Serpentinstöcke zu erwähnen. Sie treten in grossen Massen am Nilufer, in kleinen Stöcken östlich von Soğukpinar und nördlich von Karatepe auf. Sie enthalten stellenweise Chromit- und Magnetitseggregationen in kleinen Mengen. Die Intrusion der Serpentine ist wahrscheinlich viel älter als die der Granite. Wir haben aber keine Beweise dafür.

---

(1) Die mikroskopische Untersuchung der Gesteinsproben wurde von Dr. O. BAYRAMGİL durchgeführt, dem ich auch an dieser STELLE FÜR SEINE FREUNDLICHE Hilfe danken möchte.

## TEKTONIK

### 1— Streichen und Fallen der Schichten:

Die allgemeine Streichrichtung der kristallinen Schiefer und plattigen Marmore ist WNW-OSO, parallel zur Hauptrichtung des ganzen Massivs. Örtlich haben sich noch die W-O und WSW-ONO Richtungen entwickelt. Das Fallen dieser Schichten variiert zwischen 30 und 70° und ist meist nach Norden, bezw. NNO, weniger nach Süden (SSW) gerichtet. Die Halbarmore der B-Serie haben kein bestimmtes Streichen und Fallen. Ihre Beziehung zu den Glimmerschiefern und Phylliten ist unregelmässig und diskonform. Die Streich- und Fallrichtungen der permokarbonischen Schichten entsprechen allgemein denen der kristallinen Schiefer. Sehr abweichende Richtungen kommen aber auch vor. Bei den Perm- kalken sind sie meist undeutlich. Bei den messbaren Schichten ist das Streichen WNW-OSO oder SW-NO und das Fallen mit 20-35° nach Nordwesten oder Nordosten.

Die Streichrichtung des Neogens im Inegöl- und Nilüferbecken ist allgemein NW-SO, das Fallen desselben mit 20-30° meist nach Südwesten, weniger nach Nordosten. Die neogenen Schichten südlich von Çekirge und in der Stadt Bursa fallen nur mit 15-20° nach NO oder NW ein. Die Streich- und Fallwerte der verschiedenen Schichten anderer Orte sind auf der Karte (Tafel I) angegeben.

### 2- Faltung

Das Strukturbild des Uludağ-Massivs ist eine schwach nach Süden überkippte Hauptantiklinale. Die schieferigen Marmore der Gipfelregion bilden eine liegende, spezielle Synklinale im Scheitelgebiet der Hauptantiklinale.

Die Entwicklung dieses Faltenbaues wurde an Hand einiger Profile in der Nörd-Südrichtung dargestellt (Tafel I): im nördlichen Abschnitt des Profils I, das durch den östlichen Teil des Berges hindurchzieht, fallen die mit Alluvionen überdeckten permokarbonischen Schichten mit 40-45° nach Norden ein. Darunter liegen Glimmerschiefer und Halbarmore der B-Serie, an sie schliessen die plattigen Marmore, Gneise und Amphibolite

der Serie-A. Alle Schichten der beiden Serien fallen einheitlich nach Norden ein und bilden den Nordflügel der Hauptantiklinale.

Im Scheitelgebiet sind die Marmore durch Granitgneis in zwei Partien eingeteilt; es entstand dabei eine schmale Synklinale im Norden und ein dicker Sattelflügel im Süden. Auf dem anderen Abhang des Berges tritt im oberen Teil ein Serpentinstock auf, daran schliesst Glimmerschiefer und Halbarmore der B-Serie und zuletzt liegt das Neogen am Nilufer auf den letzteren Schichten Die Halbarmore der Serie-B bilden eine andere, spezielle Mulde für sich.

Im zweiten Profil beginnt der Nordflügel der Antiklinale mit permokarbonischen Schichten, die auf der B-Serie der kristallinen Schiefer liegen und mit 25-30° nach Norden einfallen. Die mit Granitinjektionen durchtränkten Gneise und Amphibolite der A-Serie fallen auch einheitlich nach Norden ein. Die schieferigen Marmore der Gipfelregion bilden hier eine nach Süden überkippte Spezialmulde und trennen die beiden Flügel der Hauptantiklinale von einander. Im Südflugel nimmt der Granitgneis auch an der Bildung der Falte teil; er tritt hier zum grossen Teil anstelle der A-Serie auf, die in diesem Schenkel verhältnismässig reduziert ist. Auch die plattigen Marmore sind hier nicht mehr so dick wie im Nordflügel. Auf sie folgt die B-Serie und schliesslich bricht ein neuer Granitstock am Nilufer auf.

Beim Profil III, das den höchsten Gipfel "Karatepe" schneidet, ist die Schichtenfolge der beiden Flügel der Hauptantiklinale dieselbe wie bei dem I. und II. Die spezielle Gipfelsynklinale ist durch einen mikrogranitischen (granodioritischen) Gang geschnitten, die Gneise und Amphibolite im Nordflügel sind mit zahlreichen Granitinjektionen durchgesetzt. Im Süden, am Nilufer ist noch die grosse Serpentinmasse zu Tage getreten.

Im vierten, durch den 2500 m hohen Westgipfel ziehenden Profil bilden die Marmore der Gipfelregion eine normale, nicht überkippte Mulde, die auch von einem Granodioritgang durchgesetzt ist. Diese Marmorsynklinale hat mit dem grossen Granitpluton im Norden und mit Granitgneisen im Süden konforme Kontakte. Der Granitpluton hat den Nordflügel der Antiklinale erheblich vergrössert (verbreitert).

Das V. Profil, das östlich von Bursa in Nord-Südrichtung am Hotel vorbei bis zum Nilufer im Süden gezogen ist, zeigt im nördlichen Abschnitt

die mit Alluvionen bedeckten Glimmerschiefer und Phyllite der B-Serie. Darunter liegen

die schiferigen Marmore, welche mit 40-45° nach Norden einfallen und den steilen Nordrand des Berges hinter der Stadt Bursa bilden. Unter diesen Marmoren liegen konkordant Mischgneise und Amphibolite sowie feldspatführende Glimmerschiefer, die sich bis zum Granitkontakt verfolgen lassen. Die letzteren Schichten fallen einheitlich nach Norden ein und bilden den Nordflügel der Hauptantiklinale, in dem noch stellenweise sekundäre (spezielle) Kleinfalten entstanden sind (in den Profilen nicht gezeichnet). Zwischen den Schichten der A-Serie und den plattigen Marmoren der Gipfelregion dehnt sich der grosse Granitpluton aus. Er hatte zweifellos auf die Gestaltung der Antiklinale einen grossen Einfluss geübt. Die Marmore bilden hier nur den Nordschenkel der speziellen Scheitelsynklinale, deren Südschenkel wahrscheinlich von dem Granitgneis "verdaut" wurde. Der feinkörnige Granodioritgang durchsetzt hier auch die Marmore. Ein grosser Teil des Südflügels der Hauptantiklinale wurde vom Serpentincomplex eingenommen. Unter Nilüfer treten Glimmerschiefer und Phyllite der B - Serie wieder auf.

Die Hauptantiklinale hat eine unsymmetrische Form; im Südflügel derselben herrschen viele Unregelmässigkeiten Sie beruhen auf den magmatischen Intrusionen während oder gleich nach der Faltung der Schichtserien, sowie auf der Assimilationstätigkeit des Magmas in früheren Stadien der Gebirgsbildung. Die tektonische Gestalt des Uludağ-Massivs ist damit das Ergebnis der Zusammenwirkung der tektonischen und magmatischen Vorgänge. Die Richtung der Antiklinalachse ist WNW-OSO, parallel zur Hauptrichtung des Berges; der tektonische Stoss kam vom Norden her, die Falte hat südliche Vergenz.

### 3 — Verschiebungen

Querverschiebungen. Das Uludağ-Massiv wurde an mehreren Stellen durch horizontale Querverschiebungen zerschnitten. Im Westen des Berges, hinter Çekirge, laufen zwei solche in der Nord-Südrichtung parallel zueinander. Die eine erstreckt sich das enge Çongara Tal entlang und die zweite verläuft zwischen Kükürtlü-Quelle bei Bursa und Karabelen auf der Höhe des Berges. Die Feststellung dieser Verschiebungen wurde mit Hilfe

der Halbarmorbänke in Glimmerschiefer und Phyllite der B Serie erldchert, sogar zum Teil ermöglicht.

Die Querverschiebung- Kükürtlü-Karabelen ist an der Strasse Bursa-Uludağ, zwischen der Stadt und der Çekirge-Höhe, gut zu sehen. Hier stehen die schieferigen Marmore und Gneise der A-Serie nebeneinander, die sonst normaler Weise untereinander liegen. Durch die beiden, parallelen Verschiebungen wurde die schmale Scholle im Hintergrund von Çekirge relativ nach Norden verschoben.

Im ostlichen Teil des Berges, südwestlich von Inegöl, folgen ähnliche Querverschiebungen meist den Tälern und bringen die aufeinander liegenden Serien nebeneinander zu liegen.

In der mittleren Hochgebirgszone trifft man noch kleinere aber mehr interessantere Beispiele. Das eine von ihnen befindet sich auf dem Südabhang des Westipfels an der Quelle des Araz-Baches. Hier wurden die schwarzen Amphibolite und grauen Gneise gegen den weissen Marmore ungefähr 50 m bergwärts verschoben (Abb.1). Das andere Beispiel ist am Nordrande des Ostgipfels "Karatepe" zu sehen. Es sind zwei kleine, nebeneinander stehende Querverschiebungen. Es ist noch bemerkenswert zu erwähnen, dass die Kare sich hier zwischen diesen beiden Verschiebungen befinden. Die primäre Ursache der Karentstehung dürfte wohl die relative Rückwärtsbewegung (bergwärts) der zwischen den beiden Verschiebungen befindlichen Scholle sein, auf der die Kare später sich entwickelt haben. In der Tat stehen die dunklen Amphibolite und Gneise unmittelbar unter den heutigen Karen an und sind an beiden Seiten von hellen Marmoren begrenzt (Abb. 2).

Die glazialen Seen (Kilimli, Aynalı, Karagöl) liegen auffallender Weise an den Verschiebungslinien (Abb. 2 und Tafel I).

Diese transversalen Verschiebungen sind in der letzten Phase der Faltungsperiode, nach den Granitintrusionen, entstanden und ermöglichen eine seitliche Dehnung des nunmehr starr gewordenen Massivs. Ihre Entstehung ist offenbar viel älter als das Neogen.

Verwerfungen. Die Grenze zwischen dem Neogen im Inegöl- Becken und den kristallinen Schiefen am Ostrand des Berges ist nicht normal; die neogenen Schichten fallen mit 35-40° nach Westen und Südwesten,

unter die kristalline Masse ein. Das sieht man deutlich bei den Dörfern Kiran und Karakiraz (Tafel I). Hier wurde eine Zone komplizierter Verwerfungssysteme entwickelt; Quer- und Längsverwerfungen schneien gegeneinander ab. Ähnliche Störungen hatte auch E. CHAPUT (3) bei Çekirge und am Rande der Stadt Bursa festgestellt. Er bringt die warmen Quellen von Qekirge, die ja vulkanisch sein dürften, mit diesen, nachneogenen Verwerfungen in Zusammenhang. Im Massiv selbst sind noch zahlreiche, örtliche Verwerfungen vorhanden (s. die Karte!), die wir hier vernachlässigen wollen.

#### **4 — Die innere Tektonik des grossen Granit plutons.**

In der ganzen Kontaktzone des grossen Granitplutons ist der Granit in 200-250 m Dicke vergneist (Abb.3); sonst sind die Strukturelemente der Fliessphase im inneren Teil des Plutons selten zu treffen. Es wurden vielmehr die Elemente der Bruchphase, Kluftsysteme und Gänge in vollkommener Weise entwickelt.

Die Langsklüfte (S) verlaufen ungefähr parallel zum äusseren Kontakt und bilden konzentrische Bögen in Form des Plutons selbst (Abb.3). Die Querklüfte (Q) stehen dagegen quer bis senkrecht zum Kontakt; deswegen haben sie sehr veränderliche Streichrichtungen innerhalb des Plutons entwickelt: im mittleren Teil zwischen dem Hotel und Bakacık, streichen die Klüfte beinahe nord-südlich; im Westen, zwischen Karabelen und Kirazlıyayla, dagegen west-östlich. Zwischen diesen extremen Fällen gibt es noch allmähliche Übergangsrichtungen, so dass im ganzen eine radiale Anordnung zustande kommt (Abb. 3).

Die sekundären Diagonalklüfte (D) haben sich besonders im mehr homogenen Kerngranit und im äusseren Kontaktgebiet entwickelt. Ihr Streichen folgt den beiden Diagonalen der Ellipsenform des Plutons, bzw. des Kernmassivs.

Die Lagerklüfte (L) bilden konzentrische Schalen entsprechend der äusseren Form des gesamten Plutons und sind durch atmosphärische Wirkungen sehr leicht erkennbar. Sie fallen flach mit nur 8-10° nach aussen ein und schneiden somit die noch steilere topographische Oberfläche in verschiedenen Winkeln (Abb. 4).

Im westlichen Teil des Plutons sind noch einige Verschiebungsflächen entstanden, die NW-SO streichen und steil nach Westen einfallen. Sie sind Streckungsflächen im weitern Sinne mit horizontaler und vertikaler Schubruchtung; die westlichen Schollen sind gegen die östlichen relativ nach vorn und gleichzeitig nach unten verschoben.

Die aus Pegmatit, Aplit und Quarz bestehenden Gänge im Pluton sind zahlreich und auffallend. Sie verlaufen in der Hauptsache eher parallel zu den Querklüften, als zu den Diagonalen, senkrecht oder quer zum Kontakt, bezw. zu S- Flächen. Im Kerngranit (Granodiorit) sind die Diagonalklüfte in der SW-NO Richtung besonders günstig für Gangbildung gewesen (Abb3). Die Entstehung der Gänge hat sich in mehreren, aufeinander folgenden Phasen vollzogen. Südlich von Bakacık wurden drei solche, gegeneinander schneidende Ganggenerationen verschiedener Zusammensetzung beobachtet (Abb.5).

Die Anordnung der tektonischen Elemente innerhalb des Plutons ist ein Zeichen dafür, dass der Granitpluton unter allseitigem, aber in der SSW - NNO Richtung vorherrschendem Druck aufgetrieben ist. Der Aufstieg vollzog sich langsam und harmonisch mit der Faltung der umgebenden Schichten. Der Granit ist damit ein syntektonischer Pluton. Die folgenden Tatsachen sprechen auch dafür. Erstens, der Granit hat seine Nachbargesteine durchbrochen und in sie Appophysen injiziert, denn am Kontakte mit Marmoren sind die typischen Epidot-Granat- und Wollastonitminerale entstanden, die am Wege zum Westgipfel (2500) reichlich vorkommen. In Marmoren sowie in Gneisen und Glimmerschiefern haben sich ausserdem Granitgänge gebildet; zwei solche Gänge sind besonders wichtig, der eine liegt am Südabhang des Westgipfels und der andere am Ostgipfel (Karatepe) selbst. Der Name <<Karatepe = der schwarze Hügel>> beruht daher auf dem Farbenkontrast zwischen dem dunkleren Granit (Granodiorit) und den weissen Marmoren. Zweitens sind die Kontakte des Plutons mit kristallinen Schiefen und Marmoren konform, so dass man im ersten Blick den Eindruck bekommt, als ob der Granit von diesen Schichten überlagert wäre. Das Gestein ist ausserdem, wie oben schon erwähnt, am Kontakt vergneist, auf dem Südabhang des Berges aber gänzlich in Gneise (Orthogneise) umgewandelt, Schliesslich stimmen die Wirkungsrichtungen der orogenen Kräfte, unter denen sowohl die Faltung wie auch die in-



neren Strukturelemente des Granitplutons entstanden sind, ganz überein; mit anderen Worten die innere Tektonik des Plutons ist ein weiterer Zeuge für seine genetische Beziehung zur Faltung der umliegenden Schichtserien.

### **5 — Nachneogene Hebung:**

Die neogenen Süßwasserkalke liegen heute auf dem Berge 650-700 m und in der Ebene 200-250 m hoch über dem Meere und sind am Rande des Massivs verworfen oder verbogen. Das sind die Argumente dafür, dass der Uludağ nach-neogen ungefähr um 350-400 m gehoben worden wäre. Da aber das Massiv heute durchschnittlich 2500 m hoch ist, müsste es vor dem Neogen wenigstens eine Höhe von 2000 m gehabt haben; das heißt, der Berg hat seine eigentliche Höhe schon vor dem Neogen erreicht. Während der letzten Hebung wurden die neogenen Schichten zerbrochen, verworfen und zum Teil verbogen, so dass sie ihre heutige Lage in verschiedenen Niveaus bekommen haben.

### **6— Das Alter des Massivs:**

Abgesehen vom Neogen, ist das Perm die jüngste und zeitlich bestimmte Formation des Uludağ-Massivs. Darunter liegen permokarbonische Schichten, die ihrerseits konkordant (vielleicht sogar discordant!) den Glimmerschiefern und Phyllitenauflagern. Die kristalline Schieferhülle des Massivs ist damit älter als Permokarbon; der Uludağ ist also ein paläozoisches, sehr wahrscheinlich herzynisches (varistisches) Massiv. Die kristallinen Schiefer und Marmore dürften daher entweder in verschiedenem Grade metamorphisierte Devon - und Silurschichten sein oder sie gehören dem noch älteren, in der varistischen Geosynklinale über dem Wasser stehengebliebenen Urmassiv an.

## **III. Zusammenfassung.**

1. Der Uludağ, der myrische Olimp, ist mit seiner Höhe von rund 2600 m. einer von den höchsten Gipfeln Nordwestanatoliens.
2. Er bildet ein WNW - OSO streichendes Massiv mit 40 km Länge und 20 km Breite und zeigt differente Landschaftsformen in verschiedenen Niveaus.

3. Er besteht hauptsächlich aus kristallinen Schiefen und Granitplutonen; es kommen noch permokarbonische und permische Schichten, sowie neogene Ablagerungen hinzu.
  4. Die tektonische Gestalt des Uludağ-Massivs ist im ganzen eine leicht nach Süden überkippte Antiklinale. Im Scheitelgebiet dieser Hauptantiklinale haben die Marmore eine sekundäre, spezielle Synklinale gebildet.
  5. Das Massiv wurde durch mehrere Querverschiebungen und Verwerfungen zerschnitten und zerbrochen.
  6. In den letzten Phasen der Faltungsperiode sind einige Granitplutone verschiedener Grösse und Zusammensetzung in die faltenden Schichten eingedrungen und haben diese zum Teil assimiliert. Sie sind syntektonische Plutone Die Anordnung ihrer inneren Strukturelemente stimmt mit der Hauptrichtung (SSW - NNO) der orogenen Kräfte ganz überein.
  7. Der Bau des Uludağ-Massivs ist das Ergebnis der Zusammenwirkung der tektonischen und magmatischen Vorgänge einer und derselben Orogenese.
  8. Nach - neogen ist das Massiv erneut gehoben, dadurch wurden die neogenen Schichten verworfen und zum Teil verbogen.
  9. Das Uludağ-Massiv ist palaeozoisch, sehr wahrscheinlich varistisch. Es kann aber auch noch viel älter sein.
  10. Während des Neogens wurden riolithische Laven und Tuffe gefördert und im Diluvium ist die Gipfelregion vereist gewesen.
-

## B i B L i O G R A F Y A

### Literatur

- 1 - ARDELA, A. : Uludağ, morfolojik Etüt (Le massif d'Uludağ), Türk Coğrafya Dergisi, Sayı V-VI, Ankara 1944.
- 2 - BİRANDA, Ş. A. : Nilüfer Irmağının jeolojik, petrografik ve toprak vaziyeti. Yüks. Ziraat E. Çalışmaları, sayı 40, Ankara 1938.
- 3- CHAPUT, E. : Voyages d'etudes geologiques et geomorphog éniques en Turquie, Paris 1936.
- 4 - GVIJIC, J. : Grundlinien der Geographie und Geologie von Mazedonien und Altserbien. Petm. Mitt. Erg.-Heft 162, Gotha 1908.
- 5 - ERS, S : Etude geologique de la région entre Gemlik et Bursa (Turquie)."Metea,, Serie B, No 9, Ankara 1942.
- 6- GROTZNER,K.E. : Beitrage zur Petrographie des westlichen Klein asien. Inaugural-Dissertation, Weida Th. 1908.
- 7- HAMILTON,W.J. ve STRICKLAND,H.E. : On the Geology of the western Part of Asia Minor. Transact., London 1840.
- 8 - PENCK,W. : Die tektonischen Grundzüge Westkleinasiens. Stuttgart 1918.
- 9 - - : Die morphologische Analyse. Stuttgart 1924.
- 10 - PENCK,W. ve PAMIR,H. : Bursa tenezzühünün netayici jeolojyesi. Darülfünun - Fünun fakültesi Mecmuası, sene 1, sayı 5 İstanbul 1916 (1332).
- 11 - PHILIPPSON,A. : Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. III. Heft, Petm, Mittl. Erg,s Heft 177, Gotha 1913.
- 12 - STOTZ,C.L. : The Bursa Region of Turkey. Geographical Review, Jan. 1939,