

JUNGPALÄOZOIKUM UND ÄLTERES MESOZOIKUM IN NORDWEST-ANATOLIEN*

R. BRINKMANN

Die Technische Fakultät der Ägäischen Universität, İzmir

ZUSAMMENFASSUNG. — Nordwest-Anatolien weist einen Sockel von Altkristallin auf, der von einer lückenhaften Folge jungpaläozoischer und altmesozoischer Ablagerungen überdeckt ist. Der kristalline Sockel hatte sich zu Beginn des Karbon zu einer Geantikline, der Nord-Anatolischen Schwelle, aufgewölbt. Gegen dies Hebungsgebiet richtete sich im Vise eine erste, kurzdauernde Transgression. Eine zweite Transgression im Oberkarbon leitete eine längere Zeit der Meeres-Bedeckung ein. Die Orhanlar-Schichten, eine bisher vielfach verkannte Schichtgruppe, stellen die 1000 m mächtige Füllung einer Flysch-Eugeosynkline dar. Im Mittelperm verflachte sich das Meer, im Oberperm zog es sich ganz zurück.

Im Skyth begann eine dritte Transgression, doch blieben Teile von Nordwest-Anatolien bis in die Obertrias landfest. Auch im tieferen Jura waren die Strandlinien schwankend. Die vorwiegend klastischen Sedimente der Trias und des Unter- und Mittel-Jura sprechen dafür, dass Nordwest-Anatolien damals einen Archipel darstellte. Erst mit der vierten Transgression, der des Ober-Jura, wurde das ganze Gebiet von Flachmeer überdeckt.

Während der Festlandszeiten Perm/Trias und Trias/Jura vollzogen sich tektonische Bewegungen. In den Hebungs-Gebieten wurden kristalline Gesteine freigelegt, in den Senkungs-Feldern blieben die Deck-schichten \pm erhalten. Eine Reihe paläogeologischer Karten zeigt, wie sich im Jungpaläozoikum und Alt-mesozoik um in Nordwest-Anatolien zwei grosse Mulden — Zeytindağ - Balya - Gönen und Mustafakemalpaşa - Bursa - Bilecik — gebildet haben. Sie waren auf beiden Seiten von Sätteln begleitet, an deren Aufbau der Kaz Dağı und der Uludağ teilhatten. Das Streichen dieser Falten war im Gefüge des kristallinen Sockels vorgezeichnet. Aber auch die jüngere tektonische Gestaltung des Gebiets folgt vielfach den gleichen Linien.

Nach Schichtaufbau und Struktur ist Nordwest-Anatolien ein Bruchfalten-Gebirge. kein alpidisches Tektonen.

I. EINLEITUNG

Die Geologische Karte der Türkei 1:500 000 stellt uns vor die Aufgabe, ihren Inhalt tektonisch und paläogeographisch auszudeuten. Mit diesem Ziele seien die Beziehungen untersucht, welche die Lagerung, Verbreitung und Fazies des Karbon und Perm einerseits, der Trias und des Jura andererseits in Nordwest-Anatolien beherrschen.

Auf die Feldarbeiten wurden rund 100 Tage der Jahre 1965-1970 verwandt. Aber bei der Grosse des Gebiets, das mit den Orten İzmir- Akhisar- Eskişehir-Bilecik - İzmit - Gemlik - Çanakkale - Edremit umschrieben ist, dürfte doch mancher Aufschluss übersehen sein. Die Untersuchungen waren vom Araştırma İşleri Kurulu der Ege-Universität (Nr. 966/11) unterstützt. Teile des Gebiets sind von den Herren A. Al-Malazi, A. Çakıroğlu, H. Homci, Ch. v. Stempel, H. Wagner genauer kartiert worden, dies mit Beihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Beiden

Institutionen sei dafür Dank ausgesprochen. Für die paläontologische Sicherung der Ergebnisse bin ich Herrn Prof. Dr. E. Flügel - Darmstadt in besonderem Masse verpflichtet.

II. STRATIGRAPHIE

A. KRISTALLINES GRUNDGEBIRGE

Das Liegende der nicht-metamörphen Schichtgesteine besteht überall aus Metamorphiten der Grünschieferfazies: Phylliten, Chloritschiefern, Quarziten und Marmoren. Sie sind auf der Geologischen Karte Bl. İstanbul und İzmir als «Per» — Metamorphes Paläozoikum und «M» = Marmor ausgeschieden. Die mit der Signatur «Per» besagte Einstufung in das Paläozoikum lässt sich in unserem Gebiet weder nachweisen noch widerlegen. Analogien aus weiteren Zusammenhängen (Brinkmann, 1968:112) sprechen für ein vor-ordovizisches, vermutlich sogar präkambrisches Alter des nordwest-anatolischen Kristallins.

Eine zweite Gruppe von Marmoren ist auf der Karte als «pM» = Permo-Mesozoikum bezeichnet. Aber sie gleichen den «M» — Marmoren und gehören wie diese lagerungsmässig dem Grundgebirge an. Dagegen fehlen Beziehungen und Übergänge zu den nichtmetamorphen Perm- und Jura-Kalken, die in ihrer Nachbarschaft anstehen. Man wird sie daher ebenfalls dem Grundgebirge zurechnen müssen.

B. NICHT-METAMORPHES DECKGEBIRGE

1. Karbon und Perm

a. Unterkarbon-Kalk. — Während Kohlenkalk im umgelagerten Zustande recht verbreitet ist, sind anstehende Vorkommen selten. Erk (1942: 24) vermutet Gesteine dieses Alters im Kern der Dişkaya Dağları N Bursa, doch fehlt der Nachweis durch Fossilien. Die Fundstelle von Coquand (1878), Saraçlar (früher Tatarköy) E Gönen, ist inmitten neogener Ablagerungen gelegen; vielleicht hat es sich um ein Geröll gehandelt (vgl. Paeckelmann, 1939: 367). Der einzige sichere Punkt ist bislang Bozviran SW Balya, von dem Dessauvage u. Dağ (1963: 79) erstmals Unterkarbon-Mikrofossilien nannten. E. Flügel (schriftl. Mitt.) hat diese Einstufung bestätigt. Da die Unterkarbon-Kalke bei Bozviran nur als einzelne, den Andesit durchragende Felsen zutage treten, lassen sich die Lagerungs-Beziehungen nicht klären.

Der von Yalçınlar (1958:42) aus Musaçelesi (zwischen Kınık und Zeytinadağ) genannte, fragliche Karbonkalk kann nach der Fossil-Liste auch dem Perm angehören.

b. Çobanlar-Schichten. — Nahe der Yayla Çobanlar, 22 km NNE Bergama, lagern auf den Grünschiefern des Madra Dağı nach den Beobachtungen von v. Stempel (1968) und Wagner (1968):

400 m dunkle Bänderschiefer, leicht metamorph, mit Bänken von Sandstein und kristallinem Kalk	}	Çobanlar -Sch.
250 m helle quarzitisches Feldspatsandsteine, teilweise arkosig oder feinkonglomeratisch mit Quarz-, Quarzit- und Kieselschiefer-Geröllen. Einzelne Linsen von phyllitischen Tonschiefern und kristallinen Kalken.		

Die Verbreitung der Çobanlar-Schichten ist beschränkt. Bei Hacılar, 3 km NE von Çobanlar, keilt erst die tiefere, dann die höhere Folge aus. Bei Kınık fehlen sie, ebenso am Kaz Dağı. Dagegen umgeben sie das Granit-Massiv von Kozak (İzdar, 1968 : 144) fast ringsum und sind z.B. S Kozak, NW Bağıyüzü und bei Kirtikköy sichtbar.

c. Orhanlar-Schichten — Sie stellen eine rund 1 000 m mächtige, vorwiegend klastische Schichtfolge dar. Ihr Name ist von der Typlokalität Orhanlar, 19 km N Balya, entnommen (Brinkmann, 1966 : 609). Das Liegende wird von kristallinen Gesteinen, örtlich auch von den Çobanlar-Schichten gebildet, das Hangende von den Permkalken. Zwischen den Orhanlar-Schichten und dem Kristallin besteht ein deutlicher Metamorphose-Hiatus. Eine Winkel-Diskordanz ist dagegen nur gelegentlich sichtbar (z.B. Chaput, 1936 : 199), meist ist sie durch kontakt-parallele Durchschieferung verwischt.

Auf der Geologischen Karte sind die Orhanlar-Schichten nicht konsequent ausgeschieden. Zuweilen sind sie mit dem «Per» = Metamorphes Paläozoikum vereinigt, zuweilen als «P» = Ungegliedertes Paläozoikum, «pk» — Permokarbon oder «p» = Perm dargestellt. Nur wenige Autoren (Erk, 1942 : 26; Ketin, 1947 : 62; Aygen, 1956 : 11; Akkuş, 1963 : 2; Höll, 1966 : 70; Özkoçak, 1969 : 40) haben die Orhanlar-Schichten als besondere stratigraphische Einheit erkannt. Dabei missdeutete Aygen allerdings den tektonischen Bau der Gegend um Balya. Sein «Permien gre» und «gre ve kuvarsit» sind als Flügel und Gegenflügel einer Mulde ident.

Als Basal-Bildungen treten gelegentlich einige Meter feinkonglomeratische Arkosen oder kalkige Feldspat-Sandsteine auf, stellenweise auch eine Diabas-Decke. Die Hauptmasse aber sind Grauwacken mit etwa :

- 55 % eckigen Quarz-Körnern
- 15 % Feldspat, meist Plagioklas
- 5 % Glimmer und Chlorit
- 15 % Gesteins-Fragmenten (Sandstein, Schiefer, Kieselschiefer, Magmatite)
- 10 % kieselig-tonigem, selten kalkigem Bindemittel.

Mittlere Korngrößen herrschen vor, doch erscheinen lagenweise konglomeratische Grauwacken mit cm- bis dm-grossen Gerollen von Grauwacke, Tonschiefer, Kieselschiefer, Quarzit, Diabas, Marmor, Phyllit. Die Grauwackenbänke wechseln mit geringmächtigen, sandigen Tonschiefern.

Verbreitet sind Linsen von grauen bis tiefschwarzen, bankigen, kristallinen Kalken mit Dicken von 1-100 m, sowie Lagen schwarzer Kieselschiefer. Rote Radiolarite sind dagegen nur aus dem südlichen Teil des Gebiets bekannt, schwellen aber hier auf >100 m an (Taf. I).

Ständige Begleiter der Grauwacken sind Diabase (stark zersetzt, wohl meist Andesite und Keratophyre) und deren Tuffe. Ihr Anteil beträgt meist 1-10% der Mächtigkeit, kann aber in einzelnen Eruptions-Zentren erheblich höher steigen (Taf. I).

Einlagerungen besonderer Art sind wenig gerundete oder eckige Blöcke von Kalken, die mehrere Meter Durchmesser erreichen. Sie finden sich in den Grauwacken oder den Diabas-Tuffen schwarmweise eingestreut. Wegen ihrer Fossilfüh-

rung sind sie früh (Neumayr, 1887) beachtet worden. Eine Reihe neuerer Funde rundet das Bild ab. Man kennt jetzt in Nordwest-Anatolien folgende Vorkommen :

- 1) Orhanlar und Danişmentören (N Balya)
 Unterkarbon III (Vise)
 Tiefstes Perm
 (Enderle, 1900; Tschernyschew, 1902:683; Aygen, 1956:11)
- 2) Karalar (NNE Bergama)
 nicht näher untersucht
- 3) Kozanlı, Tarhala (Soma Dağları)
 Oberdevon II/III
 Unterkarbon II/III
 Unter- bis Mittelperm (wahrscheinlich Artinsk)
 (Brinkmann *et al.*, 1971 : 00)
- 4) Avdancık (Dişkaya Dağları N Bursa)
 Unterperm und tiefstes Mittelperm (E. Flügel, schriftl. Mitt.)
- 5) Iğdır (NE Bursa;
 nicht näher untersucht
- 6) Bahçecik (NE İnegöl)
 Perm, wahrscheinlich Unteres (E. Flügel, schriftl. Mitt.)

Die Kalkblöcke sind nach ihrem Auftreten und ihrer stratigraphischen Inhomogenität als ortsfremd anzusehen. Da die Orhanlar-Schichten typische Flysch-Sedimente darstellen, so dürfte es sich um Olistholithe handeln.

d. Permkalke. — Die etwa 500 m mächtige Einheit besteht überwiegend aus gebankten, feinkristallinen Kalken. Meist sind sie dunkelgrau bis schwarz, selten lichtgrau oder rötlich. Kalkalgen, Fusulinen und Krinoiden nehmen an ihrem Aufbau beträchtlichen Anteil. Häufiger treten Einlagerungen von gelblichen Sandsteinen, selten von bunten Arkosen auf.

Die Permkalke sind mit den Orhanlar-Schichten öfters durch Kalksandsteine als Übergangsglied verbunden. Stellenweise aber war die Sedimentation unterbrochen. Bei Iğdır, N Bursa, trennen 10m Konglomerate die beiden Folgen. Überwiegend bestehen sie aus Kalkgeröllen. Doch gibt Erk (1942:47) E Iğdır auch Gerolle von metamorphen Schiefen und Granit an. Am Kocadağ NE Bergama beginnen die Permkalke ebenfalls mit einem Kalk-Konglomerat. Ausserdem sind sie weit weniger rekristallisiert als die Kalklinsen in den Orhanlar-Schichten (v. Stempel, 1968; Çakıroğlu, 1969). Bei Işıklar, W Kınık, besteht die Basis des Perms aus einem Konglomerat von Porphy-, Aplit- und Granit-Gerollen, die durch rötlichen Sand locker verbacken sind. Unter demselben keilen die Orhanlar-Schichten auf kurze Strecke bis auf 50 m aus, so dass eine Winkel-Diskordanz ausser Zweifel steht (Al-Malazi, 1968). Auch zwischen Balıkesir und Bilecik ist die Mächtigkeit der Orhanlar-Grauwacken im Liegenden der Permkalke stark verringert, ob primär nahe dem ursprünglichen Beckenrand, ob sekundär durch Abtragung vor Ablagerung der Permkalke, muss unentschieden bleiben.

e. Stratigraphische Gliederung des Jung-Paläozoikums. — Den besten Ausgangspunkt bieten die Permkalke. Sie dürften nach F. Kahler und E. Flügel (mündl. Mitt.) in Nordwest-Anatolien im wesentlichen das Mittelperm und den tieferen Teil

des Oberperm umfassen. Auch Erk (1942: 60), Wellnhofer (1966: 14) und Çakıroğlu (1969:169) kamen zu diesem Ergebnis. Die Oberkante der Permkalke mag in unserem Gebiete in der Mitte des Tatar liegen. Ihre Unterkante dürfte an der Artinsk/Kazan-Grenze zu suchen sein, da die jüngsten Olistholithe der Orhanlar-Schichten Artinsk-Alter aufweisen.

Die Orhanlar-Schichten reichen damit bis ins Perm hinauf. Andererseits ist ihr tieferer Teil karbonisch. Höll (1966: 70) nennt von Demirkapı, NE Balıkesir, *Pterinopeclen papyraceus* (Sow.). Özkoçak (1969) stellte eine N Orhaneli im tieferen Teil der Grauwacken aufgefundene Mikroflorula mit Vorbehalt ins Unterkarbon. Da aber gerade Olistholithe von Vise-Kalk in den Orhanlar-Schichten besonders häufig sind, möchte ich ihre Sohle etwa der Grenze Unter/Oberkarbon gleichsetzen.

Die Orhanlar-Schichten sind, wie schon früher bemerkt (Brinkmann, 1966: 609; 1968:112), bis nach Ost-Anatolien verbreitet. Bei Ankara sind ihnen die Dikmen-Schichten äquivalent. Sie bestehen nach der neuen Fassung (Erol, 1968:6) ebenfalls aus anchimetamorphen Grauwacken. Fossilien sind hier bislang nur in Olistholithen gefunden worden (Chaput, 1933). Vielleicht entstammt auch der von Leuchs (1943: 59) erwähnte Fund von *Rhynchonella cuboides* einem solchen ortsfremden Block.

In den Çobanlar-Schichten fand sich nur Pflanzenhäcksel. Ihr zeitlicher Abstand von den Orhanlar-Schichten dürfte gering sein.

2. Trias

Bei Havran ist die Ausbildung der Trias-Schichten nach Gümüş (1964: 62) und Aslaner (1965:39) durchweg klastisch. Von der Sohle zum Hangenden verringert sich die Korngröße von Kristallin-Konglomeraten über Arkosen zu Sandsteinen und Siltsteinen, die in den Jura überleiten. Die Mächtigkeit beträgt bei Havran 400 m, nach N nimmt sie rasch ab. Die untere Hälfte des Profils dürfte festländischer Entstehung sein. In den Arkosen stellen sich die ersten marinen Fossilien ein, sie gehören dem Skyth/Anis an. Aus den Sandsteinen und Siltsteinen nennt Gümüş eine reichere Zweischalerfauna von obertriadischem Alter.

Bei Bozköy, NNE Zeytindağ, werden die Orhanlar- und Permkalk-Schichten leicht diskordant von grauen und roten, lockeren Feinkonglomeraten überlagert. Die Gerolle, Permkalke und rote Radiolarite, sowie die fluviatile Schrägschichtung weisen auf eine Herkunft von NE hin. Wahrscheinlich handelt es sich um Untertrias.

Die auf der Geologischen Karte bei Yenice angegebenen vier Trias-Vorkommen (v. d. Kaaden, 1959:21) waren im Gelände nicht aufzufinden. Vielleicht sind sie irrtümlich eingetragen, denn an zwei anderen Punkten fanden sich Gesteine, die der Trias angehören dürften. An der Gazi Çeşmesi, W Yenice, sind es helle und rote Konglomerate und Sandsteine, bei Umurlar, SE Yenice, graue Phyllit-schotter. Fossilien fehlen hier wie dort.

Bei Balya hatte Bukowski (1892: 15)—gegenüber Aygen (1956: 53)—bereits zutreffend erkannt, dass die Trias-Schichten eine nach Osten überkippte Mulde

füllen. Demgemäss folgen über 30-50 m groben, aus Permkalk bestehenden Basal-Konglomeraten und Sandsteinen ca. 200 m dunkle, sandige Tonsteine. Die ersten marinen Fossilien stellen sich schon in den Konglomeraten, etwa 10 m über deren Basis ein. Die Hauptfundstellen liegen in der feinklastischen Folge. Bukowski (1892) und Bittner (1891-1895) unterschieden eine ältere Fauna mit *Spirigera manzavinii* Bittn. und eine jüngere mit *Halobia neumayr*. Bittn. Ihr Alter ist viel erörtert worden, Zapfe (1967: 15) stellt aufgrund neuer Vergleiche beide ins Oberrhin/Rät.

Die von Erk (1942: 69) aufgefundene Trias von Iğdır, NE Bursa, stimmt petrographisch und faunistisch mit der von Balya überein. Dagegen entfällt das von Altınlı (1943: 13) genannte Trias-Vorkommen Demirtaş N Bursa. Die auf seiner Taf. 3, Fig. 4 sichtbaren Fossilien sprechen ebenso wie das Gestein viel mehr für Perm als für Trias (E. Flügel, schriftl. Mitt.)

3. Jura

a. Unterer Jura. — Diese Abteilung ist in Nordwest-Anatolien räumlich nur beschränkt und stratigraphisch lückenhaft vorhanden. Die bislang bekannten Fundpunkte sind: Söğüt (Oberhauser, 1954: 203), Akçakoyun N Karacabey (Altınlı, 1943: 14), Edremit-Havran (Gümüş, 1964: 68; Aslaner, 1965: 44), Terzialan S Çan (v.d. Kaaden, 1959: 22). Hier sind Leitfossilien des Ober-Sinemuriums und des Pliensbachiums nachgewiesen worden. Die übrigen Stufen sind aus dem Gebiet noch unbekannt. Die Sedimente sind dunkle Siltsteine und feinkörnige Kalksandsteine. Bei Akçakoyun sind darin rote Knollenkalke und Krinoidenkalke nach der Art der Adneten und Hierlatzkalke eingelagert.

b. Mittlerer Jura. — Der tiefere Mitteljura ist durch Fossilien nicht belegt. Der höhere Teil des Mitteljura ist in der Regel als gelblicher oder rostbrauner Kalksandstein und sandiger Oolithkalk ausgebildet. Darin sind bei Bilecik (Granit und Tintant, 1960), Dağakçaköy S Bursa und Fındıklı SW Gönen (Akkuş, 1963:5,8), Akçakoyun N Karacabey und Subaşı N Apolyont Gölü (Altınlı, 1943: 15), Havran (Gümüş, 1964:70) Bajocium und Callovium nachgewiesen.

Bei Çan, Yenice und Biga treten Basalte und Tuffe auf, die ihre grösste Mächtigkeit bei Çalköy SW Çan erreichen. Bezeichnend sind für sie eckige Einschlüsse von hellen Kalken und schwarzen Permkalken (Dessauvagié und Dağar, 1963:77). Auch das von v.d. Kaaden (1959:20) bei Yuk. Çavuş SW Yenice gemeldete Perm-Vorkommen dürfte hierzu gehören. Blanc (1965) stellte die Vulkanite ins Perm. Aber die Verbandsverhältnisse verweisen sie in den Jura. Während ihre Unterlage wechselt, sind sie zum Hangenden stets mit dem Oberjura-Kalk verknüpft.

c. Oberer Jura. — Der Oberjura beginnt häufig mit einem kalkig-sandigen Konglomerat, einer Oolithkalk- oder Schulbank, auch da, wo er anscheinend ohne grössere Lücke dem Mitteljura auflagert. Das Alter der Basis-Schichten konnte bei Bilecik (Granit und Tintant, 1960), Havran (Aslaner, 1965:46) und Soma (Brinkmann *et al.*, 1971:00) als Callovium/Oxfordium festgelegt werden. Darüber folgen einige 100 m lichtgraue Bankkalke in einer über das ganze Gebiet sehr gleichartigen Ausbildung. Sie reichen nach Calpionellen-Funden bis an die Grenze Jura/Kreide.

III. ERDGESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG

Zu Beginn des *Unterkarbon* war Nordwest-Anatolien Festland. Es bestand vom Golf von İzmit im N bis in die Gegend von Bergama-Soma im S an seiner Oberfläche aus schwach metamorphen, kristallinen Schiefern. Die hochkristallinen Kerngesteine des Kaz Dağı und Uludağ waren damals sehr wahrscheinlich noch nicht durch die Abtragung freigelegt. Nicht-metamorphe Schichtgesteine des Ordoviz, Silur und Devon stellten sich im N erst auf der Halbinsel Kocaeli, im S auf der Halbinsel Karaburun und der Insel Chios ein. Es ist anzunehmen, dass sie ursprünglich auch das Zwischengebiet bedeckt haben und hier infolge einer Hebung abgetragen worden sind.

Diese über grössere Teile von Anatolien verfolgbare Aufwölbungszone war (Brinkmann, 1968: 112) als Nord-Anatolische Kristallin-Schwelle bezeichnet worden. Sie entstand wohl im tiefen Unterkarbon. Doch schon im Vise wurde sie kurz-dauernd überflutet. In welcher Ausdehnung, lässt sich nach dem einzigen anstehenden Vorkommen Bozviran nicht sagen. Auf sekundärer Lagerstätte ist Kohlenkalk aber in Nordwest-Anatolien bis über Ankara hinaus recht verbreitet.

Im *Oberkarbon* sank die Schwelle gänzlich zurück. An ihrer Stelle entstand eine ausgedehnte Geosyncline. In ihr lagerten sich anfangs auf beschränkter Fläche die Çobanlar-Schichten, später über den ganzen Raum die Orhanlar-Schichten ab. Letztere stellen eine etwa 1 000 m mächtige, marine Grauwacken-Flyschfolge mit Einlagerungen von Kalken und Radiolariten dar. Das Auftreten von Olistolithen verleiht ihr stellenweise Wildflysch-Charakter. Ein basischer Vulkanismus war verbreitet und gewann in einzelnen Zonen grössere Bedeutung.

Während des Oberkarbons und Unterperms bestand also in Nordwest-Anatolien ein west-östlich gestreckter, eugeosynklinaler Flyschtrog. Sein Nordufer lag südlich der Zone İstanbul-Kocaeli-Ereğli-İnebolu. Bei Zonguldak-Amasra sind das Namur und Westfal als limnische, kohlenführende Schichten, das Stephan und Perm als kontinentale Rotgesteine ausgebildet. Bei İstanbul fehlt höheres Oberkarbon (Kaya, 1969: 162). Noch weiter nördlich, im Bereich des Schwarzen Meeres, lag das Pontische Festland (Frech 1902:396; Wilser, 1927: 30). Es war grossenteils aus Hochkristallin aufgebaut und lieferte den Hauptteil der klastischen Stoffe sowohl für die Oberkarbon-Unterperm-Ablagerungen von Zonguldak-Amasra wie für die zeitlich äquivalenten Orhanlar-Schichten. Gneise und Granite kommen als vereinzelte Gerolle im Oberkarbon von Zonguldak vor. Nach dem Feldspat-Gehalt der Grauwacken müssen diese Gesteine im Abtrags-Gebiet auf grossen Flächen zutage gelegen haben.

Der Südrand des Orhanlar-Troges verlief nicht weit nördlich von Chios und Karaburun. Auf Chios enthält eine nördlich der Insel beheimatete Deckscholle Oberkarbon und Unterperm, aber in einer geringmächtigen, neritischen Ausbildung (Besenecker *et al.*, 1968:134). Auf Karaburun sind fossilreiche Bankkalke des tieferen Oberkarbon bekannt (Salah, 1970), Perm scheint zu fehlen. Ein Festland ist südlich von İzmir nicht nachweisbar. Wahrscheinlich stellte die südliche Ägäis und Südwest-Anatolien damals eine Flachsee dar, die sich bis in den westlichen Taurus (de Graciansky *et al.*, 1967: 14) erstreckte. Im östlichen Teil unseres Gebiets ist es bemerkenswert, dass die Mächtigkeit der Orhanlar-Schichten (unter Bedeckung

von Permkalk) zwischen Balikesir und Bilecik gegenüber dem Durchschnitt stark verringert ist. Sie beträgt hier nur 100-300 m. Es muss unentschieden bleiben, ob der Uludağ und seine westliche Fortsetzung nur eine Schwelle in der Orhanlar-Geosynkline darstellten oder ob er deren Südrand bildeten.

Mit dem *Mittelperm* endete der Absatz der Orhanlar-Grauwacken. In manchen Gebieten kam es zu Emersionen und Abtragungen, sogar zu lokalen Diskordanzen. Im ganzen aber blieb Nordwest-Anatolien unter Wasser. Nur die Sedimentations-Verhältnisse änderten sich beträchtlich. Anstelle geosynklinaler Turbidite lagerten sich nunmehr im ganzen Gebiete organogene Seichtmeer-Kalke ab.

Im *Oberperm* wurde Nordwest-Anatolien auf einige Zeit trocken gelegt. Schrittweise griff das Trias-Meer von neuem vor. Chios und Karaburun sanken im Mittelskyth unter Wasser. Bei Havran und auf der Halbinsel Kocaeli bestanden um diese Zeit noch kontinentale Becken, die erst gegen Ende des Skyth überflutet wurden. Das übrige Nordwest-Anatolien verschwand erst im Nor/Rät unter dem Meeresspiegel. Das langsame Vorschreiten der Trias-Transgression lässt vermuten, dass während der oberpermisch-triadischen Festlandszeit tektonische Vorgänge tätig waren und ein gegliedertes Relief geschaffen haben. Auch die vorwiegend klastische Fazies der Trias-Schichten gegenüber der kalkigen auf Karaburun und Kocaeli spricht dafür, dass Nordwest-Anatolien damals eine Flachsee mit einer Reihe von Inseln darstellte.

Genauere Vorstellungen lassen sich aus einer paläo-geologischen Karte gewinnen, auf der die Unterlage der Trias-Ablagerungen veranschaulicht ist (Taf. II). Die Zahl der Beobachtung-Punkte ist zwar gering, trotzdem ergeben sich einige wichtige Folgerungen. Es zeigt sich, dass die Orhanlar-Schichten und der Permkalk bereits zu Beginn der Trias-Zeit weithin denudiert waren. Nur in zwei tektonischen Senkungsfeldern sind sie erhalten geblieben. Die eine Muldenzone erstreckte sich von Zeytindağ nach Balya. Ihre Westflanke war von einem Sattel begleitet. Er wurde von Kaz Dağı gebildet, allerdings hatte sein Kamm zu jener Zeit eine nordnordöstliche Richtung. Eine zweite Muldenzone verlief von Balya gegen Bursa, sie ist nur durch die Trias von Iğdır belegt.

Der *Untere und Mittlere Jura* war ähnlich wie die Trias eine Periode der tektonischen Boden-Unruhe, begleitet von Regressionen und Transgressionen. Die Ablagerungen sind gegenüber der kalkigen Entwicklung auf Karaburun vorwiegend klastisch ausgebildet. Wie in der Trias stellte Nordwest-Anatolien im älteren Jura wohl einen Archipel dar.

Am Anfang des Oberen Jura erfolgte eine grosse Transgression, ganz Nordwest-Anatolien wurde überflutet. Das ergibt sich aus der weiten Verbreitung und der einheitlichen Fazies der Ablagerungen. Oberjura-Kalke sind an zahlreichen Punkten des Gebiets erhalten geblieben und erlauben, ihre Liegend-Schichten zu beobachten. Die paläo-geologische Karte der Jura-Basis (Taf. III) ist daher weit genauer als die der Trias. Grundsätzlich hat sich das Kartenbild allerdings kaum geändert. Man erkennt wiederum die beiden grossen Mulden Zeytindağ - Balya-Gönen und Mustafakemalpaşa - Bursa - Bilecik. Längs ihrer Achse sind die Permkalke der Abtragung entgangen. Auf ihren Flanken sind die Orhanlar-Schichten erhalten geblieben. Die Sättel kennzeichnen sich dadurch, dass hier die Jura-Schichten unmittelbar auf Kristallin lagern. Meist sind es Phyllite, stellenweise aber

auch Granite und deren Kontakt-Gesteine. Auf den Hebungs-Gebieten hatte also die fortschreitende Denudation im Jura bereits tiefere Stockwerke des kristallinen Unterbaus freigelegt, als das im Oberkarbon der Fall gewesen war. Im gleichen Sinne sprechen die Granit- und Gneis-Gerolle, die Akkuş (1963: 3) und Özkoçak (1969: 62) im Mitteljura des westlichen Uludağ fanden. Bei Balya und nördlich Bursa bilden Trias-Schichten den innersten Muldenkern. Hier hat die Tendenz zur Einmuldung vom Ausgang des Perm bis in den Jura im gleichen Sinne fortgewirkt. Aber nicht überall fallen die vor-triadischen und die nach-triadischen Strukturen zusammen. Zwischen Havran und Yenice gibt es einige auf Kristallin ruhende Trias-Vorkommen. Sie besagen, dass sich auf der vor-triadisch stark gehobenen Ostflanke des Kaz Dağı während der Trias ein Senkungsfeld angelegt hat.

Im einzelnen ist zu Taf. III Folgendes zu bemerken. Die Westküste der Biga-Halbinsel wird von einer Mulde begleitet, der das Perm von Ezine und Bozcaada (Kalafatçioğlu, 1963: 63) angehört. Sie wird im Osten durch den Kaz Dağı-Sattel begrenzt, dessen Achse wie in triadischer Zeit NNE-SSW verlief. Die Westflanke des Sattels ist am Dikili Tepe zwischen Edremit und Ezine gut festlegbar. Hier lagern einige Oberjura-Schollen auf wechselnder Basis, im Westen auf Orhanlar-Grauwacke, im Osten auf Kristallin (Abb. 1). Die First des Sattels ist im Gebiet von Yenice - Çan - Biga durch eine schmale Mulde zweigeteilt. Permkalke finden sich hier allerdings nur als Einschlüsse in Jura-Vulkaniten, anstehend sind sie nicht erwiesen. Die dieser Mulde angehörenden Grauwacken lassen sich nach Norden bis Hodul, SE Biga, verfolgen (E. İzdar, mündl. Mitt.).

Östlich des Kaz Dağı-Sattels gelangt man in die grosse Mulde Zeytindağ-Balya - Gönen. Sie setzt im Süden zwischen İzmir und Bergama mit Permkalken und Trias-Konglomeraten, ein. Zwischen Bergama und Kınık liegt der Oberjura-Kalk teils auf Permkalk, teils auf Orhanlar-Grauwacke, wie Al-Malazi (1968) und Homci (1968) gezeigt haben. Die Umgebung von Balya ist bereits von Aygen (1956) ausführlich dargestellt worden, doch sind dabei die oben erwähnten Berichtigungen zu berücksichtigen. Der Muldenbau der vor-jurassischen Schichten kommt in dieser Gegend durch die Erhaltung der Trias im Mulden-Kern und das Übergreifen des Oberjura auf beiden Flügeln besonders deutlich zum Ausdruck.

Die Oberkarbon - Perm - Vorkommen von Demirkapı NE Balıkesir und Alpagut SSE Mustafakemalpaşa lassen sich bei ihrer isolierten Lage tektonisch nicht sicher einordnen. Es muss fraglich bleiben, ob sie mit einer der grossen Mulden in Verbindung standen oder nicht.

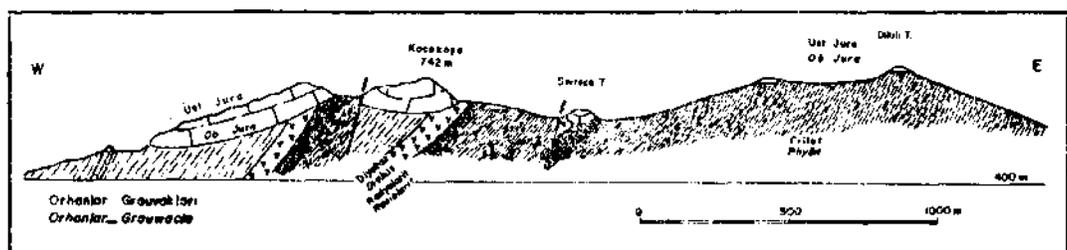


Abb. 1 - Profil über den Kocakaya und den Dikili Tepe (Westlicher Kaz Dağı zwischen Edremit und Ezine).

Diskordantes Auflager des Jura auf Orhanlar-Schichten und Kristallin.

Die grosse Mulde Mustafakemalpaşa - Bursa - Bilecik ist in ihrem westlichen Teile breit, aber seicht gestaltet. Nur Orhanlar-Schichten scheinen in ihr erhalten geblieben zu sein. Gegen Osten wird die vor-jurassische Faltung lebhafter und ihr Tiefgang grösser. Permkalk stellt sich mit beträchtlichen Mächtigkeiten ein und füllt zwei Spezial-Synklinen, die von Bursa - Yenişehir und die von İnegöl. Sie werden durch eine Antikline getrennt, die von S Yenişehir bis an den Sakarya reicht. Besonders klar ist das diskordante Auflager des Oberjura am Sakarya-Durchbruch N Osmaneli erschlossen (Abb. 2). Das kristalline Grundgebirge (Amphibolit mit Phyllit-Hülle) ist gemeinsam mit dem Oberkarbon-Perm zu einer Antikline und zwei randlichen Synklinen gefaltet. Die vor-jurassische Abtragung legte auf der Antiklinal-First das Kristallin bloss, während in den Synklinen Permkalk erhalten blieb. Die Oberjura-Schichten greifen über die Falten hinweg und sind selbst noch zu einem Sattel verbogen.

Die Ränder der grossen Mulde Mustafakemalpaşa - Bursa - Bilecik sind nur angenähert festlegbar. Im Norden ruhen der Jura bei Karacabey und der Buntsandstein von Taşköprü am Golf von İzmit auf Kristallin. Für den Verlauf des südlichen Mulden-Randes liefert der Çatakaya NE Orhaneli (Özkoçak, 1969: 54) einen wichtigen Anhaltspunkt. Auf dem Berggipfel greift der Jura-Kalk (nach E. Flügel, schriftl. Mitt.) von Orhanlar-Grauwacken im Westen auf Phyllite des Uludağ im Osten über. Weiter östlich, bei Bilecik, und ausserhalb der Karte Taf. III, bei Sögüt und Bozöyük, ist das Auflager des Oberjura auf metamorphen Gesteinen oder alten Graniten öfters erschlossen.

Die beiden grossen Mulden laufen im ganzen dem Streichen der Faltung und Schieferung im kristallinen Grundgebirge parallel. Die Mittelwerte sind

Uludağ (Ketin, 1947: 80)	ESE
Bandirma - Gemlik (Altınlı, 1943, Karte)	E-W
Kapıdağ (Ketin, 1946: 76)	ENE
Balya (Aygen, 1956, Karte)	NE
Mittlerer Kaz Dağı (v.d. Kaaden, 1959: 19)	NE bis NNE
Edremit - Havran (Gümüş, 1964: 81; Aslaner, 1965: 71) ..	NE bis NNE

Die Schieferung im Kristallin bildet also ebenso wie die beiden grossen Mulden einen gegen Nordwesten konvexen Bogen. Vom Beginn des Paläozoikums bis ins Mesozoikum haben damit in Nordwest-Anatolien die gleichen Richtungen fortgewirkt.

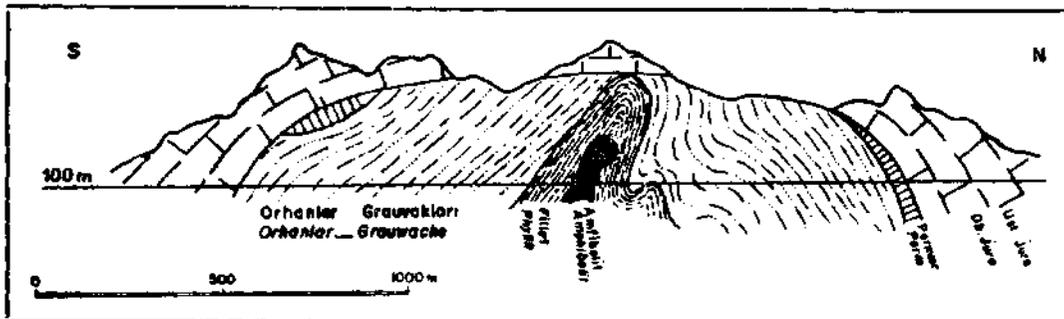
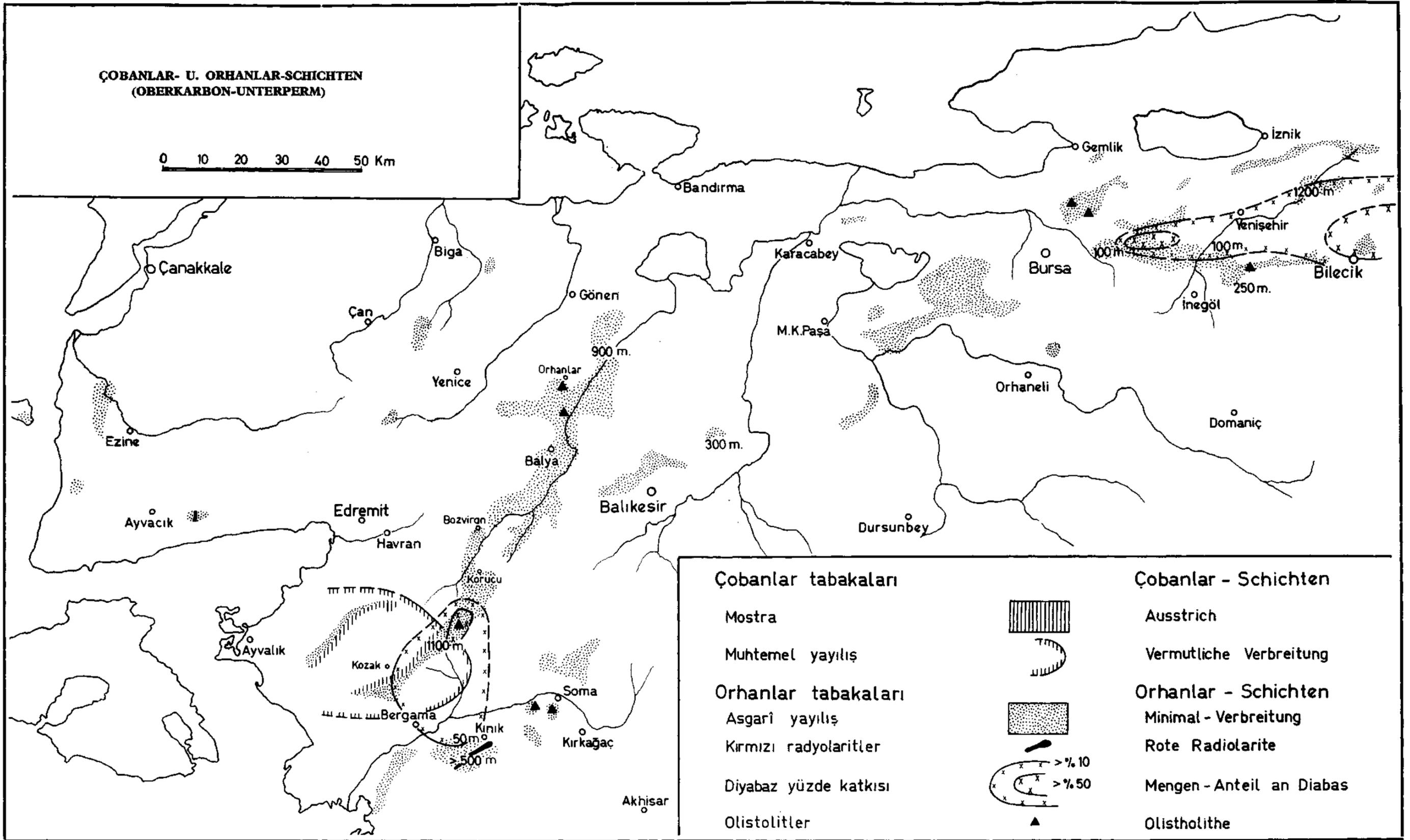
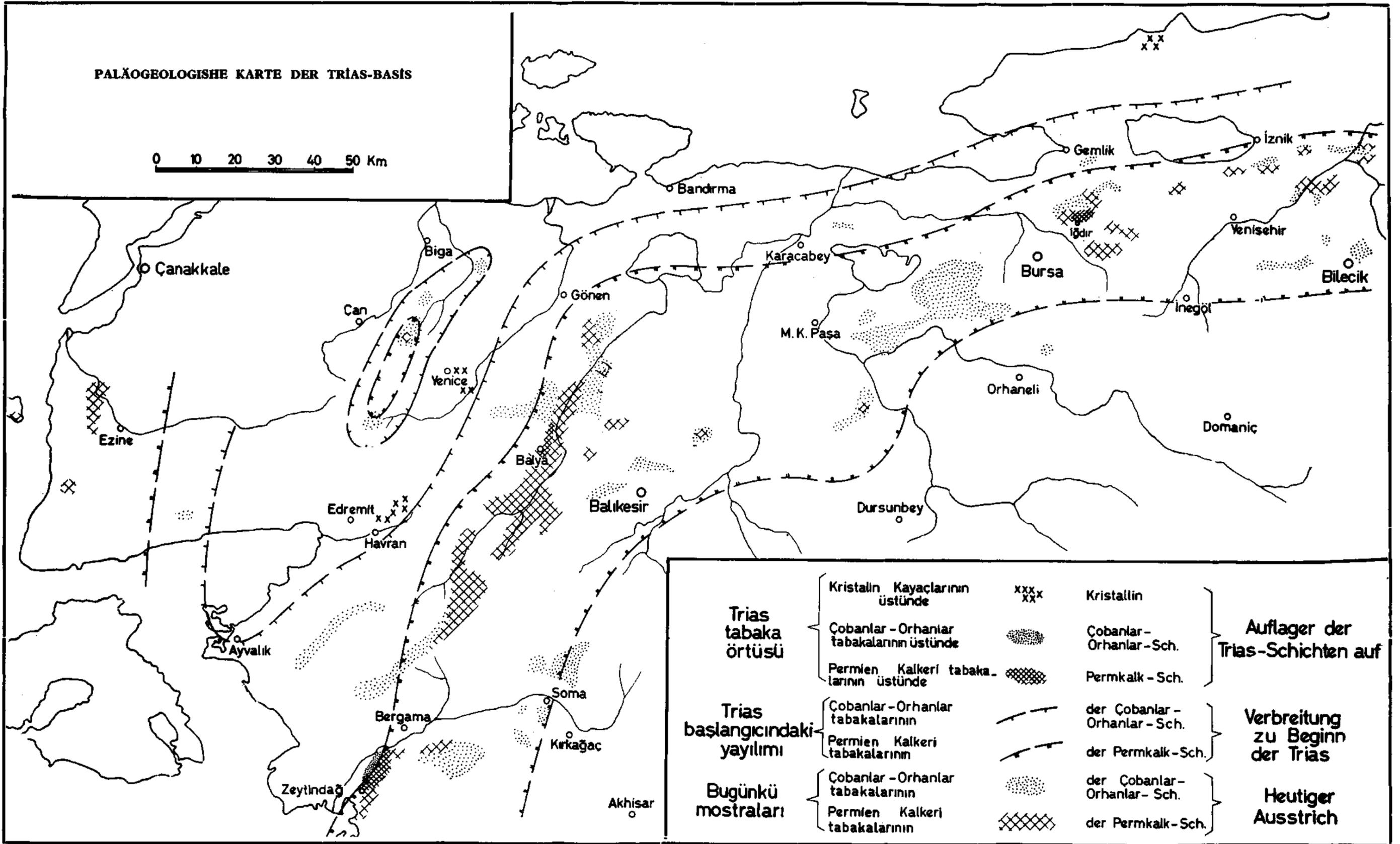


Abb. 2 - Profil des Sakarya-Durchbruchs nördlich Osmaneli.

Zweimalige — vor-jurassische und nach-jurassische — Auffaltung des Sattels.



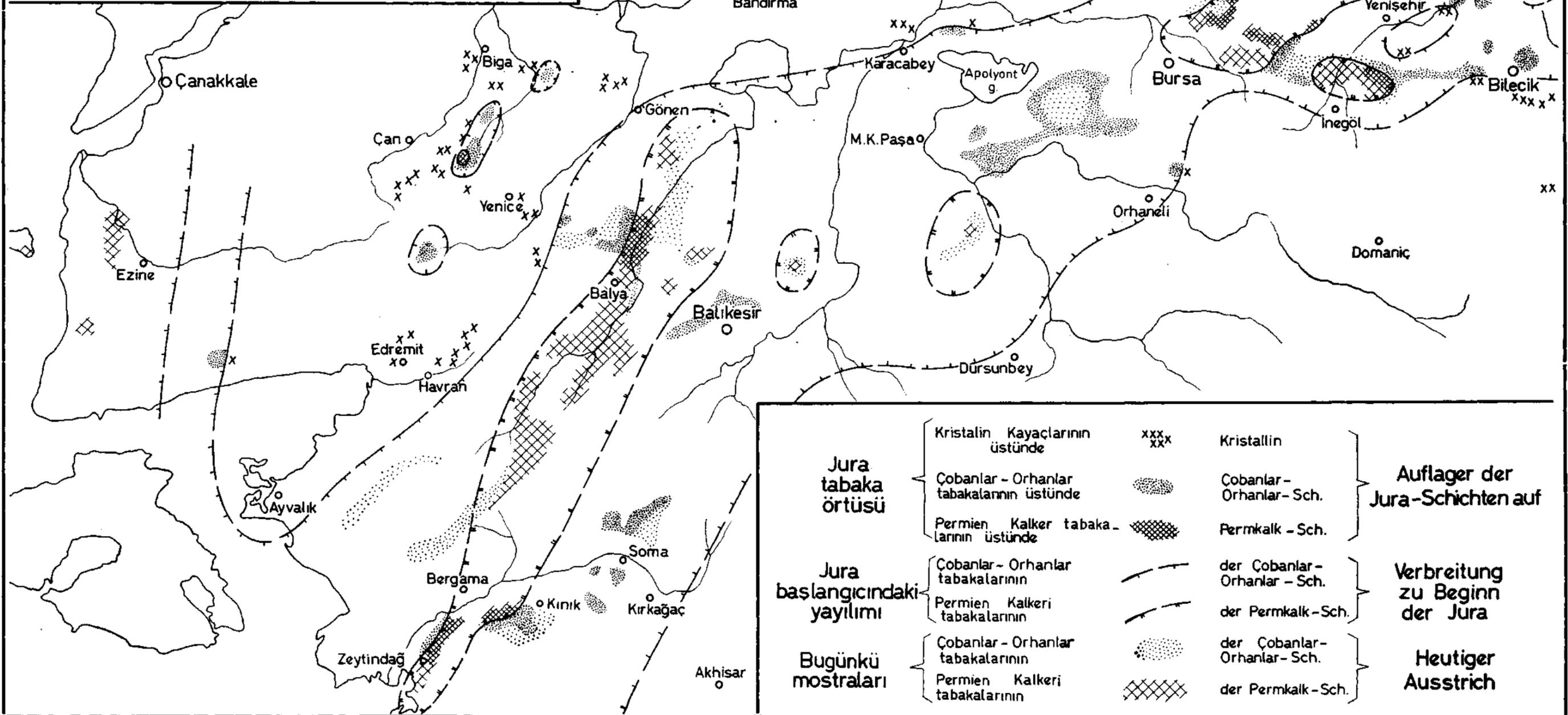
PALÄOGEOLOGISCHE KARTE DER TRIAS-BASIS



Trias tabaka örtüsü	Kristalin Kayaclarının üstünde	xxxx xx	Kristallin	Auflager der Trias-Schichten auf
	Çobanlar - Orhanlar tabakalarının üstünde	•••••	Çobanlar-Orhanlar-Sch.	
	Permien Kalkeri tabakalarının üstünde	▣▣▣▣	Permikalk - Sch.	
Trias başlangıcındaki yayılımı	Çobanlar - Orhanlar tabakalarının	— — — — —	der Çobanlar - Orhanlar - Sch.	Verbreitung zu Beginn der Trias
	Permien Kalkeri tabakalarının	— — — — —	der Permikalk - Sch.	
Bugünkü mostraları	Çobanlar - Orhanlar tabakalarının	•••••	der Çobanlar - Orhanlar - Sch.	Heutiger Ausstrich
	Permien Kalkeri tabakalarının	▣▣▣▣	der Permikalk - Sch.	

PALÄOGEOLOGISCHE KARTE DER JURA-BASIS

0 10 20 30 40 50Km



Jura tabaka örtüsü

- Kristalin Kayaçlarının üstünde xxx
xxx
- Çobanlar - Orhanlar tabakalarının üstünde ●●●
- Permien Kalker tabakalarının üstünde ▣▣▣

- Kristalin
- Çobanlar - Orhanlar - Sch.
- Permikalk - Sch.

Auflager der Jura-Schichten auf

Jura başlangıcındaki yayılımı

- Çobanlar - Orhanlar tabakalarının — — —
- Permien Kalkeri tabakalarının - - -

- der Çobanlar - Orhanlar - Sch.
- der Permikalk - Sch.

Verbreitung zu Beginn der Jura

Bugünkü mostraları

- Çobanlar - Orhanlar tabakalarının ●●●
- Permien Kalkeri tabakalarının ▣▣▣

- der Çobanlar - Orhanlar - Sch.
- der Permikalk - Sch.

Heutiger Ausstrich

Aber diese Richtungen spielen auch in der jungmesozoisch-känozoischen Tektonik noch eine gewisse Rolle. Die Bewegungen in der Mulde Zeytindağ-Balya-Gönen scheinen zur Ruhe gekommen zu sein. Aber auf ihren beiden Flanken haben sich flache Sättel mit demselben NNE-Streichen angelegt. Im Westen ist es die Kuppel von Kozak, in deren Kern Granit zutage tritt, im Osten die Aufwölbungs-Zone Soma Dağları-Şifa Dağ. Schliesslich folgen auch die İzmir-Ankara - Radiolarit-Ophiolith-Zone und der Rand des Menderes-Massivs zwischen İzmir und Akhisar der NNE-SSW-Richtung. Erst seit geologisch jüngster Zeit, seit dem Ende des Tertiär, überlagern E-W streichende, tektonische Linien das alte Muster. Der Südteil des Kaz Dağı-Sattels wurde durch den Küsten-Abbruch von Edremit abgeschnitten und versenkt. Auch der Bakır Çay- Graben kreuzt bei Bergama und Soma die älteren Strukturen.

Im nördlichen Teil unseres Gebiets trat keine solche Änderung der tektonischen Richtungen ein. Hier blieb das E-W-Streichen bis heute herrschend. Die Mulde Mustafakemalpaşa - Bursa - Bilecik kam in der Oberkreide erneut ins Sinken. Gleichzeitig begann der Uludağ wieder aufzusteigen; er dürfte sich bis zur Gegenwart in Hebung befinden. Junger Entstehung sind auch die Kette der Senken Manyas Gölü - Apolyont Gölü - Bursa - Yenişehir sowie die Becken von İznik und İzmit. Sie begleiten die Äste der nord-anatolischen Blattverschiebung.

IV. RÜCKBLICK

Im ganzen bietet unser Gebiet ein erdgeschichtlich einfaches Bild. Der Schichtbestand ist lückenhaft. Lange Perioden der Hebung wechseln mit kürzeren der Senkung. Seit dem Beginn des Paläozoikums stehen etwa 450 Mill. Jahre der Denudation höchstens 150 Mill. Jahre Sedimentations-Zeit gegenüber. Die tektonische Entwicklung war konsequent. Die gleichen Linien blieben lange in Funktion. Der tektonische Stil vereinfachte sich im Laufe der Zeit. Das kristalline Grundgebirge weist einen verwickelten Bau auf. Im Mesozoikum herrschte Bruchfaltung. Im Känozoikum wird das Gebiet in ein Schollenland zerlegt (Brinkmann *et al.*, 1971: 00).

Nordwest-Anatolien wird auf vielen geotektonischen Karten ohne nähere Prüfung dem Zuge der jungen, mediterranen Kettengebirge zugerechnet. Die obige Darstellung zeigt, dass dies Gebiet weder nach seiner geologischen Geschichte noch nach seinem tektonischen Bau als Teil des alpidischen Tektogens angesehen werden kann. Das Gleiche trifft, wie abschliessend kurz bemerkt sei, für grosse Flächen des inneren Anatolien zu. Auch sie entbehren einer geosynklinalen Vorgeschichte und einer alpinotypen Struktur. Sie stellen vielmehr Bruchfalten-Gebirge dar, die aus einem mobilen Schelf bzw. aus Parageosynklinen hervorgegangen sind.

Manuscript received March 25, 1971

L I T E R A T U R

- AL-MALAZI, A. (1968) : Geologische Untersuchung in West-Anatolien. *Dipl.-Arbeit Univ. Hamburg*, 45 S. (unveröff.).
- ALTINLI, E. (1943) : Bandırma-Gemlik arasındaki kıyı sırası incelemesi. *Ist. Üniv. Fen Fak. Monogr.*, Tab. II. 6. 59 S.

- ALTINLI, E. (1965a) : Geologie and Hydrologie investigation of the İnegöl basin. *Ist. Üniv. Fen Fak. Mecm.*, Ser. B 28, 173-199, Istanbul.
- (1965b) : Geologic and Hydrogeologic investigation of the Yenişehir basin. *Ist. Üniv. Fen Fak. Mecm.*, Ser. B 30, 31-51, Istanbul.
- AKKUŞ, M. F. (1963) : Upper Jurassic in the areas of Dağaçeköy (SW Bursa) and Findıklı (SW Gönen) *Bull. Geol. Soc. Turkey, VIII*, S. 1-18, Ankara.
- ASLANER, M. (1965) : Etüde geologique et petrographique de la region d'Edremit-Havran (Turquie). *M.T.A. Publ. no. 119*, 98 S., Ankara.
- AYGEN, T. (1956) : Etüde geologique de la Region de Balya. *M.T.A. Publ. no. D 11*, 95 S., Ankara.
- BESENECKER, H.; DÜRR, St.; HERGET, G.; JACOBSHAGEN, V.; KAUFMANN, G.; LÜDTKE, G.; ROTH, W. & TIETZE, K.-W. (1968) : Geologie von Chios (Aegäis). *Geolog, et Palaentolog. 2*, 121-150, Marburg.
- BITTNER, A. (1891) : Tnasprefakten von Balya in Kleinasien. *Jahrb. K.K. Geol. Reichsanst. 41*, 97-116. Wien 1891. Fortsetzungen: 42, 77-89. 1892; 45, 249-254.
- BLANC, P. (1965) : Serie stratigraphique de Çalköy (Anatolie occidentale, Turquie). Presence de spilites dans le Permien. *C.R. Soc. Geol. Fr. 1965*, 100-102. Paris.
- BRINKMANN, R. (1966) : Geotektonische Gliederung von West-Anatolien. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1966, 603-618, Stuttgart.
- (1968) : Einige geologische Leitlinien von Anatolien. *Geolog, et Palaeontolog. 2*, 111-119, Marburg, 1968.
- BRINKMANN, R.; FEIST, R.; MARR, W.U.; NICKEL, E.; SCHLIMM, W. & WALTER, H. R. (1970) : Geologie der Soma Dağları. *M.T.A. Bull. no. 74*, Ankara.
- BUKOWSKI, G. V. (1892) : Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Balya Maden im nordwestlichen Kleinasien. *Sitzber. Ak. Wiss. Math.-Nat. Kl. 101*, 214-235, Wien.
- ÇAKIROĞLU, A. (1969) : Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen in der Kocadağ-Ak9enger-Region nordöstlich von Bergama (West-Türkei). *Dipl.-Arbeit T.H.* 175 S. (unveröff.), Darmstadt.
- CHAPUT, E. (1933) : L'Anthracolithique dans l'Anatolie centrale. *C.R. Ac. Sci. 197*, 1134-1136, Paris.
- (1936) : Voyages d'etudes geologiques et geomorphologiques en Turquie. *Mem. Inst. Franc. d'Archeol. de Stamboul II*, 312 S., Paris.
- COQUAND, H. (1878) : Notice geologique sur les environs de Panderma. *Bull. Soc. Geol. Fr. III*, 6, 347-357. Paris.
- DESSAUVAGIE, T. F.J. & DAĞER, Z. (1963) : Occurrences of Lasiodiscidae in Anatolia. *M.T.A. Bull. no. 60*, Ankara.
- ENDERLE, J. (1900) : Über eine anthrakolithische Fauna von Balya Maden in Kleinasien. *Beitr. Pal. Österr.-Ung. 13*, 49-109, Wien.
- ERK, S. (1942) : Etüde geologique de la region entre Gemlik et Bursa (Turquie). *M.T.A. Publ. B 9*, 295 S., Ankara.
- EROL, O. (1968) : Paleozoic formations and the problem of Paleozoic - Mesozoic boundary in the Ankara region (with Summary in English). *Bull. Geol. Soc. Turkey. XI*, 1-20, Ankara.
- FRECH, F. (1899) *Lethaea geognostica. I. Teil, Bd. 2.* 788 S., Stuttgart.
- GRACIANSKY, P. de; LEMOINE, M.; LYS, M. & SIGAL, J. (1967) : Une coupe stratigraphique dans le Paleozoique superieur et le Mesozoique a l'extremite occidentale de la chaine sud-anatolienne (Nord de Fethiye). *M.T.A. Bull. no. 69*, 10-33, Ankara.
- GRANIT, Y. & TINTANT, H. (1960) : Observations preliminaires sur le Jurassique de la region de Bilecik. *C.R. Ac. Sci. 251*, 1801-1803, Paris.
- GÜMÜŞ, A. (1964) : Contribution a l'etude geologique du secteur septentrional de Kalabak Köy-Eymir Köy (region d'Edremit, Turquie). *M.T.A. Bull. 117*, 109 S. Ankara.

- HÖLL, R. (1966) : Genese und Altersstellung von Vorkommen der Sb-W-, Hg-Formation in der Türkei und auf Chios-Griechenland. *Abh. Bayr. Ak. Wiss. Math.-Nat. Kl. N.F.* 727. 118 S.
- HOMCI, H. (1968) : Geologische Kartierung im Gebiet südlich Kınık. *Dipl.-Arbeit Univ. Hamburg*, 59 S. (unveröff.).
- İZDAR, E. (1968) : Kozak intruzif petrolojisi ve Paleozoik çevre kayaçları ile jeolojik bağlantıları. *Bull. Geol. Soc. Turkey* no. XI, (1/2) 140-179, Ankara.
- KAADEN, G. v. d. (1959) : Age relations of magmatic activity and of metamorphic processes in the northwestern part of Anatolia. *M.T.A. Bull.* no. 52, 15-34, Ankara.
- KALAFATÇIOĞLU, A. (1963) : Geology around Ezine and Bozcaada. *M.T.A. Bull.* no. 60, Ankara.
- KAYA, O. (1969) : Karbon bei İstanbul. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1969, 160-173. Stuttgart.
- KETİN, İ. (1946) : Kapıdağı yarımadası ve Marmara adalarında jeolojik araştırmalar. *Ist. Üniv. Fen Fak. Mecm.* seri B 11, 69-83. İstanbul.
- (1947) : Geologische Karte und Profile des Uludağ-Massivs. *Bull. Geol. Soc. Turkey* no. I (1), 60-88, Ankara.
- (1966) : Tectonic units of Anatolia (Asia Minor). *M.T.A. Bull.* no. 66, Ankara.
- LEUCHS, K. (1943) : Der Bauplan von Anatolien. *N. Jb. Min., Geol. Pal.* 1943, 33-72, Stuttgart.
- NEUMAYR, M. (1887) : Über Trias- und Kohlenkalkversteinerungen aus dem nordwestlichen Kleinasien. *Anz. Ak. Wiss.* 1887, 241-243, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1954) : Ein Vorkommen von *Involutina liassica* (Jones) im Distrikt Eskişehir. *Bull. Geol. Soc. Turkey* V (1/2), 203-205, Ankara.
- ÖZKOÇAK, O. (1969) : Étude géologique du massif ultrabasique d'Orhaneli et de sa proche bordure (Bursa, Turquie). *These Fac. Sci. Nat. Univ. Paris*, 181 S. (unveröff.), Paris.
- PAECKELMANN, W. (1939) : Ergebnisse einer Reise nach der Insel Chios. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.* 91, 341-376, Berlin.
- PHILIPPSON, A. (1910) : Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. *Peterm. Mitt. Erg.* H. 167. 104 S., Gotha.
- SALAH, A. A. (1970) : Zur Geologie des Gebiets nördlich Balıkhova (Halbinsel Karaburun). *Dipl. Arbeit Univ. Hamburg*. 77 S. (unveröff.).
- STEMPEL, G. v. (1968) : Geologische Untersuchungen im Gebiet östlich des Madra Dağ. *Dipl.-Arbeit Univ. Bonn*, 31 S. (unveröff.).
- TSCHERNYSCHEW, T. (1902) : Die oberkarbonen Brachiopoden des Ural und des Timan. *Mem. Com. Geol.* 16, 2, 749 S., Petersburg.
- WAGNER, H. (1968) : Geologische Untersuchungen im Gebiet östlich des Madra Dağ. *Dipl. Arbeit Univ. Bonn*, 19 S. (unveröff.).
- WELLNHOFER, P. (1966) : *Wentzella (Szechuanophyllum) mysia* n. sp. (Anthoz., Rugosa) aus dem Oberperm Nordwest-Anatoliens. *Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. Geol.* 6, 13-19, München.
- WILSER, J. L. (1927) : Die Steinkohlen in der Schwarzmeer-Umrandung, insbes. bei Heraklea-Zonguldak (Nordanatolien). *Geol. Rundsch.* 18, 1-37, Stuttgart.
- YALÇINLAR, İ. (1958) : Gediz ve Bakırçay vadileri arasında Antrakolitik temel. *Coğrafi Araştırmalar* 2, 31-47, İstanbul.
- ZAPPE, H. (1967) : Untersuchungen im obertriadischen Riff des Gosaukammes (Dachsteingebiet, Oberösterreich). *Verh. Geol. Bundesamt*. 1967, 13-27. Wien.
- MINERAL RESEARCH AND EXPLORATION INSTITUTE OF TURKEY (1964) : Geological Map of Turkey, 1 : 500,000, Sheet İstanbul and İzmir. Ankara.