

# BULLETIN OF THE MINERAL RESEARCH AND EXPLORATION INSTITUTE OF TURKEY

---

Foreign Edition

April 1969

Number : 72

## CONTENTS

Über die nordanatolische Horizontalverschiebung.....	<i>İhsan Ketin</i>	1
Über die Entstehung und Bedeutung von Erzlagerstätten auf dem Mond.....	<i>Hermann Borchen</i>	29
Geologisch-Lagerstättenkundliche Untersuchungen an dem Zinnober-vorkommen Kalecik und dem Nordöstlichen Teil der Halbinsel Karaburun/westl. Türkei.....	<i>Klaus Lehnen-Thiel</i>	43
Occurrences of the asphaltic substances in Southeastern Turkey and their genesis.....	<i>Richard F. Lebküchner</i>	74
Characteristic properties of the asphaltic substances in Southeastern Turkey, their degrees of metamorphosis and their classification Problems.....	<i>Ferda Orhun</i>	97
Étude stratigraphique et tectonique d'une partie du Taurus au Nord d'Akseki (Turquie meridionale).....	<i>C. Martin</i>	110
Sur la longevité des faunes à <i>Hipparion</i> et les faunes de vertébrés fossiles dans la région de la Mer Egée Anatolienne.....	<i>Fikret Ozansoy</i>	130
Klimageschichte der Erde.....	<i>Hartmann Wedding</i>	135
Pleistocene fossil human footprints in Turkey.....	<i>Fikret Ozansoy</i>	146
Obituary.....		151
Publications of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey.....		153

Bu nüshada yazı işlerini fiilen idare edenler - Editors :  
*Raif AKOL-Şehavet MERSİNOĞLU*

**GENERAL DIRECTOR**

*Assoc. Prof. Dr. Sadrettin ALPAN*

**EDITORIAL BOARD**

*Raif AKOL*

*Ord. Prof. Hamit Nafiz PAMİR*

*Dr. Cahit ERENTÖZ*

*-Sehavet MERSİNOĞLU*

*Dr. Gültekin ELGİN*

*Gültekin GÜNGÖR*

*Dr. Teoman NORMAN*

*Cemal ÖZTEMÜR*

Mailing address : Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü  
Posta Kutusu 116, Ankara-Turkey

# ÜBER DIE NORDANATOLISCHE HORIZONTALVERSCHIEBUNG

İhsan KETİN

*Technische Universität, Istanbul*

ZUSAMMENFASSUNG. — Die ungefähr 1100 km lange nordanatolische Verwerfung ist eine aktuelle Horizontalverschiebung mit rechtshändigem Bewegungssinn (dextral transcurrent fault). Während der katastrophalen Erdbeben der letzten 30 Jahren wurden die einzelnen Teile der Verwerfung im Gelände beobachtet und ihre Längen und Schubweiten gemessen. Sie besteht aus mehreren Teilstücken und bildet eine 500 bis 1000 m breite «Bruchzone», in der zerquetschte Gesteine, Reibungsbreuzien, warme und kalte Quellen, Travertinbildungen, kleine Tümpeln und junge Vulkankegeln auftreten. Die einzelnen Teile der Verwerfung zeigten horizontale und vertikale Versetzungen in Beträgen von 1,5-4,3 m, beziehungsweise von 0,5 bis 1,5 m.

Die Bewegung begann in Quartär oder in Pliozän und hatte einen horizontalen Verschiebungsbetrag von etwa 800-1000 m seit dem Quartär, und wahrscheinlich einige zehn Kilometer seit dem Pliozän. Der Verfasser teilt die Ansichten von N. Pavoni (1961) nicht, da die von ihm vorgelegten geologischen Argumente für eine 350 bis 400 km lange Versetzung entlang der nordanatolischen Verschiebungszone keinesfalls geologische Beweiskraft besitzen. Dieses Thema wird in folgenden Seiten eingehend diskutiert.

ABSTRACT. — The North Anatolian fault System, about 1100 km long, is a recent dextral transcurrent fault, It has been made up by several parts which are arranged in a crushed zone of 500 - 1000-meter width. Numerous offset stream channels, shutter ridges, sag ponds, hot springs, travertines, and young volcanic cones mark this zone. During the catastrophic earthquakes of the last thirty years the lengths and displacements of the fault segments have been observed and measured on the field. Dislocations have been found to be 0.5-1.5 m in vertical, and 1.5-4.3 m in horizontal direction.

The North Anatolian fault movement has begun in Quaternary or in Pliocene time, and caused a displacement of 800-1000 m during the former, and a few kilometers during the latter period.

Thus, the author of this article does not share the views of Pavoni (1961), where he states a displacement of 300-400 km along the fault line, because his arguments on the matter can not be proved by geological facts. This theme will be discussed in detail in the following article.

## I. EINLEITUNG

In den letzten zehn Jahren wurden die grossen, mehr als 1000 km langen und aktuellen Horizontalverschiebungen im alpidischen Orogensystem von vielen Geologen und Geophysikern eingehend untersucht und deren Einflüsse auf die geologisch-tektonische Entwicklung der Erdkruste besonders hervorgehoben. Hieraus entwickelte sich eine umfangreiche Literatur (5, 10, 11). Typische Beispiele dieser Art von Horizontalbewegungen sind unter anderem: Die San Andreas Fault in Kalifornien (2, 26), die Agua Bianca Fault (3) in Baja California (Mexiko), die Denali Fault in Alaska (49), die Alpine Fault in Neuseeland (54), die Philippine - Taiwan Fault (4). und die Atacama Fault in Chile (50). Auch in unseren Nach-

bariändern Iran, Pakistan und Afghanistan sind zahlreiche Blattverschiebungen von H. W. Wellman nachgewiesen worden (55).

Die nordanatolische Verwerfung ist gleichfalls eine solche aktive Horizontalverschiebung, die den nördlichen Teil Anatoliens in 1100 km Länge durchschneidet (Tafel I).

Während der katastrophalen Erdbeben der letzten 30 Jahre in Anatolien wurden die einzelnen Teilstücke dieser Horizontalverschiebung, die sogenannten «Erdbebenverwerfungen», von zahlreichen Forschern geologisch sowie seismologisch untersucht und ihre Eigenschaften ausführlich beschrieben (siehe Literaturverzeichnis).

Nach Veröffentlichung der eindrucksvollen Arbeit von N. Pavoni 1961 (45) und nach den letzten Beben von Varto im August 1966 und von Adapazarı-Mudurnutal im Juli 1967 wurde die nordanatolische Verwerfung wiederum der Brennpunkt allgemeinen weltweiten Interesses. So bereiste C. R. Allen vom Californian Institute of Technology im Frühjahr und Sommer 1965 die Türkei, besuchte die Verschiebungszone im Gelände und untersuchte sie auf den topographischen Karten und Luftaufnahmen im Detail.<sup>1</sup>

Der vorliegende Artikel ist eine Zusammenstellung der bisher veröffentlichten Arbeiten und geäußerten Ansichten über die nordanatolische Verwerfungszone und mag als Grundlage für kommende Untersuchungen auf diesem Gebiete betrachtet werden.

Der Verfasser dankt dem M.T.A. Institut für die Erlaubnis zur Aufnahme dieses Schreibens in das M.T.A. Bulletin. Den Herren Assistenten İhsan Seymen und Atila Aydın, fühlt er sich zum Dank verpflichtet für die sorgfältige und saubere Anfertigung der Tafeln und Abbildungen.

## II. VERLAUF DER VERWERFUNG

(Dazu Tafel I)

Die nordanatolische Verwerfung, deren einzelne Abschnitte während der Erdbeben in den Jahren 1939 bis 1967 im Gelände untersucht worden sind, beginnt im Westen nahe dem Orte Yenice auf der Halbinsel Biga, zieht südlich Gönen und Manyas-See bis M. Kemalpaşa. Von diesem Orte bis Dokurcun im Mudurnutal sieht man eine Unterbrechung. Die Verschiebung verläuft jedoch dann diesem Tale entlang in der Richtung nach dem Abant-See und von da aus folgt sie den kleinen Bach - Abantayağı Deresi. Weiter östlich zieht die Verwerfung 5 km südlich Bolu, durch Yeniçağa und Gerede, dann durch die Eisenbahnstation İsmetpaşa und entlang dem Soğanlı-Tal bis zum Dorfe Bayramören südlich Boyalı. Von Bayramören aus läuft sie durch die bergige Landschaft in der Richtung Ilgaz-Tosya und Kargı. Dieser Teil der Verwerfung ist nicht im Gelände untersucht worden.

Von Kargı aus geht die Verwerfung weiter durch den kleinen Ort Avlağı (Kamil), läuft dem Sorukçay entlang in der Richtung Vezirköprü-Havza und quert die Eisenbahnlinie Samsun-Amasya. Dann zieht sich die Verschiebung den nörd-

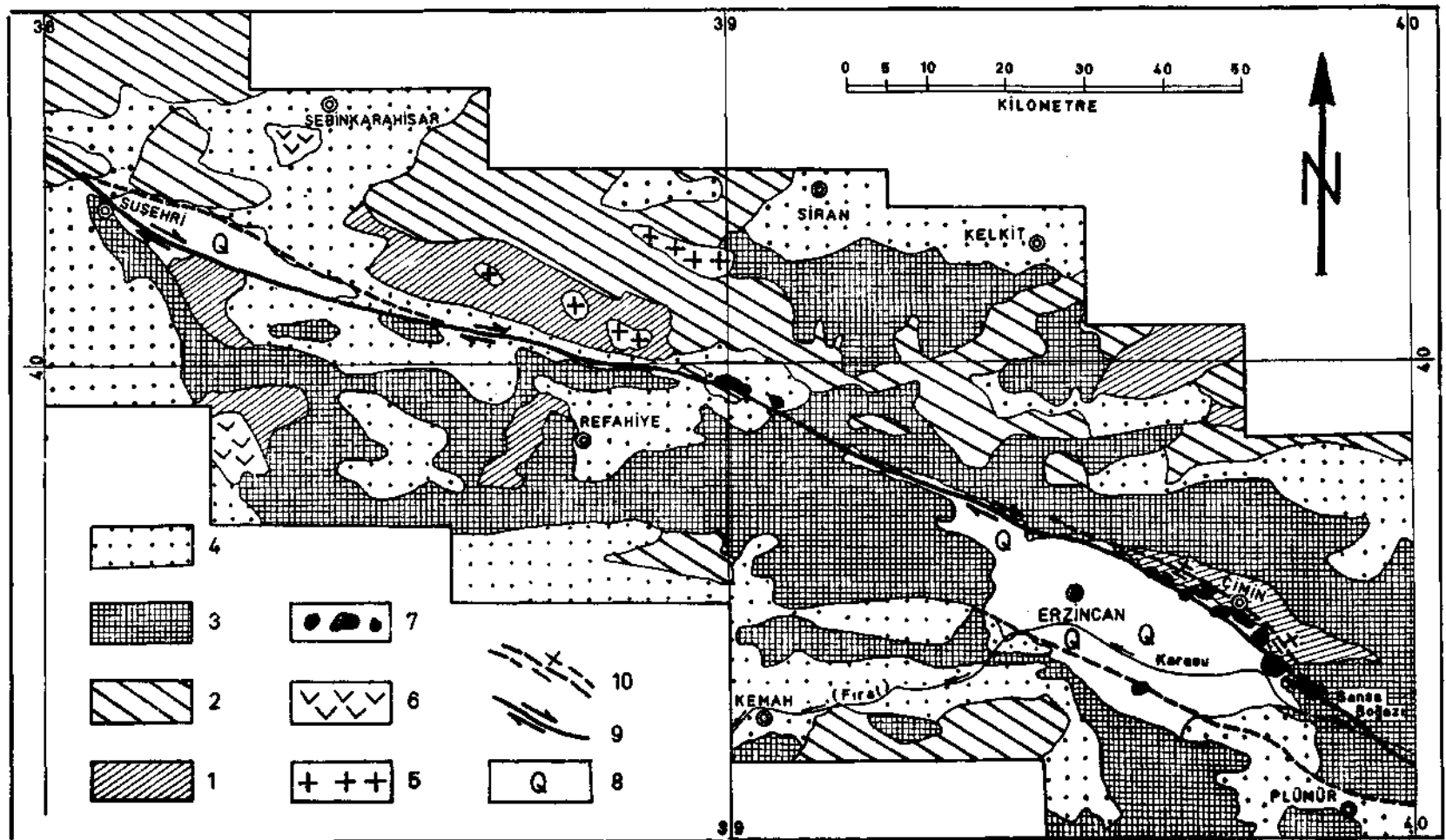


Fig. 1 - Die vereinfachte geologische Karte des Gebietes zwischen Erzincan und Susehri, und der östliche Teil der Erdbebenverwerfung vom 27.12.1939.

1 - Metamorphe Serien; 2 - mesozoische Formationen, Jura und Kreide; 3 - Ophiolithe, hauptsächlich Serpentin; 4 - tertiäre Schichtfolgen; 5 - granitische Gesteine; 6 - vulkanische Gesteine; 7 - junge Vulkankegel; 8 - Quartär, Alluvionen; 9 - aktuelle Erdbebenverwerfung; 10 - alte Normalverwerfung.

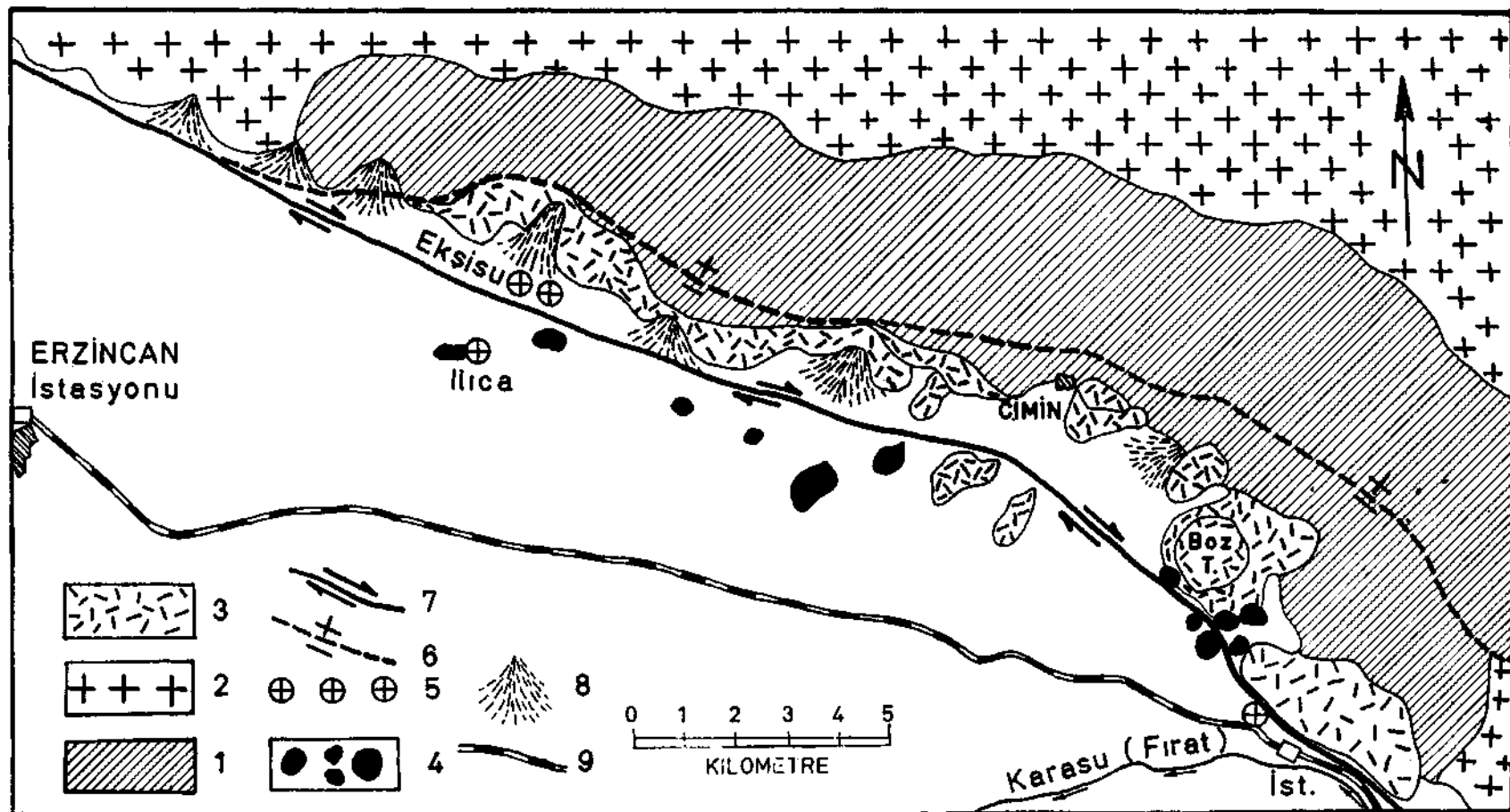


Fig. 2 - Geologische Skizze des Nordrandes der Erzincan-Ebene.

1 - Metamorphe Serien; 2 - Serpentin; 3 - vulkanische Gesteine, Laven und Tuffe; 4 - junge Vulkankegel und Eruptionszentren; 5 - heisse Quellen; 6 - alte Normalverwerfung; 7 - aktuelle Horizontalverschiebung; 8 - Schuttkegel; 9 - Eisenbahnlinie.

liehen Rand der Ladik-Ebene entlang, durch die Destek-Schlucht, und weiterhin nördlich Taşova und Erbaa bis Niksar. 12 km südlich von Niksar verläuft die Verwerfung ein Stück nach Westen bis zum Orte Ezinepazar und nach Osten hin dem engen Kelkit-Tal entlang durch die kleinen Städte Reşadiye-Koyulhisar und Suşehri. Sie zieht in südöstlicher Richtung, nördlich Refahiye, bis zur Ebene von Erzincan. Dann folgt sie dem Nordrand der Erzincan-Ebene, erreicht Sansa Boğazi, quert den Fluss Karasu (Fırat) und läuft dem Elmalı-Tal entlang bis in die Nähe von Karlıova. Dieser Teil der Verwerfung zwischen Sansa-Schlucht und Karlıova ist ebenfalls im Gelände nicht beobachtet und untersucht worden.

Von Karlıova aus zieht die Verwerfung ostwärts durch die Ortschaften Kargapazarı-Mengel-Üstükran-Varto-İskender und durch den kleinen See Hamurpet bis zum Orte Bulanık. Wenn auch in dieser letzten Zone keine sichtbare Verwerfung mit deutlicher Schubweite festgestellt worden ist, so deuten doch die Entstehung zahlreicher Zugspalten, Auf- und Abschiebungen während des Bebens vom August 1966 und Mai 1946 auf eine horizontale Verschiebung mit rechtshändigem Bewegungssinn hin (33).

Nach Bulanık dürfte sich die Verwerfungslinie durch Erciş am nördlichen Ufer des Van-Sees bis zur türkisch-iranischen Grenze und weiterhin in das iranische Territorium selbst fortsetzen.

### III. EIGENSCHAFTEN DER VERWERFUNG

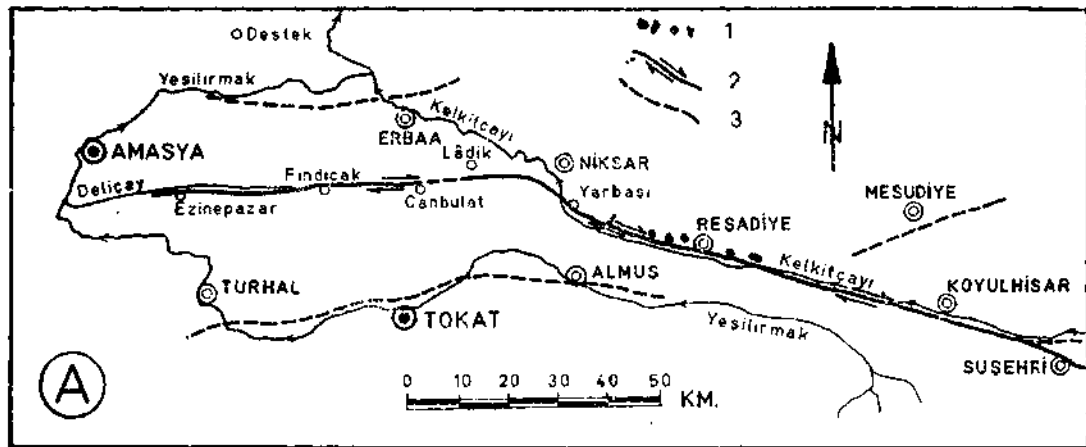
Die nordanatolischen Verwerfung bildet keine durchgehende Verschiebungslinie, sie besteht vielmehr aus mehreren Teilstücken, die in einer 500 bis 1000 m breiten «Bruchzone» hinter einander auftreten. In dieser Zone kommen zerquetschte Gesteine, Reibungsbrekzien, heisse Quellen, Travertinbildungen, Tümpel und kleine Vulkankegel oder Eruptionszentren vor, welche am Nordrand der Erzincan-Ebene und im Kelkit-Tal auffallen (Fig. 2 u. 3/A).

Bei allen Einzelteilen der Verwerfung herrschte eine rechtshändige (dextral) Horizontalverschiebung, welche sich an Versetzungen von Strassen (Fig. 4 u. 5), Gartenmauern und Flussläufen (Fig. 15 u. 16), sowie in Fiederspalten (Fig. 12 u. 13) erkennen lässt. Auch Abschiebungen mit verhältnismässig kleineren Sprungweiten nahmen an der Verschiebungsbewegung teil. Damit wurde jedesmal die nördliche Scholle gegenüber der südlichen relativ nach Osten hin verschoben und gleichzeitig etwas abgesenkt. Die nach den Erdbeben gemessenen Schubweiten zeigten 1,5 bis 4,3 m horizontale und 0,4 bis 1,2 m vertikale Versetzungsbeträge.

### IV. TEILSTÜCKE DER VERWERFUNG

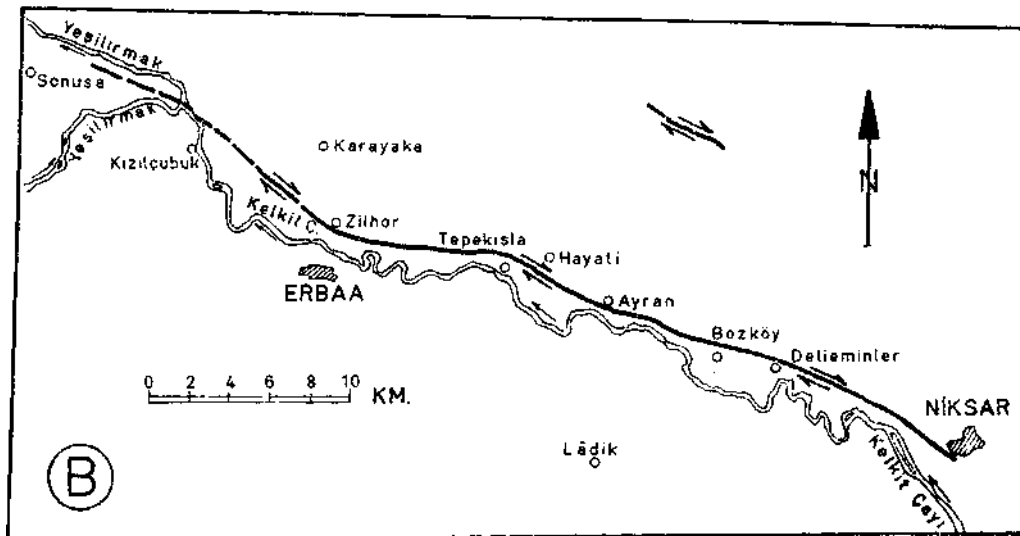
Nachfolgend werden die einzelnen Teile (Abschnitte) der 1300 km langen Verschiebungszone zwischen Yenice im Westen und Bulanık im Osten kurz beschrieben :

1. Während des katastrophalen Bebens vom 27.12.1939 (Intensität  $I = 11$ , Magnitude  $M=8$ ) im Erzincan-Kelkit-Tal-Gebiet entstand das erste Teilstück der nordanatolischen Verwerfung in einer Länge von 340 km (Tafel I, Ziffer 1). Von der Sansa Boğazi (Sansa-Schlucht) aus verlief sie entlang dem Nordrande der



**Fig. 3/A - Der westliche Teil der Erdbebenverfugung vom 27.12.1939 zwischen Süşehri und Ezinepazar, im Kelkit-Tal und Delicay.**

1 - Vulkanische Eruptionszentren; 2 - aktuelle Bebenverfugung; 3 - vermutliche alte Verfugungen (vereinfacht aus der Arbeit von E. Paréjas, İ.H. Akyol - E.Altınlı, 1942).



**Fig. 3/B - Verlauf der Erdbebenverfugung vom 20.12.1942 zwischen Erbaa und Niksar.**

1 - Aktuelle Horizontalverschiebung (aus M. Blumenthal, 1943).

Erzincan-Ebene, dann in der Richtung nördlich Refahiye —nahe Süşehri und Koyulhisar, durch Reşadiye— südlich Niksar und dann dem Delicay-Tal folgend bis zum kleinen Orte Ezinepazar (Fig. 1 u. 3/A).

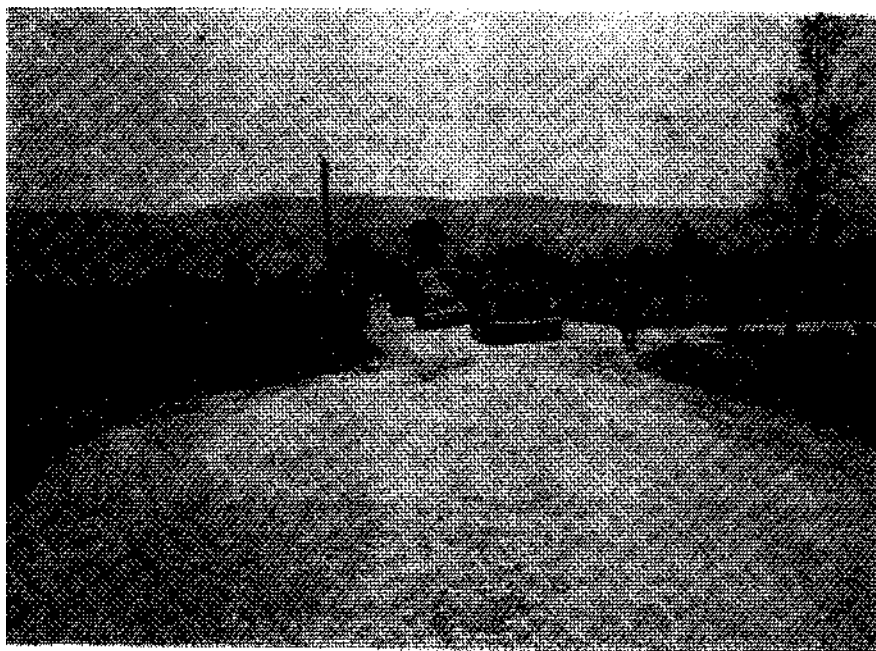
In dieser Zone, in der Ebene von Erzincan und Süşehri, hatte man damals eine Reihe, 80 bis 100 cm oder sogar 3-4 m breiter und kilometerlanger Spalten, Ab- und Seitenverschiebungen mit Sprungweiten von 1,5 bis 2 Metern beobachtet (40).

Die N75W streichende Verfugung im Kelkit-Tal ging mitten durch die Stadt Reşadiye, versetzte einen Nord-Süd orientierten Weg rechtssinnig 3,7 Meter (Fig. 4). Sie hatte auch eine vertikale Sprunghöhe im Betrage von etwa einem Meter. So wurde die nördliche Scholle gegenüber der südlichen 3,7 m ostwärts horizontal verschoben und gleichzeitig 1 m nordwärts abgesenkt.





**Fig. 4 - Die versetzte Strasse in Reşadiye während des Bebens vom 27.12.1939. Der rechtshändige Verschiebungsbetrag ist 3,70 Meter (Paréjas-Akyol-Altınlı, 1942).**



**Fig. 5 - Die Versetzung der Strasse Bolu-Kaplica durch die Bebenverwerfung vom 1.2.1944. Der Betrag rechtshändiger Horizontalverschiebung ist 3,5 Meter (İ. Ketin, 1944).**

Der östliche Teil dieser Verwerfungszone, das Erzincan-Suşehri Gebiet, wurde geologisch-makroseismisch von H.N. Pamir und L Ketin und der westliche Teil, das Gebiet von Amasya-Tokat-Niksar von E. Parejas, İ.H. Akyol und E. Altınlı untersucht und beschrieben (40 u. 44).

2. Das zweite, 40 km lange Teilstück der Verwerfung entstand während des Erdbebens vom 20.12.1942 ( $I = 10$ ,  $M = 7,3$ ) in der Umgebung von Erbaa und Niksar.

Die Verschiebung begann nahe Niksar, 12 km nördlich von der Kelkit-Linie, lief in der Richtung N 25 W über die Dörfer Bozköy-Tepekışla und Zilhor bis zur Mündungsstelle des Kelkit Çay in den Yeşilirmak (Tafel I, Ziffer 2 u. Fig. 3/B).

Durch die Verwerfung wurde die Wasserzuleitung (Ziegelkanal) nahe Bozköy 1-1,75 m horizontal versetzt, die Steinumrandung der Gräber des Friedhofs von Tepekışla 50 cm rechtssinnig verschoben und offene Spalten entstanden in harten Sandsteinen auf dem Wege nach Hayati (M. Blumenthal, 1943).

Diese Bebenzone wurde noch von H.N. Pamir und İ.H. Akyol untersucht (41).

3. Während des vernichtenden Bebens vom 27.11.1943 ( $I = 10$ ,  $M = 7,6$ ) im Gebiete von Kastamonu-Samsun (Ladik-Kargı-Tosya-Ilgaz) entstand eine 280 km lange Verwerfung, die sich von Erbaa im Osten bis zum Orte Bayramören im Westen erstreckte (Tafel I, Ziffer 3).

Der östliche, etwa 65 km lange Teil dieser Verwerfungszone, die sogenannte «La ligne sismique de Ladik», wurde von M. Blumenthal eingehend untersucht und beschrieben (13).

Diese «seismische Linie» beginnt nahe Zilhor, nördlich Erbaa, setzt sich in der WNW-Richtung durch die Destek-Schlucht und den Ladik-See bis zum Tersakan Çay nahe Havza fort. Von da aus zieht sie über Ortaklar-Köprübaşı bis Esenköy südlich Vezirköprü (Fig. 6, A u. B). Dann folgt sie erst dem Tal des Çaydere und von Sorukdere bis zum Orte Avlağı und erreicht Kızılırmak nahe Kargı (Fig. 7). Von Kargı aus läuft die Verwerfung nach Westen hin in der Richtung Tosya-Ilgaz weiter (13).

In der Umgebung von Vezirköprü und Havza (Tersakançay) beobachtete man auf dem alluvialen Boden Abschiebungen mit 50 bis 100 cm Sprunghöhen und Horizontalverschiebungen mit dem Versetzungsbetrag von 1,5 m nahe Yenice. Die nördliche Scholle bewegte sich auch hier relativ nach rechts und abwärts gegenüber der südlichen.

Der westliche Teil der Verschiebungslinie zieht durch das metamorphe Ilgaz - Massiv hindurch, über das Dorf Yenice, 15 km nördlich Ilgaz, bis zum Orte Bayramören, wo der Fluss Filyos Irmağı eine scharfe Umbiegung nach WNW macht und die nächste Bebenzone vom 1.2.1944 beginnt (Tafel I, u. Fig. 7).

4. Der vierte, etwa 180 km lange Abschnitt der Verwerfung (Tafel I, Ziffer 4) ist während des Bebens vom 1.2.1944 ( $I = 10$ ,  $M = 7,4$ ) in der Umgebung von Bolu-Gerede entstanden. Er erstreckt sich von Bayramören aus westwärts dem Soğanlı-Tal entlang (Fig. 8), durch Gerede-Yeniçağa 5 km südlich Bolu bis zum kleinen Bergsee Abant (1350 m ü.d.M.), (siehe auch Fig. 9).

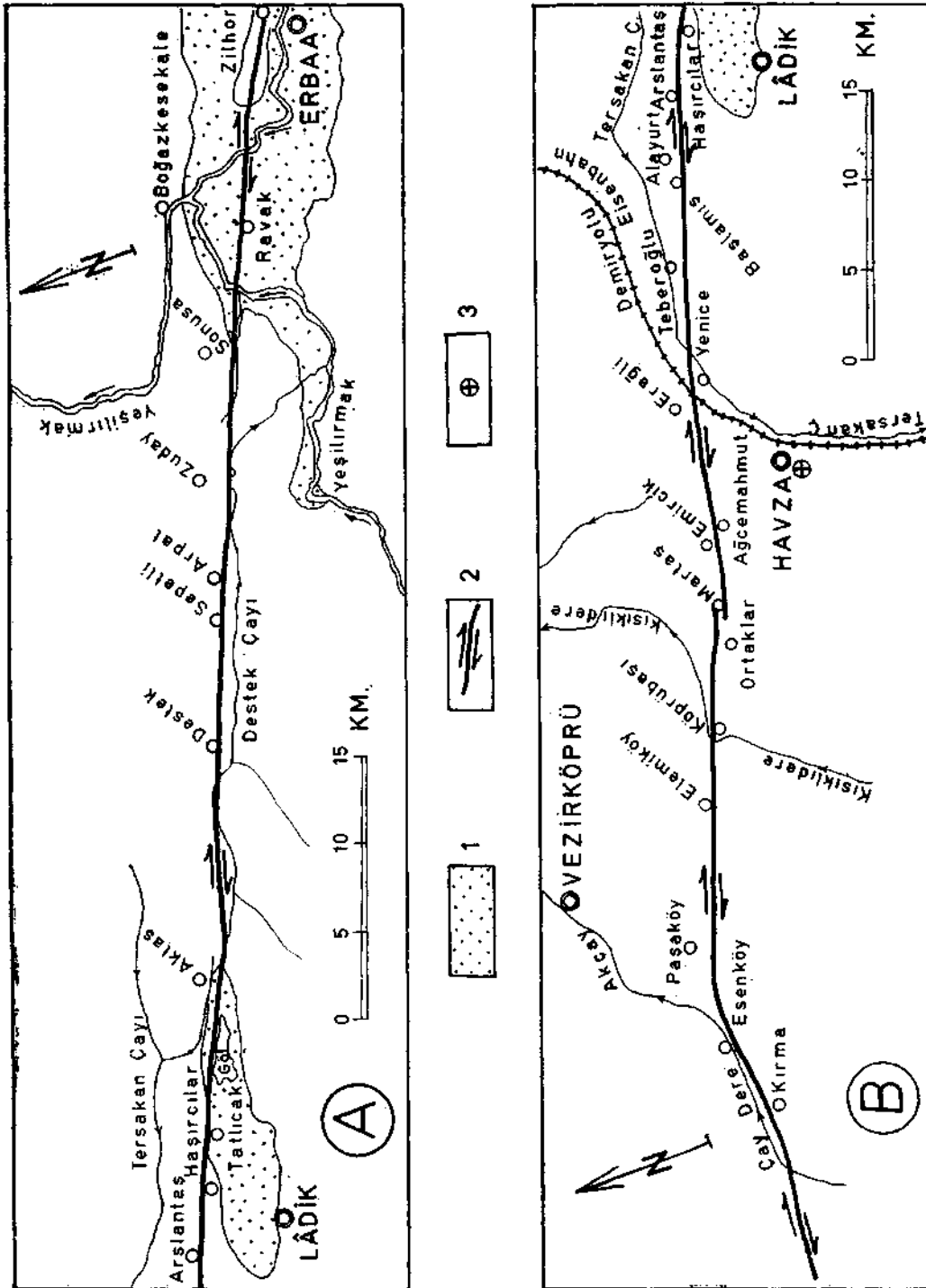
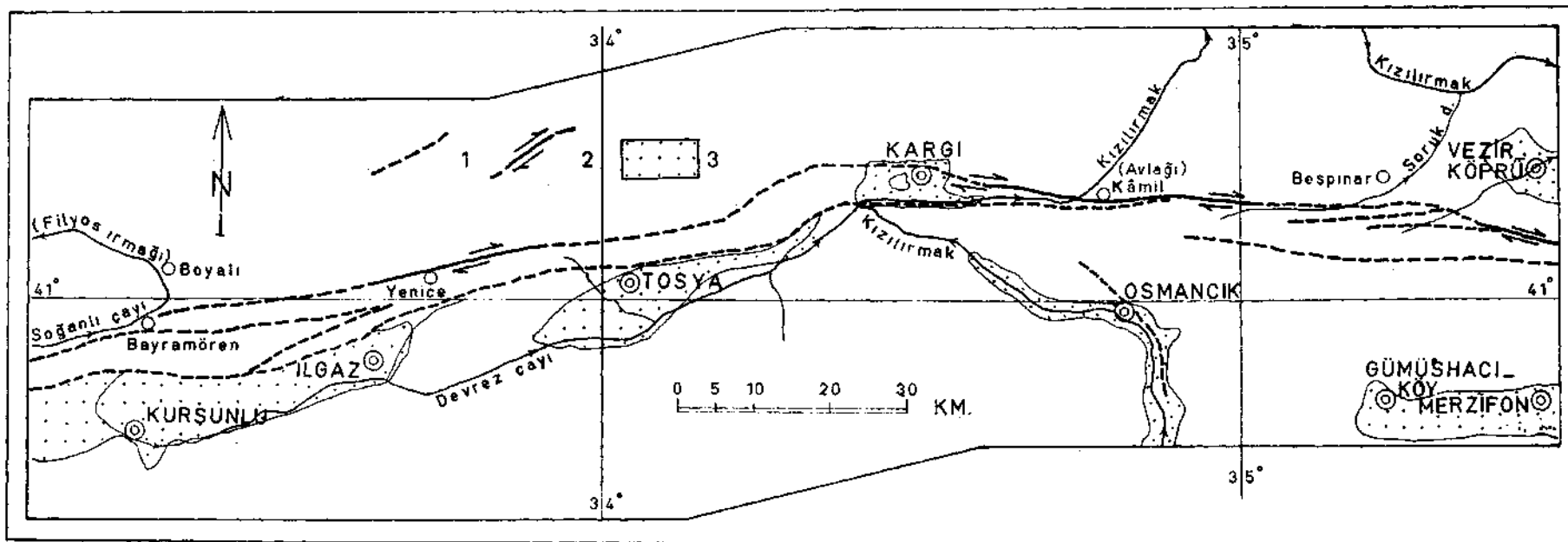


Fig. 6 - Der östliche Teil der Bebenverwerfung vom 27.11.1948 zwischen Erbaa und Ladik (A) und zwischen Ladik und Vezirköprü (B).  
 1 - Aktuelle Becken; 2 - aktuelle Verschiebung; 3 - heisse Quellen (M. Blumenthal, 1945, vereinfacht).



**Fig. 7 - Der westliche Teil der Bebenverwerfung vom 27.11.1943 zwischen Vezirköprü und Bayramören am Filyos Irmakı. Grösstenteils im Gelände nicht beobachtet.**

*1 - Alte Verwerfungen; 2 - aktuelle Verschiebung; 3 - neogene und quartäre Becken.*

Die Gartenmauern in Gerede wurden dabei 2-3 m und die Strasse Bolu - Kaplica 3,5 m versetzt (Fig. 5). In der Hauptsache war die Verschiebung hier ebenfalls horizontal und rechtshändig; doch wurde auch eine absenkende Sprunghöhe von 40 bis 100 cm beobachtet. Die Verwerfung streicht an der Versetzungsstelle, 5 km südlich der Stadtmitte von Bolu, N75E. Nach einer Beschreibung von C. E. Taşman, sollen Eisstücke aus dem gefrorenen Abantsee in die Luft geschleudert worden sein (51).

5. Während des Erdbebens vom 31.5.1946 (I = 7-8, M=6) entstand eine etwa 30 km lange und N 45-50 W streichende Verwerfung in der Gegend von Varto-Üstükran im Ostanatolien (Tafel I, Ziffer 5 u. 10).

Der östliche, 15 km lange Teil dieser Verwerfung zwischen Varto und Üstükran wurde von C. E. Taşman untersucht und geschildert (52).

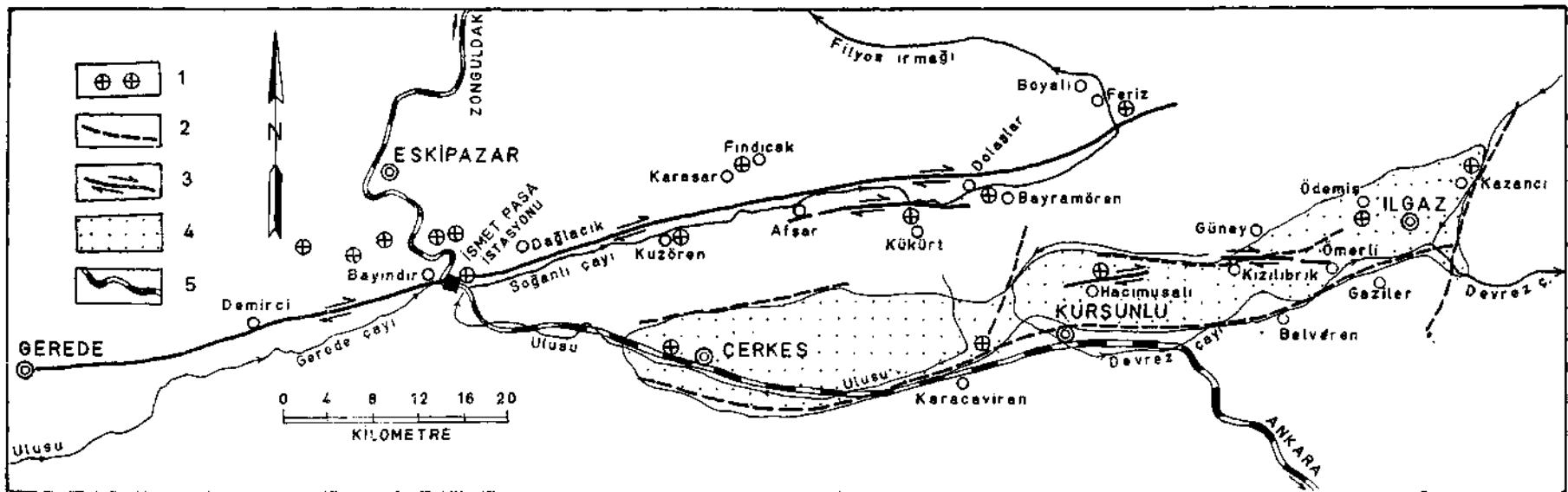
Obwohl über den Charakter der damaligen Verschiebungsbewegung keine ausreichende Erklärung gegeben wurde, deuten die nach dem Beben von 1966 aufgetretenen und sich en echelon geordneten Zugspalten (Fig. 13) auf eine rechtshändige Horizontalverschiebung auch in dieser Zone hin (33 u. 53).

6. Der 40 km lange östliche Teil der Bebenverwerfung vom 1.2.1944 zwischen Demirciköy und Kuzören im Tale von Soğanlı Çayı setzte sich während des Bebens vom 13.8.1951 (I = 9, M=7) in der Gegend von Kurşunlu-Çerkeş nochmals in Bewegung (Fig. 8). Neue, aber kurze (nur 6-12 km) Verschiebungen entstanden auch in dieser Zone während des letzten Bebens, und zwar: die eine zwischen den Dörfern Afşar und Dolaşlar am Soğanlı Çayı und die andere nahe Hacimusalı nördlich Kurşunlu, wie N. Pınar mitgeteilt hat (47). Der Sinn (der Charakter) der Bewegungen war damals nicht festgestellt worden, man konnte aber zahlreiche, sich en echelon geordnete Zugspalten nahe der Bahnstation İsmetpaşa und Z-förmig gebogene Schienen auf demselben Bahnhof beobachten (N. Pınar, 1953). Diese Bebenzone ist auf Tafel I mit der Ziffer 6 bezeichnet (auch Fig. 8).

7. Während des Erdbebens vom 18.3.1953 (I = 10, M=7,5) in der Zone Yenice-Gönen in Nordwest-Anatolien kam eine andere, 50 km lange Verwerfung zustande (Tafel I, Ziffer 7). Sie begann südöstlich Gönen, querte den Gönen - Çay und erstreckte sich in WSW-Richtung über die Dörfer Muratlar-Gaybolar - und Kuduz durch andesitische Laven bis zur Ebene von Yenice (Fig. 10). Dann versetzte sie die Strasse Balıkesir-Çanakkale und zog westwärts noch 15 km durch kristalline Gesteine weiter (31).

Auch hier war die Verschiebung hauptsächlich horizontal und rechtshändig; die gemessenen horizontalen Schubweiten zeigten Werte von 1,5 m südlich Gönen, 3,3 m im Yenice-Tal und 4,3 m östlich Yenice (31). Der Abschiebungsbetrag war dagegen nirgends mehr als 50 cm. Man hatte auch zahlreiche Zugspalten entlang der Verwerfungszone beobachtet (siehe auch die ausführliche Arbeit von L. Ketin - F. Roesli, 1953).

8. Eine weitere 40 km lange Horizontalverschiebung entstand während des Bebens vom 26.5.1957 (I = 9, M=7) in der Umgebung von Abant-See und Mudurnu-Tal (Tafel I, Ziffer 8 u. 11). Sie verläuft entlang dem kleinen Bach Abantayağı (Fig. 9) - dem Nordrand des Abantsees und dem oberen Mudurnu-Tal über die Dörfer Güney-İğneciler-Tekfurlar bis zum Orte Dokurcun (Fig. 11/A). Die



**Fig. 8 - Verlauf der Bebenverwerfungen vom 1.2.1944 und vom 13.8.1951 in der Gegend von Gerede-Cerkes-Kurşunlu.**  
 1 - Heisse Quellen; 2 - alte Verwerfungen; 3 - aktive Verschiebungen; 4 - Neogenbecken; 5 - Eisenbahnlinie Ankara-Zonguldak (N. Pinar, 1953, vereinfacht).

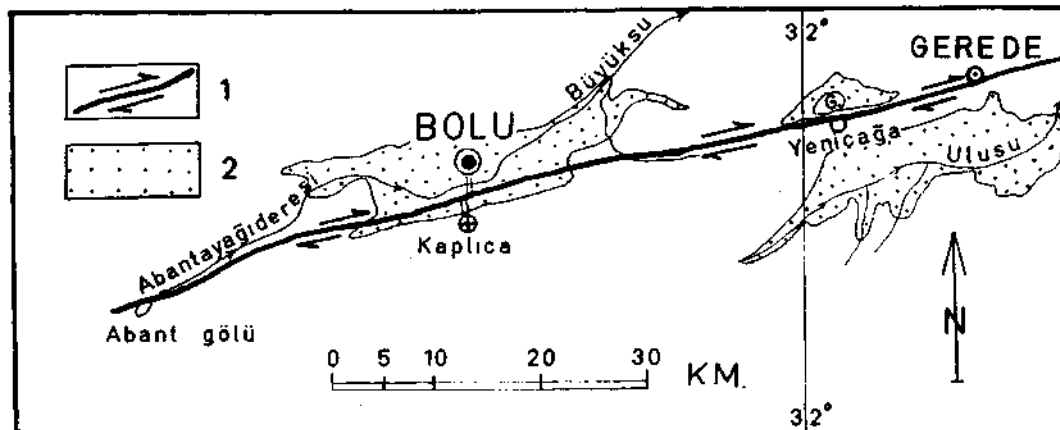


Fig. 9 - Der westliche Teil der Bebenverwerfung vom 1.2.1944 zwischen Gerede und Abant-See.

1 - Aktuelle Verschiebung; 2 - Alluvialbecken.

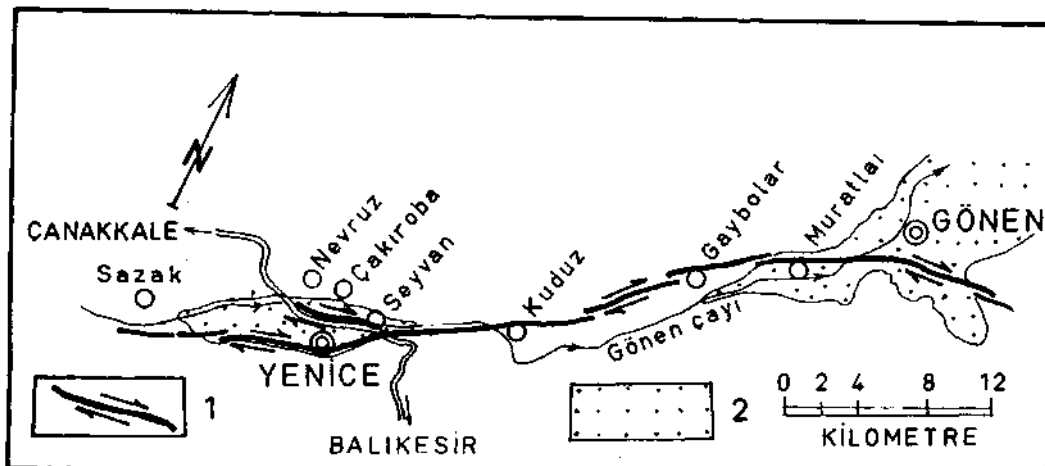


Fig. 10 - Die Bebenverwerfung vom 18.3.1953 in der Zone Yenice-Gönen.

1 - Aktuelle Horizontalverschiebung; 2 - Alluvialbecken (I. Ketin-F.Roesli, 1953).

gemessenen horizontalen Schubweiten waren 1,4 m im Tale Abantayağı und 1,6 m nahe dem Dorfe İğneciler (I u. 39). Ausserdem hatte man Abschiebungen von 35-40 cm festgestellt (39).

9. Während des Bebens vom 6.10.1964 ( $I = 9$ ,  $M = 6,5-7$ ) in der Umgebung von Hamamlar-Salur-Kızılköy und Yenice südlich Manyas-See (Tafel I, Ziffer 9) trat keine wirklich sichtbare Verwerfung auf. Es entstand jedoch eine Reihe, sich en echelon geordneter Zugspalten in der 20 km langen und 2-3 km breiten Epizentralzone. Die Spalten deuten, nach der Meinung des Verfassers, ebenfalls auf eine rechtshändige Horizontalverschiebung (34, und Fig. 12) hin.

Kollege N. Camtez, der die mechanischen Eigenschaften der Verschiebungsfläche seismologisch untersucht hatte, kam aber zu dem Ergebnis, dass die vertikale Komponente der Schubbewegung grösser gewesen sei als die der horizontalen (19). Nach C. Erentöz-F. Kurtman sollen normale Verwerfungen in der Umgebung des Bebengebietes vorherrschend sein (21).

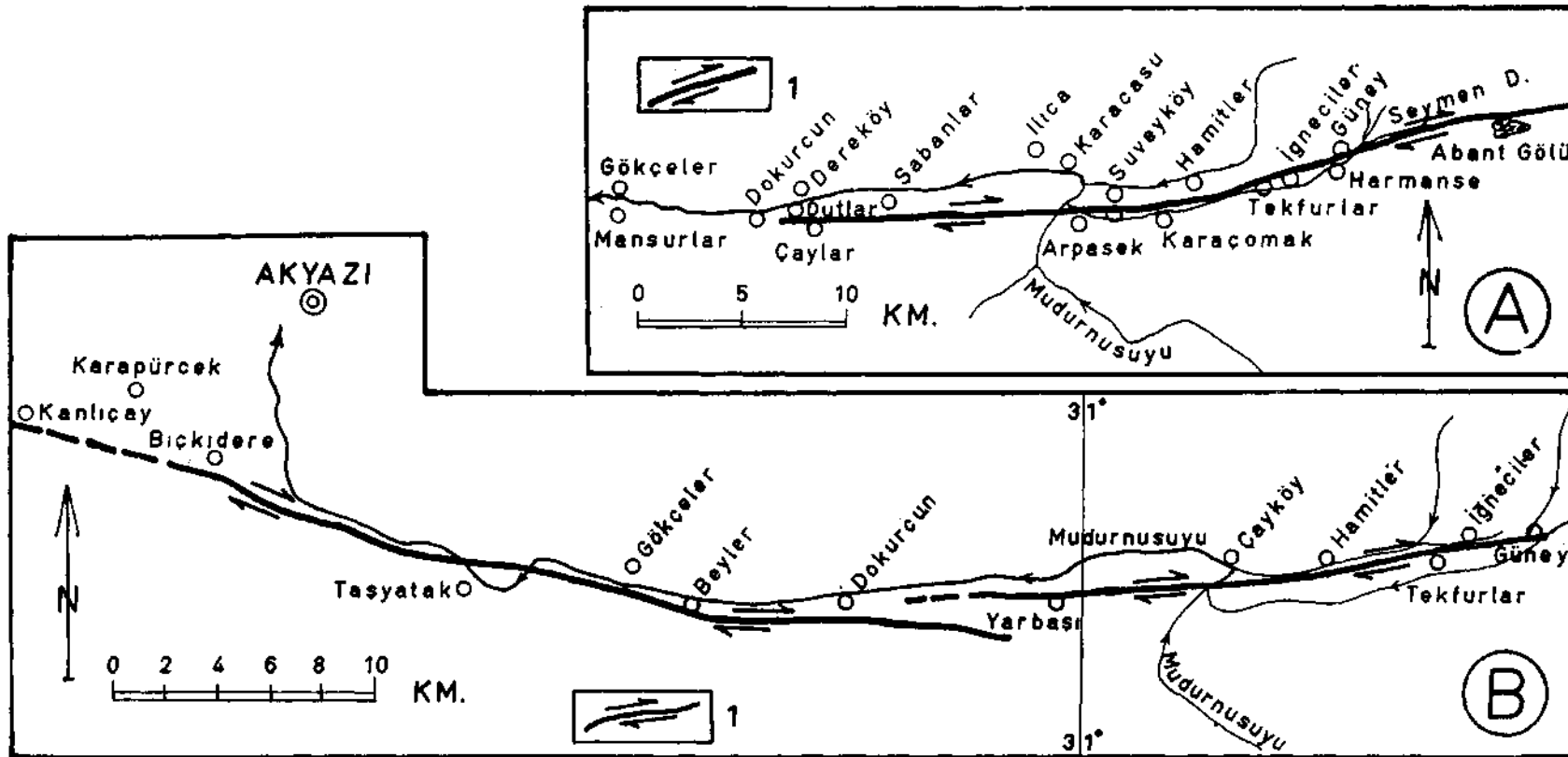


Fig. 11 - Die aktuellen Bebenverwerfungen (1) vom 26.5.1957 (A) und vom 22.7.1967 (B) im Mudurnu-Tal.  
 (A : von N. Öcal, 1959; B : von N.N. Ambraseys, 1968, U. Güçlü, 1967, beide vereinfacht).



10. Während des Varto-Bebens vom 19.8.1966 ( $I = 9$ ,  $M = 7$ ) konnte man gleichfalls keine Verwerfung mit sichtbarer Sprunghöhe feststellen. Doch zahlreiche offene Zugspalten, Abschiebungen und Bergrutsche hatte man entlang der 60 km langen und aus dem Elmali-Tal im Westen über Karlıova-Üstükran-Varto bis zum kleinen See Hamurpet sich erstreckenden Epizentralzone des Bebens beobachtet (Tafel II). In dieser Zone befinden sich unter anderen auch die Orte Çıtak-Kargapazarı-Mengel-Leylek-Hoşan-İskender und Niftik (siehe dazu Tafel II).

Die Fiederspalten südlich Leylek Dağı (Fig. 13) zeigten deutlich eine N60W streichende, rechtshändige Horizontalverschiebung (33 u. 53). Nach dem Beben vom 1946 wurden ähnliche Spalten und Abschiebungen «Bebenverwerfungen» auch von C. E. Taşman beobachtet (52).

Die nordanatolische Verwerfung in der Zone Karlıova-Varto setzt sich westwärts, dem Elmali-Tal entlang, bis zur Sansa-Schlucht (Karasu-Firat) einerseits und ostwärts über Bulank und Erciş nördlich des Van-Sees bis zur türkisch-iranischen Grenze, sogar in das iranische Territorium hinein, weiter fort.

Das Varto-Beben vom 19. August 1966 wurde von zahlreichen Forschern besucht und studiert (7, 23, 33 u. 53).

11. Der letzte, etwa 60 km (? 80km) lange Abschnitt der nordanatolischen Verwerfung entstand während des Bebens vom 22.7.1967 ( $I = 9$ ,  $M = 7,1$ ) in der Gegend von Adapazarı und Mudurnu-Tal, in der fast gleichen Erdbebenzone vom 26.5.1957 (Tafel I, Ziffer 11 u. 8).

Die Verschiebung begann diesmal im Osten beim Ort Güney nahe dem Abantsee und zog sich westwärts über die Dörfer İğneciler-Hamitler-Çayköy-Yarbaşı-Dokurcun-Beyler bis zum Orte Bıçkıdere hin (Fig. 11/B). Der 40 km lange Teil der Verwerfung zwischen Güney und Dokurcun folgte der Verschiebungslinie vom 26.5.1957 (8 u. 24/a). Die Bewegung erfolgte auch hier in der Hauptsache in horizontalem und rechtshändigem Sinne, doch Abschiebungen kamen gleichfalls vor. Es wurden 20 bis 190 cm horizontale und 10 bis 120 cm vertikale Versetzungen gemessen (8 u. 8/a). Die Verwerfung vom Mudurnu-Tal dürfte sich bis Doğançay am Sakarya-Fluss erstrecken (8 u. 8/a).

1/A) Ähnlich der aktuellen nordanatolischen Horizontalverschiebung entstand auch eine 14 km lange Verwerfung während des Bebens vom 19. April 1938 ( $I = 10$ ,  $M = 6,8$ ) in der Gegend von Akpınar-Taşkövan, 45 km nordwestlich Kırşehir (Fig. 14/B). Die Verschiebung erstreckte sich zwischen den beiden Dörfern Akpınar-Taşkövan durch granitische Gesteine und Marmore (Fig. 14/A). Sie hatte horizontale Schubweiten von 30 bis 100 cm (9 u. 43). Ausserdem wurden auch zahlreiche Zugspalten auf dem harten Boden beobachtet, deren Spaltweiten 20-30 cm waren (9, 43 u. 48).

Diese Bebenzone ist auf Tafel I mit dem Buchstaben «A» markiert worden.

Zu bemerken, wäre noch, dass diese kleine, nur 14 km lange Horizontalbewegung in der Mitte Anatoliens zeitlich der grossen, mehr als 1000 km langen nordanatolischen Horizontalverschiebung vorangegangen war.

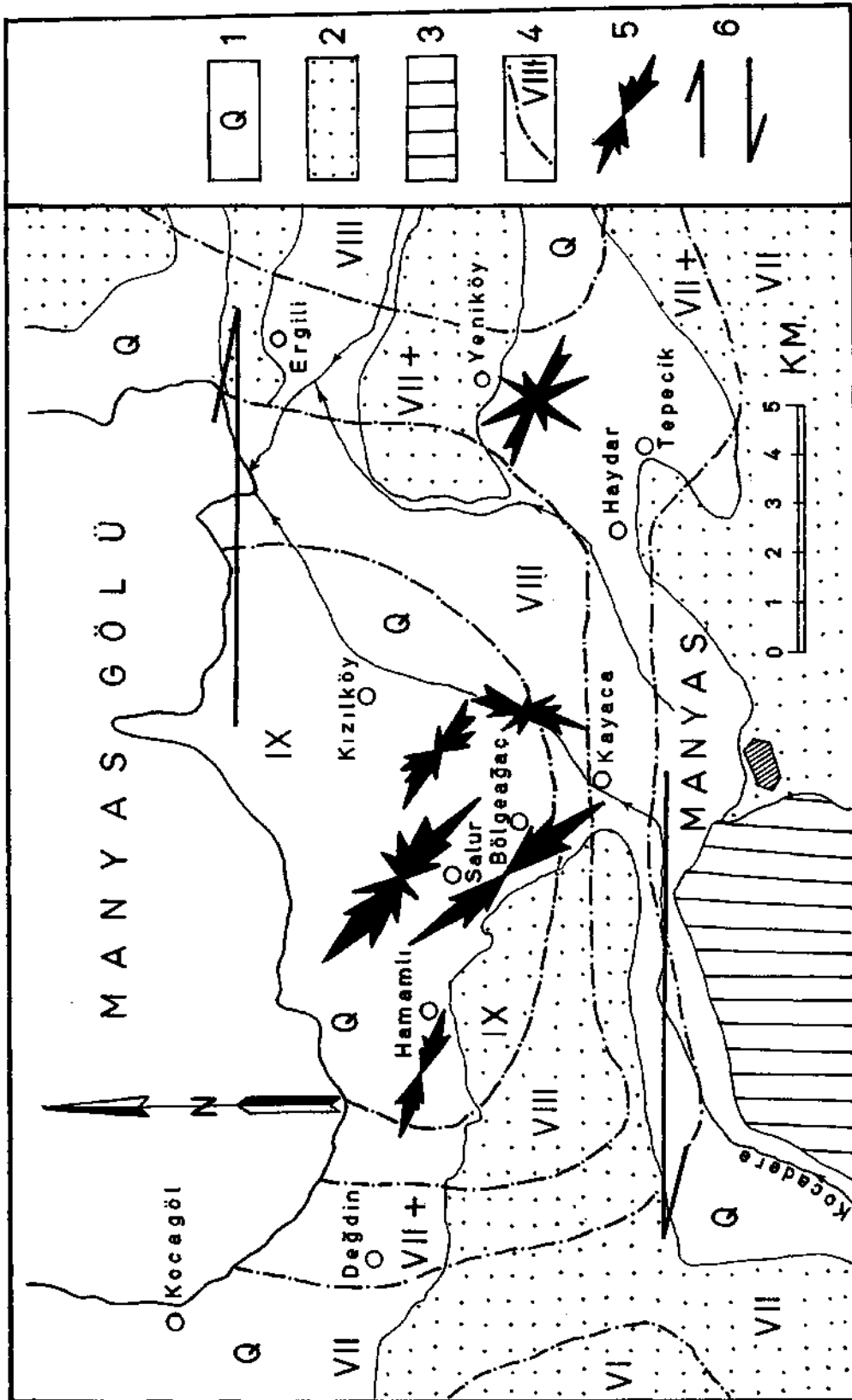
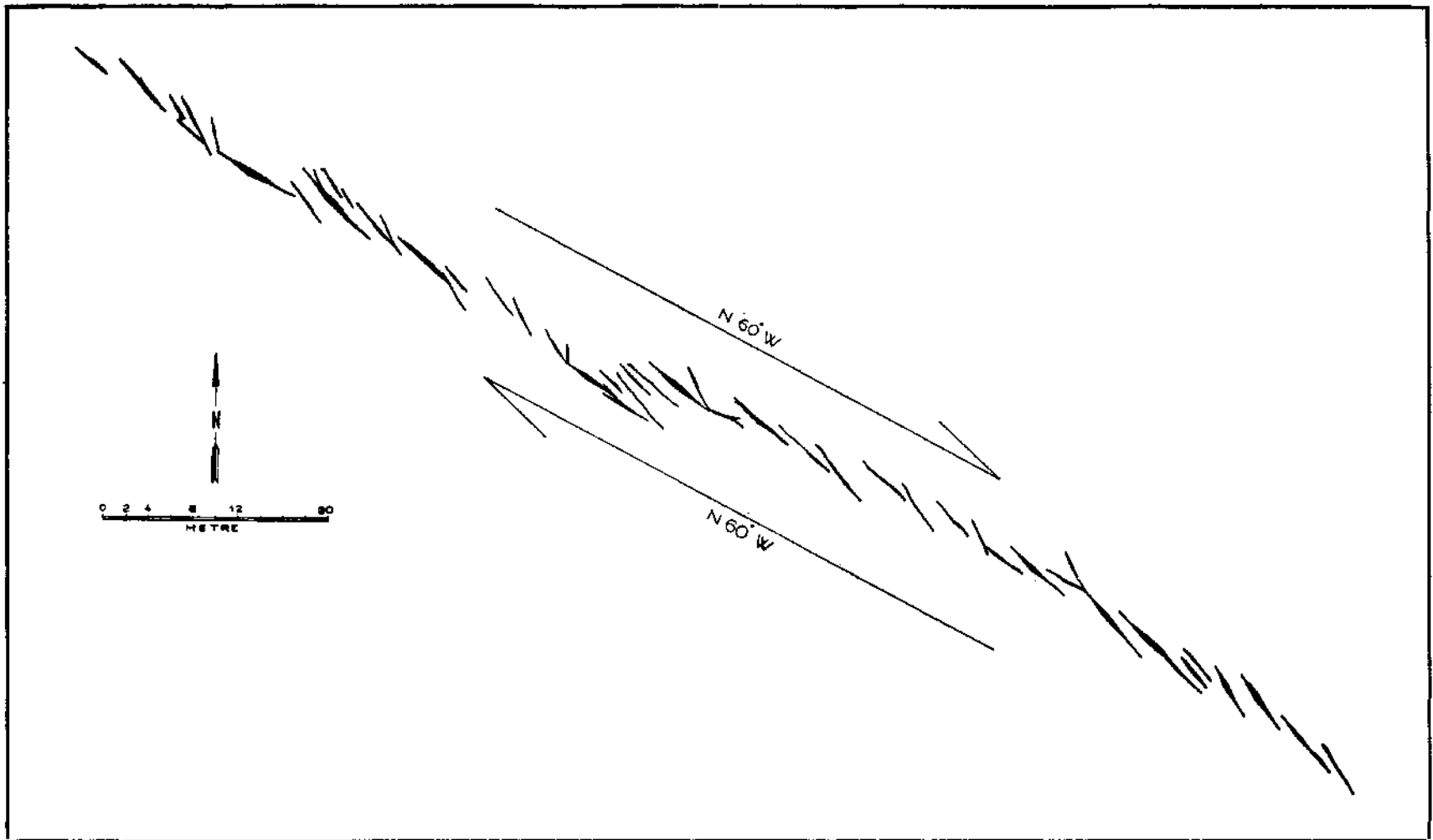


Fig. 12 - Die Epizentralzone und Isoseisten des Manyas-Bebens vom 6.10.1964.  
 1 - Alluvialbecken, Quartär; 2 - Neogene Becken; 3 - vorgeogene Formationen; 4 - Isoseisten und Stärkgrade; 5 - Diagramme für 300  
 Zugspalten; 6 - vermutliche Verschiebungsrichtung (horizontal und rechtshändig).



**Fig. 13 - Fiederspalten südlich Leylek Dağı im Varto-Gebiet. Sie sind während des Bebens vom 19.8.1966 entstanden und wurden im Gelände gemessen und maßstäblich gezeichnet.**

## V. VERSETZUNGSBETRÄGE DER VERWERFUNG

Die nordanatolische Verwerfung ist in der Hauptsache eine rechtshändige Horizontalverschiebung, wie dies mehrfach betont wurde. Sie hat auch eine vertikale, mehr abschiebende Komponente, die aber im Verhältnis zu den horizontalen Schubweiten- des Drei- bis Vierfache kleiner (kürzer) ist. In einigen Erdbebenzonen gemessene Versetzungsbeträge sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

<i>Daten der Erdbeben</i>	<i>Länge der einzelnen Ver- werfungen in km</i>	<i>Horizontale Schubweiten in Metern</i>	<i>Vertikale Sprunghöhen in Metern</i>
27 (26).12.1939	340	3,70	1-2
20.12.1942	40	1,75	?
27.11.1943	280	1,50	1,00
1.2.1944	180	3,50	1,00
18.3.1953	50	4,30	0,50
26.5.1957	40	1,60	0,40
22.7.1957	60 (80)	1,90	1,20

Bislang besitzen wir überhaupt noch keine unmittelbare Beobachtungen oder genau festgestellte geologische Argumente bezüglich den Zeitpunkt des Beginns und den Versetzungsbetrag der nordanatolischen Horizontalverschiebung. Nur die Ablenkung der Flussläufe in der Verwerfungszone im gleichen Bewegungssinn (rechtshändig) lässt die Behauptung zu, dass die horizontale Verschiebung seit dem jungen Quartär im Kelkit-Tal nahe Reşadiye den Betrag von 750-800 m und im Gebiete östlich Gerede einen solchen von 800-1000 m gehabt haben kann (Fig. 15 u. 16).

Obwohl Ş. Abdüsselamoğlu in seiner Arbeit über die Geologie des Mudurnu-Tales betonte, dass die nordanatolische Bebenverwerfung vor dem Pliozän begonnen habe (1), machte er keine Angabe über den Betrag der Verschiebung seit dem Pliozän. Dagegen sieht N. Pavoni (1961) in seiner bemerkenswerten Veröffentlichung über die «Nordanatolische Horizontalverschiebung» (45) die Möglichkeit einer 350-400 km langen Versetzung seit dem Beginn des Tertiärs (45). Die geologischen Argumente aber, die von ihm für seine Darlegungen vorgelegt worden sind, lassen sich kaum nachweisen. Und zwar :

1. Es ist nicht leicht festzustellen oder nachzuweisen, im Gelände wie auch auf den geologischen Karten im Masstabe von 1 : 800 000 oder 1 : 500 000, dass die ophiolithische Gesteinsmasse nördlich und westlich von Erzincan von der Verwerfung glatt durchschnitten und in der Mitte um 80 km rechtshändig versetzt worden sei, wie N. Pavoni glaubt (45). Fig. 1 zeigt die geologischen Verhältnisse des betreffenden Gebietes eindeutig (siehe auch die amtlichen geologischen Karten 1 : 500 000).

2. N. Pavoni vergleicht die liassisch-unterkretazischen Schichtfolgen der Gegend von Şiran-Kelkit und Bayburt nördlich der Verwerfungslinie mit den gleichaltrigen Formationen der Gegend von Havza-Ladik und Amasya südlich der Verwerfungszone und behauptet dabei, dass sie sich entlang der Verschiebung um 250 km von einander entfernt hätten.

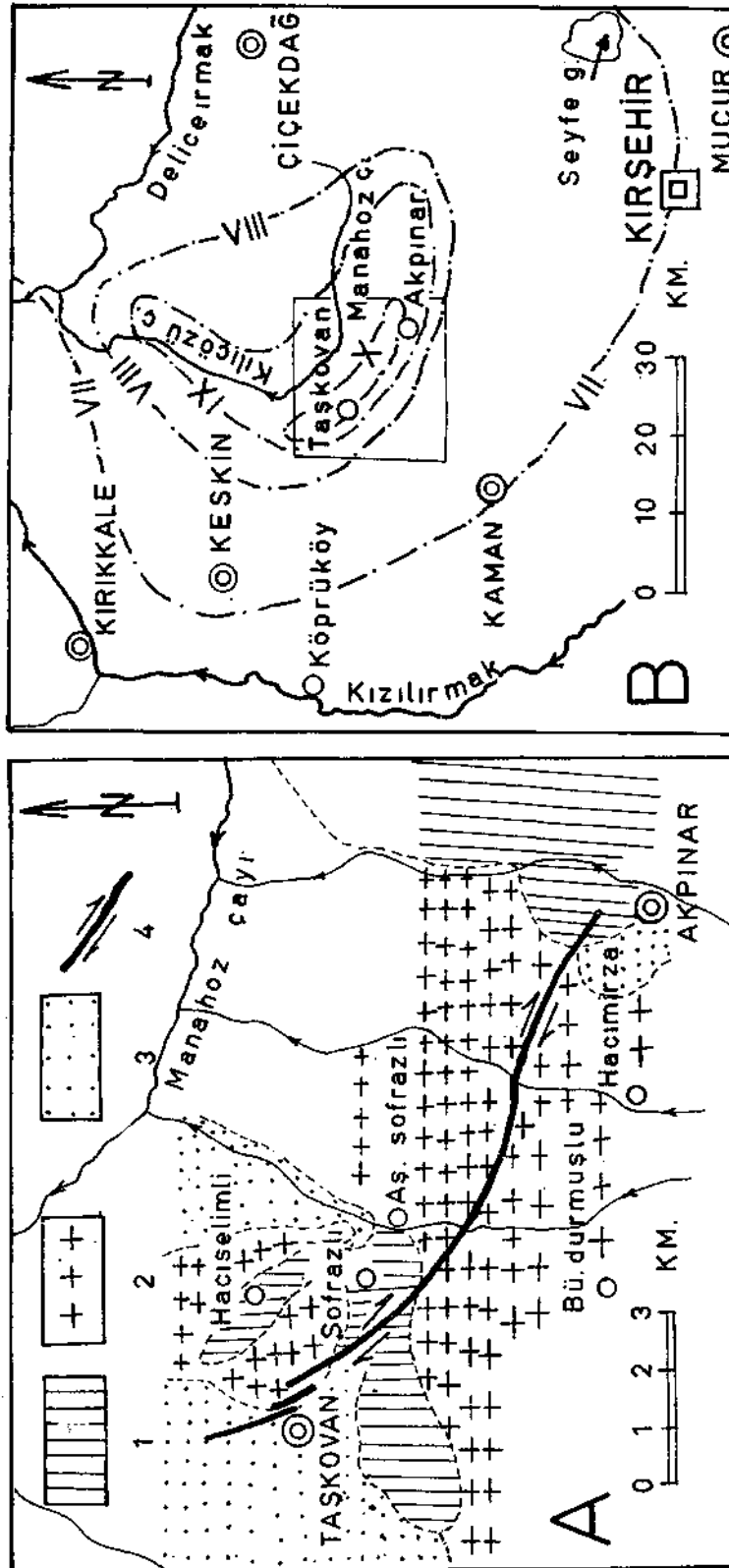
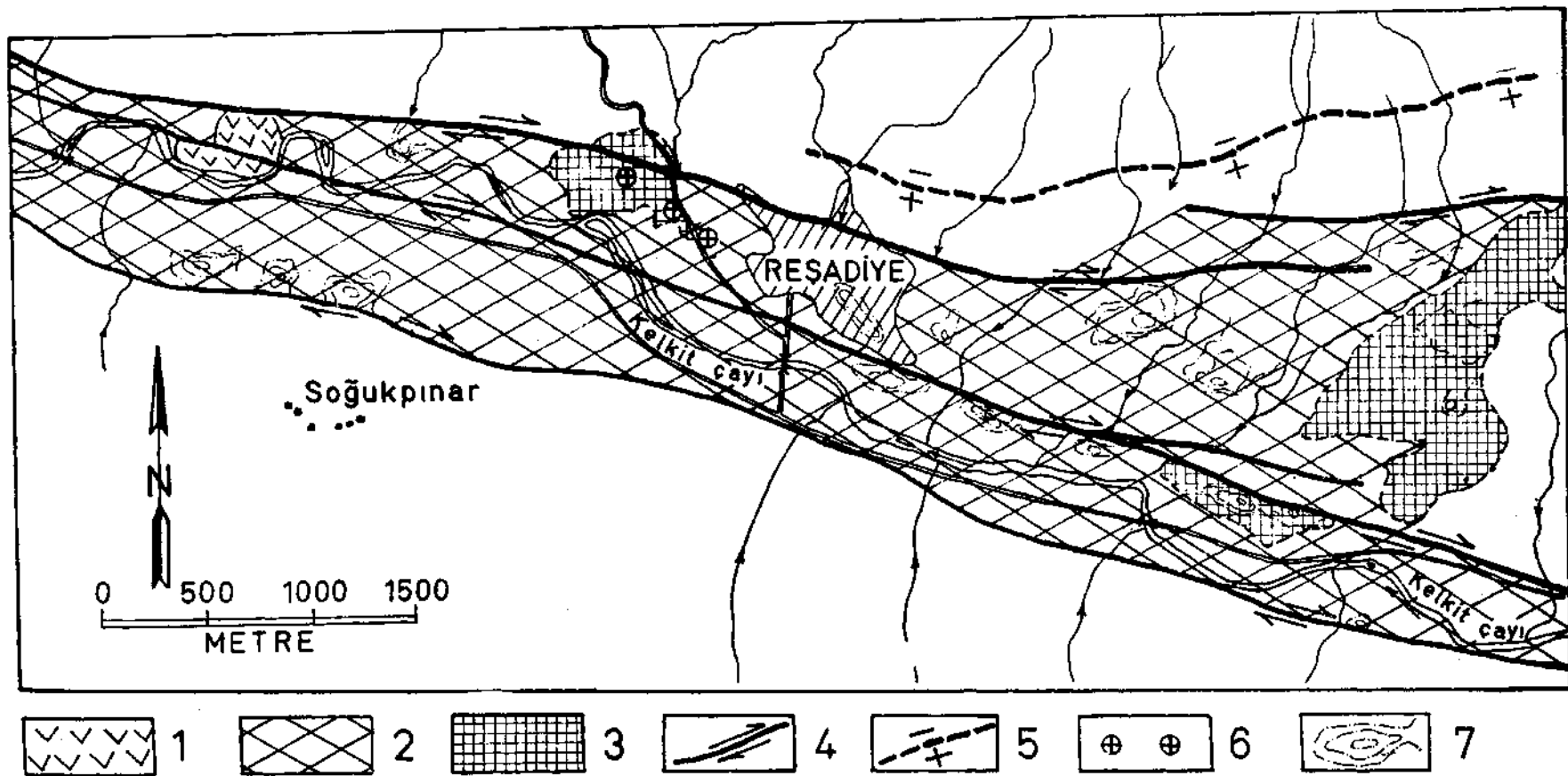


Fig. 14 - Die während des Kirsehir-Bebens vom 18. April 1938 auftretende Verwerfung zwischen Akpınar und Taşkövan (A) und Isoseismenkarte dieses Bebens (B).

1 - Metamorphe Schiefer und Marmore; 2 - Granit und Syenit; 3 - gipsführende Formationen (Oligozän) und Neogen; 4 - aktuelle Horizontalverschiebung (auch rechtshändig) (E. Paréjas - H.N. Pamir, 1939).



**Fig. 15 - Die nordanatolische Verschiebungszone nahe Reşadiye im Kelkit-Tal und verlegte Flussläufe durch die Verwerfung.**  
 1 - Andesitische Lavakuppe, versetzt durch Verwerfung; 2 - zerquetschte, mylonitisierte Verschiebungszone; 3 - Travertinbildungen; 4 - aktuelle Horizontalverschiebungen; 5 - alte Normalverwerfungen; 6 - heisse Quellen; 7 - Höhenkurven-Hügeln (İ. Seymen, 1968).

Wenn auch ein bestimmter, wohlbekannter Horizont der Liasformation, die sogenannten, kalkig-mergeligen Schichten der Fazies «*Calcare ammonitico rosso*», in beiden Aufschlussgebieten vorkommt und beide einander sehr ähnlich sehen, wie dies auch von G. Otkun, M. Blumenthal, İ. Ketin und zuletzt von H. Bremer bereits beschrieben wurde (15-18, 30 u. 38). So beschränkt sich diese fazielle Aehnlichkeit nur auf den rotgefärbten, ammonitenreichen Kalkstein-Mergel-Horizont. Die anderen Schichtfolgen der Liasformationen der Vergleichsgebiete zeigen aber sowohl lithologisch wie bezüglich Mächtigkeiten auffallende Unterschiede (Fig. 17).

Wie aus der Vergleichstabelle (Fig. 17) der Juraformationen von Bayburt, Amasya und Ankara eindeutig zu ersehen ist, kann man den Lias von Bayburt mit seiner fast 2000 m Mächtigkeit und mehreren vulkanischen Einlagerungen von dem Lias von Amasya und Ankara leicht unterscheiden. Der Lias von Amasya hat sich in der roten Kalkfazies entwickelt, zeigt nur einige Meter Mächtigkeit und tritt zusammen mit den permokarbonischen Kalken von Taşlıdağ-Akdağ nordöstlich Amasya auf.

Die roten knolligen Mergel vom Akdağ enthalten eine reiche Ammonitenfauna domerischen Alters. Lias Aufschlüsse von Kayabaşı südlich Amasya dagegen charakterisieren noch höhere Stufen, Toarcien und Aalenien (38).

Auf diesen fossilführenden und rotgefärbten Kalkstein-Mergel-Schichten liegt eine mächtige Sandstein-Schiefer-Serie in Flysch-Fazies auf dem Nordabhang der Taşlıdağ-Akdağ-Kette bis zum Orte Ladik (15).

Die Malm-Unterkreide-Formationen der Gegend von Amasya bestehen hauptsächlich aus Plattenkalken in grosser Mächtigkeit (15).

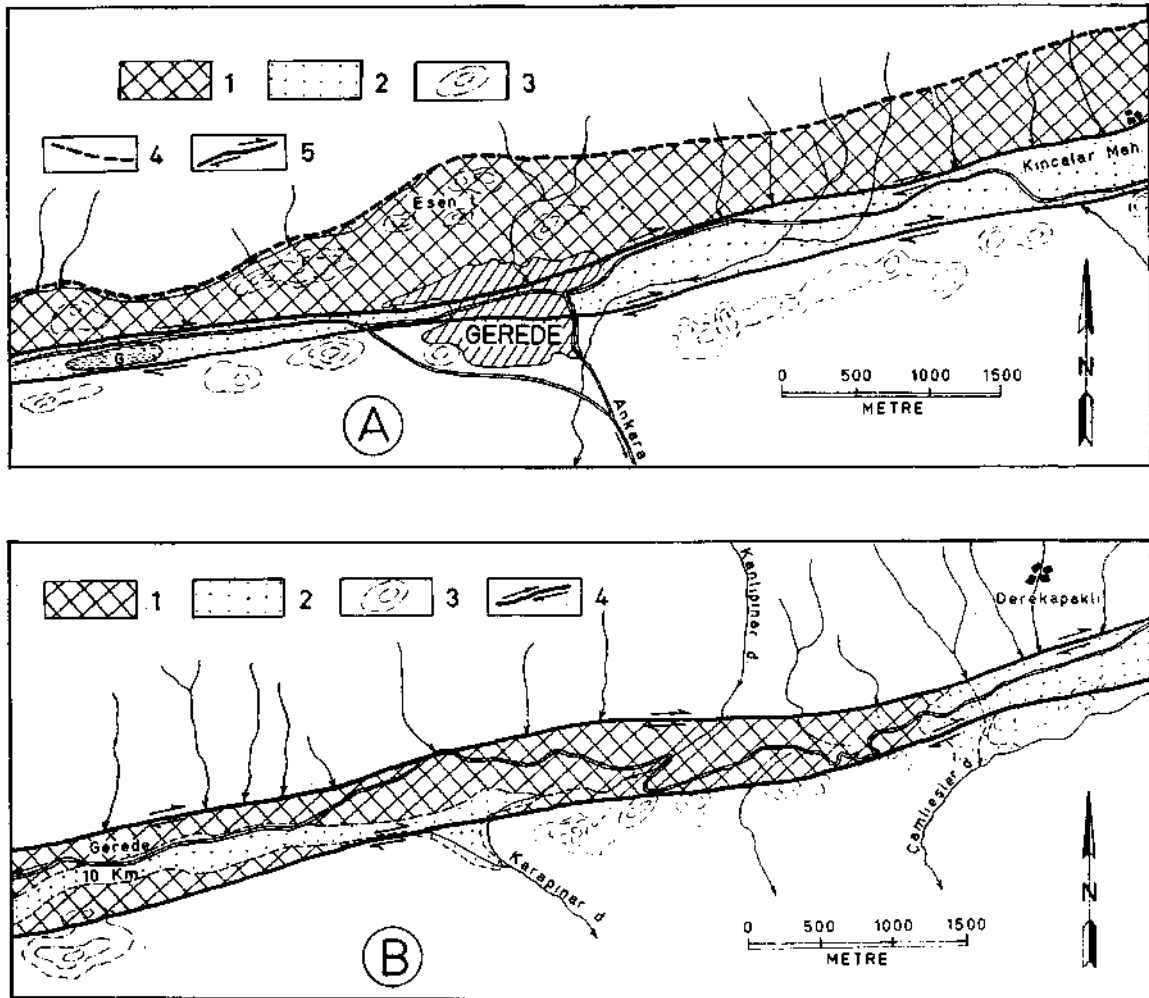
Die klassischen Lias- oder Juravorkommen der Umgebung von Ankara, in der Nähe von Yakacık, Köserlik-Kızık und Lodumlu, welche in den letzten Jahren von H. Bremer palaeontologisch-stratigraphisch untersucht worden sind (16-18), unterscheiden sich ebenfalls von dem Jura von Amasya und Bayburt, wenn man sie lithologisch und in ihrer Mächtigkeit miteinander vergleicht (dazu Fig. 17).

Es wäre noch zu bemerken, dass der Lias von Bayburt-Şiran und zum Teil auch der von Ankara transgressiv und diskordant auf metamorphen und kristallinen Massiven liegen, der Lias von Amasya dagegen mit den Permokarbon-Kalken von Taşlıdağ zusammen vorkommt.

Nach diesen Erläuterungen ist es schwer anzunehmen, dass die Juraformationen von Bayburt, Amasya und Ankara einst eine zusammenhängende, einheitliche Masse bildeten, durch nordanatolische Verschiebung zerteilt und Hunderte von Kilometern von einander entfernt wurden, wie N. Pavoni glaubt (45, auch Fig. 18).

3. In ähnlicher Weise vergleicht N. Pavoni die gewaltige Masse von Eruptiva, andesitischen Laven und Tuffen südlich Ordu-Giresun hauptsächlich oberkretazischen Alters mit der ebenfalls mächtigen vulkanischen Masse, dem sogenannten galatischen Andesit-Massiv (Köroğlu - Işık Dağları von heute) zwischen Ankara und Bolu angeblich «Senonischen Alters».

Nach ihm bildeten diese beiden, sowohl «altersmässig wie auch petrographisch-lithologisch ähnlichen» Massive ursprünglich eine Einheit und wurden durch die nordanatolische Verwerfung 350 km voneinander getrennt (Fig. 18).

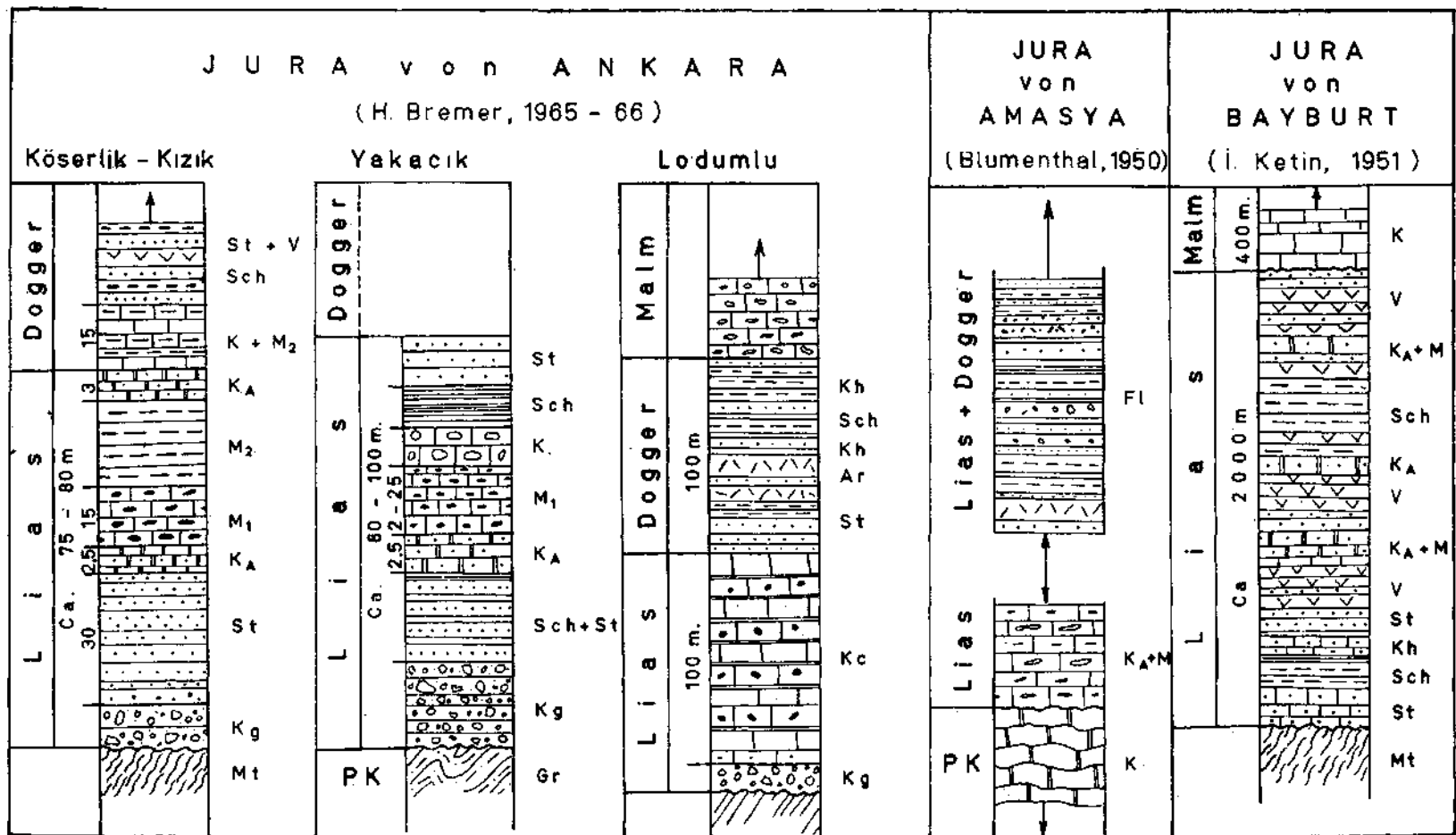


**Fig. 16 - Die nordanatolische Verwerfungszone nahe Gerede (A) und 10 km östlich von Gerede (B). Die Versetzung der Flussläufe durch die Verwerfung (800-1000 m).  
 1 - Zerquetschte Zone; 2 - Alluvialgebiets; 3 - Höhenkurven-Hügeln; 4 - alte Verwerfung auf «A» und aktuelle Bebenverwerfung auf «B»; 5 - aktuelle Horizontalverschiebungen auf «A»; G: Tümpel.**

Wie es aber allgemein bekannt ist, besteht die vulkanische Masse südlich Ordu und Giresun am Schwarzen Meer hauptsächlich aus oberkretazisch-alttertiären, submarin eruptierten und gefalteten Laven und Tuffen und bildet den östlichen Teil des pontischen Gebirgszuges. Die galatische Masse (Köroğlu-Işık Dağları) besteht dagegen in der Hauptsache aus den jungtertiären, andesitisch-basaltischen Lava-Decken, das Produkt eines Oberflächenvulkanismus, der die oberkretazisch-alttertiären Schichten durch stossen hat. Dem wäre noch hinzufügen, dass O. Erol (1954) in der galatischen Masse zwei Krater (Ovacık und Benli) festgestellt hatte (24) und auch Leonhard (1903) und Nowack (1928) schon von den kalderaähnlichen Erupzionszentren auf den Köroğlu Dağları sprachen (24).

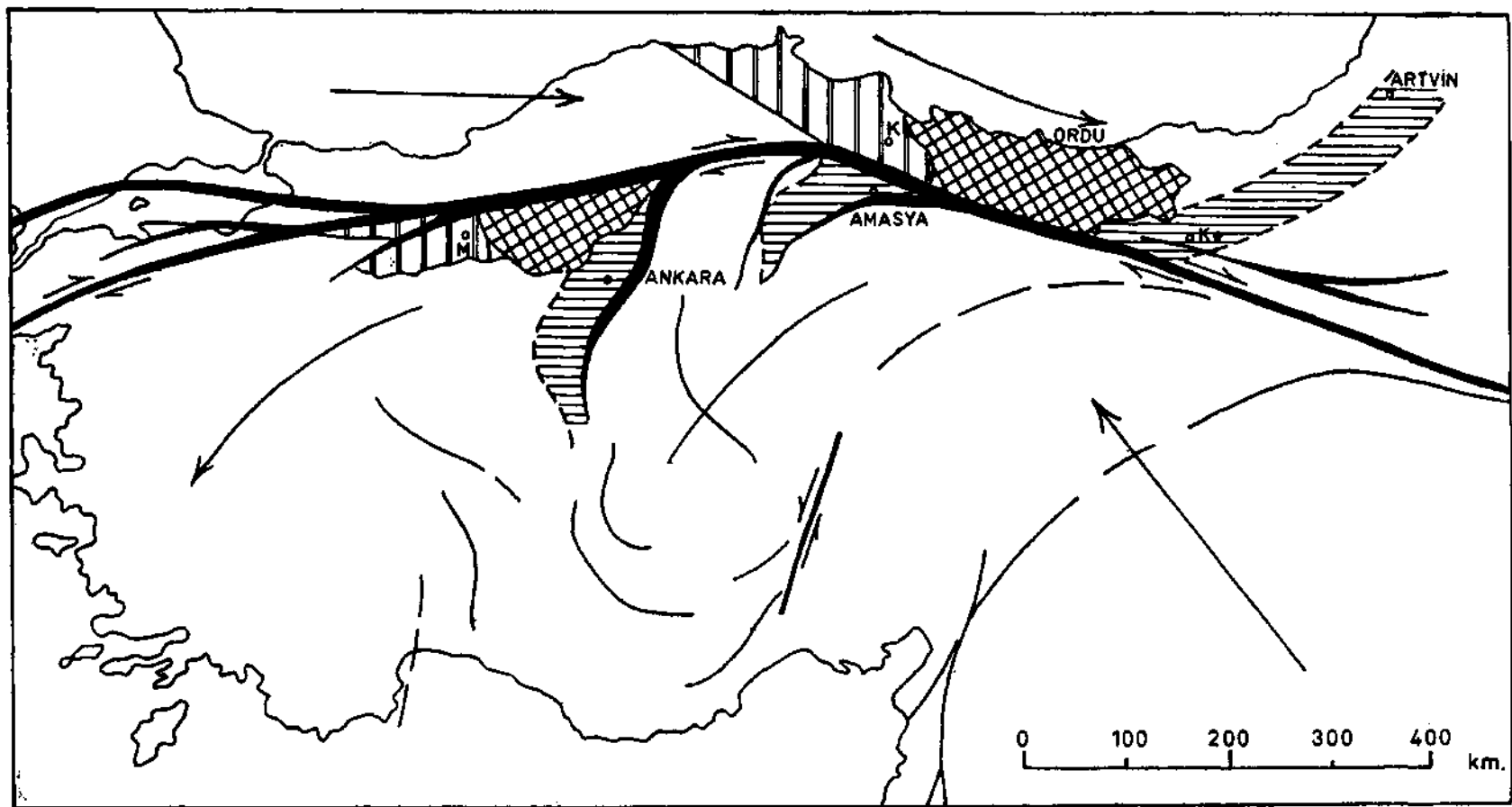
Andererseits schreibt O. Gümüş (1964), der die Gegend von Kızılcahamam, nordwestlich Ankara, eingehend untersucht hat (25), dass die galatische Masse





**Fig. 17 - Vergleichstabelle der Juraformationen von Ankara, Amasya und Bayburt.**

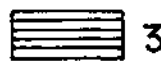
*Ar - Arkose; Fl - Flysch; Gr - Grauwacke; K - Kalk; K<sub>A</sub> - rote Ammonitenkalke; Kc - Krinoidenkalk; K<sub>g</sub> - Basalkonglomerate; Kh - kohlführende Schichten; M - Mergel; M<sub>1</sub> - rote Knollenmergel; M<sub>2</sub> - grau-grüne Mergel ohne Fossilien; Mt - metamorphe Serien; PK - permokarbonische Kalke, Sch - Tonschiefer; St - Sandsteine; V - vulkanische Einlagerungen, Laven und Tuffen.*



1



2



3



4

κ: Kavak    κ<sub>e</sub>: Kelkit    M: Mudurnu

**Fig. 18 - Die grossräumige Versetzung entlang der nordanatolischen Horizontalverschiebung nach N. Pavoni, 1961.**  
 1 - Oberkretazische Flyschzonen der Gegend von Kavak und Mudurnu; 2 - Andesit-Massive von Ordu-Giresun und Köroğlu-Işık Dağları (galatische Masse); 3 - liassisch-unterkretazische Formationen (Aufschlüsse); 4 - wichtige Verwerfungen, meist Horizontalverschiebungen mit rechtshändigem Bewegungssinn.

(Köroğlu Işık Dağları) grösstenteils aus Neogenen Vulkaniten bestehe und nur im Kern einer Antiklinale in der Umgebung von Pazar zwischen Kızılcahamam und Ankara, ausserhalb der galatischen Masse, geschichtete vulkanische Brekzien palaeogenen Alters aufgeschlossen seien (25).

Es muss auch als ein Irrtum bezeichnet werden wenn C. Erentöz in seiner Veröffentlichung (1956, u. 20) das Alter der galatischen Vulkanite als «Senonisch» bezeichnet. Die Schlussfolgerungen von N. Pavoni beruhen zum Teil auf dieser irreführenden Beschreibung (45).

Ferner ist noch zu bemerken, dass die vulkanischen Oberkreideschichten südlich Ordu-Giresun von tertiären Graniten und Granodioriten durchsetzt sind. In der galatischen Masse jedoch gibt es keine ähnlichen Intrusionen.

4. Die Aehnlichkeit zwischen den oberkretazisch-eozänen Eruptiva der Gegend von Kavak südlich Samsun und den Oberkreideschichten vulkanischer Fazies der Gegend von Mudurnu ist ebenfalls rein faziell. Geht man in die sedimentologisch-stratigraphischen Einzelheiten der beiden Serien ein, so verliert die scheinbare «Aehnlichkeit» ihre Bedeutung sofort.

#### SCHLUSSFOLGERUNG

Der Verfasser ist nicht der gleichen Meinung wie N. Pavoni (1961), dass eine 350-400 km lange Versetzung entlang der nordanatolischen Horizontalverschiebung seit dem Eozän stattgefunden habe (45).

Die geologischen Vergleichsunterlagen, die von N. Pavoni als Argumente vorgelegt wurden haben keine genügende Beweiskraft um seine Ansichten zu untermauern, wie das so eben an Hand einiger Beispiele anschaulich gemacht wurde.

Die nordanatolische Verwerfung scheint vielmehr eine ganz junge, aktive Verschiebung zu sein, die sich erst nach Vollendung alpidischer Faltung in Nordanatolien, mit anderen Worten: nach dem Miozän, während des Pliozäns oder des Quartärs, in Bewegung setzte und seit dem eine Versetzung von wahrscheinlich einigen zehn Kilometern gehabt hat.

Für den wahren Betrag der Verschiebung haben wir noch keine genaue geologisch festgestellten Argumente. Nach Ergebnissen der Detail-Untersuchungen von jungen Doktoranden unserer Fakultät im Kelkit-Tal und in der Gegend von Gerede kann man demnächst über den Versetzungsbetrag vielleicht Genaueres aussagen. Für heute aber, kann man nur nach abgelenkten Flussläufen in der Verwerfungszone (Fig. 15 u. 16) mit Sicherheit sagen, dass eine Schubweite von etwa 800-1000 m seit dem jungen Quartär zustande gekommen ist.

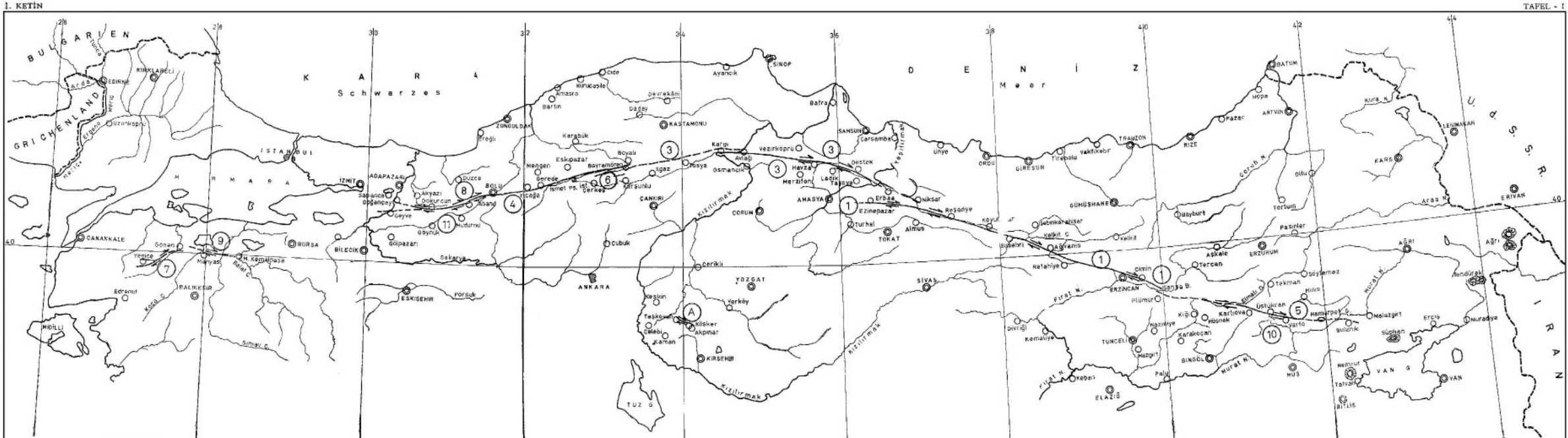
Immerhin ist der Verfasser aber der gleichen Meinung wie N. Pavoni: «Die bis heute bekannt gewordenen geologischen Daten reichen nicht aus für eine vollständige, geschlossene Beweisführung. Dazu bedarf es noch umfassender Detail-Untersuchungen».

## L I T E R A T U R

- 1 — ABDÜSSELAMOĞLU, S. (1959) : Almacıkdağı ile Mudurnu ve Göynük civarının jeolojisi. *Fen Fak. Monogr.*, no. 14, İstanbul.
- 2 — ALLEN, C. R. (1957) : San Andreas fault zone in San Gorgonio Pass. *South Calif. Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 68.
- 3 —————(1960) : Agua Blanca Fault-A major transverse structure of Northern Baja California, Mexico. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 71, pp. 457-482.
- 4 —————(1962) : Circum-Pacific faulting in the Philippines-Taiwan Region. *Journ. Geophys. Research*, vol. 67, no. 12.
- 5 —————(1965) : Transcurrent faults in Continental areas. *Phil. Trans*, no. 1088. *A Symposium on Continental Drift, London, Royal Soc.*, pp. 82-89.
- 6 —————(1967) : Recent faulting in Northern Turkey (Abstracts). *Bull. Geol. Soc. Am. Spec. Paper* (in press).
- 7 — AMBRASEYS, N. N. & ZATOPEK, A. (1968) : The Varto-Üstükran (Anatolia) earthquake of 19 August 1966; Summary of a Field Report. *Bull. Seism. Soc. Am.*, vol. 58, no. 1, pp. 47-103.
- 8 —————(1968) : Preliminary note on the earthquake of July 22, 1967 in Adapazarı (Turkey). *Bull. Seism. Soc.*, vol. 58, no. 1, pp. 477-78.
- 8/a —————; ZATOPEK; TAŞDEMİROĞLU & AYTUN (1968) : The Mudurnu Valley (West Anatolia) earthquake. *UNESCO-Consultants Report*, no. 622, Paris.
- 9 — ARNI, P. (1938) : Zum Erdbeben zwischen Kırşehir, Keskin und Yerköy. *M.T.A. Publ.*, ser. B, no. 1, Ankara.
- 10 — BENIOFF, H. (1959) : Circum-Pacific tectonics. *Publ. Domin. Observ.* Ottawa, 20/2, pp. 395-402.
- 11 —————(1962) : Movements on major transcurrent faults, chapter 4 in «Continental Drift». *Edited by S. K. RUNCORN; Acad. Press*, London.
- 12 — BLUMENTHAL, M; PAMİR, H.N. & AKYOL, İ.H. (1943) : Zur Geologie der Landstrecken der Erdbeben von Ende 1942 in Nord-Anatolien und dortselbst ausgeführte makroseismische Beobachtungen (Osmançık-Erbaa). *M.T.A. Mecm.*, no 1/29, Ankara.
- 13 —————(1945) : La ligne sismique de Ladik, vilayet de Samsun. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/33, Ankara.
- 14 —————(1945) : Die Kelkit-Dislokation südlich Niksar und ihre tektonische Rolle. *M.T.A. Mecm.*, no. 2/34, Ankara.
- 15 —————(1950) : Beitrage zur Geologie des Landschaften am Mitteren und Unteren Yeşilirmak (Tokat, Amasya, Havza, Erbaa, Niksar). *M.T.A. Publ.*, ser. D, no. 4, Ankara.
- 16 — BREMER, H. (1964) : Kleinasien, Handbuch der stratigraphischen Geologie. Bd. IV, Jura, pp. 488-492.
- 17 —————(1965) : Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie des unteren Lias (Sinemurium bis Carixium) in der Umgebung von Ankara (Türkei). *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.* 122/2, pp. 127-221.
- 18 —————(1966) : Ammoniten aus dem unteren Bajocium und unteren Bathonium in der Umgebung von Ankara (Türkei). *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.* 125/Festband, pp. 155-169.
- 19 — CANITEZ, N. (1968) : Türkiye ve civarında deprem odak hareketleri ve gerilme dağılımları. *İ.T.Ü. Maden Fakültesi*, Ph. D. Thesis (under print), İstanbul.
- 20 — ERENTÖZ, C. (1956) : A general review of the geology of Turkey. *M.T.A. Bull.* no. 48.

- 21 — ERENTÖZ, C. & KURTMAN, F. (1964) : Rapport sur le tremblement de terre de Manyas Survenu en 1964. *M.T.A. Bull.*, no. 63, pp. 1-5.
- 22 — ERGİN, K. (1966) : On the epicenter map of Turkey and surrounding area. *Bull. Geol. Soc. Turkey*, tome X, pp.1-2.
- 23 — ERGÜNAY, O. (1967) : 19 Ağustos 1966 Varto deprem raporu. *İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Bölgeleri İcra Heyeti Başkanlığı*, Ankara.
- 24 — EROL, O. (1954) : Köroğlu- Işık Dağları volkanik kitlesinde iki krater hakkında. *Türk Coğrafya Bull.*
- 24/a — GÜÇLÜ, U. (1967) : 22 Temmuz 1967 Adapazarı - Akyazı depremine ait saha raporu. *İ.T.Ü. Maden Fak. Arzfiiziği Enstitüsü* (unpublished).
- 25 — GÜMÜŞ, Ö. (1964) : Kızılcahamam güney dolaylarının jeolojisi. *Petrol Dairesi Publ.*, no. 9, Ankara.
- 26 — HILL, M. L. & DIBBLEE, T. W. (1953): The San Andreas, Garlock, and Big Pine faults, California. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol 64, pp. 221-242.
- 27 — KETİN, İ. (1948): Die grossen anadoluischen Erdbeben in den letzten zehn Jahren. *Urania*, 11-Heft. 6-Jena.
- 28 —————(1948) : Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anadoluischen Erdbeben des letzten Dezeniums. *Geol. Rund.*, Band. 36.
- 29 —————(1949) : Über die Tektonik des Uludağ-Massivs. [*Bull. Geol. Soc. Turkey*, tome II, p. 1, Ankara.
- 30 —————(1951) : Bayburt bölgesinin jeolojisi hakkında. *Fen. Fak. Publ.*, tome XVI, fasc. 2, Istanbul.
- 31 —————& ROESLI, F. (1953) : Makroseismische Untersuchungen über das nordwestanadoluische Beben vom 18. Marz 1953. *Eclogae Geol. Helv*, vol. 46, no. 2. Basel.
- 32 —————(1957) : Kuzey Anadolu deprem fayı. *İ.T.Ü. Bull.*, tome 15, no. 2.
- 33 —————& ABDÜSSELAMOĞLU, S. (1966) : 19 Ağustos 1966 Varto depreminin makro-sismik incelenmesi hakkında rapor (unpublished).
- 34 —————(1966) : 6 Ekim 1964 Manyas depremi esnasında zeminde meydana gelen tansiyon çatlakları. *Bull. Geol. Soc. Turkey*, tome X, pp. 1-2, Ankara.
- 35 —————(1967) : Türkiye'nin genel durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler. Deprem Paneli I; *İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi*, ser. E, p. 5, 1962.
- 36 — LAHN, E. (1946) : Note sur les tremblements de terre dans la region de Van Juillet - Decembre 1945. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/35, Ankara.
- 37 —————(1947), : Relations entre tectonique et seismicite en Turquie. *Extr. Bull. Soc. Geol. France*, 5e serie, tome XVII, 1947.
- 38 — OTKUN, G. (1942) : Etüde paleontologique de quelques gisements du Lias d'Anatolie. *M.T.A. Publ.*, ser. B, no. 8, Ankara.
- 39 — ÖCAL, N. (1959) : 26 Mayıs 1957 Abant zelzelesi. *Kandilli Rasathanesi, Sismoloji Yayınları*. 4.
- 40 — PAMİR, H. N. & KETİN, İ. (1941) : Das anadoluische Erdbeben Ende 1939. *Geol. Rundschau*, Band 32, Heft 3- F. Enke-Stuttgart.
- 41 —& AKYOL, İ. H. (1943) : Çorum ve Erbaa depremleri. *Türk Coğrafya Bull.* Year 1, P. 2.
- 42 —————(1944) : Une ligne seismogene en Anatolie septentrionale. *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul*. ser. A, tome IX, fasc. 3.

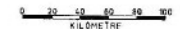
- 43 — PAREJAS, E. & PAMİR, H. N. (1939) : Le tremblement de terre du 19 avril 1938 en Anatolie centrale. *Rev. Fac. Sc. Univ. d'İstanbul*; nouvelle serie, tome IV, Fasc. 3/4.
- 44 — AKYOL, İ. H. & ALTINLI, E. (1942) : 27 Birinci Kanun 1939 Erzincan depremi (batı kısım). *Fen. Fak. Bull.*, ser. B, tome VI, no. 3-4.
- 45 — PAVONI, N. (1961): Die Nordanatolische Horizontalverschiebung. *Geol. Rundschau*, Band 51.
- 46 — PINAR, N. (1953) : Preliminary note on the earthquake of Yenice - Gönen, Turkey, March 18, 1953. *Bull. Seism. Soc. Am.* 43, pp. 307-310.
- 47 — (1953) : 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depreminin jeolojik ve makrosismik etüdü. *Fen. Fak. Bull.*, ser. A, tome 18, no. 2.
- 48 — SALOMON-CALVI, W. (1940) : Untersuchung über Erdbeben in der Türkei. *M.T.A. Publ.*, ser. B, no. 5, Ankara.
- 49 — ST. AMAND, P. (1957) : Geological and geophysical synthesis of the tectonics of portions of British Columbia, the Yukon territory, and Alaska. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 68, pp. 1343 - 1370.
- 50 — & ALLEN, C. R. (1960) : Strike-slip faulting in Northern Chile. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 71 (abstracts), p. 165-
- 51 — TAŞMAN, C. E. (1944) : Gerede - Bolu depremi. *M.T.A. Mecm.*, no. 1/31, Ankara.
- 52 — (1946) : Varto ve Van depremleri *M.T.A. Mecm.* no. 2/36, Ankara.
- 53 — WALLACE, R. E. (1968): Earthquake of August 19, 1966, Varto area, Eastern Turkey. *Bull. Seism Soc. America*, vol. 58, no. 1, pp. 11-45.
- 54 — WELLMAN, H. W. (1955) : New Zealand Quaternary tectonics. *Geol. Rundschau*, Band 43, Heft 1.
- 55 — (1966) : Active wrench faults of Iran, Afganistan and Pakistan. *Geol. Rundschau*, Band 55, Heft 3.

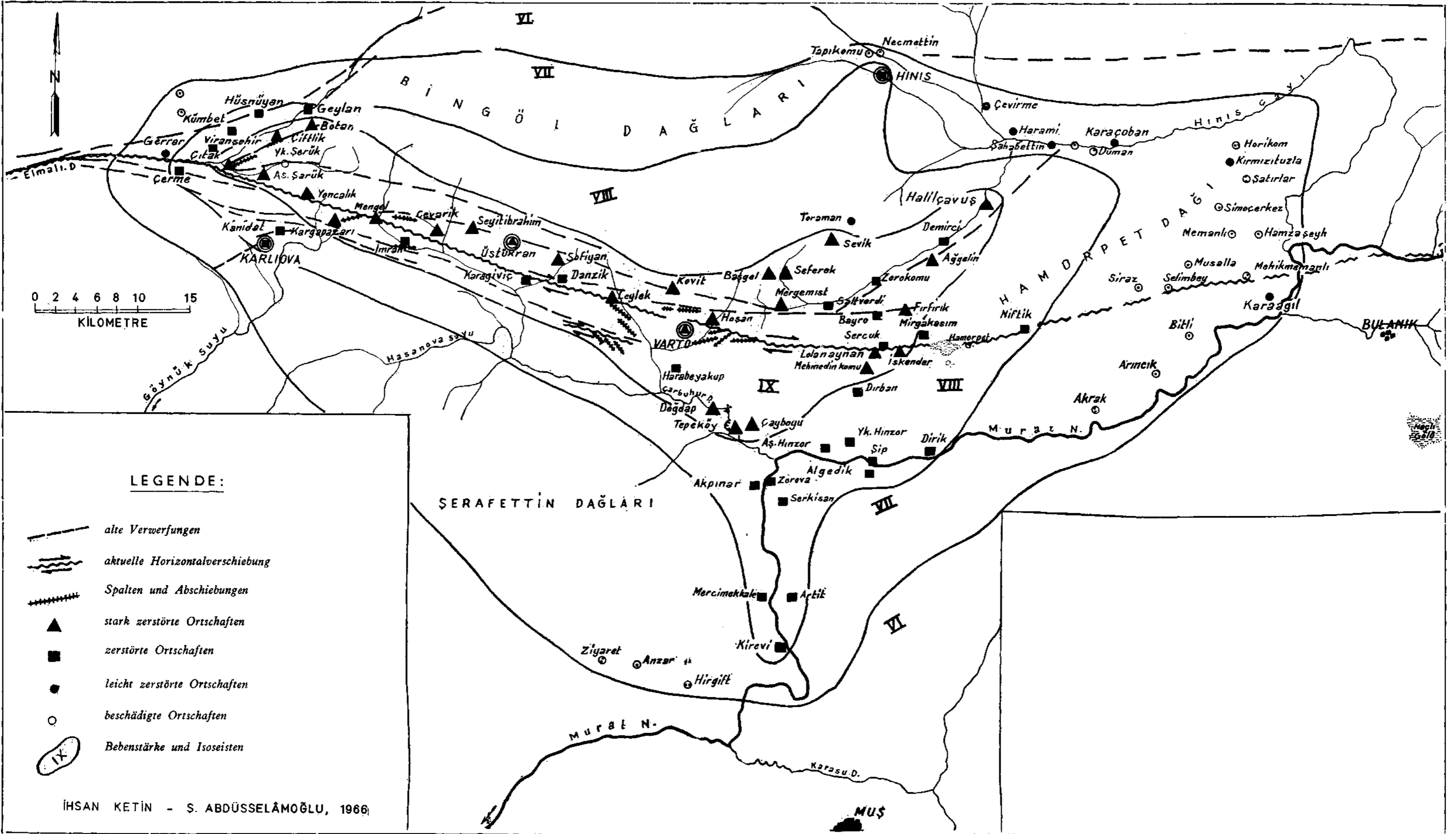


I. KETIN, 1958

**VERLAUF DER NORDANATOLISCHEN HORIZONTALVERSCHIEBUNG**

(Die Ziffern in Kreisen zeigen die zeitliche Folge sowohl der Erdbeben wie auch der einzelnen Verwerfungsteile.)





LEGENDE:

- alte Verwerfungen
- aktuelle Horizontalverschiebung
- Spalten und Abschiebungen
- stark zerstörte Ortschaften
- zerstörte Ortschaften
- leicht zerstörte Ortschaften
- beschädigte Ortschaften
- Bebenstärke und Isoseisten

İHSAN KETİN - S. ABDÜSSELAMOĞLU, 1966

MAKROSEISMISCHES BEBEN DER ERDBEBENS VOM 10. AUGUST 1966 IM VARTO-GEBIET