

«FELDGRABEN» BÖLGESİNDEKİ ESKİ MADEN GALERİLERİNİN JEOMANYETİK ETÜDÜ

Ergun TEMİZ*)

ÖZET :

Hanz'da Clausthal - Zellerfeld şehrinin Feldgraben - Federal Almanya - bölgesinde, eskiden işletilmiş ve terkedilmiş maden galerilerinin yerlerini tesbit etmek gayesi ile jeomanyetik etüdü yapılmıştır.

Yapılan etüd, eski maden yerlerini vermediği gibi ayrıca etüd bölgesindeki jeolojik strüktürünü de izah edici olamamıştır. Bununla beraber Harz'daki Varistik (Erzgebirge), Hersiniyen ve Ren kıvrılmalarının ana tektonik yönleri yapılan jeomanyetik etüd ile mükemmel bir surette korele edilmiştir.

ZUSAMMENFASSUNG :

Es sollten geomagnetische Messungen auf den Feldgrabengelände in Clausthal - Zellerfeld im Harz, Bundesrepublik Deutschland, unter besonderer Berücksichtigung der Lokalisierung früherer Abbaugelände durchgeführt werden.

Die Ergebnisse ergaben weder die Lokalisation früherer Abbaugelände noch eine geologische Störung, aber die varistischen (Erzgebirgisch), hercynischen und rheinischen Hauptstreichrichtungen, die mit den geologischen Ergebnissen übereinstimmen.

1) Arazinin Jeolojik Durumu :

a) — Harz Bölgesinin Jeolojik Tarihi :

Eldeki jeolojik bilgi ve metamorf olan gnays, mika şist, fillat, kloritli şist, şistleşmiş gravak, kuarzit ve silisli şist taşlar yardımı ile, Harz'ın (Batı Almanya'nın Aşağı Saksonya Eyaletinin güney doğusundaki dağlık bölgeye denir.) Algonkium Kambrium ve Aşağı Silur'da kara parçası olduğu, Yukarı Silur'da ise fosil ve deniz hayvancıklarına istinaden deniz sularıyla örtülü olduğu anlaşılmıştır. Silur'un sonlarına doğru deniz suları çekilmiş ve «Genç Kaledonik» yer yapısı (orojenesi) meydana gelmiştir. Aşağı Devon'da tekrar batıdan gelen Ren denizi ile güneydoğudan gelen Bohemya denizi Harz'ı kaplamış ve bu esnada kalkerli gravakların taban konglomeralarının üstünde kalkerli sedimanlar, killi ve kumlar teşekkül etmiştir. Batıdan gelen Ren denizi daha çok kumlu killi, güneydoğudan gelen Bohemya denizi ise kalkerli birikmeler (yaşlı Hercynikum) getirmişler. Daha sonra, Ortadevon'un altınca kalkerli - killi birikmeler (genç Hercynikum) meydana gelmiştir. Ortadevon'da ise Wissenbaoh - Şistleri oluşmuştur. Aşağı Kar-

bon'daki kumluşist, killiştir ve gravakların birikmesinden sonra Varistik (Erzgebirgisch) - esas kıvrılması olmuştur. Harz'ın yeniden deniz ile kaplanması alt Zechstein'dadır (Perm). Jura'da Harz zaman zaman denizin üstüne çıkmış ve Jura - Krates dönümünde Saksonik yer yapısı (orojenesi) meydana gelmiştir. Tersier'de tekrar kuvvetli bir tektonik hareket olmuş ve Harz bu hadiseden dolayı tekrar kıvrılmıştır. Nihayet Erzgebirge (varistik) kıvrılması sonucu tabakalar kuzeydoğu - güneybatı yönünü almıştır, bu yöne Varistik yönü adı verilir. Daha sonraki tektonik hadiselerden meydana gelen kuzeybatı - güneydoğu kıvrılma yönüne de Hersiniyen denir. [1, 2, 5, 8].*)

b) — Clausthal'daki işlenmiş maden damarları :

Ortadevon'da Brocken - masifinin granit eriyikleri üst üste yığılmış tabakaların arasına girince, sıcaklık - basınç değişimleri ve daha sonra soğumanın tesiri ile Clausthal maden ve mineralleri teşekkül etmiştir. Bu maden ve mineral oluşumlarını üç zonda tetkik edebiliriz. 1 nci zonda en çok kuarz, bu-

*) Jeofizik YOK. Müh.
M.T.A. Enstitüsü, Ankara.

*) Köşeli parantez içindeki rakamlar yazının sonunda verilen referansları göstermektedir.

nun yanında az miktarda kobalt, nickel, bizmut ve arşen cevherleri, 2 nci zonda ise yine en çok kuarz fakat bu sefer onun yanında bakır cevherinin teşekkül ettiğini görüyoruz. Clausthal maden yatakları için en önemli zon 3 ncü zondur. Bu zonun belli bağlı cevheri çinko ve gümüş ihtiva eden kurşundur. Bu çalışmada yalnız Rosenbüscher damarı ele alınmış ve jeomanyetik etüdler bu damar üzerinde yapılmıştır.

2) Etüd Sahası ve ölçüler :

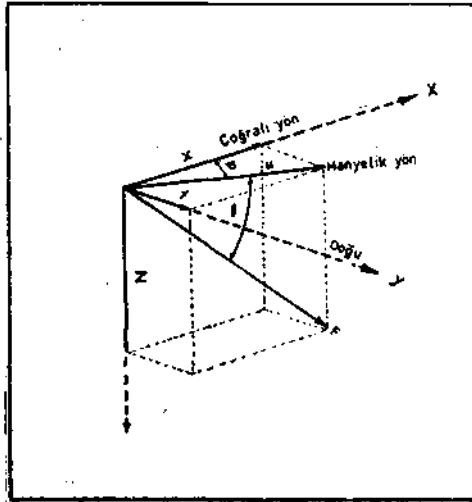
a) — Saba :

Rosenbüscher galerisinin tam üstünde 50mX50m boyutlarında bir yer olup, Clausthal Kadastro Müdürlüğünden alman topografik ölçüleri Reduksion - Distanzmesser Wild - Heerburg, Schweiz) teodoliti ile kontrol edilmiş ve doğru oldukları görülmüştür. Bundan sonra etüd sahası, Rosenbüscher galerisine dik 5m. aralıklı profillerle bölündükten sonra, profiller üzerinde her 5 m. de bir istasyon noktası alınmak suretile ile 25 m² İlk karelere bölünmüştür.

b) — Arzın manyetik alamı :

Arzın manyetik alanı, merkezine yerleştirilmiş çubuk şeklinde bir miknatıstan geliyormuş gibi düşünülebilir. Alanın kuvvet çizgileri arzın güney kutbundan çıkar ve kuzey kutbundan girer. Total alan şiddeti bir (F) vektörü ile temsil edilebilir. Bu F vektörü, biri vertikal (Z) diğeri horizontal (H) iki komponentin vektöriyel toplamıdır.

$$F = Z + H \quad \text{Şekil 1.}$$



Şekil: 1 — Arzın manyetik komponentleri

Total alan şiddeti ve komponentleri Gauss adı verilen bir birimle ölçülür. Total alan şiddetli hiçbir yerde 0,7 Gauss'u geçmez. Jeomanyetikte oldukça büyük bir birim olan Gauss yerine Gamma (γ) adı verilen daha küçük bir birim kullanılır.

1 Gauss = 100000 γ , 1 γ = 10⁻⁵ Gauss'dur.

Manyetik anomali veren kayaçlar, değişen susseptibilitelere sahip olduğu için farklı şekillerde mıknatıslanmaktadırlar.

Bu mıknatıslanma di-, para- ve ferro olmak üzere üçe ayrılır. Ferro mıknatıslanmada susseptibilite sabit değil, H manyetik alanın bir fonksiyonudur [5, 6].

c) — ölçü aleti :

Sahanın vertikal Z ve horizontal H jeomanyetik ölçülerinde, Gfz - Askania, Werke, Berlin - Torsion manyetometreleri kullanıldı. Bunların skala tayinleri ise Helmholtz bobininde [3,4] yapıldı. Gfz- Vertikal Torsion manyetometresi için 1 SK = 234,42 1 2 (γ), Horizontal torsion manyetometresi için 1 SK = 226,00 1 2 (γ) bulundu.

d) — Manyetik alan ölçülerinde günlük değişme tashihlerinin yapılması :

Etüd sahası civarında, 300 km. uzaklıkta veya daha yakında herhangi bir rasathane varsa, Z, H, D ve I'nin zamana bağlı değişmeleri bu rasathaneden alınan kayıtlardan çıkarılarak gerekli tashihler yapılır. Aksi takdirde etüd ölçüleri alınacak baz noktalarındaki değerlere göre işleme tabi tutulur [7,8,9].

Küçük saha etüplerinde en iyi metod iki manyetometre ile çalışmaktır. Bunlardan biri daima baz noktasında, diğeri ise ölçü istasyonlarında bulundurulur. Bu şekilde yapılan etüpler çok hassas olup, daima en iyi neticeyi verirler.

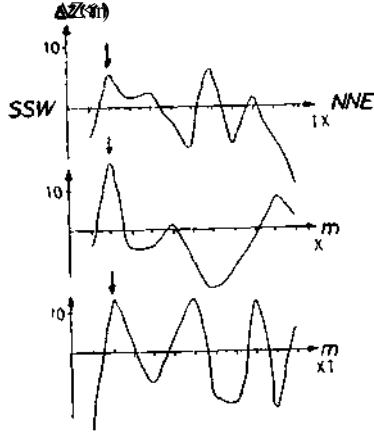
3) Ölçü Neticeleri :

a) — AZ - ölçüleri (5m. aralıklarla) :

AZ - Vertikal şiddet değişme miktarı Gfz - Torsion manyetometre ile - Askania - Werke, Berlin - ölçüldü. Elde edilen gamma değerleri ölçü ve okuma hassasiyeti civarında olduğundan ne yerin jeolojik yapısı, ne de yer altında yabancı matriyel bulunup bulunmadığı hakkında bir karara varılabildi. Bu AZ - ölçülerinde Gamma amplitüdlerinin değerleri (+ 18 (γ) ile (-) 31 (γ) arasındadır.

Şekil 2'de ölçü istasyonları aralıkları metre olarak absiste, AZ - değerleri ise γ Gamma olarak ordinatta gösterilmiştir. Bu amplitüd

değişmeleri IH, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI profillerinde açıkça görülmektedir. Profil IX, X, XI'de (Şekil : 2) ise bu amplitud değişmelerinin maksimumları üst üste gelmektedir. Bu çakışmanın bir değişmeye sebep oldu-



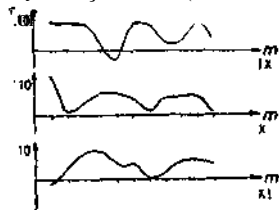
20 m

PROFILVERGLEICH
Abb.4

Şekil : 2 — 5 m. aralıkla ölçülen AZ'nin anomali eğrileri

ğu kabul edilebilir. Fakat neticeden emin olmak için Wingst - Hamburg manyetik ölçü rasyon aralıkları aynı kalmak şartı ile) amplitud değişmelerinin bu profillerde, birincisinin aynı olmadığı görülmüştür. (Şekil : 3) ölçüler gerekenden daha fazla bir hassasiyetle yapılmış olup, bir yanlışlık mevzu bahis olmayacağından, bu değişikliğin sebebini öğrenmek için Wingst - Hamburg- manyetik ölçü rasyonlarından, ölçü yapılan günlere ait Z - değişim kayıtları alındı. Bu kayıtlardan alınan bilgiler, muazzam bir manyetik değişimin mevcut olduğunu gösterdi. Dolayısı ile 1 nci AZ - ölçüleri nazarı dikkate alınmadı. 2 nci AZ - ölçülerinin ise problemin çözülmesinde hiç bir rol oynayamayacağı görüldü.

Verilen problemi kesin olarak çözebilmek için, profil ve istasyon aralıkları 5m'den 2m'ye düşürüldü (mikromanyetik). Yeni AZ -

PROFILVERGLEICH
Abb-5

Şekil: 8 — örn. aralıkla ikinci defa ölçülen AZ'nin anomali eğrileri

ölçülerinden elde edilen değerler için anomali eğrileri çizildi. Amplitud değişmelerinin (-) 19 Y ile (-f) 24 Y arasında olduğu tesbit edildi. I den VIII kadar olan profiller karşılaştırılırca, maksimum ve minimumların uygunluk gösterdiği görülebilir. Bu müşahade ise manyetik anomali veren kütlelerin yer altında bu profiller boyunca uzandığını gösterir. Bu etkinin yer altında mevcut bir su borusundan ileri geldiği de düşünülebilir. IX'dan sonraki profillerde de bazı anomaliler mevcut olmakla beraber, bu profillere ait 5m. aralıklı ölçülerde olduğu gibi bu ölçüler de değerlendirilememiştir.

c) AH - ölçüleri ve Isoanomalplanları:

AZ - ölçülerini tamamlayıcı bilgi elde etmek için horizontal komponent şiddetleri de ölçüldü. Bu AH - ölçüleri Gfz - horizontal torsions - magnetometresi ile yapıldı. Alınan neticeler istenilen sonucu vermediğinden, bütün ölçüler için birer isoanomalplanı yapıldı. (Diplomarbeit Temiz) - Problemin çözümü için bundan da müsbet bir netice alınamadı. Fakat bu anomaliler burada manyetik bir tesisin olduğunu gösterdi. Bunun üzerine Clausthal Kadastro Müdürlüğüne müracaat edildi. Alman bilgiye göre anomali veren bölgelerde demir boru bulunması mümkün olmadığından, mevcut anomalilerin böyle bir materialden ileri gelmeyeceği kesin olarak anlaşıldı. Bu anomalilerin sebepleri, ileride teferruatlı olarak verilecektir.

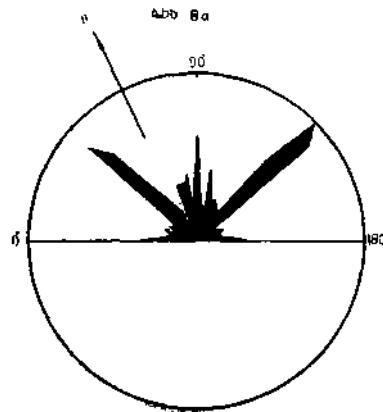
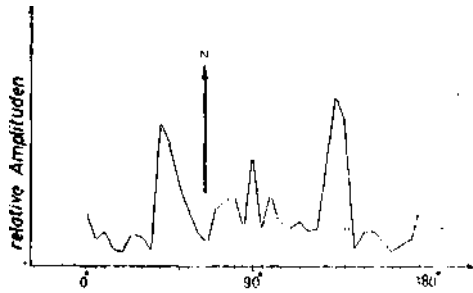
d) — Isoanomal - Yön Statiği :

Isoanomalplanda isoanomal doğrularının ona yön istikametlerini en kısa ve en doğru şekilde isoanomal - yönstatiği ile bulunur. Burada yönstatiği W. Neumann'ın [10] üçgen metodu tatbik edilerek bulunmuştur. Bu metodta hesaplar elle yapıldığı takdirde çok uzun zaman aldığından, meselenin çözümü için bir program (Program: bir meselenin veya işlemin elektronik hesap makinalannâa çözümü için kullanılan metod demektir) - Bu program Ek I'de aynen verilmiştir - hazırlanarak, neticeler elektronik hesap makinaları vasıtası ile elde edilmiştir. Bu neticeler hem karteziyen koordinatlarla, hem de çatlaklar diagramları ile grafik olarak gösterilmiştir. Grafik çiziminde aralıklar 5'er derecedir.

AH - değerleri için elde ettiğimiz isoanomal yönstatiği (Şekil : 4) incelendiğinde : Hersinien tabakalarının kuzeybatı - güneydoğu Varistik (Erzgebirgisch) tabakaların kuzeydoğu - güneybatı ana yön istikameti

doğrultusunda olduğu görülür. Çatlaklar dt-agramında 90°'ye tekabül eden Ren tabakalarının ana yön istikameti ise, varistik tabakalar gibi kuzeydoğu - güneybatı doğrultusuna sahip olmakla beraber, kuzey - güney doğrultusuna daha yakın olduğu müşahade edilir. Elde edilen bu neticeler, jeolojik etüdlere sonucu Harz'daki ana tektonik yön istikametleri ile tam mutabakat halindedir. AZ değerleri (5m. ve 2m. aralıkla ölçülen) için yapılan yön statistiğinde, yalnız ve yalnız Ren ana tektonik yön istikameti görülmektedir. Böyle bir durum, bir hata sonucu olabileceğinden, AZ ölçüleri için yapılan işlemlerde bir yanlışlık olup olmadığını kontrol gayesi ile, - alet ve okuma hataları $\pm 7 t$ olduğundan etüd sahası içinde, $\pm 8 y$ 'dan daha yüksek değerleri haiz, bir deneme sahası seçilip, yalnız bu parça için yön statistiği tatbik edildiğinde, elde edilen sonucun Şekil (4) ile mutabık olmadığı görülmüştür. (Etüd sahasına ait, AZ ölçüleri incelendiğinde, profil VI, ile XVII arasında, 13. istasyondan itibaren okunan değerlerin $\pm 8 y$ dan daha yüksek olduğu görülür. Dolayısı ile bu bölge deneme sahamız olmuştur).

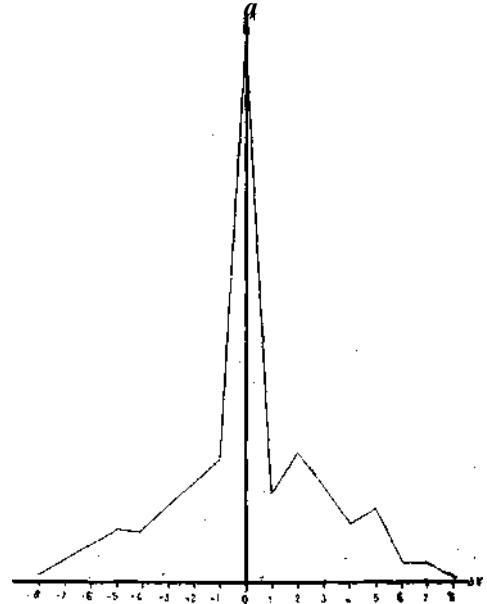
Bu durumda, AZ değerlerinin statik hata dağılımı teorisi (Gauss) yardımı ile kontrolü lüzumludur. Bunun için gerekli



Şekil: 4 — 5 m. aralıkla ölçülen AH'nin yön statistiği

teorik bilgi literatürden temin edilmiştir. [11, 12, 13, 14].

Gauss teoremini tatbik edebilmek için, aynı profil üzerinde komşu iki ölçü istasyonun da alınan değerlerden, önceki, sonrakinden çıkarılmak sureti ile elde edilen farklar, Ay - Gamma olarak absise, profil aralıkları için bir birim seçilmek sureti ile de - meselâ 1 mm. - profiller, ordinata taşınarak, bir eğri çizilir. Bu eğrinin maksimumunun absisi sıfır çıkarsa, alınan ölçü ve yapılan hesaplarda bir hata var demektir. Bizim de AZ değerleri için çizdiğimiz eğrinin maksimumunun "sıfır absisli olduğu" görülmektedir. (Şekil : 5)



Şekil : 5 — AZ değerleri için Gauss normal hata dağılımı

4) Profil Yön ve Rejyonal Anomali Hatalarının Bertaraf Edilişi :

Paragraf 3.a'da adı geçen AZ - eğrileri (2 metre aralıklı) ikinci dereceden bir parabolle karşılaştırılarak :

a) — Gerçek bir rejyonal anomali, kafi derecede hassas ölçülemeden varyasyonlarla, alete ait eliminasyon değerlerinin üst üste binmesi neticesi ortaya çıkan yalancı anomalilerden ayırt olunabilir.

b) — Profil yön hataları bertaraf edilebilir. Mevcut problemlerin hepsini içine alan ve bize AZ in hakikî (y) değerlerini verebilecek olan bir program Dr. Wedel tarafından hazırlandı. Neticeler, elektronik beyin vasıtası ile elde edildi ve AZ in hakikî (y) değerleri ile, izoanomal yön statistiği, hem kar-teziyen koordinatlara göre çizildi ; hem de çatlaklar diyagramı yapıldı. (Şekil: 6, 7) Bu

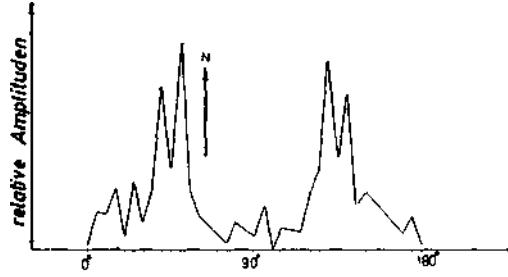
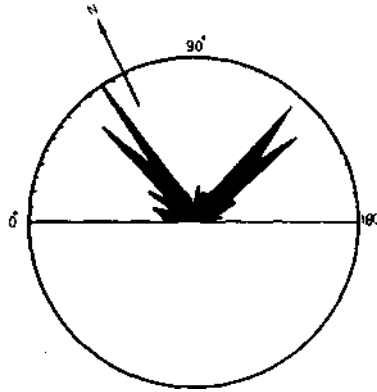


Abb 45 0



Şekil: 6 — Hatalar bertaraf edildikten sonra 5 m. aralıkla ölçülen AZ için yön statifi

şekillerden de görülebileceği gibi AZ in hakiki değerleri de, (Şekil: 4) deki AH değerlerine ait, Varistik, (Kuzeydoğu - Güneybatı), Hersnien (Kuzeybatı - Güneydoğu) ve Ren (Kuzeydoğu - Güneybatı) tabakalarının ana tektonik yönlerinin aynını vermiştir. Çatlaklar diyagramında görülen küçük formasyonlar ise, bu üç büyük tabakanın ana tektonik yönlerine diyagonal olarak tabakalaşmıştır.

5) Mineralojik Tetkik :

Hatalar bertaraf edildikten sonra, elde kalan anomalilerin Fe - ihtiva eden mineralardan üeri geldiği düşünülmüşse de, anomali veren bazı yerlerde, 50 cm. derine inilerek alınan numunelerin mineraloji laboratuvarında yapılan tahlilleri demir ihtiva etmediklerini göstermiştir. Halbuki, buralarda ana cevherin işletilmesi sırasında, yer yüzeyine kadar çıkarılmış olması muhtemel, yan kayalardan siderite tesadüf edilmesi bekleniyordu.

6) Sonuç :

«Feldgraben» sahasındaki, jeomagnetik ölçüler 2 yönden incelendi: Birinci inceleme-

mizde, etüd sahasında mevcut çok eskiden açılmış olan maden galerisinin yerini tam olarak lokalze etmeğe, ikinci incelemede ise, altta mevcut jeolojik uyumsuzluğun yerini tesbite çalıştık. Fakat ölçüler neticesinde elde edilen AZ ve AH değerleri ile bu sonuçlardan hiç birisine ulaşamadık.

Bu durumda, elde etmiş olduğumuz gerçek anomalileri şu şekilde tefsir etmek mümkündür.

a) — Etüd sahası civarında mevcut cevherin işletilmesi sırasında, izabesi de aynı yerde yapılmakta olduğundan, cürufı bu civara dökülmüştür. Bu cürufıların Fe - ihtiva edenleri mevcut olabilir.

b) — Etüd sahası, bir kaç yıl öncesine kadar, mer'a olarak kullanılmış olduğundan, etrafı demir kazıklarla çevrilmiş bulunmaktadı. Bu kazıklardan kalanlar, tarafımdan sahadan uzaklaştırılmış olmakla beraber, oldukça derine gömülmüş olup gözden kaçanlar olabilir.

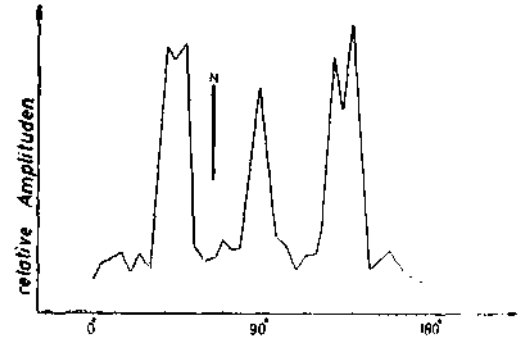
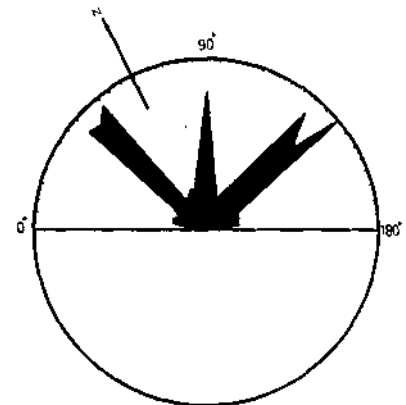


Abb 46 0



Şekil : 7 — Hatalar bertaraf edildikten sonra 2 m. aralıkla ölçülen AZ için yön statifi.

Y Ö N S T A T İ S T İ K P R O G R A M I

```

'BEGIN'
REAL' S.O.E.
INTEGER' I,J,M,N,K
ARRAY' B C0363.
PROCEDURE' LISTE.
-BEGIN' K:=ENTIER t0/5=0.5>.
IF'K' EQUAL'0'OR'K'EQUAL'3+' THEN' B C03 :.BC3+J..BC03.E
ELSE'
BCK3:=BCK3.E.
END'.

PROCEDURE' STRE ICH (A.B.CN. WINKEL. GEWICHT);
VALUE' A, B.C.M.
REAL' A.8.C.M. WINKEL. GEWICHT.
'BEGIN' REAL' PHI. X.Y.M1. DH.L.
'BOOLEAN' FALL 1. FALL 2. FALLS. 801.
'IF' A' EQUAL' B' AND' A' EQUAL' C' THEN' 'BEGIN' WINKEL* GEWICHT =0:'GO' TP.'
ENDE'END'.
'IF' A' EQUAL' B' THEN' 'BEGIN' WINKEL 90; GEWICHT:=H*ABS(A-C);
'GO' TO' ENDE' END':
'IF' A' EQUAL' C' THEN' 'BEGIN' WINKEL:=0; GEWICHT:=M*ABS(A-B): GO TO'
EHDE'END':
'IF' B' EQUAL' C' THEN' 'BEGIN' WINKEL:= 46; GEWICHT:=M*1.4142139*ABS(A-B)
TIO TO' ENDE' ENO':
FALL 1 --FALL 2:= FALL 3 =FALSE.
IF' (A' NOTGREATER' B' AND' A' GREATER' C) OR (A' NOTGREATER' C' AND'
A' GREATER' B)' THEN' 'BEGIN' FALL 1.'TRUE': 'GOTO' MAI'END':
IF' (B' NOTGREATER' A' AND' B' GREATER' C) OR (B' NOTGREATER' C' AND'
B' GREATER' A)' THEN' 'BEGIN' FALL 2:=TRUE': 'GOTO' MAI'END':
IF' (C' NOTGREATER' A' AND' C' GREATER' B)' OR' (C' NOTGREATER' B' AND'
C' GREATER' A)' THEN' FALL 3 :=TRUE'

MAI: 'IF' FALL1' THEN' 'BEGIN'
'IF' B' GREATER' C' THEN' 'BEGIN' B01 -TRUE': X =<B-A)/(B-C)'END'
'ELSE' 'BEGIN' B01:=P*LSE': X:><C-A)/(C-B)' END'.
Y:=X:aX^M; X:iX^I. «K2U9:

M1:=M-Y.
'IF' M V EQUAL'0 THEN' PHI:= 1.57079633 ELSE' PHI:=ARCTAN (Y/H1).
IF' 801 'THEN' PHI =1.57079633. PHI -ELSE' PHI:= 3.H1S9J6S-PHI.
OH:=ABS<B-C>.' I:.SORT (Y*Y=M1+M1);
ENO';
IF' FALLJ' THEN' 'BEGIN'
'IF' A' GREATER' C' THEN' 'BEGIN' =01 :=TRUE': X *(A-8)/(A-C) 'END'
'ELSE'

```

c) — Rosenbuscher damarının yan kayaçları siderit olup, bu kayaçlar (Fe - Şpat % 48) zamanla tektonik hadiseler sonucu sathaya yaklaşmış olabilir.

Bu çalışma ile elde edilen müsbet netice, Varistik (Kuzeydoğu - Güneybatı), Hersinlen (Kuzeybatı - Güneydoğu) ve Ren (Kuzeydoğu - Güneybatı) kıvrılmalarının ana tektonik yönlerinin jeofizik metodlarla ve matematiksel olarak bulunmuş olmasıdır.

R E F E R A N S L A R

- [1] Mohr, K.; Harzgeschichte (Die Geologie des Westharzes) Clausthal-Zellerfeld, - 1964.
- [2] Berrtz, A.; Lehrbuch der angewandten Geologie, Stuttgart, - 1960.
- [3] Fanselau, G.; Geomagnetismus Aeronomie, Band II, Berlin, - 1960.
- [4] Fanselau, G.; Geomagnetismus Aeronomie, Band III, Berlin, - 1959.
- [5] Haalck, H.; Lehrbuch der angewandten Geophysik, Teil I, Berlin, - 1953.
- [6] Meisser, O.; Praktische Geophysik, Leipzig, - 1943.
- [7] Wedel, D.; Geomagnetisch Messungen am Oberharzer Diabaszug m den Gebieten Ziegenberg und Hut ta I, Clausthal - Zellerfeld, - 1963.
- [8] Illi, H.; Schwere Messungen im Feldgraben, Clausthal -Zellerfeld,-1964.
- [9] Neumann, W.; Geomagnetische Messungen an e i nem Diabasvorkommen im Siegerland, Clausthal-Zellerfeld, - 1964.
- [10] Neumann, W.; Praktische Untersuchung zur Isanomalien - Richtungsstatistik, Sonderdruck aus Freiburger Forschungsheft, C 13, Juli 1954.
- [11] Bronstein - Semendjewe; Taschenbuch der Mathematik.
- [12] Zurmühl, R.; PUaktische Mathematik für Ingenieure und Pfiysiker, - 1963.
- [13] Grossmann, W.; Grundzüge der Ausgleichsrechnung.
- [14] Baule, B.; Ausgleiohs - und Naherungsrechnung, Leipzig, - 1963.