

ORTA İSVEÇ (BERGSLAGEN) SVİONİTİK LEPTİT HATTINDAKİ SAHRELER ÜZERİNDE MAGNETİKLEŞME İSTİKAMETİNİN VE MAGNETİK VASIFLARIN ETÜDÜ

Rolf E. GLITSCH

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

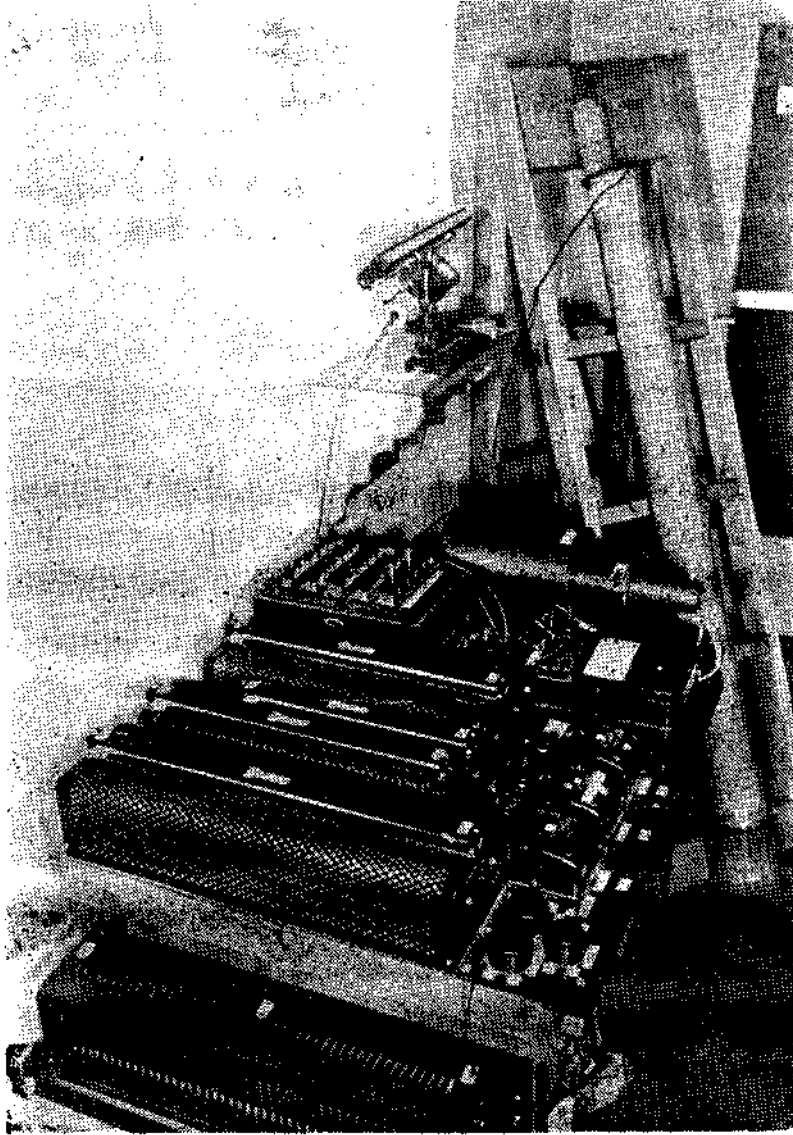
ÖZET. — Burada, kullanılan PUZIGHA teçhizatının yapılış ve çalışma tarzından bahsedilecektir. Bu teçhizatla elde edilen sıhhat derecesinin, tamamen kifayet eder mahiyette bulunduğu görülmüştür.

Orta İsveç'teki (Bergslagen) svionitik leptit hattının sahre numuneleri üzerinde yapılan etüdlere ve bunların magnetizasyon istikametinin tâyini muayeneleri, bugünkü arz devresi sahasından takriben 30° nispetinde bir magnetizasyon istikameti verecek şekilde inhiraf göstermiştir. Remanant ve endüksiyonlu magnetizasyon arasındaki nispete istinaden, Svionium esnasında, burada tesbit olunan magnetizasyon istikametlerinden başka bir istikamet hâkim bulunmamış olduğu kabul edilebilir ki, bu sayede S. K. Runcorn tarafından bildirilen ve bugünkü arz devresinden inhiraf eden sahre magnetizasyon istikametine mütaallik etüd neticelerinin muhtelif zamanlara göre teyidi de mümkün olmuştur. Magnetizasyon vüsati, magnetizasyon portörü olarak belli olan magnetitin zühur eden miktarına bağlıdır. Burada takriben % 1 ve takriben % 10 magnetit muhtevası gösteren iki karakteristik grupun ayırılmasına imkân hasıl olmuştur. Sahrelerin çok büyük olan eşitsizlikleri (Inhomogenität), birçok defalar, ölçü neticelerinin sıhhatle tefsirlerine mâni olmuştur.

Stora Kopparbergs Bergslags AB, Falu Kopparrverk müessesesinin yardımı sayesinde, daha evvelce Falu Kopparrverk müessesesi için yapmış olduğum etüdlere, bu etüdlere esas olarak alabildim.

Teçhizatın yapılışı ve ayarı

Bahis konusu etüdlere kullanılan teçhizat (Şek. 1) K. PUZIGHA modeline göre imal edilmiş ve W. Boşum (1955) tarafından ıslah edilerek, zayıf magnetik sahrelerin de emniyetle muayenelerinin teminine yarar bir hale getirilmiştir. Teçhizat, magnetik momentin ve süseptibilite derecesinin tâyinine ait balistik metodlara dayanmaktadır. Tablo I de teçhizatın bağlantı şekli gösterilmiştir. Bağlantı, magnetizasyon ve endüksiyon cereyan devrelerinden müteşekkildir. Magnetizasyon cereyan devresi, cereyan şiddetini tanzime mahsus rezistanslardan, magnetizasyon bobininden, bir transformatörün birinci devre sargılarından ve bir ampermetreden müteşekkildir. Endüksiyon cereyan devresi ise, balistik bir galvanometreden (Kipp, iç mukavemet 300, iskala değeri 0.25 ilâ 0.025 • 10⁻⁹ Amp/mm • m, ihtizaz devamı kritik amortismanda 7 saniye), bir reostadan, bir endüksiyon bobininden (magnetizasyon bobini ile çevrelenir) ve bir transformatörün ikinci devre sargılarından müteşekkildir. Bu transformatör sayesinde, magnetizasyon cereyan devresi içinde hasıl olan ve başka defa galvanometre devresi içinde cereyan sademeleri şeklinde magnetizasyon ve endüksiyon bobinlerinin irtibatı neticesinde galvanometrenin okunmasına mâni olan magnetizasyon devresinin cereyan değişiklikleri kompanse edilir. Teçhizatın ayarı, bir ayar bobininin sahre numunesi şeklinde ve normal usullerle



**Şek. 1 - W. BOSUM tarafından ıslah edilen FUZICHA cihazının zar
şeklindeki numunelere mahsus tertibi**

istimali ile temin olunur. Bobinin magnetik momenti M onun geometrik done-
lerinden ve ceryan şiddetinden aşağıdaki formüle göre hesap edilir :

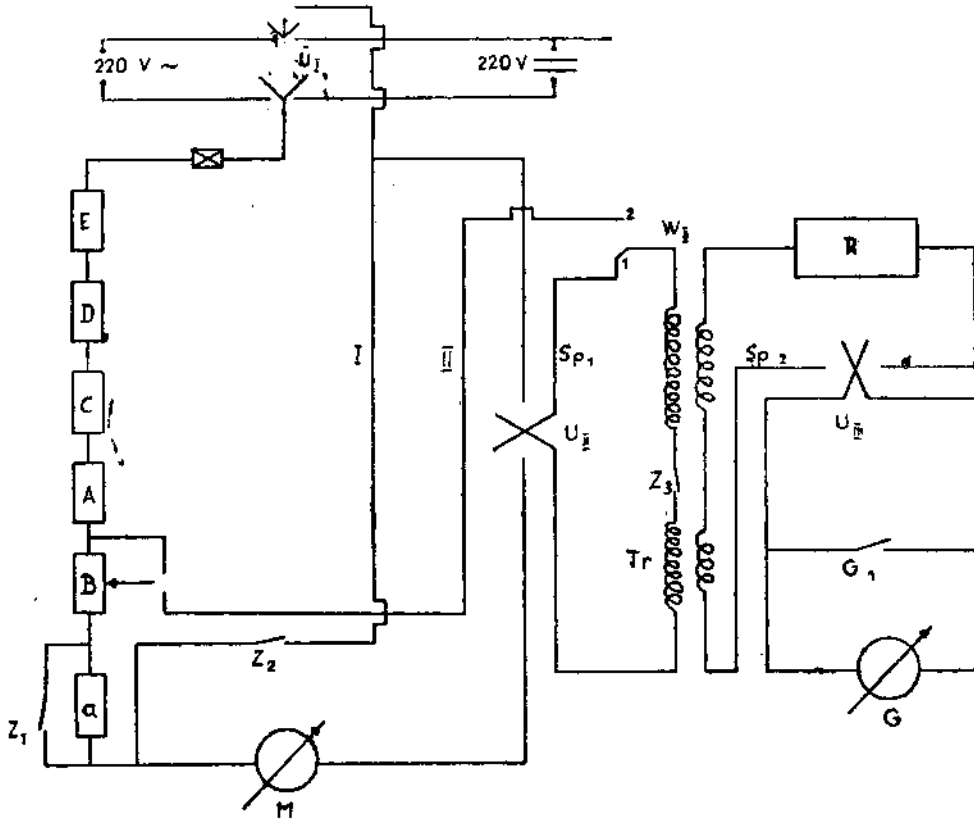
$$M = \frac{1}{10} N \cdot F \cdot i_{Amp} \quad (1)$$

N = sargı adedi, F = bir sargının sathı.

Ceryan şiddetini değiştirmekle M nispeti, gereği gibi değişir ve böylece ıskala değerin okunması esnasında, muhtelif M nispetlerinin ayar münhanisini verir.

Mıknatsiyet hassasının yok edilmesi (demagnetizasyon)

Magnetizasyon istikametinin ölçülmesinden sonra, teksir edilmiş magnetizasyon münhanileri elde etmek için, her ölçüden evvel numunelerin mıknatsiyetten tecrit



Tablo 1 - Sahrelerin magnetik vasıflarının tayinine yarıyan teçhizata ait bağlama şeması

A,B,C,D,E - Sürgülü rezistanslar; a - Sabit rezistans; Sp₁ - Magnetikleştirme bobini; Sp₂ - Endüksiyon bobini; Tr - Kompansasyon transformatörü; R - Reosta; M - Ampermetre; G - Galvanometre; Z₁, Z₂, Z₃, G₁, W_I, W_{II} - Şalterler; U₁, U_{II}, U_{III} - Şalterler

edilmeleri icabetmiştir; yani evvelki magnetizasyon ve sair tesirler altında husule gelmiş olması muhtemel remanant bir magnetizmanın numunelerden alınmasına lüzum hasıl olmuştur. Bunu temin için, bobin içinden akan bir alternatif cereyan tarafından tevlit edilmiş bulunan (50 Hertz) magnetik bir alternatif saha, numune üzerine tesir ettirilir. Bu şekilde numune, verilen alternatif cereyanın her fazında, magnetik bir devridaim hareketine tabi kalır. Saha şiddeti ile, yani cereyan şiddeti ile sıfıra doğru gidildikte, magnetizasyon safhaları gittikçe küçülür ve nihayet hudut değeri olarak magnetik olmayan vaziyet husule gelir. Saha şiddetinin bu devamlı redüksiyonu bir potansiyometre bağlantısı ile elde edilir. Numune 180 derecelik bir devire tabi tutularak mükerrer demagnetizasyondan geçirilirse, bobin mihveri istikametinde bobin sahasının üzerine inen arz magnetik sahasının komponenti kompanse edilebilir.

Ölçme

MR numunenin remanant momentini, *Mj* ise mütenakis momenti temsil eder. Şimdi *MR* ile *Mj* aynı istikamete tevcih edilince, numuneyi endüksiyon bobininden çıkarırken bir sapma *a* hasıl olur. Numuneyi 180 derece çevirince *MR* kendi

istikametinde geri döner, M_Y ise dönmez ve böylece sapma $b \angle a$ şeklini alır. Binaenaleyh

$$\begin{aligned} M_Y + M_R &= a & M_Y &= \frac{a+b}{2} (\text{pars}) \\ M_Y - M_R &= b & M_R &= \frac{a-b}{2} (\text{pars}) \end{aligned} \quad (2)$$

demektir.

Iskala taksimatının (pars) cgs ünitelerine tahvili, her defasındaki numunelerin hacmi ve ayar değerine istinaden temin edilir.

Numunelerin mıknatısiyetinin alınmasından sonra, histeresis şeritleri tanzim edilir. Mamafih henüz bir satürasyon mıknatısiyeti elde edilemediği için, remanans ve koerzitiv kuvveti için bulunan değerler, nispî değerler durumundadırlar. Aşağıda tatbik olunan ve kullanılan remanans ve koerzitiv kuvveti tâbirleri de buna göre ancak nispî değerler ifade edebilir. Ölçmelerin kontrolü, histeresis şeritlerinin devir simetrilerinin muayenesi ile temin edilebilir, çünkü, âzami magnetizasyonun, asgariye eşit olması ve kesişme noktalarının J ve H eksenleri için birbirlerine karşı simetrik durumda bulunmaları icabeder. 2 numaralı Tabloda gösterilen histeresis şeridi, devir simetrisi şartlarının yeteri sıhhatte yerine getirilmiş olduğunu göstermektedir; nitekim şurasını da nazarı itibara almak icabeder ki, bobin sahasına henüz arz alanının bir komponenti binmiş durumdadır. Teçhizatın, bozucu momentlerini bertaraf etmek gibi müfredatlı taraflarının tarifine girişmek, rapor hudutlarını aşacaktır. Bu hususta W. Bosum'un (1955) izahatına bakılması tavsiye olunur.

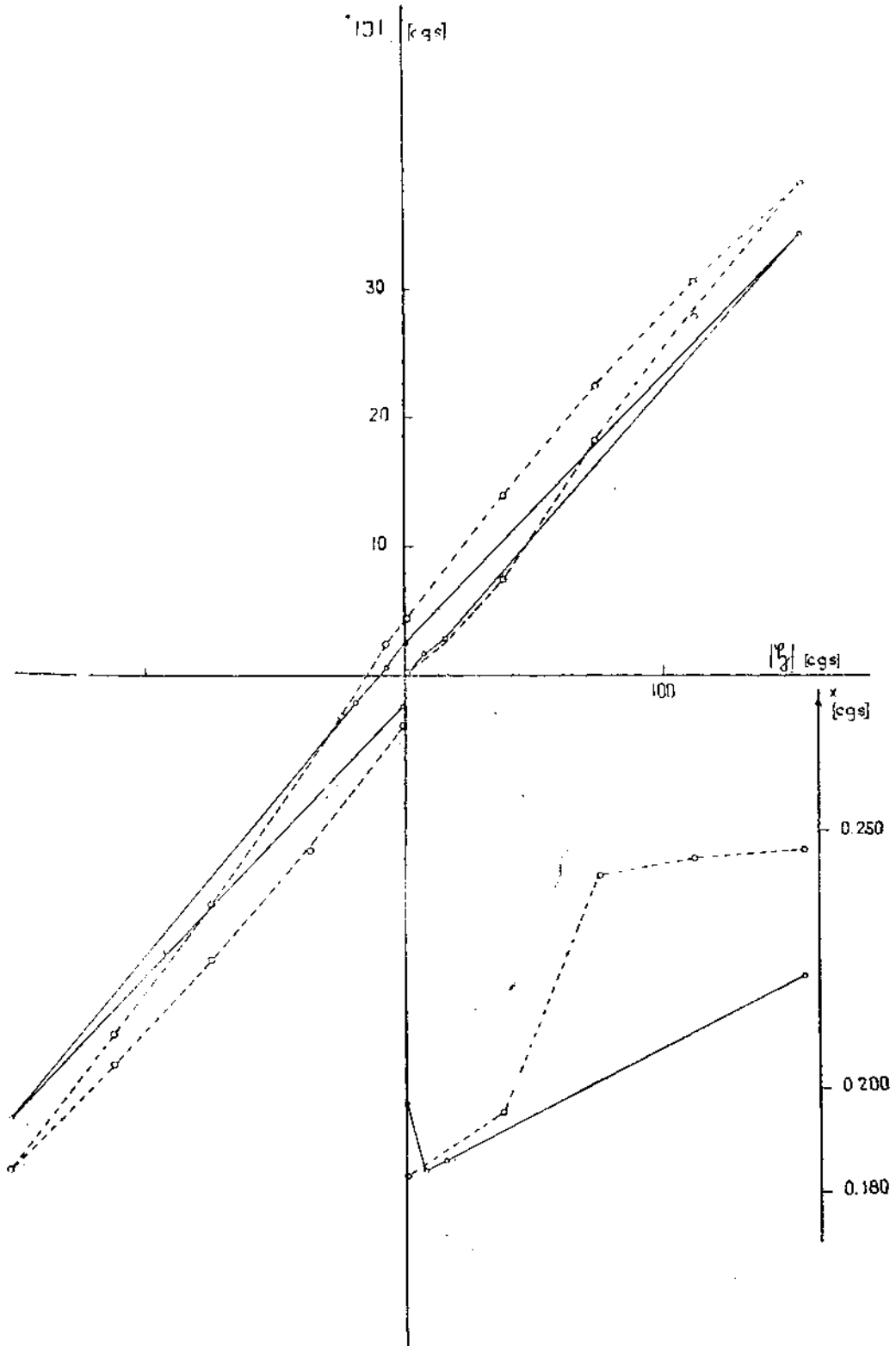
Nümunelerdeki hacmin tâyini

Burada tetkik olunan magnetik vasıflarda, hacim de bir faktör olarak ele alındığı için, katî bir determinasyona ihtiyaç hasil olmuştur. Hava ve su içinde bir tartma keyfiyeti, gerekli sıhhati numunelerin çokluğu karşısında temin bakımından fazla zaman kaybettirici bir mahiyet taşıdığından, bu tartma keyfiyeti bir süratli terazi yardımı ile (2 kg taşıma gücü, 25 mg/pars) temin edilmiştir. Terazinin kefesine içi su dolu bir kab konularak darası alınmıştır. Bundan sonra, sahre numunesi bir tele bağlanarak terazi ve kablo temasa gelmiyecek şekilde suya batırılmıştır. Arşimet kanununa göre, kabarma hâdisesinin reaksiyon kudreti, terazinin gösterişine sebep olmuş ve bu husus kabataslak ağırlıklarla ve hassas olarak ıskala okunması ile tesbit edilerek sahrenin hacmi derhal elde edilmiştir. Ölçüde kâfi bir sıhhat elde etmek için, askı telinin kabarmadaki hissesi alelusul tesbit edilerek, mesaha neticesinin tashih değeri olarak tatbik edilmiştir.

Sıhhat müşahedeleri

Numune alınırken yapılması melhuz hatalar :

Numuneler, çekiç, kalem ve taş desteresi yardımı ile imal edilmiş, yani zatî magnetizasyonları yüksek olan aletler kullanılmıştır. Bu arada, sahrelerin tabîî remananslarında ölçülebilecek nispette bir değişiklik tesbit edilmemiştir. U. Schmucker (1957) aynı muameleyi kendisi tarafından muayene edilen bazaltlara da tatbik ve aynı neticeyi tesbit etmiştir. U. Schmucker (1957) aynı zamanda, değişik



Tablo 2 - Yeşil hornblend ihtiva eden bir magnetit numunesinin Hysteresis münhanisi

— zar biçiminde; - - - - silindir biçiminde

nispetteki bir alterasyon derecesinin de magnetik vasıflara tesir etmediğini tesbit etmiştir. Benim bu husustaki tetkikatım ise, aynı sarahatle aynı neticeye varmamıştır, çünkü ölçü değerlerinin huzmeleri, değişik kuvvetteki alterasyon dereceleri ile birlikte, numunelerin oldukça yüksek nispetteki eşitsizlikleri (Inhomogenität) neticesinden de tevellüt edebilir.

Vüsat dereceleri $k=10 \cdot 10^{-6}$ olan ve okuma sıhhati % 50 nispetine kadar emniyetini kaybeden arz saha şiddetlerindeki magnetizasyon ve süseptibilite değerleri müstesna olmak üzere, aşağıda bildirilen sıhhatte hesap yapmak imkânı vardır:

Okuma sıhhati :

Kaba ölçü hataları yapmamak için, her okuma keyfiyeti asgari üç defa tekrar edilmiştir. Yapılan hatanın nispeti %1.0 dir.

Ayar hataları :

Ayar değerleri ortalamasının vasati hatası ile, ayar bobinlerinin geometrik ölçülerin tâyininde düşülen hata $\pm \%0.8$ dir. Kavranmasına imkân bulunan %1 nispetindeki sistematik bir hata, bobin sahasının huzmesinden neşet eder ve binaenaleyh hesaba alınabilir. Hacım tâyinindeki münferit ölçmelerin ortalama hatası $\pm \% 1.5$ tır.

Magnetizasyon J hatası aşağıdaki formüle göre hesap olunur :

$$J = \frac{M}{pars} \cdot \frac{pars}{V} \quad \pm \% 1.4 \text{ ile}$$

H saha şiddetinin âzami hatası $\pm \% 0.2$ ile kabul edilmiştir.

Zar şeklindeki numunelerin mıknaşiyetinin çıkarılmasındaki faktör bakımından, W. Boşum (1955) ile mutabık olarak, sahrelerin fevkalâde yüksek olan eşitsizlikleri karşısında bunun hesaplâ tâyininin imkânsız bulunduğu neticesine varılmıştır. Tetkike arzolan numuneler, gözle bakıldıkta bile, büyük bir eşitsizlik (ademi tecanüs) gösterdiklerinden, bunların ölçü değerleri ile ve hattâ plâkmenslerdeki tetkikleri ile de tesbit olunduğu veçhile, bence demagnetizasyon faktörünün tâyini tecrübe mahiyetinde bile oisa, henüz mevsimsizdir. Meselâ magnetik mayiyle veyahut toz haline getirilmiş sahrelerle, yani oldukça mütecanis materyel ile, silindir şeklindeki (ki burada demagnetizasyon derecesi hesaplâ tesbit olunabilir) ve zar şeklindeki numunelerin demagnetizasyon faktörlerinin korelasyon derecelerini bulmak hususunda bir çare bulunmuş olsa bile, bu korelasyonun, bahis konusu sahreler için tatbiki muhik görülemez.

W. Boşum (1955), silindir şeklindeki numuneler için hesap ettiği hatayı demagnetizasyon faktörünü nazarı itibara almadığı için hasıl olan ve süseptibiliteye tabi bulunan bir hata olarak ele almaktadır; yani :

$$k = 4\,000 \cdot 10^{-6} \quad \% 0.6 \text{ ile}$$

Zar şeklindeki numunelere mahsus demagnetizasyon faktörü, silindir şeklindeki numunelerin faktöründen, mahiyet itibariyle hemen hemen inhiraf etmiyeceğinden, burada ölçülen süseptibilite nispetlerinin büyük bir çoğunluğu için nazarı itibara alınmıyacak kadar küçük olsa gerektir. Bu tahminimiz, bir parçadan kısmen silindir, kısmen de zar şeklinde iki numune imal ettikten sonra bulunan

süseptibilite tayıni ile teyyüt etmiştir. Burada zar şeklindeki numunelerin değerleri eşitsizlikten doğan inhiraflar arzemiş olup, silindir şeklindeki numunelerin değerleri de bunların içine kolaylıkla katılabilir bir mahiyet göstermiştir. Bu arada, silindir şeklindeki numuneler için şurasını da nazan itibara almak icabeder ki, bunlar başka bir bobin içinde ölçülmüşlerdir ve bu sebepten daha baştan muayyen bazı değişiklikler arzetmeleri mümkün olmuştur. Bunun için, demagnetizasyon faktörünün nazarı itibara alınmasından vazgeçilmiştir.

Süseptibilite nispetinin âzami hata derecesi $k \pm \% 1.5$ olarak tesbit olunmuştur.

U. Schmucker (1957), muayenelerinde H. Dürschner (1954) tarafından tarif olunan şekilde bir magnetometre kullanmış olup, tabii remanans ve süseptibilite için $+ \% 5$ nispetinde bir mesaha sıhhati bildirmektedir. Burada kullandığımız cihazda ise $+ \% 1.5$ nispetinde bir sıhhat elde edildiğine göre, talep olunan sıhhat derecesinin kâfi görülmesi yerinde olabilir.

Ölçülerin değerlendirilmeleri

3 numaralı Tabloda bir histeresis şeridi ölçüsünün değerlendirilmedi gösterilmektedir. Ölçüler yapılırken dercolunan değerler R_1 ve R_2 rezistansı, Amp cereyan şiddeti ve üç galvanometre okunuşunun ortalama değeridir. Ayrıca numunelerin işaretlenmesi, hararet derecesi, magnetizasyon bobini, koerzitiv kuvveti, hacim ve jeolojik durum da bildirilmektedir.

J ile ifade olunan magnetizasyon, ϵ ayar değeri ve V hacmi ile aşağıdaki formüle göre hesap edilmiştir :

$$J = \epsilon \cdot \frac{pars}{V} \quad (3)$$

H saha şiddetinin hesabı için kullanılan formül şudur :

$$H = K \cdot i_{Amp} \pm H_{||} \quad (4)$$

Burada K = bobin selfi

i_{Amp} = cereyan şiddeti

$H_{||}$ = bobin eksenine paralel arz saha komponenti

Süseptibilitenin hesabı için kullanılan formül :

$$k = \frac{J}{H} \quad (5)$$

Remanans değerleri protokolda münderiç olup, koerzitiv kuvveti K muadil değerlerden linear enterpolâsyon ile tâyin edilir.

ARAZÎDE İSTİKAMET ÜZERİNDEN ALINAN SAHRE NUMUNELERİNİN MUAYENESİ

Arz sahasının, numunelerin tabii remanansının izahında ne dereceye kadar ele alınabileceği hakkında beyanda bulunabilmek için, ve sahrenin hangi istikamette magnetize olduğunu tâyin edebilmek üzere, numunelerin istikametten alınmalarına zaruret hasıl olmuştur. Bunun için, numunenin arazi üzerindeki vaziyeti,

Tablo 3 - Bir histeresis şeridi ölçüsünün değerlendirme misali

Tarih : 10.11.1956

Hararet : 20°C

Histeresis şeridi löveleri

Magnetizasyon bobini M_{74}

Numune : 37

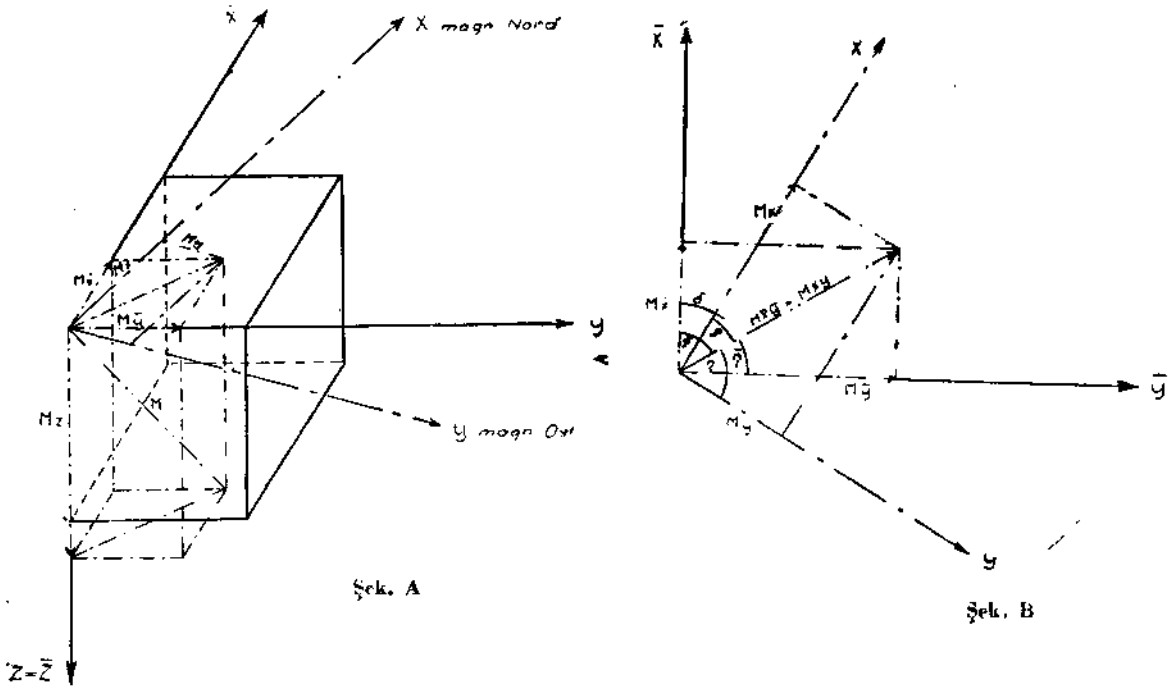
 $M_R : 3.25 \text{ Skt.} = 0.038 \text{ (cgs)}$

R_1	R_2	i_{Amp}	Skt.	$J \text{ (cgs)}$	$H \text{ (cgs)}$	$k \text{ (cgs)}$
0		0.2	201.0	0.040401	8.126	0.004972
10000		0.5	164.3	0.100552	19.65	0.005117
10000		1.0	342.5	0.209610	38.85	0.005395
7000	1000	1.5	180.5	0.330135	58.05	0.005687
7000	1000	2.0	247.5	0.452677	77.25	0.005860
7000	1000	2.5	315.0	0.576135	96.45	0.005973
7000	1000	3.0	381.0	0.696849	115.64	0.006026
7000	200	4.0	126.0	0.935424	154.05	0.006072
7000	200	3.0	101.5	0.753536	115.64	
7000	1000	2.5	357.5	0.653868	96.45	
7000	1000	2.0	303.0	0.554187	77.25	
7000	1000	1.5	246.5	0.450848	58.05	
7000	1000	1.0	186.0	0.340194	38.85	
10000		0.5	366.5	0.224298	19.65	
10000		0.0	169.0	0.103428	0.446	
0		-0.2	+259.0	0.052059	7.23	
0		-0.5	-138.0	-0.027738	18.75	
10000		-1.0	-263.5	-0.161262	37.95	
7000	1000	-1.5	-167.0	-0.305443	57.15	
7000	1000	-2.0	-238.5	-0.436216	76.35	
7000	1000	-2.5	-307.0	-0.561503	95.55	
7000	1000	-3.0	-375.5	-0.686789	114.75	
7000	200	-4.0	-124.5	-0.924288	153.15	
7000	200	-3.0	-101.0	-0.749824	114.75	
7000	1000	-2.5	-352.5	-0.644722	95.55	
7000	1000	-2.0	-299.0	-0.546871	76.35	
7000	1000	-1.5	-242.0	-0.442618	57.15	
7000	1000	-1.0	-183.5	-0.335621	37.95	
10000		-0.5	-358.0	-0.219096	18.75	
10000		-0.0	-158.0	-0.096696	0.446	

Koerzitiv kuvveti $K = 14.69 \text{ (Oe)}$ Hacim $V = 58.65 \text{ (cm}^3\text{)}$

Jeolojik durum : amfibolit

 R_1 Galvanometreye giden seri rezistansı $R_1 = 10000$: 0.03588 (M/Skt.) R_2 Paralel rezistans $R_1 = 7000, R_2 = 1000$: 0.1073 (M/Skt.) $R_1 = 0$: 0.01177 (M/Skt.) $R_1 = 7000, R_2 = 200$: 0.4354 (M/Skt.)



Tablo 4 - Zarin \bar{x} \bar{y} \bar{z} sisteminin, arz magnetik alanının x y z sistemine koordine edilmesine ait transformasyon

değişik renkte oklar ile numune üzerine kâfi nispette işaret edilmiştir. Magnetizasyon nispetinin kâfi vüsatte tesbiti bakımından, numuneler evvelâ Schmidt sistemi arazi terazisi ile muayene edilmiştir. Bundan sonra, her üç kenar istikametindeki*remanant magnetizasyon tâyin olunmuştur. İstikamet mefhumu (+ veya —) arz alanı içinde vücuda getirilen moment ile ifade edilebilmiştir. Ölçülen bileşke moment M bundan sonra, arz alanının magnetik koordinasyon sistemine tahvil edilmek icabetmiştir.

Tablo No. 4 te bu koordinat tahvili izah olunmaktadır. xyz sistemi, arz alanının magnetik koordinat sistemi olarak kabul edilmiş olup, bu meyanda x eksenini magnetik kuzeyi, y eksenini magnetik doğuyu ve z eksenini aşağıyı gösterir. \bar{x} - \bar{y} - \bar{z} sistemi ise zarin sistemi olarak kabul edilmiş olup, $\bar{z} = z$ aşağı istikameti gösterir ve müspettir. Bir sağ koordinat sistemi kabul edilirse, x eksenini ile \bar{z} eksenini muadilen bellidir. Şu halde koordinat tahvili, koordinat sistemlerinin tersine çevrilmesi ile elde edilir ki, bu meyanda 5 çevirme açısı x den x istikametine, yani sağa çevirmekle müspete yöneltilir.

M_x , M_y , ve M_z eksen istikametlerindeki magnetizasyon istikametinin komponentleri, bobin içinde ölçülerek, çıkan moment M aşağıdaki formüle göre hesap edilir :

$$M = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2 + (M_z)^2} \quad (6)$$

M_x , M_y , M_z komponentlerinin tâyininde tatbik olunan formül şudur :

$$\begin{aligned} M_x &= M_x \cdot \cos \delta + M_y \cdot \sin \delta \\ M_y &= M_x \cdot \sin \delta + M_y \cdot \cos \delta \\ M_z &= M_z \end{aligned} \quad (7)$$

Mecmu entansite T vektörleri arasındaki açıyı teşkil eden Θ için ve magnetizasyon M için alınacak formül şudur :

$$\cos \Theta = \cos \alpha \cdot \cos i + \cos \gamma \cdot \sin i \quad (8)$$

$$i = \text{inklinasyon} = 72^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{M_x}{M}$$

$$\cos \gamma = \frac{M_z}{M}$$

Neticeler

Takriben 55 noktadan 70 kadar sahra numunesi, istikamet üzerinden toplanmış olup, bunlar Falün bölgesinin güneyindeki A, B, C noktalarından Falün bölgesinin kuzeyindeki D noktasından alınmıştır. Ayrıca Blötbergfeld bölgesinin ENE sundaki E bölgesinden de numune alınmıştır. F ile gösterilen numuneler Blötbergsgruvorna işletmesinden alınmış olup mukayese materyeli olarak toplanmıştır.

5 - 6 ve 7 numaralı Tablolarda, numune noktaları gösterilmiştir.

Bunlar muhtelif sahalara aşağıdaki şekilde taksim edilmişlerdir :

<i>Bölge</i>	<i>Numune alma miktarı</i>
A	27
B	4
C	11
D	1
E	8
F	4

Muhtelif numunelerin muayene neticeleri 8 numaralı Tabloda bildirilmiştir.

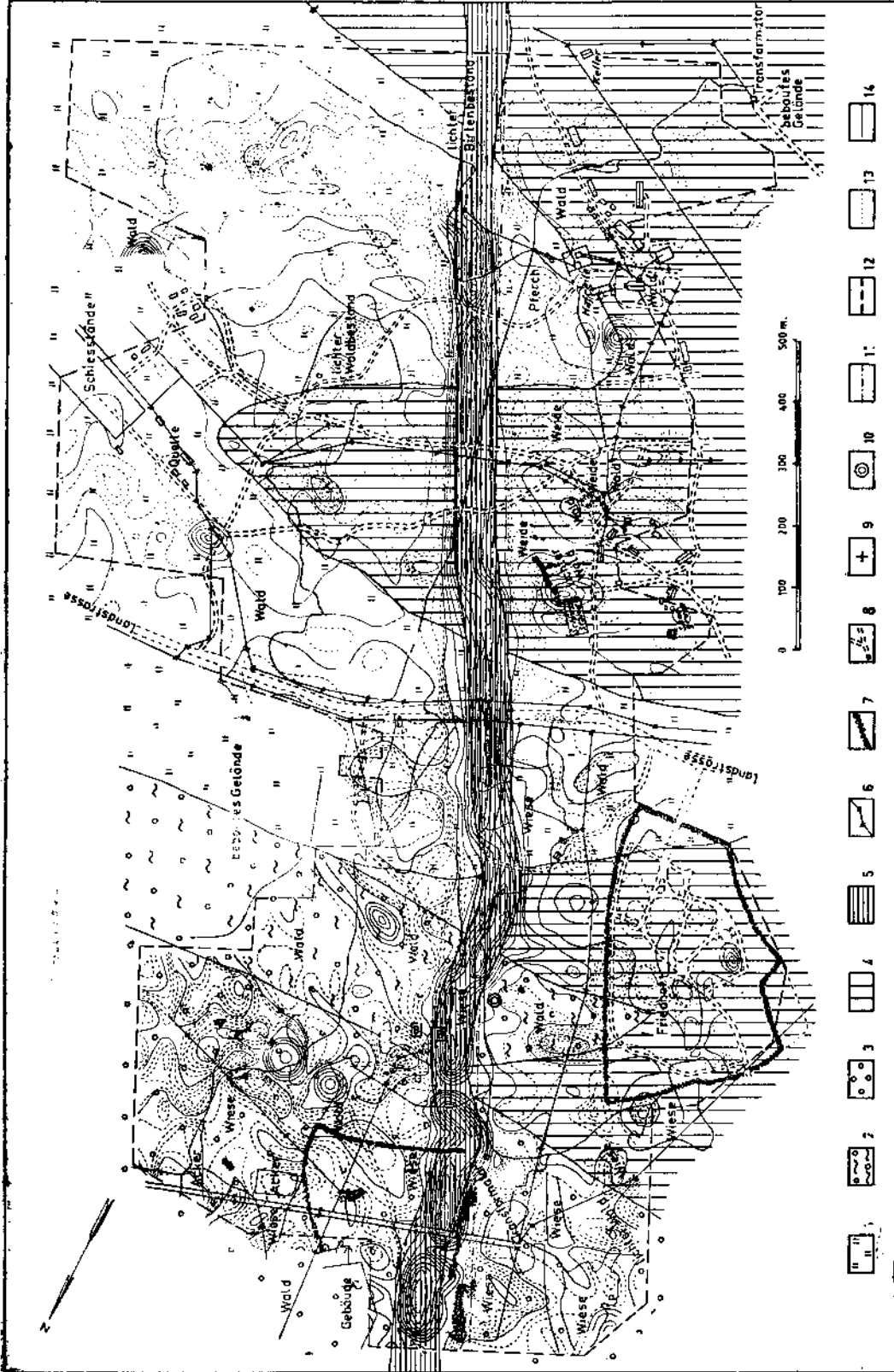
A, B, C, D bölgelerindeki numuneler takriben 500 - 1000 y anomali gösteren sahalardan alınmıştır. Buna mukabil E, F bölgelerindeki numune alma noktaları çok daha yüksek değerler göstermektedir. Mütecanis kıymette bir neticeye varabilmek için, numunelerin aflörman vaziyetindeki sahrelere alınmasına gayret edilmiştir. 8 numaralı Tablodan da görüleceği veçhile, bu faktör, muhtelif numunelerin gereği gibi işaretlenmesi suretiyle nazarı itibara alınmıştır.

Bu suretle amfibolitlerin, leptitlerin, gabroların, gnays-granitlerin, magnetit ve skarn cevherlerinin muayeneleri mümkün olmuştur.

Magnetizasyon istikametinin etüdünde, muayene edilen numunelerin arz devresi sahasına nazaran hafif bir inhiraf gösterdikleri meydana çıkmıştır.

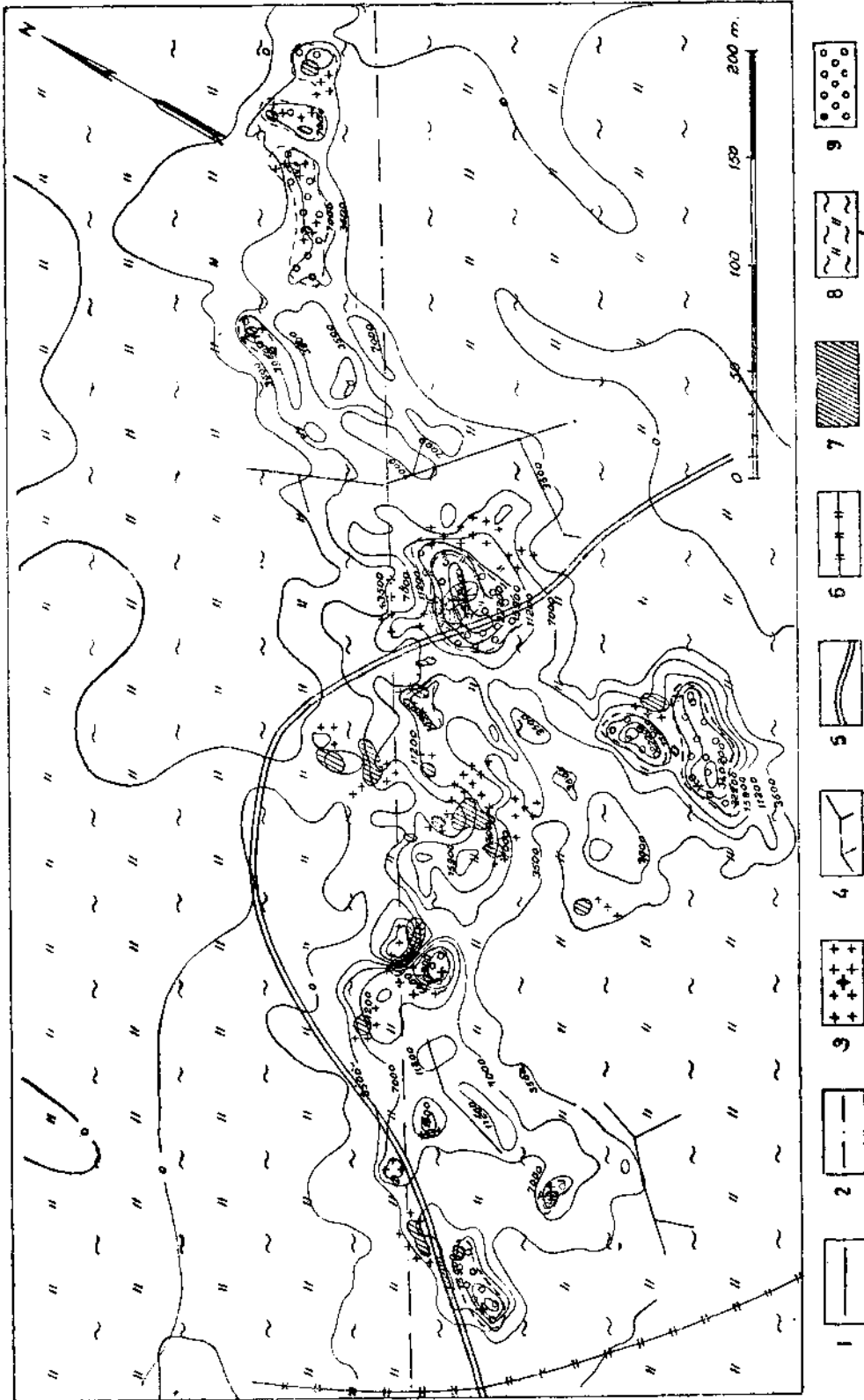
9 numaralı Tabloda, muhtelif açı menzillerine göre tertiplenmiş olmak üzere, nispi neticeler bildirilmiştir. Bu meyanda Θ için 16° ilâ 30° ve 31° ilâ 45° lik menzillerin çoğunlukla iştirak halinde buldukları görülmüştür.

10 numaralı Tablo, z komponentlerini nazan itibara almaksızın, muhtelif numunelerin birim bir saha içindeki magnetizasyon istikametlerini göstermektedir.



Tablo 5-6 - Etüd sahast D; topografik ve magnetik izanomal haritası

1 - Leptit, gri, mütecanis taneli; 2 - Kuvars gözü Lepitit gnayisi; 3 - Mutavassı granit gnayisi; 4 - Mikali şisi; 5 - Asbidiaz; 6 - Elektrik ilegeni; 7 - Taş duvar; 8 - Yollar; 9 - Numune alma yeri; 10 - Ana baz nohtası; 11 - Baz hatı; 12 - Mesake sahast hududu; 13 - Ekiidastars 80 °; 14 - Ekiidastars 100 °



Tablo 7 - Etil sahası E: topografik, jeolojik ve magnetik izanomal hacitasi

- 1 - Mesaba sahası hudude; 2 - Bar battı; 3 - Yigit; 4 - Handeşler; 5 - Yol; 6 - Yol çit; 7 - Yarma;
8 - Çeşer kesimli tepesi; 9 - Çeşer adanşleri

Tablo 8 - Alınan sahre numuneleri listesi

Etüd bölgesi	No.	Hacım (cm ³)	θ°	K (Oe)	k 10 ⁻⁶ (cgs)	Jeolojik durum
A	1 !	57.12				Amfibolit
	29 a!	57.84	89	4.049	4199	Bazik leptit
	b!	61.88	77		4686	— » —
	2 !	65.36				Amfibolit pegmatit eseri
	43 !	58.42	18		4430	Leptit
	23 !	58.95	47		305	Kali muhtevah leptit
	37	58.65	70	14.691	4204	Amfibolit
	36	59.68	30		6011	Amfibolit
	3 !	62.76				Amfibolit
	4	65.68	39			Diorit-gabro
	24 !	61.89	15		179	Amfibolit
	5 !	59.40				Amfibolit
	6 !	56.14				Bol kali muhtevah leptit
	44 a!	63.98	176	5.419	3540	Bol natron muhtevah leptit
	b!	60.74	167		4531	— » —
	38 !	57.32	12		5480	Bol biotit muhtevah leptit
	7	54.68				Bol natron muhtevah leptit
	42 a	61.25	42		6060	Leptit
	b	44.45	9		7083	— » —
	25 a	35.04				Uralitgabro
	b	53.14	81		1545	Leptit
	30 ?	61.34	27		2659	Amfibolit
	8	61.79				Bol natron muhtevah leptit
	31 a	36.08	8		4531	Amfibolit
	b	25.32	18		4870	— » —
	32	59.18	38		3760	Amfibolit
	45	68.73	42		6966	Leptit
	39	51.44	28		4363	Amfibolit
	9	61.22				Amfibolit
	40	58.84	50	8.379	6166	Bazik leptit
10	62.82				Leptit	
41 a?	60.66	22		6197	Leptit	
b?	53.84	22	6.508	5852	— » —	
B	33 a!	58.98	27		2074	Gnayslı leptit
	b!	55.97	23		2011	— » —
	12 !	64.46				Uralitgabro
	26 !	55.02				Uralitgabro
13 !	67.87				Uralitgabro	
C	14 !	55.32				Uralitgabro
	34 a	52.99	38		4619	Uralitgabro
	b	37.30				Gnayslı leptit
	15 !	60.95				Uralitgabro
	16 ?	63.20				Uralitgabro
	17 !	57.92	94			Uralitgabro
	35 a	59.05	70	6.022	2439	Uralitgabro
	b	40.54	104		1971	— » —
	27	67.65	59	18.314	205	Uralitgabro
	18 !	56.51	75			Uralitgabro
19 ?	49.92				Uralitgabro	
20 !	58.59	90			Uralitgabro	
21 !	59.48	148			Uralitgabro	

Tablo 8 (devam)

Etüd bölgesi	No.	Hacım (cm ³)	θ°	K (Oe)	k 10 ⁻⁶ (cgs)	Jeolojik durum
D	11	64.88				Leptit
	28 a	60.88	23		1428	Gnays - granit
	b	53.30	36		1278	— » —
	c	56.31	37		1134	— » —
E	46 a	37.64	99		237388	Hornblendli magnetit
	b	56.33	84		192208	— » —
	47 a	30.16			27270	Leptit - gnays
	b	33.00			34556	— » —
	48	28.44			21004	Skarn cevheri
	49 a	58.64	27	6.488	159002	Bol biotit muhtevalı magnetit
	b	53.34	19		134630	— » —
	c	42.27			174580	— » —
	d	43.40	43		149058	— » —
	f	41.13	86		176000	— » —
	50 a	49.60	58	6.786	19394	Bol biotit muhtevalı magnetit
	b	48.76	74		3664	Kali muhtevalı feldspat damarı, leptit içinde
	51	62.73			138201	Skarn kenarlı magnetit
	54 a	40.10	125	3.750	4677	Skarn cevheri
	b	48.98	84		43141	— » —
	60	47.24	59		97442	Yeşil hornblendli magnetit
	62	58.24	41		196878	— » —
	062	14.10		13.569		— » —
	63	54.63	5		185699	— » —
	64	53.52	19		187592	— » —
	65	57.52	40		192280	— » —
	66	50.20	71		200878	— » —
67	46.26	20		179376	— » —	
69	41.77	32		181986	— » —	
070	15.43		12.129	234320	— » —	
071	39.32		13.021	164798	— » —	
F	55 a	53.89	59	8.431	171109	Skarn cevheri
	055 a	25.71		10.894	349910	— » —
	b	51.22			187892	— » —
	056	13.56		3.767	253587	Skarn cevheri
	057 a	12.43		12.838	154298	Skarn cevheri
	0 b	12.44		9.355	209145	— » —
	058	13.10		8.234	235380	Skarn cevheri

A = Etüd bölgesi.

29a = Numunelerin sıra numarası. Harfler, bu numunelerin bahis konusu noktanın takriben 1 m etrafından ve değişik sahe partilerinden alındığına işaret eder. Bununla beraber, ahnan bir parçadan kesilen numuneye de işaret edebilir.

60 ilâ 071 (dahil) numaralan bir tek numuneden kesilmiştir.

O = Numaranın önünde bu harf varsa, muayene olunan numunenin silindir şeklinde olduğunu (zar şeklindeki aksine) ifade eder.

! = Emniyetle aflorman durumundaki sabit sahe.

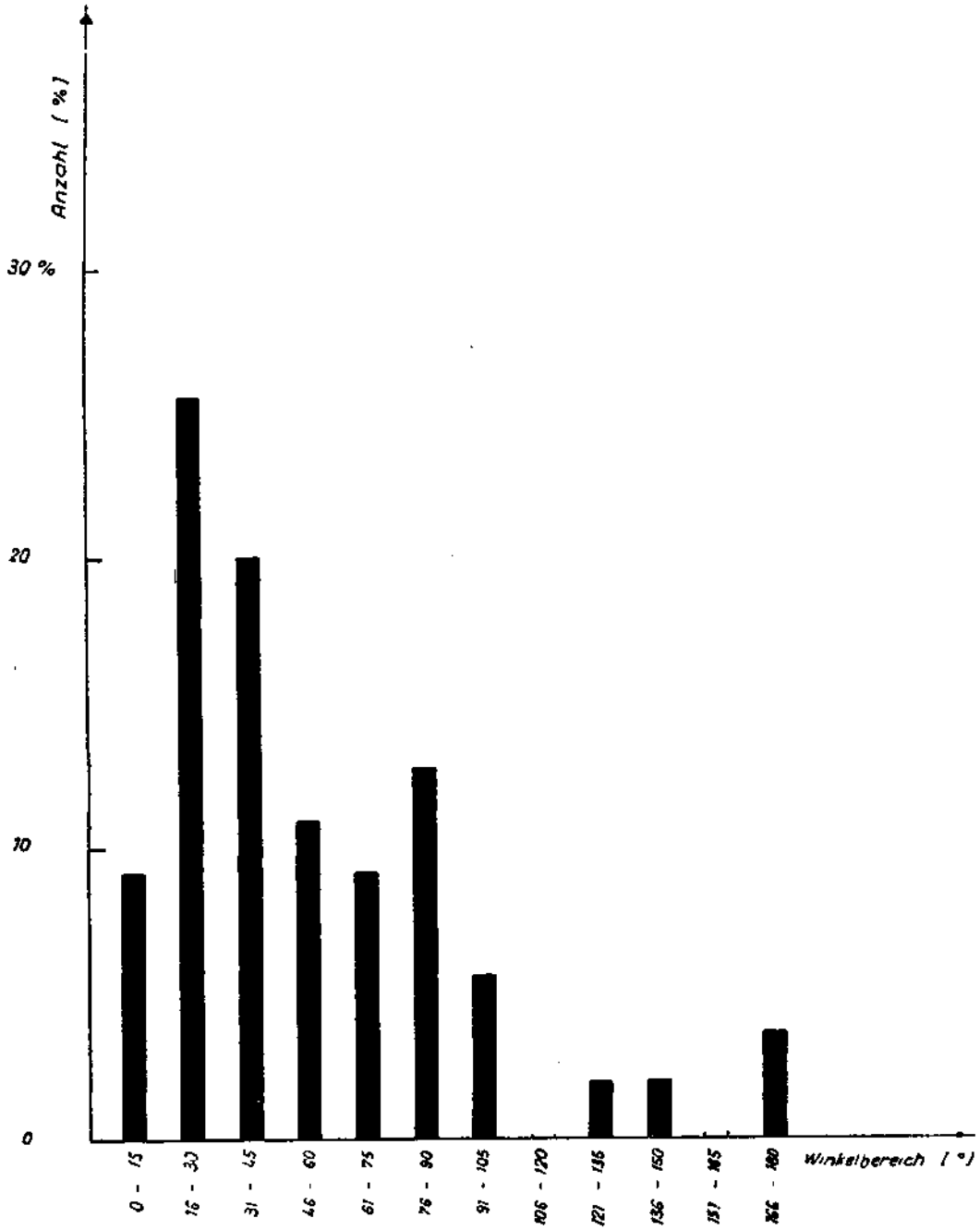
? = Sabit sahrenin mevcudiyeti şüpheli olmakla beraber muhtemeldir ve fakat büyükçe bir moren blokunu da ifade edebilir.

Yanında ! veya ? işareti bulunmayan numaralar için, aflöre durumda sahrenin mevcut olup olmadığı hususunda bir şey söylenemez ve keza büyükçe bir moren blokunun bahis konusu olup olmadığı da belli değildir.

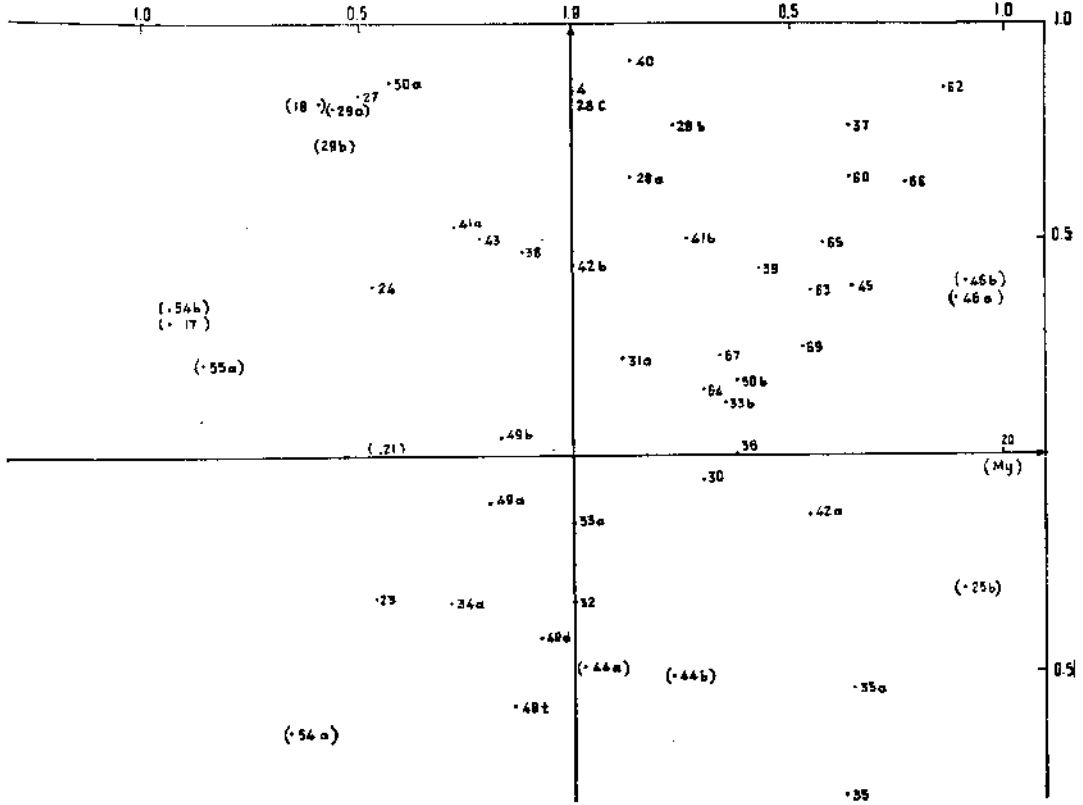
θ° = Umumi entansite *T* ile magnetizasyon *M* arasındaki açı.

K (Oe) = Koerzitiv kuvveti.

k 10⁻⁶ (cgs) = Süseptibilite.



Tablo 9 - Münferit açt menzilleri içindeki magnetikleşme istikametinin nispi dağılışıını gösterir diyagram



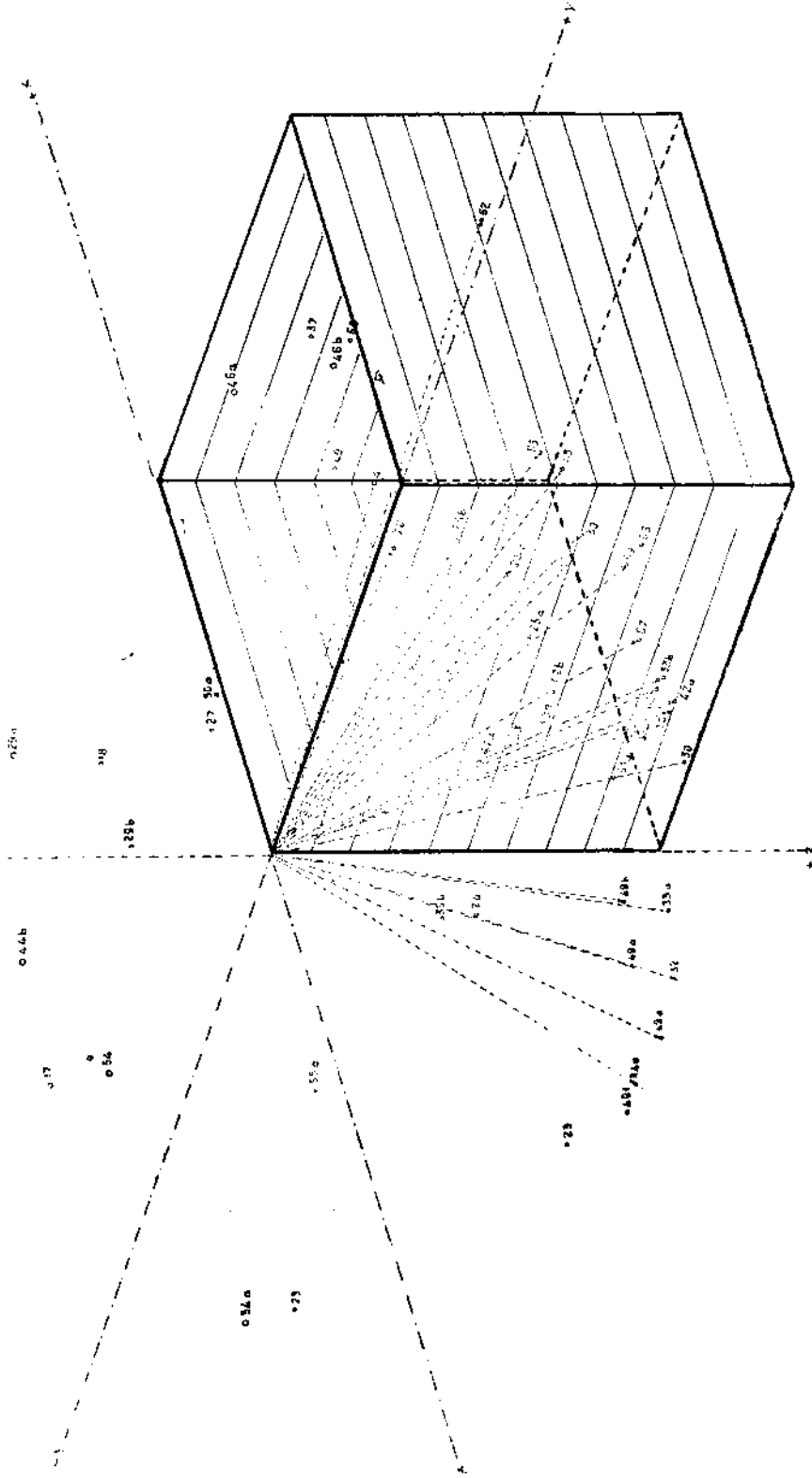
Tablo 10 - Zar biçimindeki sahre numunelerinin magnetizasyon istikametini gösterir diyagram

$$\frac{M_x}{M} = (M_x)_1; \frac{M_y}{M} = (M_y)_1 \quad M = 1 \text{ için}$$

() = değerlendirilemeyen numuneler (moren blokları gibi)

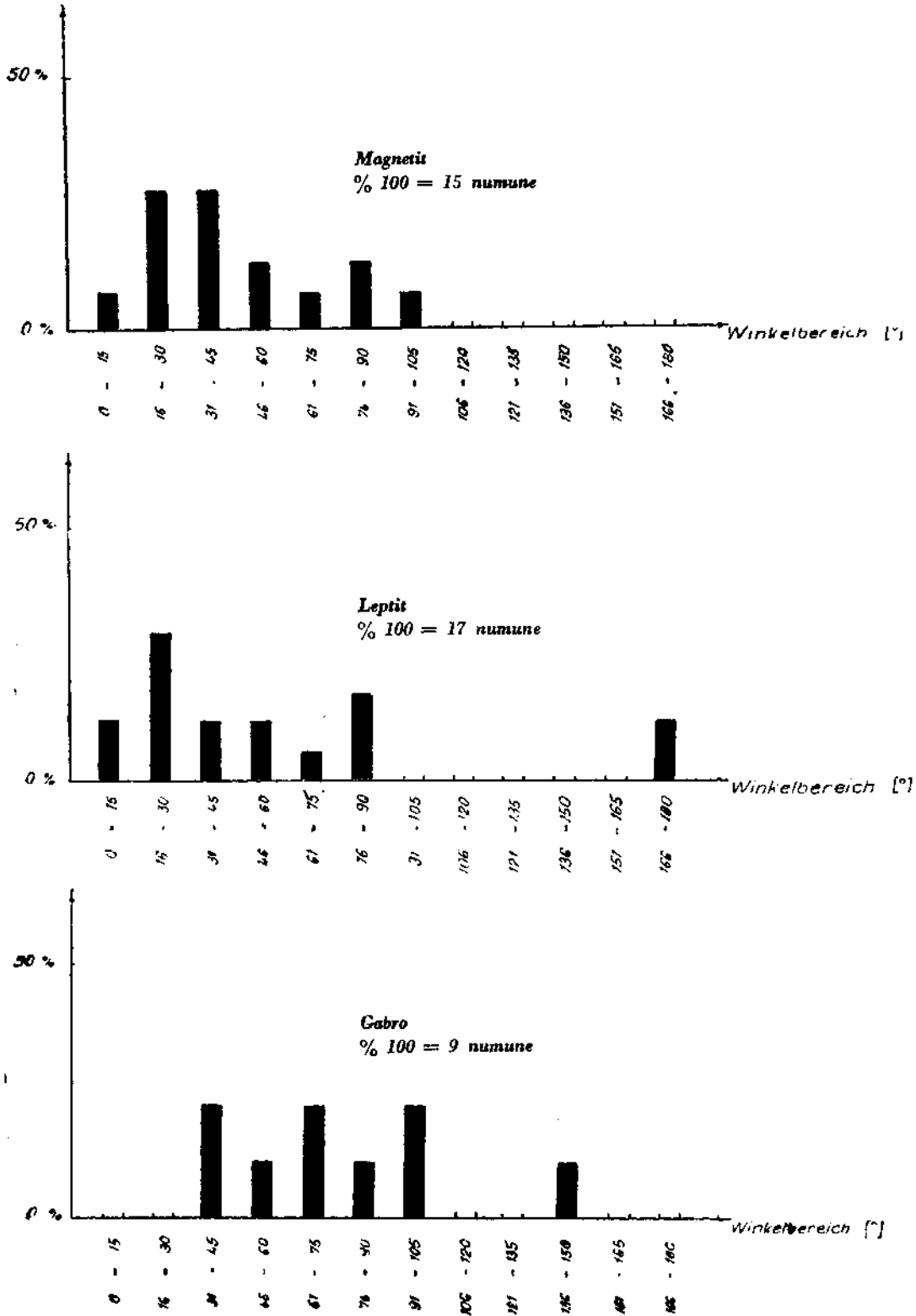
Rejyonel koordinatlar içindeki birim dairede bulunan her üç komponenti nazarı itibara almak üzere elde edilen netice 11 numaralı Tabloda verilmiştir. Burada $0 = 16^\circ$ ilâ 45° menzili içindeki numuneler, nispi vektörleri ile tebarüz ettirilmiştir.

Tablolardan, tercihan $\Theta = 30^\circ$ lik istikamet açık olarak görülmektedir. Burada husule gelen huzmeler, umumiyetle numunelerin eşitsizliklerinden ileri gelmektedir. Büyükçe inhiraflardan her birinin başlıbaşına esbabı mucibesi bulunabilmiştir. 256, 54a, 546 numaralı numunelerde muhakkak surette aflörman vaziyetinde bir sahre mevcut bulunmamış olup, bu numunelerin moren bloklarından alınmış olmaları çok muhtemeldir. 17, 18, 21, 46a, 466, 55a numaralı numuneler katıyetle aflörman vaziyetindeki sahrelerden alınmış ise de, bunların her biri, büyükçe bir rejyonel fay içinde kalmış olup,, birçoğları fay gövdesinin derin kısımlarından alınmıştır (maden ocağı, ek). Rejyonel fayın tesiri, arz alanının tesirini örtmekte olduğundan, bu numunelerin magnetizasyon istikametinin tâyininde kullanılamayacakları meydana çıkmıştır. 46a ve 466 numaralı numunelerde ise ayrıca şeklin gayet kötü olması diğerlerine nazaran daha büyük bir mesaha hatası neticesi vermelerini intaç etmiştir. 44a, 446 ve 29a ile 296 numaralı numuneler leptit - genç granit ve - pegmatit diferansiyasyon zonundan alınmıştır. Plakmens muayenesin-

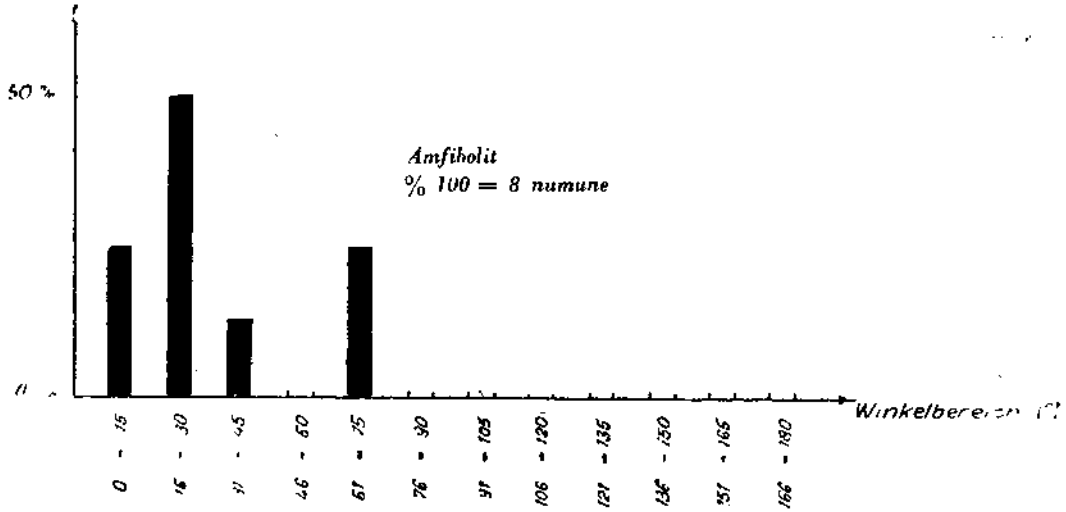


Tablo 11 - Kübik şeklindeki sahre numunelerinin manyetizasyon istikametini gösterir diyagram

Tablo 12 - Muhtelif sahrlerdeki magnetikleşme istikametinin açı menzillerinin nispi dağılımını gösterir diyagram

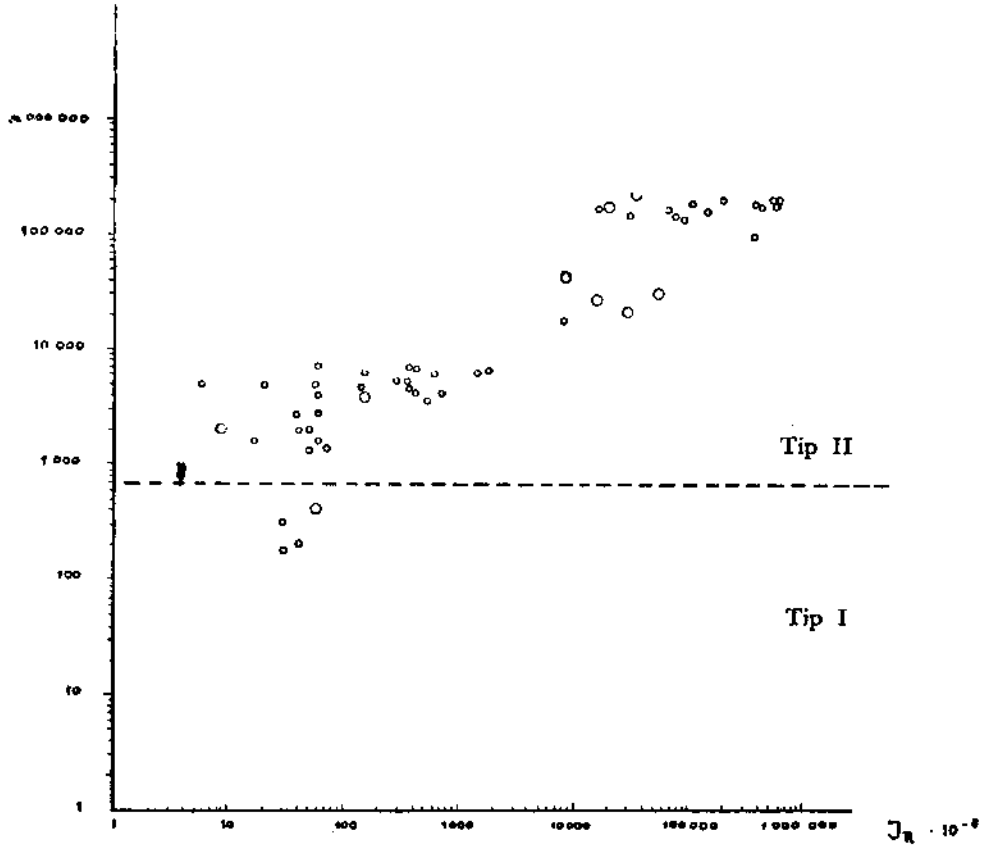


Tablo 12 (devam)



de, bu numuneler içinde dalgalı itfa şeklinde kuvars görülmüştür, yani numune büyük bir baskı zorlanmasına mâruz kalmıştır. Diğer cihetten bu numunelerin de rejyonel fay bölgesine mensup bulduklarını söylemek icabeder. Baskı zorlanmasının, anormal magnetizasyon istikametinin izahında ne nispete nazan itibara alınması icabedeceği, eldeki numunelerin azlığı karşısında, tetkik olunamamıştır. 12 numaralı Tabloda 0 açı menzilleri için muhtelif sahrelerin nispî açılarından bahsedilmektedir. Burada, takriben aynı nispete bir yayılmanın bahis konusu olduğu ve sahrelerden hiç birinin karakteristik bir magnetizasyon istikameti ile temayüz etmediği görülmüştür.

S. K. Runcorn (1955) tarafından bildirilmiş bulunan, muhtelif zamanlara ait sahrelerin karakteristik magnetizasyon istikametleri hakkındaki izahatına zeylen, alınan neticelere istinaden bu meselenin de tahkiki cihetine gidilmiştir. Mamafih sahrelerin yaşlarını ilgilendiren bir tasnif ve mütaakıben yapılan muhtelif yaştaki sahrelerin magnetizasyon istikametlerinin mukayesesi her hangi bir devre için mütebariz bir magnetizasyon istikameti gösterememiştir. Her ne kadar tetkik olunan sahrelerin tümü svionik idiyse de, Svioniumun takriben 200 milyon seneyi tecavüz ettiği göz önünde bulundurulmalıdır. Buna göre, sahrelerin farklı olan yaşlarını tebarüz ettirmek için Svionium erken, orta ve geç Svionium olarak üçe bölünebilir. Bu meyanda P. Eskola ve H. Stille (1944), geç Svioniumu tahminen Prebottnium ile bir hizaya getirmektedirler. Aşırı zaman, haddi zatında, farklı magnetizasyon istikametlerini muhtemel göstermeyecek derecede uzundur. Bununla beraber S. K. Runcorn (1955), muayyen bazı pre-Kambrien (takriben Bottnik) tabakalarının Torridon grelerinin (Kuzey İskoçya) bugünkü arz alanının aksine müteveccih magnetizasyon istikametleri gösterdiklerinden bahseder. Keza H. Gellertich (1937) Güney Afrika'nın yaşlı Paleozoik sahre filonlarının aksi magnetizasyon gösterdiklerini bildirmektedir. U. Schmucker (1957) de yine, Almanya'nın batı Leinetal grabenindeki bir Miosen feldspat zuhurunun ters magnetizasyon göstermiş olduğunu ileri sürmektedir. Elimizdeki ölçü neticelerine göre her ne kadar



Tablo 13 - Arz alanının saha şiddetine göre süseptibilite ve remanans arasındaki münasebet

o = + J_R = *Müspet remanans*
 O = - J_R = *Menfi remanans*

tam mânası ile ters bir magnetizasyon tesbit edilememiş ise de, Svionium içinde bugünkü arz alanından muayyen bir inhiraf kaydedilebilmiştir. Burada tetkik edilmiş bulunan sahreler başka müelliflerin muayene ettiklerinden daha yaşlıdır. Leptitler erken svionitik olup, yeşil sahreler (amfibolit, gabro, diorit) geç Svionium başlangıcına işaret edebilirler. 12 numaralı Tablodan da görüleceği veçhile, bütün taşlar ortalama olarak mütecanis bir magnetizasyon istikameti gösterdiklerinden, bütün Svionium devamınca magnetizasyon istikametinde her hangi bir değişiklik vukua gelmemiş olduğu kabul edilebilir.

Enduit ve remanant magnetizasyonun neye istinat ettiğinin muayenesi, $k = 10^{-3}$ ebadının süseptibilitesi için, remanant magnetizasyonun takriben 10 faktörü nispetinde enduit nispetten daha küçük olduğunu meydana çıkarmıştır. $k=10^{-1}$ sınıfına mensup süseptibilitelerde ise, remanans, daha büyük ve dolayısıyla ebat bakımından enduit magnetizasyona eşit bulunmuştur. Remanansları daha büyük, yani enduit magnetizasyon nispetinden daha yukarı olan bütün numuneler, diğer numunelerin aynı magnetizasyon istikameti gösterdiklerinden, Svionium devamınca, burada bulunmuş olan magnetizasyon istikametlerinin hâkim buldukları ve bu hâdisenin bugüne kadar devam edegelmekte olduğu kabul edilebilir.

Süseptibilite değerlerinin açılması neticesinde prensip bakımından iki ana grup meydana çıkmış olup, bu hususta cevher numuneleri nazarı itibara alınmamıştır. Gruplardan biri, zuhur eden bütün taşlar için, yani amfibolit, gabro ve leptit için $k = 50 \cdot 10^{-6}$ (cgs) göstermektedir. İkinci grup aşağıdaki tasnif izahına elverişlidir :

Amfibolit	=	4 000 · 10 ⁻⁶	(cgs)
Gabro	=	3 000 · 10 ⁻⁶	(cgs)
Leptit	=	4 500 · 10 ⁻⁶	(cgs)
Magnetit	=	180 000 · 10 ⁻⁶	(cgs)

Bu değerler, birkaç ekstrem değerden sarfı nazar, ortalama değerlerdir.

Bu izahtan da anlaşılacağı veçhile, magnetik vasıfların tetkikinde, burada amfibolit, gabro ve leptit için ikişer ayrı ana tip bahis konusudur.

	Tip I	Tip II
Amfibolit	= 50 · 10 ⁻⁶ (cgs)	= 4 000 · 10 ⁻⁶ (cgs)
Gabro	= 50 · 10 ⁻⁶ (cgs)	= 3 000 · 10 ⁻⁶ (cgs)
Leptit	= 50 · 10 ⁻⁶ (cgs)	= 4 500 · 10 ⁻⁶ (cgs)

Yukarda I ve II numaralı tip olarak gösterilmiş bulunan taşların petrografik muayeneleri, I inci tip için % I magnetit muhteviyatı ve II nci tip için % 10 göstermiştir. Bu hakikat, başka araştırmacılar tarafından da tesbit edildiği veçhile, süseptibilitenin magnetit muhteviyatına bağlı bulunduğunu teyit eder mahiyette-dir (S. Werner 1949 ve U. Schmucker 1957).

Süseptibilitenin arz devresi sahası karşısında remanansa tabi olma nispetinin neticesi 8 numaralı Tabloda logaritma koordinatları halinde gösterilmiştir. Değerlerin muayyen nispette bir huzme göstermelerine rağmen, remanansın fazlalaşması ile süseptibilitenin de arttığı görülmektedir. Keza I ve II nci tipe mensup numunelerin farkları da açıkça meydana çıkmaktadır.

Neşre verildiği tarih 23 Ocak, 1961

B İ B L İ Y O G R A F Y A

SGU = Sveriges geologiska undersökning

GFF = Geologiska föreningens förhandlingar

BOŞUM, W. (1955) : Um die stratigraphisch-tektonische Deutung der im Rahmen der bisherigen geophysikalischen Forschungsarbeiten im Scheldetal gemessenen erdmagnetischen Anomalien vorzubereiten, ist die magnetische Suszeptibilität von Handstücken und Bohrkernen zu bestimmen. Hierzu soll die bei den Hessischen Berg- und Hüttenwerken aufgebaute PUZICHA-Apparatur den praktischen Bedürfnissen der Lagerstättenforschung dadurch angepasst werden, dass sie zur Messung von Bohrkernen mit den dort gebräuchlichen Durchmessergeräten hergerichtet wird. *Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Bergakademie Clausthal vom 4.1.1955.*

BRUCKSHAW, J. M. (1955) : The initial adjustments of vertical variometers. *Geophysical Prospection* Nr. 4 Dec. 1955.

- BUCHHEIM, W. u. LAUTERBACH, R. (1954) : Isanomalen-Richtungsstatistik als Hilfsmittel tektonischer Analyse. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, Bd. 63, S. 88-98, 1954.
- DÜRSCHNER, H. (1954) : Ein Magnetometer zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Gesteinen. *Annales de Geophysique*, 10, 152, 1954.
- EKELIN, S. (1955) : Mündliche Mitteilungen betreffend ABEM-Magnetometer, 1955.
- GEBELEIN, H. u. HEITE, H. J. (1951) : Statistische Urteilsbildung. *Verlag Springer*, 1951.
- GEIJER, P. (1916) : Falutraktens berggrund och malmfyndigheter. *SGU*, Ser. C, Nr. 275, Arsbok 10, (Nr. 1) 1916.
- GELLETICH, H. (1937) : Über magnetitführende eruptive Gänge und Gangsysteme im mittleren Teil des südlichen Transvaals. *Beitr. z. angew. Geophysik*, Bd. 6, S. 377-406, 1937, Leipzig, Akad. Verlags - Ges. m. b. H.
- GLITSCH, R. E. (1955) : Unveröffentlichter Bericht über Kontroll- und Anschlussmessungen an dem Observatorium des Kungl. Sjökarteverket, Lovö, Nov. 1955.
- (1957) : Magnetische Messungen innerhalb des svionischen Leptitzuges in Mittelschweden (Bergslagen). *Diss. a. d. Universität München*, 31.7.1957.
- HAALK, H. (1942) : Der Gesteinsmagnetismus, seine Beziehungen zu den Erscheinungen des Ferromagnetismus und zum erdmagnetischen Feld. *Akad. Verlags-Ges. Becker & Erler*, Leipzig, 1942.
- (1927) : Die magnetischen Verfahren der angewandten Geophysik. *Sammlg. geoph. Schriften, herausgeg.* von Prof. Dr. C. MAINKA, Heft Nr. 7, 1927, Verlag : Gebr. Bornträger, Berlin.
- (1953) : Lehrbuch der angewandten Geophysik. Teil I, 1953, 2. Aufl.
- JOHANSSON, H. E. (1910) : Die eisenerzführende Formation in der Gegend von Grängesberg. *GFF* Nr. 268, 1910, Febr. Bd. 32, Häfte 2, S. 239.
- (1924) : Det kemiska sambandet mellan järnmalmerna och de malmförande bergarterna i Bergslagen. *Teknisk Tidskrift* (Bergvetenskap Nr. 7) 12.6.1924, Arg. 54, sida 49.
- KAISER, E. und BRINKMANN, R. (1948) : Abriss der Geologie, Band I, II *Ferd. Enke Verlag*, Stuttgart (1940, 1918).
- KOARK, H. J. (1953) : Orientierung zur Geologie der Faluner Grube. *Falu Kopparverk* 1953.
- KULLING, O. och HJELMQVIST, S. (1948) : Beskrivning till kartbladet Falun. *SGU*, Ser. A a Nr. 189, 1948.
- MAGNUSSON, N. H. (1938) : Neue Untersuchungen innerhalb des Gränge.sbergfeldes. *SGU*, Ser. C, Nr. 418, arsbok 32 (1938) Nr. 8.
- (1952) : Malmgeologi. Jernkontoret, Stockholm 1952.
- och LUNDQVIST, G. (1933) : Beskrivning till kartbladet Grängesberg. *SGU*, Ser. Aa Nr. 177, 1933.
- , GRANLUND, E. och LUNDQVIST, G. (1949) : Sveriges geologi. 2 uppl. *Svenska Bokförlag*, 1949 Norstedt-Stockholm.
- MATTWEBER, S. (1954) : Geophysikalische Aufschlussmessung en im Scheldetal (Dillkreis), ihre geologische und bergwirtschaftliche Bedeutung für den Eisenerzbergbau des Lahn-Dill-Gebietes. *Diss. a. d. Bergakademie Clausthal*, 3.2.1954.
- REICH, H. (1933) : Angewandte Geophysik für Bergleute und Geologen. *Akad. Verlags-Ges. m. b. H. Leipzig*, 1933.
- und ZWARGER, v. R. (1943) : Taschenbuch der angewandten Geophysik. *Akad. Verlags-Ges. m. b. H. Leipzig*, 1943.
- RUNCORN, S. K. (1955) : The Earth's Magnetism. *Scientific American*, Sept. 1955, vol. 193, No. 3, page 152.
- (1955) : The Permanent magnetization of rocks. *Endeavour*, vol. XIV, No. 55, July 1955.

- SCHMUCKER, U. (1957) : Gesteinsmagnetische Untersuchungen und Experimente am Basalt des Steinberges bei Barlissen. *Abhandl. d. Akademie d. Wissenschaften*, Göttingen, math.-phys.-Klasse, 3. Folge, Nr. 26.
- STILLE, H. (1944) : Geotektonische Gliederung der Erdgeschichte. *Abhandl. Preuss. Akad. Wiss.*, math.-nat.-Kl. 1944, 3.
- SUNDHOLM, H. (1898) : Nagra antekningar om grufvorna inom Ludvika socken af kopparbergs län. *Jernkontorets annaler* 53, arg. 1898, sida 85.
- TIBERG, B. (1931) : Mineralfyndigheter Jernkontoret, Stockholm, 1931.
- TÖRNQVIST, G. (1952) : Om den matematisk - geologiska tolkningen av magnetiska anomalier. *Acta academica Aboensis, Mathematica et Physica* XVIII : 2, Abo academi Abo, 1952.
- WERNER, S. (1945) : Determinations of the magnetic susceptibility of ores and rocks from Swedish iron ore deposits. *SGU*, Ser. C, Nr. 472, arsbok 39 (1945) Nr. 5.
- (1949) : interpretation of magnetic anomalies at sheet-like bodies. *SGU*", Ser. C, Nr. 508, arsbok 43 (1949) Nr. 6.