

46481

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAVŞANLI (YAYLACIK) OFİYOLİTİNDEKİ MANYEZİT
CEVHERLERİNİN OLUŞUMU VE EKONOMİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Numan ELMAS

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12 Haziran 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Haziran 1995

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bektaş UZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Atasever GEDİKOĞLU

Doç. Dr. Recep H. EREN

HAZİRAN 1995

Y.Ü. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Son yıllarda , bir endüstriyel hammadde olarak manyezitin ,revaç görmesi bilim adamlarının onu daha da detaylı olarak ele almaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle manyezit üzerinde yapılan çalışmalar yoğunlaştırılmaktadır.

Bu ve buna benzer nedenlerden dolayı manyezit konusu detaylı olarak ele alınmaya çalışıldı. Ve sonuçlar dahil , sekiz bölüm üzerinden bu çalışma hazırlandı.

..Bana bu çalışmada katkılarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr.Bektaş UZ' a Doç.Dr.İ.Göktay Ediz'e, Araştırma görevlileri Halis Manav, İsmail Bülbül ve diğer adını anmadığım yardımı geçmiş , bütün arkadaşlarıma buradan teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 1995

Numan Elmas

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. MAGNEZYUM VE MAGNEZİTİN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	3
2.1. Magnezyum ve İlişkili Mineralleri.....	3
2.2. Önemli Magnezyum Mineralleri.....	3
2.3. Magnezyumun Kayaçlarda Bulunuşu ve Önemli Magnezyum Mineralleri.....	4
2.3.1. Dolomit.....	5
2.3.2. Brusit.....	6
2.3.3. Olivin.....	6
2.3.4. Manyezit.....	7
2.4. Doğada Manyezitin Bulunuş Şekilleri.....	8
2.4.1. Jel (Amorf) Manyezitler.....	8
2.4.2. İri Kristalli Manyezitler.....	9
2.5. Manyezitlerin Yankayaç Özellikleri.....	9
2.5.1. Ultrabazik Kayaçlar.....	10
2.5.2. Karbonatlı Kayaçlar.....	11
2.5.3. Sedimanter Kayaçlar.....	11
2.5.4. Sentetik Manyezitler.....	12
BÖLÜM 3. SAHANIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE OCAKLAR.....	13
3.1. Coğrafi Durum.....	13
3.2. Yol ve Ulaşım Durumu.....	13
3.3. Morfoloji ve Hidrografi.....	13
3.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	14
3.5. Ekonomik Durum.....	14
3.6. Eski İncelemeler.....	15
3.7. İşletme ve Ocaklar.....	16
3.7.1. Erna-Foral Ocağı.....	18
3.7.2. Ambarlı Ocağı.....	23
3.7.3. Bektaşlar Ocağı.....	24

BÖLÜM 4. MANYEZİTLERİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU.....	27
4.1. Genel Bilgiler.....	27
4.2. İncelenen Saha ve Civarının Jeolojisi.....	28
4.2.1. Genel Jeoloji.....	28
4.2.2. İncelenen Sahadaki Jeolojik Birimler.....	29
4.2.2.1. Arifler Formasyonu (Ük1).....	29
4.2.2.2. Ultramafikler (Ük2).....	29
4.2.2.3. Dölerit-Diyabaz-Mikrogabro (Ük3).....	31
4.2.2.4. Listvenit (Ük4).....	32
4.2.2.5. Tunçbilek Formasyonu (m).....	32
4.2.2.6. Saruhanlar Formasyonu (p1).....	32
4.2.2.7. Çukurköy Formasyonu (p2).....	32
4.3. Manyezit Oluşumu ve Oluşum Koşulları.....	32
4.3.1. Masif Manyezitler.....	33
4.3.2. Yumrulu Manyezitler.....	34
4.3.3. Kıvrımlanma.....	34
4.4. Manyezitlerin Saha Verileri.....	35
4.5. Manyezitlerin Oluşum Yaşı.....	37
4.6. Manyezitlerin Oluşum Parametreleri ve Kimyası.....	37
BÖLÜM 5. MİNERALOGİK VE PETROGRAFİK İNCELEME.....	41
5.1. Minerallerin Tayini.....	41
5.2. Mikroskop İncelemeleri.....	42
BÖLÜM 6. KİMYASAL ANALİZLER.....	59
6.1. Comag (A.Ş.)' nin Yaptığı Analizler.....	59
6.2. Sahadaki Cevhere Yapılan Analizler.....	60
6.2.1. CaO ve SiO ₂ İlişkisi.....	60
6.2.2. MgO ve SiO ₂ İlişkisi.....	61
6.2.3. CaO ve MgO İlişkisi.....	63
6.2.4. Fe ₂ O ₃ ve SiO ₂ İlişkisi.....	63
6.3. Bazik Kayaç Ana Element Analizleri.....	64
6.4. Bazik Kayaç İz Element Analizleri.....	65

BÖLÜM 7. MANYEZİTLERİN EKONOMİSİ.....	72
7.1. Türkiye'deki Genel Durum.....	72
7.1.1. Ekonomik Olarak İşletilebilirlik.....	72
7.1.2. Manyezit Safsızlıkları.....	73
7.1.3. Türkiye Manyezit Üretim ve Tüketimi.....	74
7.1.4. Türkiye Manyezit Ticareti.....	76
7.1.5. Türkiye Manyezit Üreticileri.....	78
7.1.5.1. MAŞ (Manyezit AŞ).....	78
7.1.5.2. COMAG (Continental Manyezit AŞ).....	78
7.1.5.3. Konya Krom Manyezit Tuğla Müessesesi.....	79
7.1.5.4. Kümaş (Kütahya Manyezit AŞ.).....	79
7.2. Dünya Manyezit Ekonomisi.....	79
7.2.1. Satış ve Talep.....	81
7.2.2. Fiyatlar.....	81
7.2.3. Üretim - Tüketim Eğilimleri	82
7.3. Manyezitlerin Kullanım Alanları.....	84
7.3.1 Sinter Manyezit.....	84
7.3.2. Kostik Kalsine Manyezit (KKM).....	84
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	90
ÖZGEÇMİŞ.....	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası.....	2
Şekil 3.1. Tavşanlı İşletmesindeki Döner fırın.....	16
Şekil 3.2. Döner Fırına Ait Gaz Tankı	17
Şekil 3.3. Kalsine Edilmiş Manyezit Deposu.....	17
Şekil 3.4. Bürolar ve Misafirhaneler.....	18
Şekil 3.5. Erna Ocağı.....	19
Şekil 3.6. Kuzey Erna Galeri Girişi.....	20
Şekil 3.7. Güney Erna Galeri Girişi.....	20
Şekil 3.8. Güney Yarmanın Görünüşü.....	21
Şekil 3.9. Kuzey Erna Masif Manyezitleri.....	21
Şekil 3.10 Güney Erna Yumrulu Manyezitleri.....	22
Şekil 3.11. Tilkiini Ocağındaki Yarma Çalışması.....	22
Şekil 3.12 Ambarlı Ocağı Manyezit Damarı.....	23
Şekil 3.13. Bektaşlar Ocağı Yeraltı İşletmesi.....	24
Şekil 3.14. Faaliyette Olmayan Ocaklar.....	26
Şekil 4.1. MgO, SiO ₂ , H ₂ O, CO ₂ sistemindeki eşbasınç duraylılık eğrileri.....	36
Şekil 4.2. Çok düşük nCO ₂ değerlerine ait eşbasınç duraylılık eğrileri.....	36
Şekil 6.1. Analizlerdeki CaO ve SiO ₂ ilişkisi.....	62
Şekil 6.2. Analizlerdeki MgO ve SiO ₂ ilişkisi.....	62
Şekil 6.3. Analizlerdeki CaO ve MgO ilişkisi.....	63
Şekil 6.4. Analizlerdeki Fe ₂ O ₃ ve SiO ₂ ilişkisi.....	64
Şekil 6.5. Kayaç Analizlerinin AFM diyagramı.....	66
Şekil 6.6. Kayaç Analizlerinin TiO ₂ , P ₂ O ₅ , MnO diyagramı.....	67
Şekil 6.7. Kayaç Analizlerinin Zr, Ti, Y diyagramları.....	69
Şekil 6.8. Ultramafik Kayaçların AFM diyagramı.....	71

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Kayaçlarda Ortalama Mg Oranları.....	5
Tablo 2.2. Magnezyum Metalindeki Toplam Safsızlıklar.....	6
Tablo 2.3. Manyezit-Siderit Serisinin Mümkün Bileşimi.....	8
Tablo 2.4. Peridotitlerin Sınıflandırılması.....	10
Tablo 6.1. Comag'ın Yaptığı Analizler.....	59
Tablo 6.2. Sahada Yapılan Analizler.....	61
Tablo 6.3. Kayaçların Ana Element Analizi.....	65
Tablo 6.4. Kayaçların İz Element Analizi.....	68
Tablo 6.5. Ultramafik Kayaçların Analizi.....	70
Tablo 7.1. Manyezit ve Tuğlalarda İstenen Safsızlıklar.....	73
Tablo 7.2. Türkiye'de Manyezit Üretim Değerleri.....	75
Tablo 7.3. Türkiye Manyezit Tüketimi.....	76
Tablo 7.4. Türkiye Manyezit İhracatı.....	77
Tablo 7.5. Dünya Ham Manyezit Üretim Değerleri.....	80
Tablo 7.6. Bazı Ülkelerde Manyezitin Kimyasal Bileşimi.....	81
Tablo 7.7. Manyezit Fiyatları.....	82

ÖZET

Türkiye'deki ofiyolitlerin benzer bir örneğini teşkil eden Tavşanlı (Yaylacık) ofiyoliti içindeki serpantinitlere bağlı olarak oluşmuş manyezit cevherlerinin kökenini ve oluşum şartlarının incelenmesi bu çalışma giriş te dahil olmak üzere yedi bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, oldukça önemli bir endüstriyel hammadde olan manyezit ve onun ilişkili olduğu mineraller incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, sahanın genel özellikleri çerçevesinde saha tanıtılmıştır. Ocakların durumu incelenmiştir.

Dördüncü bölümde ise, manyezitin detaylı olarak jeolojisi incelendikten sonra sahadan elde edilen çeşitli verilerle, manyezitleri ve onların oluşumu ve kökeni hakkında detaylı olarak çalışılmıştır. Bu bölümde manyezitlerin içinde bulunduğu kayaçların jenezisi ile manyezitlerin ilişkisi detaylı olarak ele alınmıştır.

Beşinci bölümde ise, manyezitlerden ve ilişkili oldukları kayaçlardan 16 tane örneğin ince kesiti yapılarak içindeki mineraller incelenmiştir. Buna göre serpantin + kuvars(kalsedon), serpantin + manyezit parajenezinin varlığı ispatlanmıştır. Ayrıca bu parajenezlere metamorfik bir mineral olarak bilinen talk'ında girdiği gözlenmektedir.

Altıncı bölümde, detaylı olarak kimyasal analizlere yer verilmiştir. Bunların sonuçlarından gidilerek kayaçların kökeni bulunmuştur. Manyezitlerden alınan 16 adet örneğin içindeki safsızlık oranları tayin edilip jeostatistik olarak incelemeleri yapılmıştır. Bazik ve ultrabazik kayaçlardan 8 tane örnek alınarak ana element ve iz element analizleri yapılmıştır.

Yedinci bölümde, manyezitlerin ekonomisine yer verilmiştir. Manyezit üretiminin Türkiye'de ve Dünyada artan bir trende sahip olduğu çeşitli tabloların sonuçlarında yorumlanmıştır. Aynı zamanda Türkiye'nin manyezit cevheri ihracat trendinin de artma eğiliminde olduğu gözlenmektedir.

Sonuç ve öneriler kısmında ise tez ana hatlarıyla yorumlanarak yararlı bilgiler verilmiştir.

SUMMARY

MAGNESITE ORES FORMATION AND IT'S ECONOMY IN TAVŞANLI (YAYLACIK) OPHIOLITE

Magnesium , the eighth most abundant element in the earth's crust, is found widely distributed in a variety of minerals. Among the more commercially important ones are magnesite (MgCO_3), brucite ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), and the salts magnesium sulfate and chloride often found in natural brines. The other important magnesium minerals are olivine ($(\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$), talc $\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4$ and serpentine ($\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$). These are valuable because of desirable characteristic given to them by the magnesium content and its placement in the particular crystal structure .

These minerals are the raw materials for a host of products including magnesium metal and several grades of magnesia or magnesia containing materials for refractors, fluxes, fillers, insulation, cements, decolorants, fertilizers and chemicals.

Magnesite, when pure, contains 47.8 % MgO and 52.2 % CO_2 . The pure mineral is some times rarely, found as transparent crystals resembling calcite , but, preponderantly, magnesite contains variable amounts of the carbonates , oxides, and silicates of iron , calcium manganese, and aluminum.

Magnesite (MgCO_3) was the first suggested by J.E. Delantherie in 1975, and later discovered in nature by C.F. Ludwing in 1803. It exhibits as crystalline and microcrystalline textures in limestones and dolomites, and as amorphous in ultramafic rocks.

Magnesitization process, even today, is still subject of scientific arguments, which can be explained by various theories based on experimental studies. According to these studies, magnesites have occurred with the reaction of atmospheric and magmatic (probably coming from deep sources) during serpentinization origin of CO_2 rich waters (ascending or descending theories), on the ultramafic rocks, together with shale-shaly limestone sequences in lacustrine environments, as a result of metasomatism within the limestones and associated with anhydrite as crystalline texture in salt deposits.

Magnesite may be either crystalline or amorphous . The crystalline form has a hardness of 3.5 to 4.0. The color may range from white to black with shades of yellow, blue, red, or gray. The color is not a fundamentally significant indicator of purity, but in a given deposit, an experienced person can often roughly grade magnesite by assessing color and crystallinity.

The crystalline form of magnesite occurs in relatively few but large deposit where as the cryptocrystalline variety tends to occur in many but small deposits. Cryptocrystalline magnesite is massive with no cleavage and is sometimes descriptively called bone magnesite. The fracture is usually conchoidal, and hardness

is 3.5 to 5.0. The color is normally white, but it can be tints of yellow, orange, or buff. Accessory siliceous minerals such as serpentine, quartz, or chalcedony are usually present. Also these minerals were found in the study area. Calcium minerals are usually absent or in low concentration in cryptocrystalline magnesite as contrasted to their almost invariable presence and higher concentration in the crystalline variety.

Magnesite dissociates upon heating to form magnesia (MgO) and carbon dioxide. When heated sufficiently, magnesia develops a crystal structure identical with that the natural mineral percales. The mineral percales occurs only rarely in nature and not in any known , commercially workable deposits.

Brucite is another mineral which can be directly reduced to periclase through the application of heat. Brucite has been mined for the production of magnesia, but is no longer an important an important source. The mineral is associated with limestone, but almost commonly with magnesite.

Cryptocrystalline or “amorphous” magnesite is an alteration product of serpentine or allied magnesium rocks which have been subjected to the action of carbonate waters . The serpentine which lies near or surrounds the magnesite is itself an alteration product of the ultramafic rocks. The mode of formation of the magnesite usually limits the amount of impurities to small amounts of iron, lime and silica. Occurrences of this type of magnesite are fairly common throughout the world, but because of their usually limited size, few - with notable exceptions of those in Greece, Turkey, and Australia- are worked commercially.

The action of surface water containing carbon dioxide percolating down through serpentized fissures can convert serpentine to magnesite and other minerals Also, waters rising through fissures could produce magnesite . In both cases , the relation ship between temperature and carbon dioxide pressure is very critical to the formation of magnesite. The zones closer to the earth's surface are more favorably situated for the reaction. Therefor , most of the deposits of this type of magnesite are found near the surface and have limited extent in dept.

Tavşanlı (Yaylacık) area is on the ultramafic massive rocks that hosted magnesite. In the area, ultramafic rocks have been decomposed in the form of serpentine. Be cause of tectonic activity, serpentine have been altered . At the end of the processes magnesite have been formed.

In the field the weather is cold in winter and hot, dry in summer. Ridges have 1000 to 1350 m high, so the communication is very difficult.

This study has been by supported by COMAG (AŞ) which has been working in the area since 1963. The research has been carried out using one of COMAG Erna-Foral extraction equipment and the results obtained are given.

The structure and the texture of magnesites and hosted rocks(ophiolit rocks) have been carefully studied and their origin and formation has been found. Magnesites are formed during the compression-expansion process of ophiolit rocks due to the dual

movement of tectonic forces. The formation of magnesium structure is function of ore type such as vein, lens, massive etc...

For the quality of magnesium purity is very important, therefore, 16 different samples have been selected and their individual quality compared. These results are showed in Table 1. The Fe₂O₃ and CaO, CO₂ in the magnesium have been found to be not related. Thus, the impurities in the magnesium have been carefully controlled because the quality effect is very important

Table 1.

Samples	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	LiO
N-1	1.05	0.26	0.65	0.23	48.48	49.56
N-2	8.95	0.15	0.30	0.30	44.06	46.54
N-3	0.40	0.15	0.65	0.16	49.81	48.99
N-4	6.62	0.25	0.60	0.31	39.83	52.70
N-5	9.93	0.40	0.35	0.25	43.84	46.08
N-6	1.63	1.24	0.24	0.20	46.00	50.38
N-7	14.23	0.48	0.25	0.18	45.06	39.50
N-8	13.57	0.87	0.06	0.20	44.89	40.11
N-9	0.53	0.85	0.04	0.12	46.61	51.55
N-10	6.77	0.85	0.15	0.15	45.75	46.03
N-11	16.24	0.85	0.16	0.31	43.66	37.53
N-12	5.03	0.63	0.02	0.17	46.21	47.64
N-13	1.85	0.44	0.02	0.22	46.76	50.43
N-14	5.52	0.52	0.84	0.14	45.87	46.82
N-15	5.11	0.70	0.14	0.16	46.09	47.50
N-16	0.13	1.58	0.02	0.10	46.07	51.83

At the same time 16 thin sections of ultramafic and magnesite samples have been selected and their mineral content has been analyzed in the microscope. The paragenesis of serpentine, quartz, and talc in the thin sections have been then determined. The finding of the talc mineral shows the conditions of a metamorphism environment. So microscope studies is very benefit.

The other samples of rocks were carefully analyzed to found main elements and trace elements (Table 2) According to the results of this study, Basic intrusive rocks were found in island arc toleyite zone. It was analyzed to find the origin of the ultramafic rocks and They were found in ultramafic cumulate zone (table 2).

First magnesite production in Turkey began in 1850' s. Estimated total reserve are about 160 million tons and Turkey is fourth country with the above reserve after China, North, Korea. and Soviet Union. Also Turkey is ninth country in production and export in the world.

Table 2.

	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8
SiO ₂	46.33	44.10	42.73	40.83	45.44	43.62	47.84	51.78
TiO ₂	1.10	1	0.63	0.58	0.67	1.05	0.7	0.79
Al ₂ O ₃	12.17	13.1	12.56	12.39	13.97	15.33	14.82	14.47
Fe ₂ O ₃	11.41	10.33	12.06	11.61	9.08	11.1	10.03	10.46
MnO	0.23	0.15	0.20	0.12	0.30	0.15	0.29	0.19
MgO	17.05	14.48	17.31	16.19	9.91	10.30	9.41	9.71
CaO	7.19	8.57	6.57	9.37	11.33	8.67	10.32	9.71
Na ₂ O	1.15	2.02	3.04	3.10	3.6	3.4	2.35	3.37
K ₂ O	0.3	0.29	0.32	0.35	0.19	0.23	0.20	0.25
P ₂ O ₅	0.06	0.04	0.05	0.03	0.02	0.027	0.042	0.05
A.Z.	3.40	5.92	3.19	5.57	4.64	5.69	4.40	2.89
Sum	100.39	100	100.46	100.12	99.15	99.56	100.4	100.34

The study region is located in Anatolia and this have very high magnesite potential in terms of quality and reserves . Kütahya Eskişehir - Bursa area , Which contains 28 % of total reserves (65 million tons) of Turkey, is second important area after Konya, and it is first area in terms of number producing openpits.

In Yaylacık ultramafic rocks, serpentinization is very important for magnesitization. In this area ultramafic and basic intrusive rocks are named Tavşanlı ophiolites. The ophiolites have been effected by tectonic forces after that have been fractured. The faults have been occurred on it.

Ultramafic rocks in the ophiolit group generally form in two type rocks, first one harzburgit, second one dunit, The both have greenish color. In the study area, the samples were taken from harzburgits and dunits.

They contains mafic mineral that has amount of Mg that is source of magnesite ore is extracted near the serpentine rock. The structure of the magnesite that is various that may be found vine, lense and massive .

The production of magnesite is rising toward 2000 years. The most important productive countries, Greece, ABD, China, Turkey etc. (table 3). Magnesite economy is connected by all reserve of the countries. Turkey have been commercially produced magnesite since 1950. But the foreign companies have been extracted magnesite from Turkey. Unfortunately the amount of Turkish companies are not enough.

Table 3.

Countries	1977	1980	1982	1985	1990	1991
Russia	1850000	2000000	2390000	5000000	5000000	4640000
China	1500000	2000000	2200000	3400000	3500000	3500000
Korea	1500000	1900000	2040000	2500000	3000000	3000000
Austria	1003041	1318156	1268000	1255000	1179000	1100000
Greece	1358805	1166998	882000	928000	697000	550000
Turkey	516162	806997	860000	1137000	850000	900000
Chekos.	661000	660000	728000	2319000	2700000	2400000
Spain		557000	500000	682000	460000	420000
India	402007	370573	408000	420931	500000	500000
Brazil		348000	330000	800000	700000	700000
Yugoslavia		289000	361000	419000	286000	250000
Mecsico		87000	94000			
Canada		69000	75000	144000	200000	220000
Zimbabwe		86000	66000	19000	33000	33000
S. Africa		86800	35000	28898	114000	120000
Australia		36000	29000	58000	65000	365000
Nepal				20000	25000	25000
Sum* (1000)	8791	11781	12260	19130	19414	18846

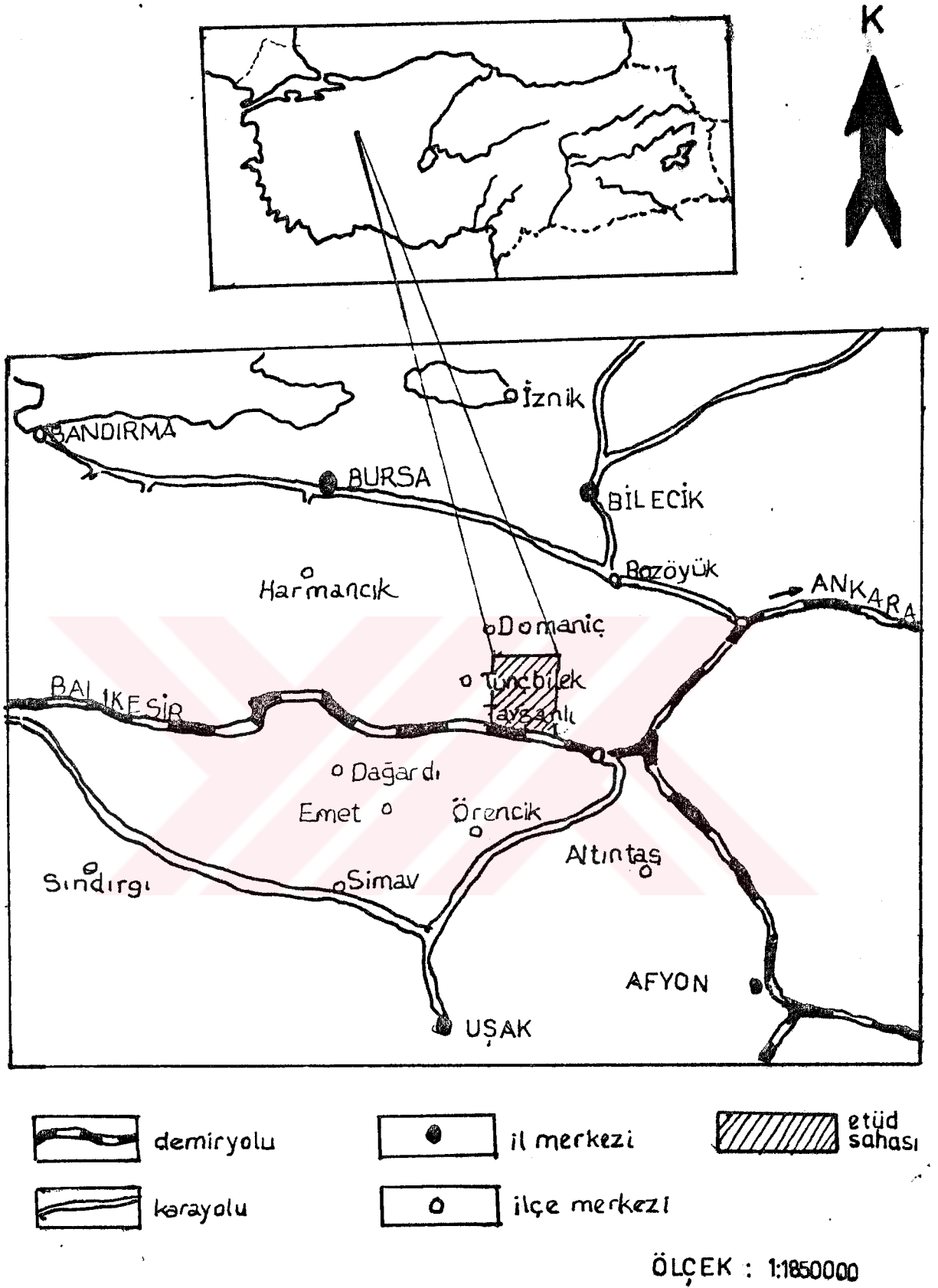
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu çalışmada, oluşumu çoğu zaman tartışmalara neden olmuş manyezit cevherlerinin saha verilerinden ve kimyasal analizlerinden faydalanılarak onların oluşumu ve yataklanma tipi hakkında detaylı bir çalışma yapılmıştır.

Manyezitlerin ekonomik olarak işletilebilmesi için onların jeolojik, mineralojik durumunun ve bünyesine olumsuz etki yapan bileşimlerin saptanması gereklidir. Buna paralel olarak yapılan çalışmalarda manyezitlerin bünyesinde bulunan bu safsızlıkların kesin olarak tayini gereklidir. Bundan yola çıkarak, manyezitlere ev sahipliği yapan kayaçları iyice incelemek son derece önemlidir. Manyezitlerin bu kayaçlar içinde yapısal olarak ne şekilde bulunduğu ve aynı zamanda hangi minerallerle parajenez ilişkisi içine girdiği yine önemli konulardır. Manyezitin içinde bulunduğu kayaçların durumu, bileşimlerinin tayini ve metamorfizma ve diğer etkenlerden nasıl etkilendikleri, ve buna bağlı olarakta bu kayaçların içinde bulunan manyezitin ne derece etkilendiği gibi sorunlar vardır. Bu ve buna bezer sorunların halledilmesi için iyi bir mineraloji ve petrografi bilgisine ihtiyaç vardır. Manyezitin oldukça ekonomik bir mineral olması, “üzerinde ne kadar çalışılsa azdır” sözünü akla getirmektedir. Manyezit için yapılan çalışmalar, ekonomik ve bilimsel açıdan her zaman problemleri çözücü nitelikte olmalıdır.

Manyezit konusu üzerinde birçok araştırmacı çalışmalarına halen devam etmektedir. Manyezit mineralinin bu denli önem kazanması onun ekonomikliğinden kaynaklanmaktadır. Endüstriyel bir hammadde ve dünya çapında aranan bit mineral olması ve bu çalışmanın son bölümünde de belirtildiği gibi , kostik ve sinter olarak birçok yerde kullanılması ve tozunun dahi zayi edilmeyecek bir mineral olması onun değerini açığa çıkarmaktadır. Manyezitin altın gibi olmayıp, kolay bulunması üzerinde çalışmaların çok yoğunlaştırılması gerektiğini açığa çıkarmaktadır.



Şekil 1.1. Yer bulduru Haritası

BÖLÜM 2.

MAGNEZYUM VE MAGNEZİTİN GENEL ÖZELLİKLERİ

2. 1. Magnezyum ve İlişkili Mineralleri

Magnezyum yerkabuğunda bulunan elementlerin bolluk sıralamasına göre sekizincisidir. Çeşitli mineraller içinde bulunur. Atom ağırlığı 24,32 gr, atom numarası 12 dir. Toprak alkali metallerden olup II. gruptadır. Yoğunluğu 1,74 gr/cm³, ergime sıcaklığı 651⁰ C, kaynama sıcaklığı 1110⁰ C dir. Gümüş renkli ve parlaktır. Havada mat renkli ince bir oksit tabakasıyla kaplanır. 500⁰ C nin üstünde parlak bir alevle yanarak MgO' e dönüşür. Bu özelliğinden dolayı fotoğrafçılıkta kullanılır. Magnezyum kolaylıkla şekil verebilen bir elementtir. Magnezyumun oksijenle oluşturduğu MgO 3000⁰ C kadar erimeğinden refrakter malzemelerin baş elementidir. [1]

2. 2. Önemli Magnezyum Mineralleri

Magnezyum mineralleri beş ana grup halinde gruplandırılabilir. Bunlar;

Karbonatlar	Manyezit	MgCO ₃
	Dolomit	MgCO ₃ CaCO ₃
	Neskhonit	MgCO ₃ 3 H ₂ O
	Lansfordit	MgCO ₃ 5 H ₂ O
	Hidromanyezit	3MgCO ₃ Mg(OH) ₂ 3H ₂ O
	Ankerit	(Mg , Fe) Ca(CO ₃) ₂
	Antinit	Mg ₂ (CO ₃) ₂ (OH) ₂ 12 H ₂ O

Klorürler	Tahihidrit	$2\text{MgCl}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
	Bisoffit	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	Karnalit	$\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	Borasil	$5\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 7\text{B}_2\text{O}_3$
Oksit ve Hidroksitler	Periklas	MgO
	Brusit	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
	Spinel Grubu	$\text{Mg} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
	Ludvigit	$(\text{Mg-Fe})_2 \cdot \text{Fe}(\text{BO})_3 \cdot \text{O}_2$
Sülfatlar	Epsomit	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
	Kasiterit	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Kainit	$\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 11/4 \text{H}_2\text{O}$
	Polihalit	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$
Silikatlar	Serpantin	$\text{H}_4\text{Mg}_3 \cdot \text{Si}_2\text{O}_9$
	Olivin	$(\text{Mg-Fe})_2 \cdot \text{SiO}_4$
	Hümit	$\text{Mg}_7(\text{SiO}_4)_3 (\text{OH} \cdot \text{F})_2$
	Pirop	$\text{Mg}_3 \cdot \text{Al}_2 (\text{SiO}_4)_3$
	Enstatit	MgSiO_3
	Tremolit	$\text{Ca}_2 \cdot \text{Mg}_5 (\text{Si}_4\text{O}_{11})_2 (\text{OH})_2$
	Sepiyolit	$\text{Mg}_2\text{Si}_4\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Talk	$\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10}) (\text{OH})_2$

2. 3. Magnezyumun Kayaçlarda Bulunuşu ve Önemli Magnezyum Mineralleri

Çözelti halinde bulunan magnezyum tuzları renksiz ve tadları da acıdır. Alkalilerle ve alkali karbonatlarla çökelirler. Magnezyum bileşikleri için MgO oranı ayıncı bir özelliktir. Peridotitler MgO oranının en fazla olduğu kayaç grubu olmaktadırlar. SiO₂ oranı azaldıkça MgO oranı hızla artmakta ve peridotitlerde % 34' e ulaşmaktadır. Volkanik kayaçlarda derinlik kayaçlarına nispeten daha az MgO bulunur. Bu fark kayaçların asitleşmesiyle azalmaktadır. Yüksek ergime sıcaklığından

dolayı MgO ve onun oluşturduğu bileşikler, öncelikle silikatlar, magmatik diferansiyasyonun daha ilk aşamalarında kristalleşerek konsantre olmaktadır. Aşağıdaki Tablo 2. 1' de kayaçlardaki ortalama Mg oranları verilmektedir

Tablo 2. 1. Kayaçlarda Ortalama Mg Oranları [1]

Köken	Grup	Örnekler	% Mg
Mağmatik	Ultrabazik	Dünit, Peridotit	25.90
	Bazik	Gabro, Bazalt	4.50
	Nötr	Siyenit, Diyorit	2,18
	Asidik	Granit, Riyolit	0,55
Metamorfik		Kil	1,34
		Killi Şist	1.74
		Mikaşist	2.40
		Gnays	1,56
Tortul		Killer	1.34
		Karbonatlar	4.70
		Kumtaşı	0,70
		Killişist	1,50

Magnezyum metalinin ASTM standartlarına göre yapılan kimyasal analiz sonucuna göre safsızlıkları aşağıdaki Tablo 2. 2. ' de verilmektedir. [1]

2. 3. 1. Dolomit

Kalsiyum - Magnezyum karbonattır. Teorik olarak %45 - 65 $MgCO_3$ içermektedir. Doğadaki yataklarda $MgCO_3$ oranı % 10 - 40 arasındadır. Rengi beyazdan açık maviye kadar değişebilmektedir. Dolomitten MgO ilk kez 1913 yılında Pensilvanya' da elde edilmiştir.

Tablo 2.2 Magnezyum Metalindeki Toplam Safsızlıklar [1]

Elementler	Toplam Safsızlıklar(en çok % 0.2)
Cu	0.02
Pb	0.01
Mn	0.15
Ni	0.01
Sn	0.01
Diğerleri	0.005
MgO	99.8

2.3.2. Brusit

Magnezyum hidroksittir. Teorik olarak % 69.1 MgO ve % 30.9 H₂O içermektedir. Sertliği 2.5, özgül ağırlığı 2.4g/cm³ tür. Brusit sık sık kireçtaşlarıyla bulunsa da manyezitle bulunuşu daha yaygındır. Yarı saydam görünüme sahip, beyaz, mavi veya grimsi yeşil olabilmektedir. En büyük yataklar ABD ve Kanada'dadır.

2.3.3. Olivin

Magnezyum demir silikattır. Forsterit (Mg₂SiO₄) ve Fayalit (Fe₂SiO₄) katı eriyik karışımından ibarettir. % 23.4 MgO içerir. Rengi zeytin yeşili olduğundan kendisine bu isim verilmektedir. Mg/Fe oranı 16:1 - 2:1 arasındadır. Çoğu cevher % 43 - 49 MgO ve % 24 - 43 SiO₂ içerir. Forsterit, pirinç, alüminyum ve magnezyum döküm işlerinde, kalıp yapmada yararlanılan özel döküm kumu olarak kullanılır. 1930 da ilk defa refrakter olarak kullanılmış ve gübre olarakda kullanılmaktadır. En önemli yataklar, Norveç, İsveç, Avusturya, Japonya, Y.Zelanda, G.Afrika ve ABD' de bulunmaktadır [2].

2. 3. 4. Manyezit

Magnezyum karbonattır (MgCO_3). Saf olduğu zaman %47.8 MgO ve % 52.2 CO_2 içerir. Saf manyezit bazen nadir olarak kalsite benzeyen kristaller halinde bulunur. Çoğunlukla değışik miktarlarda karbonat, oksit, demirli silikat, kalsiyum, manganez ve alüminyum içermektedir. Manyezit ya kristalli veya amorf formdadır. Kristalen manyezit 3.5 - 4 sertliğe sahiptir. Rengi beyazdan kirli sarı, mavi, kırmızı, ve griye kadar değışebilmektedir. Renk saflığı gösteren temel bir öge değıldir. Ancak iyi bir jeolog sahadaki manyezitin rengine ve kristal yapısına bakarak saflığı konusunda fikir verebilir.

Kristalli manyezit, kriptokristalli (amorf) manyezite göre daha az oluşur fakat büyük yataklarda yataklanır. Amorf manyezit masif olup klivajı yoktur. Kırılması genelde konkoidal ve sertliği 3.5 - 5.0 arasında rengi normalde beyaz fakat bazen sarının ve turuncunun tonlarında veya bejdir.

Manyezitte, kalsiyum mineralleri genelde bulunmaz ancak değışkenlikleri nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bulunabilirler. Kristalen manyezitte ise daha yüksek konsantrasyonlarda bulunurlar. Amorf manyezitin özgül ağırlığı 2.9 ile 3g/cm^3 arasında, kristalen saf manyezitin özgül ağırlığı ise 3.02 dir. Gerçekte kristalen manyezitte demirli karbonatın bulunması özgül ağırlığını artırmaktadır.

Manyezit ısı ile analizi olursa magnezya MgO ve CO_2 oluşur. Magnezya yeterli bir dereceye kadar ısıtılırsa periklas kristalinin yapısını gösterir. Periklas minerali doğal şartlarda nadir olarak oluşur. Ekonomik yataklar bilinmemektedir..

Manyezit, kalsit ve dolomitte izomorf seriler oluşturmaz, fakat siderit ile manyezitte bu ilişki görülür ve demir ile magnezyum kristal yapıda bir değışiklik olmaksızın her oranda yer değıştirebilirler. Thomas Crook' a göre , manyezit-siderit serisinin mümkün bileşimi şöyledir. [2]

Tablo 2. 3. Manyezit - Siderit Serisinin Mümkmün Bileşimi [1]

Mineraller	MgCO ₃ (%)	FeCO ₃ (%)
Manyezit	100 - 95	0 - 5
Breunerit	95 - 70	5 - 30
Mesisit	70 - 50	30 - 50
Psilomesisit	50 - 30	50 - 70
Sideroplesit	30 - 5	70 - 95
Chalybit	5 - 0	95 - 100

Buna göre manyezitin demir karbonat içeriği en fazla % 5 olabilir. Bu saf olarak kabul edilmez, böylece mineralin adı ve yeri seri üzerinde belirlenir. Breunerit ise % 5- 30 arasında demir karbonat içerir, genel olarak demir karbonat yüzdesi 8 - 16 arasındadır. Magnezyumun kullanıldığı yerlerde kullanılır. Bilhassa refrakter yapımında aranan bir mineraldir.

2. 4. Doğada Manyezitin Bulunuş Şekilleri

2. 4. 1. Jel (Amorf) Manyezitler

Bunlar kriptokristalen manyezitlerdir. Kristalleri gözle farkedilemez. Genel oluşum itibariyle, dünit, harzburgit, lertzolit ve diğer peridotitler, piroksenolitler gibi ultrabazik kayaların alterasyonuna bağlı olarak oluşan serpantinleşmeyi izleyen ikincil alterasyonun ürünüdürler. Serpantinit kütlesi karbonatca zengin eriyikler vasıtasıyla ayrılarak manyezitin oluşumuna neden olmaktadır. Sahada ise, damar, mercek şekilli nadiren de dağınık şekilde bulunmaktadır. Damar şekilli manyezitlerin serpantinitle olan dokanakları kesindir. Dağınık şekilde ise manyezit kütleleri serpantinit içinde dağılmış şekilde olmaktadır. [3]

Jel manyezitlerin oluşumları, incelenen saha ile ilgili olduğu için ileriki bölümlerde ayrıntısıyla ele alınacaktır.

2. 4. 2. İri Kristalli (Spatik) Manyezitler

Bu tür manyezitler iri kristalli bol demir içeren cevherlerdir. Yataklanmanın yer aldığı kayaçlar genellikle dolomit, kireçtaşı, grafitçe zengin kumlu killi ve silisli şistler ile evaporitlerdir. Yataklanma daha çok düzensiz şekillerde ve masif haldedir. Bu tip manyezit yataklarının oluşumuda uzun tartışmalara yol açmıştır. Bu tartışmalar halen devam etmekte olup iki önemli grupta toplanmaktadır.

*Replasman veya Metasomatoz Teorisi: Clar (1931), Friedrich (1969) tarafından ileri sürülen bu teoriye göre, iri kristalli manyezit yatakları kireçtaşı veya dolomit gibi karbonat kayaçlarının Mg metasomatozu sonucu oluşmaktadır. Bu yatakların, manyezit oluşumunu gerçekleştiren Mg eriyiklerinin, derinlerdeki basınç ve sıcaklık artışıyla magnezyumun mobilize olması ve daha yukarı taşınması sonucunda oluştuğu ileri sürülmektedir.

*Sedimanter Teori : Daha çok Leitmeir ve Siegl (1959), De Llarena (1959 ve 1965), Siegl (1969) ve Lesko (1972) gibi yazarlar tarafından benimsenen bu teoriye göre spatik manyezit yatakları, kireçtaşı, dolomit veya kaya tuzu oluşumlarında olduğu gibi primer bir tortuldan başka birşey değildir. Kimyasal verilerin yanısıra, yatakalardaki tabakasal yapı bu teoriye kanıt olarak ileri sürülmektedir. Ancak yazarlar, manyezit oluşumunun burada da bir sulu hidromagnezit ara safhasından sonra gerçekleştiğinin de kabullenmektedirler. Lesko (1972) ise, manyezitin oluştuğu sedimantasyon havzasında, redükleyici bir ortamın hakim olduğunu ve bu nedenle Fe^{+2} katyonunun manyezit kafesine girmesinin kolaylaştırılmış olduğunu ileri sürmektedir. Bugünkü spatik manyezit yatakları ayrıca, bu tür oluşumların az da olsa metamorfizma geçirmiş örneklerini teşkil etmektedirler. [3]

2. 5. Manyezitlerin Yankayaç Özellikleri

Manyezitler oluşum özellikleri bakımından doğada, üç tür kayaçın kontaklarında bulunurlar. Bunlar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

2. 5. 1. Ultrabazik Kayaçlar (Peridotitler)

Ofiyolit birliğinin içinde bulunan Peridotitler, sahada koyu renkli olmalarıyla tanınırlar, bunlar ultrabazikler ve ultramafikler olarak ikiye ayrılırlar. Renk indisine göre holomelanokrattırlar. Ultrabazik kayaçlar % 45 den az SiO_2 içermeleriyle tanınırlar. Ultramafik kayaçlar ise, tamamen Fe - Mg' lu minerallerinden oluşan kayaçlardır. Peridotitler , beyaz mineral yani feldspat ve feldspatoid içermediklerinden holomelanokrat olup aynı zamanda ultrabazik kayaç olarak ta adlandırılmaktadırlar. Bu grup ultrabazik kayaçlar, gabro ailesi kayaçlarla (melanokrat) süreklilik göstermektedirler. Melagabro ve melabazaltlar bazik kayaçlardan ultrabazik kayaçlarla geçişi simgelemektedirler.

a) Magmasal bantlı peridotitler: Kristalleşme ve çökeltme ile meydana gelen bantlı yapı gösterirler.

b) Ultrabazik Tektonitler: Plastik deformasyon nedeniyle foliasyon ve lineasyon gösteren peridotitlerdir.

Tablo 2. 4. Peridotitlerin Sınıflandırılması [4]

PERİDOTİTLER	MİNERALOJİ	OLİVİN (%)
Dünit	Olivin-Kromit	90 - 100
Harzburgit	Olivin- Orto. Piroksen	30 - 90
Lerzolit	Olivin-Diallaj-Orto. Pirok.	30 - 90
Verlit	Olivin- Diallaj	30 - 90
Kortlandit	Olivin- Piroksen- Amfibol	30 - 90
Kimberlit	Olivin-Piroks-Biotit-Gröna ,elmas	30 - 90
PIROKSENOLİTLER	MİNERALOJİ	OLİVİN (%)
Diallajit	Diallaj	20 - 30
Hiperstenit	Hipersten	10 - 30
Ariejit	Diopsit , Hipersten, Gröna	10
HORNBLENDİTLER	MİNERALOJİ	OLİVİN (%)
Hornblendit	Hornblend	10' dan az

Peridotitik kayaçlar üç grupta sınıflandırılmaktadırlar

1- Peridotitler 2- Piroksenolitler 3- Hornblenditler

Bu gruplara ait kayaçlar ve olivin yüzdeleri yukarıdaki gibidir.

Ultrabazik kayaçlara bağlı olan manyezitler peridotitlerin birinci ayrışma ürünü olan serpantinlerin belirli koşullar altında alterasyona uğramaları sonucu oluşmuşlardır. [4]

2. 5. 2. Karbonatlı Kayaçlar

Manyezitin içinde bulunduğu ikinci tür kayaçlar karbonatlı kayaçlardır. Bu kayaçlar, dolomit, kireçtaşı ve dolomitik kalkerlerdir. Manyezitin bu kayaçların kantağında Mg metasomatozu ile oluştugu savunulmaktadır. Bu kayaçlardan oluşan manyezit iri kristalli olup dış görünümü itibariyle kalsit ve dolomite benzemektedir. İçindeki eser element oranına bağlı olarak, beyazdan koyu kahverengiye kadar çeşitli renklere sahip olabilmektedir. Beyaz , sarı, kahverengi, gri, ve siyah olağan renkler olabilmektedir. Kristalize özelliğe sahip bu magnezitler dünyada yaygın olarak bulunmaktadır.

2. 5. 3. Sedimanter Kayaçlar

Birincil manyezit yataklarından , mekanik ve kimyasal yollarla, ikincil klastik ve kimyasal sedimanter manyezit yatakları oluşmaktadır. Tabakalaşmayla uyumlu veya tabakalaşmaya zıt konumlu olabilmektedirler. Bunlar;

- a. Çok nadirdirler
- b. Ekonomik önemleri , diğer tür manyezitlerle beraber bulunurlarsa olur.
- c. Brezilya, Yugoslavya'da bulunurlar.
- d. Brusit yatakları bu tipe girer.

2. 5. 4. Sentetik Manyezitler

Deniz, göl veya nehir suları veya brinedan (doygun tuz çözeltisi) elde edilirler. Avantaj ve dez avantajları aşağıda sıralanmıştır.

Avantajları :

- Yüksek saflık,
- müşteri isteğine göre saflık ayarlanabilir,
- yüksek yoğunluğa sinterlenebilir,
- kireç/silika oranı kolaylıkla ayarlanabilir.

- Dezavantajları

- Yüksek bor içerir,
- enerji tüketimi doğal kökenlilere göre 4 kat fazladır. [1]

RÖLÜM 3

SAHANIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE OCAKLAR

3. 1. Coğrafi Durum

İncelenen arazi, Tavşanlı'nın 8 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Arazinin 8 km kuzeybatısında Tunçbilek, 52 km güney doğusunda Kütahya, 90 km kuzeydoğusunda ise Eskişehir bulunmaktadır.

3. 2. Yol ve Ulaşım Durumu

Bölgede tek asfalt yol Kütahya'dan , Tavşanlı oradan Tunçbilek istikametine gitmekte olan yoldur. Arazide ise toprak yollar ile ulaşım gerçekleşmektedir. COMAG'ın maden ocaklarına bu yollarla ulaşım sağlanmaktadır. Kış mevsiminde ulaşım güçleşmektedir. Sahada bu yollardan faydalanılarak araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Arazide yerleşim birimi (köy vs) az ve ulaşmak zordur. Bu yüzden köylerden işçi toplama gerçekleşmemiştir. Bir yerden diğerine ulaşım, arazinin sarp olması nedeniyle oldukça güç olmaktadır. Kış mevsiminde ulaşım probleminin en az olduğu ocaklardan biri Erna ocağıdır.

3. 3. Morfoloji ve Hidrografi

Saha morfolojik olarak oldukça engebeli ve sarpıtır. Yükseklik genelde 1100 m nin üzerindedir. Sahada bulunan bazı tepelerin yükseklikleri ise şöyledir. Evkondu tepe (1150 m) , Kösyayla tepe (1211m) , Ucu sivri tepe (1286 m) , Kara kısarak tepe (1220 m), Tozlu tepe (1200 m) bunların başlıcalarıdır.

Bölgedeki hidrografiye dereler temsil eder. Bunlar güneyden kuzeye uzanan , Sulu dere, doğu - batı istikametinde, Kösyayla dere, Kulluklu yurt dere , Ardiçli dere , Şeomyayla dere dir. Bu dereler tepelerin arasında akmaktadırlar. Bu derelerin su içerikleri fazla olmayıp iklime göre değişmektedir.

3. 4. İklim ve Bitki Örtüsü

Bölgenin iklimi karasaldir, kışları soğuk ve yağışlı yazın ise sıcak ve kuraktır. Günlük ve mevsimlik sıcaklık farklarının fazla olması kayaçların ayrışmalarını hızlandırmıştır. Kışın sıcaklığın sıfırın altında olduğu günlerin sayısı oldukça fazladır. Ocak ve Şubat ayları en soğuk aylardır. Yazın ise Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklık 30⁰ nin üzerine çıkabilmektedir.

Saha içinde özellikle mostra ve ocaklar civarında dağlık olma özelliğinin yanında , orta sıklıktaki bitki örtüsünün varlığından söz edilebilir. Bu örtü genelde çeşitli çam türlerinden oluşur. Bunlar genelde gençtir. Bu çamlar arasında küçük boyda bitki örtüsü bulunmaktadır. Bitki köklerinde ayrışmaya yardımcı olmaktadır.

3. 5. Ekonomik Durum

Bölgede manyezit damarları işletilmektedir. Bölge halkı madencilikle uğraşmakta ancak hayvancılıkta revaçtadır. Orman ürünleri ise diğer uğraşı alanlarından bazılarıdır. Bölgenin çevresindeki merkezlerde çeşitli maden işletmeleri yapılmaktadır. Bunlar;

- 1- Harmancık ve Civarı Etibank Krom İşletmesi.
- 2- Harmancık ve Civarı H.Ögelman Krom İşletmesi.
- 3- Orhaneli Egemetal Krom İşletmesi.
- 4- Kestelek (Çaltılıbük) Etibank Bor İşletmeleri.
- 5- Garp Linyitleri İşletmeleri Tunçbilek Linyit İşletmesi.
- 6- Seyitömer Linyit İşletmeleri.
- 7- Orhaneli - Bursa Linyitleri İşletmeleri.
- 8- Etibank Altın - Gümüş İşletmeleri. [5]

3. 6. Eski İncelemeler

Sahada birçok araştırmacı incelemelerde bulunmuştur. Bunların başlıcaları aşağıda sıralanmıştır.

* Ömer H. Barutoğlu'nun 1971 yılında yaptığı Tavşanlı - Yaylacık Bölgesi manyezit yatakları ile ilgili maden sahası raporu bulunmaktadır. Yine aynı araştırmacının aynı bölgede manyezit sahalarının cevher varlık durumu hakkında inceleme raporları bulunmaktadır.

* Prof. Dr. Turgut Bayraktar'ın, Kütahya, Eskişehir ve Bursa bölgelerindeki manyezit cevherinin zenginleştirilmesi ile ilgili etüd araştırma çalışmaları hakkında ara raporu bulunmaktadır.

* Prof. Dr. Bektaş Uz' un, Orhaneli (Bursa) ve civarı manyezit zuhurları etüd ve değerlendirmesi ile ilgili bir projesi bulunmaktadır.

* Arş. Grv. Halis Manav'ın Tavşanlı - Yaylacık manyezit zuhurları üzerine bir yüksek lisans çalışması bulunmaktadır.

* Murat Coşkun'un Kütahya (Tavşanlı), Küplü dağı batısı manyezit sahaları ile ilgili yüksek lisans çalışması bulunmaktadır.

* Nilgün Kaleli' nin Kütahya - Tavşanlı Ultrabazik masifinin doku değişimi hakkında bir çalışması bulunmaktadır.

* Mahire M. Ahmet'in Kütahya - Tavşanlı bölgesi Ultrabazik kayalarda serpantinleşmeyi incelemiştir.

* İkbâl Sevtâç Azar, yine aynı bölgede ofiyolit birliğine ait kayaların Petrografik jeokimyasal incelemesini yapmıştır.

* Seyda Olgun, Tavşanlı - Yaylacık zuhurlarını petrografik ve dokusal olarak incelemiştir.

* Arzu Tekeli ise Tavşanlı bölgesindeki Ultrabazik kayalarda serpantinleşme olayını incelemiştir.

3. 7. İşletme ve Ocaklar

Comag (Continental Magnesite) A.Ş. 1964 yılında Sümerbankın aracılığı ile kurulmuştur. Şu andaki sahibi Çukurova holding dir. İşletmenin iki ana şantiyesi bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Eskişehir yolunda Kümbet işletmesi , diğeri ise Kütahya ' nın Tavşanlı ilçesindeki Tavşanlı manyezit işletmesidir. İncelenen arazi Yaylacık bölgesinde olduğu için çalışmalar Tavşanlı işletmesinde yürütülmüştür. İşletme masif veya yumrulu olarak gelen manyeziti kalsine ederek çeşitli Avrupa ülkelerine ihraç eder. Comag , Tavşanlı işletmesinde işletmeye ait çeşitli birimler yer almaktadır. Bunlar cevherin kalsine edildiği döner fırının bulunduğu cevher hazırlama kısmı ve kalsine edilmiş cevherin depolandığı depo kısmı , üst batı tepesinde ise ocaklardan getirilen ham cevher serilmektedir.

Aşağıdaki resimlerde Tavşanlı İşletmesinin kısımları görülmektedir.



Şekil 3. 1. Tavşanlı İşletmesindeki Döner Fırın



Şekil 3. 2. Döner Fırına Ait Gaz Tankı



Şekil 3. 3 Kalsine Edilmiş Manyezit Deposu



Şekil 3. 4. Bürolar ve Misafirhaneler

3. 7. 1. Erna - Foral Ocağı

İncelenen sahanın bulunduğu ocaktır. Kuzey ve güney Erna olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kuzeyde ve güneyde olmak üzere iki tane yeraltı işletmesi galeri+ desandre bulunmaktadır. Çoğunlukla harzburjitlerin ayrışmasıyla oluşan serpantiniterin ayrışma ürünüdür. Ocağın diğer ocaklara giden kuzey tepesinde faaliyeti şu anda durdurulmuş bir açık işletme bulunmaktadır. Yarma sayısında genelde değişmekte olup 10 civarındadır. Ocağın kuzey kısmında daha çok masif manyezit, güney kısmına doğru ise yumrulu manyezit çıkarılmaktadır.

Bu ocaktan günde yaklaşık 10 ton kadar cevher çıkarılmaktadır. Yaklaşık olarak 25 tane işçi çalışmaktadır. Kuzey Erna'da cevher yer altında yaklaşık 30 derece kuzeybatıya doğrultulu olup damar devam ettikçe işletmeye devam edilmektedir. Güney Erna 'da ise cevher batıya 10 dereceyle uzanmaktadır. Yarmalarda ise cevher, büyük çoğunlukla kuzeybatıya, nadiren doğuya yönelimlidir.

Cevher damarlar şeklinde serpantinitin içine yerleşmiştir. Aynı zamanda merccek şekillide olabilmektedir. Arazideki çatlak sistemiyle genelde uyumludur. Bu yüzden sentektonik olarak oluştuğu söylenebilir. Bu durum eski araştırmacıları tarafından da ortaya konmuştur. Kuzey Erna' da , yeraltı işletmesine girildiğinde cevher kuzeybatı yönelimlidir.



Şekil 3. 5. Erna Ocağı

Şu anda aktif bir yarma temizleme ve açık olarak işletme durumu sözkonusu değildir. Bununla beraber yinede yarmalarda kalan cevher tamamiyle temizlenmeye çalışılmaktadır.

Sahada manyezit cevherleşmesi çok yaygın olarak görüldüğü için yeni mostra takibi ve yeni yarmaların açılması gerekli görülmektedir. Sahada manezitleşmenin henüz bitmediği tahmin edilmektedir. Erna - Foral ocakları , yan damarları ve mostaları göz önünde bulundurulduğunda 1 kilometrekareyi aşmayan bir alanda manyezit cevherleşmesinin oldukça gelişmiş olduğunu göstermektedir. Ancak bu ocaktaki istenmeyen silis oranının birhayli fazla çıkması bu ocağın durumunu düşündürmektedir. Bu ocaktan çıkan cevher diğer ocaklardan gelen kaliteli cevherle karıştırılarak saflığı artırılmaktadır. (ör. Ambarlı oc.). Cevher yeraltında aynaya alınarak işletilmektedir.

Erna - Foral ocağının 2.5 km kuzeydoğusundaki Tilkiini ocağında mostra temizliği devam etmektedir. Burada yerüstü yarmasından cevher işletilmektedir..

Erna - Foral ocağı yeraltı işletmelerinin galerileri aşağıda görülmektedir.



Şekil 3. 6 Kuzey Erna kısmı galeri girişi



Şekil 3. 7. Güney Erna kısmı galeri girişi



Şekil 3. 8. Güney yarmanın görünüşü

Erna - Foral ocağında bulunan masif ve yumrulu manyezitler aşağıdaki şekillerde görülmektedir.



Şekil 3. 9. Kuzey Erna Masif Manyezitleri



Şekil 3. 10. Güney Erna Yumrulu Manyezitleri



Şekil 3. 11. Tilkiini Ocağındaki Yarma Çalışması

3. 7. 2. Ambarlı Ocağı

Erna - Foral ocağının kuzeybatısında yeralan bu ocakta cevher Erna ocağına nispetle silis yüzdesi açısından oldukça kalitelidir. Bu ocaklara ait safsızlık yüzdeleri kimyasal analizler bölümünde ele alınacaktır. Bu ocakta serpantinitle harzburjit ve az da olsa dünitin ayrışmasıyla oluşmuşlardır. Ambarlı ocağında masif manyezit çıkarılmakta, yumrulu manyezit türüne rastlanmamaktadır. Yeraltı işletmesinden sonra cevherin yüzeye doğru yönelmesi , işletmenin açık olarak yürütülmesini gerektirmiştir. Buradaki cevher merccek damarı şeklinde olup çok güzel bir jeolojik yapı sunmakta ve serpantinitü kesmiş vaziyettedir. 1994 ün son aylarından itibaren işletilen damar güney batıya doğru yönelmeli bir şekilde devam etmektedir. Günde yaklaşık 8 ton cevher çıkarılmaktadır. Bu ocağın kuzeyindeki Elmaliyurt ocağından da ise açık işletme cevher çıkarılmakta olup kısmen işletilebilmektedir.



Şekil 3. 12. Ambarlı Ocağı Manyezit damarı

3. 7. 3 Bektaşlar Ocağı

Bu ocak jeolojik haritası yapılan sahanın kuzey kesiminde olup harzburjit ve dunitlerin ayrışmasıyla oluşan serpantinlerin içindeki manyezit cevherini işletmektedir. Cevher uzunluğu tam olarak bilinmemektedir. Buna bağlı olan diğer ocak ise Poyrazoluk ocağıdır. Bektaşlar ocağının günlük üretim kapasitesi 10 ton manyezit cevheridir. Cevherleşme , Erna - Foral ocağında olduğu gibi , masif manyezit blok ve mercikleri ile yumrulu manyezit mineralizasyon zonları biçimindedir. Ocakta yeraltı işletmesiyle cevher çıkarılmaktadır. Bektaşlar ocağının silis içeriği Erna ocağından az , Ambarlı ocağından fazladır.

Bu ocaktan çıkan manyezit cevheri saflık durumuna göre diğer ocaktaki cevherlerle karıştırılarak satışa uygun hale getirilmektedir.

Bektaşlar ocağının batısında bulunan ve yeraltı işletmesi olarak çalışılan Altan ve Hanrı ocaklarında ise faaliyet durdurulmuştur.



Şekil 3.13 Bektaşlar Ocağı Yeraltı İşletmesi

Bu ocaklarda uygulanan işletme yöntemi galeri ve fereler yardımı ile cevher cepheye (aynaya) veya tavana gelecek şekilde ayarlanıp kompresör ve tabanca yardımı ile önce 1.5 - 2 m. lik lağımlar açılır. Açılan bu deliklere 1/3 oranında dinamit lokumu yerleştirilir. Bundan sonra , fitil ucuna kapsül sıkıştırılıp içinde amonyum nitrat bulunan dinamit patlatılarak cevher yere indirilir. Tabana düşen pasalı cevherler raylar üzerindeki vagonlar yardımı ile stok sahasına taşınmakta ve kamyonlara yüklenip fabrikaya nakledilmektedir. Fabrikaya ulaşan ham cevher kantardan geçerek stok sahasına dökülmekte ve tekrar kırma ve triyaj işleminden geçirilmektedir. İstenilen boyuta gelen manyezit , hareketli bantlar yardımı ile elenmekte , küçük boyutlu cevher parçaları uzaklaştırılmaktadır. Aynı anda ham cevher yıkanmakta ve sonra da 10 ton kapasiteli dik fırında 5 - 6 saat pişirilerek 1100 derecede çam odunu ile pişirilerek kalsine manyezit haline gelmektedir. Elek altı yaklaşık 15 - 25 mm boyutlu cevher ise döner fırında fuel oil karışımı ile 1600 -1700 derecede pişirilerek sinter manyezit elde edilmektedir.

Cevherde istenmeyen elemanlar : CaO FeO , SiO_2 dir. Bunlar değişik metodlarla uzaklaştırılmaktadır.

CaO yüzdesini azaltmak için ham cevher havuzdan geçirilmekte böylece dış yüzeydeki kireç atılmaktadır.

SiO_2 ise cevherde farklı türde yer almaktadır. Silis damarları şeklinde ise bu triyaj ile silisin kopartılıp uzaklaştırımı esasına dayanmaktadır. Fakat silis bünyesel ise bundan kurtulmak şu anda olanaksız görünmekte ancak SiO_2 oranı , düşük başka bir manyezit cevheri ile karıştırılarak bu oran düşürülmektedir.

FeO ise ham cevherde hematit halinde bulunmakta cevher kalsine edildikten sonra manyetite dönüşmekte bu da manyetik eksparatörden geçirilerek demir oksit oranı minimuma indirilmektedir. [6]



Şekil 3.14 Faaliyette Olmayan Ocaklar

BÖLÜM 4.

MANYEZİTLERİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU

4.1. Genel Bilgiler :

Manyezit ($MgCO_3$) hammadde olarak üretilen başlıca magnezyum minerallerinden biridir. Yataklanma tipi açısından mikrokristalen manyezit (Kraubath tipi) ve spatik manyezit (Veitsch tipi) olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Spatik manyezitler, kristalleri gözle rahatlıkla görülebilecek kadar kaba taneli olup genel olarak % 8' e kadar ulaşan değerlerde demir içeriğine sahiptir. Bu tipteki manyezitler dolomit, kireçtaşı, grafitli-kumlu-killi şistler, silisli şistler ve evaporitlerle birlikte yataklanma gösterirler. Başlıca spatik manyezit yatakları ; Brezilya , Çin, Sibiry, Urallar, Karpatlar, Pireneler, Doğu Alpler ve Himalayalarda saptanmıştır.

Mikrokristalen manyezitler ise ince kristalli olup kristaller gözle görülmez, içindeki demir içeriği çok düşük değerdedir. Bunlar genellikle ultrabazik kayaların ayrışma ürünü olan serpantinler içinde değişik tür ve boyutlarda yataklanma gösterirler. Bazen bu kayaların etrafında sedimanter kökenli yataklar olarak oluşurlar. Bu tipin başlıca örnekleri Avusturya' da ; Kraubath, Steiermark, Makedonya, Yunanistan Euböa ve Türkiye'de Eskişehir, Kütahya, Konya, Çankırı, Erzincan, Erzurum illeri dolayında saptanmıştır. Manyezit, diğer sanayi dalları yanında, refrakter sanayinin ana malzemesi olarak kullanılmaktadır. Manyezitin yüksek sıcaklıklarda sinterleşmesi sonucu; manyezit bazık, ateşe dayanıklı ürünlerin üretiminde yaygınlıkla kullanılmaktadır. Periklas(MgO) bileşimindeki sinter manyezitin özellikleri; hammadde durumundaki manyezitin kristal yapısı, kimyasal bileşimi ve benzeri özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle manyezit sadece bilimsel açıdan değil ekonomik açıdan da oldukça önemlidir. Bu çalışmada incelenen manyezitler, serpantinler içinde çeşitli biçim ve fiziksel özelliklerde yataklanma gösterirler. Saha incelemeleriyle , manyezit

oluşumunun ofiyolit topluluğunu etkileyen yapısal hareketlerle ilgili olabileceği anlaşılmaktadır. Genelde bölgede iki tür manyezit gelişmiştir. Bunlar ileride açıklanacağı üzere, masif manyezitler ve yumrusal manyezitlerdir. Çalışılan sahadaki manyezitler tamamıyla serpantinitle bağlı olduğu için kriptokristalendir. Birçok araştırmacı, Türkiye’de çeşitli yerlerdeki manyezit yataklarında, özellikle ekonomiye yönelik çalışmalar yapmışlardır. (Wirtz; 1955, Petrascheck; 1963, Kaaden 1969, Arda ve diğerleri; 1971).

4. 2. İncelenen Saha ve Civarının Jeolojisi

4. 2. 1. Genel Jeoloji

İçbatı Anadolu’ nun jeolojik evriminin sonucu olarak, Tavşanlı manyezit sahalarının bulunduğu, Yaylacık bölgesinin jeolojisi şekillenmiştir. Ege kıvrımlarının etkisi Yaylacık bölgesi içinde geçerli olmuştur. Ege kıvrımları, metamorfik seriler olup, paleozoik yaşlı gnays, mermer, mermerleşmiş kalker, şist ve metamorfik olmayan kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu formasyonlar Yaylacık bölgesinin kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı bölümlerinde gözlenmektedir (incelenen arazinin haricinde). Kıvrım eksenleri genelde D - B yönüdür. Kıvrılma hareketinden sonra kıvrımlar arasında bazen çok geniş olan çöküntü havzaları meydana gelmiştir. Bu havzalar neojen yaşlı göl sedimanları (tatlı su kalkerleri, marn, gre) tüfler ve lavlar ile örtülmüştür. Böylece bölge genç sedimanlarla örtülmüştür. Ayrıca, Yaylacık ofiyolitindeki serpantinlerde gözlenen karmaşık olan çatlaklı yapı, bölgenin tektonik aktivitesinin çok fazla olduğunun kanıtıdır.

Mesozoyik zamanın üst kretase katı Arifler melanjı ki, incelenen arazide küçük bir alan kaplar, ve ultramafik masif ile temsil edilmektedir. Bunlar serpantinleşmiş harzburgit, dönüt vs, ultrabazik kayalar olup arazide harzburgit daha yaygındır. Bu ultramafik masif, bazik kayalarla beraberlik göstererek Tavşanlı ofiyolitini oluşturur.

Maden ocakları sahasını kaplayan ultrabazik kayalar genellikle kuzeydoğu - güneybatı doğrultulu olup en geniş yeri batıda 20 km, en dar yeri de doğuda 8 km, olmak üzere 40 km ye yakın uzunluktadır. Söz konusu kütleinin tümü serpantinleşmiş değildir. Bunun yanında aşırı derecede serpantinleşmiş harzburjit ve dünit gibi ultrabazik kayalardan oluşmaktadır. Nötr ve bazik bileşimli dayklar ile kısmi olarak kesilmişlerdir.

Serpantinit kayaları B - KB - G - GD yönlerinde neojen yaşlı çökeller ve lavlar ile çevrilmiştir. [5]

4. 2. 2. İncelenen Sahadaki Jeolojik Birimler

İncelenen sahada , Üst kretase , Miyosen , Pliyosen ve kuvaterner yaşlı birimler bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

4. 2. 2. 1. Arifler Formasyonu (Ük₁)

Asıl formasyon incelenen sahanın kuzeyinde olup , incelenen sahada küçük bir melanj halinde görülmektedir. Bu melanjın içindeki birimler kuvvetli bir tektonizmaya maruz kalarak dış görünüşleri itibaren deformasyona uğramışlardır.

Bunlar tektonik dokanağa sahip , mermer , şist , diyabaz , çamurtaşı ve kireçtaşıdan oluşmaktadır. Bunlar ultramafik birim tarafından tektonik olarak örtülür.

4.2.2.2. Ultramafikler (Ük₂)

Yaylacık Formasyonu olarak adlandırılan bu birim , Arifler melanjını ve yer yer diğer daha yaşlı metamorfik birimleri tektonik olarak örter. Tersiyer yaşlı litolojiler tarafından diskordan olarak örtülür. Bileşimleri ultrabazikten bazıge kadar değişir. Bu gruba ait olan kayalar , peridotit , serpantinit , piroksenolit ve bunları yer yer kesen özellikle sırtlarda bulunan dayk , masif durumunda

bulunan dolerit , diyabaz ve mikrogabrolardır. Ultramafik masif her yerde ciddi deformasyon geçirmiş bastıtlı serpantinlere dönüşmüştür. Rekristalizasyonun şiddetli olduğu yerlerde foliasyon iyi gelişmiş ve hatta kimi yerlerde olivin ve orto piroksenin bir ayrılım göstermesiyle daha belirgin bir hal alarak peridotitler metaultramafit denilebilecek bir hal kazanmışlardır. Peridotitler Listvenitleşmiş bir kabukla sarılmışlardır.

Peridotitlerde yüzeysel tektonizma neticesinde gevrek kırılma ve karakteristik kübik eklem takımı gelişmiştir. Bu eklemler suyun dağılımını denetleyici bir rol oynadıkları gibi , olivin içindeki mikroskobik çatlaklar boyunca ayrılmayı da devam ettirerek elek dokulu serpantinlerin oluşmasında yol açmışlardır. Peridotitler içinde iki hakim kayaç tipi vardır. Harzburgit ve Dünit. Genelde ise hakim olanı harzburgittir. Ancak bazen dünit bol bulunabilir. Tane boyları değişkendir. Olivin tanelerinin bantlaşma göstermesi nedeniyle orijinal tane sınırları belirginliğini kaybetmiştir. Orto piroksen taneleri çoğunlukla 2.5 - 3 mm olup klinopiroksen eksolüsyonları içerirler. Harzburgitler genel olarak , ksenoblastik granüler dokuya sahiptirler. Ve içinde olivin , orto piroksen , krom spinel vardır. Olivinler genelde serpantinize olmuşlardır. Özellikle tektonik zonlarda olivin tamamıyla serpantin mineralleriyle yer değiştirmiştir.

Peridotitler içinde en seyrek bulunan silikat minerali klinopiroksen olup karakteristik olarak parlak yeşil renkli izole edilmiş kristaller halindedir.

Spineller , dünit ve harzburgitler içinde aksesuar mineraller olarak oluşurlar ve geniş bir alan içinde $Cr / Cr + Al$ oranına sahiptirler.

Harzburgitlerden güç ayrılan dünitler için , yağ pırlıtlı sarımsı yeşil serpantin lifleri karakteristiktir. Diyabaz daykların kantağında dahi serpantinlileri izlemek mümkündür. Yeşilin çeşitli tonlarını almış serpantinliler içinde antigorit, krizotil ve kalıntı olivin bulunur. Serpantinlilerde ağ ve lif dokusu olağandır.

Dünitlerde ksenoblastik granüler doku gösterirler. Esas mineralleri olivin, ortopiroksen , klinopiroksen ve krom spinelden ibarettir. Dünitlerin tane boyu

harzburjitlere oranla daha değişkendir. 2-10 mm arasında değişir. Bantlaşma tane boyları iri olan dunitlerde yaygındır. Olivinler karakteristik olarak Ni ieriklidirler (% 0.21 - % 0.40 Ni).

Harzburjitlerden g ayrılan dunitler için yağ parıltılı sarımsı yeşil ve serpantin lifleri karakteristiktir.

4.2.2.3. Dolerit - Diyabaz - Mikrogabro (k₃)

Bunlar Yaylacık formasyonunda yer alırlar. Ofiolitlerin en geniş parçalarından mikrogabro, diyabaz vb. karmaşıkların genel tabular bir biçimleri vardır. Sırtlar boyunca kalınlıkları 1 m den 100' lerce metreye kadar değişebilen ve magmasal bantlaşmaları açık olmayan masif litolojiler görünümündedirler. Dayk halinde görülmeleri daha nadirdir. Renkleri genelde grinin veya yeşilimsi grinin tonlarında veya kahverengimsi gridir. Kendilerini çevreleyen harzburjit ve dunit tipindeki peridotitlerle dokanakları tektoniktir. Taban ilişkileri hakkında birşey söylemek mümkün değildir. Bunların harzburjitlerle yaptıkları kontaklarda , tane boyutlarının oldukça küçüldüğü saptanmıştır. Bu birimlerle metamorfik peridotitler arasında dokanağı çizerken , yerleşme sonrası meydana gelen deformasyondan dolayı bazı karışıklıklar ıkaktadır. Burada mikro gabro ile peridotit zor ayrımlanan türdendirler. Geçiş zonlarında daykların bulunduğu tahmin edilmektedir. Bazı tepelerde bunların kahverengi hornblendli türlerine rastlanmıştır.

Peridotitlerin katılaşma öncesi “ magmatik diferansiyasyon ” ile farklılaşma gösterdiği ve kıta yamacına doğru itildiği ve itilirken de ekaylandığı tahmin edilmektedir.

4.2.2.4. Listvenit (Ük₄)

Özellikle tektonik zonlarda ve nap karakterli olan peridotitlerin üst kesimlerindeki serpantinitlerin ağ dokuları genel olarak karbonat ve silisle dolarak Listvenit dediğimiz silikokarbonat kayaçlarını oluşturmuştur. Bunlar incelenen sahanın değişik kısımlarında gözlenmektedir.

4.2.2.5. Tunçbilek Formasyonu (m)

Demirbilek üyesiyle temsil edilir. Miyosen yaşlıdır. Daha yaşlı birimleri diskordan olarak örter. Gölsel sedimanlarından oluşmuştur. Bunlar ; Marn , kil , kumtaşı , silttaşı , kireçtaşı , tuf ve kömür den oluşur.

4.2.2.6. Saruhanlar Formasyonu (p₁)

Gölsel ortamın tipik akarsu göl ilişkisi devam etmektedir. Birimleri şunlardır ; Konglomera kumtaşı , tuf , tüftü , kireçtaşı ardalanmasıdır. Alt pliyosen yaşlı Karaköy volkanitleriyle uyumlu peridotitler ile uyumsuz dokanaklıdır. Alt pliyosen yaşlıdır.

4.2.2.7. Çukurköy Formasyonu (p₂)

Gölsel çökellerdir. Birimleri ; Konglomera , kumtaşı , tuf , kil , marn litolojisine sahiptir. Yaşı ise Alt - Orta Pliyosendir.

4.3. Manyezit Oluşumu Ve Oluşum Koşulları

Oluşumu jeologların büyük ilgisini çeken manyezit, uzun yıllardan bu yana yoğun arazi ve laboratuvar çalışmalarına konu olmuştur. Yapılan çalışmaların bir çoğunda, manyezit oluşumu için gerekli olan karbondioksitin kaynağı ile ilgili olarak ; aşağıdan yukarıya (ascedant) oluşum veya yukarıdan aşağıya (descendant) oluşum olmak üzere iki görüş ileri sürülmüştür. Kursch, Kraft gibi araştırmacılar; magnezitin , serpantinit ve ultrabaziklerin atmosferik etkilerle ayrışmaları sonucunda oluştuğunu

kabul etmişlerdir. Von Clar, Heisleitner, Donath, Vohrzka gibi hidrotermal (ascendaant) oluşumu savunan araştırmacılara göre manyezit derin ayrışım ocaklarında , serpantininitin yüksek basınçta karbondioksitli termal çözeltilerden ayrışması sonucunda oluşur. Oluşan magnezit, yüzeye yakın yerlere taşınarak orada çökeltilir.

Karbondioksit, magnezyum iyonunu karbonat halinde bağlanması için en önemli faktörlerden biridir. Ancak tek başına yeterli değildir, bunun yanında basınç, sıcaklık , Ph, sıvı fazın bileşimi gibi fiziko kimyasal parametreler de manyezit oluşumunda önemli rol oynarlar.

4.3.1 Masif Manyezitler

Masif manyezitler, çeşitli kalınlıklarda damar damarcıklar, değişik büyüklüklerde tektonize olmuş mercer ve bloklar halindedirler. Daima beyaz renktedirler. Demirli minerallerce boyanmamışlardır. Genelde tektonik etkiler nedeniyle kayma yüzeyleri oluşmuştur. Ayrıca yantaşla dokanağı keskin sınırlı ve kolaylıkla ayrılabilir. Masif manyezitler içindeki silis, çatlak ve fissür dolguları ve bünye silisi olarak bulunmaktadır. Bu tip manyezitlerde yer yer akma yapıları izlenmektedir. Masif manyezitler ince çatlaklarında dahi yumrusal özellikler gözlenmemektedir. Kırılanmaları genellikle konkoidal olup keskin kenarlıdır. İncelenen arazinin kuzeybatı kesimleri masif manyezitlerden oluşmaktadır. Yumrulu manyezitler ise arazinin daha güney kesimlerinde bulunmaktadır. Ancak masif manyezitler kısmende olsa serpantinitle iç içe girmiş ve serpantin mineralleri manyezit içinde saçılmış halde bulunabilmektedir. Bu duruma Kuzey Erna ocağında galerinin 50. metresinde rastlanmıştır. Masif manyezitlerde mikroskop incelemeleriyle saptanan mineralojik parajenez ilişkisi , manyezit + serpantin nadir olarak da manyezit + kuvars(kalsedon) bazen de manyezit + talk şeklinde olmaktadır.

4.3.2 Yumrulu Manyezitler

Yumrulu manyezitler değişik renkleri ve yumru şekilleri dışında masif manyezitlere benzer fiziksel özelliklerdedirler. Yine onlar gibi çok ince kristallidirler (kriptokristalen). Yumrulu manyezitler serpantinlerdeki breşleşme ve milonitleşme zonlarında gelişmişlerdir. Bu zonlarda manyezit oluşumu için gerekli fiziko kimyasal şartlar uygundur. Buralarda metasomatik doku gelişmiştir. Yumrulu manyezitler milonitleşmiş kayaç zonlarında ; ya serpantinle veya eş oluşumlu silis mineralleri ile dokanak halindedir.

Silis, genelde ince damarlar şeklinde veya bünye silisi halinde kuvars veya kalsedon şeklindedir. Çatlak zonlarında manyezitin çökmesinin silis mineralleri ile birlikte olduğu tahmin edilmektedir. Bu tür manyezitlerde yan kayaçlar ile olan dokanak ilişkisi keskin sınırlı değildir. Bazı çatlaklarda, fizikokimyasal koşulların değişmesiyle silisle birlikte ardalanmalı olarak manyezit çökmesinin meydana geldiği tahmin edilmektedir. Tektonizmanın yumrulu manyezitlere olan etkileri değişik biçimlerde olmuştur. Tektonik etkiler dokananak yüzeylerinde kırılma ve breşleşmeye neden olmuştur. Bazı örneklerde birbirini kesen damarcıklar görülmektedir. Bu durum aktif tektonik hareketlere bir delildir. Oluşan tansiyon ve makaslama çatlaklarında ikincil silis mineralleri oluşmuştur. Yine parajenez ilişkileri olarak , manyezit + kuvars, manyezit + serpantin, manyezit + talk şeklinde olmuştur. Bazı serpantinlerde gözlenen silisin, metasomatik olarak oluştuğu tahmin edilmektedir. Yumrulu manyezitlerde bloklanma; çeşitli oluşum evreleri , kıvrımlanma ve silisleşmeden sonra da gelişmiş olabilmektedir.

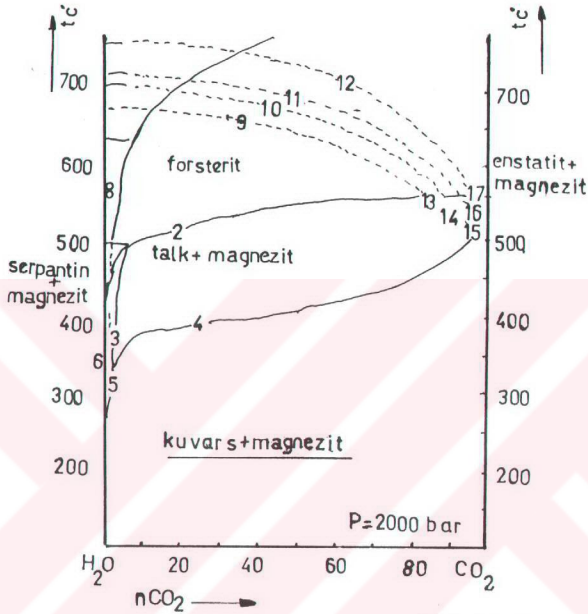
4.3.3. Kıvrımlanma

Kıvrımlanma sadece yumrulu manyezitlerde görülen bir özelliktir. Çatlaklarda oluşan manyezit tektonik kuvvetler nedeniyle kıvrımlanmıştır. Yapısal hareketler henüz katılaşmamış manyeziti kıvrımlandırırken katılaşmış manyezitte ise kırılmalara ve breşleşmelere neden olmuştur. Masif manyezitlerin ince damarlarında dahi kıvrımlanma hiç görülmemiştir.

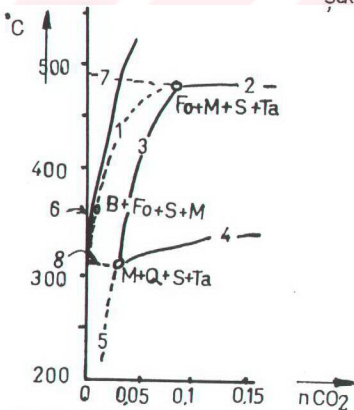
4.4. Manyezitlerin Saha Verileri

Sahadaki manyezitler, temel magnezyum kaynağı olan serpantinitle içinde yataklanmışlardır. Dış görünüşleri açısından masif ve yumrulu olup ince kristallidirler (kriptokristalen). Serpantinit kütesinin çeşitli yerlerinde, birlikte veya ayrı ayrı olarak blok, mercek, damar ve damarcıklar olarak yer alırlar. Bunlardan yumrulu manyezitler masif manyezitlerden daha genç oluşumlar olarak meydana geldikleri tahmin edilmektedir. İncelenen arazide çok az miktarda kalsit, dolomit vs. gibi karbonatlar bulunmaktadır. Bunlara çatlaklarda rastlanmıştır. Manyezitle beraberlikleri sözkonusudur. Silis varlığı, yumrusal manyezitlerde köken ilişkisini göstermektedir. Genellikle manyezitlerle eş zamanlı oluşumlar olarak meydana gelmişlerdir. Daha genç olan silis oluşumları manyezitlerde ve yantaşta çatlak dolgusu olarak gözlenebilmektedir. Mikroskop gözlemleri neticesinde manyezitin, serpantinitle metosomatozu sonucunda oluştuğu görülmüştür. Manyezit çökmesi ya oluşuma paralel aynı yerde veya taşınarak serpantinit içindeki çatlaklarda yer almıştır. Masif manyezitler yantaşla keskin sınırlı, yumrulu manyezitler ise milonitleşmiş kayaç zonları ve makaslama zonlarında yer alırlar. Saptanan mineral parajenezleri, masif manyezitlerde; manyezit + serpantin, daha seyrek olarak da manyezit + talk ve manyezit + kuvars/ kalsedon biçimindedir. Yumrulu manyezitlerde ise; genelde manyezit + kuvars/kalsedon, bazen manyezit + serpantin ve daha az olarak da manyezit + talk parajenezleri saptanmıştır. Bu mineral parajenezleri bu bölgede ve Türkiye'nin diğer bazı bölgelerinde yapılan manyezit araştırmalarında da saptanmıştır.

Tektonizma nedeniyle masif manyezitler makaslanmış, breşleşmiş, milonitleşmiş, bloklanmış ve taşınmışlardır. Masif manyezitler yapısal hareketlerden daha çok etkilenmişlerdir. Manyezit oluşumunu erken evre ve geç evre diye ikiye ayırırsak, erken everede oluşan manyezitlerde deformasyon bloklanma seviyesine ulaşmıştır. Bloklanma yer yer daha genç yaştaki "silisleşmiş serpantinit" oluşumlarında da izlenmektedir.



Şekil 4.1. :MgO-SiO₂-H₂O-CO₂ sistemindeki eşbasınç duraylılık eğrileri [7]



Şekil 4.2. :Çok düşük nCO₂ değerlerine ait eşbasınç duraylılık eğrileri [7]

4.5. Manyezitlerin Oluşum Yaşı

Birçok araştırmacı Türkiye’ de çeşitli yerlerde bulunan manyezit yataklarında, ekonomik yönden çalışmalar yapmışlardır(Wirtz 1955, Petrascheck 1963, Kaaden 1969 Arda 1971).”

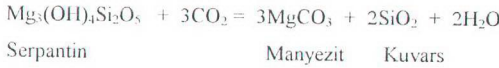
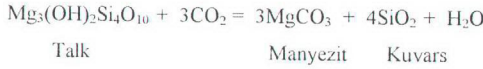
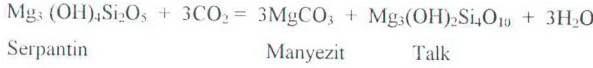
Saha gözlemlerinden elde edilen bilgilere göre manyezit yataklarında yapısal özellikler, sıkışma ve taşınma ve hareketlerinin sonuçlarıdır. Buna göre masif manyezitlerin taşınma hareketlerinden önce sıkışma tektoniğinin başlangıç evrelerinde oluşmuş oldukları tahmin edilmektedir. Masif manyezitlerde meydana gelen deformasyon ve dislokasyonun, diyajenezden sonraki sıkışma ve taşınma hareketleriyle oluştuğu tahmin edilmektedir. Bütününde kıvrınlanmanın oluştuğu yumrulu manyezitler ise masif manyezitlerden sonra, sıkışma ve taşınma evrelerinde oluştukları tahmin edilmektedir. Bu oluşumun, bu hareketlerin yavaşladığı ana kadar sürdüğü düşünülmektedir. Bölgede Üst Kretase- Alt Paleosen’ de meydana gelen sıkışma tektoniği manyezit oluşumunun başlangıcında etkin rol oynamıştır. Orta Eosen ve daha sonraki yapısal hareketler gerilme tektoniği niteliğindedir. Yukarıda değinilen bu yapısal veriler ve önceki çalışmalarda; bu saha ile ilgili yapılan stratigrafik çalışmaların tümü manyezitlerin ; Üst Kretase - Alt Paleosen devrindeki yapısal hareketlerin etkisiyle sentektonik olarak oluştuklarını göstermektedir.

Bu duruma göre masif manyezitler sıkışmaların etkin olduğu başlangıç evrelerinde ve yitim zonlarında oluştukları muhtemeldir. Ancak yumrulu manyezit oluşumu ise yitim zonundan başlayan ve ofiyolit yerleşmesini sağlayan tüm taşınma evresi boyunca devam etmiştir.

4.6. Manyezitlerin Oluşum Parametreleri ve Kimyası

CO₂ , basınç, sıcaklık, Ph, sıvı fazın bileşimi manyezit oluşum parametreleri arasında sayılmaktadır. İncelenen arazide manyezit oluşumunu sağlayan CO₂ faktörü yanında, ofiyolit yerleşimiyle etkili olan basınç ve sıcaklıkların serpantiniter içindeki Mg⁺² iyonunu etkileyen başlıca faktörler olduğu anlaşılmaktadır. Manyezitlerin ofiyolit yerleşimi ve metamorfizma ile eş zamanlı oluşumlar olduğu anlaşılmaktadır.

Arazide yukarıda adı geçen mineral parajenezlerini açıklayan ve destekleyen kimyasal reaksiyonlar ile bu parajenezlerin duraylılık alanları , Greenwood (Griffis,1972) ve Johannes (1966) deneylerine konu olmuştur. Bu kimyasal reaksiyonlara göre;



[7]

Johannes, yukarıda adı geçen mineral parajenezlerini incelemiştir. İncelenen sahadaki daha erken evrelerde oluşmuş manyezit oluşumunu destekleyen manyezit + serpantin parajenezi, bu araştırmacının deneysel çalışmalarını gösteren Şekil 4.1 'deki 1,3 ve 8 eğrileri ile sınırlanan alanla çıkmaktadır. [7]

Serpantin + kuvars parajenezi 5 ve 8. eğrilerle temsil edilmektedir. Genellikle serpantin katıldığı manyezit + kuvars/kalsedon biçimindeki ilişki, 5 sayılı eğri üzerinde ve yakınında yer alır. Manyezit + kuvars/kalsedon parajenezinde serpantin mineraline sık sık rastlanmaktadır. Serpantin üst denge sınırı ; Bowen ve Tuttle' a (1949) göre 2kb basınçta 500°C , Yoder' a göre 490°C dir. Bu mineral düşük nCO₂ değerlerinde bulunur. Serpantin minerallerinden en fazla olarak gözlenen Lizardit daha daha az olarakta antigorit ve krizotil'dir. Trommsdorf ve Evans (1977)' a göre başlıca serpantin minerali olarak antigorit'in yer alması; yeşil şist fasiyesindeki P-T şartlarını belirler. Bunun yerine lizardit ve krizotil'in izlenmesi " mavi şist" fasiyesindeki P-T şartlarını belirler. [8]

İncelen sahada görülen ve metamorfik bir mineral olduğu bilinen talk'ın 300°C nin üzerinde oluşması sıcaklığın zaman zaman arttığını göstermek açısından bir delil olarak kabul edilebilir.

Çok yüksek sıcaklık mineralleri olan forsterit, enstatit, antofillit minerallerinin incelen arazide görülmemesi sıcaklığın belli bir düzeyden sonra artmadığını göstermektedir. Arazinin P-T koşulları yukarıda anlatılan mineral parajenezlerinin denge durumlarıyla sınırlı olmaktadır.

Basınç ve sıcaklık, Ph gibi fizikokimyasal şartların değişmesi sonucunda, birbirini izleyen fazlarda silis ve manyezit çökelişi meydana gelmiştir. Silis oluşumları genelde kuvars ve kalsedon türüyle temsil edilmekte, buda $55^{\circ}C$ ' nin üzerindeki oluşum sıcaklığı anlamına gelmektedir. Çok nadir gözlenen kalsit ve dolomit türündeki karbonatlar yüksek CO_2 değerlerini gösteren minerallerdir. Fakat CO_2 fazlalığı pek görülmemektedir.

Bu durumdanda anlaşılacağı gibi, Serpantinitten manyezit oluşumuna neden olan sıvı fazdaki CO_2 nin molar konsantrasyonunun (nCO_2) çok düşük değerlerde olması gerekmektedir. Bu bağlamda manyezitle beraber bazı metamorfik minerallerin (örn. talk gibi) bulunması ve bunların düşük CO_2 ve yüksek H_2O lu çözeltilerin varlığında duraylı olarak kalabilmeleri bunu destekleyici bir sonuçtur. Ancak yukarıda değinilen bu parajenezlerin duraylılıklarının, ortam basıncının azalmasıyla düşük sıcaklık ve yüksek nCO_2 bölgelerine doğru kaydığını Johannes(1969) açıklamıştır. Bu nedenle nCO_2 değerlerindeki artış ancak basıncın azaldığı geç evrelerde görülebilir. Sahadaki incelemeler sonucunda manyezit oluşumunun, ofiyolit yerleşim hızının yavaşlamasıyla ve basınç ve sıcaklığın azalmasıyla da devam ettiği anlaşılmaktadır. Ancak bazı araştırmacıların bildirdiği gibi (Lagmuir, Christ, Hostetler), yüzeysel koşullarda manyezit çökelişi, Mg^{+2} iyonunun yüksek hidrate özelliği nedeniyle oluşmamaktadır. Langmuir 1965'te yaptığı çalışmalarında yüzeysel şartlarda neskehonit ve hidromanyezitin duraylı olarak çökelebileceklerini ortaya koymuştur. Daha sonra bunların dehidratlaşması sonucu manyezit meydana gelmektedir. Aynı araştırmacıya göre dehidratlaşmadan sonra meydana gelen manyezit oluşumu, $60^{\circ}C$ nin üzerindeki sıcaklıklar, sıvı fazdaki yüksek iyonik güçler, yüksek CO_2 değeri ve normal atmosferin çok üzerindeki basınçlar veya bu şartların çeşitli biçimdeki kompozisyonlarında meydana gelir. Bu hidromanyezit evresine örnek olarak Avustralya'nın güneydoğusundaki Coorong lagünündeki manyezitler örnek olarak verilebilir. Buradaki durum Lesko tarafından öne sürülmüştür. Buna göre

Mg²⁺ iyonu önce brisit ve hidromanyezit olarak çökelir daha sonra yukarıda belirtildiği gibi manyezite dönüşür. Ancak incelenen sahada hidromanyezit ve brisite rastlanmamıştır. En son oluşan manyezit oluşumlarında bile sıkışma deformasyonunun izlerinin bulunması ve kuvars ve kalsedonun parajenezde bulunması incelenen manyezitlerin ,yüzeysel koşulların çok üstündeki P-T koşullarında oluştuğunu yansıtmaktadır. Türkiye’de manyezit oluşumları, ascedant ve descedant oluşum modelleri etrafında çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bu araştırmacılarından Wijkerslooth’e göre (1945) CO₂’nin kaynağı, yağışlı iklimlerde organik atıkların ayrışması sonucu meydana gelen yüksek CO₂’ li yağmur suları ve sialik sulardır. Borchert (1958) ve Gök(1972) de aynı fikri savunmuşlardır. Dursunoğlu(1973), CO₂ kaynağı olarak yüzey sularının varlığını öne sürmüşlerdir. Brennich(1958) ve Gümüş(1970) hidrotermal kökeni savunmuşlardır. Wirtz(1955), Petrascheck(1963), Kaaden(1963,1964), Arda ve diğerlerine göre manyezit oluşumunu sağlayan CO₂ neojen yaşlı volkanik aktiviteden kaynaklanmıştır. Bu görüşlerden yararlanarak, incelenen alanda hidrotermal oluşumun gerçekleştiği tahmin edilmemektedir. Daha yaşlı hidrotermal aktivitenin izleri görülmemektedir.İncelenen sahada gözlenen yumrusal manyezitlerin kestikleri bazik kayalardan daha genç oldukları anlaşılmaktadır. Bu kayalar ile manyezitleşme arasında herhangi bir ilişki gözlenmemektedir. Cevherleşmenin Üst Kretase - Alt Paleosende meydana geldiği kuvvetle muhtemel olduğundan bölgede neojende olması muhtemel olan volkanik faaliyet ile ilgisi görülmemektedir. Yukarıdaki bilim adamlarının savunduğu neojen yaşlı oluşum ise saha için geçerli görülmemektedir. Metamorfik minerallerin duraylılık alanları içinde manyezit oluşumunu getiren sıvı faz yüksek H₂O ve düşük CO₂ değerlerinden oluşur. Bu bileşimdeki çözeltiler ise başlıca bu koşullarda meydana gelen metamorfik reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle incelenen sahadaki manyezitlerin büyük bir kısmının metamorfik reaksiyonların varlığıyla,etkisiyle oluştuğu tahmin edilmektedir.

BÖLÜM 5.

MİNERALOJİK VE PETROGRAFIK İNCELEME

5.1. Minerallerin Tayini

Kayaçlardaki mineralleri tanıyabilmek ve bundan faydalanarak kayaç türünü bulabilmek amacıyla sahanın belirli kesimlerinden örnekler alınmış ve bunların mikroskop altında tabii ve polarize ışıktaki mineralojik ve petrografik incelemesi yapılmıştır. Örnekler sahanın ultrabazik masif kısmından alınmış ve sahadaki magnezitleşme evrimi incelenmiştir.

Kesitlerdeki mineraller, ultrabazik masifi ve onun alterasyonu ile oluşmuş serpantinli kayaçları yansıtan niteliktedirler. Ultramafik kayaçlar genellikle olivin, orto ve klinopiroksenden ibarettir. Bazıları hornblend ve biotit içerirler. Daha az oranda granat grubundan prop ve melanit kromlu diopsit, melilit, apatit, piroksit, sipinel, kromit ilmenit, manyetit, pirotit nabit, platin bulunur. Peridotitlerin esas mineralleri olivin, piroksen, bazen hornblend, opak olarak kromit, manyetit ve platin grubudur. Peridotitler yapı olarak subtomorf ve ksenomorf arasında değişen taneli bir yapı gösterir. Dünitlerde sık görülen sütrüktür 'odoklastik' veya 'piroklastik' tir. Burada kırılmış, bükülmüş ve kenarları dişlenmiş olivin fenokristallerinin daha küçük taneler bazen bantlı doku kazandıracak şekilde dizilirler. Bazen iri taneler ufalanmış kısımların arasında gözler oluşturacak biçimde yer alırlar.

Peridotitlerin ayrışımı ile oluşan serpantinli kayaçın birinci yapısı genellikle korunur. Serpantin mineralleri çoğunlukla birincil mafik minerallere göre yalancı şekillidirler. Yani peridotitlerin şekillerine uyum gösterirler. Örneğin, Olivinden türeyen serpantin çoğunlukla ağ yapısı, ortopiroksenden türeyenler bastit yapısı, klinopiroksen veya hornblendden türeyenler ise kafes yapısı gösterirler. Birincil minerallerin karakteristik dilinimi, serpantin pulları

veya liflerin uygun yönelmesi veya magnetik tanelerin buralarda dizilmesiyle belirginliğini korur. Bununla beraber serpantin pul ve lamelleri gelişigüzel veya demetler halinde de bulunabilirler. Serpantin minerali alüminyum ihtiva etmeyen magnezyum silikatlerin ayrışma ürünüdür. Diğer ayrışım ürünleri olarak kayaç içinde demir oksit (manyetit ve limonit) karbonatlar, klorit, tremolit v.s. görülür. Serpantinitin mikroskop altında belirli psödömorflar halinde görünümü çok önemlidir ve ekseriya daha önceki (ana) mineralin menşei gösteren yapıya ait bazı kahlıtları muhafaza eder.

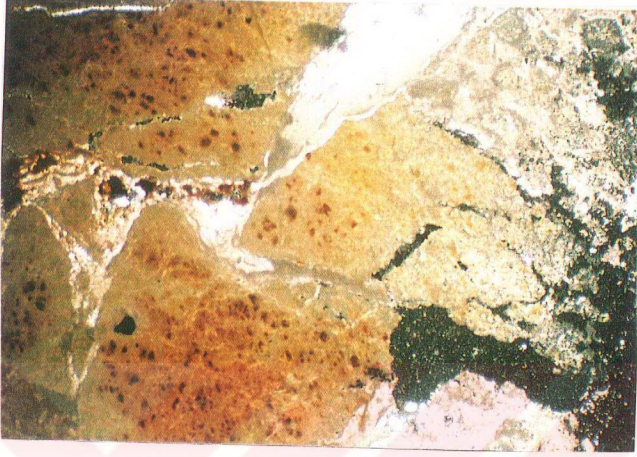
Dört tür ayırt edilebilir.

1. Elek dokusu ; serpantin olivinden hasil olmuştur.
2. Farklı psödömorflar, 'bastit' te serpantin piroksenlerden oluşmuştur.
3. Serpantin, alüminyumsuz hornblendden hasil olmuşsa 'şebeke dokusu' göstermektedir.
4. Serpantin, alüminyumsuz ojitten hasil olmuşsa 'örgü dokusu' göstermektedir. [9]

5. 2. Mikroskop İncelemeleri

Ultrabazik masiften ve manyezitlerden 16 tane numunenin ince kesitleri yapılarak mikroskopta incelendi bunun sonucunda minerallerden hareketle kayaçlar tesbit edildi.

Buna göre kayaçlardaki doku özellikleri aşağıdaki ince kesit dokularında görülmektedir.



Kesit no: 1

Büyü: me : $2.5 * 10^4$

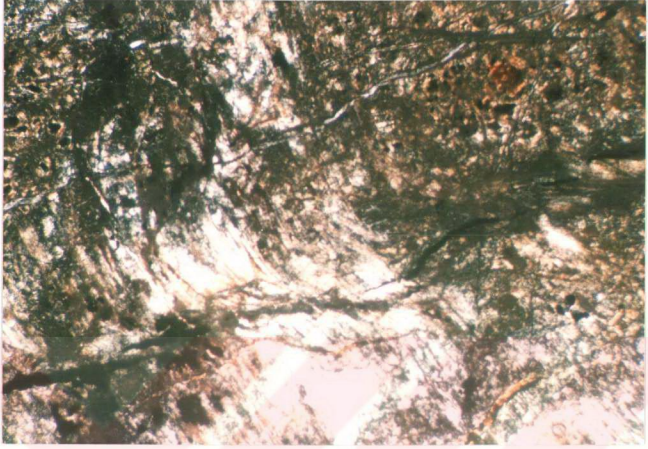
Alındığı Yer: Güney Erna

Doku: Breşik doku

SERPANTİNİZE MANYEZİT

MINERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	50	2 - 5 mm	Boşluk
Serpantin	30	Saçınık	
Piroksen (ort)	10		Aşınmış
Kalsedon	4		Dağınık
Opak mineral	6	0.3 - 2 mm	Pikotit (spinel)



Kesit no: 2

Büyütme: 2.5×10^4

Alındığı Yer : İşçi Kulubesi yolu

Doku : Ezik Milonitik doku

SERPANTİNİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Serpantin	40	Değişken	Ezilmiş , deforme
Manyezit	20	2 - 5 mm	Dağınık
Bastit	15	1 - 2.5 mm	Bükülmüş
Talk	8	1 - 2 mm	
Opak mineral	5	1 - 3 mm	Krom - Spinel



Kesit no : 3

Büyütme : $2.5 * 10^4$

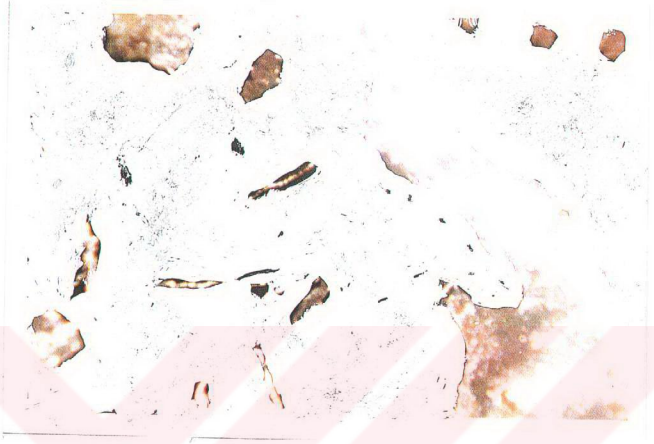
Alındığı Yer : Kuzey Erna

Doku : Breşik doku

MANYEZİT

MİNERALojİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	85	10 - 15 mm	Masif magnezit
Silis (kalsedon)	10	Değişik	Dantel gibi
Opak mineral	5	1 - 3 mm	Geometrik



Kesit no : 4

Büyütme : 2.5×10^4

Alındığı Yer : Açık İşletme

Doku : Masif Dokulu

Masif Manyezit

MİNERALOJİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	70	10 - 15 mm	Masif
Serpantin	25	Değişken	Dağınık
Kuvars	5	1 - 5 mm	Yuvarlanmış



Kesit no : 5

Büyütme : 2.5×10^4

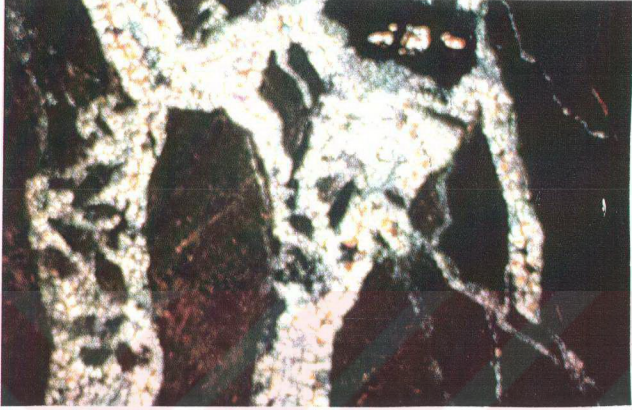
Alındığı Yer : Güney Erna Tepesi

Doku : Döleritik doku

DÖLERİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Andezin	55	1 - 4 - 10 mm	Zonlu ikizlenme
Hornblend	25	1 - 5 mm	Deforme olmuş
Klorit	5	Belirsiz	Kahverengimsi
Opak mineral	15	2 - 4 mm	Siyah



Kesit no : 6

Büyütme : 2.5×10^4

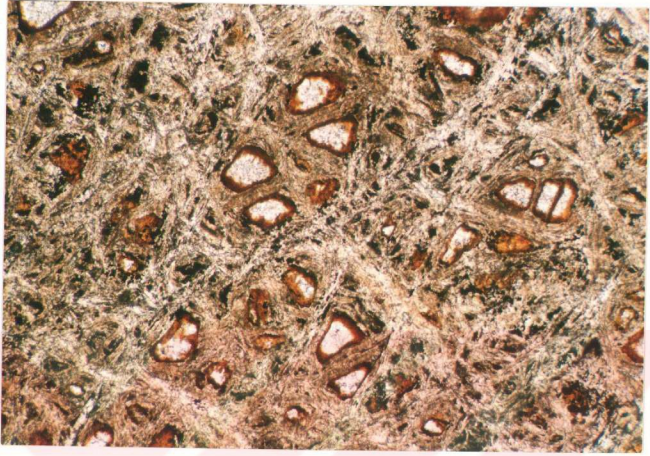
Alındığı Yer : Bektaş Ocağı Civarı

Doku : Blastomilonitik doku

KROMLU SERPANTİNİT

MINERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Kromit	50	5 mm - 2 - 4 cm	Siyah, Çatlaklı
Magnezit	35	5 mm - 3 cm	Kromitlerin arası
Serpantin	15	2 mm - 10 mm	Kromitlerin kenarı



Kesit no : 7

Büyütme : 2.5×10^4

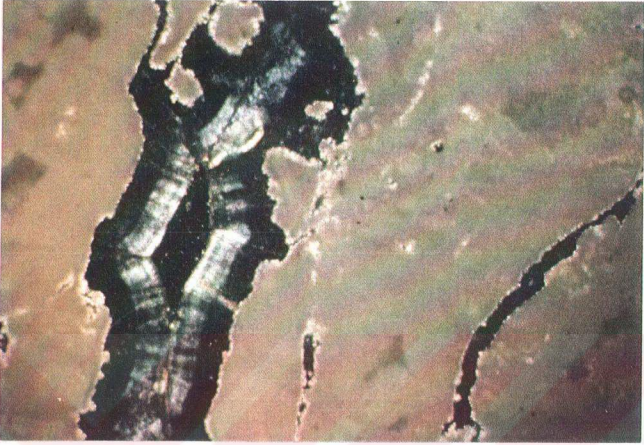
Alındığı Yer : Erna Ocağı

Doku : Elek dokusu

SERPANTİNİT

MINERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Olivin	40	1 - 4 mm	Yuvarlak
Krizotil	25	1- 3 cm	Lifsi
Iddingsit	20	1 - 4 mm	Çembersi
Opak Mineral	15	0.5 - 1mm	Saçılmış



Kesit no : 8

Büyütme : 6.4×10^4

Alındığı Yer : Kuzey Erna

Doku : Otobreşik doku

SİLİSLİ MANYEZİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	75	5 mm - 2 cm	Masif
Kuvars	20	5mm - 2 cm	Dantelimsi
Opak mineral	5	0.9mm - 1.2 mm	Dağınık



Kesit no : 9

Büyütme : $2.5 \cdot 10^4$

Alındığı Yer : Güney Erna

Doku : Blastomilonitik doku

YUMRULU MANYEZİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	70	0.5 cm - 1cm	Çatlaklı
Kuvars	25	0.2 cm - 0.8 cm	Ara dolgusu
Opak mineral	5	1mm	Dağınık



Kesit no : 10

Büyütme : $2.5 \cdot 10^1$

Alındığı Yer : İşçi Klubesi yanı

Doku : Mikrolitik Porfirik

AYRIŞMIŞ HARZBURJIT

MİNERALOJİK İNCELEME

MİNERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Olivin	45	1 - 3 mm	Ayrıışmış
Bronzit	30	2 - 3 cm	İri , porfirik
Serpantin	20	1 - 4 mm	Dağılmış
Opak Mineral	10	2 - 5 mm	Dağınık



Kesit no : 11

Büyütme : $2.5 \cdot 10^4$

Alındığı Yer : Ağaç Çeşme yanı

Doku : Subofitik doku

DİYABAZ

MİNERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DiĞER ÖZELLİKLER
Andezin	40	0 - 3 mm	Mikrolitler
Hornblend	10	0 - 5 mm	Kahverengimsi
Piroksen	25	0 - 3 mm	Açık Sarı
Serizit	5	0.3 mm - 0.5 mm	Yeşil Sarı
Opak Mineral	15	2 - 3 mm	Dağınık



Kesit no : 12

Büyütme : $6.4 * 10^1$

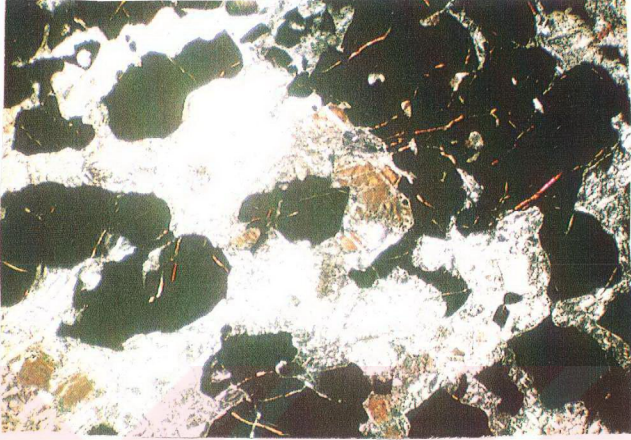
Alındığı Yer : Açık İşletme Sırtı

Doku : Doleritik doku

DÖLERİT DAYKI

MİNERALOJİK İNCELEME

[illegible]



Kesit no : 13

Büyütme : $6.4 * 10^4$

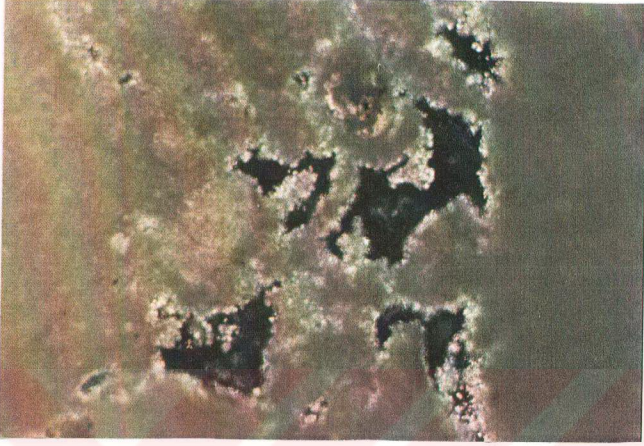
Alındığı Yer : Bektaşlar Kuzeyi

Doku : Blastomilonitik doku

KROMLU DÜNİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Kromit	60	1 - 1.5 cm	Yuvarlatılmış
Serpantin	15	0.5cm	Aralarda
Olivin	20	1 - 2 cm	Ayrışmış
Opak Mineral	5	0.3 cm	Dağınık



Kesit no : 14

Büyütmeye : $6,4 \times 10^4$

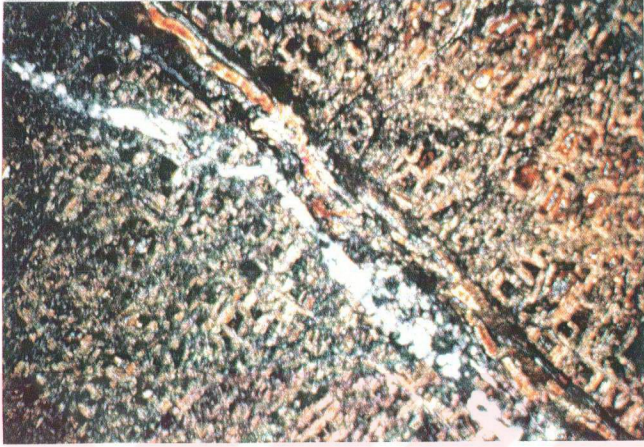
Alındığı Yer : Kuzey Erna Yarma

Doku : Masif doku

SİLİSLİ MANYEZİT

MİNERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DİĞER ÖZELLİKLER
Manyezit	90	2 - 5 cm	Masif
Kalsedon	10	0,5 - 4 cm	Dantelimsi



Kesit no : 15

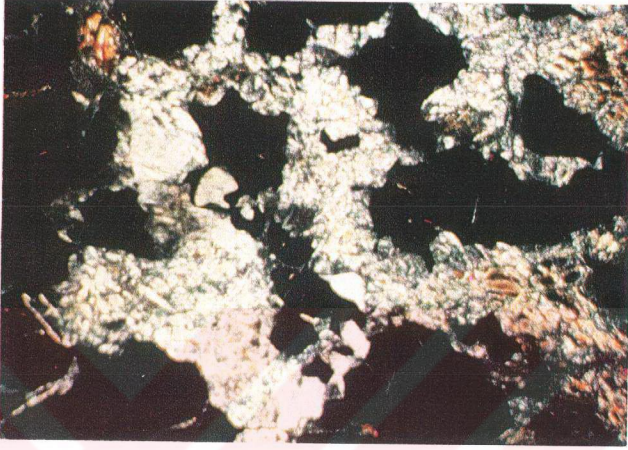
Büyütme : $2.5 \cdot 10^4$

Alındığı Yer : Açık işletme Sırtı

Doku : Elek dokusu

SERPANTİNİT MİNERALojİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BÖYÜT	DİĞER ÖZELLİKLER
Krizotil + Olivin	60	Değişken	Olivin sarılmış
Indingsit	20	Değişken	Olivin Kenarı
Silis	10	İnce -Uzun	Damarda
Manyezit	10	İnce - Uzun	Damarda



Kesit no : 16

Büyütme : $6.4 * 10^4$

Alındığı Yer : Elmalı Yurt Kuzeyi

Doku : Blastomilonitik doku

KROMLU DÜNİT MINERALOJİK İNCELEME

MINERAL ADI	% ORAN	BOYUT	DIĞER ÖZELLİKLER
Kromit	60	1 - 2 cm	İri taneler
Olivin	20	1 - 2 cm	Ara dolgusu
Piroksen (Jadeit)	15	0.5 - 1 cm	Olivin ile komşu
Opak Mineral	5	0.5 cm	Dağınık

BÖLÜM 6.

KİMYASAL ANALİZLER

6. 1. Comag (AŞ) ' nin Yaptığı Analizler

Comag labaratuvarlarında bir çok analizler yapmaktadır. Bu analizler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 6. 1. Comag ' ın Yaptığı Analizler

Ocaklar	% SiO ₂	% Fe ₂ O ₃	%CaO	A.Z.	% MgO
K.Erna	3.5	0.1	0.72	49.7	45.95
Aksu	2.5	0.11	0.45	48.45	48.44
Kanderesi	1.29	0.14	0.78	48.03	49.76
Önder	1.16	0.09	0.95	47.93	49.88
Aktaş	3.57	0.18	1.09	50.02	45.14
Kulealtı	2.82	0.09	0.75	49.5	46.84
Henry	4.1	0.08	0.98	50.8	44.04
Elmalıyurt	1.51	0.18	0.91	48.32	49.08
Demirölük	1.07	0.1	0.75	47.60	50.48
Ardıçhyurt	1.35	0.1	1.1	51.04	43.41
Tıgılı	1.26	0.11	0.9	49.2	48.53

Bu analizlerde yer alan bazı ocaklarda işletmeler durdurulmuş cevher çıkarılması yapılmamaktadır.

Manyezitte istenen düşük silis değeri açısından ele alınacak olursa , bu analiz sonuçlarına göre en iyi kalitede cevhere sahip ocak Demiroluk ocağıdır, kalsiyumu biraz fazla olup demiri de fena değildir. MgO değeri de oldukça iyidir, zaten manyezitte başlıca aranan özellik MgO değerinin yüksek olmasıdır.

Bu açıdan Erna ocağına bakarsak silisinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu ise ocak için bir dezavantajdır. Demir oksiti iyi , kalsiyumu biraz fazladır. Manyezitte kalsiyumun 1.2 ' den küçük olması istenmektedir.

6. 2. Sahadaki Cevhere Yapılan Analizler

Sahadan alınan 16 tane numunenin kimyasal analizi yapılmış ve manyezitin içindeki safsızlıklar jeostatistik yöntemlere göre yorumlanmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre safsızlıklar arasındaki ilişkinin dağınık olduğu bulunmuştur.

Tablo 6. 2. de incelenen sahada yapılan analizler gözlenmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre , yapılan jeostatistik çalışmalarında , korelasyon matrisi 1 den düşük çıkmıştır bu da , bu safsızlıklar arasında ilişkinin yok denebilecek kadar az olduğunu gösterir. Bu durumda birbirlerine olan bağımlılıkları azalmaktadır.

Bu duruma göre manyezitler içindeki cevher kalitesini düşürdüğü gibi aynı zamanda cevherin ekonomikliğini de azaltmaktadır. Bu yüzden belirli bir yüzdenin üzerinde bulunan safsızlık oranları çeşitli yöntemlerle azaltılmaya çalışılmaktadır. Yapılan analizler sonucu bu bileşenler arasındaki ilişkinin olmaması durumu daha da güçleştirmektedir.

6. 2. 1. CaO ile SiO₂ İlişkisi

Bu iki safsızlık arasındaki korelasyon matrisi 0.152 bulunmuştur. Bu değer 1 den çok küçüktür. Buna göre bağıntı yok denecek kadar azdır. Ancak bu değer pozitif olması aralarında ters orantının olmadığını göstermektedir.

Yapılan 16 tane analize ait CaO ve SiO₂ ilişkisi aşağıdaki Şekil 6. 1. de verilmektedir.

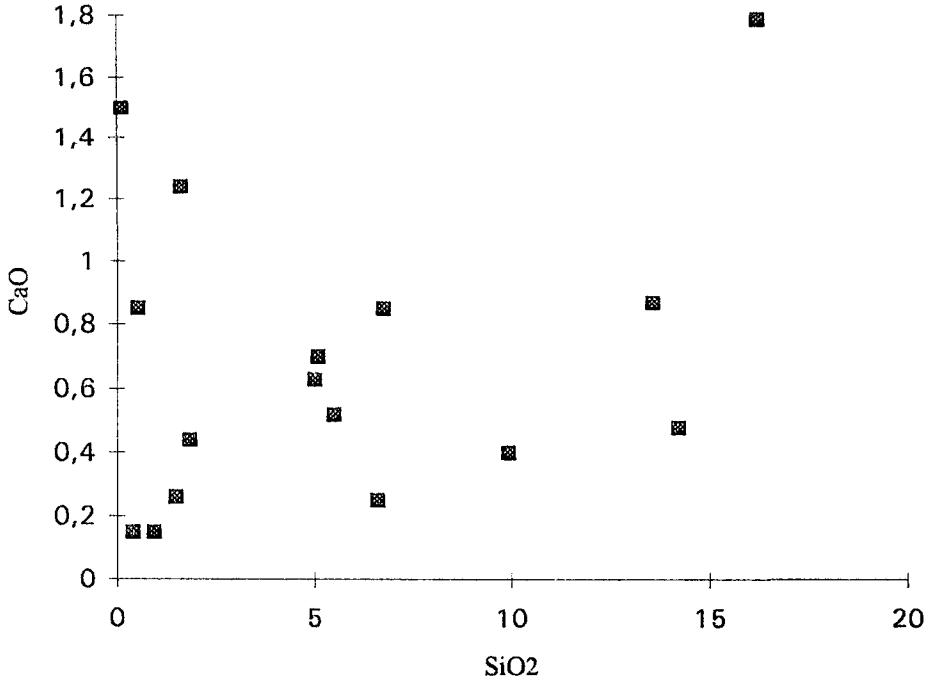
Tablo 6. 2. Sahada Yapılan Analizler

Örnekler	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	AZ
N-1	1.05	0.26	0.65	0.23	48.48	49.56
N-2	8.95	0.15	0.30	0.30	44.06	46.54
N-3	0.40	0.15	0.65	0.16	49.81	48.99
N-4	6.62	0.25	0.60	0.31	39.83	52.70
N-5	9.93	0.40	0.35	0.25	43.84	46.08
N-6	1.63	1.24	0.24	0.20	46.00	50.38
N-7	14.23	0.48	0.25	0.18	45.06	39.50
N-8	13.57	0.87	0.06	0.20	44.89	40.11
N-9	0.53	0.85	0.04	0.12	46.61	51.55
N-10	6.77	0.85	0.15	0.15	45.75	46.03
N-11	16.24	0.85	0.16	0.31	43.66	37.53
N-12	5.03	0.63	0.02	0.17	46.21	47.64
N-13	1.85	0.44	0.02	0.22	46.76	50.43
N-14	5.52	0.52	0.84	0.14	45.87	46.82
N-15	5.11	0.70	0.14	0.16	46.09	47.50
N-16	0.13	1.58	0.02	0.10	46.07	51.83

Kümaş ' ta yapılmıştır.

6. 2. 2. MgO - SiO₂ İlişkisi

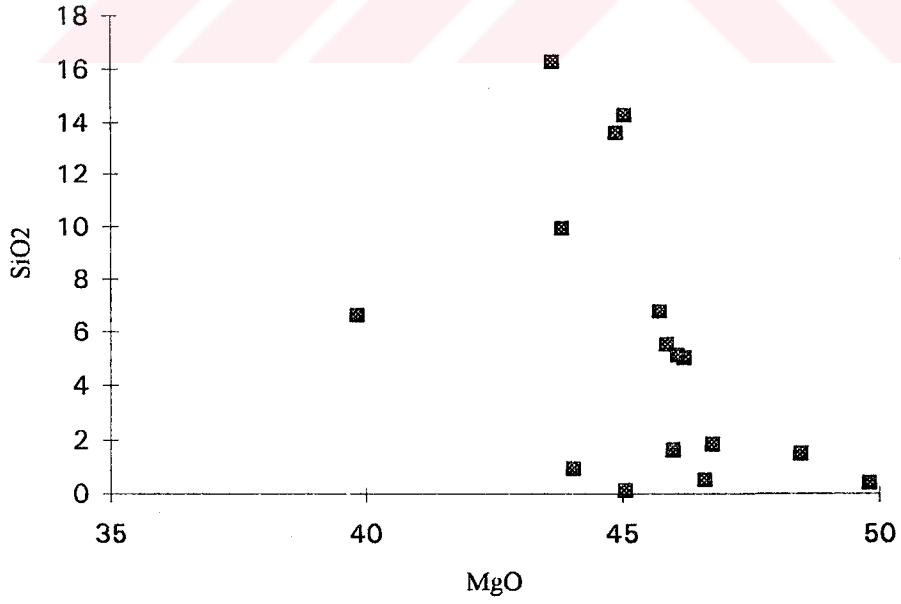
MgO ile SiO₂ arasındaki korelasyon matrisi - 0.567 bulunmuştur . Buna göre aralarında ters bir ilişki vardır. Yani silis arttıkça magnezyum saflığı azalmaktadır. Ancak bu sayı birin bir hayli altında olduğundan dikkate değer olmamaktadır.



Şekil 6. 1. Analizlerdeki CaO ve SiO2 İlişkisi

Silisin manyezitin saflığına olan etkisi daima negatif olmaktadır.

Aşağıdaki Şekil 6. 2. de analizlerdeki MgO ve SiO2 ilişkisi görülmektedir.



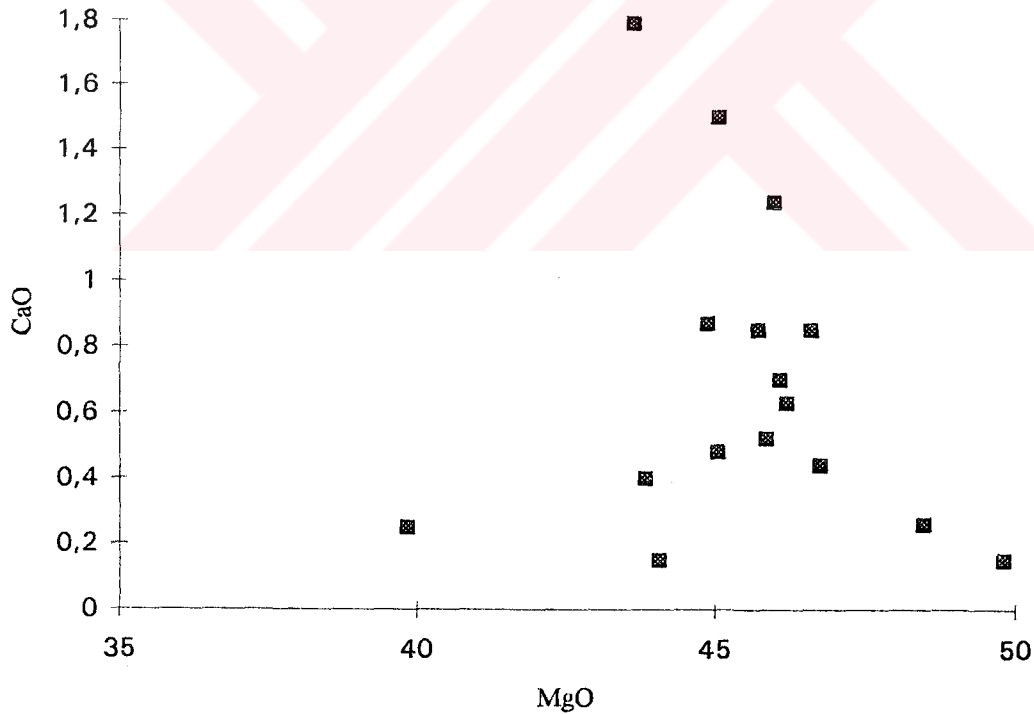
Şekil 6. 2. Analizlerdeki MgO ve SiO2 İlişkisi

6.2.3. CaO ve MgO İlişkisi

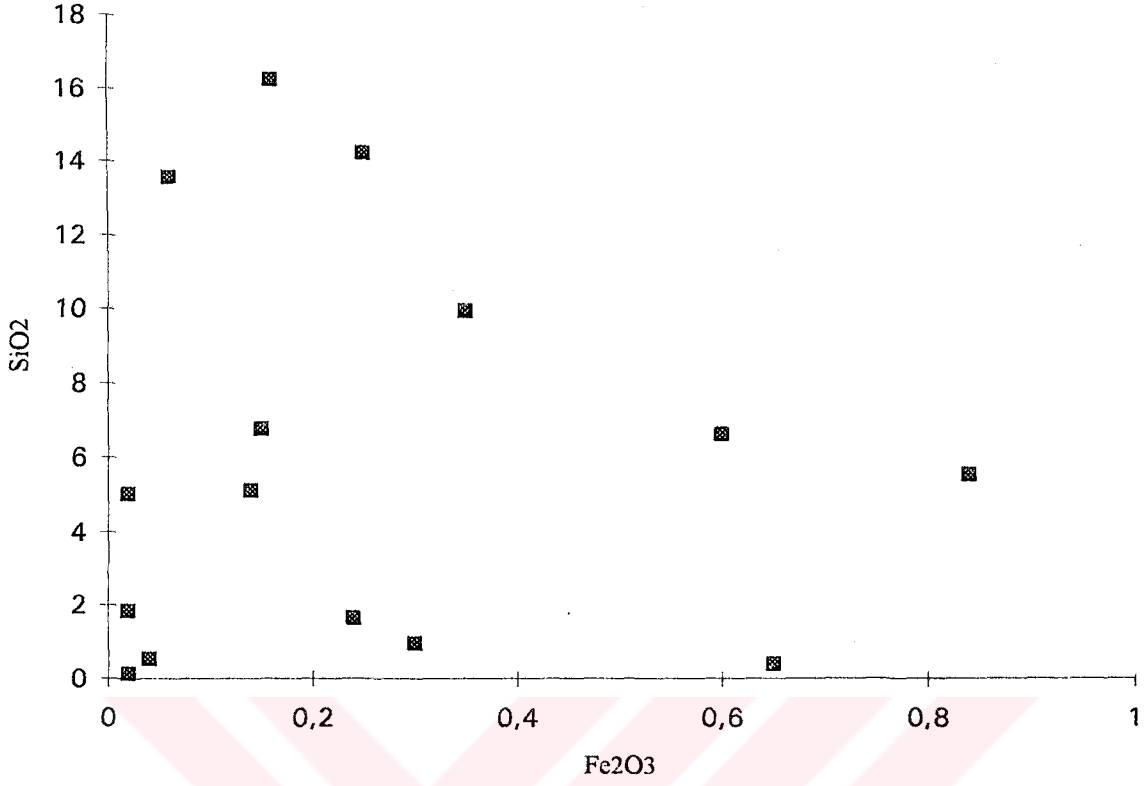
Bu iki bileşik arasındaki korelasyon matrisi - 0.082 bulunmuştur. Bu da ters orantının olduğunu ancak değer çok küçük olduğundan aralarındaki ilişkinin hemen hemen hiç olmadığını göstermektedir. Şekil 6. 3. de bu durum görülmektedir.

6.2.4. Fe₂O₃ ve SiO₂ İlişkisi

Aralarındaki korelasyon matrisi - 0.115 olarak hesaplanmıştır. Buna göre yine aralarında ters orantının olması mümkün iken sayının 1 ile kıyaslanamayacak kadar küçük olması aralarında ilişkinin olmadığını göstermektedir. Şekil 6. 4. de bu durum gözlenmektedir.



Şekil 6. 3. CaO ve MgO İlişkisi



Şekil 6.4. Fe₂O₃ ve SiO₂ ilişkisi

6.3. Bazık Kayaç Ana Element Analizleri

Bazık kayaçlardan alınan 8 tane örneğe ana element ve iz element analizi yapılmıştır. Bunun sonuçları Tablo 6.3. de verilmektedir.

Bu analizin sonuçlarına göre bazık intrüzif kayaçlardan alınan bu 8 numunenin AFM ve TiO₂, MnO, P₂O₅ diyagramları yapılmıştır.

Bu diyagramlar Şekil 6.5. ve 6.6 da verilmektedir.

AFM diyagramına göre bütün örneklerin analiz değerleri Toleyitik bölgeye düşmektedir. Bu nedenle kayaç Adayayı Toleyitleri kökenlidir.

Tablo 6. 3. Kayaçların Ana Element Analizi

	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8
SiO ₂	46.33	44.10	42.73	40.83	45.44	43.62	47.84	51.78
TiO ₂	1.10	1	0.63	0.58	0.67	1.05	0.7	0.79
Al ₂ O ₃	12.17	13.1	12.56	12.39	13.97	15.33	14.82	14.47
Fe ₂ O ₃	11.41	10.33	12.06	11.61	9.08	11.1	10.03	10.46
MnO	0.23	0.15	0.20	0.12	0.30	0.15	0.29	0.19
MgO	17.05	14.48	17.31	16.19	9.91	10.30	9.41	9.71
CaO	7.19	8.57	6.57	9.37	11.33	8.67	10.32	9.71
Na ₂ O	1.15	2.02	3.04	3.10	3.6	3.4	2.35	3.37
K ₂ O	0.3	0.29	0.32	0.35	0.19	0.23	0.20	0.25
P ₂ O ₅	0.06	0.04	0.05	0.03	0.02	0.027	0.042	0.05
A.Z.	3.40	5.92	3.19	5.57	4.64	5.69	4.40	2.89
Toplam	100.39	100	100.46	100.12	99.15	99.56	100.4	100.34

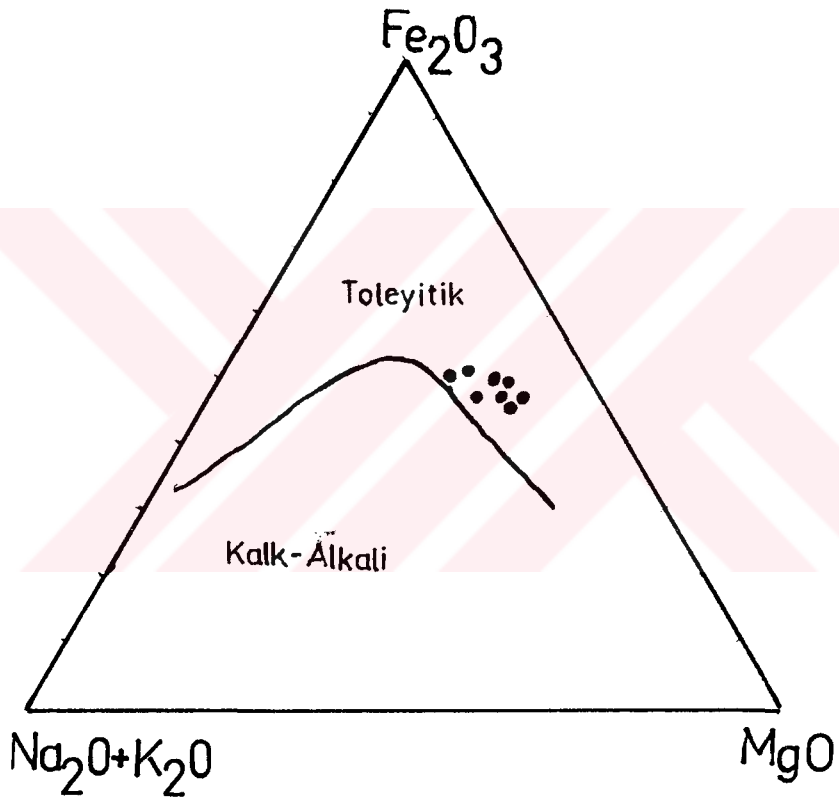
Diğer diyagrama göre ise yine Adayayı Toleyitlerini temsil eden IAT bölgesinde bulunmaktadır.

6. 4 Bazık Kayaç İz Element Analizleri

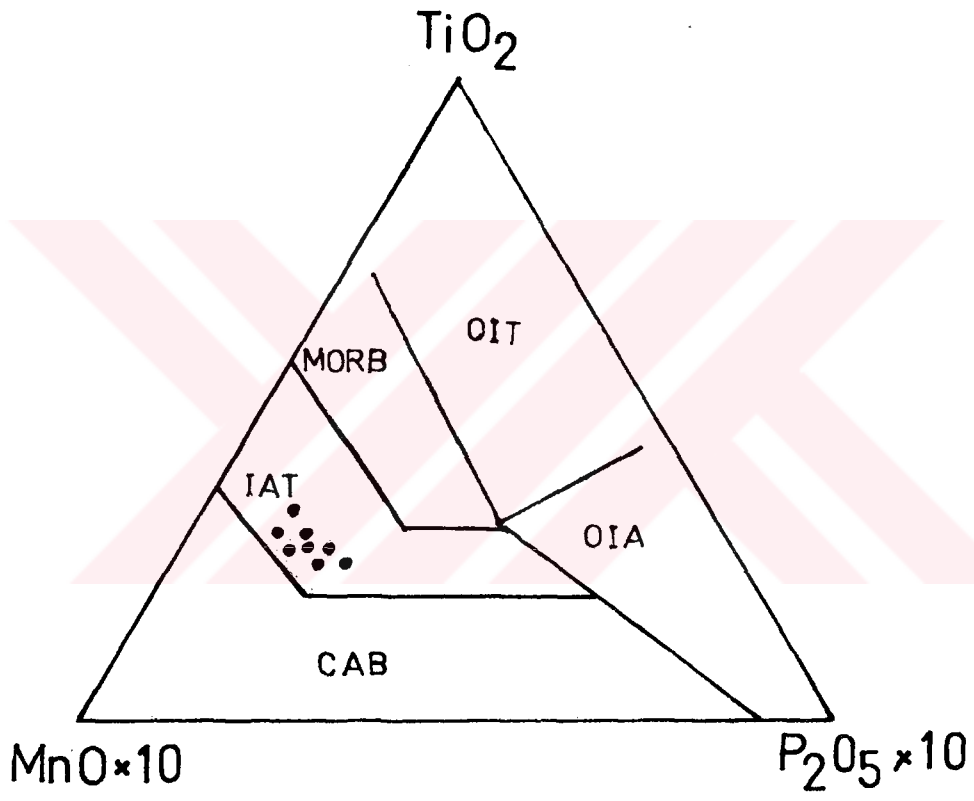
Sekiz tane örneğe içindeki iz element durumunu öğrenmek için iz element analizleri yapılmıştır. Bu analiz değerleri Tablo 6. 4. gösterilmektedir.

Yukarıdaki iz elementler analizinin değerleri ppm olarak geçerlidir. Bu analizün üçgen diyagramı Şekil 6. 7. de verilmektedir.

Bu örneklerin iz elementlerine ait X - ray analizi sonuçlarının Ti , Zr , Y üçgen diyagramında gösterilmesi ile, bu kayaçların , diyagramın IAT (Ada yayı toleyiti) kısmında bulunduğu anlaşılmıştır.



Şekil 6.5. Kayaç analizlerinin A-F-M diyagramı [10]



Şekil 6.6. Kayaç analizlerinin TiO_2 , P_2O_5 , MnO diyagramı [11]

Tablo 6. 4. Kayaçların İz Element Analizi

Eleman	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8
Cr	29	40	35	44	55	32	36	38
Ni	27	45	37	34	42	61	43	46
Co	32	25	42	47	50	20	36	40
Cu	71	69	66	70	73	65	71	71
Pb	4	6	7	8	5	9	5	7
Zn	75	68	63	70	70	70	62	66
Rb	48	50	45	42	50	46	49	51
Ba	53	50	43	46	47	55	52	49
Sr	8	13	12	15	11	10	50	62
Ga	12	13	10	15	9	8	12	14
Nb	3	2	2	2	2	3	3	2
Zr	37	34	34	36	36	32	32	33
Y	11	10	8	7	10	9	8	8
Th	1	1	1	1	1	1	1	1

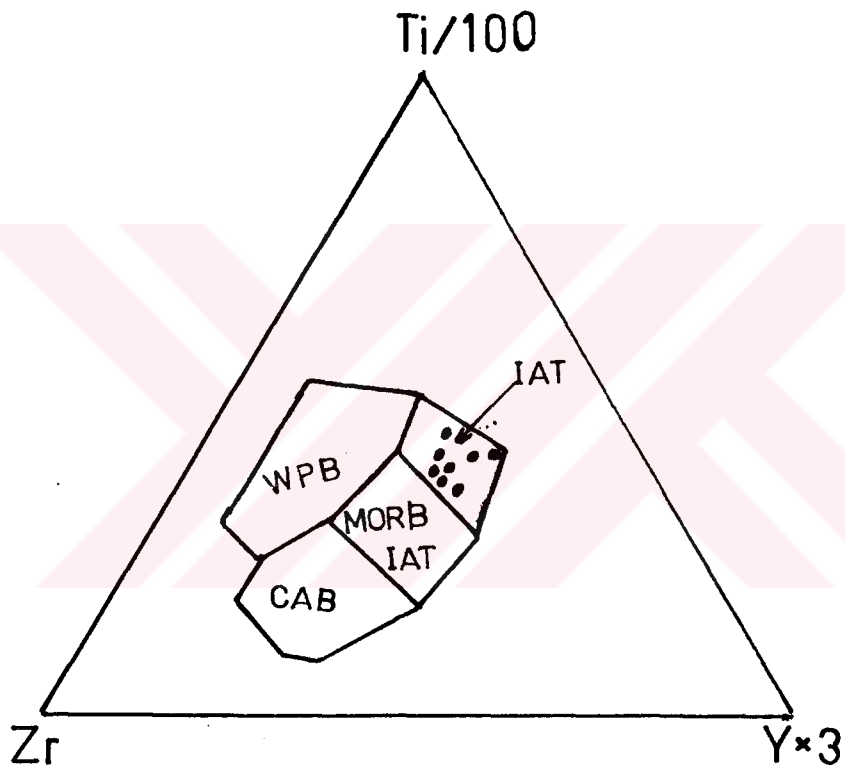
Analizler C.Ü. ' de Yapılmıştır.

Bu her iki analiz (ana element, iz element) sonuçları da , Mefail Yenyol ' un doktora tezindeki sonuçlarla uyushmaktadır.

İncelenen sahadaki ultramafik masiften alınan 8 adet örnek üzerinde ana element analizi yapıldı. Bu analiz sonucu AFM üçgen diyagramında gösterildi. Bu analiz sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

C.Ü ' de yapılan ultramafik kayaçların analiz sonuçları Tablo 6. 5' te verilmektedir. Bu analizlerin AFM diyagramı Şekil 6. 8 ' de verilmektedir.

Coleman ' ın bu AFM diyagramında , rakamla gösterilen alanlar şöyle sıralanabilir.



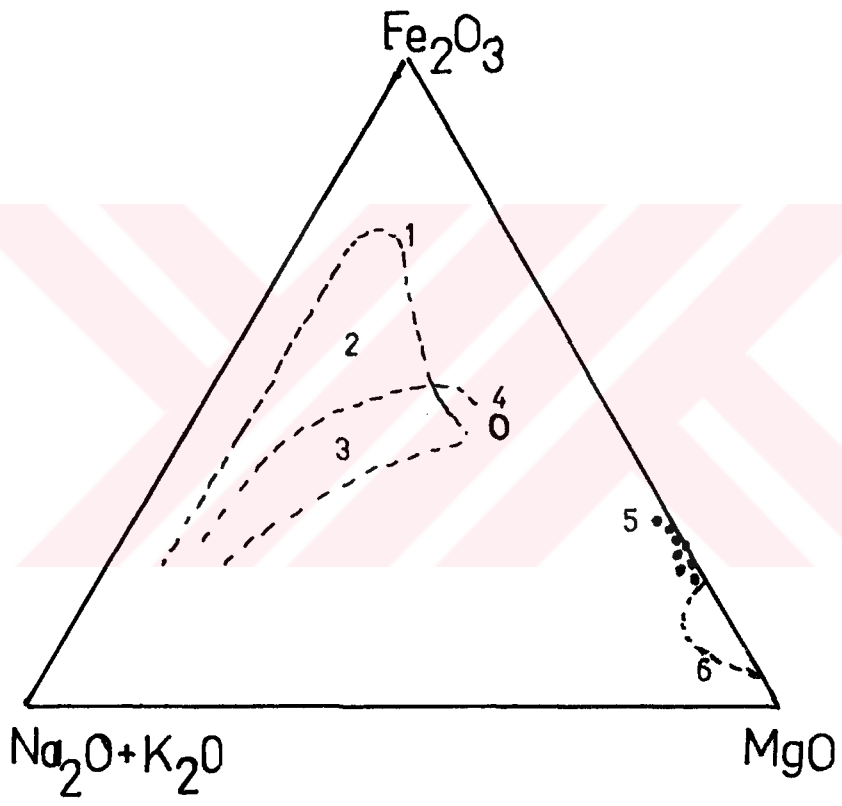
Şekil 6.7: Kayaç analizlerinin, Zr , Ti , Y diyagramları [12]

- 1- Skaerograd trendi
- 2 - Toleyitik alan
- 3 - Kalk - alkali alan
- 4- Atlantik Sırtı bazaltları
- 5- Mafik - Ultramafik Kümülatlar
- 6- Ultramafik Tektonitler

Tablo 6. 5. Ultramafik Kayaçların Analizi

	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8
SiO ₂	45.73	39.83	45.44	47.84	47.62	45.85	47.33	46.68
TiO ₂	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al ₂ O ₃	1.56	2.39	1.97	1.82	1.67	1.80	1.73	1.90
Fe ₂ O ₃	8.00	7.61	9.05	13.03	7.50	10.20	10.25	8.48
MnO	0.15	0.10	0.12	0.29	0.20	0.13	0.22	0.14
MgO	29.31	27.19	29.91	24.11	25.20	26.18	27.33	29.63
CaO	1.57	5.37	0.23	0.32	0.82	0.90	0.85	1.25
Na ₂ O	0.02	0.03	0.06	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02
K ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
A.Z.	13.19	17.57	12.69	12.09	16.93	14.60	12.24	12.78
Toplam	99.60	100.15	99.52	99.59	100	99.73	100	100.91

İncelen sahadaki ultramafik kayaçların analiz sonucuna göre , bu ultramafik masifin ultramafik tektonitlerle , kümülatlar arasına düştüğü görülmekte ancak , kümülatlara daha yakın konumda bulunduğu görülmektedir.



Şekil 6.8. Ultramağik kayaların .AFM diyagramı [13]

BÖLÜM 7.

MANYEZİTLERİN EKONOMİSİ

7.1. Türkiye’deki Genel Durum

7.1.1. Ekonomik Olarak İşletilebilirlik

Ekonominin kurallarına uyularak, bir manyezit yatağını ekonomik olarak işletebilmek için, işletme metodu son derece önemlidir. Bazen iyi seçilmeyen metod işletmecinin iflasıyla sonuçlanabilmektedir. Bundan dolayı maden işletmeciliğinin hayati önemi vardır.

Ekonomik olarak işletilebilmesi istenen manyezit yatağının işletme şekli, cevherin dağılımına, şekline, tipine ve yatağın boyutuna göre değişir. Büyük masif yataklar genellikle açık işletme, dar ve derin yataklar, yarmalar ve yeraltı işletmesi şeklinde işletilirler. Çin, K.Kore, Rusya, İspanya, ABD, Kanada, Avusturya ve Çekoslavya’da dağlık bölgelerde yeraltı işletmesi vardır. Oda - Topuk yöntemiyle 60 m yükseklikte odalar ve 80 tonluk elektrikli kepçeler ve yeraltı taşıma kamyonları kullanılır. Çıkarılan cevher ham manyezit olarak kullanılmayacak ise refrakter veya kostik kalsine üretimi için tesislere gönderilir.

Türkiye’de manyezit madenciliğinde genellikle açık işletme madenciliği kullanılır. Yeraltı işletmeciliği de daha az olarak yapılmaktadır. Türkiye’de 1961’de 2, 1963’de 5, 1964’de 15, 1966’da 23, 1978’de 50 maden operasyonu vardı. 1988’deki 41 manyezit madencilik operasyonunun 10’u kamu ve 31’i özel sektöre ait olup buralarda (maden + tesis) 1763 işçi çalışmaktadır. [5]

7. 1. 2. Manyezit Safsızlıkları

Manyezit ve ürünlerinin kalitesi ve fiyatları arasında büyük bir ilişki vardır. Jel magnezitte ortalama % 3 SiO_2 , % 3 CaO ve % 1 Fe_2O_3 bulunmalıdır. Kristalen manyezitte ise % 6 SiO_2 % 5 CaO ve % 11 Fe_2O_3 bulunmalıdır. Bu miktarlar arttıkça fiyat düşer, cevher kullanılmaz ve satılmaz hale gelir. Aşağıdaki Tablo 7.1. de bu gösterilmektedir

Zenginleştirilmiş manyezitte safsızlıkların en az olmasından çok belirli oranda olması esastır. Örneğin silikanın miktarının yüksek olması tuğlanın yüksek ısıya dayanımını azaltırken, fazla miktarda CaO kolayca dağılan bir ürün verir. Bu nedenle tuğla yapılacak manyezitte $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ oranının 2 / 1 oluşu en uygun şarttır. Çünkü bu şartta oluşan Ca_2SiO_4 aynı zamanda birbağlayıcı görevi yapar. Öte yandan ham magnezitte % 5 dolaylarında Fe_2O_3 , bozuşmasındaki katalitik görevinden dolayı yararlıdır. MgO ' dan yüksek ısı dayanımı, yüksek saflık, kristallografik homojenlik ve yüksek balt yoğunluğu istenir.

Tablo 7. 1. Manyezit ve Tuğlalarda İstenen Safsızlıklar. [1]

Manye. Türleri	En Az MgO	En Az SiO_2	En Çok CaO	En Çok Fe_2O_3	C / S Oranı	% Bor	Yoğunl.
Jel Many.	%42-43	% 3	% 3	% 1			
Kris Manye.	%42-43	% 6	% 5	% 11			
Refrakt. Tuğla Kalsine	> 93.5				> 2	> 0.17	<3

Yüksek ısılarda gaz , sıvı , katı maddelerin fiziksel ve kimyasal etkilerine karşı koyabilen maddelere refrakter malzeme denir. Pratikte , tüm manyezit cevheri termal işlemle kalsine veya sintere dönüştürülür. Sentetik magnezya deniz suyu veya magnezyumca zengin çözeltilerden elde edilir. Önce $Mg(OH)_2$ ve daha sonra bu filtre edilerek ayrılır ve ısıl işlemle kalsine veya sinter magnezya elde edilir.

Cevherin özgül ağırlığı refrakter malzemenin fiziksel dayanımı için önemli bir faktördür. Özgül ağırlığı 3 gr / cm^3 ' den yüksek olmalıdır. Bu değerden her 0.1 gr / cm^3 artış için pirim verilir. Refrakter magnezya hirasyona dayanmalıdır. Aksi halde parçalanır. Sinter manyezitte serbest kireç istenmez. Bir çok sinterde kireç serbest değil , hidrasyona dayanımlı dengeli kompozisyonlar halindedir.

Ham manyezitte , MgO % 42- 43 iken kalsine cevherde bu oran % 93.5 ' tur. Refrakter malzemede ayrıca düşük porozite, yüksek sıcaklığa dayanıklılık ve cürufa karşı kimyasal dayanıklılık ve yüksek sıcaklıkta hacim duraylılığı kalite ve fiyatlandırmayı etkileyen önemli etkenlerdendir. MAŞ , en fazla % 0.5 SiO_2 ve % 1 CaO içeren manyezitleri satın alır. Bu standartta 1 ton kaliteli cevher 3 ton tüvenan cevherden elde edilebilmektedir. [1]

7.1.3. Türkiye Manyezit Üretim ve Tüketimi

Türkiye' de manyezit üretimi 1963 yılında kostik kalsine magnezit üretimi gerçekleşinceye kadar, sınırlı bir ihraç ürünü olmuş , 1963 yılından başlayarak magnezit cevheri kostik kalsine ve sinter manyezit üretiminde tüketilmeye başlanmıştır. Türkiye ' de manyezit üretim ve tüketimi , sayısı beşi geçmeyen kuruluş tarafından yapılmaktadır. Türkiye ham , sinter ve kostik kalsine manyezit ihraç eder. Türkiye kostik kalsine ve sinter manyezit üretim kapasitesi 278000 t/yıl dır. Türkiye manyezit üretimi toplam dünya üretiminin % 7.13 ' ünü kapsar. Tablo 7.2. Türkiye ' deki tüvenan , kalsine ve sinter üretimini göstermektedir.

Türkiye ' nin 1970 deki ham , kalsine ve sinter üretimi sırasıyla , 299777, 5741 , 53872 tondur. 1989 ' daki değerler sırasıyla 1198000 , 30000 ve 215000 tondur. Bu süre içinde ham manyezit üretimi 3 , kalsine üretimi 4.23 ve sinter üretimi de 3 kat artmıştır. [1]

Tablo 7. 2. Türkiye ' de Manyezit Üretim Değerleri [1]

Üretim (ton)	Miktar	1981	1984	1988
İşletme Sayısı	A	28	41	41
	B	1	6	10
	C	27	35	31
Tüvenan	A	783966	723268	1125844
	B	74898	135024	356394
	C	709068	588244	769450
Kalsine	A	5971	13840	21296
	B	-	-	-
	C	5971	13840	21296
Sinter	A	70995	126823	126820
	B	-	22107	81429
	C	70995	104716	45391
Satış Tüvenan	A	104477	113474	75911
ton	A	400345	1349611	5157534
Satış (000 TL)				
Satış Kal+Sin.	A	72053	126414	141058
ton	A	2486692	10478863	38964037
Satış (000 TL)				

A :Toplam B : Kamu kesimi C : Özel kesim

DİE , DPT , ve Te Ta Ltd. verileri arasında manyezit tüketiminde büyük farklılıklar bulunmaktadır. Tüketim değerleri en düşük DİE , orta DPT ve Te Ta araştırmalarında da yüksek bulunmuştur.

Tablo 7.3. ' de tüketim değerleri verilmektedir.

Tablo 7. 3. Türkiye Manyezit Tüketimi [1]

Yıl	Kostik	Sinter	Ham
1963			256
1964			1219
1965			48960
1966			69766
1967			70685
1968			82547
1969			106224
1970			174528
1971			191744
1972			189622
1973			218926
1974			242398
1975			202151
1976			182004
1977			282695
1978	70	21481	
1979	60	43319	
1980	430	34661	
1981	480	37801	
1982	600	31360	
1988	1000	118370	274000
1993	1000	145298	336000

7. 1. 4. Türkiye Manyezit Ticareti

İhracat kalsine , sinter ve ham manyezit olarak gerçekleşmektedir. İşlenmiş manyezit ihracatı ham manyezite oranla daha fazladır. Bu oranlar her geçen yıl

artmaktadır. 1981 yılında toplam manyezit ihracatının miktarca % 86 ve değerce % 95 ' i işlenmiş manyezit olmuştur. 1983 yılında ise ham manyezit ihracatımızın , toplam manyezit ihracatındaki payı değerce % 2.8 ' e düşmüştür. Avusturya , Hollanda , Romanya , Rusya ve Yunanistan Türk manyezitlerinin en çok ihraç edildiği ülkelerdir.

Aşağıdaki Tablo 7. 4.' de Türkiye manyezit ihracatı değerleri verilmektedir.

Tablo 7. 4. Türkiye Manyezit İhracatı [1]

Alıcı Ülke	1981	1981	1985	1985
	Miktar (ton)	Değer	Miktar (ton)	Değer
ABD			3697	611
Avusturya	20195	6485	53216	8973
B. Almanya			5519	914
D. Almanya			5519	914
Fransa	511	346	1985	329
Hindistan	2500	513	1439	238
Hollanda	13391	1485	17315	2949
İngiltere	2168	493	4453	737
İran	1000	396	3552	588
Romanya			14579	2496
Rusya	60613	14629	11394	1969
Yugoslavya	5000	1190	1655	274
Yunanistan			11797	1952
Diğer	10700	975		
Toplam	115606	26512	132702	22378

7.1.5 Türkiye Manyezit Üreticileri

Türkiye manyezit aramaları , ilk defa 1908 yılında Fransız Ektore Coulant tarafından Sakarya ' da yapılmıştır. Ham manyezit üretimi ise 1929 yılında başlamıştır. Kalsine manyezit üretimi 1940 , refrakter tuğla üretimi de 1968 yılında Konya Meram ' da Sümerbank tarafından kurulan fabrikada başlamıştır. Bu sektörde üretimde bulunan kuruluşlar.

7.1.5.1 Maş (Manyezit A.Ş.)

Kurucu : Veitscher Magnezitwerk AG , Avusturya.

Kuruluş : Eskişehir , 1963.

Sahibi : Gefro - mbH , Radex

Yataklar : Eskişehir ve Kütahya bölgeinde olup 1965 de sinter manyezit üretmeye başlamıştır , tek özel sektör sinter üreticisidir.

Kapasite : 55000 - 60000 t / yıl , Eskişehir' de 4 adet düşey fırını bulunur.

Eleme tesis kapasitesi : 200000 t / yıl

Satış : Üretimin çoğu Avrupa pazarlarına gider. 1981 - 1986 yılları arasında 78000 ton ihracattan 156 milyon dolar kazanıldı.

7.1.5.2. COMAG (Continental Manyezit A.Ş.)

Kurucu : Continental Ore Corp.

Kuruluş : Tavşanlı , 1964

Sahibi : Çukurova Holding

Yataklar : Kütahya , Eskişehir ve Bursa ' da

Kapasite : 34000 - 40000 t / yıl

Ürün : Kostik kalsine manyezit

7.1.5.3. Konya Krom Manyezit Tuğla Müessesesi

Kuruluş : Konya , 1968

Kurucu : Sümerbank

Sahibi : Çitosan

Yataklar : Üç ocağa sahip.

Kapasite : 43000 t / yıl sinter , 8000 t / yıl tuğla vb.

Zenginleştirme : Elle ayırma kırma , eleme , triyaj kapasitesi ; 200000

İşleme : Hem kendi cevherini ve hemde satın aldığı cevheri

Tesis : Kalsinasyon ve tuğla

Ürünler : Kalsine / Sinter manyezit , tuğlalar ve harçlar.

7.1.5.4. Kümaş (Kütahya Manyezit A.Ş.)

Kuruluş : Kütahya , 1972

Sahibi : Etibank iştiraki , daha sonra Çitosan

Yataklar : 3 ana maden ocağı vardır.

Toplam rezerv : 70 m ton.

Ham cevher kapasitesi : 541000 t (1986)

Zenginleştirme : Ağır ortam ve triyaj

Planlanan Üretim : 100000 t

Satış : Çoğu refrakter pazarına ihraç , ayrıca tuğla üretilmektedir.

7.2. Dünya Manyezit Ekonomisi

Manyezit üzerinde yapılan kapsamlı araştırmaların sonuçlarına göre ; 1977 yılı başında dünya toplam manyezit üretimi 8.8 milyon ton civarındadır. Üretim miktarları dikkate alındığında 1980' e nazaran üretim artışı 11 ülkede olmuş, 4 ülkede ise azalmıştır. Aynı çizelgeye göre Rusya, Çin, Kore, Avusturya ve Yunanistan 1 milyon tonun üstünde üretim kapasitesine sahiptir. Aşağıdaki Tablo 7.5 de bu durum gözlenmektedir. [1]

Tablo 7. 5 Dünya Ham Manyezit Üretim Değerleri (ton) [1]

Ülkeler	1977	1980	1982	1985	1990	1991
Rusya	1850000	2000000	2390000	5000000	5000000	4640000
Çin	1500000	2000000	2200000	3400000	3500000	3500000
Kore	1500000	1900000	2040000	2500000	3000000	3000000
Avusturya	1003041	1318156	1268000	1255000	1179000	1100000
Yunanistan	1358805	1166998	882000	928000	697000	550000
Türkiye	516162	806997	860000	1137000	850000	900000
Çekoslovak	661000	660000	728000	2319000	2700000	2400000
İspanya		557000	500000	682000	460000	420000
Hindistan	402007	370573	408000	420931	500000	500000
Brezilya		348000	330000	800000	700000	700000
Yugoslavya		289000	361000	419000	286000	250000
Meksika		87000	94000			
Kanada		69000	75000	144000	200000	220000
Zimbabve		86000	66000	19000	33000	33000
G. Afrika		86800	35000	28898	114000	120000
Avustralya		36000	29000	58000	65000	365000
Nepal				20000	25000	25000
Toplam*	8791	11781	12260	19130	19414	18846
(1000)						

Tablo 7. 6 ise dünyadaki bazı ülkelerdeki manyezitlerin kimyasal bileşimi verilmektedir.

Dünya manyezit ticaretinde ülkeler ithalatçı ve ihracatçı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ancak hem ithalatçı hemde ihracatçı durumda olan bazı ülkeler vardır. Bunlar manyezit alıp işlenmiş ürün satarlar. Yunanistan , Çin , İrlanda , İtalya ve Avusturya enbüyük ihracatçı ülkelerdir. 1978 - 1982 yılları arasında en büyük ihracat artışı Çin ve Fransa' da gerçekleşmiştir. 1982 ' de Türkiye ' nin

dünya manyezit ihracatındaki payı % 3.4 ' tür. Dünyanın önemli manyezit ithalatçısı ülkeleri Almanya , Avusturya Japonya ve ABD ' dir. .

Tablo 7. 6 Bazı Ülkelerdeki Manyezitlerin Kimyasal Bileşimi [1]

Element	Çin (Manyezit)	Yunanistan (Manyezit)	Türkiye (Manyezit)	Hindistan (Manyezit)
SiO ₂	0.38	0.42	0.34	6.36
Fe ₂ O ₃	0.18			0.80
CaO	0.44	0.40	2.01	1.12
MgO	47.37	47.72	46.42	44.02
Al ₂ O ₃	0.16			0.92
A.Z.	51.47	51.58	51.23	46.78
Nem	----	0.35	----	----

7. 2. 1. Satış ve Talep

Manyezit dünya piyasasına aşağıdaki ticari şekillerde sunulmaktadır.

- Ham parça manyezit (crude lump)
- Öğütülmüş kostik kalsine manyezit (ground-calcined)
- Normal sinter manyezit tozu (sinter powder)
- Referakter sinter manyezit (pellet)
- Kalsine , tarım (calcined , agriculture)
- Kalsine , endüstriyel (calcined , industry)
- Kalsine , endüstriyel , denizsuyu (calcined , industry , sea water)
- Sinter , bakım (dead burned , maintenance)
- Sinter , tuğla (dead burned , brick making)

7. 2. 2. Fiyatlar

Manyezit fiyatları Tablo 7. 7 de verilmektedir.

Tablo 7. 7. Manyezit Fiyatları (pound / ton) [1]

Ürünler	1975	1990	1992
Türk ham, SiO ₂ en çok % 0.6, % 1.2, % 2.5 FOB	24 - 29	55 - 70 50 - 60 35 - 40	55 - 70 ----- -----
Yunan ham , CIF	-----	-----	-----
Kalsine Zirai CIF	40 - 45	80 - 90	80 - 90
Denizsuyu , Kalsine	-----	170 - 350	170 - 350

7. 2. 3. Üretim - Tüketim Eğilimleri

Asıl sinter manyezit tüketicisi çelik endüstrisinde son 30 yıl boyunca önemli değişimler olmuştur. Ananevi açık kalpli fırınlar ve Bessemer konvörtörleri bazık oksijen konvörtörleri ve elektrik ark fırınlarıyla değişmiştir. Bu değişim bazık refrakterlere olan bu talebi , silika ve zteş kiline dayanan refrakterlere nazaran arttırdı. Bu ihtiyaç çok saf doğal manyezit veya deniz suyu manyezitlerine dayanan yeni tesislerin ortaya çıkmasına sebep oldu. 1974 den sonra dünya çelik üretimindeki gerilemenin kurbanları düşük kaliteli manyezit yataklarına sahip şirketler oldu. Bunlar kaliteyi yükseltmek için yüksek kaliteli sinterle harmanlama yapmak zorunda kaldılar.

Refrakter manyezitin % 75 ' i herhangi bir şekilde çelik endüstrisinde kullanılmaktadır.

1979 ' da ABD ' de hamçelik üretimi 139 milyon tondur. 907000 st refrakter MgO tüketiminin 814000 st ' u iç üretimden sağlanmıştır. ABD ' de 1990 yılında demir - çelik endüstrisindeki durgunluktan dolayı magnezya üretiminde artma fazla olmamıştır. ABD sinter üretiminin çoğunu deniz suyu ve çözeltilerinden yapmaktadır. ABD ' nin yıllık sinter kapasitesi 193000 tondur. Toplam dünya üretimi ise ayda 200000 tondur. Fused (kaynamış tuz) magnezya üretiminin çoğu Kanada ve ABD tarafından yapılmaktadır. Kanada Baymag Şirketi kapasite artırarak ABD ve Avrupa ihracatını artırmıştır.

Gelişmiş ülkelerin yıllık 1000000 ton kalsine manyezit ihtiyacı olmaktadır. Bunun yarısı doğal manyezitlerden ve diğer yarıda kimyasal işlem sonucu üretilir. Dünya magnezya klinker üretimi 4000000 milyon tondur.

Sinter klinkeri üretimi dünya çelik üretim şartlarına ve metalurjik işlemlerdeki değişmelere bağlıdır. Refrakter ürünlere olan ihtiyaç eğilimi şöyledir:

Azalan : Ateş MgO Tuğlası

Ateş MgO Krom tuğlası

Artan : MgO - Grafit Yakılmamış Tuğla

MgO - Alümina spinel ürünleri

Ham manyezit kimyasal epsom tuz yapımında yılda birkaç ton civarında kullanılır. Fiyatı 30 - 60 dolar / st civarındadır. Magnezyum metal üretimi 1990 ' da 261000 ton dur. ABD ve Kanada üretimin % 63 ' ünü yapmaktadırlar. Magnezyum üretiminin yıllık artış hızı % 7 civarındadır.

Sinter manyezit üretiminde tek değişiklik Offshore ' dan gelebilir. Premier Periklas şirketi daha yüksek kaliteli sinter ürettiğini iddia etmektedir.

Eski tesisler veya yeni kurulacak tesisler düşük enerji tüketimi , yoğun sinter az personel ve az çevre kirliliği yönünden optimize edilmelidir.

7.3. Manyezitlerin Kullanım Alanları

7.3.1. Sinter Manyezit

Bilindiği gibi sinter manyezit bazik refrakter sanayiinde kullanılmaktadır. % 65 - 80' i refrakter sanayiinde kullanılmaktadır.

En önemli tüketicisi demir ve çelik endüstrisidir.

Fırın astarlarında kullanılan manyezit refrakterler , yüksek ısıda bazik cürufa dirençlidir.

7.3.2. Kostik Kalsine Manyezit (KKM)

Hayvan Yemi : Bunun kullanımı. Bu üç türlü olur ; a- Meraya serpme , b- Minerallere karıştırma , c- Yem içine ilave . Son iki metod daha fazla kullanılır.

Gübre : Kumlu topraklar tahıl üretimi için Mg gerektirir. Killer ise gerektirmez. Mg ' lu gübre kullanımı artırır. Kostik kalsine manyezit % 48 Mg içerir.

İnşaat - Yapı : KKM , soral çimentosu ve hafif ağırlıklı izolasyon levhaları yapımında kullanılır. Soral çimentosu MgO ve $MgCl_2$ karışımıdır. MgO düşük demir ve kalsiyum içermelidir.

Kağıt : Magnezyum sülfitiyle hazırlanmasında , Magnefite prosesinde kullanılır.

Lastik: Neopren lastiklerin vulkanizasyonunda ve işlem kontrolünde kullanılır.

Plastik , Boya ve Yapıştırıcılar alev geciktirici dolgu olarak kullanılmaktadır.

Aşındırıcı :Aşındırma tekerlek bağlayıcısı olarak.

Kaynatıcı Yakıtlar : Sülfür ve diğer kirleticilerin çıkışını azaltan katkı maddesi olarak .

Baca Gazı Sülfürsüzleştirme : Sülfür uzaklaştırmada.

Kimya : Magnezyum sülfat , nitrat tuzları üretiminde.

Ecza : Antiasit , kozmetik , dişmacunu , magnezya sütü üretiminde kullanılır.

Çelik kaplama : Elektrik transformatör çekirdekleri yapımında kullanılır .
Taneli silikon çelikleri kaplamada kullanılır.

Fused Magnezya : Deniz suyu ve çözeltilerden elde edilen KKM fused magnezya hammaddesi olarak kullanılır. [5]

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Manyezit oluşum problemleri , tamamen çözüme ulaşmış değildir. Ancak evvelden ortaya atılmış bazı görüşler bu günün bilim çevrelerince de kabul edilebilmektedir.

Bu görüşlerin ikisi assendant ve dessendant görüşüdür. Assendant görüşe göre manyezit aşağıdan yukarıya doğru, ayrıştırıcılar vasıtasıyla oluşmuştur. Bunlar mağmatik faaliyetin son evresinde zenginleşen eriyikler olabilirler. Metamorfizma derecesi ve koşulları da manyezit oluşumuna çok etkili olabilmektedir. Yukarıdan aşağı oluşumda ise manyezitin yerüstü sularıyla oluşabileceği kabul edilmektedir. Bunlar çoğunlukla atmosferik sular olup çatlaklardan sızarak serpantinit kütlesini ayrıştırabilmektedirler.

Yaylacık ofiyolitindeki manyezit oluşumunu, bu iki görüş açısından ele alacak olursak, aşağıdan yukarıya doğru olan görüşe göre manyezitlerin oluşumu muhtemeldir. Ancak bunun hidrotermal bir oluşum olabileceği tahmin edilmemektedir. Çünkü daha yaşlı hidrotermal oluşumlar arazide gözlenmemektedir.

Buradaki manyezitlerin oluşumunun , CO₂ nin düşük değerlerde olmasını tayin eden metamorfik reaksiyonların kimyasal etkileri ile ilgili olduğu tahmin edilmektedir.

Diğer görüş ise incelenen arazi için kabul edilmemektedir Çünkü arazide brusit ve hidromanyezite rastlanmamıştır.

Yaylacık bölgesi ofiyoliti , genel olarak serpantinize olmuş ultramafik kayalar, bazik sokulum kayaları olan dolerit, diyabaz, mikro gabrodan oluşmuştur. Bu ofiyolit metamorfizmadan etkilenmiştir, bölgede görülen talk vb. mineraller bunu kanıtlamaktadır. Gabroik diyabazlar serpantinit içinde merccekler halindedirler

Bu kayaçlar içinden 8 tane örnek alınmış , ana element ve iz element analizleri yapılmıştır sonuç olarak bu kayaçların Adayayı Toleyitleri bölgesine ait kayaçlar oldukları kanıtlanmıştır.

Bölgeyi etkileyen yapısal hareketler Üst kretase - Alt paleosen yaşlıdır. Sıkışma niteliğindeki bu hareketlerden ofiyolit topluluğu etkilenmiş ve faylı bir yapı ortaya çıkmıştır. Daha sonra etkili olan Alt paleosen sonrası ve genç yaştaki yapısal hareketler gerilme tektoniği özelliğini taşımaktadır. Buna paralel olarak manyezit oluşumu gerçekleşmiştir.

Sahada incelenen manyezitler fiziksel görünüşleri açısından iki çeşittirler. Bunlar Masif ve Yumrulu manyezitlerdir. Mikroskop incelemelerinde masif manyezitlerde, manyezit + serpantin, silis oluşumları ile ilişkili olan yumrulu manyezitlerde manyezit + kuvars / kalsedon ve manyezit + serpantin ilişkilerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca metamorfik bir mineral olan talkında her iki parajenez içinde görülmesi, metamorfizmanın etkili olduğunu göstermektedir

Manyezitler, blok, mercek, damar ve ağimsı damarcıklar şeklinde yataklanma göstermişlerdir. Bunların yapısal hareketlerden çeşitli derecede etkilenmelerinin sonucu olarak, bloklanma, breşleşme, milonitleşmelere maruz kalınışlardır. Yumrusal manyezitlerde, bunlara ek olarak kıvrımlanma da gelişmiştir.

Bu saha verilerinin sonucunda, bölgede sıkışma tektoniğinin varlığından söz edilebilmektedir.

Manyezit oluşumunun , ofiyolit yerleşimine paralel olarak meydana geldiği tahmin edilmektedir. Aynı zamanda metamorfizma ile ilgili olan bu oluşumun yüzeysel şartların çok üstündeki P - T şartlarında ve genelde metamorfik kökenli ve çok düşük CO₂ içerikli eriyiklerin serpantinite etkisiyle olacağı sonucuna varılmaktadır.

Yakından incelenilen ve Yaylacık ofiyolitinde bulunan Erna - Foral, Ambarlı, Bektaş ocaklarından toplam 16 tane örnek alınmış ve bunlar içindeki SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO oranlarına bakılarak aralarındaki ilintinin zayıf olduğuna ve yapılan plot diyagramlarında da değerlerin saçılmış oldukları görüldüğünden bu safsızlıkların genel olarak kaliteyi olumsuz yönde etkiledikleri sonucuna varılmıştır.

Dünyada ve Türkiye’de manyezit çok önemli bir endüstriyel hammaddedir. Bunun böyle olduğu 7.bölümdeki tablolar yardımıyla söylenebilir. Ancak bu değerli kaynak yeterince verimli olarak değerlendirilebiliyormu? Herşeyden önce iyi değerlendirmenin , çok verimli bir jeolojik çalışma ve yeni mostralara dikkatlice takibi ve diğer bütün uygun işletme yöntemleri sayesinde olacağı tahmin edilmektedir.

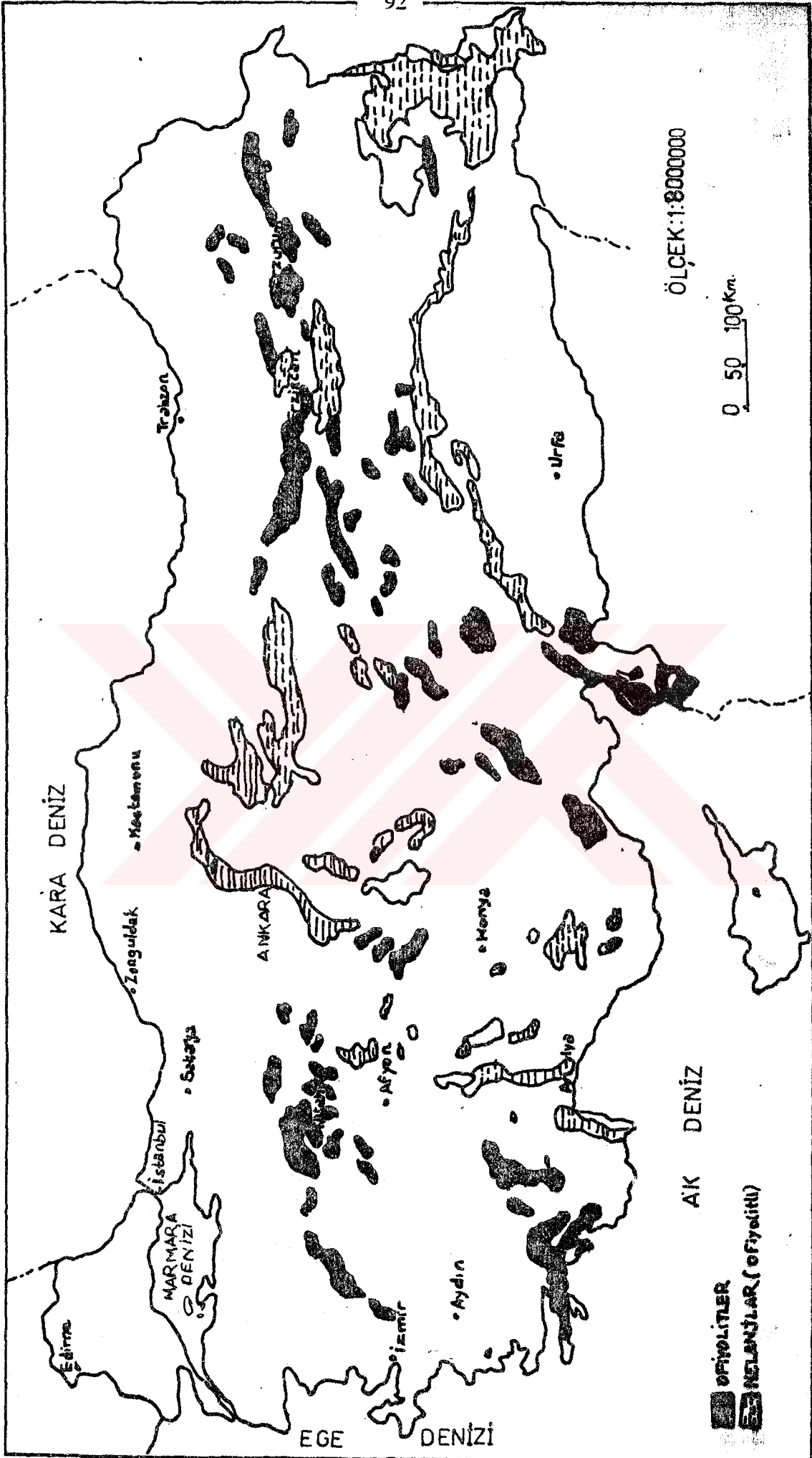


KAYNAKLAR

- [1]. KAYA, MUAMMER., Manyezit ve Bazik Refrakterler Teknolojisi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, s. 15 - 100, 1993
- [2]. INDUSTRIAL Magnesite and Related Minerals, USA, s. 880-890 1983
- [3]. MAGNEZİT., MTA Yayını, 1975
- [4]. UZ, BEKTAŞ., Petrografi II, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, s 60-100, 1986
- [5]. BARUTOĞLU, ÖMER., Tavşanlı Yaylacık Bölgesi Maden Ocakları Varlık Durumu Raporu, Comag. Tavşanlı, s. 15-25, 1972
- [6]. MANAV, HALİS., Tavşanlı, Yaylacık Bölgesi Manyezitlerinin Oluşumu, Yüksek isans Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, s. 15-60
- [7]. JOHANNES, W., An Experimental Investigations of The System, MgO-SiO₂-H₂O-CO₂, American Journal Of Science, Vol .267, 1969.
- [8]. YENİYOL, M., Yunak (KONYA), Manyezitlerinin Oluşum Sorunları ve Değerlendirilmesi, İÜ, Doktora Tezi, İstanbul, 1979
- [9]. NEBERT, K., Ultrabazik ve Bazik Saha Masiflerinin Serpantinleşmesi İle İlgili Müşahadeler, MTA Dergisi, No: 52, 1959.
- [10]. IRVINE - BARAGAR, W.R.A., Aguide to the chemical classification of the common volcanic rocks Can J.Earth Sci, Vol 8(5) pp. 523 - 548, 1971.
- [11]. MULLEN, E.B., A Minor Element discriminant for bazaltic rocks of oceanic environment and its implications for petrogenesis, Earth, planet, SC: letters 62, p. 53 - 62, 1983.
- [12]. PEARCE, S.A. and NORRY, M.J., Petrogenesis implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in Volcanic rocks continuations to Mineralogy and Petrology 69, p.33 - 47, 1979.
- [13]. COLEMAN, R.G., Ophiolite, Ancient Oceanic Lithosphere, Springer Verlag, Berlin- Heidelberg, Newyork, 1977.

EKLER





EK B: TÜRKİYE'DE OFİYOLİTLER



ÖZGEÇMİŞ

Numan Elmas 1967 'de İstanbul 'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini , yine aynı şehirde tamamladı. Şişli Lisesini bitirdi. 1985 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü' ne girdi. 1989 yılında Jeoloji Mühendisi ünvanını aldı. 1990 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi bölümünde yüksek lisansa başladı 1993 yılında burayı bitirerek Yüksek İşletmeci diploması aldı. Daha sonra Ekim 1993 de, Jeoloji Mühendisliği Yüksek Lisans programına kayıt oldu ve halen burada öğrenimine devam etmektedir.

