

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SARNIÇKÖYÜ (AZDAVAY/KASTAMONU) FOSİLLİ NERİTİK
KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEMET ULAŞ

TEMMUZ 2019

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SARNIÇKÖYÜ (AZDAVAY/KASTAMONU) FOSİLLİ NERİTİK
KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ**

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Demet ULAŞ

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

ZONGULDAK

Temmuz 2019

KABUL:

Demet ULAŞ tarafından hazırlanan "Sarıçk y  (Azdavay/Kastamonu) Fosilli Neritik Kireçtaşlarının Mermer Olarak Kullanılabilirliği" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak B lent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir.
30/07/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

Zonguldak B lent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

 ye : Doç. Dr. Gültekin KAVUŐAN

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

 ye : Dr. Öğr. Üyesi Gürkan BACAĞ

Zonguldak B lent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen  ğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum./..../2019


Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



"Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim."

Demet ULAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SARNIÇKÖYÜ (AZDAVAY/KASTAMONU) FOSİLLİ NERİTİK KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ

Demet ULAŞ

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

İkinci Danışman: Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ

Temmuz 2019, 71 sayfa

Bu çalışmada; Kastamonu ili Azdavay ilçesi Sarnıçköyü sınırları içerisinde kalan, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı neritik fosilli kireçtaşlarının, mermer olarak kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bilimsel olarak mermer; kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının ısı-basınç altında başkalaşıma uğrayarak rekristalize olması ile oluşmuş metamorfik kayaç olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde; blok verebilen, kesilerek parlatılıp cilalanabilen, dayanımlı ve albenisi olan her türlü kayaç (magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçlar) mermer olarak tanımlanmakta ve de değerlendirilmektedir.

Çalışmada; sahanın jeolojik haritası, yapısal faktörler incelenmiş, blok verimliliği araştırılmıştır. Mermer üretimi yapmakta olan işletme ocağından alınan, fosilli kireçtaşı örnekleri üzerinde fiziksel özellikler (sertlik, birim hacim ağırlığı, porozite, su emme) ve jeomekanik özellikler (basınç dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, don sonrası yoğun yük

ÖZET (devam ediyor)

altında bükülme dayanımı, eğilme dayanımı, aşınma dayanımı, darbe dayanımı) belirlenmiştir.

Sahadan mermer örneklerinin alımında, örneklerin deneysel çalışmalara hazırlanmasında ve deneysel çalışmalarda Türk Standartları kullanılmıştır. Sahadaki neritik fosilli kireçtaşları Üst Jura-Alt Kretase yaşlı olup yarı kristalize mermer olarak, İnaltı Formasyonu içerisinde yer almaktadır. Bölgedeki kireçtaşlarının kalsitçe zengin, dolomit ve diğer minerallerce fakir olduğu görülmektedir. Çalışma alanındaki kireçtaşları, gri renkli olup yer yer açık gri/koyu gri renklerde olabilmektedir. Bu renkler mermer piyasasında Moron (koyu gri) ve Diwonhvi (Açık gri) olarak adlandırılmaktadır. Örnekler üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda; sertlik değerinin (Mohs) 3,5-4,0 arasında, birim hacim ağırlık $2,65-2,75\text{g/cm}^3$ arasında, görünür porozite değerinin %0,20-0,25 arasında, gerçek porozite değerinin %0,50-0,60 arasında, ağırlıkça su emme değerinin %0,08-0,09 arasında, hacimce su emme değerinin %0,230-0,255 arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerde yapılan jeomekanik deneylerde; tek eksenli basınç dayanımı değerinin $1350-1450\text{kg/cm}^2$ arasında, don sonrası tek eksenli basınç dayanımı değerinin $1245-1255\text{kg/cm}^2$ arasında, yoğun yük altında bükülme dayanımı değerinin $135-155\text{kg/cm}^2$ arasında, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı periyot değerinin $125-135\text{kg/cm}^2$ arasında, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi değerinin $5,63-5,72\text{kg/cm}^2$ arasında, eğilme (esneklik) dayanımı değerinin $160-165\text{kg/cm}^2$ arasında, darbe dayanımı değerinin $5,65-5,75\text{kg.cm/cm}^3$ arasında, aşınma dayanımının $10,1-11,2\text{cm}^3/50\text{cm}^2$ arasında olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen bilgilerde, Sarnıçköyü (Azdavay/Kastamonu) fosilli neritik kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilceği görülmektedir. Ocakta üretimi yapılan mermer bloklarının verimliliği hacimsel olarak %12-20 arasında değişmektedir. Mermer bloklarının bu verimlilik değerine, ocağın yapısal konumu ve özellikleri (süreksizlikler, faylanmalar, vs.) ile çatlakların yüzeyde güneş yanığına maruz kalma derecelerine göre değişimleri etken olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Azdavay, İnaltı, Mermer, Kireçtaşı, Moron.

Bilim Kodu: 606.04.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE NERITIC LIMESTONES WITH FOSSILS IN THE SARNIÇKÖYÜ (AZDAVAY/KASTAMONU) USABILITY AS MARBLE

Demet ULAŞ

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Thesis Advisor: Assist. Prof. İbrahim BUZKAN

Co-Advisor: Assist. Prof. Ahmet KARAKAŞ

July 2019, 71 pages

The aim of in this study was to investigate the possibility of using the Upper Jurassic-Lower Creates aged neritic fossil limestones within the borders of Sarnıçköy of Azdavay district of Kastamonu province as marble. Scientifically marble; limestone and dolomitic limestone are metamorphic rocks formed by heat-pressure metamorphism. Today, all kinds of rocks (igneous, metamorphic and sedimentary rocks) that can be block-giving, cut and polished, durable and attractive are identified and evaluated as marble.

In the study; geological map of the field, structural factors were examined and block efficiency was investigated. Physical properties (hardness, volume weight, porosity, water absorption) and geomechanical properties (compressive strength, compressive strength after frost, bending strength under heavy load after frost, bending strength, abrasion resistance, impact resistance) were determined on the samples of fossil limestone taken from the

ABSTRACT (devam ediyor)

operating quarry producing marble. Turkish Standards were used in the purchase of marble samples from the area, preparation of samples for experimental studies and experimental studies. The neritic limestones with fossils at the area are older than the Upper Jurassic-Lower Cretaceous and are semi-crystallized marble, located in the İnaltı formation. The limestones in the area are rich in calcite and poor in dolomite and other minerals. The limestones in the study area are grey in colour and may be light grey/dark grey in colour from place to place. These colours are called Moron (dark grey) and Diwonhvi (light grey) in the marble market. Experimental studies on the samples showed that hardness value (Mohs) between 3,5-4,0 unit volume weight between 2,65-2,75 g/cm³, visible porosity value between 0,20-0,25%, actual porosity value between 0,50-0,60%, water absorption value by weight between 0,08-0,09%, water absorption value by volume between 0,230-0,255%. Geomechanical experiments in samples; the value of uniaxial compressive strength 1350-1450kg/cm² between the value of uniaxial compressive strength after freezing 1245-1255kg/cm² between the bending resistance value under heavy load 135-155kg/cm² between the value of the bending strength after freezing under heavy load period 12 125-135kg/cm² between the change in the value of bending strength after freezing under heavy load, 5,63-5,72 kg/cm² between the bending (flexibility) resistance value of 160-165kg/cm² between the value of the impact resistance of 5,65-5,75 kg.cm/cm³ between, abrasion resistance 10,1-11,2cm³/50cm² were determined to be between.

The information obtained in this study shows that neritic limestones in the Sarnıçköy (Azdavay/Kastamonu) can be used as marble. The efficiency of marble blocks produced in the quarry varies between 12-20% volumetric. Efficiency value of marble blocks, structural position and properties of Quarry (discontinuities, faulting, etc.) changes of cracks on the surface according to the degree of exposure to sunburn are factors.

Keywords: Azdavay, İnaltı, Marble, Limestone, Moron.

Science Code: 606.04.01

TEŞEKKÜR

Öncelikli olarak bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, yüksek lisans tez çalıőmamda bilgi birikimi ile bana yol gösteren ve destekleyen gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerinden faydalanacağımı düőündüğüm kıymetli danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi İbrahim BUZKAN'a teőekkürü bir borç bilirim.

Tez yazım aşamasında benden desteklerini esirgemeyen Gülkan Madencilik A.Ő.'ne ve çalıőanı, meslektaőım Serkan AKIROğLU'na çok teşekkür ederim.

Bölent Ecevit Üniversitesinde Yüksek Lisans tez çalışmasına baőladıęımda, dersini aldığım hocam Dr.Öğr.Üyesi Gürkan BACAK'a yardımlarından dolayı, Jüri üyesi Doç.Dr. Gültekin KAVUŐAN'a (A.Ü.) tez savunmasındaki yapıcı eleőtirilerinden dolayı teőekkürü borç bilirim.

Tez çalıőmam ve öğrenim hayatım boyunca her koőulda maddi ve manevi destek sağlayan aileme teőekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ	xvii
SİMGELER DİZİNİ.....	xix
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 MERMER OLARAK KULLANILAN KAYAÇLARIN SINIFLANDIRILMASI 3	
2.1 MAGMATİK KAYAÇLAR.....	3
2.1.1 Derinlik Kayaçları.....	3
2.1.2 Yarı Derinlik Kayaçları.....	3
2.1.3 Yüzey Kayaçları.....	4
2.2 METAMORFİK KAYAÇLAR	4
2.2.1 Yönlenme Gösteren Metamorfik Kayaçlar	4
2.2.2 Yönlenme Göstermeyen Metamorfik Kayaçlar	4
2.3 SEDİMANTER KAYAÇLAR	5
2.3.1 Kırıntılı Sedimanter Kayaçlar	5
2.3.2 Kimyasal Kökenli Sedimanter Kayaçlar.....	6
2.3.3 Organik Yanıcı Kayaçlar	7
2.3.4 Artık Sedimanter Kayaçlar	7
2.4 MERMER.....	7

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 3 MERMER ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNALAR.....	9
3.1 ELMAS TEL KESME MAKİNASI.....	9
3.1.1 Elmas Tel Kesme Makineleri ile Üretim Yöntemi	10
3.2 LAZER MERMER KESİCİ	11
3.4 RAYLI KESME MAKİNASI	12
BÖLÜM 4 MERMERLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ.....	13
4.1 MERMERLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLER	13
4.1.1 Özgül Ağırlık Tayini.....	13
4.1.2 Birim Hacim Ağırlık, Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranı.....	13
4.1.3 Porozite	14
4.2 MERMERLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ	15
4.2.1 Basınç Dayanımı	15
4.2.2 Don Sonrası Basınç Dayanımı	15
4.2.3 Eğilme (Esneklik) Dayanımı.....	16
4.2.4 Aşınma Dayanımı	16
BÖLÜM 5 SARNIÇKÖY (AZDAVAY/KASTAMONU) SAHASINDA GÜLKAN MADENCİLİK TARAFINDAN ÜRETİLEN MERMER OCAĞI HAKKINDA GENEL BİLGİLER	19
5.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	19
5.2 ÇALIŞMA ALANININ YERİ VE ULAŞIMI	19
5.3 COĞRAFİK BİLGİLER.....	22
5.4 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	22
5.4.1 Ballıdağ - Çangaldağı (Kastamonu) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi	23
5.4.2 Yongalıdağ Formasyonu.....	24
5.5 JEOLojİ.....	25
5.5.1 Çalışma Alanının Jeolojisi	25

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
5.4.2 İnaltı Formasyonu	29
5.4.2 Yongalıdağ Formasyonu	30
5.5 ÜRETİM DURUMU	32
BÖLÜM 6 MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
6.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	35
6.1.1 Çatlak, Tabaka Doğrultu ve Eğimlere Gül Diyagramı	35
6.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI.....	44
6.2.1 Jeomekanik ve Fiziksel Deney İncelemeleri.....	44
6.2.2 Örneklerin Hazırlanması.....	44
6.2.2.2 Birim hacim ağırlığı deneyi.....	45
6.2.2.3 Su emme deneyi	46
6.2.2.4 Porozite deneyi.....	48
6.2.2.5 Görünür porozite deneyi.....	49
6.2.2.6 Tek eksenli basınç dayanımı deneyi.....	50
6.2.2.7 Don sonrası tek eksenli basınç dayanımı deneyi 12 periyot	51
6.2.2.8 Yoğun yük altında bükülme dayanımı deneyi.....	51
6.2.2.9 Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot deneyi.....	52
6.2.2.10 Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi deneyi	52
6.2.2.11 Darbe dayanımı deneyi.....	53
6.2.2.12 Sürtünmeden dolayı oluşan aşınma kaybı direnci deneyi (böhme metodu)....	53
6.2.2.13 Eğilme dayanımı deneyi.....	55
6.2.2.14 Mikroskobik çalışmalar	56
BÖLÜM 7 SONUÇLAR.....	61
KAYNAKLAR.....	63
EK AÇIKLAMALAR	67
ÖZGEÇMİŞ	71



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Kırıntılı sedimanter kayalar.....	6
Şekil 2.2 Sarnıçköyündeki Gülkan Mermer Ocağı'nda üretilmiş mermer blokları	8
Şekil 3.1 Elmas tel ve aparatları.....	10
Şekil 3.2 Sarnıçköy gülkan madencilik ocağında kullanılan köprülü kesme makinası	11
Şekil 3.3 Sarnıçköy gülkan maden ocağında kullanılan raylı kesme makinası	12
Şekil 4.1 Böhme yüzeysel aşındırma cihazı.....	17
Şekil 5.1 Proje alanını gösterir yer bulduru haritası.....	20
Şekil 5.2 Mermer sahasının uydudan görünümü 1.....	20
Şekil 5.3 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 2.....	21
Şekil 5.4 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 3.....	21
Şekil 5.5 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 4.....	22
Şekil 5.6 İnceleme alanı ve çevresinin stratigrafik dikme kesiti.....	27
Şekil 5.7 Azdavay Sarnıçköy bölgesine ait jeolojik harita.....	28
Şekil 5.8 Ocağın jeolojik haritada bulunduğu yerin gösterimi (Ölçek: 1/25.000).	29
Şekil 5.9 Orbitalina sp.	31
Şekil 5.10 Globigerina sp.	31
Şekil 5.11 Sarnıçköy gülkan mermer ocağına ait mermerlerin görünümü	32
Şekil 5.12 Sarnıçköy gülkan mermer ocağına ait mermerlerin üstten görünümü	33
Şekil 6.1 Azdavay Sarnıçköy sahasındaki çatlakların yönü (1).	36
Şekil 6.2 Azdavay Sarnıçköy sahasındaki çatlakların yönü (2).	36
Şekil 6.3 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı	37
Şekil 6.4 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.....	37
Şekil 6.5 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi eğim yönü gül diyagramı	38
Şekil 6.6 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi doğrultu gül diyagramı	38
Şekil 6.7 1. Çatlak düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 6.8 Azdavay, sarnıçköy mevkii 2. çatlak düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı	39
Şekil 6.9 Azdavay, sarnıçköy mevkii 2. çatlak düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.....	40
Şekil 6.10 Azdavay, Sarnıçköy mevkii 2. çatlak düzlemi eğim yönü gül diyagramı.	40
Şekil 6.11 Azdavay, Sarnıçköy mevkii 2. çatlak düzlemi doğrultu gül diyagramı.....	41
Şekil 6.12 2. Çatlak düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.	41
Şekil 6.13 Azdavay Sarnıçköy mevkii tabaka düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı	42
Şekil 6.14 Azdavay Sarnıçköy mevkii tabaka düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.....	42
Şekil 6.15 Azdavay Sarnıçköy mevkii tabaka düzlemi eğim yönü gül diyagramı.	43
Şekil 6.16 Azdavay Sarnıçköy mevkii tabaka düzlemi doğrultu gül diyagramı.....	43
Şekil 6.17 Tabaka düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.....	44
Şekil 6.18 Böhme yüzey aşındırma cihazı	54
Şekil 6.19 Deney örneklerinin kalınlıklarının ölçüldüğü noktalar	54
Şekil 6.20 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.....	57
Şekil 6.21 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.....	57
Şekil 6.22 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu kireçtaşı 2 ince kesit görünümü.....	58
Şekil 6.23 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.....	58
Şekil 6.24 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu fosilli, kireçtaşı ince kesit görünümü.	59
Şekil 6.25 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu fosilli, kireçtaşı ince kesit görünümü.	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Kimyasal ve biyokimyasal kökenli çökel kayaçların sınıflandırılması.	6
Çizelge 4.1 Birim hacim ağırlıklarına göre kayaçların sınıflandırılması.....	13
Çizelge 4.2 Kayaçların porozitelerine göre sınıflandırılmaları.....	14
Çizelge 6.1 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait birim hacim ağırlık değerleri.....	46
Çizelge 6.2 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait hacimce su emme değerleri.....	47
Çizelge 6.3 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait ağırlıkça su emme	48
Çizelge 6.4 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait gerçek porozite değerleri.....	49
Çizelge 6.5 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait görünür porozite değerleri.....	49
Çizelge 6.6 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri.....	50
Çizelge 6.7 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait don sonrası tek eksenli basınç dayanımı 12 periyot değerleri.....	51
Çizelge 6.8 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait yoğun yük altında bükülme dayanımı.....	51
Çizelge 6.9 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot.....	52
Çizelge 6.10 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi.....	53
Çizelge 6.11 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait darbe dayanımı değerleri.....	53
Çizelge 6.12 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait aşınma kaybı direnci değerleri.....	55
Çizelge 6.13 Eğilme dayanım değerleri.....	56



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
EK A: TABAKA 1	67
EK B: TABAKA 2	68
EK C: ÇATLAK DÜZLEMİ 1	69
EK D: ÇATLAK DÜZLEMİ 2	70





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Δm	: Örneğin 50 cm ² yüzeyinde meydana gelen aşınma oranı
ΔV	: Örneğin 50 cm ² yüzeyindeki hacim kaybı
A	: Taşın yük uygulanan yüzünün alanı
b	: Örneğin böhme yüzey aşınma kaybı değeri
d ₀	: Örneğin deneyden önceki ortalama kalınlığı
d ₁	: Örneğin deneyden sonraki ortalama kalınlığı
dh	: Örneğin birim hacim ağırlığı
dh	: Taşın hacim kütlesi
F _b	: Taşın basınç mukavemeti
F _{eğ}	: Eğilme dayanımı
G _d	: Taşın doygun haldeki kütlesi
G _d	: Değişmez kütleye kadar kurutulmuş taşın kütlesi
G _{ds}	: Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi
G _k	: Değişmez kütleye kadar kurutulmuş deney örneğinin kütlesi
h	: Örneğin et kalınlığı
k	: dh / d ₀ doluluk oranı
L	: Deneyin yapıldığı levhanın sabit genişliği
M _i	: Örneğin aşınma öncesi ağırlığı
M _s	: Örneğin aşınma sonrası ağırlığı
P	: Taşın porozitesi
P _g	: Taşın görünen porozitesi
P _k	: Kırılmaya sebep olan en büyük yük
P _k	: Örneğin yenilme yükü (kgf)
S _k	: Taşın kütlece su emme oranı
S _h	: Taşın hacimce su emme oranı
S _k	: Taşın kütlece su emme oranı
V	: Deney örneğinin hacmi



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Geçmişte, karbonat kökenli kayalar mermer olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram günümüzde değişmiş olup, parlatılabilen (cila tutan) tüm kayalar mermer olarak işlem görmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte granit gibi kayalarda işlenebilmekte ve bu kayalarda, literatürde mermer olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle mermerler kendi içlerinde detaylı olarak sınıflandırılmaktadır.

Bugün kireçtaşı, mermer ve granite kadar farklı kayaların mermer olarak üretimi yapılmakta, ticari boyutta ele alınmaktadır. Mermer, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarının basınç ve ısı altında başkalaşıma uğrayarak kristalleşmesiyle oluşan bir metamorfik kayadır. Ticari olarak baktığımızda, parlatıldığı zaman iyi cila kabul ederek göze güzel görünen her türlü kayaç (kireçtaşı, traverten, granit, diyabaz, vs.) mermer içinde tanımlanmaktadır. Oluşumlarına ve yataklanma durumlarına göre mermerlerin açılan ocaklarda bloklar halinde üretimi yapılır. Yarı işlenmiş şekilde üretimi gerçekleşen bloklar, fabrikalarda kesilerek levha haline getirilir. Bu levhalar silme ve cilalama işlemi ile parlatılarak, talep edilen ölçülerde, yapıların iç ve dış kaplamaları ile kullanılmak üzere sektöre sunulur (Azizoğlu 2005).

Kastamonu Azdavay bölgesindeki üretilen mermer, tanımında belirtilen parlatıldığı zaman iyi cila kabul ederek göze güzel görünen kireçtaşları türlerine dahil edilmektedir. Bu çalışmada Kastamonu Azdavay bölgesindeki karbonat kökenli kireçtaşlarının yer aldığı ocaktaki kayaların mermer olarak kullanım olanakları incelenmektedir.



BÖLÜM 2

MERMER OLARAK KULLANILAN KAYAÇLARIN SINIFLANDIRILMASI

Günümüzde; renk ve desen gibi albenisi olan, cila tutan, kullanım yerine göre belirli bir dayanımı ve porozitesi olan, blok verebilen kayaçlar, sektörde mermer olarak adlandırılmaktadır. Yerkabuğunu oluşturan kayaçlar; magmatik, metamorfik ve sedimanter olarak üç grupta toplanmaktadır.

2.1 MAGMATİK KAYAÇLAR

Yerkabuğunun altındaki mantodan itibaren yeryüzüne doğru ilerleyen sıvı, viskoz mantodan olivin minerallerinin kristalleşmesi ile magmatik kayaçlar oluşmaya başlamaktadır. Bu minerallerin oluşumu/kristalleşmesi 5 km derinlikten daha derinde ise granit, siyenit, gabro, vs. gibi derinlik kayaçları oluşmaktadır. Bu kristalleşme derinliği 3-1km aralığında ise yarı derinlik kayaçları, 1 km'den daha az ise yüzey kayaçları oluşmaktadır.

2.1.1 Derinlik Kayaçları

Derinlik kayaçları; tüm kristallin yapı ve eş taneli kristal dokuları, açık-koyu renkli (siyenit, granit, gabro vs.), silis-feldispat-feldispatoyid minerallerinin hakim olması ile tanımlanırlar.

2.1.2 Yarı Derinlik Kayaçları

Yarı derinlik kayaçları; tüm kristallin yapı ve farklı tane boyutundaki kristalin dokuları, açık-koyu renkli (siyenit porfir, granit forfir, gabro forfir vs.) silis-feldispat-feldispatoyid minerallerinin hakim olması ile tanımlanırlar.

2.1.3 Yüzey Kayaçları

Yüzey kayaçları; kristallin yapı ile farklı tane boyutundaki kristalin dokuları ve volkanik camdan oluşan hamur, açık-koyu renkli (trakit, riyolit, bazalt vs.), silis-feldispat-feldispatoyid minerallerinin ve volkanik cam-mikrolitler hakim olması ile tanımlanırlar.

2.2 METAMORFİK KAYAÇLAR

Metamorfik kayaçlar; bozunma ile diyajenezin geliştiği bölgelerin dışında, daha önce oluşmuş kayaçların, oluşumu esnasında var olan koşullardan farklı kimyasal ve fiziksel koşullar (yüksek sıcaklık, basınç, vs.) nedeni ile katı durumlarını koruyarak mineralojik yönden değişikliğe uğramaları ile oluşurlar. Bu kayaçlar oluşumlarında etken olan koşullara göre, yönlenme gösterenler (şist, gnays, vs.) ve yönlenme göstermeyenler (hornfels, mermer vs.) olarak 2 grupta toplanırlar.

2.2.1 Yönlenme Gösteren Metamorfik Kayaçlar

Yönlenme gösteren sleyt metamorfik kayaç olarak tanımlanır. Bu kayaç türünde yönlenme gösterecek şekilde mineral taneleri tabakaya paralel ya da yapıya sarılmış durumdadır. Yüksek sıcaklık ve basınca maruz kalmış olursa sleyt, yüksek dereceli metamorfizma kayacı olan şiste dönüşebilir. Yeniden kristalleşme süreci kristal boyutunu ve mineral tanelerinin paralellliğini artırır (Keller 2006).

2.2.2 Yönlenme Göstermeyen Metamorfik Kayaçlar

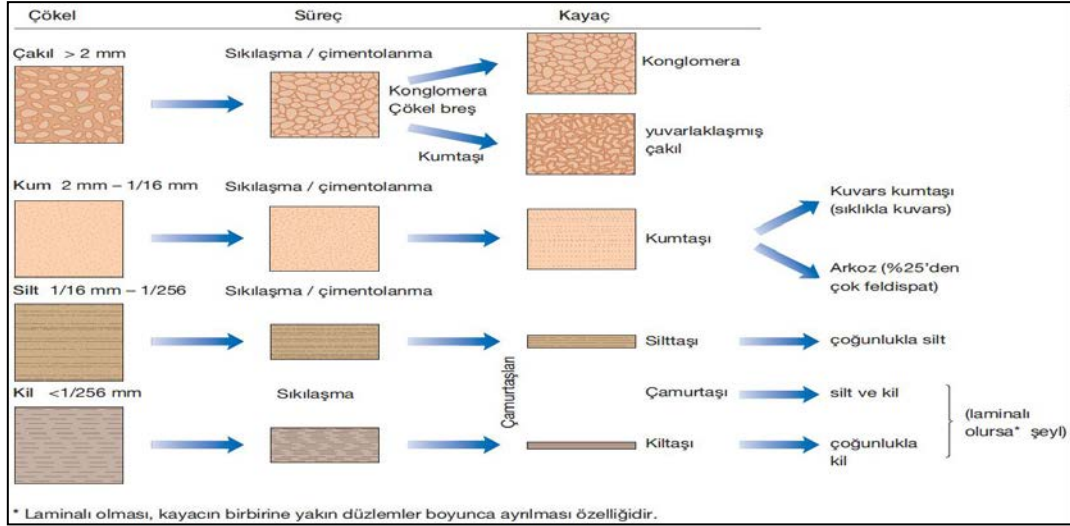
Metamorfik kayaçların hepsi yönlenme göstermez. Genellikle kalsit (CaCO_3) mineralinden meydana gelen mermer, yönlenme göstermeyen metamorfik kayaca örnektir. Mermer kireçtaşının metamorfizması sonucu oluşan, bölgesel metamorfizmaya bağlı olarak bazen de kontak metamorfizması sonucunda oluşur. Metamorfik süreç kalsitin iri kristaller şeklinde yeniden kristalleşmesine sebep olur. Ana kaya nispeten saf kireçtaşı ise, Mikelanj'ın çalışmalarında tercih edeceği türden beyaz mermer oluşur. Kuvarsit yönlenme göstermeyen bir başka metamorfik kaya örneğidir. Kuvarsça zengin kumtaşının bölgesel metamorfizması sonucu kuvarsit oluşur (Keller 2006).

2.3 SEDİMANTER KAYAÇLAR

Yeryüzünde sedimanlar; her çeşit kayacın fiziksel ve kimyasal bozunması sonucu dağılarak olduğu yerde kalması veya değişik yollarla taşınarak, tekrar çökmesi-depolanması sonucu oluşurlar. Sedimanter kayaçlar ise taneleri birbirleri ile bağlantılı durumda olmayan sedimanların değişik süreçler sonucu; sıkışması, pekişmesi ile meydana gelirler. Sedimanter bir kayacın oluşumunda en az dört süreç etkili olmaktadır. Bunlar sırası ile mevcut kayacın bozunmaya uğraması, bozunma sonucu meydana gelen bileşenlerin mekanik olarak veya suda çözülmüş bir şekilde taşınması, taşınan bileşenlerin bir yerde depolanması veya çökeltilmesi (sedimantasyon), bu şekilde oluşan sedimanların sertleşmesi, taşlaşması (diyajenez) ile sedimanter bir kayacın oluşum süreci tamamlanır. Bazı durumlarda yukarıda belirtilen süreçlerden ikinci ve üçüncüsü etkili olmayabilir ve bileşenler oldukları yerde, bir taşınmaya uğramadan kalabilirler. Ayrıca taşınma uzun veya kısa sürebilir ve özellikle denizel sedimanların oluşumunda ise biyolojik süreçler önemli bir rol oynayabilir. Sedimanter kayaçların jenetik yönden sınıflandırılmaları oldukça zordur. Çünkü bir kayaç değişik yollardan, örneğin detritik, kimyasal ve organik kireçtaşlarında olduğu gibi değişik süreçler sonucu oluşabilir. Sedimanter kayaçları belirten bu zorlukları mümkün olduğu kadar dikkate almak ve ilgili kayaç gruplarının tanımlanmalarında özellikle belirterek açıklamak şartı ile başlıca iki büyük grup altında toplanmaktadır.

2.3.1 Kırıntılı Sedimanter Kayaçlar

Kırıntılı sedimanter kayaçlar; belirli tane boyutundaki kırıntıların bir çimento (silis, karbonat, kil mineralleri, organik madde, vs.) ile bağlanması, diyajenez (taşlaşma) geçirmesi sonucunda oluşurlar. Kırıntılı sedimanter kayaçlar tane boyutuna göre büyükten küçüğe doğru; konglomera, kumtaşı, silttaşı ve kiltası olarak adlanmaktadır (Şekil 2.1). Volkanik kökenli kırıntılı sedimanter kayaçlar ise tane boyutuna göre; aglomera ve tuf olarak adlanmaktadır. Kumtaşı ve çakıltası, şeyl ve silttaşından daha iri taneli olup tüm sedimanter kayaçların yaklaşık % 25'ini oluşturur (Keller 2006).



Şekil 2.1 Kırıntılı sedimanter kayaçlar (Dirik 2006).

2.3.2 Kimyasal Kökenli Sedimanter Kayaçlar

Kimyasal sedimanter kayaçlar; karbonatlı kayaçlar (kireçtaşı ve dolomitler), demir ve manganlı kayaçlar, silisli sedimanter kayaçlar, fosfatlı sedimanter kayaçlar ve evaporitler olarak adlandırılmaktadır. Tüm sedimanter kayaçların toplam hacminin % 10'unu temsil eden en yaygın kimyasal sedimanter kayaç kireçtaşıdır. Kimyasal ve biyokimyasal kökenli çökel kayaçların sınıflandırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir (Keller 2006).

Çizelge 2.1 Kimyasal ve biyokimyasal kökenli çökel kayaçların sınıflandırılması.

	Adı	Sınıfı	Kimyasal Bileşimi	Dokusu
Kimyasal	Kireçtaşı	Kimyasal	CaCO_3	Değişken
	Dolomit		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Değişken
	Jips		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kristalin
	Halit /Kayatuzu		NaCl	Kristalin
	Silvin		KCl	Kristalin
	Çört		SiO_2 , $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Kriptokristalin Lifler
Biyokimyasal	Kireçtaşı	Biyokimyasal	CaCO_3 ve Fosil Kavkılar	Kırıntılı
	Kömür		C-H-N-O-S	----

2.3.3 Organik Yanıcı Kayaçlar

Organik yanıcı kayaçlar; olgunlaşmalarına ve karbon içeriklerine göre turba, linyit, taşkömürü, antrasit ve grafit olarak adlandırılmaktadır.

2.3.4 Artık Sedimanter Kayaçlar

Artık sedimanter kayaçlar; terrarosa, boksit vs. olarak adlandırılmaktadır.

2.4 MERMER

Tamamen kalsit ve dolomit minerallerinden oluşan karbonatlı kayaçların metamorfizması sonucu mermerler meydana gelmektedir. Mermerlerde bu minerallerin dışında yeni minerallere pek rastlanılmaz. Eğer köken kayaçta az miktarda başka bileşenler varsa, daha önce kalkıştelerde belirtilen mineraller burada da oluşmaktadır. Burada, var olan kimyasal veya klastik (kırıntılı) kireçtaşlarının yapısal ve dokusal özellikleri, metamorfizma sonucu tamamen ortadan kalkabilir. Ancak bazen özel durumlarda ve özellikle düşük dereceli metamorfizmaya uğramış kayaçlarda bu özelliklerin kısmen korunması da mümkündür. Örneğin şeyl içinde var olan kireçtaşı mercceklerinin sahip olduğu birincil özellikler, şeyl, fillit'te metamorfize olduktan sonra bir ölçüde korunabilir. Burada fillit içindeki karbonat metamorfizma esnasında tamamen izole edilmiş ve metamorfizmanın mekanik etkileri, metamorfizma esnasında fillitin kısmen plastik bir özellik göstermesi nedeni ile karbonata pek iletilmemiş olabilir. Bunun sonucu kireçtaşı seviyeleri budinler şeklinde kırılabilir ve çok zayıf bir mekanik etkiye ve rekristalizasyona maruz kalabilirler. Kayaçta kataklastik yapı gelişir ve bu durum özellikle eğer köken kayaç biyoklastik bir kayaç ise, güzel bir şekilde gözlenir. Mermerlerde bulunan bileşenlere ait özelliklere değinilecek olunursa; Muskovit, kayaçta dağınık yapraklar halinde, epidot küçük ve renksiz veya sarımsı yeşil taneler halinde bulunur ve düşük dereceli metamorfizmayı karakterize eder. Metamorfizma derecesinin biraz daha artması ile granat mineralleri ortaya çıkar. Bunlar, grossular-andradit serisine aittir ve kahverengi, yeşil, sarı veya beyaz renkler gösterirler. Kayaçta Ca ve Ca-Mg silikatlarının varlığı köken kayaçta genellikle dolomit veya kloritik ve montmorillonitik kilin varlığına işaret eder. Bu silikatlerden tremolit yassı-prizmatik bir biçimde, beyazdan açık yeşile kadar değişen renklere sahip olarak bulunur. Diyopsit, metamorfizma derecesinin yüksek olduğunu gösterir bir kritik mineraldir. Çok az miktarlarda bulunduğu zaman, küçük taneli bir durumda

olduğundan tanınması güç olabilir. Saf olmayan ve kil, diğer silikat mineralleri gibi bileşenler içeren kireçtaşı ve dolomit gibi kayaçların metamorfizması ile az miktarda kalsit içeren ve başlıca Ca, Al, Ca-Mg veya Mg-silikat minerallerinden oluşan kalsilikatik kayaçlar oluşur. Bu kayaçlar saf mermer, şist ve gnayslar ile arakatlı olarak bulunurlar. Kayacın başlıca diyopsit, tremolit-aktinolit, forsterit, grossular-andradit, skapolit, epidot grubu mineralleri, anortitçe zengin plajiyoklas, muskovit, flogopit, spinel, vollastonit gibi mineraller içerdiği gözlenir. Köken kayacın kimyasal bileşimine ve metamorfizma derecesine bağlı olarak bu minerallerin bir veya birkaçının, genellikle kalsit ve kuvars ile birlikte, mükemmel bir şist dokusu meydana getirecek şekilde yönlenmiş olarak buldukları gözlenir. Şekil 2.2’de mermer ocağına ait blok mermer verilmiştir.



Şekil 2.2 Sarnıçköyündeki Gülkan Mermer Ocağı’nda üretilmiş mermer blokları.

BÖLÜM 3

MERMER ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNALAR

3.1 ELMAS TEL KESME MAKİNASI

Son 10 yılda içerisinde rastgele kütlelerden blok almak amacıyla elmas tel ile kesme yöntemi geliştirilmiştir. Helezon tel kesme yöntemine göre, sınırlı yatırımı olan ve üretim hızı daha yüksek olan bir yöntemdir. Elmas telin kullanımı ile gerek ocaktan blok alımında gerekse çıkarılmış olan bloklara düzgün şekil vermek için gerekli zaman büyük ölçüde kısalmıştır. Örneğin, bir ocakta 25 m uzunluğunda ve 8 m yüksekliğinde (200 m²) bir dikey kesim, helezon tel kesme yöntemi ile en az 200 iş saati sürer. Elmas tel kullanılması ile 30–32 saat içinde tamamlanabilmektedir. Kesme işlemi, 20–50 m uzunluğundaki elmas telin her yöne dönebilen 30–40 HP gücündeki elektrik motoru tarafından döndürülmesi ile sağlanır. Elmas tel kesme makinasının çalışması için gerekli yatay ve düşey delikler hidrolik delicilerle, genellikle 9 cm açılmaktadır. Yatay ve düşey delik boyları 8–15 cm arasında değişmektedir. Kullanılan elmas tel, 5 mm çaplı çelik telin üzerine 10 mm çaplı elmas boncukların takılması ile oluşturulmaktadır (Şekil 3.1). Elmas boncukların birbirine değmesini önlemek ve telin deliklerden kolay şekilde geçmesini sağlamak için boncuklar arasına çelik yaylar takılmıştır.



Şekil 3.1 Elmas tel ve aparatları (Altaş 2006).

Çalışma sırasında tel hızı 0–40 m/sn, tel gerginliği 0–200 kg'dır. Kesim alanı 3–6 m²/h'tir. Kesme işlemi esnasında ısınan telin sıcaklığı su kullanımı gerçekleştirilerek giderilir. İlk başta çıkarılacak bloğun iki yanından düşey ve yatay delikler açılımı yapılarak yan kesimler yapılır. Daha sonra üstten ve ayna önünde tabandan 6–7 cm aralıklarla delikler delinip kamalar vasıtasıyla ilk blok çıkartılır. İlk blok alınırken delme, kamalama ve tel kesme işlemi birlikte kullanılmaktadır. İlk blok alımından sonra arka ve taban kesimleri elmas tel kullanımıyla yapılır. Basamak sonuna kadar kesim işlemi aynı şekilde devam edilir. Delinen deliklerin çapı 6 inç'tir. Elmas teli bu deliklerden geçirmek için delik dibine kadar bir ip halat uzatılır. Sonra bu halat delik içine sıkılır. Deliğin giriş kısmına basınçlı hava verilerek deliğin diğer tarafından ip halatın çıkması sağlanır. Daha sonra ipin ucuna elmas tel bağlanarak deliklerden geçmesi sağlanır (Altaş 2006).

3.1.1 Elmas Tel Kesme Makineleri ile Üretim Yöntemi

Ülkemizdeki var olan mermer kaynaklarının en iyi şekilde verim alınabilmesi için üretim yöntemleri yerlerini kısa sürede elmas telle kesme üretimine geçilmelidir. Elmas telle kesme üretimi için en önemli etken elmas tel kesme makinesinin kullanımını bilen teknik elemanın olmasıdır. Bu makineler mutlaka işin uzmanı kişiler tarafından kullanılmalıdır. Bu makineleri kullanan her operatörün aynı verim ile kullanabileceği düşünülmemelidir. Elmas tel kesme makineleri kullandıkları enerji türüne göre dizel ve elektrikli olmak üzere iki gruba ayrılır.

Elektrikli elmas tel kesme makinası kullanımının kolay ve ekonomik olmaları tercih sebepleridir. Elmas telle kesme yönteminin temel amacı, deliciler ile delinen deliklerden geçirilen ve üst kısmında elmas boncuklar bulunan tel yardımıyla daha önce belirlenmiş mermer bloğunun ana kütlede ayrılmasını sağlamaktır (Özcan 2010).

3.2 LAZER MERMER KESİCİ

Elektrik enerjisinden özel geliştirilmiş sistemle elde edilen lazer ışınları mermer blokları ya da levhaların üzerine bir yönde verilerek kesme işlemi yapılır. Bu sistem daha araştırma aşamasında olup, sadece laboratuvar ve yarı endüstriyel deneme aşamasındadır. Ekonomik sonuçlar alındığında geliştirilerek endüstri de kullanılması düşünülmektedir (Altaş 2006).

3.3 KÖPRÜLÜ KESME MAKİNASI

Katraktan çıkan plakaların kenarlarının kesimi ve istenilen boyutlara getirilmesi sırasında köprü kesme kullanılır (Şekil 3.2). Birbirine paralel ve yaklaşık 190 cm yüksekliğinde duvarlarda raylar üstünde köprü hareket etmektedir. Köprü üzerindeki testere ve motor, hidrolik olarak ileri-geri gider. Hızı değiştirilebilir. Köprü, duvarlar üzerinde ileri-geri gidebilmektedir. Altta döner yapı vardır. Hidrolik olarak aşağı-yukarı hareket edebilmektedir. Platform yatay durmasına karşın, plakaların yerleştirilmesi amacıyla dik konuma getirilebilmektedir. Testere olarak 600 mm'ye kadar bağlanabilmektedir. Elektronik kontrollü ve programlı tipleri vardır (Altaş 2006).



Şekil 3.2 Sarnıçköy gülkan madencilik ocağında kullanılan köprülü kesme makinası.

3.4 RAYLI KESME MAKİNASI

Şekil 3.3’de Sarnıçköy gülkan maden ocağında kullanılan raylı kesme makinası gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Sarnıçköy gülkan maden ocağında kullanılan raylı kesme makinası.

BÖLÜM 4

MERMERLERİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

4.1 MERMERLERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLER

4.1.1 Özgül Ağırlık Tayini

Özgül ağırlık miktarı arttıkça, mermerin ekonomik değeri yükselmektedir. Mermer çeşitlerinin hepsinin özgül ağırlıkları, standartlara uygun olarak $2,55 \text{ g/cm}^3$ 'ten büyüktür (Arık 2011).

4.1.2 Birim Hacim Ağırlık, Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranı Tayini

Hacim hesabı yapılırken ve kayacın nakliyesi sırasında önemli bir rol oynayan birim hacim ağırlık, mermerlerin en önemli fiziksel özelliklerinden biridir (Arık 2011). Mermerlerin birim hacim ağırlığı $2,2\text{--}3,2 \text{ g/cm}^3$ arasında değişir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Birim hacim ağırlıklarına göre kayaçların sınıflandırılması (Anon 1979a).

Kaya Sınıfı	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (g/cm^3)
Çok Düşük	$< 1,8$
Düşük	$1,8\text{-}2,2$
Orta	$2,2\text{-}2,55$
Yüksek	$2,55\text{-}2,75$
Çok Yüksek	$> 2,75$

4.1.3 Porozite

Kayaç içerisinde bulunan boşluklar porozite olarak tanımlanır. Bir kayacın içerisinde bulunan boşluk hacminin, kayacın tüm hacmine oranı şeklinde ifade edilir ve % olarak gösterilir. Kayacın dayanıklılığı boşluklarının artmasıyla azalmaktadır. Bu nedenle olabildiğince ince kristalli mineraller tercih sebebidir. Kaliteli bir mermerin porozitesi % 0,00-% 0,5 arasında değişmektedir. Kayaçların porozitelerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Özellikle kaliteli mermer ve oniksler ince kristalli yapıya sahip olmalarından ötürü, diğer mermer türlerine nispeten hem daha boşluksuz bir yapıya sahip, hem de ekonomik olarak daha değerlidirler (Arık 2011).

Çizelge 4.2 Kayaçların porozitelerine göre sınıflandırılmaları (Anon 1979a).

Kaya Sınıfı	Porozite Değeri (%)
Çok Düşük	< 30
Düşük	30 – 15
Orta	15 – 5
Yüksek	5 – 1
Çok Yüksek	> 1

4.1.4 Sertlik, Kesilebilme ve Cila Alma

Mermerler için cila alma özelliği de önemli bir özelliktir. Mermerlerin yüzeyleri cilalandıktan sonra gerçek renkleri ortaya çıkar. Bu nedenle iyi cila alma özelliği gösteren mermerler göze daha güzel gözükürler.

Cilalaması iyi olan mermerler diğer mermerlere nispeten tercih sebebi daha fazla olmaktadır. Sert mermerler, iyi cila tutma özelliğine sahip olmasına karşın bu mermerlerin cilalanmaları oldukça uzun süreç ve işçilik istemektedir. Mermerlerin cila alma durumu, mermer içerisinde bulunan yabancı minerallerinde sertliklerine bağlı olarak değişir. Mermerlerin içerisinde sıkıntı çıkarabilecek olan mineraller saptanmalı daha sonra çözüm odaklı çalışmalar yapılmalıdır (Yeşilkaya 1997). İyi cilalanmış fakat mekanik özellikleri zayıf bir mermer, mekanik özellikleri iyi, ama kötü cilaya sahip mermere göre pazarda alımı daha kolay gerçekleşen satış imkanı bulabilmektedir (Şentürk vd. 1996).

Cilalanma işlemi yapılmış olan mermerin yüzeyinde pürüzlülük varsa bu durum mermerin ekonomik değerini olumsuz şekilde etkilemektedir. Cila alma kapasiteleri kaliteli mermerlerin, genellikle iyidir. Bu mermer türlerinin sertlikleri 3–4 arasında değiştiği için kesme ve işlenmeleri kolaydır (Arık 2011).

4.2 MERMERLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

4.2.1 Basınç Dayanımı

Tek eksenli basınç dayanımı, belirli boyuta sahip mermerlerin tek eksenle etkilenen gerilmeler karşısındaki davranışları ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç özelliğidir (Ediz 2002).

Standartlarda belirtildiği gibi doğal taşların basınca karşı mukavemet değerleri, doğal taşın kullanım alanına göre farklılık gösterir. Doğal taşların kullanım yerleri; döşeme, zemin, merdiven basamağı ve yük taşıyıcı mekanları dışında, dekorasyon, süs eşyası ve duvar kaplamalarında kullanılmaktadır. Mermerlerin ve onikslerin; döşeme, zemin, merdiven basamağı vb. yük taşıyıcı mekanlarda kullanımları durumunda basınç dayanımları 500 kgf/cm^2 'den az olmamalıdır (Arık 2011).

4.2.2 Don Sonrası Basınç Dayanımı

Donma özelliği, kayaçları oldukça etkileyen, yıpratıcı bir dış faktördür. Su donduğu zaman, hacmini yaklaşık olarak %10 artırır. Kayaçın gözeneklerine önceden gelen su, donma ısısına geldiği vakit hacmini arttırarak donar. Bu durumda kayaçta içten bir basınç oluşarak, parçalanma başlar. Özellikle -20°C ile $+20^{\circ}\text{C}$ arasındaki ısı değişimleri sırasında kayaçların fiziksel özelliklerine bağlı olarak kırılmalara sebep olabilir (Ediz 2002).

İnşaat sektöründe dış yapıda kullanılması düşünülen mermerlerin don etkisine karşı dayanıklı olmaları istenmektedir. Kireçtaşları bu dayanıklılığı sağladığı için zemin döşemesi, iç ve dış kaplamada kendilerine kolaylıkla kullanım yeri imkanı sağlamıştır (Arık 2011).

4.2.3 Eğilme (Esneklik) Dayanımı

Standart boyutlardaki plaka mermerlerinin belirli bir yönde kırılmaya karşı göstermiş oldukları dirençtir. Genel olarak mermerlerin kullanımı belirli boyut ve kalınlıklarda plaka şeklinde olduğundan eğilme direnci oldukça önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü; plakanın kalınlığı, plakanın boyutu ve destek noktaları arasındaki mesafe mermerin eğilme dayanımına göre tespit edilmektedir (Şentürk vd. 1996).

Eğilme direnci arttıkça mermerlerin kırılmaya karşı dirençleri de aynı oranda artmaktadır. Bu özellik, mermerlerin kullanım yerlerinin saptanmasında, tek eksenli basınç dayanımı kadar önemlidir. Mermer türleri üzerinde TS 699'a göre yapılan deney sonucunda hesabı yapılan eğilme direncinin değeri; mermerler, kireçtaşları, traverten ve oniksler için 60 kgf/cm^2 'den az olmamalıdır (Arık 2011).

4.2.4 Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımı; mermerin yüzeyindeki aşındırıcı maddelerle ortaya çıkan aşınmaya karşı direncidir. Mermerlerin aşınma dayanımlarının bilinmesi oldukça önemlidir. Taban döşemesi ve merdiven basamaklarında kullanılması düşünülen mermer plakaların oluşabilecek aşınma kayıplarının kullanım öncesi laboratuvarında ölçümü, uygun mermer seçimine olanak sağlamaktadır. Ticari tanım açısından mermerler için bilinmesi gereken sürtünme etkisiyle ortaya çıkan aşınma kayıpları, genellikle karbonatlı kayaçlarda yüksek mineral içeriği sahip ve içerdiği minerallerin özellikleri sebebiyle sert taş olarak nitelendirilen magmatik kökenli kayaçlarda ise düşüktür. Mermerlerin aşınma dayanımlarının saptanabilmesi için TS 699'a uygun olarak 71 mm ebatlarında küp örnekler hazırlanmaktadır. Bu örnekler önce $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kurutularak tartılır ve tartım sonuçları kaydedilir. Daha sonra örnekler Şekil 4.1'de görülen böhme yüzey aşındırma deneyine tabi tutulur. Deneyde kullanılan böhme yüzey aşındırma cihazı, 30 dev/dak hızla dönmesi ayarlanabilen 750 mm çapında bir aşındırma diskinde sahiptir. Devir sayısını gösteren bir numarator vardır. Her 22 devir sonunda disk otomatik olarak durmaktadır. Örneği tutacak ve 350 kg yük yükleyecek düzenek mevcuttur. Deneylerde 20 g zımpara tozu sürtünme şeridi üzerine serpilir ve çelik manivela aracılığı ile 30 kg'lık yük uygulanarak deney örneğinin sürtünme şeridine $0,6 \text{ kg/cm}^2$ 'lik bir basınçla bastırılması sağlandıktan sonra disk döndürülür. 22 devir sonunda otomatik olarak disk üzerinden zımpara tozu ve örnek artıkları temizlenir. Yeniden zımpara tozu konularak, örnek düşey eksen

etrafında 90° çevrilir. Her örnek için 22 devirlik 20 aşınma periyodu yani 440 devir uygulanır (Azizoğlu, 2005). Deneylelerdeki ağırlık kaybından dolayı (Δm), hacim azalması (ΔV) aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanır:

$$\Delta m: M_i - M_s$$

$$\Delta m : \frac{\Delta V}{dh}$$

dh

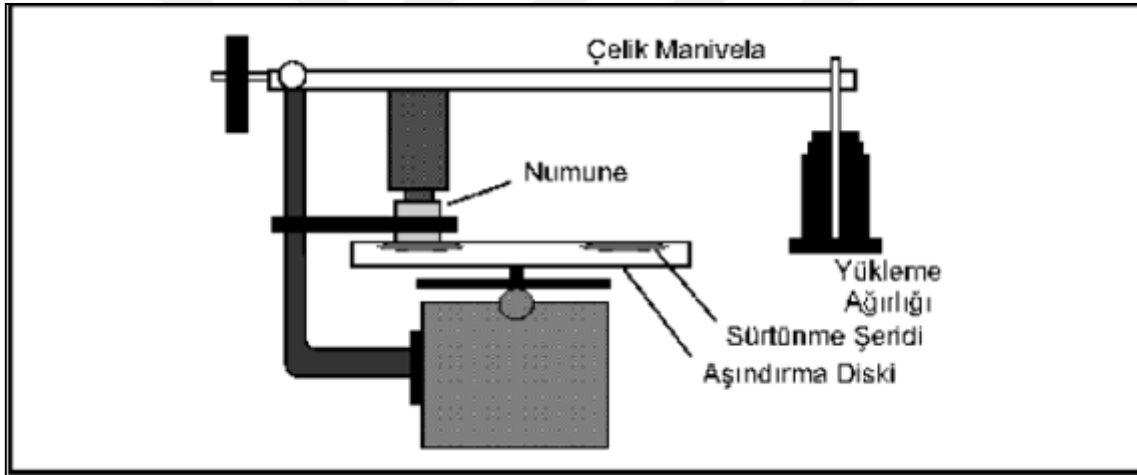
Δm : Örneğin 50 cm² yüzeyinde meydana gelen aşınma oranı, (g/cm²)

M_i : Örneğin aşınma öncesi ağırlığı, (g)

M_s : Örneğin aşınma sonrası ağırlığı, (g)

dh: Örneğin birim hacim ağırlığı, (g/cm³)

ΔV : Örneğin 50 cm² yüzeyindeki hacim kaybı, (cm³/50 cm²)



Şekil 4.1 Böhme yüzeysel aşındırma cihazı (Azizoğlu 2005).



BÖLÜM 5

SARNIÇKÖY (AZDAVAY/KASTAMONU) SAHASINDA GÜLKAN MADENCİLİK TARAFINDAN ÜRETİLEN MERMER OCAĞI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

5.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmanın amacı, Kastamonu ili Azdavay ilçesi Sarnıç köyü sınırları içerisinde yer alan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı neritik fosilli kireçtaşlarının mermer olarak kullanım olanaklarını araştırmaktır. Çalışma kapsamında söz konusu sahada mermer üretimi yapmakta olan Gülkan Madencilik şirketine ait ocaktan alınan fosilli kireçtaşları örnekleri üzerinde fiziksel (sertlik, birim hacim ağırlığı, porozite, su emme) ve jeomekanik (Basınç dayanımı, Don sonrası basınç dayanımı, Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot, Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi, Yoğun yük altında bükülme dayanımı, Eğilme dayanımı, Aşınma dayanımı, Darbe dayanımı) özellikler TS standartlarına uygun bir şekilde ilgili deneyler yapılmıştır.

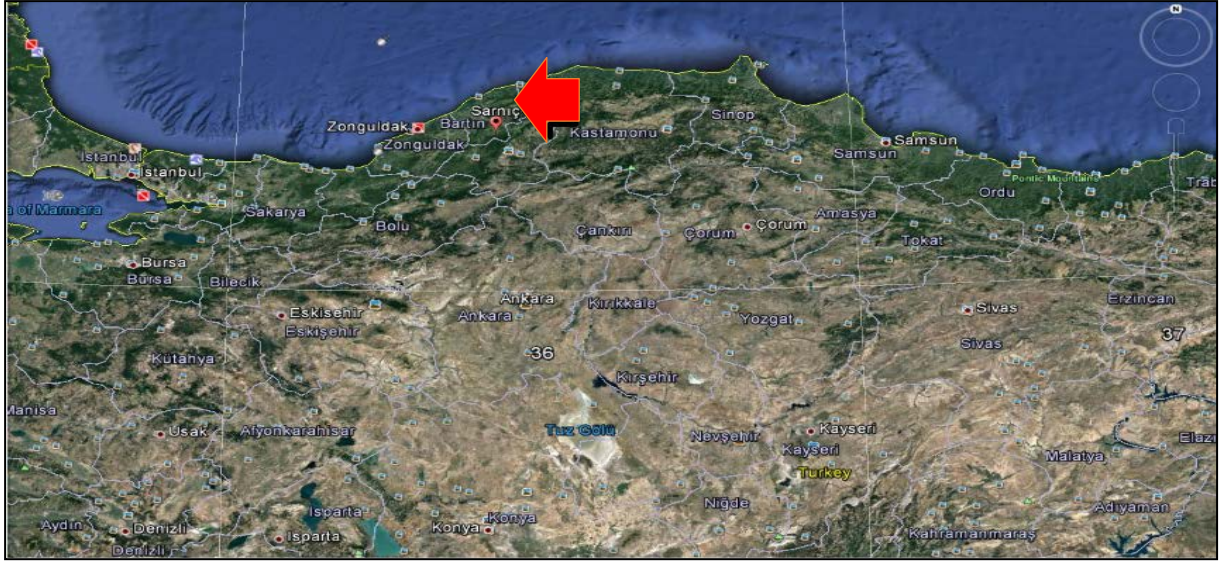
5.2 ÇALIŞMA ALANININ YERİ VE ULAŞIMI

Çalışma alanı, Sarnıç Köyü Kastamonu ilinde yer almakta olup, Azdavay ilçesine bağlıdır. Sarnıç Köyünün Kastamonu şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 49 kilometredir. Türkiye haritasında mermer sahasının konumu Şekil 5.1’de verilmiştir.

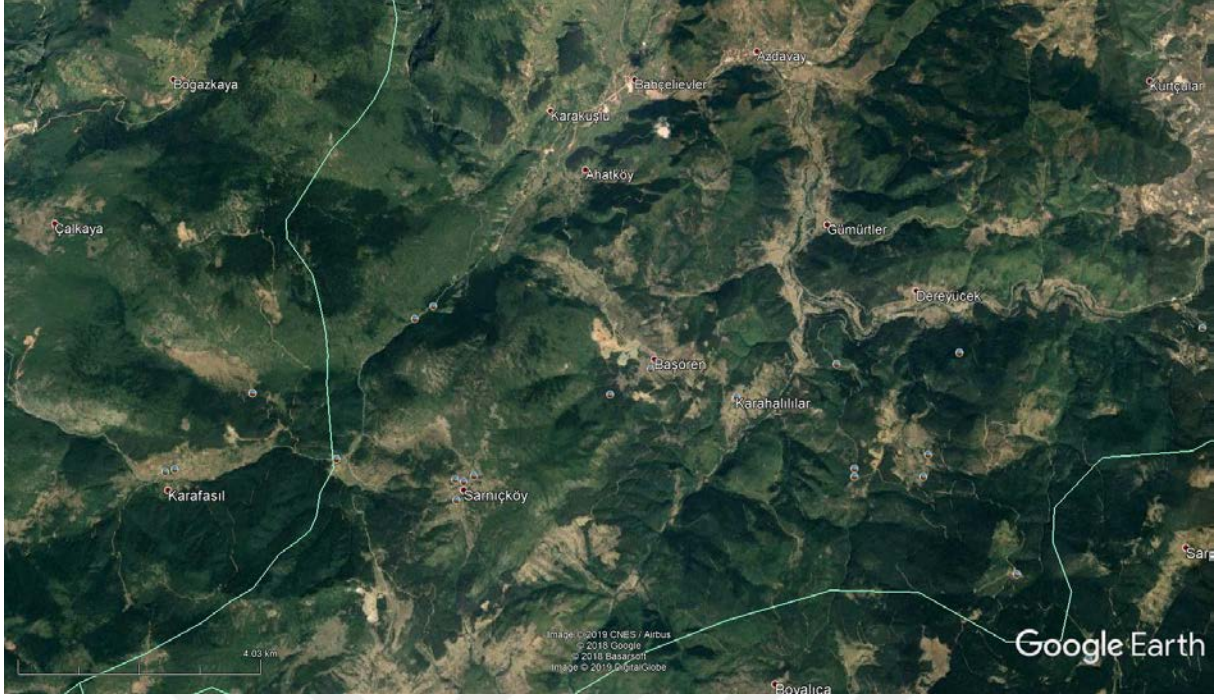


Şekil 5.1 Proje alanını gösterir yer bulduru haritası (URL-1).

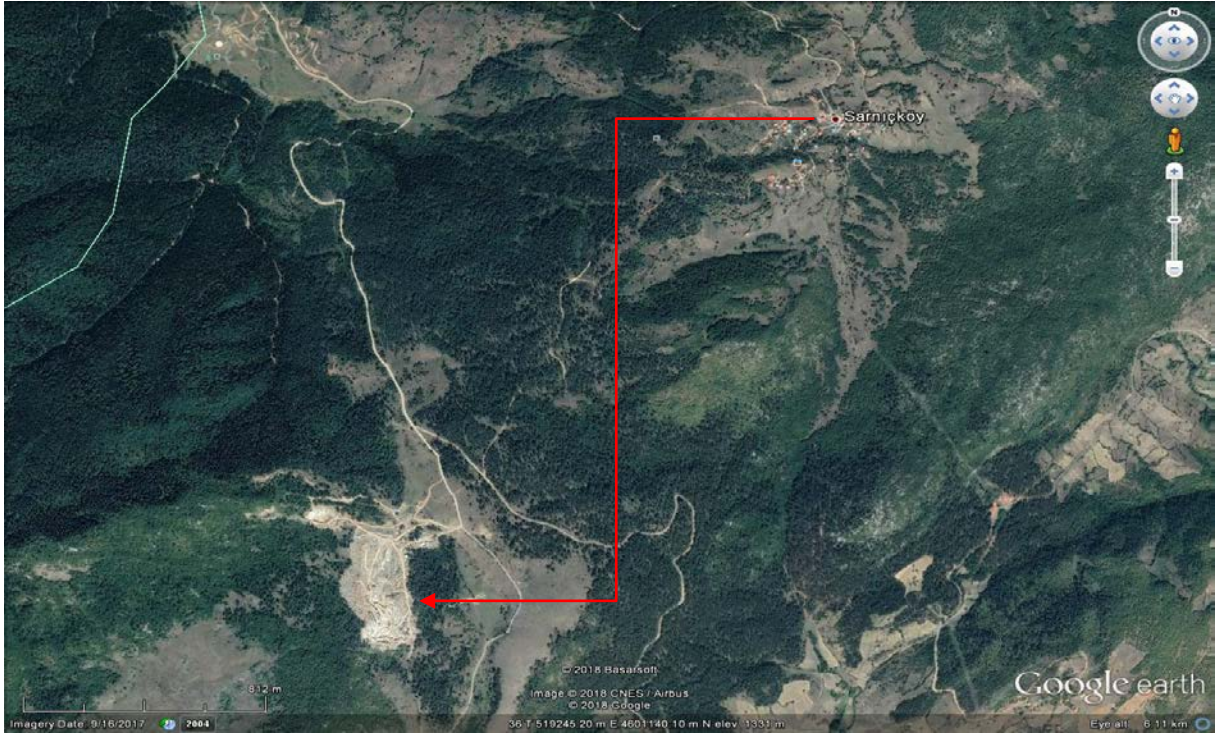
Azdavay sarnıçköy de bulunan mermer sahasına ait uydu görüntüleri; Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te verilmektedir.



Şekil 5.2 Mermer sahasının uydudan görünümü 1 (URL-2).



Şekil 5.3 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 2 (URL-2).



Şekil 5.4 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 3 (URL-2)



Şekil 5.5 Mermer sahası alanının uydudan görünümü 4 (URL-2).

5.3 COĞRAFİK BİLGİLER

Kastamonu ili Azdavay ilçesi Batı Karadeniz bölgesinde yer almaktadır. Coğrafi yapısı yönünden Batı Karadeniz bölgesi incelendiğinde oldukça engebeli ve dağlık bölgelerden biridir.

Karadeniz iklim açısından yazları nemli, ılık ve ara ara sağanak yağışlı, kışları soğuk ve yağışlı, baharları ise fazla yağış alan bölgedir. Bölgede bitki örtüsü oldukça gelişmiş ve çok sık ormanlara sahiptir (Özcan 2010).

5.4 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Günümüze kadar çalışma alanının içinde bulunduğu bölgede, değişik araştırmacılar tarafından yapılmış birçok jeolojik çalışma olmasına rağmen bunlardan en önemlileri aşağıda verilmektedir.

5.4.1 Ballıdağ - Çangaldağı (Kastamonu) Arasındaki Bölgenin Jeolojisi

Çalışma alanı, Batı Karadeniz Bölgesinde olup, yaklaşık olarak 8257'km²'lik bir kesimi kapsamaktadır. Çalışma alanındaki ilk araştırmalar, 1962 yılında Ketin ve Gümüş tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalar Sinop-Boyabat arasında yapılmış olup bölgede günümüze kadar yapılmış olan çalışmaların da temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen veriler sonucunda, bölgedeki Üst Liyas öncesi birimler, fasiyes özellikleri ve tektonik konumları açısından iki ayrı grupta incelenmektedir. Bölgedeki kıtasal kabuğa ait birimler; Kambriyen, Prekambriyen ve İstanbul-Zonguldak tipi üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik birimlerini kapsamaktadır. Daha sonraki çalışmalarda; Şengör ve diğerleri (1980) tarafından, İstanbul Nap'ı olarak adlandırılan bu kıtasal kabuk birlikleri Ballıdağ, Araç kuzeybatısı, Devrekani ve Söğütözü yörelerinden elde edilen verilere göre erken Dogger'de, okyanusal-denizel Triyas-Liyas birimleri üzerine güneyden kuzeye doğru kaydırılmaktadır. Bölgedeki Prekambriyen Yedigöller Formasyonu adını, Bolu-Yedigöller yöresindeki mostralardan almaktadır. Yedigöller Formasyonu üstündeki birim Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı olup aralarındaki aşıl uyumsuzluk Kastamonu Araç ilçesi kuzeybatısındaki Bakacak Dağı, Karadere ve Değirmendere de açıkça gözlemlenmektedir. Daha sonra üzerlenen Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı Kocatöngel Formasyonuna, birimde bulunan ilksel brakyopodlar fosillerinden Kambriyen yaşlı verilmektedir. Batıda Sakarya civarındaki Çamdağda bulunan fosiller ise Alt Ordovisiyen yaşını vermektedir. Kurtköy Formasyonu ise adını, İstanbul civarındaki çalışma alanındaki birimin üst kısımlarındaki şeyllerden almaktadır. İstanbul'da bulunan Conurariid ve Asaphid (Haas, 1868) fosillerine göre, birim Ordovisiyen ortası veya altı yaşlı olarak kabul edilebilirliği söylenmektedir. Bölgedeki Ordovisiyen-Silüriyen yaşlı Aydos Formasyonu kırmızı-mor renkli olup, sublitarenit ve beyaz renkli kuvars arenitlerden oluşmaktadır. Aydos Formasyonu, buradan kademeli olarak doğuya doğru Yedigöller Formasyonu üzerine gelmektedir. Daha sonra gelen Fındıklı Formasyonu Kurtköy ve Aydos Formasyonları üzerine transgresyonla başlamaktadır. Bu birim, altında yer alan diğer birimlerle aşıl uyumsuzluk göstermektedir. Birime, çalışmayı araştıran kişiler tarafından derlenen örnekler sonucunda, Deflandrastrum cf. collannae, Multipli cisphe redium sp. Balticphaeridium nanum, Multipli cispfaeridium parvum., Multipli cisphaeridium cf. rochestrensls, Monograptus dubins, ve Deunfifia sp. akritarkları bulunarak Silüriyen yaşlı verilmektedir. Daha sonra gelen Bürnük Formasyonu, dağlararası alüvyon yelpazesinde çökelmekte ve kırmızı renkli çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı, kumlu kireçtaşı gibi litolojileri içermektedir. Bunların üzerine gelen İnaltı Formasyonu, Himmetpaşa Formasyonunun çökelimi dışında,

Dogger-Alt Malm zamanında, genelde su üstünde kalan ortama, Malm zamanında başlayan, güneyden, kuzeye, rejyonal bir transgresyonla sığ denizel birimler olarak çökelmektedir. Bu formasyon, Karadeniz bölgesinde kalınlık ve litojisini hiç değişmeden devam eden, kırmızı ile gri renkli mikritlerden oluşmaktadır. Bu formasyonun Alt kısmı Kapanboğazı Formasyonu, üst kısmı Gürsökü ve Namazlıtepe Formasyonları ile geçişli olan birime, Globotruncana concavata (BROTZEN), Globotruncana coronata (BOLLI), Globotruncana arca (CUSHMAN), Globotruncana renzi (GADOLFÎ), Globotruncana lapparenti. Hedbergella sp. gibi fosilleri kapsamından dolayı Koniasiyen-Kampaniyen yaşı verilmektedir. Kastamonu Daday'dan kuzeye doğru bir hat çekildiğinde, doğuda kalan yerlerde ve Aydos Formasyonunun ters fay şaryaj olarak bulunduğu sahanın kuzeylerinde, Çağlayan Formasyonu ile Yemişliçay Grubunun bir kısmı Kretase zamanında çökelirken, bu sınırın güneyinde- batısında, bu birimlere karşılık Ulus Formasyonu çökelmektedir. Bölgedeki Ulus Formasyonu, filiş fasiyesi karakterindedir. Filişler içinde kırmızı renkli, ince katmanlı marn arakatlı düzeyleri olup, üst kısımlarında regresif özellikte kumtaşı katmanları görülmektedir. Bölgedeki İnaltı Formasyonu ile Akveren Formasyonu arasındaki birimlere, yaş olarak Ulus Formasyonu karşılık gelmektedir. Burada Cemalettin Formasyonu, Kastamonu-Hanönü doğusunda yüzeylenmekte çakıltası, kumtaşı örgülü ağ çökellerinden oluşmaktadır. Cemalettin Formasyonuna, içerdiği fosillerden dolayı kesin olarak Üst Eosen yaşı verilmektedir (Aydın vd. 1986).

5.4.2 Yongalıdağ Formasyonu

Bu çalışmada da Kastamonu Araç ve çevresindeki kaya birimlerin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal açısından incelenmesi yapılmaktadır. Bölge günümüze kadar yapılan araştırmalardan, Araç masifinin temel olarak ofiyolitik ve metamorfik kayalardan oluşmuş olduğu anlaşılmaktadır. Bölgede var olan metamorfik kayaların Malm öncesinden Kretase'ye kadar farklı yaşlardaki birimlerden oluşmuş olduğu görülmektedir. Bölgede daha önce yapılan çalışmalar sonucunda; Araştırmacılar, Prekambriyen yaşlı olabilir denilen Bekirçay Formasyonundaki Amfibolitler içinde bulunan hornblendlerin kullanımı ile K-Ar radyometrik yaş tayinlerini yaptıklarını söylemektedirler. Yapılan araştırmalar sonucunda formasyonun yaş değerlerinin, 130 milyon yıl ile 146 milyon yıl arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Araştırmayı yapan ve değerlendiren kişiler tarafından, bu değerlerin oluşum yaşından çok bölgede Berriasien'de gerçekleşen retrograd metamorfizmanın yaşı olduğu kanısına varılmıştır. Bundan dolayı Bekirçay Formasyonunun oluşum yaşının, en az Berriasien'den

önce olması gerektiği araştırmacılar tarafından benimsenmektedir. Bölgedeki Mercimekdere metaofiyolitleri, Bekirçay Formasyonu ile Kavacık Formasyonu birimleri tarafından örtülmüş bulunmaktadır. Bekirçay ve Kavacık Formasyonları, Paleozoyik metasedimentlerinden oluşan ve genelde şist ile fillitlerin hakim olduğu Dumantepe Formasyonu tarafından uyumsuz bir şekilde örtülmektedir. Çalışma bölgesindeki Mesozoyik yaşlı birimler üç formasyondan oluşmaktadır. Bunları sırası ile Yongalıdağ Formasyonu, Pelitveren Formasyonu (ofiyolitik melanj) ve Gemiköy Formasyonu (serpantinleşmiş, karbonatlaşmış, silisleşmiş, bir başka deyişle listvenitleşmiş kayalardan oluşmakta) temsil edilmektedir. Bu Mesozoyik formasyonlar, biyosparitler ve biyomikritlerin oluşturduğu Araç Formasyonu tarafından transgressif olarak örtülmüşlerdir (Aydal 2000).

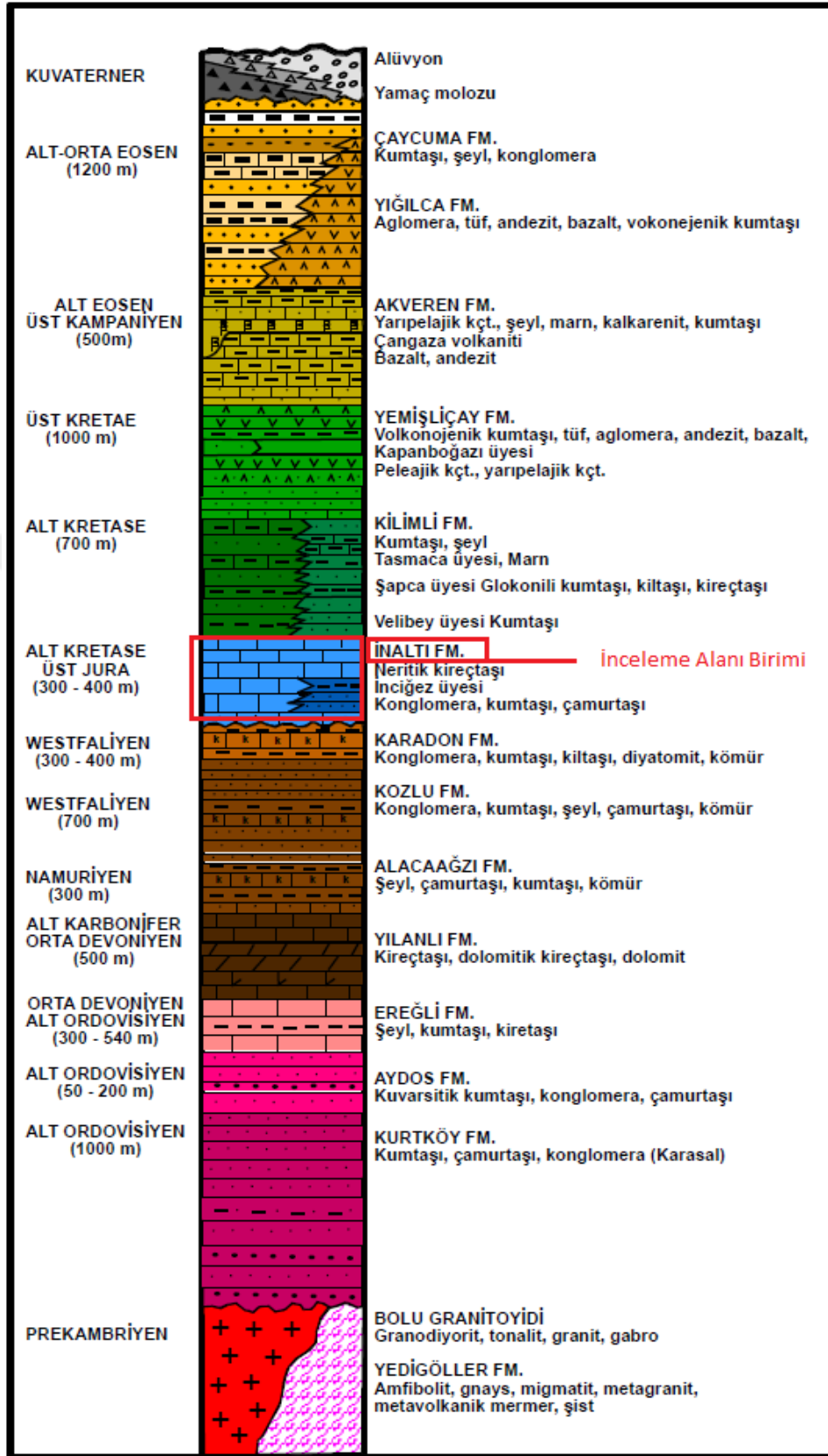
5.5 JEOLJİ

Çalışma sahasının yer aldığı Kastamonu ili Azdavay ilçesi Sarnıçköy mevkiindeki alanın jeolojisi aşağıda verilmektedir.

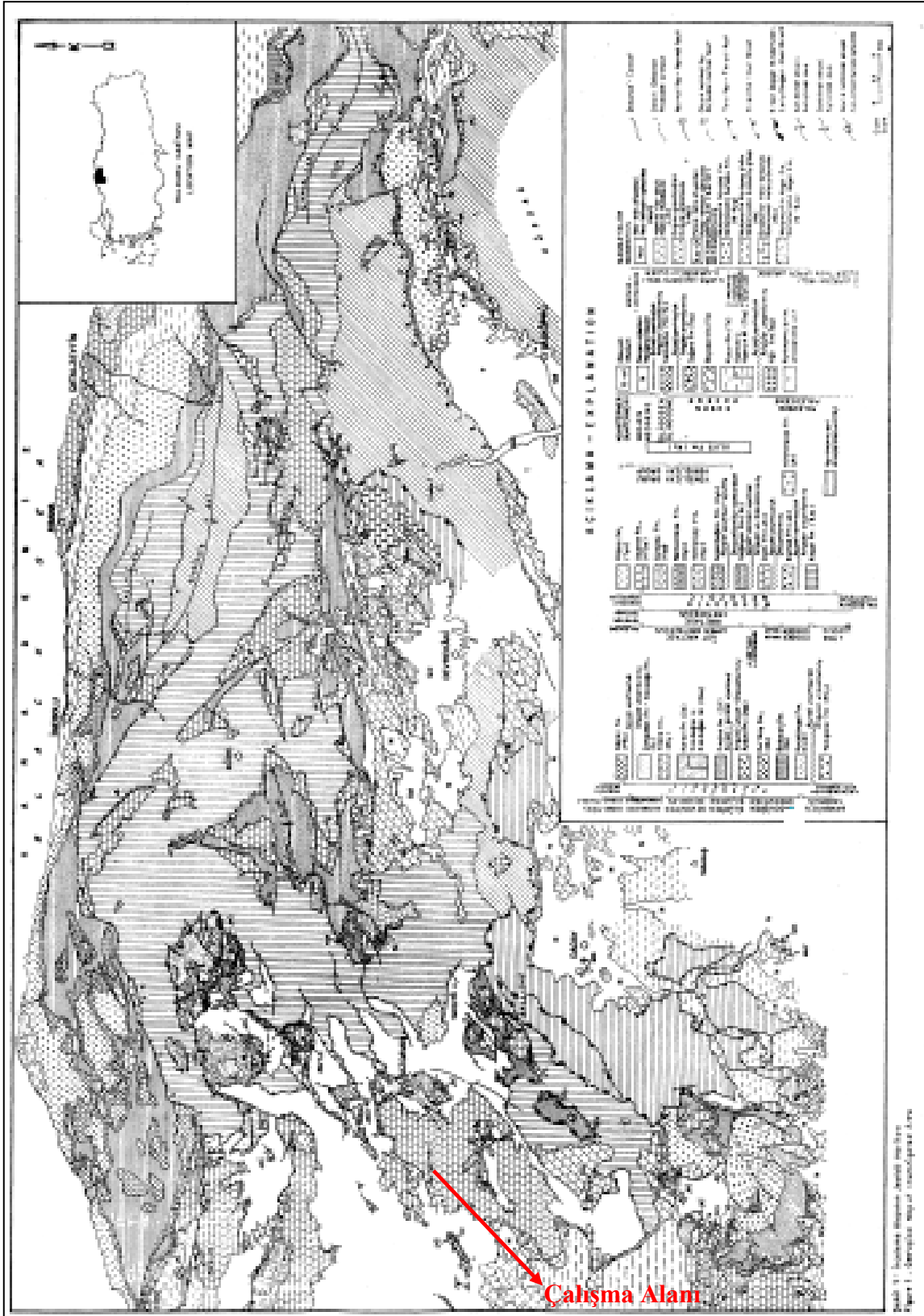
5.5.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

Bölgede yer alan İnaltı Formasyonu; Himmetpaşa Formasyonunun çökeli mi dışında, Jura yaşlı Dogger-Alt Malm zamanında, genelde su üstünde kalan ortama, Malm zamanında başlayan, güneyden, kuzeye, rejyonal bir transgresyonla gelen sığ denizel birimler olarak çökelmektedir. Formasyonun gri, mavimsi gri renkli, masif, orta-kalın tabakalı, yer yer resifal karakterli, bazı kesimlerinde kumtaşı tabakalarını da içeren birimin alt dokanağı Himmetpaşa ve Bürnük Formasyonları ile paralel veya az açılı uyumsuz olmaktadır. Karadeniz Bölgesinde geniş yayılımı olan birim, üstüne gelen Kretase yaşlı birimlerle, bölgenin büyük bir kesiminde uyumsuz olmaktadır. Bazı kesimlerde, özellikle İnaltı Formasyonunun mikritik yapı-dokuda olan üst kesimlerinin gözlendiği yerlerde, bu dokanak ilişkisi uyumlu gibi gözlenmesine karşı, bir paralel uyumsuzluğun olduğu da düşünülmektedir. Çoğu yerlerde sert yüzeylerin ve yer yer taban konglomeralarının gözleniyor olması (Kastamonu/Şenpazarı batısında), İnaltı Formasyonu ile diğer Kretase birimleri arasında bir uyumsuzluğun olduğunun kesin kanıtı olmaktadır. Ayrıca, bölgedeki Alt Kretase yaşlı birimlerde yapılan paleoakıntı yönü saptamalarında türbiditik kumtaşlarının genelde kuzeybatıdan beslendikleri belirlenmiştir. Bölgede güneyden kuzeye olan bir transgresyonla çökelen İnaltı Formasyonu üzerine, türbiditlerin genelde kuzeybatıdan olan bir beslenme ile çökelmeleri de, bir uyumsuzluğun

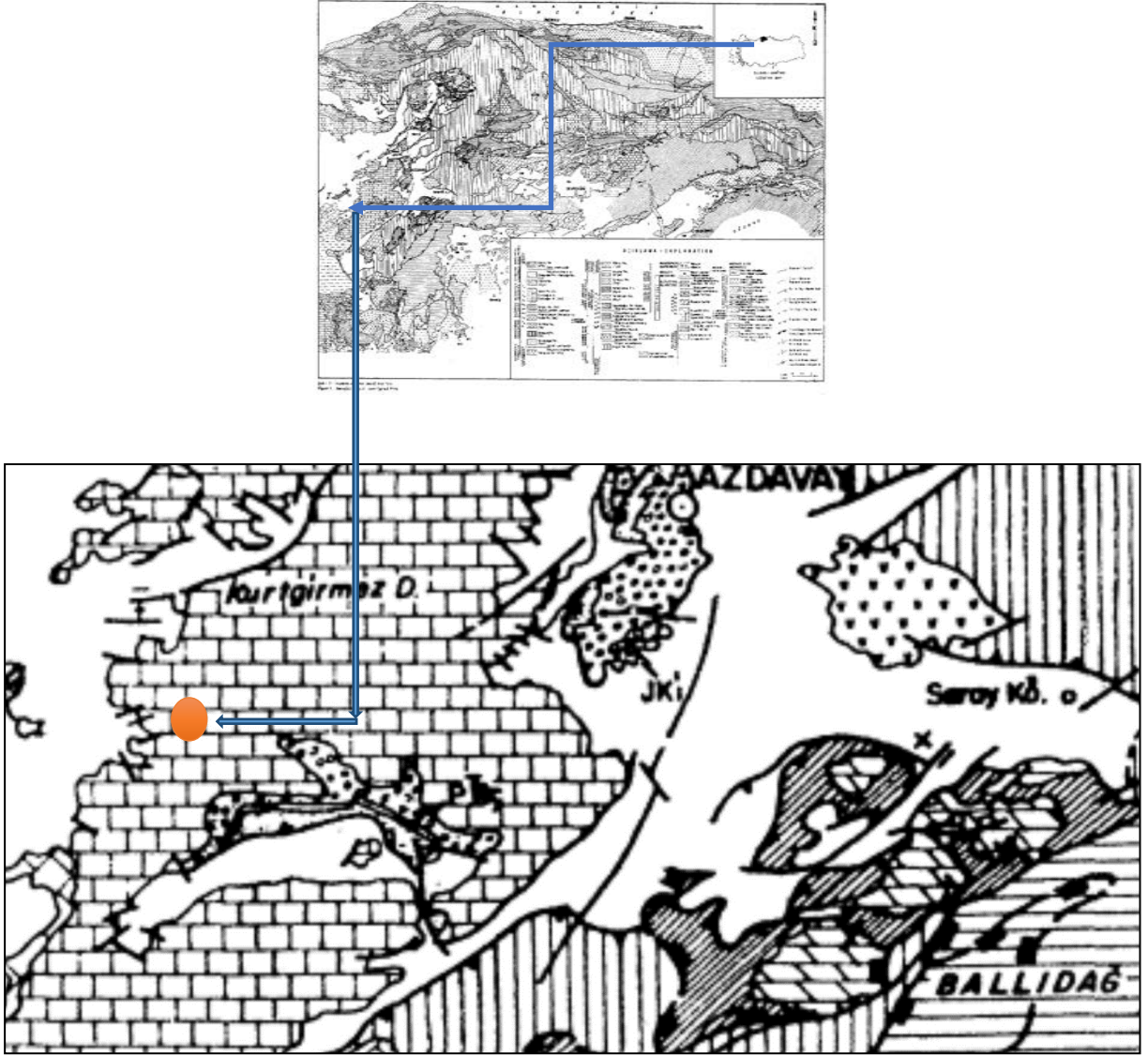
belirtisi olmaktadır. Bu dönemde, Neotetis yakınsaması başlamaktadır. Birime kapsadığı fosillerden ötürü, Üst Jura-Alt Kretase yaşı verilmektedir. Bu fosiller sırası ile *Anchispirocyclina* sp., *Trocholîna alpîna*, *Nautiloculina ooîithica*, *Protopenoroplis* sp., *Haurania amiyi*, *Pseudocycîamma* sp., *Textularidae*, *Macroporelta* sp., *Thaumatoporella* sp., *Likanella* sp. Olmaktadır. Çağlayan Formasyonu alt dokanağında İnaltı Formasyonu ile açısıl-paralel uyumsuz olan birim, sarı gri renkli türbiditik kumtaşı, çakıltaşı, koyu gri renkli şeyl, karbonatlı şeyi içerik, türbiditik bir fasiyesde oluşmaktadır. Formasyon çökeli mi esnasında, paleotopografyanm düzgün olmayışı nedeniyle, az da olsa fasiyes farklılıkları sunmaktadır. Bunun en güzel örneği, Kastamonu Ağlı nahiyesi yörelerinde görülen sığ denizel karbonat ve biraz kuzeyinde olistostromal çakıltaşı litolojileridir. Çalışma alanı dışındaki Zonguldak yöresinde, bu yaşta sahil fasiyesi ortamında çökelmiş kumtaşları (Velibey Üyesi) ve mavi-gri renkli marnlar (Kilimli Formasyonu) mevcut iken, kuzeyde sahilde paralel olan kesimlerde, üst kısımlarında volkanik katkılar (Yemişliçay grubu) gözlenmektedir. Kastamonu Devrekani kuzeylerinde, koyu gri renkli şeyllerin yerini, gri-açık yeşil renkli marn, siltli marnlar almaktadır. Bölgedeki şeyl ve marnlarda görülen, *Rotalîpora subticinensis* GADOLFÎ, *Rotalipora ticinensis* GODALFÎ, *Ticinella* cf. *roberti* GADOLFÎ, *Praeqlobotruncana* sp., *Calcisphaerula* sp., *Lituolidae*, *Textularidae*, *Dictiyomictra* sp. fosillerine göre, birimin yaşı Apsiyen-Senomaniyen'dir. (Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



Şekil 5.6 İnceleme alanı ve çevresinin stratigrafik dikme kesiti (Alan ve Aksay 2002'den revize edilmiştir).



Şekil 5.7 Azdavay Sarıçk y bölgesine ait jeolojik harita (Aydın vd. 1986).



Şekil 5.8 Ocağın jeolojik haritada bulunduğu yerin gösterimi (Ölçek: 1/25.000).

5.4.2 İnalıtı Formasyonu

Çalışma alanında genellikle platform türü karbonatlardan oluşan İnalıtı Formasyonu birimi, bölgedeki ilk araştırmacılar olan Ketin ve Gümüş (1963) tarafından adlandırılmaktadır. Formasyon içindeki kırıntılı sedimanter kayalar, İncivez Üyesi olarak adlandırılarak ayrılmaktadır. İnalıtı Formasyonu; bej, beyaz ve gri renklerde olup orta-kalın tabakalı, yer yer masif yapıda ve dolomitik karakterde olmakta, kireçtaşı türleri olarakta vaketaşı, istiftaşı, tanetaşı ve bağlamtaşı içermektedir. Tabanında kumlu kireçtaşlarının geliştiği formasyon, kalınlık bakımından yanalda da değişiklik göstermektedir. İnalıtı Formasyonunun yanıl olarak, Ulus ve Kilimli Formasyonları ile girişimli olduğu ya da, bu dokanaklar boyunca

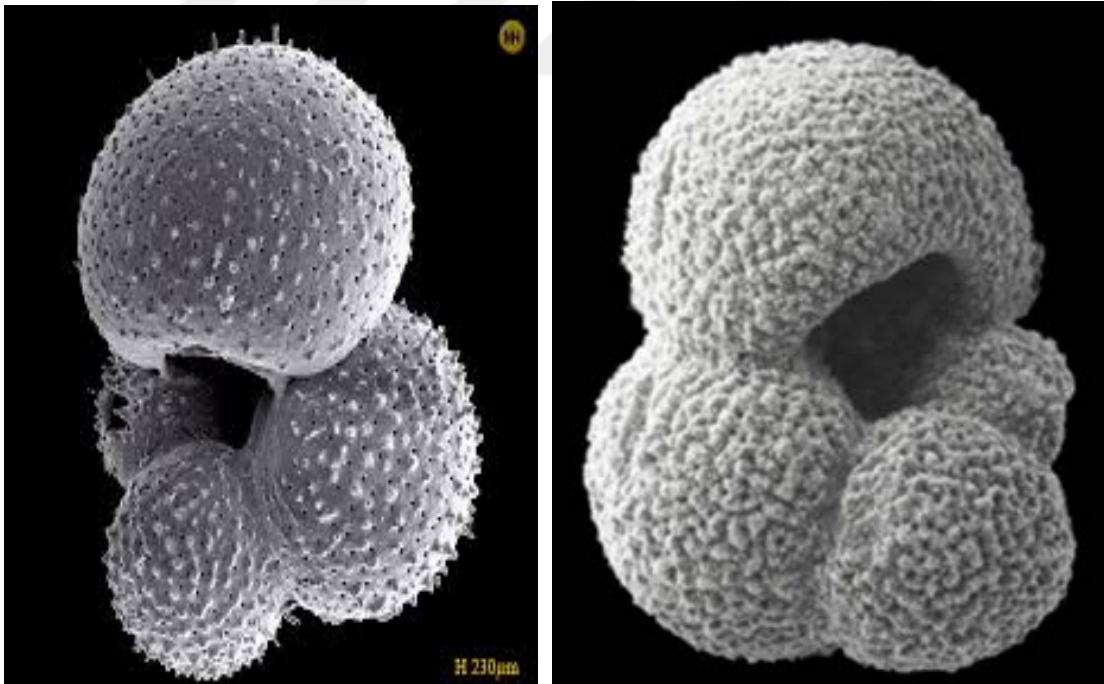
platformdan yamaca doğru uzandığı yerlerde, tane ve kütle akması Őeklindeki taŐınmalardan dolayı dokusal deđiŐiklikler göstermektedir. İnceleme sahası iÇerisinde yer alan ve inceleme konusunu oluşturan kireŐtaŐları olan İnalıtı Formasyonuna ait tabakalar; orta-kalın tabakalı, yer yer masif, ayrıŐma ve bozuŐma göstermeyen, sağlam ve dayanıklı, mikritik karakterli kireŐtaŐlarından oluŐmaktadırlar (Ketin vd. 1963). Bölgedeki İnalıtı Formasyonu aynı zamanda, Yongalıdağ Formasyonu ile benzer yapıya sahip olup iki formasyon birbiri ile uyumlu olmaktadır.

5.4.2 Yongalıdağ Formasyonu

Bölgedeki Yongalıdağ Formasyonu; kumlu kireŐtaŐları, kumtaşları ve yarı kristalize mermerler ile karakterize edilmektedir. Kumlu kireŐtaŐları, kumtaşları kristalize kireŐtaŐları, yarı mermerleşmiş kireŐtaŐlarıyla temsil edilen bu birim, Dumantepe Formasyonu üstüne, bir taban konglomerasıyla uyumsuz bir Şekilde gelmektedir. Yongalıdağ Formasyonu, ŐalıŐılan bu bölgede oldukÇa büyük bloklar halinde; başta Yongalıdağ, Ayı tepe, kzveren köyü, ve Göktepe'de görülmektedir. Formasyondaki kireŐtaŐları üzerinde yapılan ŐalıŐmalarda, kireŐtaŐlarının genel olarak kalsitÇe oldukÇa zengin, dolomit ve diğer mineraller bakımından zayıf olduğu belirlenmiştir. Kumtaşlarının ise ara ara fosil iÇerdikleri görülmektedir. Özellikle Dorukyol tepe ve Mercimek tepedeki kumlu kireŐtaŐları ve kumtaşları iÇinde, rastlanan Orbitolina sp. ve Globogerina sp. fosilleri Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'de verilmekte olup, bu kayalara Barremiyen Senomaniyen yaşı verilmesinde etken olmuŐtur (Aydal 2000).



Şekil 5.9 *Orbitalina* sp. (URL-3).



Şekil 5.10 *Globigerina* sp. (URL-4).

5.5 ÜRETİM DURUMU

1 günde (8 saat) mevcut iş makinaları ile ocaktan 35,5 m³ mermer bloğu (işletme randımanı %75) çıkarılmıştır. Şekil 5.11'de Sarnıçköy gülkan mermer ocağına ait mermerlerin görünümü ve Şekil 5.12'de mermerlerin üstten görünümü verilmiştir.

1 m³ mermer = 2700 kg mermer



Şekil 5.11 Sarnıçköy gülkan mermer ocağına ait mermerlerin görünümü.

Buna göre 1 yılda (300 gün çalışma süresiyle)

$(35,5 \text{ m}^3 / \text{gün}) * (300 \text{ gün/yıl}) * (0,75 \text{ verim}) * (2700 \text{ kg/m}^3) = 21,566,250 \text{ kg/yıl}$ mermer blok üretimi yapılmaktadır.



Şekil 5.12 Sarnıçköy gülkan mermer ocağına ait mermerlerin üstten görünümü.



BÖLÜM 6

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere 2 bölümde incelenmiştir

6.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmalarına 2017 yılı başlanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında mermer ve diğer kayaç birimlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini ortaya koyabilmek amacıyla jeolojik enine kesitler çıkartılmıştır. Kayaçların sahadaki konumlarını, yapısal özelliklerini görsel açıdan incelemek amacıyla, gerekli uygun görülen yerlerde fotoğraf çekimleri yapılmıştır.

6.1.1 Çatlak, Tabaka Doğrultu ve Eğimlere Gül Diyagramı

Kastamonu ili Azdavay ilçesi Sarnıçköyü sınırları içerisinde yer alan İnaltı kireçtaşlarından oluşan mermer yatağındaki tabaka doğrultularında hakim yön K48D ve eğimleri 12°KB yönündedir. Mermer yatağındaki çatlaklar ise iki yönlü gelişmiş olup çatlak boşlukları kırmızı renkli rezidüel kil mineralleri ile doludur. Çatlakları 1. takımı K56°B/73°KD yönünde, 2. Çatlak takımı K30°D/75°GD yönünde uzanmaktadır (Şekil 6.1 ve Şekil 6.2).

Özellikle gerek kontur ve gerekse gül diyagramlarından, 1. Çatlak düzlemine ait değerlerin daha baskın/hakim olduğu görülmektedir. Buna göre değerlendirme yapıldığında; kayaca etkiyen yapısal kuvvetler açısından; KD-GB istikametinde basınç, KD-GB istikametinde ise Çekme kuvvetlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5 ve Şekil 6.6'da 1. çatlak düzlemi kontur ve gül diyagramları verilmiştir.

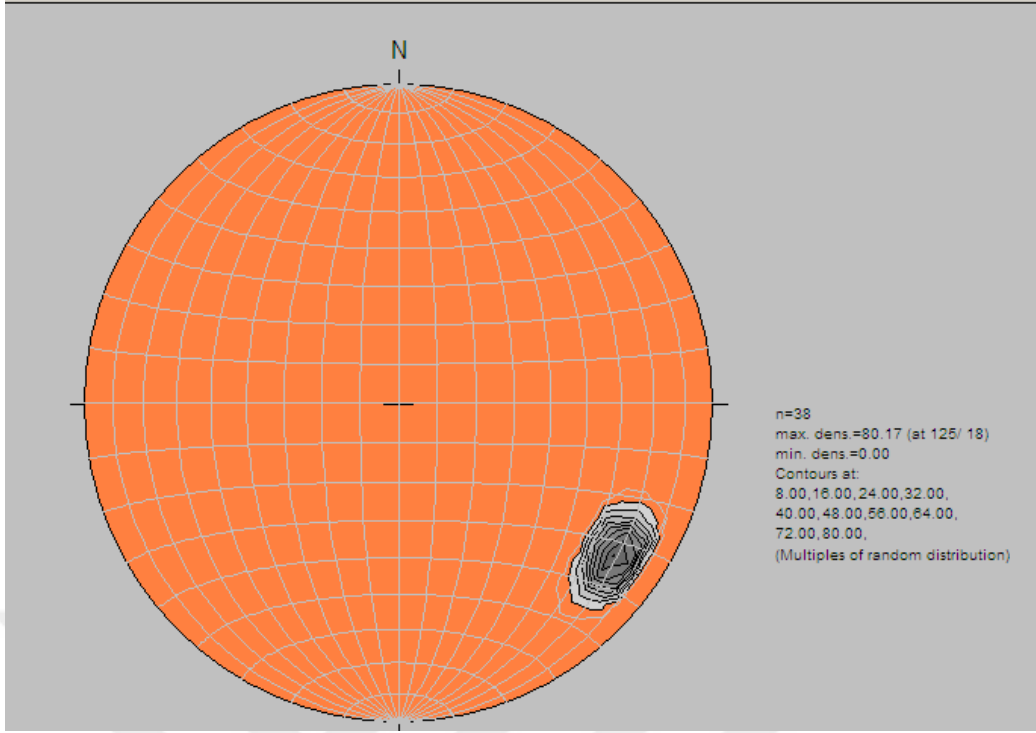
Sarnıçköy 1. çatlak düzlem hakim konumu: K33°D/72°KB olarak belirlenmiştir.



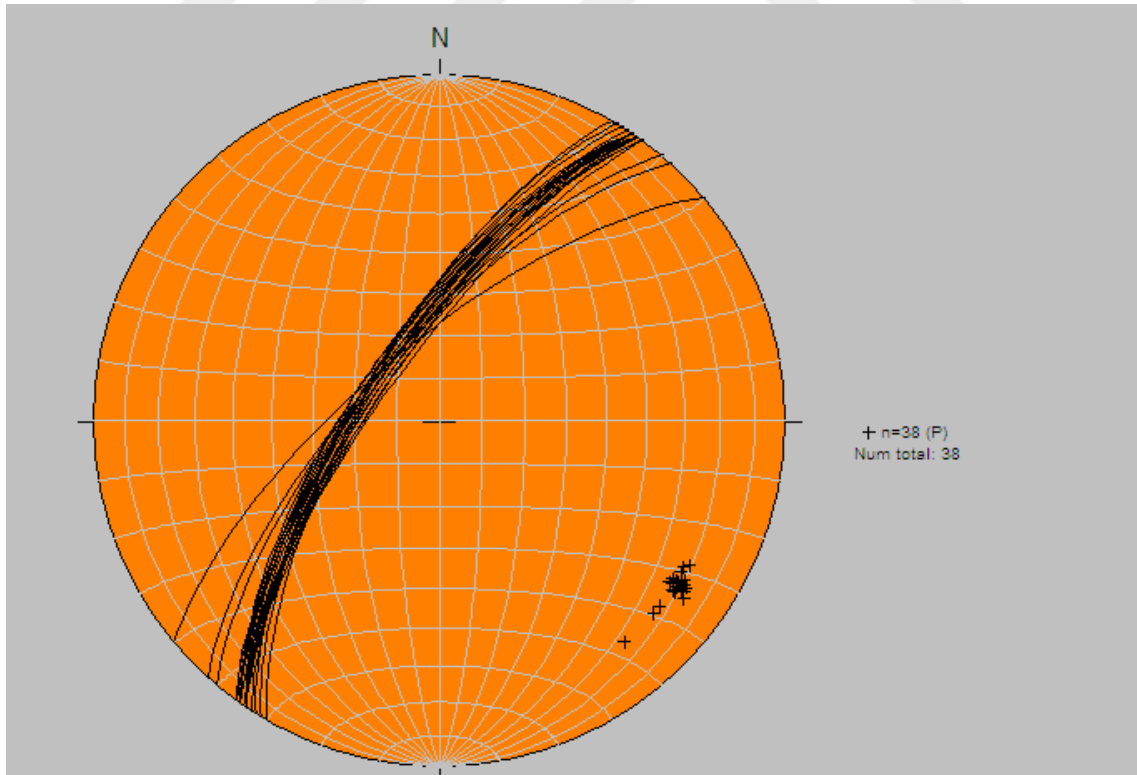
Şekil 6.1 Azdavay Sarnıçköy sahasındaki çatlakların yönü (1).



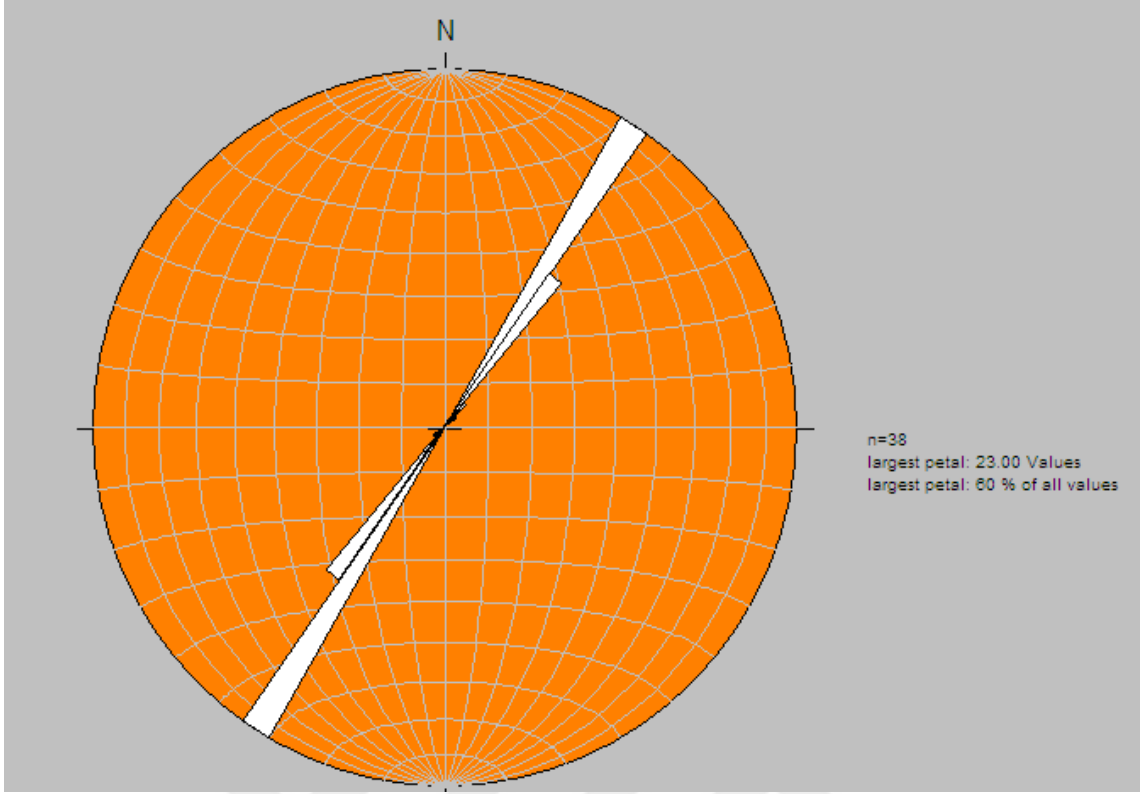
Şekil 6.2 Azdavay Sarnıçköy sahasındaki çatlakların yönü (2).



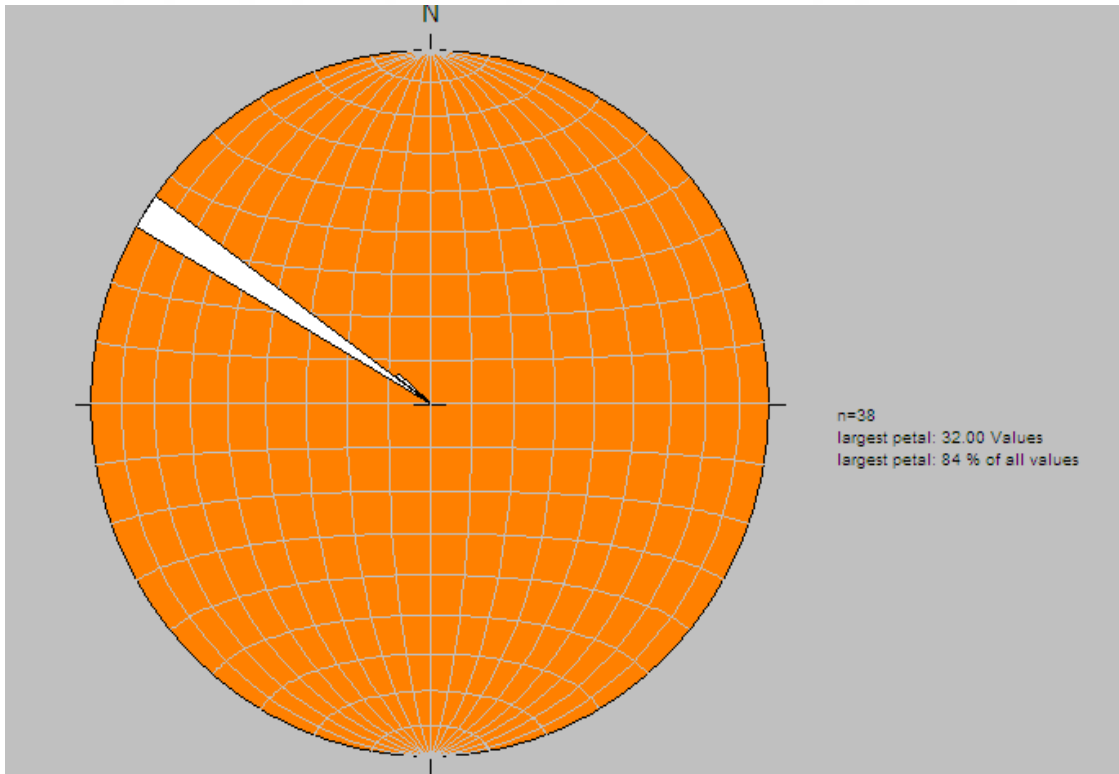
Şekil 6.3 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı.



Şekil 6.4 Azdavay, sarnıçköy mevki 1. çatlak düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.



Şekil 6.5 Azdavay, sarıçk y mevki 1. Çatlak düzlemi eğim yönü gül diyagramı.



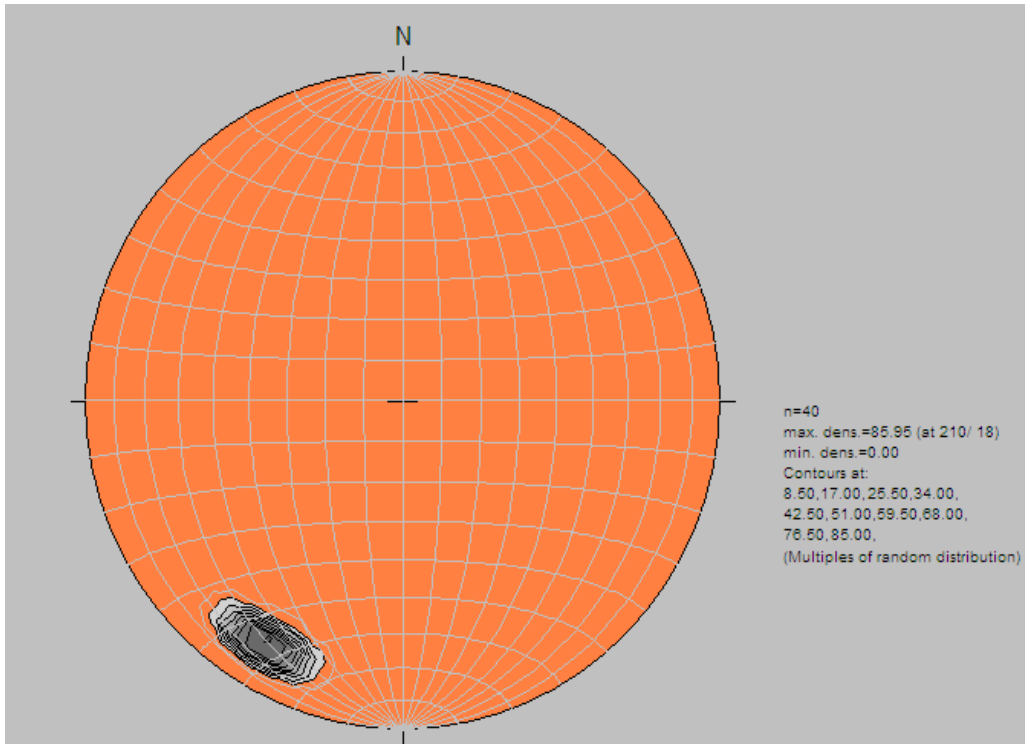
Şekil 6.6 Azdavay, sarıçk y mevki 1. Çatlak düzlemi doğrultu gül diyagramı.

Şekil 6.7’de 1. çatlak düzlemlerinin yorumlanması verilmiştir.

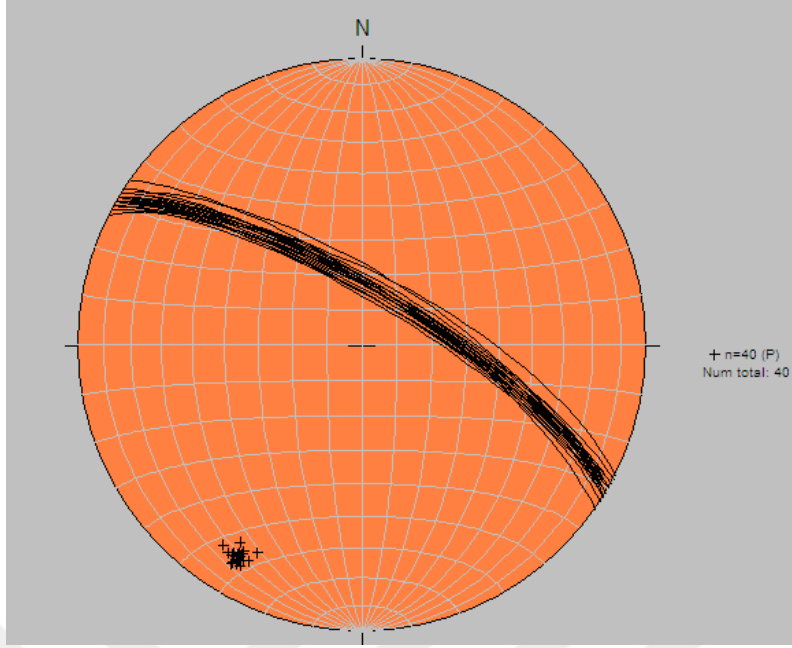


Şekil 6.7 1. Çatlak düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.

K58B/75KD konumlu ikinci çatlak düzlemleri hakim konumu dikkate alındığında ise bu çatlakların farklı bir tektonik rejim altında farklı zamanda gelişim sundukları görüşü benimsenmiştir. Şekil 6.8, Şekil 6.9, Şekil 6.10 ve Şekil 6.11’de 2. çatlak düzlemine ait kontur ve gül diyagramları verilmiştir.



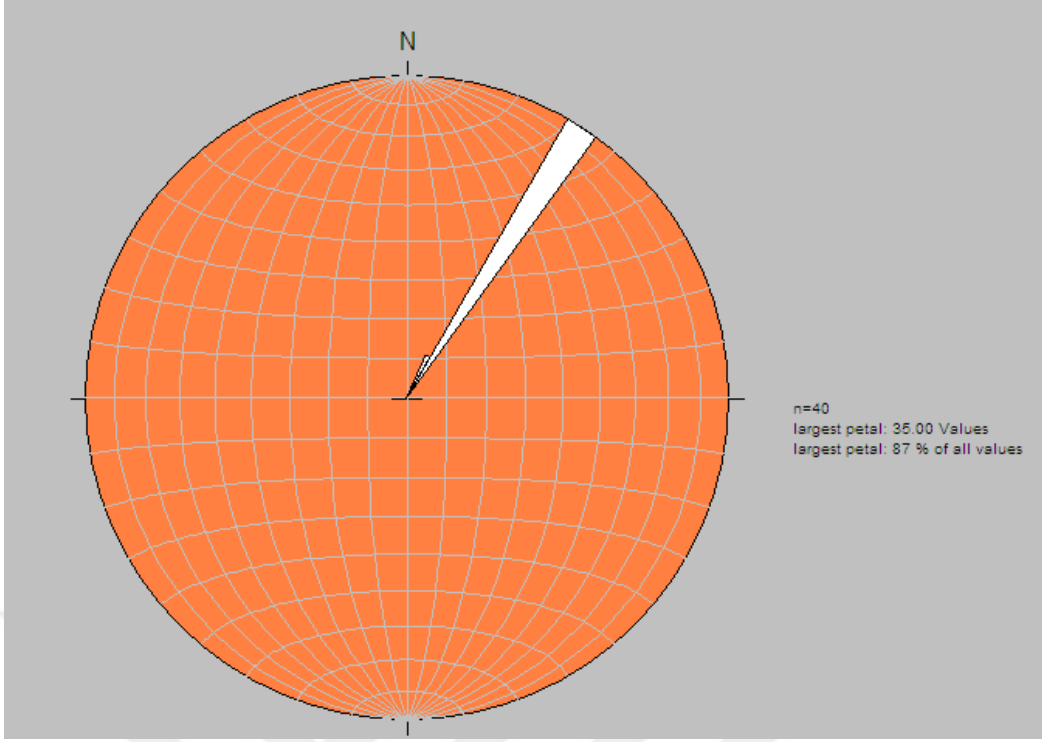
Şekil 6.8 Azdavay, sarnıçköy mevki 2. çatlak düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı.



Şekil 6.9 Azdavay, sarnıçköy mevki 2. çatlak düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.

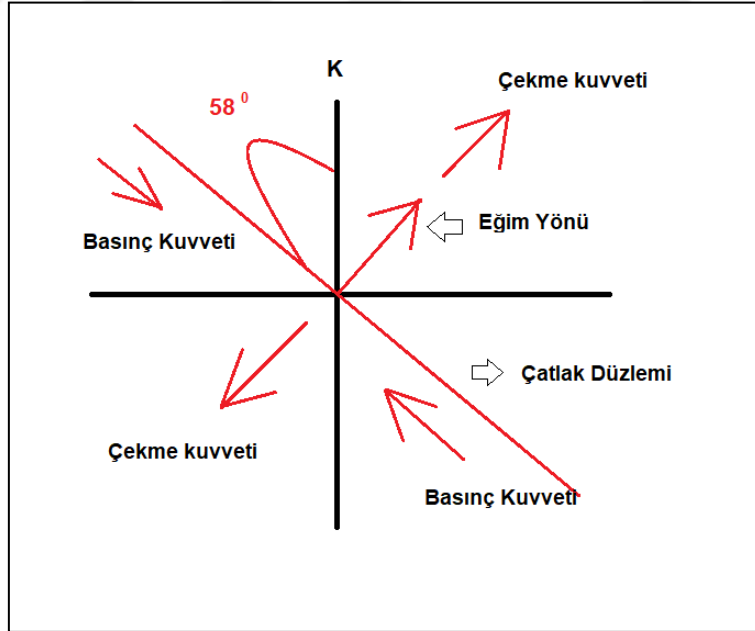


Şekil 6.10 Azdavay, Sarnıçköy mevki 2. çatlak düzlemi eğim yönü gül diyagramı.



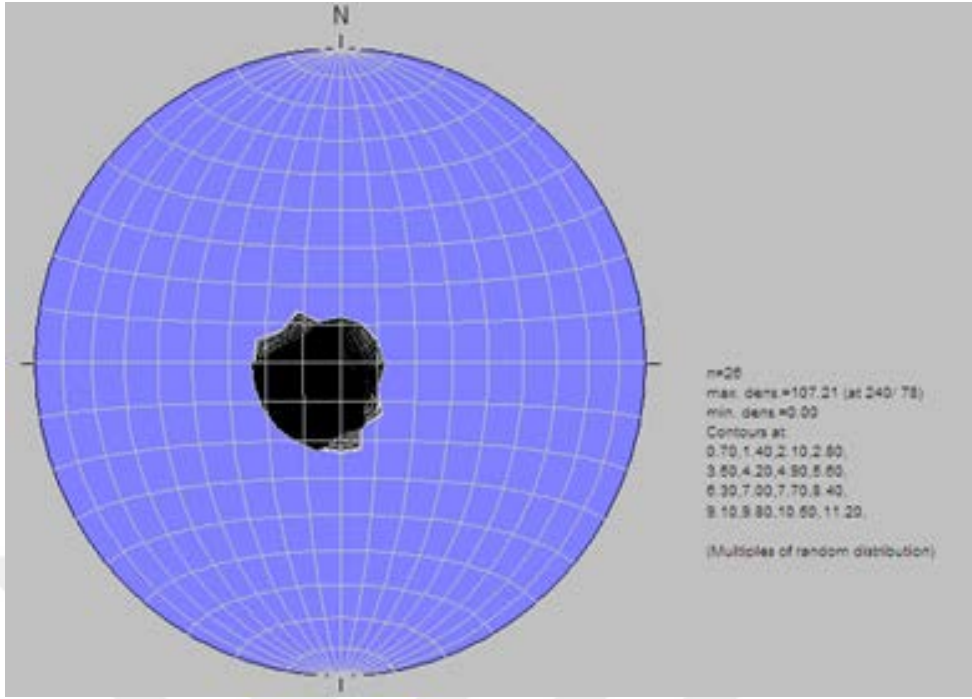
Şekil 6.11 Azdavay, Sarnıçköy mevki 2. çatlak düzlemi doğrultu gül diyagramı.

2. Çatlak düzleminin yorumlanması Şekil 6.12’de verilmiştir.

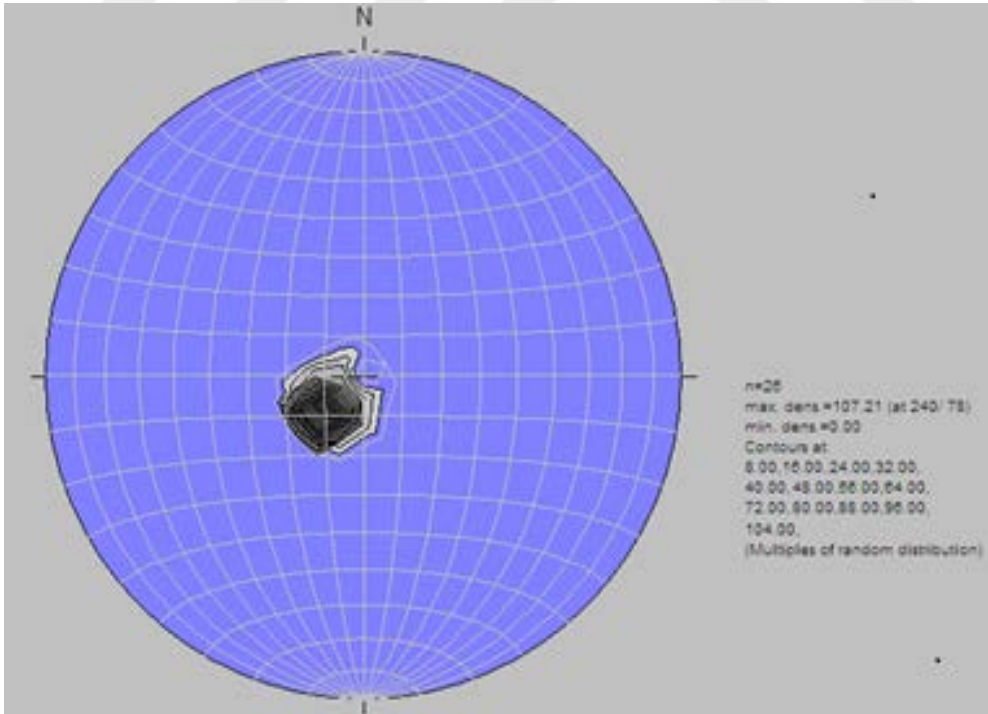


Şekil 6.12 2. Çatlak düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.

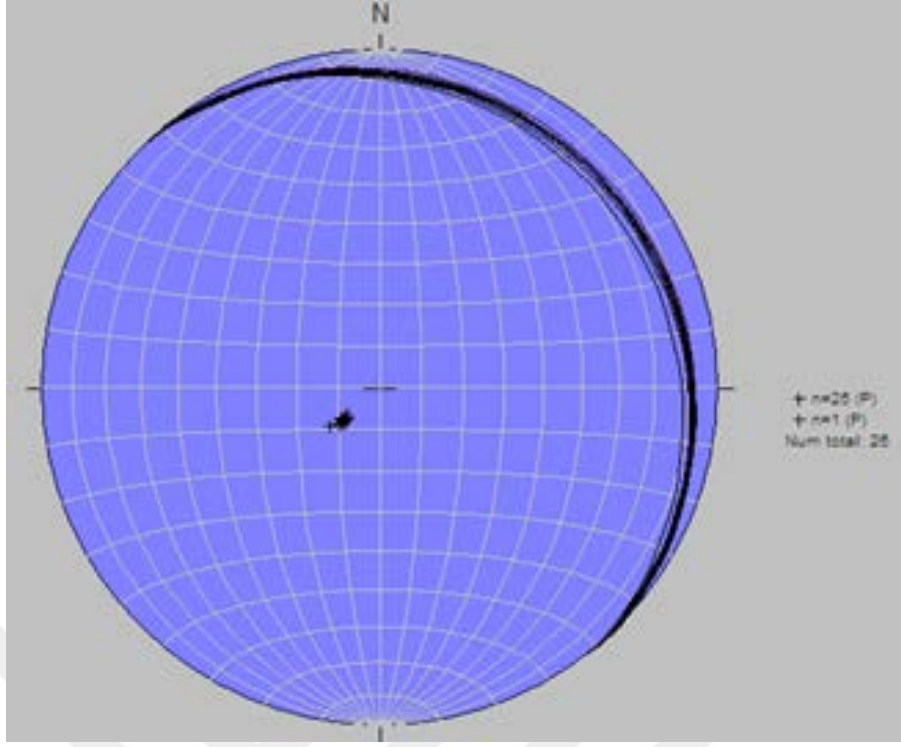
Azdavay Sarnıçköy mevki tabaka düzlemine ait kontur ve gül diyagramları Şekil 6.13, Şekil 6.14, Şekil 6.15 ve Şekil 6.16’da verilmiştir.



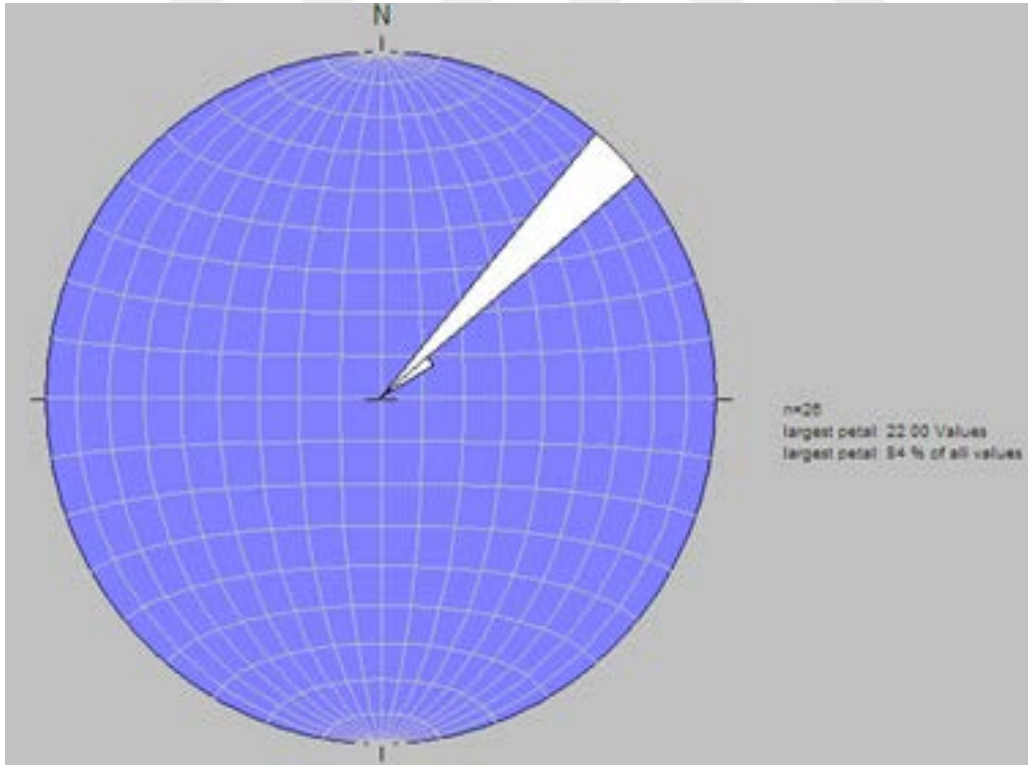
Şekil 6.13 Azdavay Sarnıçköy mevki tabaka düzlemi kutup noktaları yoğunlaşması kontur diyagramı.



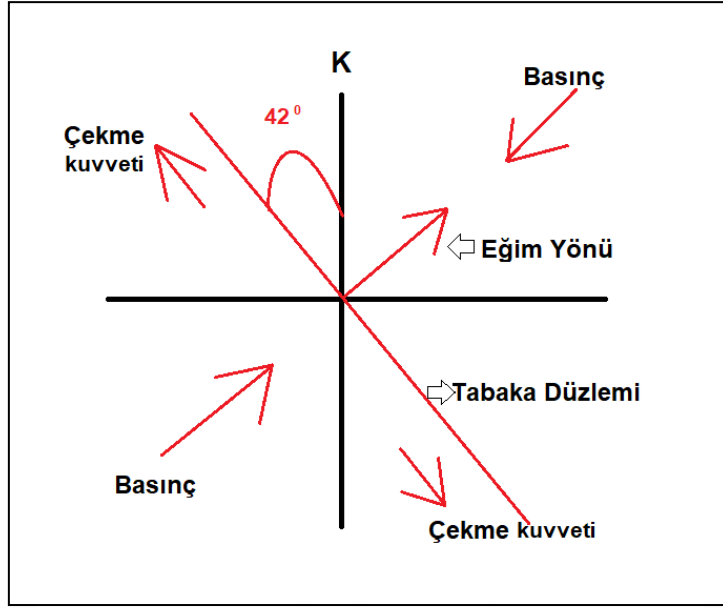
Şekil 6.14 Azdavay Sarnıçköy mevki tabaka düzlemi kutup noktalarına göre düzlemsel çizimler kontur diyagramı.



Şekil 6.15 Azdavay Sarnıçköy mevki tabaka düzlemi eğim yönü gül diyagramı.



Şekil 6.16 Azdavay Sarnıçköy mevki tabaka düzlemi doğrultu gül diyagramı.
Sarnıçköy tabaka düzlem hakim konumu: K42B/12KD olarak belirlenmiştir (Şekil 6.17).



Şekil 6.17 Tabaka düzlemi ölçümlerinin yorumlanması.

6.2 LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları sırasında alınan kayaç örnekleri üzerinde jeomekanik ve fiziksel deneysel çalışmalar yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar uygulama yöntemleri sonucunda elde edilen veriler aşağıda verilmiştir.

6.2.1 Jeomekanik ve Fiziksel Deney İncelemeleri

İnceleme alanında bulunan mermerlerin jeomekanik ve fiziksel deneylerini yapmak için, Kastamonu Azdavay bölgesinde mermer blok üretimi yapan Gülkan Madencilik mermer ocak işletmesinden deneyler için gerekli örnekler alınmıştır.

6.2.2 Örneklerin Hazırlanması

Mermer ocağından alınan örnekler TS 699 deney formunda belirtilen standartlara uygun deney örnekleri oluşturmak için Bülent Ecevit Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünün Laboratuvarında gerekli işlemler gerçekleştirilmiştir.

Deneylerin yapılmasında Türk Standartları Enstitüsünün TS 699, TS EN 1926, TS EN 1936, TS EN 12371, TS EN 12372, TS EN 13161, TS EN 13755, TS EN 14157 standartları kullanılmıştır. Mermerlere uygulanan deneylerin yapılışı aşağıda verilmiştir.

6.2.2.1 Sertlik

Mohs sertlik skalasına göre kireçtaşının sertliği 3,5-4,0 arasında olduğu belirlenmiştir.

6.2.2.2 Birim hacim ağırlığı deneyi

Kayacın boşlukları ile birlikte hacmin kütesidir. Bu deneyde her kayaç örneği için 5x5x5 cm boyutlarında 5'er adet örnek kullanılmış ve deneylere ait sonuçlar Çizelge 6.1'de verilmiştir. Deneyde, 0,1 g hassasiyette terazi, 110⁰C ayarlanabilen hava sirkülasyonlu etüv, desikatör ve yeterli kol uzunluğu olan 0,1 mm hassasiyette kumpasa gerek vardır. Deneyde kullanılacak örneğin, 350 g'dan az olması istenir.

Deney örneğinin üzeri sert bir fırça ile fırçalanıp su ile temizlenir. Sabit kütleyle gelene kadar etüvle kurutulur ve desikatörde oda sıcaklığında soğutulur. Hassas terazi ile 0,1 g hassasiyette tartılır, bulunan değere Gk denir. Örneğin hacmi, boyutlarının 0,5 mm hassasiyetli ölçülmesiyle bulunur. Bulunan birim hacim değeri V olarak kaydedilir.

Kayacın Birim Hacim Ağırlığı,

$Dh = Gk/V \text{ g/cm}^3$ formülü ile hesaplanır.

Burada;

$dh = \text{Taşın hacim kütesi (g/cm}^3\text{)},$

$Gk = \text{Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş deney örneğinin kütesi (g)},$

$V = \text{Deney örneğinin hacmi (cm}^3\text{) dir.}$

Çizelge 6.1 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait birim hacim ağırlık değerleri (TS EN 1936, 2001).

Örnek No	Birim Hacim Ağırlık (g/cm ³) (Metrik Sistem)	Birim Hacim Ağırlık (kg/m ³) (SI Sistem)
I	2,75	2750
II	2,72	2720
III	2,68	2680
IV	2,70	2700
V	2,65	2650
Ortalama	2,70	2700

Deneyde 5 adet örnek kullanıldı ve ortalama değeri yüzde bir hanesinde yuvarlatılarak kaydedildi. TS EN 1936'a göre doğal taşlar en az 2,55 g/cm³, travertenler ise az 2,30 g/cm³ birim hacim ağırlığında olmalıdır.

6.2.2.3 Su emme deneyi

Kayacın su emmesi 'Ağırlıkça Su Emme' olarak tanımlanmaktadır. Deneyde 5x5x5 cm boyutlarında 5'er adet örnek kullanılmıştır. Deney yapılırken 0,1 g hassasiyetle terazi 110⁰C±5⁰C ye ayarı yapılabilen hava sirkülasyonlu etüv, desikatör ve yeterli kol uzunluğu, 0,1 mm hassasiyetle kompası ihtiyaç duyulmuştur. Örnekleri taşıyabilecek büyüklükteki bir kaba dizilen örnekler yüksekliklerin ¼ ünü dolduracak şekilde 20⁰C ± 5⁰C sıcaklıktaki su içerisine konular ve 1 saat bekletilir. Bekletme bittikten sonra su seviyesi yüksekliğinin ½ sine kadar olacak şekilde su ilave edilir ve 1 saat bekletilir. Bir saat dolduktan sonra yüksekliğin ¾ ünü su içinde kalacak şekilde sıcaklık aynı kalacak şekilde su ilave edilerek tekrardan 1 saat bekletilir. Bu durumda su seviyesi örneği 1,5 cm–2 cm örtecek konuma gelmiş olur ve bu konum sabit kalacak şekilde, su ilave edilir ve 48 saat bekletilme aşamasına geçilir. Bekletme süresi sonunda sudan çıkartılan örnek bekletilmeden ıslak bez ile yüzeydeki su damlaları alınarak 0,2 g hassasiyetle tartımı gerçekleştirir. Suda 24 saat bekletme durumu tartım bulunana kadar tekrarlama işlemi yapılır. Tartımlar arasındaki kütle farkı % 0,1'den fazla olmadığına ulaşıldığı vakit sabit tartım alınmış demektir. Su ile doymun hale gelmiş örnek Arşimet terazisinde 0,1 g hassasiyetinde tartımı su içindeki kütlesi G_{ds} kaydedilir. Örnek değişmez kütleyle gelinceye kadar etüvde kurutma işlemi yapılır. Daha sonra

desikatörde oda sıcaklığına soğutularak 0,1 g hassasiyetinde tartılarak kütlesi bulunur ve Gk olarak yazılır. Deneysel olarak elde edilen değerlerden;

$Sh = Gd - Gk / Gd - Gds \times 100 (\%)$ formülü ile hacimce su emme oranı,

$Sk = Gd - Gk / Gk \times 100 (\%)$ formülü ile ağırlıkça su emme oranı hesaplanır.

Burada;

$Sk = \text{Taşın kütlece su emme oranı (m/m, \%)}$

$Sh = \text{Taşın hacimce su emme oranı (v/v, \%)}$

$Gd = \text{Taşın doygun haldeki kütlesi (g)}$

$Gk = \text{Değişmez kütle kadar kurutulmuş taşın kütlesi (g)}$

$Gds = \text{Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (g) dır.}$

Hacimce su emme ve ağırlıkça su emme değerleri Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.2 Sarıçküy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait hacimce su emme değerleri (TS EN 13755, 2003).

Örnek No	Hacimce Su Emme (%) (Metrik Sistem)	Hacimce Su Emme (%) (SI Sistem)
I	0,251	0,251
II	0,253	0,253
III	0,245	0,245
IV	0,222	0,222
V	0,234	0,234
Ortalama	0,241	0,241

Çizelge 6.3 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait ağırlıkça su emme (TS EN 13755, 2003).

Örnek No	Ağırlıkça Su Emme (%) (Metrik Sistem)	Ağırlıkça Su Emme (%) (SI Sistem)
I	0,092	0,089
II	0,084	0,082
III	0,089	0,091
IV	0,090	0,094
V	0,088	0,089
Ortalama	0,089	0,089

6.2.2.4 Porozite deneyi

Görünen porozite, kayacın hacimce su emme oranıdır. TS EN 1936'ya göre doğal taşlarda gözeneklilik % 2'yi, travertenlerde ise % 12'yi geçmemelidir.

$P_g = \frac{G_d - G_k}{G_d - G_{ds}} \times 100$ (v/v, %) formülünden hesaplanır.

Kayacın hacminin kütlesi d_h , elde edilen ağırlıkça su emme oranı S_k 'dan yararlanılarak $P_g = d_h \times s_k$ (%) formülünden hesaplanır.

Deneyde 5x5x5 cm boyutlarında 5'er adet örnek kullanılmış olup elde edilen veriler Çizelge 6.4'de verilmiştir. Porozite derecesi ortalama hacim kütle d_h ve ortalama özgül kütle d_0 değerinden yararlanılarak; $P = (1 - \frac{d_h}{d_0}) \times 100$ (v/v, %) formülü ile bulunur.

Burada;

P_g = Taşın görünen porozitesi (v/v, %)

G_d = Taşın doygun haldeki kütlesi (g)

G_k = Değişmez kütle kadar kurutulmuş taşın kütlesi (g)

G_{ds} = Doygun haldeki taşın su içindeki kütlesi (g)

d_h = Taşın hacim kütlesi (%)

S_k = Taşın kütlece su emme oranı (%)

P = Taşın porozitesi (v/v, %)

d_h = Taşın hacim kütlesi (g/cm³)

d_0 = Taşın özgül kütlesi (g/cm^3)

$k = dh / d_0$ (doluluk oranı) dır.

Gerçek porozite değerleri Çizelge 6.4’de verilmiştir.

Çizelge 6.4 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait gerçek porozite değerleri (TS EN 1936, 2001).

Örnek No	Gerçek Porozite (%) (Metrik Sistem)	Gerçek Porozite (%) (SI Sistem)
I	0,50	0,50
II	0,59	0,59
III	0,58	0,58
IV	0,55	0,55
V	0,53	0,53
Ortalama	0,55	0,55

6.2.2.5 Görünür porozite deneyi

Kayaçların görünür porozite deneyleri TS EN 1936’ya göre yapılmıştır. Kayacın görünür porozitesi hacimce su emme değerine eşit olup deneye ait sonuçlar Çizelge 6.5 ‘de verilmiştir.

Çizelge 6.5 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait görünür porozite değerleri (TS EN 1936, 2001).

Örnek No	Görünür Porozite (%) (Metrik Sistem)	Görünür Porozite (%) (SI Sistem)
I	0,22	0,22
II	0,23	0,23
III	0,22	0,22
IV	0,25	0,25
V	0,26	0,26
Ortalama	0,24	0,24

6.2.2.6 Tek eksenli basınç dayanımı deneyi

Kayacın basınç direncinin bulunması için 7x7x7 cm boyutlarında 5 adet deney örneği kullanılmış ve deney sonucundaki basınç dayanımı değerleri Çizelge 6.6'da verilmiştir. Örnekler, taş kesme makinasıyla yaş yöntemlerde, belirtilen ölçülerde kesime tabi tutulur ve yüzeyleri birbirine karşılıklı paralel olacak şekilde düzenlemesi yapılarak kullanılır. Etüvde değişmez kütleye kadar kurutulan örnekler deney presinin tablaları arasında tam ortalanacak şekilde yerleştirilir.

Örnek kırılıncaya kadar yük basınç gerilmesi saniyede yaklaşık 10 kgf/cm² – 12 kgf/cm² artacak ve çarpmasız şekilde uygulanır. Pres göstergesinden okunan en yüksek yük değeri Pk olarak kaydedilir.

Kayacın basınç direnci:

$F_b = P_k / A$ kgf/cm² formülünden hesaplanır.

Burada;

F_b = Taşın basınç dayanımı (kgf/cm²)

P_k = Kırılmaya sebep olan en büyük yük (kgf)

A = Taşın yük uygulanan yüzünün alanı (cm²)'dir.

Çizelge 6.6 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait tek eksenli basınç dayanımı değerleri (TS EN 1926, 2000).

Örnek No	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²) (Metrik Sistem)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Mpa) (SI Sistem)
I	1367	132,7
II	1474	138,4
III	1391	139,5
IV	1448	140,8
V	1350	138,1
Ortalama	1406	137,9

6.2.2.7 Don sonrası tek eksenli basınç dayanımı deneyi 12 periyot

TS EN 12371 standartlarına göre yapılan don sonrası tek eksenli basınç dayanımı 12 periyot Çizelge 6.7’de verilmiştir.

Çizelge 6.7 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklerle ait don sonrası tek eksenli basınç dayanımı 12 periyot değerleri (TS EN 12371, 2003).

Örnek No	Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı 12 periyot (kg/cm ²) (Metrik Sistem)	Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı 12 periyot (Mpa) (SI Sistem)
I	1247	121,1
II	1253	122,4
III	1246	122,7
IV	1245	122,8
V	1249	122,5
Ortalama	1248	122,3

6.2.2.8 Yoğun yük altında bükülme dayanımı deneyi

TS EN 12372 standartlarına göre yapılan yoğun yük altında bükülme dayanımı deneyi sonuçları Çizelge 6.8’de verilmiştir.

Çizelge 6.8 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklerle ait yoğun yük altında bükülme dayanımı (TS EN 12372, 2003).

Örnek No	Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı (kg/cm ²) (Metrik Sistem)	Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı (Mpa) (SI Sistem)
I	150	13,7
II	154	13,4
III	136	13,7
IV	125	13,8
V	130	13,4
Ortalama	139	13,6

6.2.2.9 Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot deneyi

TS EN 12371 standartlarına göre yapılan don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı Çizelge 6.9’da verilmiştir.

Çizelge 6.9 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklerle ait don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot (TS EN 12371, 2003).

Örnek No	Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı 12 periyot (kg/cm ²) (Metrik Sistem)	Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı 12 periyot (kg/cm ²) (SI Sistem)
I	132	13,7
II	133	12,6
III	126	12,5
IV	130	12,1
V	134	13,6
Ortalama	131	12,9

6.2.2.10 Don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi deneyi

TS EN 12371 standartlarına göre yapılan don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı Çizelge 6.10’de verilmiştir.

Çizelge 6.10 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi (TS EN 12371, 2003).

Örnek No	Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Değişimi (%) (Metrik Sistem)	Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Değişimi (%) (SI Sistem)
I	5,71	5,71
II	5,71	5,71
III	5,65	5,65
IV	5,64	5,64
V	5,74	5,74
Ortalama	5,69	5,69

6.2.2.11 Darbe dayanımı deneyi

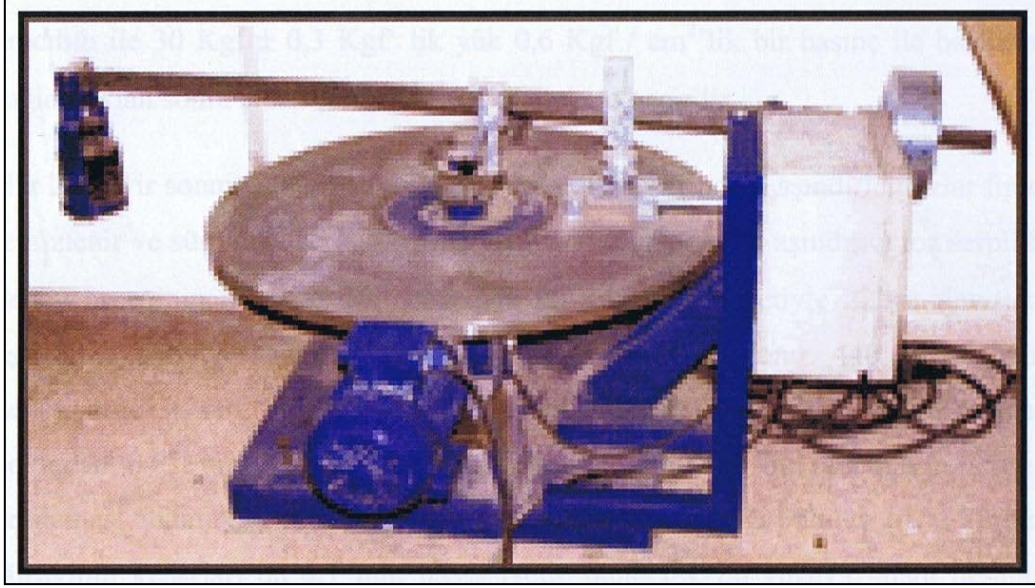
TS 699 standartlarına göre yapılan darbe dayanımı Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait darbe dayanımı değerleri (TS 699, 1987).

Örnek No	Darbe Dayanımı Deneyi (kg.cm/cm ³) (Metrik Sistem)	Darbe Dayanımı Deneyi (kg.cm/cm ³) (SI Sistem)
I	5,66	5,66
II	5,67	5,67
III	5,75	5,75
IV	5,65	5,65
V	5,72	5,72
Ortalama	5,69	5,69

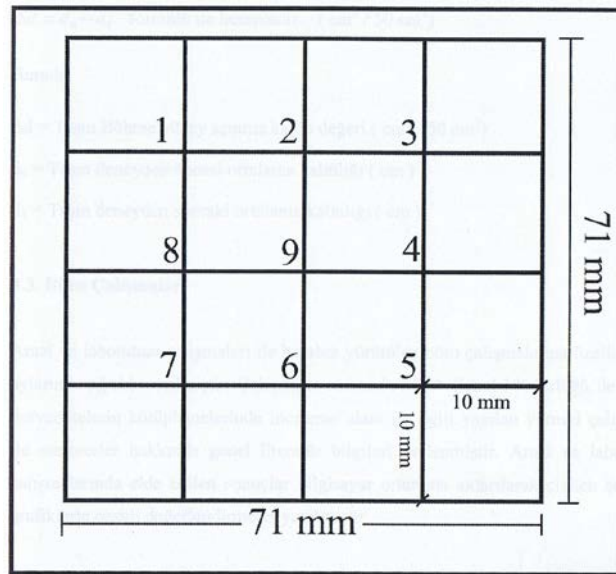
6.2.2.12 Sürtünmeden dolayı oluşan aşınma kaybı direnci deneyi (böhme metodu)

Sürtünme ile oluşan aşınma kaybı deneyi, yaya trafiğinin fazla olduğu yerlerde kaplama taşı aşındırma deneyi, Böhme yüzey aşındırma cihazı kullanılarak yapılmaktadır (Şekil 6.18). Deney sonunda deney örneklerinin kalınlıklarında veya hacimlerinde meydana gelen azalmanın ölçülmesi suretiyle yapılır.



Şekil 6.18 Böhme yüzey aşındırma cihazı (Bağcı vd. 2000).

Deneyde 7x7x7 cm boyutlarında 2 şer adet numune kullanılmıştır. Aşınma kaybı, kalınlıktaki azalmanın ölçülmesi yolu ile tayin edilmek istendiğinde hazırlanmış olan deney örneklerinin her birinin kalınlıkları 0,01 mm hassasiyetle ölçülerek kaydedilir (Şekil 6.19). Örnek Böhme yüzey aşındırma cihazının tutucu çerçevesi içine yerleştirilerek deneye başlanır. Sürtünme şeridi üzerine 20 g \pm 0,5 g aşındırıcı toz serpilir. Deney örneklerine çelik manivela aracığı ile 30 Kgf \pm 0,3 Kgf lik yük 0,6 Kgf/cm²'lik bir basınç ile bastırılması sağlandıktan sonra cihaz çalıştırılıp diskin harekete geçmesi sağlanır.



Şekil 6.19 Deney örneklerinin kalınlıklarının ölçüldüğü noktalar (Bağcı vd. 2000).

Her 22 devir sonunda otomatik olarak duran disk üzerindeki aşındırıcı tozlar fırça ile temizlenir ve sürtünme şeridi üzerine yeniden $20 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ aşındırıcı toz serpildi ve deney örneğinin düşey eksenini etrafında 900 çevrilmek suretiyle 22'şer devirlik 20 aşındırma periyodu, yani toplam olarak 440 devir uygulanır. 440 devir sonunda deney örneği sert bir fırça ile temizlendikten sonra kalınlığı yine 9 noktadan 0,01 mm hassasiyetle ikinci ölçüm alınır ve bu ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak deney örneğinin deney sonrası kalınlığı bulunur (d_1). Sürtünme yüzeyinin kenarları da 0,1 mm hassasiyetle ölçülerek bu yüzeyin alanı hesaplanır (Bağcı vd. 2000). Gülkan mermer ocağından alınan örnekler üzerinde yapılan deney sonuçları, Çizelge 6.12'de verilmiştir.

Çizelge 6.12 Sarnıçköy gülkan mermer ocağından alınan örneklere ait aşınma kaybı direnci değerleri (TS EN 14157, 2005).

Örnek No	Aşınma Kaybı Direnci ($\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$) (Metrik Sistem)	Aşınma Kaybı Direnci ($\text{cm}^3/50 \text{ cm}^2$) (SI Sistem)
I	11,1	11,1
II	10,1	10,1
III	11,2	11,2
Ortalama	10,8	10,8

$d = d_0 - d_1$ formülü ile hesaplanır ($\text{cm}^2 / 50 \text{ cm}^3$)

Burada;

d = Örneğin böhme yüzey aşınma kaybı değeri ($\text{cm}^2 / 50 \text{ cm}^3$)

d_0 = Örneğin deneyden önceki ortalama kalınlığı (cm)

d_1 = Örneğin deneyden sonraki ortalama kalınlığı (cm)'dir.

6.2.2.13 Eğilme dayanımı deneyi

Deneyde her kayaç örneğinden dörder adet kullanılmıştır. Örnekler; 30 mm, 100 mm, 200 mm ebatlarında hazırlanmıştır. Boyutlardaki hassasiyet $\pm 5 \text{ mm}$ kadardır. Hazırlanan deney örneğinin geniş yüzeyinin ortasına dar kenarına paralel olacak şekilde bir çizgi çizilmiş ve aletin yükleme parçası bu çizgi boyunca yerleştirilmiştir. Bu çizgiden itibaren iki yanda 90'ar

mm uzaklıkta iki paralel çizgi çizilmiş ve deney aletinin alt dayanakları bu çizgiler üzerine yerleştirilmiştir. Deney aletinin alt dayanaklar arasındaki mesafe 180 mm'dir. Daha sonra pres örneğin tam orta noktasına uygulanmış, aletin göstergesinden örneğin yenilme yükü okunarak kaydedilmiş ve aşağıda açıklandığı gibi eğilme dayanımı hesaplanmıştır (Çizelge 6.13).

$$F_{eğ} = \frac{3 \times P_k \times L}{2 \times b \times h^2}$$

$F_{eğ}$ = Eğilme dayanımı (kgf / cm²)

P_k = Örneğin yenilme yükü (kgf)

L = Deneyin yapıldığı levhanın sabit genişliği (cm)

b = Örneğin genişliği (cm)

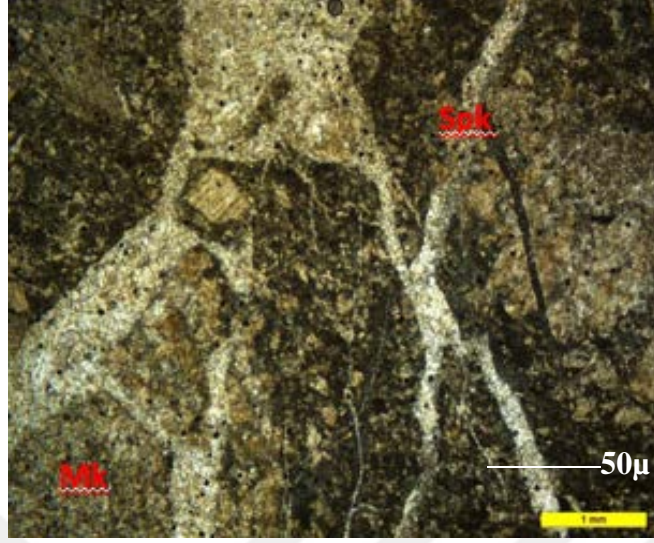
h = Örneğin et kalınlığı (cm)

Çizelge 6.13 Eğilme dayanım değerleri (TS EN 13161, 2003).

Örnek No	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P _k (kgf)	Feğ (kgf/cm ²)	Ort. Feğ (kgf/cm ²)
I	12,00	11,70	3,00	251,3	149,70	160
II	12,00	11,50	3,00	226,2	166,76	
III	12,00	11,60	3,00	251,3	164,70	
IV	12,00	11,60	3,00	226,2	156,20	
V	12,00	11,50	3,00	201,1	163,20	

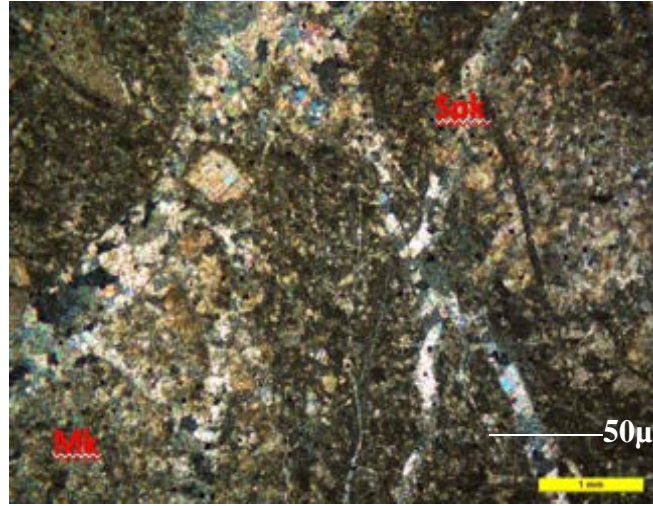
6.2.2.14 Mikroskobik çalışmalar

Kireçtaşı örneğinin ince kesiti hazırlanmış, örnek LEICA DM 750P model polarizan mikroskop altında X nikol ve I nikol aydınlatmalarda 4X10 ve 10X10 büyültmelerde mineralojik bileşim ve petrografik tanımlaması gerçekleştirilmiştir. Kayaç; Folk (1962) karbonatlı kayaç sınıflamasına göre; ikincil gelişimli damar dolgulu yarı öz şekilli sparitik kalsitli ve yersel dolomitik özellikte “mikritik dokulu kireçtaşı (mikritik kireçtaşı-intramikritik kireçtaşı)” olduğu belirlenmiştir. Şekil 6.20, Şekil 6.21, Şekil 6.22 Şekil 6.23, Şekil 6.24 ve Şekil 6.25’de gösterilmektedir.



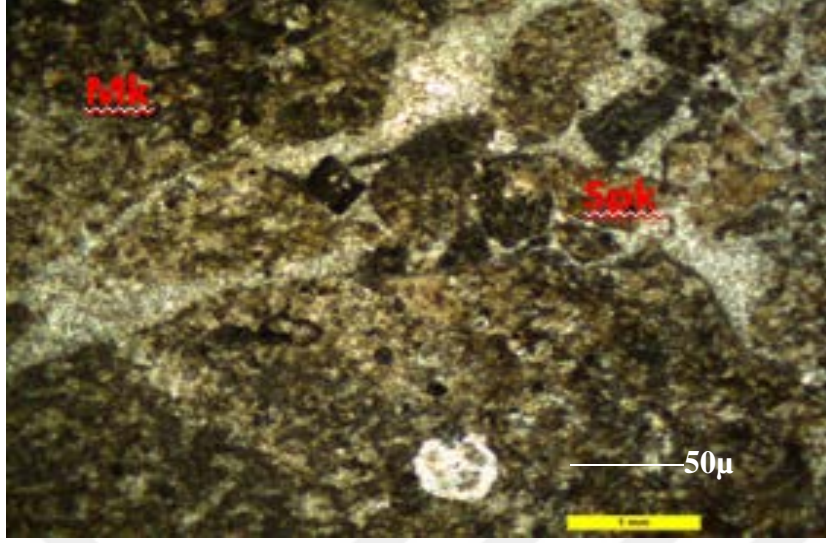
Tek Nikol (doğal ışık-10X10)
Mk: Mikritik kalsit Spk: Spar kalsit

Şekil 6.20 Sarıçk y  İnalıtı formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.



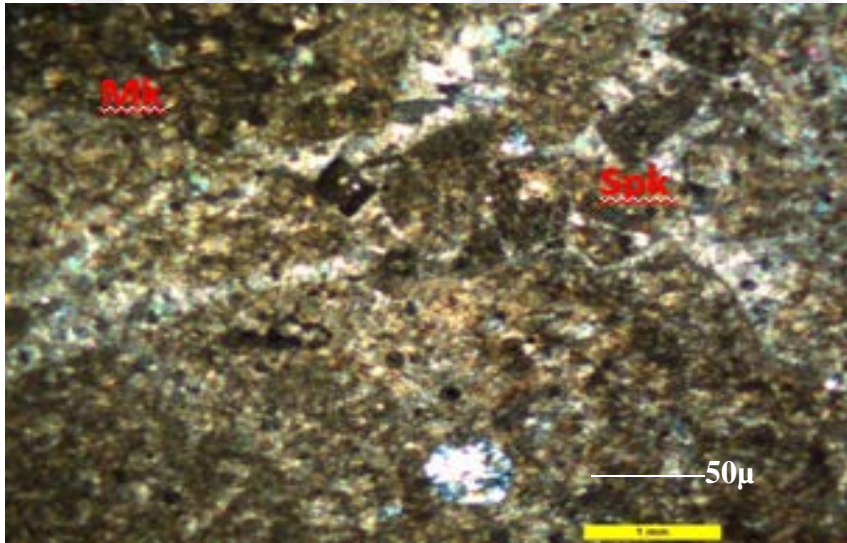
Çift Nikol (polarize ışık-10X4)
Mk: Mikritik kalsit Spk: Spar kalsit

Şekil 6.21 Sarıçk y  İnalıtı formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.



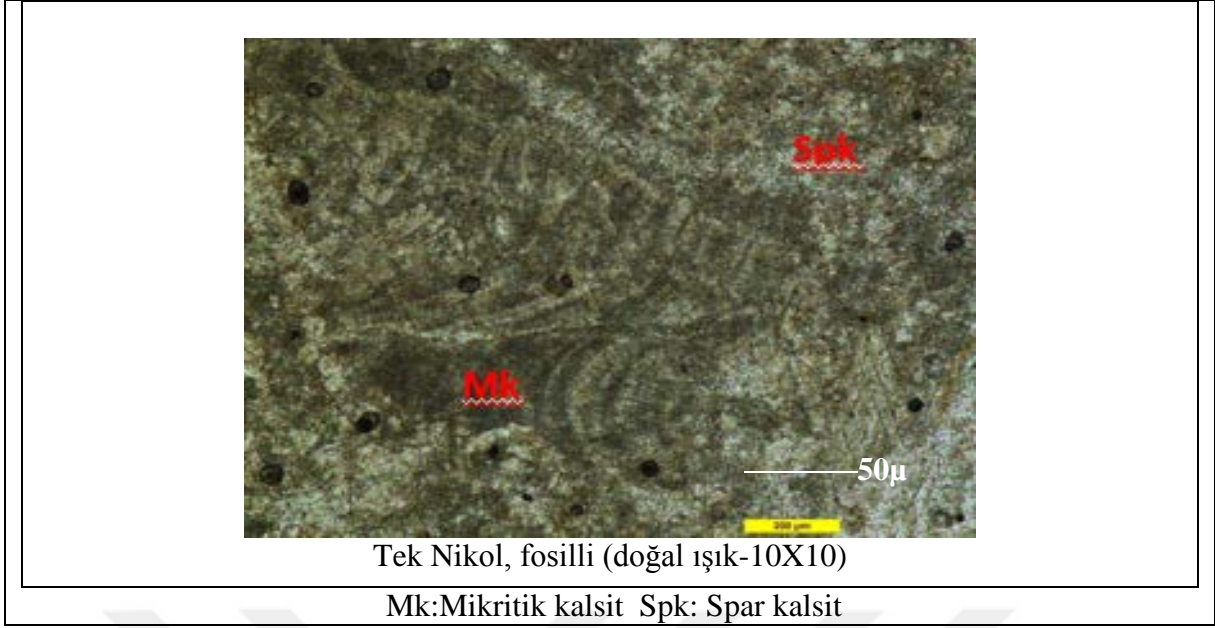
Tek Nikol (doğal ışık-10X10)
Mk: Mikritik kalsit Spk: Spar kalsit

Şekil 6.22 Sarıçk y  İnalta formasyonu kireçtaşı 2 ince kesit görünümü.

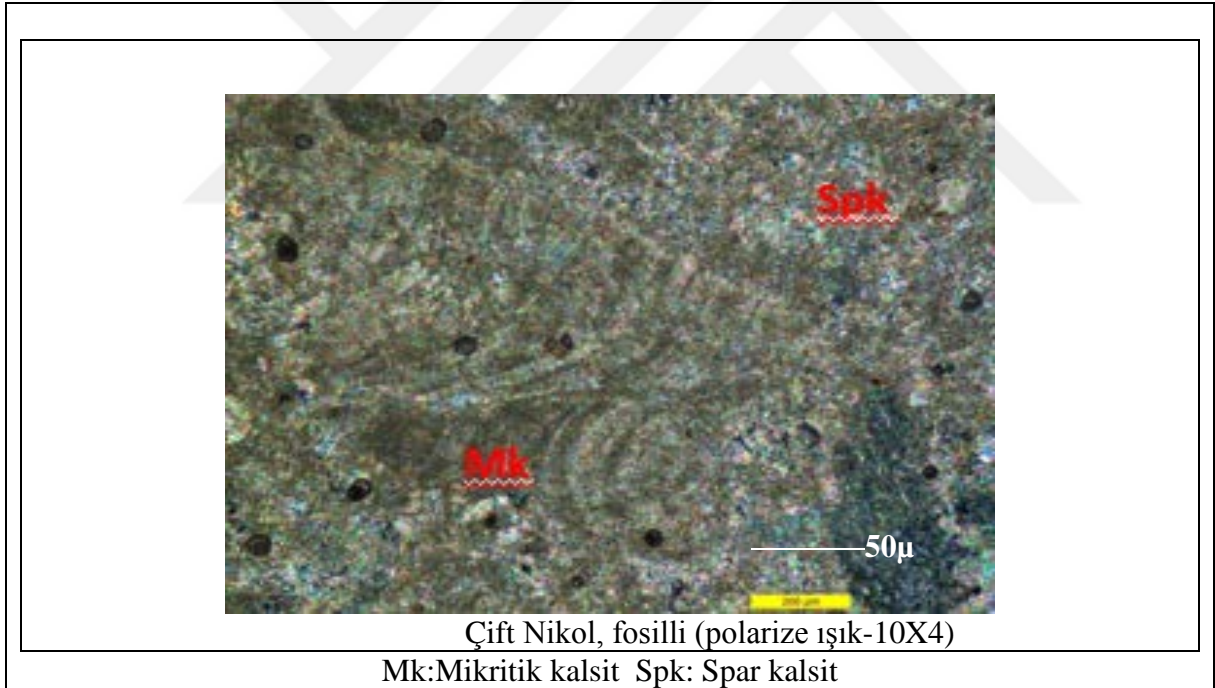


Çift Nikol (polarize ışık-10X4)
Mk: Mikritik kalsit Spk: Spar kalsit

Şekil 6.23 Sarıçk y  İnalta formasyonu kireçtaşı ince kesit görünümü.



Şekil 6.24 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu fosilli, kireçtaşı ince kesit görünümü.



Şekil 6.25 Sarnıçköyü İnaltı formasyonu fosilli, kireçtaşı ince kesit görünümü.

Bölgedeki mermer ve kireçtaşlarından alınan örneklerde, genelde kalsitçe zengin, dolomit ve diğer minerallerin fakir olduğu belirlenmiştir. Kentucky Üniversitesinde (ABD, 2018), karbonat kayaçlar üzerine yapılmış olan kireçtaşlarının tanımlanması ve sınıflandırılması çalışmasına göre; Sarnıçköyü mermer oluşumları, içermiş oldukları kalsit minerallerinin oranı %95'den fazla olduğundan kireçtaşı olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 6.26 Karbonatlı kayaların mineral içeriğine göre sınıflandırılması (Ettensohn, 2018).

BÖLÜM 7

SONUÇLAR

Kastamonu ili Azdavay ilçesi Sarnıçköyü sınırları içinde kalan İnaltı Formasyonuna ait mermer ocağında yapılan bu araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma alanındaki İnaltı Formasyonu; yarı kristalize mermer, kumlu kireçtaşları, kumtaşları, kristalize kireçtaşları, yarı mermerleşmiş kireçtaşları, kumlu kireçtaşları ve kumtaşları ile temsil edilmektedir.

Bölgedeki mermer ve kireçtaşlarından alınan örneklerde, genelde kalsitçe zengin, dolomit ve diğer minerallerin fakir olduğu belirlenmiştir. Kentuky Üniversitesinde (ABD, 2018), karbonat kayaçlar üzerine yapılmış olan kireçtaşlarının tanımlanması ve sınıflandırılması çalışmasına göre; Sarnıçköyü mermer oluşumları, içermiş oldukları kalsit minerallerinin oranı %95'den fazla olduğundan kireçtaşı olarak tanımlanmaktadır.

Formasyondaki kumtaşlarının yer yer fosil içerdikleri görülmektedir.

Çalışma alanındaki mermerler gri renkli olup yer yer açık gri/koyu gri renklerde olabilmektedir. Bu renkler mermer piyasasında Moron (koyu gri) ve Diwonhvi (Açık gri) olarak adlandırılmaktadır.

Sarnıçköyü fosilli neritik kireçtaşı örnekleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda; fiziksel özelliklerden sertlik değerinin 3,5-4,0 arasında, birim hacim ağırlık 2,65-2,75 g/cm³ arasında, görünür porozite (%) değerinin 0,20-0,25 arasında, gerçek porozite (%) değerinin 0,50-0,60 arasında, ağırlıkça su emme değerinin (%) 0,080-0,091 arasında, hacimce su emme değerinin (%) 0,230-0,255 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu örnekler üzerinde yapılan jeomekanik deneylerde; tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm^2) değerinin 1350-1450 arasında, don sonrası tek eksenli basınç dayanımı (kg/cm^2) değerinin 1245-1255 arasında yoğun yük altında bükülme dayanımı (kg/cm^2) değerinin 135-155 arasında, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı 12 periyot (kg/cm^2) değerinin 125-135 arasında, don sonrası yoğun yük altında bükülme dayanımı değişimi (kg/cm^2) değerinin 5,63-5,72 arasında, eğilme (esneklik) dayanımı (kg/cm^2) değerinin 160-165 arasında, darbe dayanımı (kg.cm/cm^3) değerinin 5,65-5,75 arasında, aşınma dayanımının ($\text{cm}^3/50\text{cm}^2$) 10,1-11,2 arasında olduğu belirlenmiştir.

Ocakta üretimi yapılan mermer bloklarının verimliliğinin hacimsel boyut olarak %12-20 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. Mermer bloklarının bu verimlilik değerine ocağın yapısal konumu ve özellikleri (süreksizlikler, faylanmalar, vs.) ile çatlakların yüzeyde güneş yanığına maruz kalma derecelerine göre değişimleri etken olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akdaş H** (2000) Doğal Yapıtaşları. VIII Beş Yıllık Kalkınma Planı. Madencilik Ö.I.K.Raporu, DPT. Ankara.
- Alan İ ve Aksay A** (2002) *1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Zonguldak E-27 ve F-27 Paftaları*. Jeolojik İnceleme Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Jeolojik Etütler Dairesi, No:28, Ankara, 21s.
- Altaş Z** (2006) *Üçtepeliler (Bünyan- Kayseri) Traverten Ocağının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 71 s.
- Anon** (1979a) 'Classification of Rocks and Soil for Engineering Geologi Mapping' Par – I – Rock and Soil materials. Bull. Nt. Ass. Eng. Geo. 19, 364 – 371.
- Arık S** (2011) *Finike (Antalya) Beydağları Formasyonunun Mermer Olarak Kullanılabilirliği ve Ekonomik Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 88 s.
- Aydal D** (2000) Araç Masifinin Jeodinamik Süreçleri. Batı Pontitler, Kastamonu, Türkiye. *MTA Dergisi* (122): 73-94.
- Aydın M, Şahintürk Ö, Serdar H S, Özçelik Y, Akarsu İ, Üngör A, Çokuğraş R, Kasar S** (1986) Ballıdağ - Çangaldağı (Kastamonu)arasındaki bölgenin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 29,1 -16, Ağustos 1986*.
- Azizoğlu M S** (2005) Çukurova Bölgesindeki Mermer Ocaklarının Pazar Durumu ve Ekonomik Açından Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 114 s.
- Bağcı M ve Bozkurt R** (2000) Böhme metodu yardımı ile aşındırıcı tozların aşındırma performanslarının incelenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, C:2, S:1, 53 s.
- Buzkan İ** (1996) Zonguldak Bölgesi Kum-Çakıl-Kırmataş Yataklarının Etüdü 1. *Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*,ed. Ergin Arıoğlu vd.TMMOB, 69-83.
- Çoban F** (1988) Batı Karadeniz Bölgesinde Üst Kretase yaşlı 0Akçakoca Volkanitlerinin Petrokimyasal Özellikleri. *İstanbul Üniv. Jeoloji Müh. Dergisi*, 30, 43-48.
- Dirik K** (2006) Çökeller ve Çökel Kayaçlar. *Fiziksel Jeoloji Dirik K (Ed.)*, Ankara, 10-48.
- Ediz İ** (2002) Mermer ve Doğal Taş Ocağı İşletmeciliği Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ettensohn F R** (2018) Notes For a Carbonate Core-Logging Workshop. *Geological Society of Kentucky and Kentucky Section, American Institute of Professional Geologists.*
- Keller E A** (2006) *Çevre Jeolojisine Giriş.* Gazi Kitapevi, 567 s.
- Ketin İ ve Gümüş A** (1963) Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Arşiv No. 288, Ankara.
- Özcan K** (2010) Eflani (Karabük) Bölgesindeki Kireçtaşının Mermer ve Agregaya Olma Yönünden Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi,* Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 82 s.
- Şentürk A, Gündüz L, Tosun Y, İ., Saruşık A** (1996) Mermer Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Tasa L T** (2013) *Genel Jeoloji.* Helvacı A (Ed.), Baskı no 2014, Nobel Akademik Yayıncılık, 548 s.
- TS 699** (1987) Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deney Metodları, TSE, Ankara.
- TS EN 12371** (2003) Türk Standartları, Doğal Taşlar-Deney Metodları-Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Dayanımı 12 periyot Tayini, TSE, Ankara
- TS EN 12371** (2003) Türk Standartları, Doğal Taşlar-Deney Metodları-Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Tayini, TSE, Ankara
- TS EN 12371** (2003) Türk Standartları, Doğal Taşlar-Deney Metodları-Don Sonrası Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Değişimi Tayini, TSE, Ankara
- TS EN 12372** (2003) Doğal Taşlar, Deney Metodları, Tek Eksenli Yük Altında Eğilme Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12372** (2003) Doğal Taşlar, Deney Metodları, Yoğun Yük Altında Bükülme Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13161** (2003) Doğal Taşlar –Deney Metodları–Sabit Moment Altında Eğilme Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13755** (2003) Doğal Taşlar -Deney Metodları-Atmosfer Basıncında Ağırlıkça Su Emme Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13755** (2003) Doğal Taşlar -Deney Metodları-Atmosfer Basıncında Hacimce Su Emme Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 14157** (2005) Doğal Taşlar -Deney Metodları–Aşınma Kaybı Direnci Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

TS EN 1926 (2000) Doğal Taşlar-Deney Metotları-Basınç Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1936 (2001) Doğal Taşlar-Deney Metotları-Birim Hacim Ağırlık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1936 (2001) Doğal Taşlar-Deney Metotları-Gerçek Porozite Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1936 (2001) Doğal Taşlar-Deney Metotları-Görünür Porozite Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

URL-1 <[**URL-2** <\[**URL-3** <\\[**URL-4** <\\\[**Ünal A** \\\\(2009\\\\) Batı Karadeniz Akçakoca Kuzeyi \\\\(Deniz\\\\) Yeraltı Jeolojisi ve Petrol İmkanlarının Kuyu ve Sismik Kesitlerle İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 61 s.\\\]\\\(https://www.google.com.tr/search?q=globigerina+resim&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjT28bB7-njAhXKwqYKHabjB8AQ_AUIESgB&biw=1366&bih=635#imgrc=GNFSAYVgE3jdyM:>, \\\(t.y.\\\)</p></div><div data-bbox=\\\)\\]\\(https://www.google.com.tr/search?q=orbitolina+sp&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=rQ7om8707U9nLM%253A%252CiOWGjd7PGP7JWM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRyNtudL5FLLohYVkvjWROMlz0xWg&sa=X&ved=2ahUKEwj39fiq7enjAhUuwqYKHaM4BN8Q9QEwAnoECAgQDA#imgrc=rQ7om8707U9nLM:>, \\(t.y.\\)</p></div><div data-bbox=\\)\]\(https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>, \(t.y.\)</p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.com.tr/search?biw=1366&bih=635&tbm=isch&sa=1&ei=r0JJXZ3oGfqAi-gPm-KGwAc&q=+%C3%BCrkiye+haritas%C4%B1&oq=+%C3%BCrkiye+haritas%C4%B1&gs_l=img.3..0i67j019.19282.19282..21483...0.0..0.167.167.0j1.....0....1..gws-wiz-img.Ja_Pq3Fru6o&ved=0ahUKEwjD-6Tu8e3jAhV6wAIHHRuxAXgQ4dUDCAY&uact=5#imgrc=bNnZ3vByaVUtIM:>, (t.y.)</p></div><div data-bbox=)

Yeşilkaya L (1997) Mermerciliğe Giriş Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.



EK - AÇIKLAMALAR

EK A: TABAKA 1

Tabaka:

Azimut	Eğim miktarı
52	15
48	11
45	12
45	11
47	12
45	12

Tabaka: (derece°)

Azimut	Eğim miktarı
47	12
48	11
45	12
48	13
47	12
48	12
49	12
50	10
48	12
47	12
47	11
48	12
49	12
47	12
49	12
50	11
51	12
48	12
48	12
47	11

EK B: TABAKA 2

Tabaka:

Azimut	Eğim miktarı
47	12
48	11
49	12
47	13
49	11
50	12
55	12
48	12
48	11
47	12
46	12
47	12
48	11
47	13
49	12
50	12
48	12
47	11
48	10
49	12

EK C: ÇATLAK DÜZLEMİ 1

1. Çatlak düzlemi: (derece°)

Azimut	Eğim miktarı
304	72
306	76
305	70
304	71
310	72
304	73
305	75
304	72
305	71
304	70
304	70
320	72
301	71
305	70
304	72
304	72
300	72
302	71
304	72
303	73
304	70
305	74
305	72
304	73
304	75
305	74
305	72
305	73
306	73
305	73
305	74
304	73
304	73
304	74
304	72
312	72
304	73
306	74
304	74
304	74

EK D: ÇATLAK DÜZLEMİ 2

2. Çatlak düzlemi: (derece°)

Azimut	Eğim miktarı
32	74
33	75
30	74
30	72
30	73
35	74
29	75
28	74
27	70
30	77
30	77
30	74
31	75
31	75
30	73
30	73
31	74
32	75
31	75
30	74
30	74
31	75
30	76
29	77
30	75
28	74
30	75
30	75
31	75
31	75
32	75
31	73
32	70
30	77
31	77
30	78
30	75
30	75
30	75
30	75

ÖZGEÇMİŞ

Demet ULAŞ, 1990 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamladıktan sonra 2009 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2015 yılında Maden Mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2016 yılında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.

Halen Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime devam etmektedir.