

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esmâ YILMAZ

**YUMURTALIK LİMAN YAPIMINDA DOLGU MALZEMESİ
OLARAK KULLANILAN DOLOMITİK KİREÇTAŞLARININ
FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YUMURTALIK LİMAN YAPIMINDA
DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANILAN DOLOMITİK
KİREÇTAŞLARININ FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

Esmâ YILMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 26/04/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Adem ERSOY
Başkan / Danışman

.....
Prof. Dr. Hasan ÇETİN
2. Danışman

.....
Doç. Dr. Aleattin KILIÇ
Üye

.....
Doç. Dr. Suphi URAL
Üye

.....
Yrd. Doç. Dr. Tolga ÇAN
Üye

Bu tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

Proje No:MMF2009YL17

- **Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YUMURTALIK LİMAN YAPIMINDA DOLGU MALZEMESİ OLARAK
KULLANILAN DOLOMITİK KİREÇTAŞLARININ
FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

Esmâ YILMAZ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman 1: Prof. Dr. Adem ERSOY

Danışman 2: Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Yıl: 2010, Sayfa:77

Jüri : Prof. Dr. Adem ERSOY

Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Doç. Dr. Aleattin KILIÇ

Doç. Dr. Suphi URAL

Yrd. Doç. Dr. Tolga ÇAN

Yumurtalık bölgesi, BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş.), demir çelik fabrikaları ve büyük ölçekli organize sanayi bölgeleriyle önemli bir liman kenti haline gelmiştir. Çalışma alanı Yumurtalık sınırları içerisinde Mersin – O35 – b1 paftasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Yumurtalık'ta inşa edilen deniz araçları barınağında dolgu malzemesi olarak kullanılan kayaçlardan dolomitik kireçtaşlarının fiziko-mekanik özellikleri incelenmiştir. İncelenen özelliklerine göre kayacın liman yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Üzerinde çalışılan kayaçların arazi ve laboratuvar (kimyasal, fiziksel ve mekanik) deneyleri yapılmış ve karakteristik özellikleri ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yumurtalık, liman, kireçtaşı, kaya kalitesi.

ABSTRACT

MSc THESIS

<p style="text-align: center;">PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF DOLOMITIC LIMESTONE USING FILLING MATERIALS IN YUMURTALIK HARBOUR CONSTRUCTION</p>

Esmâ YILMAZ

**DEPARTMENT OF MINING ENGINEER
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA**

Supervisor 1: Prof. Dr. Adem ERSOY

Supervisor 2: Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Year: 2010, Page:77

Jury : Prof. Dr. Adem ERSOY

Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Assoc. Prof. Dr. Aleattin KILIÇ

Assoc. Prof. Dr. Suphi URAL

Asst. Prof. Dr. Tolga ÇAN

Yumurtalık region has become an important harbour with BOTAŞ, iron-steel factories and large scale organised industrial districts. The studied rocks were collected from the study area of Mersin - O35 - b1 diestock which is located in Adana-Yumurtalık region. In this study, Physico-Mechanical properties of dolomitic limestones which are main of the filling materials of the harbour construct in Yumurtalık region were examined. Physico-Mechanical characteristics of the studied rocks using for harbour construction in situ and laboratory were evolved.

Key words: Yumurtalık, harbour, limestone, rock quality.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin hazırlanmasında her türlü desteğini esirgemeyen, yol göstericim, ürettiği fikirleriyle ve yenilikçiliğiyle, büyük bir sabır ve özveriyle bu tezin tamamlanmasının mimarı, sadece bilimselliğiyle değil hayat dersleriyle de bana çok şey öğreten saygıdeğer Hocam Sayın Prof. Dr. Adem ERSOY'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans çalışmam boyunca bana destek olan, bilimsel yönüyle gerçek mühendisliğin ne olduğunu ilk aldığım derslerinde anladığım ve bana inancıyla motivasyonumu hep yüksek tutan Sayın Hocam Prof. Dr. Hasan ÇETİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca fikirleriyle; teorik ve uygulamalı konularda, çizimlerimde hertürlü yardımlarıyla beni yalnız bırakmayan sevgili hocalarım Arş. Gör. Ahmet TEYMEN ve Öğr. Gör. Dr. Tayfun Yusuf YÜNSEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarına ihtiyaç duyduğum ve manevi desteğim bölüm sekreterimiz Mustafa DOĞANTİMUR'a; engin bilgi ve tecrübeleriyle petrografik analizlerimde yardımlarını esirgemeyen sevgili Hocam Öğr. Gör. Dr. Nil YAPICI'ya, arazi çalışmalarımnda beni yalnız bırakmayan Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ'ye, sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Mustafa Dönmez'e, tüm imkanlarıyla laboratuvarlarının kapılarını bana açan ve hiçbir desteği benden esirgemeyen Alfa Zemin'in sahibi Jeoloji Yük. Mühendisi Özkan GEDİK'e teşekkürü borç bilirim.

Yolumu açan ve yol göstericim, fikirlerine her zaman ihtiyaç duyduğum, çalıştığım sürece yanımda olduğunu bildiğim Sevgili Dayım Operatör Dr. Mustafa KAYACAN'a; tez çalışmalarım süresince desteğini hep hissettiğim TEMKA A.Ş.'nin Genel Müdürü Sayın Mustafa SEZEN'e teşekkür ederim.

Sadece bu çalışmamda değil, her zaman bana destek olan değerli anneme ve babama, manevi desteklerim Erdal ve Atakan YILMAZ'a, tezimin yazılmasında her türlü teknik desteği sağlayan ağabeylerim Özden ve Serdar YILMAZ'a ve özellikle tez yazdığım süre boyunca hertürlü kahrımı çeken ablam Selma YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	1
1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu.....	2
1.3. Kıyı Koruma Yapıları.....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
2.1.Çalışma Alanı ile İlgili Yapılan Çalışmalar	11
2.1.1. Çalışma Alanının Depremselliği	13
2.2. Kıyı Yapıları ve Limanlar için Şartname ve Standartlar	14
2.3.Konu ile İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar.....	23
3. MATERYAL VE METOT.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Metot.....	27
3.2.1. Literatür Taraması.....	27
3.2.2. Arazi Çalışmaları.....	27
3.2.3. Laboratuar Çalışmaları.....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Bölgesel Jeolojisi ve Stratigrafi.....	39
4.1.1. Mesozoyik (Kretase).....	42
4.1.2. Senozoyik (Tersiyer).....	42
4.1.3. Senozoyik (Kuvaterner).....	43
4.2. İnceleme Alanı Jeolojisi.....	43
4.2.1. Alüvyon.....	44
4.3. Çalışma Alanı ve Çevresinin Yapısal Jeolojisi.....	48

4.4. Çalışma Alanının Mühendislik Jeolojisi.....	49
4.5. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri.....	51
4.6. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Jeokimyasal Özellikleri.....	52
4.7. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Fiziko-mekanik Deney Sonuçları.	53
4.8. Kireçtaşlarının Liman Yapımında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi	61
5. SONUÇLAR.....	67
KAYNAKLAR.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Taş dolgu kıyı koruma yapılarında kullanılacak malzemenin ağırlık ve boyutu arasındaki ilişki	8
Çizelge 2.1. Standart iri sınıfın (CP) tane büyüklüğü dağılımı için özellikler	16
Çizelge 2.2. A sınıfı standart ince sınıfla (LMA) ilgili kütle dağılımı	16
Çizelge 2.3. B sınıfı standart ince sınıfla (LMA) ilgili kütle dağılımı.....	17
Çizelge 2.4. A sınıfı standart yoğun sınıfla (HMA) ilgili kütle dağılımı ve ortalama kütle için (parçalar hariç) özellikler	18
Çizelge 2.5. B sınıfı standart yoğun sınıfla (HMA) ilgili kütle dağılımı için özellikler	19
Çizelge 2.6. Su emme ile ilgili kategoriler.....	20
Çizelge 2.7. Tahkimat taşının özellikleri	22
Çizelge 2.8. BS 6349-1 (2000)'e göre dış liman dolgusunda aranan özellikler.....	23
Çizelge 2.9. Kaya malzeme özelliklerinin proje aşamalarındaki önem dereceleri.....	24
Çizelge 4.1. Ayrışma ve alterasyon dereceleri.....	50
Çizelge 4.2. İnceleme alanındaki kayalara ait kimyasal analiz ve toplam kükürt ve klor tayini test sonuçları.....	53
Çizelge 4.3. Nacarlı 1 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları	55
Çizelge 4.4. Nacarlı 2 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları	56
Çizelge 4.5. Taştepe 1 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları.....	57
Çizelge 4.6. Taştepe 2 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları.....	58
Çizelge 4.7. Taştepe 3 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları.....	59
Çizelge 4.8. Taştepe 4 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları.....	60
Çizelge 4.9. Deney sonuçlarına göre kaya dayanıklılığı için rehber	62
Çizelge 4.10. Tahkimat taşının özellikleri (Karayolları Teknik Şartnamesi, 2006).....	63
Çizelge 4.11. Deniz yapıları için idealize tipik kaya kalitesi parametre aralıkları.....	64
Çizelge 4.12. BS 6349-1 (2000)'e göre dış liman dolgusu kayalarda istenen sınır değerleri	65

ŞEKİLLER DİZİNİ	SAYFA
Şekil 1.1. Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası.....	3
Şekil 1.2. Kıyı koruma yapılarının sınıflandırılması.....	5
Şekil 1.3. Kıyıya dik koruma yapıları.....	5
Şekil 1.4. Yığma kaya dolgu tipindeki liman dolgusu	6
Şekil 1.5. Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların uygulama alanları.....	7
Şekil 2.1. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.....	14
Şekil 3.1. Çalışma alanındaki, dolomitik kireçtaşlarına ait bir görüntü.....	25
Şekil 3.2. Fiziko-mekanik deneylerde kullanılan araç ve gereçler.....	26
Şekil 3.3. Maksimum su emme deneyinde kullanılan numuneler (a) ve numunelerin dış yüzeyinin kurutulması (b).....	31
Şekil 3.4. Tek ve üç eksenli basınç deneylerinde kullanılan hidrolik presin genel görünümü.....	33
Şekil 3.5. Nokta yükleme deney aleti.....	34
Şekil 3.6. Sodyum Sülfat ile Donma-Çözünme kaybı.....	36
Şekil 3.7. Los Angeles Aşınma Direnci Tayini.....	37
Şekil 3.8. Tipik Los Angeles Deney Makinesi.....	37
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	40
Şekil 4.2. Çalışma Alanı ve Yakın çevresinin Genel Jeoloji Haritası.....	41
Şekil 4.3. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	45
Şekil 4.4. Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşlarının uydu görüntüsü.....	46
Şekil 4.5. Dokuztekne Üyesinin görüntüsü.....	46
Şekil 4.6. Olistolit tepecikleri halinde dolomitik kireçtaşlarının görüntüsü....	47
Şekil 4.7. Miyosen – Holosen döneminde Anadolu ve çevresinde gelişen ana tektonik hatları gösterir harita	48
Şekil 4.8. Dolomitik kireçtaşlarının mikroskop görüntüleri.....	52
Şekil 4.9. Nacarli 1 nolu kayacın makro görüntüsü.....	55
Şekil 4.10. Nacarli 2 nolu kayacın makro görüntüsü.....	56
Şekil 4.11. Taştepe 1 nolu kayacın makro görüntüsü.....	57
Şekil 4.12. Taştepe 2 nolu kayacın makro görüntüsü.....	58

Şekil 4.13. Taştepe 3 nolu kayacın makro görüntüsü.....	59
Şekil 4.14. Taştepe 4 nolu kayacın makro görüntüsü.....	60

1. GİRİŞ

Bu çalışmada deniz yapılarında kullanılacak kaya malzemelerinin seçilmesinde dikkate alınan başlıca temel özellikler incelenmiş olup; bu bölümde çalışmanın amacı, önemi, çalışılan alan ve civarı ile ilgili genel bilgiler verilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Gelişen teknoloji, ilerleyen sanayi ve hızlı nüfus artışı beraberinde daha çok ulaşım ihtiyacı getirmiş, bununla birlikte hava yolu ve kara yolunun yanı sıra deniz ulaşımı da oldukça önemli bir hal almıştır. Ulaşım ihtiyaçlarının karşılanması için yapılan mühendislik çalışmalarında kayaçların önemi kaçınılmazdır.

Deniz yapıları kapsamında kullanılan kaya malzeme esas olarak koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesinden oluşur. Liman Yapımında kullanılan kayaçların fiziksel, kimyasal ve jeo-mekanik özellikleri bu çalışmada değerlendirilmiş olup; İsken Su Gözü Enerji Santrali Deniz Araçları Barınağı İnşaatında dolgu malzemesi olarak kullanılacak dolomitik kireçtaşları incelenmiştir.

Deniz yapılarında kullanılacak kaya malzemelerinin seçilmesinde dikkate alınan başlıca temel özellikler; renk, yoğunluk, su emme ve porozite, süreksizliklerin konumu, ayrışma durumu, mukavemeti, sertliği, tane boyu dağılımı, blok bütünlüğü, blok şekli, blok ağırlığı ve boyutudur.

Deniz yapılarında kullanılacak doğal yapı malzemelerinin belirlenmesinde ilk adım olarak jeolojik inceleme yapılmalı ve potansiyel kaya malzemesi öncelikle kaynağında incelenmelidir. Uygun kaya malzemesi taş ocağında yapılacak kayanın fiziksel ve jeolojik özelliklerinin ayrıntılı değerlendirilmesine dayalı olarak seçilmelidir. Belirli bir kaynak tespit edildiğinde dikkatlice araştırılmalıdır. Çünkü kayanın ayrışma durumu laboratuvar deneyleri ile elde edilecek sonuçları doğrudan etkilemektedir. Ayrışmayla birlikte kayaçların mineralojisi, oluşumu, süreksizliklerin durumu, bölgesel metamorfizma, tektonizma ve faylanma kaya kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir.

Bu çalışmanın amacı aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

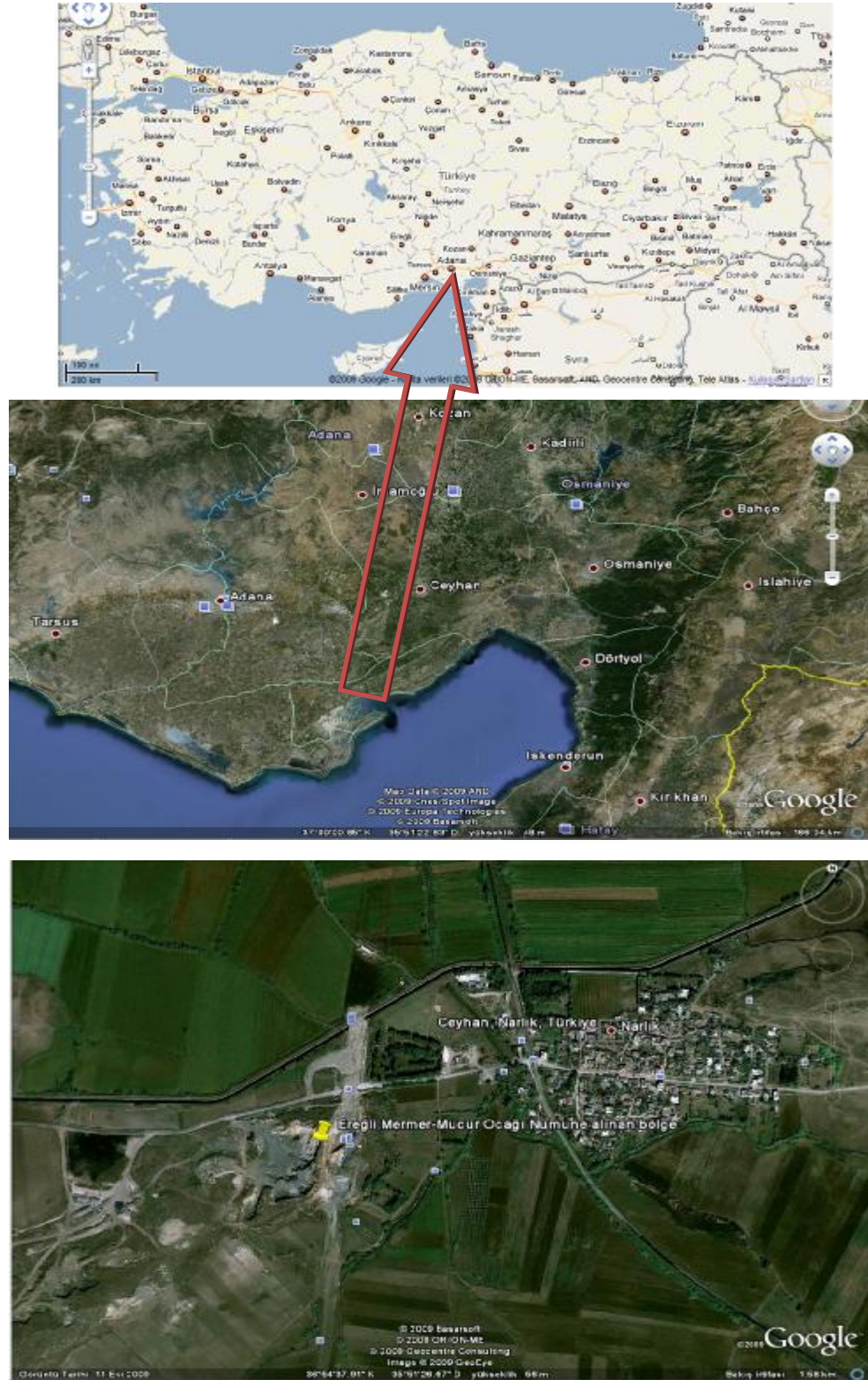
1. Yumurtalık (Adana-Ceyhan) İsken Su Gözü Enerji Santrali Deniz Araçları Barınağı yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılacak dolomitik kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması; arazi ve laboratuvar çalışmaları ile kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi.

2. Özgül ağırlık, doğal birim hacim ağırlık, maksimum su emme deneyi, porozite, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yükü dayanım indeksi testi, Los Angeles aşınma direncinin tayini, sodyum sülfat ile donma çözünme kaybı, toplam kükürt ve klor tayini testleri yapılması, petrografisi ve mineralojik bileşimlerinin araştırılması ile kayacın karakteri ortaya koyulup; liman dolgusu olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi.

3. Araştırılan ve belirlenen tüm özellikler sonucunda limanın aktif ömrü boyunca olumsuzluk yaratacak herhangi bir ayrışmanın olup olmayacağını değerlendirilmesi.

1.2. Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Çalışma alanı Adana – Osmaniye ve Antakya il sınırları arasında kalan; Adana ilinin doğusunda yer alan, özellikle petrol taşımacılığı açısından önemli bir bölge olan Yumurtalık civarında bulunmakta olup, Adana’dan E90 karayolu ile ulaşılmaktadır. Özellikle numuneleri alınıp incelenen olistolit tepeliklerinde bulunan ocaklar, Ceyhan–Yumurtalık arasında, Yumurtalık’ın kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Yumurtalık merkezine 20 km uzaklıkta olan bu alan Mersin – O35-b1 paftasında yer almaktadır (Şekil 1.1).



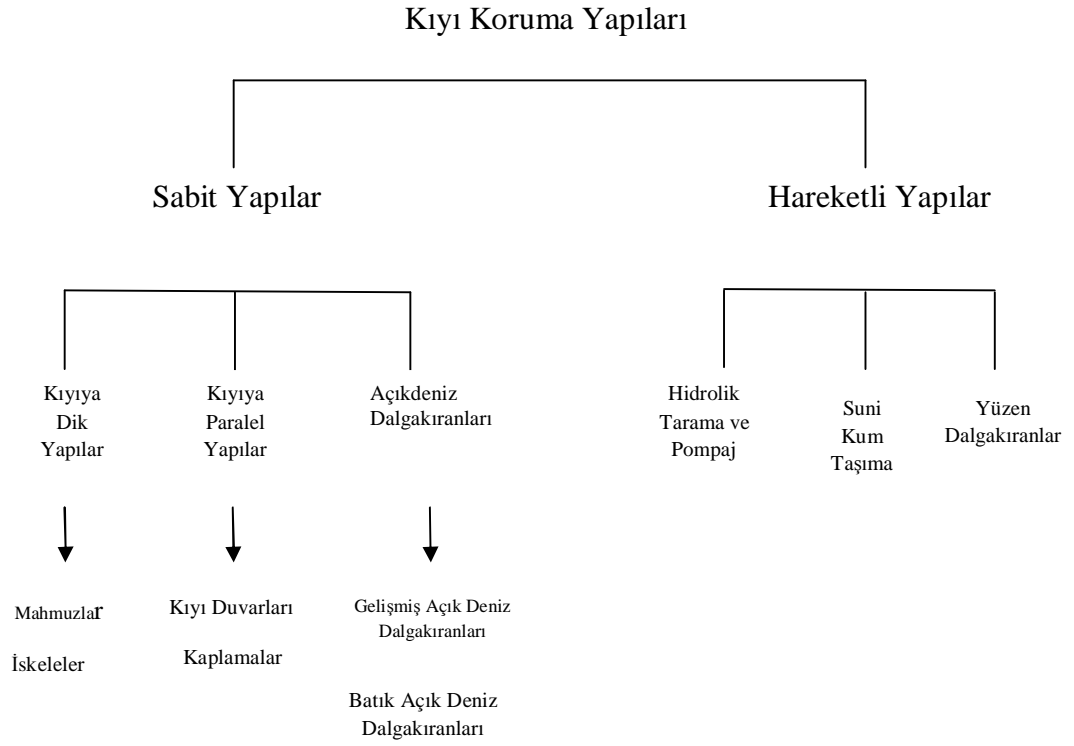
Şekil.1. Çalışma Alanının Yer Bulduru Haritası.

Bölgedeki en büyük akarsu; aynı zamanda Akdeniz Bölgesi'nin de büyük akarsularından olan, 509 km uzunluğunda, Elbistan yakınlarında doğup, Çukurova'da geniş bir delta oluşturarak İskenderun Körfezine dökülen Ceyhan Nehri'dir.

Çalışma alanı yazları kurak ve sıcak, kışları yağışlı ve ılık, bilinen Akdeniz İklimi özelliğini taşımaktadır. 1975 – 2009 yılları arasında yapılan çalışmalara göre ortalama en yüksek sıcaklık 12,3 – 31,8 °C arasında, ortalama en düşük sıcaklık 4,7 – 24,4 °C arasında olduğu saptanmıştır. Ortalama yağışlı gün sayısı en yüksek Ocak ayında olup 15 gün, en düşük Ağustos ayında olup 1,7 gündür. Ortalama güneşlenme süresi en düşük Aralık ayında olup 3,1 saat, en yüksek Temmuz ayında olup 11,6 saattir. Yine aynı şekilde 1975 – 2009 yılları arasında yapılan çalışmalara göre en yüksek sıcaklık 08.07.1978 tarihinde 43,3 °C en düşük sıcaklık ise 8.01.1977 tarihinde -7,0 °C olarak gerçekleşmiştir. Bölgedeki en çok yağış 09.05.2001 tarihinde 432.1 kg/m², en hızlı rüzgar 15.12.1978 tarihinde 102,2 km/saat olarak kaydedilmiştir (www.meteor.gov.tr).

1.3. Kıyı Koruma Yapıları

Dalgaların yaratacağı olumsuz koşullar, kıyı koruma yapısı olarak kullanılacak dolgunun tipinin, yerinin, boyutunun ve kullanılan malzemenin doğru seçilmesi ve tasarlanmasıyla en aza indirgenebilir (Durmuş, 2007). Mühendislik çalışmalarının önemli bir uygulama alanı olan kıyı koruma yapıları (limanlar, mahmuz, dik kıyı duvarları, eğimli kıyı koruma yapıları, iskeleler, açık deniz dalgakıranları) şekillerine ve kullanım amaçlarına göre farklı boy ve şekillerdeki doğal kayalardan veya hazır beton bloklardan (antifer) inşa edilmektedir (Topal ve Acır, 2004; Latham vd., 2006a,b). Kıyıların korunması amacıyla yapılan bu tip hidrolik yapılar sabit ve hareketli olmak üzere iki sınıfta tanımlanmaktadır (Şekil 1.2). Genelde ülkemizde kıyıya dik yapılar ve paralel yapılar kullanılmaktadır. Kıyıya dik yapılar olan mahmuzlar ve iskeleler kıyıdan denize doğru kıyı şeridinde dik açıda uzanan koruma yapılarıdır (Şekil 1.3).

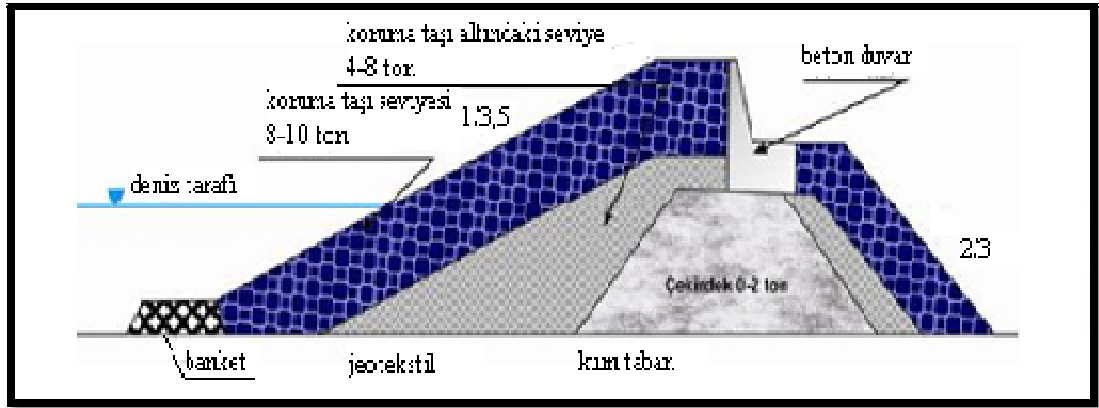


Şekil 1.2. Kıyı koruma yapılarının sınıflandırılması (Durmuş, 2007)

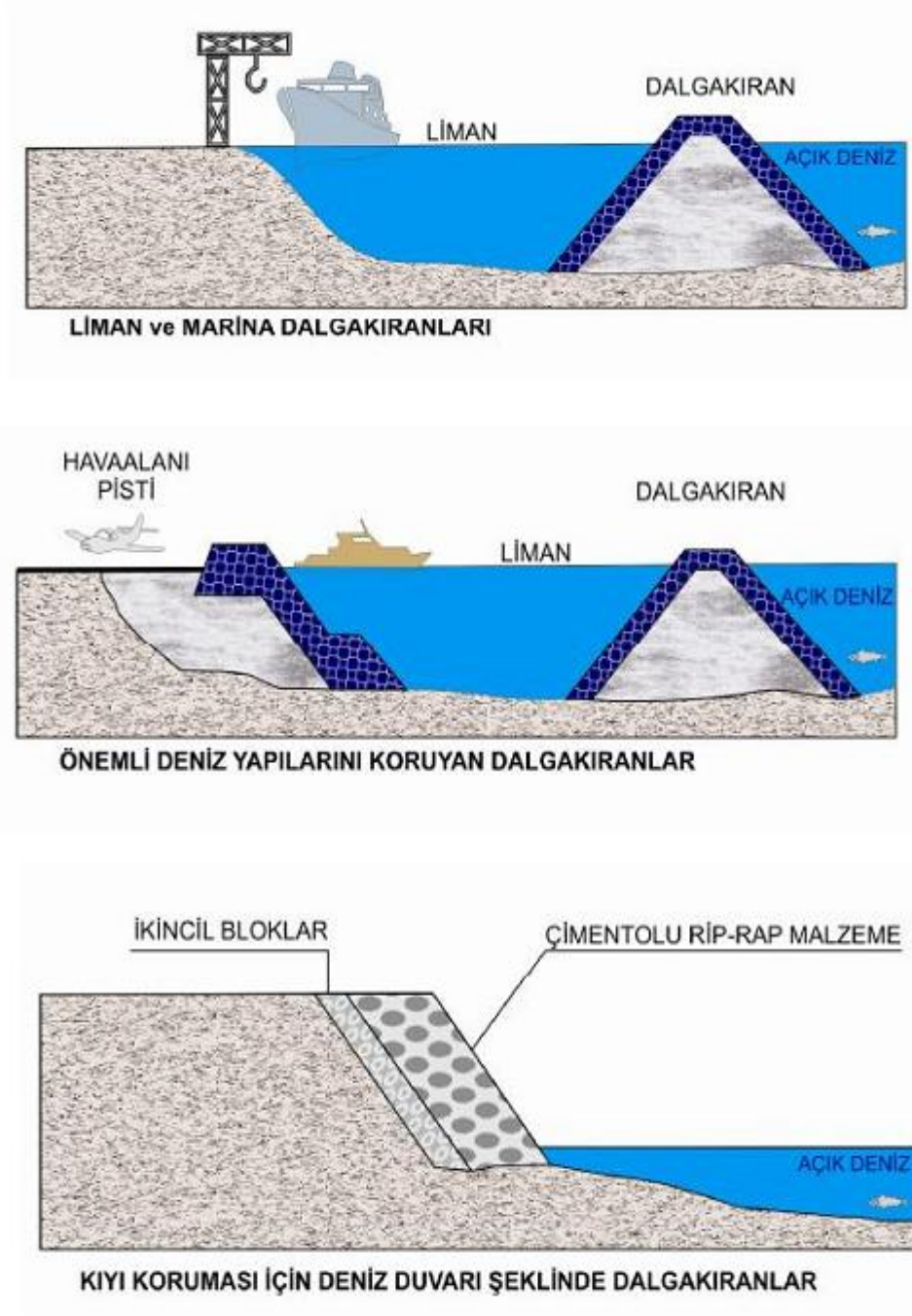


Şekil 1.3. Kıyıya dik koruma yapıları (a) T Mahmuzlar, (b) İskeleler (Özvan, 2009).

Türkiye gibi kıyı ülkelerinde vazgeçilmez olan bu yapılar, limanların açık denize doğru devamı şeklinde veya deniz ile kıyı arasındaki kıyı yapılarını koruma amacıyla yapılmaktadır. Genellikle taş ocaklarından sağlanan uygun biçim ve boyutlara sahip ve dalga hasarlarına karşı ağır (3-30 ton) sağlam kaya bloklarından inşa edilmektedirler. Kullanılan bu kayalar jeolojik kökenlerinden dolayı değişik özelliklere sahip olabilirler (Latham vd., 1990). Bu kayaların fiziksel ve mekanik özellikleri, fırtına gibi kötü deniz şartlarında, dolgunun sabit olarak kalmasını sağlayacak yapıda olmalıdır (Lienhart, 2003; Ertaş ve Topal, 2008). Bu tip yapılar projelendirilirken hidrolik modeller veya deneysel hesaplamalar yapılmaktadır. Büyük dalgakıran projelerinde, dalga hasarlarına dayanacak kaya bloğunun ağırlığı dalga özellikleri dikkate alınarak hidrolik model deneyleriyle belirlenirken, küçük dalgakıranlarda ise, gereken blok ağırlığı deneye dayalı formüllerle belirlenmektedir (Merritt, 1986). Dalgakıranlar veya burada sözü edilen deniz yapıları (yığma kaya tipindeki liman dolgusu) başlıca iki kısımdan oluşmaktadır; çekirdek ve dış liman taşı (anroşman) (Şekil 1.4). Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların bazı uygulama alanları Şekil 1.5’de verilmiştir.



Şekil 1.4. Yığma kaya dolgu tipindeki liman dolgusu (Özvan, 2009).



Şekil 1.5. Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların uygulama alanları (Hoş, 1999)

Taş dolgu kıyı koruma yapısının ana avantajı aşırı dalga hareketlerinden kıyı alanlarını korumaktır. CIRIA/CUR (1991) tarafından tanımlanan diğer avantajları ise; kayanın ocaktan sıkça sağlanabilmesi, sınırlı donanım, kaynaklar ve uzman kişilerle yapının inşa edilebilmesi, tasarım ve yapım hatalarının yapı tam olarak hasar görmeden düzeltilebilmesi, onarım işlerinin genellikle kolay olması ve özel donanımlara gerek duyulmamasıdır.

Taş dolgu koruma yapıları farklı seviyelerden meydana gelmektedir. Her seviye eş boyutlu ve ağırlıklı kaya malzemedan oluşturulmaktadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Taş dolgu kıyı koruma yapılarında kullanılacak malzemenin ağırlık ve boyutu arasındaki ilişki (CIRIA/CUR, 1991)

Tanım	Blok Ağırlığı (ton)	Blok Şekli (temsilen kübik şekilli)
Birinci Seviye	8-10	1,5: 1,5: 1
İkinci Seviye	4-6, 6-8	2:1:1, 4:1:1
Filtre Seviyesi	2-4	2:1:1
Çekirdek Malzemesi	0-2	-

Birinci koruma taşı seviyesi, yapı üzerindeki en dış koruyucu seviye olup, bir veya iki seviye halinde, kayalar arasındaki kenetlenmenin en iyi olduğu şekilde, dizilerek yapılır. En büyük ve en ağır bloklar bu seviyede bulunur. Genelde 25 ton kadar ağırlıktaki kayalar bu seviyede kullanılmasına karşın bazı özel tasarımlarda 10 ton ve daha düşük ağırlıktaki bloklar da kullanılmaktadır. İkinci koruma taşı seviyesi, birincil koruma taşı seviyesi için bir destek seviye olarak kullanılır. Bu ikincil seviye, birincil seviyeye döşenen kayalar arasındaki boşluklarda oluşan türbülansın, dalgayı geri yansıtarak ve enerjisini düşürerek azalmasına yardımcı olur. Burada kullanılacak blokların ağırlığı yaklaşık 4-8 ton arasındadır. Filtre seviyesi, taş koruma yapısının çekirdek malzemesi ile koruma taşı arasında kalan seviyeye serilir. Bu seviyede kullanılan kayalar, düşük su emme kapasitesine sahip, sağlam ve uzun ömürlü olmalıdır. Taneler eşit boyutlu ve tariflerdeki limitlerde ince dilimler halinde serilerek yerleştirilir. Bu seviyedeki blok ağırlığı 2-4 ton arasında değişmektedir.

Banket seviyesi, çok fazla miktarda kayanın denize doğru eğimli olarak yerleştirilmesiyle oluşturulur. Bu seviye dinamik olarak yerleştirilir. Fırtınalı bir havada bu seviyenin doğal stabilitesi dalga hareketleriyle bozulabilir. Bu seviyedeki blok ağırlığı 0,5-2 ton arasında değişmektedir. Çekirdek, bu tip yapılarda en çok malzeme gereksiniminin olduğu alandır. Taş dolgu koruma yapısının en iç kısmını oluşturur ve en küçük boyut ve ağırlıktaki malzeme ile yapılır. Bu alanda kullanılan malzeme tüm taş dolgu yapısında kullanılan malzemenin yaklaşık %80'nini oluşturmaktadır. Çekirdek kısmında kullanılan malzemenin ağırlığı 0,1-0,4 ton arasında değişmektedir (Özvan, 2009).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Adana – Yumurtalık bölgesi ile ilgili çok sayıda jeolojik araştırma bulunmakla birlikte; kireçtaşı ve bazaltların kullanımları ile ilgili yine bir çok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar bu bölümde kısaca özetlenmiştir.

2.1.Çalışma Alanı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

1957-1960 yılları arasında Adana bölgesinin genel stratigrafisini ilk olarak *Schimdt (1961)* çalışmıştır. Bölgede, 47 kaya birimini isimlendirmiş, çalışmasının sonucunda Bulgurdağ petrol sahasını belirleyerek, petrolün gömülü tepe ile stratigrafik kapanlarda olabileceğini ortaya koymuştur. Yazarın önerdiği formasyon isimlerinin büyük bir çoğunluğu hala kullanılmaktadır. Dört Yol ve Erzin ovalarının hidrojeolojisi ve işletme çalışmaları isimli doçentlik tezinde *Doyuran (1980)* bu bölgedeki akiferin serbest akifer olduğunu ve Haydar (Erzin) Formasyonu ile Delihalil Formasyonunun başlıca akiferleri oluşturduğunu belirtmiştir. Dört Yol ve Erzin ovalarının kıyı ovaları olması nedeniyle yeraltısuyu işletmesinin akifer üzerindeki etkisinin gözlenmesinin yararlı olacağından ve kıyı boyunca oluşabilecek tatlı-tuzlu su girişiminin araştırılması gerektiğinden bahsetmiştir. Misis – Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi üzerine çalışan *Kozlu (1987)*, bölgedeki yapısal ve jeolojik unsurları ortaya koymuştur. Misis bölgesinde yapmış oldukları çalışmada *Kelling ve diğ. (1987)*, Bulgurkaya Olistostromunu Misis Karmaşığı olarak tanımlamışlardır. Bloklulu olan bu birimin çökelim sırasında naplardan, olistolit ve tektonik dilim şeklinde aktarıldığını açıklamışlardır. Bu bloklulu birimin Miyosen döneminde kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak devamlı sıkışan ve dilimlenen yay önü havzada oluştuğunu belirtmişlerdir. Adana Baseni'nin evrimi ve basenin oluşumunda etken olan faktörler üzerinde duran *Ünlügenç (1993)*, Misis yükseliminin İskenderun ile Adana Basenlerini biri birinden ayırdığını belirtmiştir. Çalışma alanındaki en geniş ölçekli çalışmayı yapan *Kozlu (1997)*'de yaptığı çalışmada, bölgenin tektono-stratigrafi birimlerini ve bunların tektonik gelişimini incelemiştir. Misis – Andırın ve İskenderun havzalarının tektonik gelişim modellerini şekillerle açıklamış

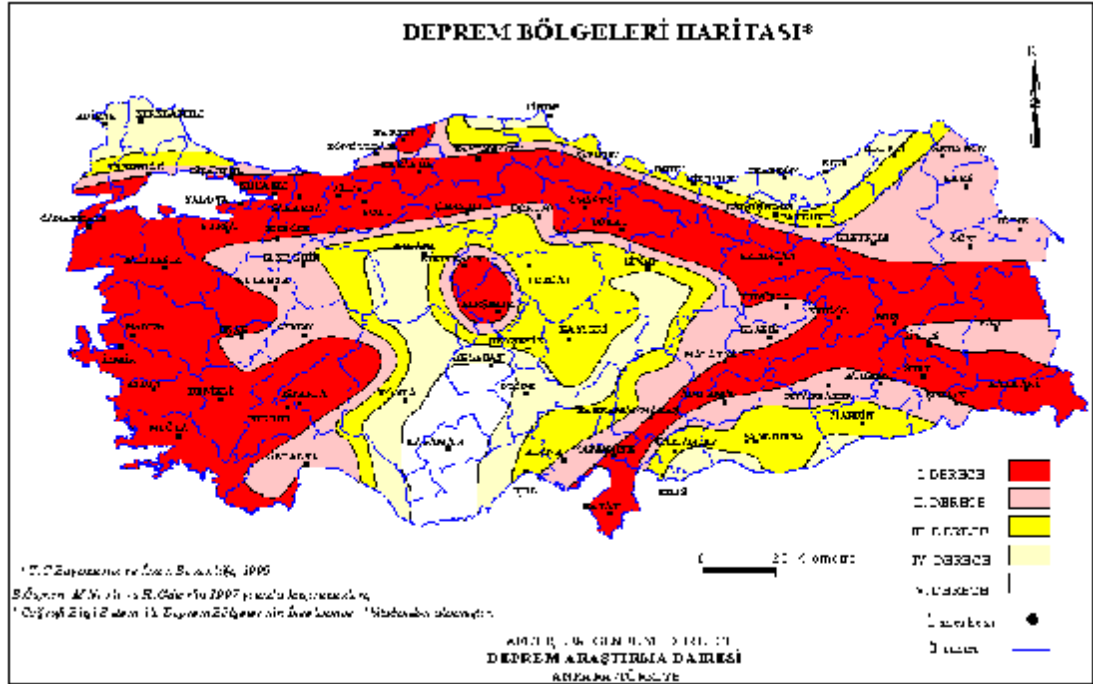
ve temel birimleri ayrıntılı tanımlayarak, bunların kenet kuşağı ve Arap – Afrika kıtalarına ait olduğunu belirtmiştir. Kozlu çalışmasının sonunda Antalya'dan Kahramanmaraş bölgesine kadar tüm Neojen havzaların stratigrafisine dayalı bölgesel korelasyon yapmıştır. Türkiye'nin güneyinde yer alan Afrika-Anadolu levha sınırı boyunca çıkan Pliyo-Kuvaterner volkanizmasını detaylı inceleyen *Parlak ve diğ. (1997)*'de yaptıkları çalışmada Kahramanmaraş'taki üçlü kesişim noktasında çarpışan Afrika, Anadolu ve Arap levhalarının sürekli sıkışma tektonik rejimi sonucunda bu volkanizmanın oluştuğunu belirtmişlerdir. 2002'de yaptığı çalışma ile Misis – Andırın yapısal yükseliminin olduğu alanın doğu kısmında yer alan genç birimlerin stratigrafik ve yapısal özelliklerini belirleyen *Boyraz (2002)*, çalışma alanındaki en yaşlı birimin Andırın formasyonuna ait Dokuztekné üyesi ve en genç birimin bölgenin son tektonizma ürünü olan Delihalil bazaltlı olduğunu belirtmiştir. *Yurtmen ve Diğ. (2002)*, doğrultu atımlı Amanos fayındaki bazalt lavlarında yapılan K-Ar ve jeokimyasal analizlerle fayın atım hızının yılda 0.3-1.5 mm arasında olduğunu belirlemişlerdir. *Robertson ve diğ. 2004*'te yaptıkları çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesindeki Misis – Andırın karmaşığının oluşumuna ait tektonik ve sedimenter süreçleri incelemişlerdir. Geç Paleozoik-Mezozoik'den başlayarak Pliyo-Kuvaterner dönemine kadar geçen dönemler içersinde gelişen tektonik tarihçeyi çıkartarak güney Neotetisin aktif olan kuzey kenarı ile ilgili tektonik tarihçeyi değişik yorumlarla zaman ve mekân içersinde özetlemişlerdir. *Yaşar ve diğ.(2004)* betonun sıkışma dayanımı üzerinde kireçtaşı agregaları ve su-çimento oranının etkisini Ceyhan kireçtaşı üzerinde incelemişlerdir. Bu çalışmada Tersiyer yaşlı Ceyhan dolomitik kireçtaşına ait fiziksel ve jeomekanik deneyler yapılmış ve 7, 14, 28 gün su içersinde bekletilen örnekler kırıldığında agregaların boyutlarının ve su-çimento oranının betonun sıkışma dayanımını etkilediğini belirlemişlerdir. *Uysal (2005)*, Misis – Andırın yapısal yükseliminin olduğu alanın batı kısmında yer alan birimlerin stratigrafik, sedimantolojik, paleontolojik ve yapısal özelliklerini incelemiştir. Çalışma alanındaki en yaşlı birimin Üst Kretase-Eosen yaşlı, ofiyolitik birim, kireçtaşları ve volkanik ara katkılı kumlu-marnlı İsalı birimi olduğunu belirtmiştir. En genç birimin ise Kuvaterner yaşlı kaliçi ve alüvyonlar olduğunu ve tüm birimler üzerinde açısız uyumsuzlukla durduğunu belirtmiştir. *Özvan (2009)*,

yaptığı çalışmada bölgedeki bazaltların ve kireçtaşlarının hidrolik yapılarda kullanılabilirliğini, dört farklı kayanın arazi ve laboratuvar performanslarını gerekli analizleri yaparak değerlendirilmiştir. Buna göre çalışma alanı içerisinde bulunan kaya birliklerinden masif bazalt ve mikritik kireçtaşlarının iyi kalitede olduğu, boşluklu bazalt ve kristalize kireçtaşlarının orta kaya kalitesinde olduğu ve çalışma alanındaki diğer kaya malzemelerin ise zayıf kalitede olduğu belirtilmiştir.

2.1.1. Çalışma Alanının Depremselliği

Çalışma alanı ve yakın civarı Türkiye'nin en önemli faylarından biri olan KD – GB Doğu Anadolu fayı zonundadır. İnceleme alanı 1996 tarihli Türkiye Deprem Haritasına göre 1. ve 2. derece deprem bölgesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 2.1). Bölgede hasar yaratan son deprem 27.06.1998'de meydana gelmiştir. İnceleme alanı içerisinde kalan depremlerin büyüklükleri 3.6 ile 6.0 arasında değişmektedir.

1114-1268 yılları arasında da Gölbaşı-Osmaniye ve Misis- Yumurtalık bölgesinde yıkıcı depremlerin olduğu bilinmektedir. Soysal ve diğ. (1981) ve Ambraseys (1985)'in 1900 öncesi Anadolu ve yakın civarındaki sismik aktiviteye yönelik çalışmalarından derlenen deprem verilerine göre, 10 Ağustos 1114 yılında Ceyhan, Antakya ve Maraş'ta etkili olan gözlemsel şiddeti IX olan aktivite sonucu Akdeniz'de büyük deprem dalgalarının (tsunami) olduğu belirtilmiştir. İstatistiksel hesaplar, Tarsus – Hatay – Maraş üçgeni içerisinde 70 – 90 yıl arasında yıkıcı depremlerin tekrarladığını göstermektedir (Tabban, 2000).



Şekil 2.1. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.

2.2. Kıyı Yapıları ve Limanlar için Şartname ve Standartlar

Kıyı yapıları ve Limanlarda kullanılacak dolgu malzemeleri ile ilgili yapılmış en önemli çalışmalardan biri T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar Limanlar Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğünce hazırlanmış Kıyı Yapıları ve Limanlar Genel Teknik Şartnamesi'dir. (http://www.linsaat.com/uploads/TrbBlogs/pdfs/2/22773_1195805076_29.pdf). Bu şartnameye göre Liman Yapımında kullanılacak malzemelerin hangi standartlara göre belirleneceği açıklanmış TS EN (2004), CIRIA (İngiltere İnşaat Sektörü Araştırma ve Enformasyon Kurumu) ve CUR (Hollanda İnşaat Mühendisliği Araştırma ve Standartlar Merkezi) (CIRIA /CUR, 1991; 2007) referans alınarak malzeme seçimi konusunda izlenecek yol belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmanın konumuzla ilgili kısımları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

1. Malzeme

1.1. Taş/Tahkimat

Deniz yapıları kapsamında kullanılan kaya malzeme esas olarak koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesinden oluşur. Kaya malzemelerin tahkimat için kullanılabilirliğini saptamaya yönelik parametreler ve ilgili limitler değişik kaynaklarda verilmektedir. Bu malzemelerin genel, fiziksel, kimyasal ve dayanıklılık özelliklerinin belirlenmesinde ve deney metotları için TS EN 13383-1, (2004a) Koruma Tabakası Taşları (Zırh taşı) Bölüm 1: Özellikler ve TS EN 13383-2, (2004b) Koruma Tabakası Taşları (Zırh taşı) Bölüm 2: Deney Metotları standardı kullanılmaktadır. Ancak söz konusu standartta fiziksel özelliklerle ilgili limitler verilmemektedir. Bu nedenle, gereçlere ait parametre ve limitlerin CIRIA (2007) ve CUR tarafından yayınlanan kıyı mühendisliği el kitabından (manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering) alınması ve EN 13383 standardı ile birlikte kullanılması uygun olacaktır. Bu kaynağa ek olarak “Karayolları Teknik Şartnamesi (2006) da tahkimat taşının özellikleri, bu özelliklerin belirlenmesine yönelik deneyler ve ilgili deney standartları ile şartname limitleri verilmektedir.

1.1.1. Koruma Tabakası Taşları (TS EN 13383)

Tahkimat kapsamında değerlendirilen kayalar, iri sınıf, ince sınıf ve yoğun sınıf olmak üzere 3’e ayrılır. EN13383-2 (2004) Madde-4’te belirtildiği şekilde alınan numuneler, iri sınıfla ilgili tane büyüklüğü dağılımı için EN 13383-2 (2004) Madde 5, ince sınıf ve yoğun sınıflarla ilgili kütle dağılımı için EN 13383-2 (2004) Madde 6 uygulanarak tayin edilir. İri sınıf kategoriler Çizelge 2.1, İnce sınıf kategoriler Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3, Yoğun sınıf kategoriler Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5’e uygun olmalıdır. Uzunluk-kalınlık oranı 3’ten büyük olan koruma tabakası taş parçasının yüzde oranı EN 13383-2 (2004) Madde 7’ye uygun olarak tayin edilmelidir. Deney uygulanacak numuneler Çizelge 2.6 ‘da belirtilen özelliklere göre seçilmelidir.

Çizelge 2.1. Standart iri sınıfın (Cp) tane büyüklüğü dağılımı için özellikler

Sınıf mm	45/125	63/180	90/250	45/180	90/180 ^a
Sınıf	CP _{45/125}	CP _{63/180}	CP _{90/250}	CP _{45/180}	CP _{90/180^a}
Elek Göz Açıklığı mm	Elekten geçen %				
360	-	-	98-100	-	-
250	-	98-100	90-100	98-100	98-100
180	98-100	90-100	-	90-100	80-100 ^b
125	90-100	-	0-50	-	-
90	-	0-50	0-15	-	0-20 ^b
63	0-50	0-15	-	0-50	-
45	0-15	-	0-5 ^c	0-15	0-5 ^c
31,5	-	0-5 ^c	-	-	-
22,4	0-5 ^c	-	-	0-5 ^c	-
a: 90/180 mm sınıfı, tel kafes gibi özel uygulamalar için gösterilen sınıf					
b: 90/180 mm sınıfını gösteren 90 mm ile 180 mm'lik elekler arasındaki malzeme, kütlece \geq %80 olmalı					
c: Parçalar					

Çizelge 2.2. A sınıfı standart ince sınıfla (LMA) ilgili kütle dağılımı

Sınıf kg	5-40	10-60	40-200	60-300	15-300
Sınıf	LMA _{5/40}	LMA _{10/60}	LMA _{40/200}	LMA _{60/300}	LMA _{15/300}
Ortalama Kütle (kg)	10-20	20-35	80-120	120-190	45-135
Kütle kg	Tane Kütesinden daha az yüzde oran (kütlece)				
450	-	-	-	97-100	97-100
300	-	-	97-100	70-100	70-100
200	-	-	70-100	-	-
120	-	97-100	-	-	-
80	97-100	-	-	-	-
60	-	70-100	-	0-10	-
40	70-100	-	0-10	-	-
30	-	-	-	0-2 ^a	-
15	-	-	0-2 ^a	-	0-10
10	-	0-10	-	-	-
5	0-10	-	-	-	-
3	-	-	-	-	0-2 ^a
2	-	0-2 ^a	-	-	-
1,5	0-2 ^a	-	-	-	-
a: Parçalar					

Çizelge 2.3. B sınıfı standart ince sınıfla (LMA) ilgili kütle dağılımı

Sınıf kg	5-40	10-60	40-200	60-300	15-300
Kategori	LMA _{5/40}	LMA _{10/60}	LMA _{40/200}	LMA _{60/300}	LMA _{15/300}
Kütle kg	Tane Kütesinden daha az yüzde oran (kütlece)				
450	-	-	-	97-100	97-100
300	-	-	97-100	70-100	70-100
200	-	-	70-100	-	-
120	-	97-100	-	-	-
80	97-100	-	-	-	-
60	-	70-100	-	0-10	-
40	70-100	-	0-10	-	-
30	-	-	-	0-2 _a	-
15	-	-	0-2 _a	-	0-10
10	-	0-10	-	-	-
5	0-10	-	-	-	-
3	-	-	-	-	0-2 _a
2	-	0-2 _a	-	-	-
1,5	0-2 _a	-	-	-	-
a:Parçalar					

Çizelge 2.4. A sınıfı standart yoğun sınıfla (hma) ilgili kütle dağılımı ve ortalama kütle için (parçalar hariç) özellikler

Sınıf kg	300-1000	1000-3000	3000-6000	6000-10000	10000-15000
Kategori	HMA _{300/1000}	HMA _{1000/3000}	HMA _{3000/6000}	HMA _{6000/10000}	HMA _{10000/15000}
Ortalama Kütle kg	540-690	1700-2100	4200-4800	7500-8500	12000-13000
Kütle kg	Tane kütesinden daha az yüzde oran (kütlece)				
22500	-	-	-	-	97-100
15000	-	-	-	97-100	70-100
10000	-	-	-	70-100	0-10
9000	-	-	97-100	-	-
6500	-	-	-	-	0-5 _a
6000	-	-	70-100	0-10	-
4500	-	97-100	-	-	-
4000	-	-	-	0-5 _a	-
3000	-	70-100	0-10	-	-
2000	-	0-10	0-5 _a	-	-
1500	97-100	-	-	-	-
1000	70-100	-	-	-	-
650	-	0-5 _a	-	-	-
300	0-10	-	-	-	-
200	0-5 _a	-	-	-	-
a: Parçalar					

Çizelge 2.5. B Sınıfı Standart Yoğun Sınıfla (HMA) ilgili Kütle Dağılımı için Özellikler

Sınıf kg	300-1000	1000-3000	3000-6000	6000-10000	10000-15000
Kategori	HMA _{300/1000}	HMA _{1000/3000}	HMA _{3000/6000}	HMA _{6000/10000}	HMA _{10000/15000}
Kütle kg	Tane Kütesinden daha az yüzde oran (kütlece)				
22500	-	-	-	-	97-100
15000	-	-	-	97-100	70-100
10000	-	-	-	70-100	0-10
9000	-	-	97-100	-	-
6500	-	-	-	-	0-5 _a
6000	-	-	70-100	0-10	-
4500	-	97-100	-	-	-
4000	-	-	-	0-5 _a	-
3000	-	70-100	0-10	-	-
2000	-	-	0-5 _a	-	-
1500	97-100	-	-	-	-
1000	70-100	0-10	-	-	-
650	-	0-5 _a	-	-	-
300	0-10	-	-	-	-
200	0-5 _a	-	-	-	-
a: Parçalar					

Koruma tabakası taşının su emmesi, EN133383-2 Madde 8'e uygun olarak tayin edilmelidir. Çizelge 2.6'de belirtilen su emme (WA) 0,5 kategorisi gibi seçilen değerden büyük değilse, koruma tabakası taşının donma ve çözölmeye ve tuz kristalleşmesine dirençli olduğu kabul edilir.

Çizelge 2.6. Su Emme ile İlgili Kategoriler

Su Emme Kütlece %	Kategori su emme (WA)
Ortalama emme $\leq 0,5$	WA _{0,5}

1.1.2. CIRIA/CUR Yaklaşımı

Deniz yapılarında kullanılan doğal yapı gereçlerinin özgül nitelikleri ile bu gereçlere ait limitlerin belirlenmesinde “CIRIA (İngiltere İnşaat Sektörü Araştırma ve Enformasyon Kurumu) ve CUR (Hollanda İnşaat Mühendisliği Araştırma ve Standartlar Merkezi) tarafından yayınlanan kıyı mühendisliği el kitabından - CIRIA (the UK Construction Industry Research and Information Association) ve CUR (the Netherlands Center for Civil Engineering Research and Codes), 1991; Manual on the Use of Rock in Coastal and Shoreline, CRIA special publication 83 / CUR Report 154” – yararlanılması öngörülmektedir. (CIRIA /CUR, 1991; 2007) Bu el kitabında; deniz yapıları kapsamında projelendirilen koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesinin istenen parametre ve limitleri verilmektedir. İdealize kaya kalitesini temsil eden tipik parametreler; ayrışma derecesi, süreksizlik aralığı, kaya kalitesi (Rock Quality Designation, (RQD)), porozite, su emme, tek eksenli basınç dayanımı ve kaya yoğunluğudur. Bu parametrelerin dışında blok boyutu, süreksizliklerin nicelik ve niteliği, mukavemet parametreleri, darbeye dayanıklılık, gradasyon vb. dikkate alınmaktadır.

1.1.2.1. Kayaç Türlerinin Kaynağında Değerlendirilmesi

Deniz yapılarında kullanılacak kaya malzemelerin seçilmesinde dikkate alınan başlıca özellikler şunlardır: renk, kaya yoğunluğu, su emme ve porozite,

süreksizliklerin konumu, ayrışma durumu, sağlam kayanın mukavemeti, tane boyut dağılımı, blok bütünlüğü, blok şekli, blok ağırlığı ve boyutudur. Uygun kaya malzemesi taş ocağında yapılacak kayanın fiziksel ve jeolojik özelliklerinin ayrıntılı değerlendirilmesine dayalı olarak seçilmelidir. Belirli bir kaynak tespit edildiğinde dikkatlice araştırılmalı çünkü, kayanın ayrışma durumu laboratuvar deneyleri ile elde edilecek sonuçları doğrudan etkilemektedir. Ayrışma ile ilgili olarak kayaçların mineralojisi, oluşumu, süreksizliklerin durumu, bölgesel metamorfizma, tektonizma ve faylanma kaya kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir. Ayrışma, kayaçların uzun jeolojik zaman sürecinde iklim koşullarına maruz kalması sonucunda oluşur ve bu süreçte mekanik ve kimyasal ayrışma birlikte hareket eder. Ayrışma dereceleri petrografik değerlendirmelerle birlikte kullanılabilir. Ayrışma derecesi III ve daha yüksek ayrışmaya uğramış malzemeler genelde tahkimat için uygun değildir. Bu kayaçlar deniz koşullarında zayıf dayanım özellikleri sergiler. Ancak, bazı durumlarda daha düşük kalitede kaya malzemesi kullanılması kaçınılmaz olur. Bu şartlarda kayanın tatmin edici bir performansa ulaşması için tasarımda gerekli değişiklik yapılmalıdır.

1.1.2.2. İdeal Kaya Kalitesi

Deniz yapılarında kullanılacak doğal yapı gerecinin belirlenmesinde ilk adım olarak jeolojik inceleme yapılmalı ve potansiyel kaya malzemesi öncelikle kaynağında irdelenmelidir. Kayacın özellikleri genel anlamda değerlendirildikten sonra, ayrıntılı ocak etüdü ve gerekli deney programı ile malzemenin gerçek fiziksel ve dayanım özellikleri belirlenmelidir. Bu bağlamda, kayanın ayrışma derecesi, süreksizlik aralıkları ve RQD değeri ile ilgili olarak ocak alanında değerlendirme yapılmalı ve laboratuvar deneyleri ile desteklenmelidir. Don kaybı, donma/çözülme, metilen mavisini emme değeri vb. deneylerden sağlanan veriler jeolojik ayrışmanın kayanın deniz yapılarındaki performansının ne ölçüde etkileyebileceği konusunda ipucu verir. Uygun malzemenin seçiminde dikkat edilmesi gerekli hususlar Çizelge 4.11 de verilmektedir.

1.1.3. Karayolları Teknik Şartnamesi

Karayolları Teknik Şartnamesi (2006)'nde tahkimat taşının homojen, sık kristallerden oluşan, sağlam, sert, aşınma, don ve hava tesirlerine karşı dayanıklı, süreksizlik içermeyen veya az sayıda süreksizliği bulunan, Çizelge 4.10 'da belirtilen özelliklere sahip olması ve TS EN 13383-1 ve TS EN 13383-2 standartlarında belirtilen nitelikleri taşıması istenmektedir.

Tahkimat taşının taze-az ayrılmış, geniş eklem aralığına sahip veya masif, homojen, sık kristallerden oluşan, sağlam, sert, aşınma, don ve hava tesirlerine karşı dayanıklı, TS EN 13383-1 ve TS EN 13383-2 standartlarında belirtilen nitelikleri taşıması ve Çizelge 2.7 de istenen özelliklere uygun olmalıdır.

Çizelge 2.7. Tahkimat Taşının Özellikleri

Deneş	Şartname Limitleri	Deneş Standardı
Ayrışma derecesi	I-II	
Süreksizlik aralığı (m)	1.00+	
RQD (%)	80-100	
Petrografik Görünüm	Kristaller iyi kenetlenmiş, kil minerali ve eriyebilir mineral olmayacaktır.	ASTM C 295
Doygun Yüzey Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ₃)	≥ 2.50	TS 699-Ocak 1987 TS 2513-Şubat 1977 TS EN 13383-1 ve TS EN 133832-Nisan 2004
Hacımca Su Emme Oranı %	≤ 3.0	
Basınç Dayanımı (kgf/cm ₂)	≥ 500	
Kaba Agregada Los Angeles Aşınma Direnci %	≤ 40	
Tabii Don Dayanımı %	≤ 5	
Don Kaybı Deneyi (Mg ₂ SO ₄) %	≤ 25	
Don Kaybı Deneyi (Na ₂ SO ₄) %	≤ 18	
Sürtünme ile Aşınma Kaybı	≤ 15 cm ³ / 50 cm ²	
Arazide Düşürme Testi	Ana boyutta kırılma olmayacak ve çatlak oluşmayacaktır.	
Arazide Bekleme - Yerinde Gözlem	Ocak yerinde veya kullanılacağı yerde 12 ay beklediği sürede çatlak oluşumu, parçalanma ve ayrışma olmayacaktır.	
Not: Don Kaybı Deneyi; Tabii Don Dayanımı deneyinin çabuklaştırılmış şekli olduğundan, Tabii Don Dayanımı deneyinin yapılmadığı durumda yapılacaktır. Deneş için Na ₂ SO ₄ veya Mg ₂ SO ₄ kullanılacaktır.		

2.3. Konu ile İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar

Yukarıda adı geçen standartlara ek olarak; deniz yapılarında tasarım ve yöntemlere yer veren İngiliz Standartlarında (BS 6349-7:1991; BS 6349-4:1994; BS 6349-1:2000; BS EN 13383-1 ve BS EN 13383-2: 2002) koruma taşı olarak kullanılacak kayalarda aranan özellikler Çizelge 2.8 ve Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çizelge 2.8. BS 6349-1 (2000)’e göre dış liman dolgusunda aranan özellikler

No	Koruma kayacında aranan genel özellikler
1	Sert ve iyi duraylılığa sahip olmalıdır
2	Laminasyon ve zayıf klivaj düzlemleri içermemelidir
3	Su, hava, ıslanma-kuruma, donma-çözünme ve dalga etkilerine karşı dirençli olmalıdır
4	Uygulama yerine yerleştirme esnasında çatlamamalı ve hasar görmemelidir
5	Tek bir blok olarak prizmoidal olmalıdır
6	Maksimum blok boyutu, minimum blok boyutunun 2 katı ve asla 3 katından büyük olmamalıdır.
7	Alternatif uygun ocak arayışında magmatik kayalar, sedimanter ve metamorfik kayalara oranla daha duraylı olduğundan ilk tercih olmalıdır.

Çizelge 2.9. Kaya malzeme özelliklerinin projedeki önem dereceleri (CIRIA, 2007)

Özellik	Temel Aşama	Üretim Aşaması	Yapım Aşaması	Özellik Sınıfı
Estetik	Çok Önemli	Önemsiz	Önemli	Fiziksel ve çevresel
Petrografi	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Fiziksel kimyasal ve çevresel
Kaya Yoğunluğu	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Fiziksel
Kaya Porozitesi	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Fiziksel
Su emme	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Fiziksel
Sürtünme ile aşınma	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Mekanik
Ayrışmaya olan direnç	Çok Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Fiziksel ve Mekanik
Kaya mukavemeti	Çok Önemli	Önemli	Önemsiz	Mekanik
Blok boyutu	Çok Önemli	Çok Önemli	Önemsiz	Geometrik
Blok bütünlüğü	Çok Önemli	Önemli	Önemsiz	Fiziksel ve Mekanik
Blok şekli	Çok Önemli	Çok Önemli	Önemsiz	Geometrik
Kayanın kütlesi veya boyut dağılımı	Önemli	Çok Önemli	Önemsiz	Geometrik
Kaya tabaka porozitesi	Önemsiz	Önemli	Çok Önemli	Geometrik ve çevresel
Kaya tabaka kalınlığı	Önemsiz	Önemli	Çok Önemli	Geometrik
Kaya bütünlüğü	Önemli	Çok Önemli	Önemli	Geometrik

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde üzerinde çalışılan materyallerin özellikleri ve çalışma metotları ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur.

3.1. Materyal

Yapılan çalışmada kullanılan kayaç numuneleri, Mersin – O35-b1 paftasında yer alan Yumurtalık ilçesi Narlı köyü civarından alınmış Alt-Orta Miyosen yaşlı Karataş Formasyonu bünyesinde olistolit tepecikleri halinde bulunan Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşlarıdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Çalışma alanındaki, dolomitik kireçtaşlarına ait bir görüntü.

Arazi çalışmaları sırasında 1/25.000 ölçekli Mersin–O-35-b1 topoğrafik harita kullanılmış olup, bunun yanı sıra GPS cihazı, fotoğraf makinesi, pusula vb. gereçler kullanılmıştır.

Laboratuar çalışmalarında elek seti (Şekil 3.2.a), hassas terazi (Şekil 3.2.b-e), Los Angeles aşındırma cihazı (Şekil 3.2.c) ve cihaz kapsamında kullanılan çelik bilyeler (Şekil 3.2.d) nokta yük aleti, ince kesit, mikroskop, çeneli kırıcı, tek eksenli basınç deneyi aleti, musluk suyu, etüv, kova (Şekil 3.2.f) vs. kullanılmıştır.



Şekil 3.2 (a,b,c,d,e,f): Fiziko-mekanik deneylerde kullanılan araç ve gereçler.

3.2. Metot

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik–Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Programı kapsamında hazırlanan bu çalışma literatür taraması, arazi ve laboratuvar çalışmalarını değerlendirmek amacıyla büro çalışması olarak tez yazımı tamamlanmıştır.

3.2.1. Literatür Taraması

Araştırmanın ilk aşamasını oluşturan literatür çalışması öncelikle liman yapımında kullanılan kayaçların türlerini incelemekle başlatılmıştır. Yumurtalık bölgesinde yapılacak Liman'da kullanılacak dolgu malzemelerinin bölgeye yakın olması gerektiğinden, ikinci aşamada bölgenin jeolojisi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Üçüncü aşama konu ile ilgili tezlerin, makalelerin, raporların ve şartnamelerin incelenmesi ile tamamlanmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarına bölgenin 1/25000 ölçekli topoğrafik haritasının (Mersin–O-35-b1 paftası) elde edilmesiyle başlanmış ve malzemenin limana yakınlığı göz önünde bulundurularak numune alınmıştır. Jeolojik çalışmalar için önceden yapılan haritalar ve bölgenin jeolojisi incelenmiş, arazide Karataş Formasyonuna ait dolomitik kireçtaşları ve kumtaşı kıltaşı araldanmasını birbirinden ayıran dokanaklar çizilmiştir. Numune alınan ocakların koordinatları GPS yardımı ile belirlenmiş ve gerekli deneylerin yapılması için yeterli miktarda numune alınıp laboratuvara uygun şartlarda getirilmesi sağlanmıştır. Numuneler alınırken yapılması planlanan deneylere uygun olarak bloklar alınmış ve bazı deneyler için laboratuvarında karot alınması gerektiğinden bloklar mümkün olduğunca büyük boyutlarda getirilmiştir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden alınan numuneler üzerinde petrografik, kimyasal ve jeo-mekanik analizler yapılmış, ilgili standartlar esas alınarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları Alfa Beton ve Zemin Mekaniği Laboratuvarı, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği, Kaya Mekaniği ve Kimya Laboratuvarı; Jeoloji Mühendisliği, Jeokimya Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Petrografik Analizler; araziden alınan numunelerden ince kesit örnekleri hazırlanmış ve polarizan mikroskopta incelenmiştir. İncelenen kayacın mineral bileşimi, dokusu, mineral boyutu, şekli, opak minerallerin varlığı, fosil içeriği ve çatlak oranları belirlenmiştir.

Kimyasal Analizler; deniz yapılarında kullanılacak kayacın ayrışma durumu önemli olduğundan polarizan mikroskopla yapılan incelemenin yanı sıra kimyasal analizleri de oldukça önemli bir yer tutar. Araziden alınan kayaç numunelerinin ana ve iz elementleri, toplam kükürt ve klor tayini testleri Kimya Laboratuvarında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Araştırma Bulguları Bölümünde sunulmuş ve standartlara göre tartışılmıştır. Toplam kükürt ve klor tayini testleri TS EN 1744-1 (1988) standardı kullanılarak belirlenmiştir.

Fiziko-Mekanik Deneyler ise; araziden blok şeklinde alınan örnekler Alfa Beton ve Zemin Mekaniği Laboratuvarında deneylere uygun hale getirilmiş, bir kısmından karot alınmış, bir kısmı uygun boyutlara getirilmesi amacıyla kırılmış ya da ufalanmıştır. Deneylere uygun hale getirilen numunelerle bir dizi deney yapılmış, fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Özgöl ağırlık, doğal birim hacim ağırlık, maksimum su emme, porozite, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yükü dayanım indeksi, Los Angeles aşınma direncinin tayini, sodyum sülfat ile donma-çözünme kaybı deneyleri yapılmıştır.

Özgöl Ağırlık:

Özgöl ağırlık tayini kayacın veya zeminin bağlı yoğunluğunun ölçümü ile ilgilidir. Çalışma sahasının değişik yerlerinden alınan temsili 2 kg'lık numuneler, 0,2 mm açıklığı olan eleklerden geçecek şekilde öğütölmüş ve sabit ağırlığa gelene kadar 105°C sıcaklıkta etüvde kurularak, oda sıcaklığına kadar desikatör içinde

soğutulmuştur. Deney esnasında; piknometre, cam plaka, pipet, etüv, terazi desikatör kullanılmıştır.

Örselenmiş numunelerden uygun olarak elde edilmiş malzemeden, yaklaşık 100 gr numune alınır. Piknometre kurutulur ve 0,01 gr duyarlılıkta tartılır (W_1). Kapak çıkartılır ve yaklaşık 100 gr ağırlığındaki numune, içerisinde soğutulduğu desikatörden çıkartılır hemen piknometre içerisine konularak tartılır (W_2). Sıcaklığı, deney sırasındaki ortalama oda sıcaklığından en çok ± 2 °C farklı olan su, yaklaşık yarısı dolana kadar piknometreye konur ve içindeki hava kabarcıklarının çıkarılması amacıyla cam çubukla iyice karıştırılır. Bundan sonra, piknometre, su üstündeki köpüğün konik kesimin altına takılıp kalmamasına özen göstererek, kapağın tepesine kadar suyla doldurulur. Piknometre dış yüzeyi iyice kurulandıktan sonra, 0,01 gr hassasiyette tartılır (W_3). Piknometre boşaltılır, iyice temizlenir ve vidalı kapağın tepesine kadar oda sıcaklığındaki suyla doldurulur. Piknometre, dış yüzeyi yeniden kurutulduktan sonra 0,01 gr hassasiyette tartılır (W_4). Yukarıdaki işlemler aynı örnek için bir kez daha tekrarlanarak bağıl yoğunluk aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Gündüz, 1996).

$$GS = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (3.1)$$

Bu bağıntıya göre;

G_s = Özgül ağırlık (Bağıl yoğunluk)

W_1 = Piknometre ağırlığı, (gr)

W_2 = Piknometre + deney numunesi ağırlığı, (gr)

W_3 = Piknometre + deney numunesi + su ağırlığı, (gr)

W_4 = Piknometre + su ağırlığı, (gr).

Elde edilen sonuçların ortalaması tanelerin bağıl yoğunluğu olarak kabul edilmiştir.

Doğal Birim Hacim Ağırlık:

Bu deney, karot numunelerinin kütleli (gözenekler dahil) birim hacim ağırlığının tayini amacıyla yapılmıştır. Bu deneyde kullanılan alet ve gereçler; ölçüm kumpas aleti (0,1 mm. hassasiyette), terazi (0.1 g. hassasiyette) ve fırın(105 ± 5°C kapasiteli)'dir. Önce silindirik deney örneğinin çapı ve boyu, ölçüm kumpası kullanılarak birbirine dik iki ayrı yönde ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Boy ve çap değerleri kullanılarak örneğin hacmi hesaplanmıştır. Kuru birim hacim ağırlık tayini için numuneler 105 °C'ye ayarlanmış fırında en az 12 saat kurutulduktan sonra tartılmış, numunelerin doymuş birim hacim ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla, numuneler 24 saat suda bekletilerek yüzeylerindeki su tanecikleri hafifçe havlu ile silinerek tartılmıştır. Bu işlemler her bir numune için üçer kez tekrarlanarak ortalama değerler tespit edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak numunelerin doymuş ve kuru birim hacim ağırlık değerleri aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\rho = \frac{W}{V} \quad (3.2)$$

Bu formüle göre;

ρ : Birim hacim ağırlık, (gr/cm³)

W: Numune ağırlığı, (gr)

V: Numune hacmi (cm³)

Maksimum Su Emme Deneyi:

Ağırlıkça su emme deneyi kayaç örneklerinin ağırlıklarına oranla, boşlukların alabileceği su miktarının saptaması amacıyla yapılır. Bu deneyde, saf su (450 ml), terazi (0,1 gr hassasiyetle) ve fırın (105 ± 5 C kapasiteli) kullanılmıştır.

Suya daldırdığımız numune 24 saat bekletildikten sonra sudan çıkarılmış, 6 blok malzeme Narlık 3a ve 3b olarak adlandırılmak suretiyle 2 parçaya ayrılmıştır. Suya doymun yüzeyleri kurulanan (Şekil 3.3) numune hassas terazi yardımıyla tartılarak doymun ağırlık (W_d) olarak kaydedilmiştir. Kurumak üzere etüve bırakılıp, 24 saat kadar etüvde kaldıktan sonra çıkarılmış ve kuru ağırlığı (W_k) kaydedilmiş ve aşağıdaki bağıntı kullanılarak ağırlıkça su emme oranı belirlenmiştir. Aynı işlem 6 blok numune üzerinde yapılmış ve ortalama değeri su emme miktarı olarak kabul edilmiştir.

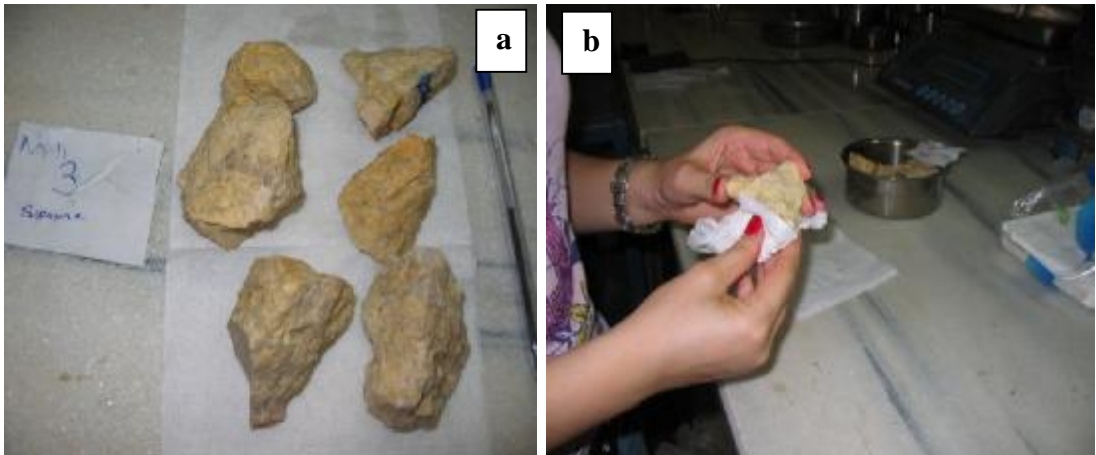
$$A_w = \frac{W_d - W_k}{W_k} \times 100 \quad (3.3)$$

Bu bağıntıya göre;

A_w : Ağırlıkça su emme oranı (%)

W_d : Doymun ağırlık (gr)

W_k : Kuru ağırlık (gr)



Şekil 3.3. Maksimum su emme deneyinde kullanılan numuneler (a) ve numunelerin dış yüzeyinin kurutulması (b).

Tek Eksenli Basınç Dayanımı:

Tek eksenli basınç dayanımı ve elastisite modülü tayini için, araziden blok şeklinde alınan kaya örneklerinden düşey karot alma makinesi ile 50 mm çaplı boyu çapının 2-2,5 katı ($L= 2-2.5xD$) karot numuneleri alınmıştır. Her bir kayaç örneği için düzgün, herhangi bir kırık ve çatlak içermeyen en az yedi adet numune hazırlanmıştır.

Deney yapımı sırasında numune üzerine düşey olarak yük uygulayabilecek ve bu yükleri ölçebilecek ELE marka Autotest 3000 kN kapasiteli hidrolik test makinesi, test makinesine monteli küresel başlık veya karot çapına uygun küresel yüzeyli çelik diskler veya silindirler kullanılmıştır.

Öncelikle numunelerin çapları ve boyları kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra hazırlanan bu numuneler tek tek hidrolik pres çelik plakaları arasına yerleştirilmiştir. Ayrıca prese elektro balans bağlanarak her P yükünde bir ΔL deformasyon değeri elde edilmiştir. Elde edilen ΔL değerleri parçanın deneyden önceki uzunluğuna bölünerek $\epsilon = \Delta L/L$ her bir P yükü için deformasyon değeri elde edilmiştir. Numunelere 5 ila 10 dakika arasında yenilecek şekilde ($5 - 10 \text{ cm}^2/\text{sn}$) sürekli olarak sabit bir gerilim hızında yük uygulanmıştır. Kırılmaya bırakılan numunenin kırıldığı andaki yük (P) değerleri numune kesit alanı (A) değerlerine bölünerek her bir numunenin tek eksenli basınç dayanımları aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma_C = (P/A) \quad (3.4)$$

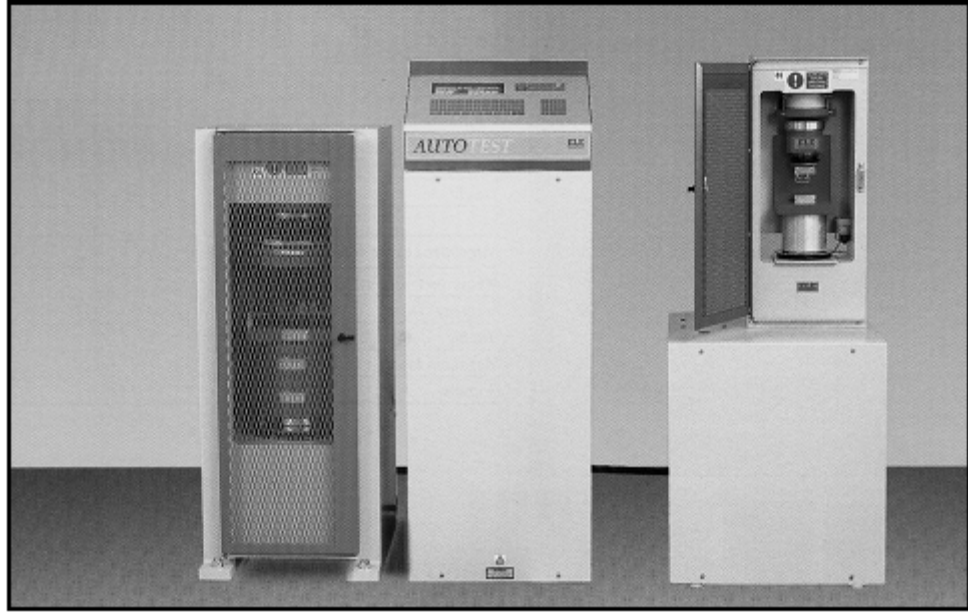
Bu bağıntıya göre;

σ_C : Tek eksenli basınç dayanımı (kgf/cm^2),

P: Kırılmaya neden olan kuvvet (kgf),

A: Numunenin basınca maruz kalan yüzey alanı (cm^2).

Her bir kaya örneği için 5 adet numunenin tek eksenli basınç dayanımı ölçülmüş ve çıkan sonuçların ortalaması ilgili kaya örneği için kaydedilmiştir.



Şekil 3.4: Tek ve üç eksenli basınç deneylerinde kullanılan hidrolik presin genel görünümü.

Nokta Yüğü Dayanım İndeksi:

Nokta yüğü dayanım indeksi testi ISRM (1981) standartı ışığında yapılmıştır. Araziden blok şeklinde alınan numuneler, laboratuarda 42 mm çaplı en az 6 cm boya sahip, her bir kayaç için en az 5 adet karot örneği hazırlanmıştır. Deney yöntemi olarak karot eksenine dik yönde yükleme yapılan çapsal yöntem seçilmiştir. Bu deneyin yapımı için, yükleme pompası, yük göstergesi, gövdesi, konik başlıkları ve ölçüm cetvelinden oluşan ELE marka 77-0110 model standart nokta yükleme aleti kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucu bulunan ortalama nokta-yük dayanım değerleri 50 mm çapındaki karot numunelerine göre standartlaştırılarak I_{s50} değerleri tespit edilmiştir. Hesaplamalar için düzeltilmemiş nokta-yük indeksi (I_s); aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$I_s = P/D_c^2 \quad (3.5)$$

Bu bağıntıya göre D_e : eşdeğer karot çapı olup;

- Çapsal deneyde: $D_e^2 = D^2$
- Eksenel deney, blok ve düzensiz örneklerde ise: $D_e = 4A/\pi$
- $A = W \cdot D$ (Konik başlıkların temas noktaları boyunca örnek en küçük kesit alanı).

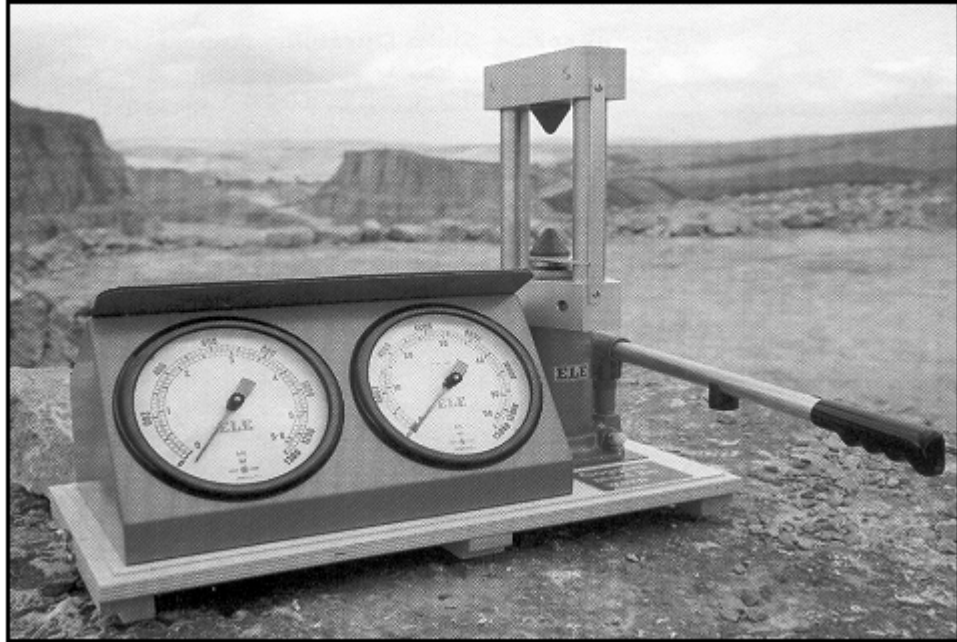
Boyut düzeltmesinde I_s değeri, çapsal deneyde D 'nin, diğer deney türlerinde ise D_e 'nin fonksiyonu olarak değişir. Bu nedenle I_s değeri eş değer bir karot çapına ($D=50$ mm.) göre düzeltilmiştir. Bu maksatla düzeltilmiş nokta yükü dayanım indeksi;

$$I_{s(50)} = F \times I_s \quad (3.6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Boyut düzeltme faktörü (F) ;

$$F = (D_e/50)^{0,45} \quad (3.7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır



Şekil 3.5: Nokta yükleme deney aleti

Sodyum Sülfat ile Donma-Çözünme Kaybı:

Sodyum sülfat ile donma çözünme deneyi; tane büyüklüğü 10 mm ile 14 mm arasında olan agregalardan oluşan deney numunesinin birbirini takip eden zamanlarda 5 kere sodyum sülfatlı çözeltiliye daldırılıp akabinde etüvde kurutulması yolu ile periyodik işleme maruz bırakılan agregaların davranışlarını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır (TS EN 1367-2).

Bu deney için; TS EN 932-1'e uygun olarak alınan numuneler, göz açıklığı 10 mm ile 14 mm olan deney elekleri, hassas terazi, paslanmaz çelikten tel sepet ve (110±5) °C ayarlanabilen etüv kullanılmıştır.

2 kg numune (M_1) 14 mm ve 10 mm açıklı deney elekleri kullanılarak hazırlandıktan sonra bir kovaya 10 kg suyun içerisinde % 1 oranında (100 gr) sodyum sülfat eklenmiştir. Hazırlanan numune çözeltinin içerisinde daldırılmış ve 18 saat beklemeye bırakılmıştır (Şekil 3.6.a).

Numune sodyum sülfatlı çözeltiliden çıkarılarak yıkanmış ve yarım saat suyunun süzülmesi için bekletildikten sonra kuruması için etüve bırakılmıştır. 5 saat etüvde kurutulduktan sonra çıkarılan malzeme oda şartlarında soğutulup, tekrar sodyum sülfatlı çözeltiliye daldırılmıştır. Aynı işlem 5 defa tekrarlanmış ve 5. daldırmanın sonunda numune çıkarılıp kurutulduktan sonra 10 mm'lik elekten geçirilip eleğin üzerine kalan malzeme tartılmış ve M_2 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.6.b).

$$M_S = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100 \quad (3.8)$$

eşitliği kullanılarak sodyum sülfat ile donma-çözünme kaybı hesaplanmıştır.

Bu eşitliğe göre;

M_S : Donma-Çözünme kaybı (%),

M_1 : Deney numunesinin ilk kütlesi (gr),

M_2 : Deneyden sonra 10 mm'lik elekte kalan numune (gr).



Şekil 3.6. Sodyum Sülfat ile Donma-çözünme kaybı

Los Angeles Aşınma Direncinin Tayini:

Los Angeles Aşınma Direncinin Tayini TS EN 1097-2 standardı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.7).

Dönen tamburda çelik bilyalar ile döndürülen numunenin parçalanma miktarının hesaplanması prensibine dayanan bu deney için 10 mm ile 14 mm arasında tane büyüklüğü olan numuneler kullanılmıştır. Numune yüklenmeden önce tamburun temiz olup olmadığı kontrol edilmiş ve makineye önce bilyalar ardından 5 kg uygun tane büyüklüğünde numune konulmuştur. Tamburun kapağı kapatılıp 31 devir /dakika sabit hızla 500 devir döndürülmüştür. Agrega kaybı mümkün olduğunca önlenerek numuneler tepsiye dökülmüş ve açıklığı 1,6 mm olan elekten geçirilerek yıkanmıştır. Elekte kalan kısım kurutulduktan sonra tartılarak, aşağıdaki eşitlik kullanılarak Los Angeles Aşınma Direnci hesaplanmıştır.

$$LA = \frac{5000 - m}{50} \quad (3.9)$$

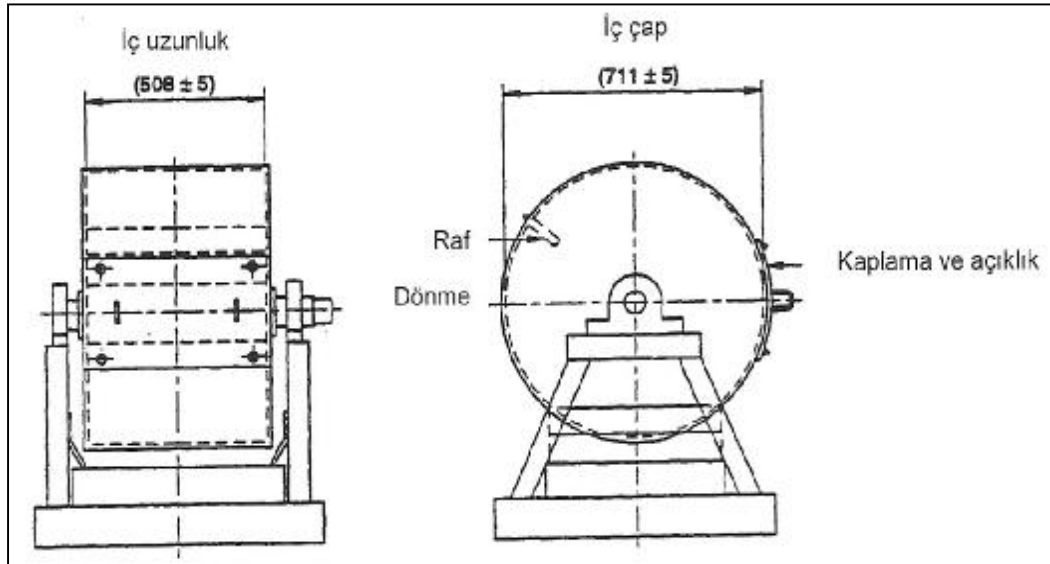
Bu bağıntıya göre;

LA: Los Angeles Katsayısı

m: 1,6 mm'lik elek üzerinde kalan numune miktarı (gr)



Şekil 3.7: Los Angeles Aşınma Direnci Tayini



Şekil 3.8: Tipik Los Angeles Deney Makinesi “Ölçüler mm’dir” (TS EN 1097-2).

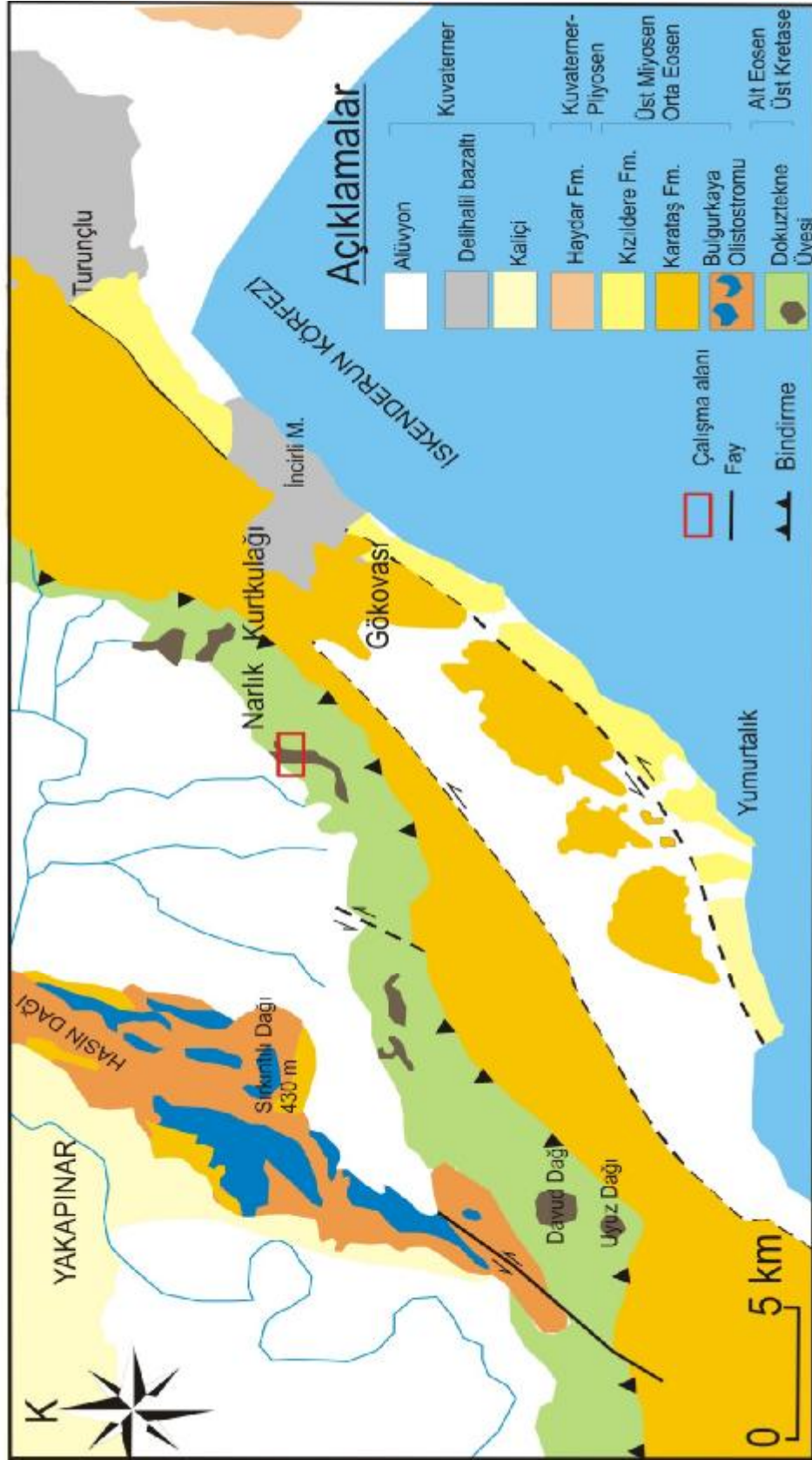
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Bölgesel Jeoloji ve Stratigrafi

Çalışma alanında bölgesel ölçekte Üst Kretase yaşlı Andırın formasyonu, Alt-Orta Eosen yaşlı İsalı Katastrofik fasiyesi, Alt Miyosen - Orta Miyosen yaşlı Karataş formasyonu, Alt-Orta Eosen yaşlı İsalı Katastrofik Fasiyesi, Üst Miyosen yaşlı Kızıldere formasyonu, Kuvaterner yaşlı Delihalil formasyonu ve yine Kuvaterner yaşlı alüvyon birimler gözlenmektedir (Kozlu, 1987).

Dokuztekné üyesi, Andırın formasyonu ile birlikte hareket sonucu Karataş formasyonu içerisine allokton konumludur. Birim içerisindeki kaya türleri kireçtaşı, kumtaşı, killi kireçtaşıdır. Karataş formasyonunda hakim litoloji kumtaşı, kumlu kireçtaşı, kıltaşı, şeyl, bitümlü şeyl, marn, konglomera ardalanmasından oluşan filiş olup, Andırın formasyonuna ait nap dilim ve blokları, Mesozoyik yaşlı kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Kızıldere formasyonu transgresif olması nedeniyle alt seviyelerinde de resifal kireçtaşları ve konglomera üst seviyelerde kalın tabakalı kumtaşı ve marnlar bulunmaktadır. Üste doğru silttaşı kumlu-marn-kumtaşı ardalanması yer alır. Kuvaterner yaşlı Delihalil bazaltı toleyitik bazalt; tutturulmamış piroklastikler, plato bazaltı ve tüfler gözlenmektedir. Tutturulmamış kum, çakıl ve kil-silt içeren kuvaterner yaşlı alüvyonlar çalışma alanı çevresinde geniş bir şekilde yüzlek vermektedir. Yumurtalık bölgesinin genel stratigrafik kesiti Şekil 4.1'de; bölgesel jeoloji haritası Şekil 4.2'de verilmiştir.

YUMURTALIK (DOĞU AKDENİZ) CİVARININ JEOLJİ HARİTASI



Şekil 4.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin Genel Jeoloji Haritası (Bilgin vd, 1981; Kozlu 1997; Özvan, 2009'dan değiştirilerek)

4.1.1. Mesozoyik

Dokuztekne Üyesi (Mza)

Dokuztekne üyesi; Olistostrom ve fliş seviyelerinin altında yer alan Alt Eosen yaşlı killi kireçtaşı, marn ve daha altta bulunan Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter oluşuklar olarak adlandırılır. Dokuztekne Üyesi, Andırın Formasyonu ile birlikte hareket sonucu Karataş Formasyonu içerisine allokton olarak yerleşmiştir. Bu hareket birlikteliği ve yerleşim benzerliğinden dolayı, Dokuztekne istifi Andırın formasyonunun bir üyesi olarak kabul edilmiştir.

4.1.2. Senozoyik (Tersiyer)

Karataş Formasyonu (Tka)

Karataş formasyonunun egemen litolojisi kumtaşı ve şeyldir. Kumtaşı; taze yüzeyde gri, altere yüzeyde kahverengi-siyah, genellikle belirgin, orta paralel katmanlı ve belirgin derecelenmelidir. Formasyonun alt sınırı bir ters fayla kırılarak Kızıldere formasyonu ile anormal dokanak ilişkisi göstermektedir. Birimin üst dokanağı ise tektoniktir. Andırın Formasyonu ve onun bir üyesi olarak kabul edilen Dokuztekne üyesi, Karataş Formasyonu üzerine bindirme ile gelmiştir. Bölgenin kuvvetli bir tektonizma sonucu KB-GD doğrultulu kompresyona uğraması nedeniyle formasyonda çok sık ters faylar, izoklinal kıvrımlar ve kıvrımların kırılmasıyla kıvrım-faylar bulunmaktadır.

Kızıldere Formasyonu (Tki)

Kızıldere formasyonunda birimin üst dokanağı ters bir fayla kesilmiş, alt dokanağı ise bazaltlar nedeniyle belirgin değildir. Bu nedenle Kızıldere formasyonunun dokanak ilişkilerini gösteren bir tip yeri söylemek mümkün değildir.

Kızıldere formasyonun transgresif aşmalı olması nedeniyle, bazı yerlerde konglomera, bazı yerlerde resifal kireçtaşı, bazı yerlerde ise istifin üst ardalarına

seviyeleri tabanda yer almaktadır. Taban kongloması, formasyonun üzerine çökeldiği birimlerin çakıllarını ve bloklarını içermektedir. Formasyonun alt dokanak ilişkileri sahada net olarak görülememektedir. Kızıldere Formasyonunun üst dokanağı, çalışma sahasının tümünde faylıdır. Kızıldere formasyonunun taban seviyelerinde transgresif özellik görülmektedir. Birimde rastlanan kalın kumtaşı ve marn araldanması ortamın sığ olmakla birlikte, taşınan malzemenin ritmik olarak değişkenliğini vurgulamaktadır. Kozlu (1987), birimin yaşını Serravaliyen-Messiniyen, Gültekin ve diğ. (1992) Tortoniyen-Messiniyen olarak vermişlerdir.

4.1.3. Senozoyik (Kuvaterner)

Delihalil Bazaltı (Qd)

Genelde genç tektonik hatlar boyunca yarı erüpsiyonu şeklinde çıkan bu volkanitler; gözenekli, siyah renkli bazaltlar ve kırmızımsı-gri ve siyah renkli tüflerin araldanması şeklindedir. Kuvaterner yaşlı bazaltlar, yaklaşık KD-GB yönlü bir doğrultu boyunca lekeler şeklinde yüzeylemektedir. Yüzleklerini koni kapsamayan akıntılar şeklinde sunarlar. Plato bazaltı şeklinde tüm diğer formasyonların üzerinde yer alırlar. Lav akıntılarının altında yatay katmanlı tüfler yer alır. Pembe renkli, çok gevşek olan bu tüfler, bazaltik lavlan öncüleridir. Üstteki lav akıntıları ise çok dayanımlıdır ve akıntı izlerini taşımaktadırlar. Delihalil bazaltının yaşı Kuvaterner olarak düşünülmektedir. Daha önceki çalışmalarda Schmidt (1961) birimin yaşını Pleistosen, Schiettecatte (1971) ise Holosen olarak vermişlerdir.

4.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı Olistostrom ve fliş seviyelerinin altında yer alan Alt Eosen yaşlı killi kireçtaşı, marn ve daha altta bulunan Üst Kretase yaşlı volkano-sedimanter oluşuklardan oluşan Dokuztekné Üyesi'nin yer aldığı sınırlar içerisinde bulunmaktadır. Üzerinde çalıştığımız Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşları formasyon içerisinde tepelikler ve belirgin bloklar halinde görülmektedir (Şekil 4.3-

Şekil 4.4). İnceleme alanındaki dolomitik kireçtaşlarının bazı bölümleri çok çatlaklı ve ayrılmış (Şekil 4.5) bazı bölgeleri daha dayanımı yüksektir (Şekil 4.6).

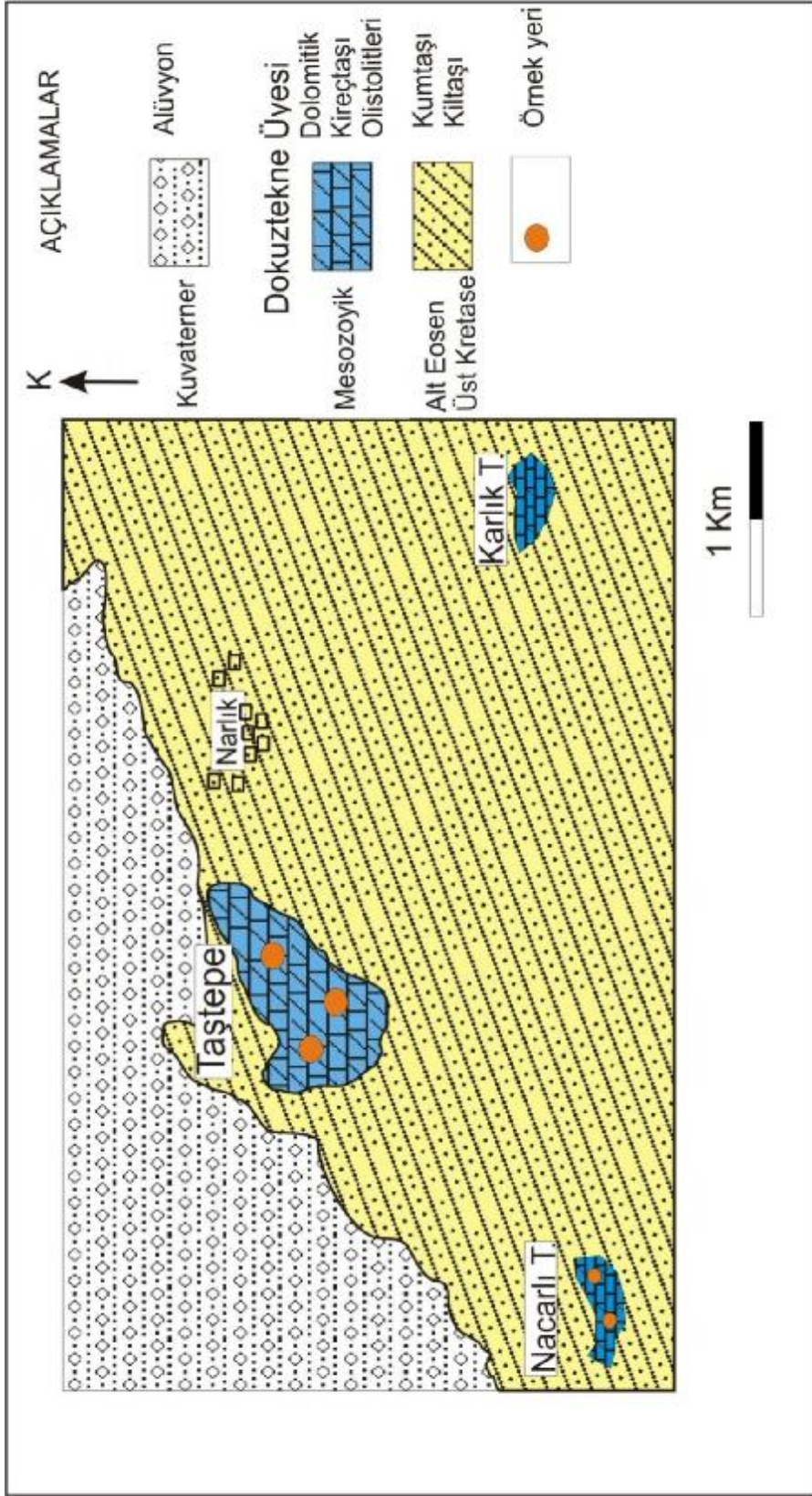
Dokuztekne üyesi, Andırın formasyonu ile birlikte hareket sonucu Karataş formasyonu içerisine allokon olarak yerleşmiştir. Bu hareket birlikteliği ve yerleşim benzerliğinden dolayı, Dokuztekne istifi Andırın formasyonunun bir üyesi olarak kabul edilmiştir.

Formasyonun genel görünümü şarabi, mor ve yeşil renklindedir. Aglomera, tuf, kireçtaşı esas bileşenlerinden oluşmakta olup kumtaşı ara katkıları ve irili-ufaklı çeşitli yaşlarda kireçtaşı blokları kapsar (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).

Formasyonun alt dokanağı tektoniktir. Alt-Orta Miyosen'de Karataş Formasyonu çökelirken, Andırın Formasyonu ve buna bağlı bir üye olarak kabul edilen Dokuztekne üyesi, Karataş Formasyonu üzerine bindirme ile gelmiştir. Karataş formasyonunun genelde güneyden kuzeye doğru bir istiflenmesi bulunmaktadır. İstif yönünde kuzeye ilerledikçe bu tektonik dokanağın hemen altındaki kumtaşları, kumlu kireçtaşlarında tabaka üstünü belirten belirteçlerin (çapraz tabakalanma vs..) varlığı Dokuztekne formasyonuna ait spilitik aglomeraların anormal olarak üstte bulunduğunu göstermektedir. Formasyonun üst dokanağı ise, dereceli olarak killi kireçtaşlarına geçmektedir. Spilitik aglomeralarla, pembe-sarı-şarabi renkli killi kireçtaşı ve marn seviyeleri gelmektedir. Dokuztekne formasyonu; bir denizaltı volkanik erüpsiyonu ve bununla çeşitli çökelimlerden oluşmuştur. Çökelim Üst Kretase'de başlamıştır. Bu zaman sürecinde yersel olarak da daha sakin ortam ürünü çökeller yer almaktadır. Ortamsal olarak alt seviyelerde türler içerisinde pelajik kireçtaşı çökelimi vardır. Bu kireçtaşlarında manganez zenginleşmesi görülmektedir.

4.2.1. Alüvyon (Qal)

Yörede gözlenen en son Kuvaterner'e ait kum-çakıl örtülerinin; yamaç molozu, alüvyon konisi ve akarsu yatak örtüsü (alüvyon) şeklinde geç tektoniğin izlerini takip ederek yüzeyledikleri görülmüştür. Genellikle topografya düzlüklerini oluşturan alüvyonlar; kum, çakıl ve millerden oluşan yüzlek çökellerdir.



Şekil 4.3 İnceleme Alanının Jeolojî Haritası



Şekil 4.4. Dokuztekné Üyesi sınırlarında Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşlarının uydü görüntüsü.



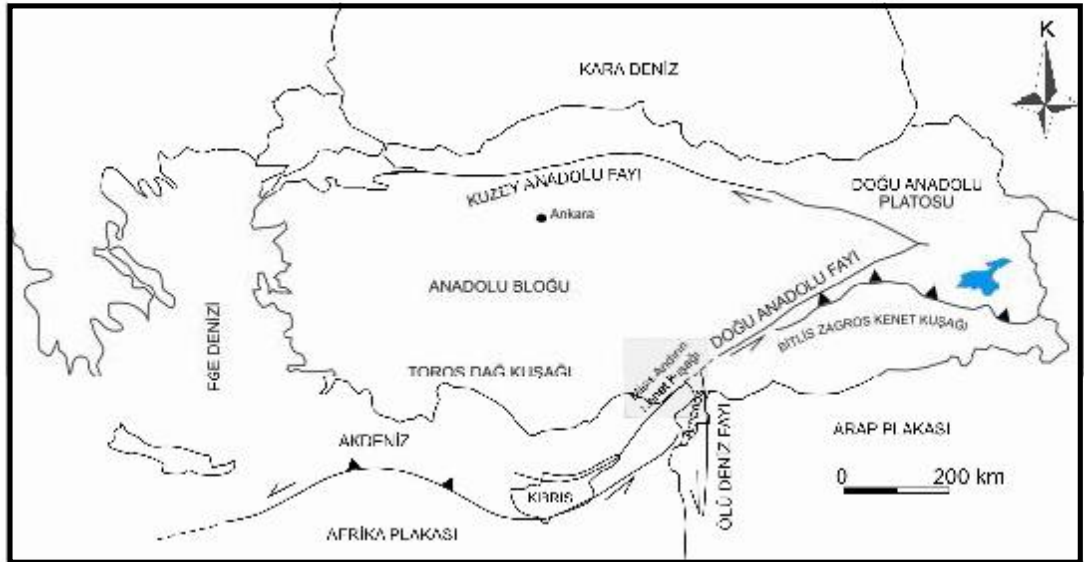
Şekil 4.5. Dokuztekné Ünésinin görüntüsü.



Şekil 4.6 (a,b). Dokuztekne Üyesi içerisinde olistolit tepelikleri halinde bulunan dolomitik kireçtaşlarının görüntüsü

4.3. Çalışma Alanı ve Çevresinin Yapısal Jeolojisi

Akdeniz bölgesinin doğusunda yer alan çalışma alanı Türkiye'nin en önemli tektonik ilişkilerinin geliştiği bölgede bulunmaktadır. Bölgenin tektonik evrimiyle ilgili yapılan çalışmalar (Nur ve diğ. 1978; Şengör ve Yılmaz 1981; Karig ve Kozlu 1990; Perinçek ve Çemen 1990; Westaway 1994; Robertson ve diğ., 2004), Akdeniz bölgesinin doğusunda, Ölüdeniz fay zonu, Kuzey ve Doğu Anadolu fay zonları olmak üzere doğrultu atımlı üç ana fayın bulunduğunu göstermektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Miyosen – Holosen döneminde Anadolu ve çevresinde gelişen ana tektonik hatları gösterir harita (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Çalışma alanının kuzeyinde Anadolu, Afrika ve Arap plakalarının üçlü birleşme noktası olarak bilinen Kahramanmaraş bölgesi bulunmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Karig ve Kozlu, 1990; Kozlu, 1987). Afrika ve Anadolu plakaları arasındaki sınır, Kıbrıs-Misis-Andırın yönelimi boyunca, güney Türkiye'de sol yönlü doğrultu atımlı fayların bulunduğu sınırı oluşturmaktadır. Açılma rejimine bağlı olarak kıta içi Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazaltik volkanizma da bu sınır boyunca oluşturmuştur (Kozlu, 1987; Kelling ve diğ. , 1987; Westaway ve Arger, 1996; Arger ve diğ. , 2000). Çalışma alanında bulunan Misis-Andırın karışığının yayılım alanı, Misis dağları, Ceyhan ilçesinin güney tarafını, Aslantaş yöresini, Kadirli-Andırın-

Göksun çevresini kapsamakta, güneybatıdaki devamı ise Kıbrıs-Beş Parmak dağlarına kadar uzanmaktadır (Uysal, 2005).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde Neojen yaşlı tektonik hatların yönü, inceleme alanında KD-GB uzanımlı olup doğrultu atımlı faylar ve bindirmeler şeklindedir (Kozlu, 1987). Kozlu (1997) yapmış olduğu çalışmada inceleme alanındaki tektonik hatları ayrı ayrı haritalayarak, Aslantaş fay zonu, Yumurtalık fayı (bindirme), Sarıkeçili-Karatepe fayı, Karataş ve Zeytinbeli fayları olarak haritalanmıştır. Karataş ve Yumurtalık bölgesinden başlayarak Maraş'a kadar uzanan hat Şaroğlu ve diğ. (1992) tarafından Karataş-Osmaniye fay zonu olarak gösterilmiştir. Sol yönlü doğrultu atıma sahip olan bu fay zonu çalışma alanında önemli bazaltik volkanizmanın gelişmesine de neden olmuştur.

4.4. Mühendislik Jeolojisi

Kaya malzemelerinin inşaat sektöründe kullanımı Mühendislik Jeolojisinin önemli bir konusudur. Malzemelerin doğru bir şekilde kullanılması mühendislik yapılarının hem ekonomik, hem uzun ömürlü olmasını sağlar. Bu çalışmada Liman yapımında kullanılan dolgu malzemelerinin fiziko-mekanik özellikleri araştırılmış, uygun görülen kayalardan kireçtaşları üzerinde standartlarda belirtilen şartlarda deneyler yapılmıştır. Arazide ve laboratuarda yapılan değerlendirmede kayaların litolojik özellikleri ile kaya malzemesinde gözlenen ayrışma ve dayanım özellikleri ISRM (1981), CIRIA (1991 2007), BS 932-3 (1997) ve BS EN 5930:1999a, TS EN 13383-1 (2004) ve TS EN 13383-2 (2004) ve ASTM standartlarına göre, çalışma alanındaki kayaçların liman yapımında kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında bulunan dolomitik kireçtaşları BS 6349-7 (1991), BS 932-3 (1997) ve CIRIA (2007) standartlarına göre koruma taşı olarak kullanılabilirliği değerlendirildiğinde, birimin gerek dayanım özellikleri gerekse blok verebilirliği nedeniyle kaya kalitesi olarak orta kalitededir. Kaya kütleleri incelendiğinde ayrışmanın CIRIA (1991; 2007) ve BS EN 5930:1999a standardına göre, bazı bölgelerde az derecede (IB) (ana yüzeyde boyanma şeklinde), bazı bölgelerde ise II-hafif derecede ayrışmış olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1).

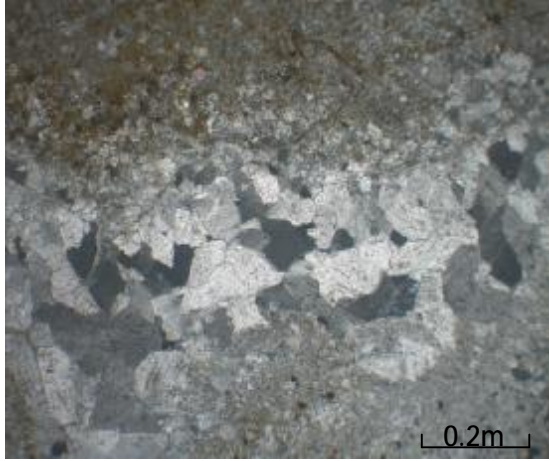
Çizelge 4.1. Ayırışma ve alterasyon dereceleri (CIRIA /CUR, 1991; 2007).

Tanım	Ayırışma derecesi	Açıklama	Malzeme özellikleri
Taze	IA	Belirgin bir ayırışma izi yok	Kaya özellikleri ayırışma ile etkilenmemiş. Kayacın mineral yapısı taze ve sağlam
Çok az ayırışmış	IB	Ana süreksizlik düzlemleri boyunca(örnek:eklem) renk değişimi	Kaya özellikleri ayırışma ile önemli ölçüde etkilenmemiştir. Mineral yapısı sağlamdır.
Az ayırışmış	II	Süreksizlik düzlemlerindeki renk değişimi kayanın ayırışmasını gösterir. Tüm kayaç malzemesinin rengi değişmiş olabilir ve kayaç taze konumundan daha zayıf olabilir	Kaya özellikleri ayırışma ile önemli ölçüde etkilenmiş olabilir. Dayanım ve aşınma karakteristikleri azalma gösterebilir. Mineral yapının mikro çatlaklar ile alterasyonu gözlenebilir.
Orta derece ayırışmış	III	Kayaç malzemesinin yarısından azı ayırışmış ve/veya parçalanarak zemine dönüşmüştür. Taze veya renk değişimine uğramış kaya, sürekli kütleler veya çekirdek şeklinde gözlenir.	Kaya özellikleri ayırışma ile önemli ölçüde etkilenmiştir. Sağlamlık özellikleri belirgin şekilde etkilenmiştir. Mineral yapının alterasyonu yaygın ve mikro çatlaklar çok fazla.
Çok ayırışmış	IV	Kayaç malzemesinin yarısından fazlası ayırışmış ve/veya parçalanarak zemine dönüşmüştür. Taze veya renk değişimine uğramış kaya, süreksiz kütleler veya çekirdek şeklinde gözlenir.	Her zaman koruyucu veya filtre tabakaları için uygun değildir ancak daha iyi malzeme bulunmadığı durumlarda bazan çekirdek malzemesi için uygun olabilir.
Tümüyle ayırışmış	V	Kayaç malzemesinin tamamı ayırışmış ve/veya parçalanarak toprak zemine dönüşmüştür. Özgün kütle yapısı önemli ölçüde sağlamdır.	Koruyucu veya filtre tabakaları için uygun değildir ancak başka malzeme bulunmadığı durumlarda çekirdek malzemesi için uygun olabilir.
Artık (Rezidüel) zemin	VI	Kayacın tümü toprak zemine dönüşmüştür. Kayacın kütle yapısı ve dokusu tahrip olmuştur. Hacımsal olarak büyük değişiklik olmasına karşın zemin önemli ölçüde taşınmamıştır	Belirli koşullarda gelişigüzel dolgular veya çekirdek malzemesi için (örneğin jeotekstil ile birlikte) kullanılabilir.

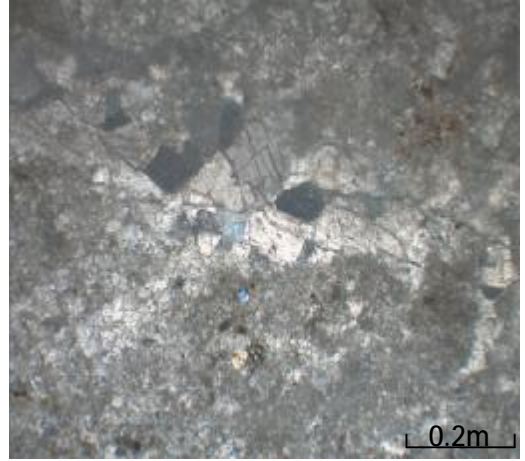
4.5. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Petrografik Özellikleri

Çalışma alanında bol miktarda kütleler halinde kireçtaşları yüzeilenmektedir. Litolojik olarak farklılıklar gösteren kireçtaşlarından arazide el örneğinde genelde koyu gri renkli olarak gözlenen kireçtaşları ile sarımsı-beyaz renkli kireçtaşları bulunmaktadır. Sarımsı-beyaz renkli kireçtaşlarından örnekler alınarak bunlar üzerinde TS 10088 EN 932-3 standardı ışığında petrografik incelemeler yapılmıştır.

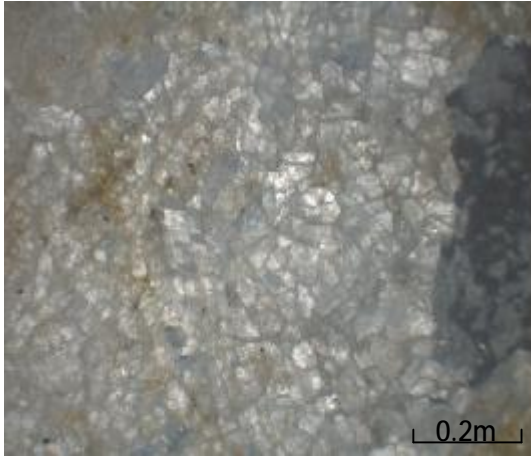
İnce kesitlerin mikroskopta incelemesinde; dolomitik kristallerin kesit içerisinde hakim olduğu görülmüştür. Dolomit kristalleri reliefi ile kalsit minerallerinden ayrılmaktadır. Dokusuna bakıldığında, mikrokristalen hamur içerisinde sparitik doku görüldüğü anlaşılmıştır. Demir alterasyonu kırıklar boyunca gelişmiş, opak mineral olarak demir (pirit) az da olsa kesit bünyesinde bariz olarak görülmüştür. Dolomit kristaller özşekillidir. Fosil izine rastlanılmamıştır. Kalsit mineralleri dolomitelere göre mikrokristalendir (Şekil 4.8).



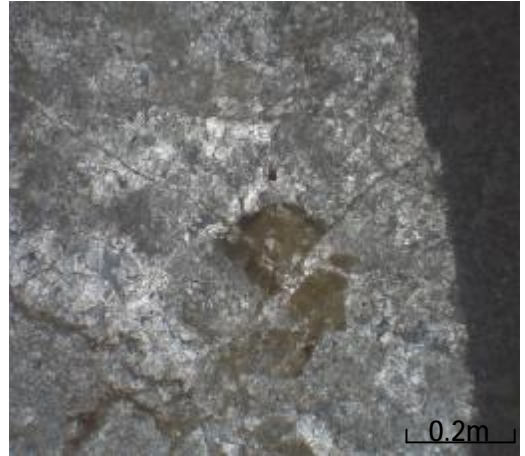
a: Damar dolgusu görünümü



b: Opak mineral görünümü



c: Dolomitlerin net görünümü



d: Mikrolitik dokunun görünümü

Şekil 4.8. Çalışma alanına ait dolomitik kireçtaşlarının mikroskop görüntüleri.

4.6. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Jeokimyasal Özellikleri

Çalışma alanında bulunan kayaçların jeokimyasal özelliklerini incelemek amacıyla yapılan analizlerin sonuçları, toplam kükürt ve klor tayini test sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İnceleme alanındaki kayalara ait kimyasal analiz ve toplam kükürt ve klor tayini test sonuçları

BİLEŞİK	MİKTAR (%)
CaO	32,49
MgO	18,33
SiO ₂	2,90
Fe ₂ O ₃	0,69
Al ₂ O ₃	0,09
CaCO ₃	57,94
MgCO ₃	38,32
Cl	-
SO ₃	0,07

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre kayada CaCO₃ ve MgCO₃ oranının belirgin bir şekilde yüksek olduğu ve kayacın bileşimine hakim olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre inceleme alanındaki kireçtaşlarının dolomitik kireçtaşları olduğu belirlenmiştir. Toplam kükürt ve klor tayini testi sonuçlarına bakıldığında ise klorun kayaç bünyesinde tespit edilemediği ve kükürtün 0,07 oranında bulunduğu belirlenmiştir. Kayaçtaki silisyum dioksit varlığı kayacın kırık ve çatlaklarını dolduran sekonder (ikincil) kil oluşumlarıdır. Kayacın ince kesitlerinde serbest kuvars mineraline rastlanmamıştır.

4.7. Çalışma Alanındaki Kireçtaşlarının Fiziko-Mekanik Deney Sonuçları

Çalışma alanında gözlemsel değerlendirmelere göre liman yapımında kullanılabilir özelliklere sahip olan kireçtaşları üzerinde fiziksel ve mekanik deneyler yapılarak tespit edilen özellikleri standartlarda belirtilen ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Deneylerde ASTM, TS EN, ISRM ve BS EN standartları kullanılmıştır.

Narlık civarında; Nacarlı Tepe'den 2 ayrı alandan, Taştepe'den 4 ayrı alandan, olmak üzere, 6 ayrı bölgeden alınan 6 tip kayaç örneği üzerinde fiziko-mekanik özelliklerini ortaya koyacak deneyler yapılmış; yapılan deney sonuçları Çizelgeler halinde (Çizelge 4.3-4.8 arası) verilmiştir. İlerleyen bölümlerde gerekli standartlarla ilgili verilen Çizelgelerde (Çizelge 4.9-4.12) belirtilen özelliklere göre liman yapımında kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

30.04.2008 tarihinde Nacarlı Tepe'den 2 ayrı alandan alınan 2 tip kayaç numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin özet Çizelgesi ve kayaçların makro görüntüleri aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Nacarli 1 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Laboratuvar Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,69	$\geq 2,65$
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	2,67	$\geq 2,65$ (ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	1,86	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	38,54	≤ 40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,20	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm^2)	593,22	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm^2)	61,10	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.9: Nacarli 1 nolu kayacın makro görüntüsü

Çizelge 4.4: Nacarli 2 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Laboratuvar Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,72	$\geq 2,65$
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	2,70	$\geq 2,65$ (ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	0,61	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	18,80	≤ 40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	3,30	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm^2)	728,06	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm^2)	52,37	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.10: Nacarli 2 nolu kayacın makro görüntüsü

22.06.2008 tarihinde Taştepe'den alınan 4 tip kayaç numuneleri üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin özet Çizelgesi aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Taştepe 1 nolu kayaçın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyle	Laboratuvar Deneyle	Standart Değerler
Özgöl Ağırlık (gr/cm ³)	2,77	≥ 2,65
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,74	≥2,65(ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	0,69	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	19,21	≤40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,30	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	662,88	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm ²)	52,00	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.11: Taştepe 1 nolu kayaçın makro görüntüsü

Çizelge 4.6: Taştepe 2 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Laboratuvar Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,72	≥ 2,65
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,70	≥2,65(ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	0,76	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	18,93	≤40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,40	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	602,50	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm ²)	50,36	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.12: Taştepe 2 nolu kayacın makro görüntüsü.

Çizelge 4.7. Taştepe 3 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Laboratuvar Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,69	$\geq 2,65$
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	2,67	$\geq 2,65$ (ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	0,801	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	19,46	≤ 40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,20	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm^2)	597,74	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm^2)	60,88	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.13. Taştepe 3 nolu kayacın makro görüntüsü

Çizelge 4.8. Taştepe 4 nolu kayacın fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Laboratuvar Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,69	≥ 2,65
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,67	≥2,65(ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	0,784	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	21,84	≤40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	3,10	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	558,90	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm ²)	58,03	≥ 50 (ASTM/C-170)



Şekil 4.14. Taştepe 4 nolu kayacın makro görüntüsü

4.8. Kireçtaşlarının Liman Yapımında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Çalışma alanındaki kireçtaşlarının liman yapımında kullanılabilirliği; ulusal ve uluslar arası standartlar esas alınarak, kayacın fiziko-mekanik deney sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Kayaçların liman yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği ile ilgili uluslar arası bir rehber Çizelge 4.9'da verilmiştir (CIRIA /CUR, 1991). Bu standarta göre kayaların mukavemeti “çok iyi”, “iyi”, “marjinal” ve “zayıf” olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır.

Çalışma alanındaki kireçtaşı numunelerinin doğal birim hacim ağırlığı 2,67 ile 2,74 gr/cm³ arasında değişmektedir. Su emme değerlerine baktığımızda ise % 0,61 ile 1,86 arasında değiştiğini görmekteyiz. Elde edilen bu değerlere göre; çalışma alanındaki kireçtaşları “iyi kaya” grubuna girmektedir. Aynı şekilde Nokta Yüğü Dayanım İndeksine ve Donma Çözünme Kaybına baktığımızda ise yine çalışma alanındaki kayaçların “iyi kaya” grubunda olduğu görülmektedir.

Liman yapımında “çok iyi” ve “iyi” sonuçlara sahip kayalar tercih edilmelidir. Yapılan deneyler aşağıdaki değerlerle kıyaslanmış ve liman yapımında kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Deneysel sonuçlarına göre kaya dayanıklılığı için rehber (CIRIA special publication 83/CUR Report 154) (CIRIA /CUR, 1991).

Deneysel	Çok İyi	İyi	Marjinal	Zayıf	Açıklamalar
Kaya yoğunluğu (ton/m ³)	> 2,9	2,6 - 2,9	2,3 - 2,6	< 2,3	Hidrolik stabiliteyi etkileyen fiziksel özellik. Sıkı fakat ayrılmış bazik kayalar dışında sağlamlığın iyi bir göstergesi.
Su emme (%)	< 0,5	0,5 - 2	2 - 6	> 6	Parçalanmaya karşı direncin tek en önemli göstergesi. Ayrışma direncinin iyi bir göstergesi. Geniş serbest drenaj boşlukları bulunan boşluklu kireçtaşı için çoğunlukla yanıltıcı sonuçlar verebilir.
Don Kaybı (Mg ₂ SO ₄)	< 2	2 - 12	12 - 30	> 30	Ayrışmaya karşı direnci gösterir. Sıcak kuru iklimlerde kullanılacak poröz sedimanter kayalar için önemli bir deney
Donma Çözülme Kaybı (%)	< 0.1	01 - 05	0,5 - 2	> 2	Dondurucu kış iklimler için önemli, bir deney (özellikle Baraj gövdeleri) Su emme ile iyi bir korelasyon
Nokta Yükleme indeksi Is(50)(MPa)	> 8.0	4 - 8	1.5-4	> 1.5	Tip2 kırılmalarına karşı direnci gösterir. Çok sayıda örnek için hızlı bir deney. Büyük blokların darbe dayanımı için yanıltıcı olabilir.

Karayolları Teknik Şartnamesi (2006)'ne göre ise tahkimat taşının homojen, sık kristallerden oluşan, sağlam, sert, aşınma, don ve hava tesirlerine karşı dayanıklı, süreksizlik içermeyen veya az sayıda süreksizliği bulunan, Çizelge 4.10'de belirtilen özelliklere sahip olması ve TS EN 13383-1 ve TS EN 13383-2 standartlarında belirtilen nitelikleri taşıması istenmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda; 2,69 ile 2,75 arasında değişen Birim Hacim Ağırlık; % 0,61 ile 1,86 arasında değişen su emme oranı; 728,06 kgf/cm² ile 558,90

kgf/cm² arasında değişen Tek Eksenli Basınç Dayanımı; % 18,80 ile 38,54 arasında değişen Los Angeles Aşınma Direnci Tayini ve % 3,3 ile 2,2 arasında değişen Na₂SO₄ ile Donma Çözünme Kaybı değerlerine bakıldığında çalışma alanındaki kireçtaşlarının Kara Yolları Teknik Şartnamesine göre Liman Yapımında Kullanılabilirliğinin uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Tahkimat Taşının Özellikleri (Karayolları Teknik Şartnamesi, 2006).

Deney	Şartname Limitleri	Deney Standardı
1. Petrografik Görünüm	Kristaller iyi kenetlenmiş, kil minerali ve eriyebilir mineral olmayacaktır.	ASTM C 295
2. Doygun Yüzey Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ₃)	≥ 2.60	TS 699- Ocak 1987 ve TS 2513-Şubat 1977
3. Hacimce Su Emme Oranı %	≤ 2	
4. Basınç Dayanımı (kgf/cm ₂)	≥ 500	
5. Kaba Agregada Los Angeles Aşınma Direnci %	≤ 25	
6. Tabii Don Dayanımı %	≤ 5	
7. Don Kaybı Deneyi (Na ₂ SO ₄) %	≤ 2	
8. Sürtünme ile Aşınma Kaybı	≤ 15 cm ³ / 50 cm ²	
9. Islanma-Kuruma Etkisi (35 Döngü Sonrası)	Önemli derecede çatlak oluşumu ve gelişimi olmayacaktır.	ASTM D 5313-92 (1997)
10. Arazide Düşürme Testi	Ana boyutta kırılma olmayacak ve çatlak oluşmayacaktır.	(Bkz. Not-2)
11. Arazide Bekleme - Yerinde Gözlem	Ocak yerinde veya kullanılacağı yerde 12 ay beklediği sürede çatlak oluşumu, parçalanma ve ayrışma olmayacaktır.	
Not-1. Don Kaybı Deneyi; Tabii Don Dayanımı deneyinin çabuklaştırılmış şekli olduğundan, Tabii Don Dayanımı deneyinin yapılmadığı durumda yapılacaktır. Not-2. Arazide Düşürme Testi; Yükleyici tarafından 3 m. yüksekliğe taş bloğunun sert bir yüzey üzerine düşürülmesi ile yapılacaktır. Not-3. Islanma-Kuruma Etkisi deneyi yapılması zorunlu olmayan ancak yapılması yararlı olan bir deneydir.		

Çizelge 4.11’de belirtilen parametrelere göre ise, deniz yapıları için idealize tipik kaya kalitesi parametre aralıkları (CIRIA special publication 83 / CUR Report 154) (CIRIA /CUR, 1991; 2007)’na göre liman yapımında koruyucu tabaka, filtre tabakası yada çekirdek / dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Yapılan deneylere ve elde edilen sonuçlara bu Çizelge ışığında baktığımızda ise çalışma alanındaki kireçtaşlarının; deniz yapılarında, koruyucu tabaka olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Deniz yapıları için idealize tipik kaya kalitesi parametre aralıkları (CIRIA special publication 83 / CUR Report 154)(CIRIA/CUR, 1991; 2007)

Deney veya Gözlem	Koruyucu Tabakalar	Filtre Tabakaları	Çekirdek / Dolgu
Ayrışma derecesi	I-II	I-II	I-II
Süreksizlik aralığı (m)	1.00+	0.50+	0.20+
RQD (%)	80-100	75-100	55-100
Porozite (%)	0-5	0-10	0-10
Su emme (%)	<2.0	<2.5	<3.0
Tek eksenli basınç dayanımı (Mpa)	>100	>100	>50
Kaya yoğunluğu (kg/m ³)	>2600	>2600	>2000

Ve son olarak Çizelge 4.12’de verilen; deniz yapılarında tasarım ve yöntemlere yer veren İngiliz Standartlarında (BS 6349-1:2000) koruma taşı olarak kullanılacak kayalarda aranan özellikler ile yapılan deney sonuçları kıyaslandığında; BS 6349-1 (2000)’e göre dış liman dolgusu kayalarda istenen sınır değerlerine uygun olduğu ancak; Nacarli 1 nolu kayacın Los Angeles Aşınma Direncinin % 38,54 olması ve su emme değerinin sınır değere çok yakın olmasından dolayı bu bölgedeki kayaçların bu standarta göre Koruma taşı olarak değil çekirdek / dolgu malzemesi olarak kullanılması daha uygun olacağı görülmüştür.

Çizelge 4.12. BS 6349-1 (2000)'e göre dış liman dolgusu kayalarda istenen sınırlar Değerleri

Deney	İstenen Değer Sınırları
Tabii Yoğunluk (t/m ³)	En düşük 2.6 t/m ³
Ağırlıkça Su Emme (%)	En düşük % 3
Hacimce Su Emme (%)	En düşük % 3
Agrega Darbe Dayanımı (%)	En düşük % 30
% 10 İncelik Değeri Min Kuvvet (kN)	En düşük 100 kN
Sodyum Sülfat Agregası Dayanımı (%)	En büyük % 12 (5 devirden sonra)
Magnezyum Sülfat Agregası Dayanımı (%)	En büyük % 18 (5 devirden sonra)
Agrega Aşınma Değeri (%)	En büyük % 15
Blok Dayanımı (%)	En büyük % 5

Araştırma sonuçlarını kısaca özetleyecek olursak; yapılan araştırmalar, deneyler ve incelemeler sonucunda Narlık Yumurtalık civarında Dokuzteknâ Üyesi sınırlarında bulunan dolomitik kireçtaşı olistolitlerinden 6 ayı ocaktan alınmış 6 tip dolomitik kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik deneyler sonucu liman yapımında kullanılabilirliğinin uygun olduğu görülmüştür. Ancak deniz yapıları kapsamında kullanılan kayaçların 3 gruba ayrıldığı (koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesi) ve bu gruplarda kullanılacak kayaçların özellikleri düşünüldüğünde Nacarli 1 no'lu numunenin alındığı bölgedeki kayaçların, gerek ayrışma durumu gerek kimyasal yapısı ve fiziko-mekanik özelliklerine bakılarak; çekirdek / dolgu malzemesi kısmında kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki noktalar halinde özetlenebilir.

1. Çalışma alanındaki kayaçlar Mesozoyik yaşlı olup, Dokuzteknâ Üyesi içerisinde olistolit tepelikler halinde bulunan kireçtaşlarından oluşmuştur.
2. Numunelerin ince kesit petrografik incelemesinde kayaçların dolomitik kireçtaşı olduğu belirlenmiştir. Dolomit kristallerinin önemli oranda varlığı ve sparitik doku bunun en önemli işaretidir.
3. Çalışma alanında, mühendislik jeolojisi açısından kıyı koruma yapılarında kullanılabilir özellikte ve limana yakın dolomitik kireçtaşlarının bulunduğu belirlenmiştir.
4. Yapılan kimyasal analizlerin sonucunda; kayaçların yüksek oranda CaCO_3 ve MgCO_3 içerdiği, Cl barındırmadığı ve çok düşük miktarda (%0,07) SO_3 bulunduğu görülmüştür.
5. Jeomekanik deney sonuçlarına göre bazı numunelerin CIRIA /CUR (1991)'de belirtilen standartta "iyi kaya" sınıfına girecek değerlere sahip olduğu bazılarının ise "orta kalite kaya" sınıfında olduğu görülmüştür.
6. Üzerinde çalışılan kayaçların; ASTM C 295 ve TS 699 (Ocak 1987) ve TS 2513 (Şubat 1977)'de belirtilen standartlara göre Tahkimat Taşının sahip olması gereken özelliklerine uygun kayaçlar olduğu tespit edilmiştir.
7. CIRIA/CUR (2007)'e göre kaya malzemesinin kalitesi değerlendirildiğinde, dolomitik kireçtaşlarının, taş dolgu kıyı koruma yapısında, koruyucu tabakada, filtre tabakasında ve çekirdek kısmında kullanılabilir özellikte olduğu belirlenmiştir.
8. Dolomitik kireçtaşlarının BS 6349-1 (2000)'e göre ise dış liman dolgusunda kullanılacak kayalarda istenen sınır değerlerine uygun olduğu görülmüştür.
9. Karayolları Teknik Şartnamesi (2006)'ne göre ise liman yapımında kullanılabilir özelliklerde olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- ACAR, A., TAGA, H., DİNÇER, İ., 2004. Liman Dolgusunda Kullanılacak Pliyo-Kuvaterner Bazaltların (Yumurtalık-Adana) Fiziko-mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. KAYAMEK 2004-VII. Bölgesel Kaya Mekanigi Sempozyumu, 77-84.
- ACIR, Ö., ve KILIÇ, R., 2007. Samsun Limanı Ana (Kuzey) Mendireği Anroşmanlarının Duraylılığının İncelenmesi. 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 16-22 Nisan 2007, Ankara, p.301-302.
- ACIR, Ö., ve TOPAL, T., 2005. Helaldı (Sinop) dalgakıranında dolgu malzemesi olarak kullanılacak kayaların kalitelerinin belirlenmesi. Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 21, 1-17.
- AMBRASEYS, N.N., 1985. Intensity-attenuation and magnitude-intensity relationships for Northwest European earthquakes. Earthq. Engng Struct. Dyn. 13: 733–778.
- ARGER, J., MITCHELL, J., WESTAWAY, R. W. C., 2000. Neogene and Ouaternary volkanism of southeastern Turkey. Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society, London, special Publications, 173.
- ASTM, E 399, Standard test method for plane-strain fracture toughness of metallic materials.
- ASTM, E 813, Standard test method for J1C, a measure of fracture toughness.
- ASTM, 1989. Standard test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles Machine. C535, Annual Book of of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, West Conshocken, PA., 285-287.
- ASTM C295, 1991. Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete, 9p.
- ASTM D2845-00, 2003. Standard test method for laboratory determination of pulse velocities and ultrasonic elastic constants of rock. In: Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.08, West Conshohocken, PA., 292-297.

- BOYRAZ, O., 2002. Demirtaş-Sarımazı (Adana-Yumurtalık) arasının tektonostratigrafisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 46, (yayınlanmamış).
- BS EN 1926;1999. Natural stone test methods. Determination of compressive strength, London.
- BS 6349-7, 1991. Maritime structures. Guide to the design and construction of breakwaters. British Standards Institution, London.
- BS 7448 : Part 1 : 1991, Fracture mechanics toughness tests, Part 1. Method for determination of K_{1C} , critical CTOD and critical J values of metallic materials - this combined, extended and replaced BS 5447 (K_{1C}) and BS 5762 (CTOD).
- BS 6349-4, 1994. Maritime structures. Design of fendering and mooring systems. British Standards Institution, London.
- BS EN 932-3, 1997. Tests for general properties of aggregates. Procedure and terminology for simplified petrographic description. British Standards Institution, London.
- BS 5930, 1999. Code of Practice for Site Investigation. British Standards Institution, London.
- BS 6349-1, 2000. Maritime structures. Code of practice for general criteria. British Standards Institution, London.
- BS EN 13383-1:2002. Armourstone. Specification. British Standards Institution, London. 42p.
- BS EN 13383-2:2002. Armourstone. Test methods. British Standards Institution, London. 46p.
- CIRIA/CUR, 1991. Manual on the Use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering. CIRIA Special Publication 83, Report:154, London, 607p.
- CIRIA, CUR, CETMEF 2007. The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering. 2nd edition. C683, CIRIA, London, 1234p.
- CUR, 1995. Manual on the use of rock in hydraulic engineering. CUR Report 169, Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR), Gouda.

- CIRIA/CUR (1991) to CEN (2000). In: Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation. The Geological Society, Engineering Geology Special Publication No.13, 65-85.
- DOYURAN, V., 1980. Dörtüol ve Erzin Ovalarının Hidrojeolojisi ve İşletme Çalışmaları. ODTÜ Müh. Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doçentlik tezi, 88s (yayınlanmamış).
- DURMUŞ, C., 2007. Mersin Bölgesi Kıyı Koruma Yapılarının İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 90, (yayınlanmamış).
- DLH, 2007. Kıyı Yapıları ve Limanlar Malzeme, Yapım, Kontrol ve Bakım Onarım Teknik Esasları, 101s, Ankara.
- EN 13383-1, 2004a. Armourstone - Part 1: Specification.
- EN 13383-2, 2004b. Armourstone - Part 2: Test methods.
- ERTAS, B., TOPAL, T., 2008. Quality and durability assessments of the armourstones for two rubble mound breakwaters (Mersin, Turkey). Environ Geol. 53: 1235-1247.
- HOŞ, T., 1999. Dalgakıran inşaatlarında kullanılan kireçtaşlarının jeoteknik özellikleri. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10-12 Mayıs 1999, Ankara, 32-38.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 1981. Rock characterization, testing and monitoring: ISRM Suggested Methods. E.T. Brown (ed), Pergamon Pres, Oxford, 211pp.
- ISRM, 1985. Suggested method for point load strength. International Journal of Rock Mechanics, Mineral Sciences and Geotechnical Abstracts, Vol. 22, 51-60.
- ISRM (International Society for Rock Mechanics), 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006. R. Ulusay and J.A. Hudson (eds.), Ankara, 628p.
- KARIG D.E. & KOZLU H., 1990. Late Paleogene evolution of the triple junction regime near Maraş South-central Turkey. journal of the Geological Society, vol.147, pp. 1023-1034.

- KELLİNG, G., GÖKÇEN, S., FLOYD, P., GÖKÇEN, N., 1987. Neogene Tectonic and plate convergence in the Eastern Mediterranean. New Data from Southern Turkey: *Geology*, V:15, pp: 425-429.
- KESKİN, Ö. M. ve KILIÇ, M. A., 2003. Doğu Akdeniz Yöresi Bazaltlarının Kırmataş Olarak Değerlendirme Olanakları. 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 2003 Bildirileri Kitabı, İstanbul-Türkiye, 151-157.
- KOZLU, H., 1987. Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi. Türkiye 7. Petrol Kongresi Dergisi. s104 - 116. Ankara.
- KOZLU, H., 1997. Doğu Akdeniz Bölgesinde yeralan Neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-Stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s 189, (yayınlanmamış).
- LATHAM, J.P., MULEN, J.V., DUPRAY, S., 2006a. Prediction of in-situ block size distributions with reference to armourstone for breakwaters. *Eng. Geol.* 86:18- 36.
- LATHAM, J.P., MULEN, J.V., DUPRAY, S., 2006b. The specification of armourstone gradings and EN 13383 (2002). *Q J Eng. Geol. Hydrogeol* 39:51- 64.
- LATHAM, J.P., POOLE, A.B., LAAN, G.J., VERHOEF, P.N.F., 1990. Geological constraints on the use of quarried rock in coastal structures. *Proceedings of the 6th International Congress IAEG, Balkema, Symposia*, pp 217-225.
- LEPDB., 1995. Liman ve deniz inşaatı işlerine ait genel teknik şartname. TC Ulaştırma Bakanlığı, Demiryollar Limanlar ve Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara.
- LIENHART, D.A., 2003. A systems approach to evaluation of riprap and armor stone sources. *Environ Eng. Geosci* 9:131-149.
- MERRIT, F.S., 1986. *Standard handbook for civil engineers*. 3rd edition. McGraw-Hill Book Company. Int. Edition.
- NUR, A., BEN-AVRAHAM, Z., 1978. The eastern Mediterranean and the Levant: tectonics of continental collision. *Tectonophysics*, 46, 297-311.

- ÖZVAN, A., 2009. Toprakkale - Yumurtalık (Doğu Akdeniz) Civarındaki Kireçtaşı ve Bazalt Birimlerinin Hidrolik Yapılarda Kullanılabilirliği. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, (yayınlanmamış).
- PARLAK, O., KOZLU, H., DEMİRKOL, C. and DELALOYE, M., 1997. Intracontinental Plio-Quaternary Volcanism Along The African-Anatolian Plate Boundary, southern Turkey. *Ofioliti*, 22(4), p. 111-117.
- PARLAK, O., DELALOYE, M., KOZLU, H., and FONTIGNIE, D., 2000. Trace element and Sr-Nd isotope geochemistry of the alkali basalt observed along the Yumurtalık Fault (Adana) in Turkey. *Yerbilimleri*, 22, p. 137-148.
- PERİNÇEK, D., ÇEMEN, I., 1990. The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Turkey. *Tectonophysics*, 172, 331-340.
- ROBERTSON, A., UNLÜGENÇ, U.C., İNAN, N., TASLI, K., 2004. The Misis – Andırın Complex: a Mid – Tertiary melange related to late-stage subduction of the Southern Neotethys in S Turkey. *Journal of Asian Sciences*, 22, p. 413-453.
- SCHIMDT, G. C., 1961. Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District. 7th Petroleum Admins. Bull. 6. Ankara 47-63S.
- SCHITTECATTE, J.P., 1971. Geology of the Misis Mountain. The Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli-Libya, 305-312.
- SOYSAL, H., SİPAHIOĞLU, S., KOLÇAK, D., ALTINOK, Y., 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Katalogu, Tübitak Yayınları.
- ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö. ve KUŞCU, İ., 1992. Türkiye'deki Aktif Fayların 1/1.000.000 Ölçekli Haritası. MTA yayınları. Ankara.
- ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., 1981. Tethyan evolution in Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- TABBAN, A., 2000. Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, no: 56, Ankara.
- TCK, 2006. Karayolu Teknik Şartnamesi. Yayın No: 267.

- TEYMEN, A., 2005. Bazı Kayaların Petrografik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 108, (yayınlanmamış).
- TOPAL, T., ACIR, O., 2004. Quality assessment of armourstone for a rubble mound breakwaters (Sinop-Turkey). Environ. Geol. 46: 905-913.
- TS 2513, 1977. Doğal yapı taşları. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS 1910, 1977. Kaplama olarak kullanılan doğal yapı taşları. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS 699, 1987. Tabii yapıtaşları muayene ve deney metotları. TSE, Ankara, 84 s.
- TS EN 1367-1, 2001. Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler bölüm 1: donma ve çözünmeye karşı direncin tayini. TSE, Ankara, 11 s.
- TS EN 1367-2, 1999. Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Magnezyum Sülfat Deneyi
- TS EN 13383-1, 2004a. Koruma tabakası taşları (zırh taşı) - Bölüm 1: Özellikler. TSE, Ankara.
- TS EN 13383-2, 2004b. Koruma tabakası taşları (zırh taşı) - Bölüm 1: Deney Metotları. TSE, Ankara.
- TS EN 1097-2, 2000. Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayini İçin Metotlar
- TS 10088 EN 932-3, 1997 Agregaların Genel Özellikleri İçin Deneyler- Kısım 3 Basitleştirilmiş Petrografik Tanımlama. için İşlem ve Terminoloji.
- TS EN 1744-1, 2000. Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler – Bölüm1: Kimyasal Analiz.
- UYSAL, G., 2005. İsalı - Doruk – Yumurtalık civarının (Adana) tektono-stratigrafisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s 78, (yayınlanmamış).
- ÜNLÜGENÇ, U.C., 1993. Controls on Cenozoic sedimentation in the Adana Basin, Southern Turkey. Unpublished PhD Thesis, Kele University, UK, 229 p.
- WESTAWAY, R., 1994. Present-day kinematics of the Middle East and Eastern Mediterranean. Journal of the Geophysical Research, 99, 12071-12090.

- WESTAWAY, R., ARGER, J., 1996. The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: a complex discontinuity in a major strike-slip fault zone. *Journal of the Geological Society, London*, 153, 729-743.
- YAŞAR, E., ERDOĞAN, Y., KILIÇ, A., 2004. Effect of limestone aggregate type and water-cement ratio on concrete strength. *Materials letters*, 58, p. 772-777.
- YURTMEN, S., GUILLOU, H., WESTAWAY, R., ROWBOTHAM, G., TATAR, O., 2002. Rate of strike-slip motion on the Amonos Fault (karasu Valley, southern Turkey) constrained by K-Ar dating and geochemical analysis of Quaternary basalts. *Tectonophysics*, 344, 207-246.

ÖZGEÇMİŞ

20.10.1982 yılında Adana / Kozan'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kozan'da tamamladı. 2000 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliğine girdi. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2008 Temmuz ayında Temka Temel Kazık ve Zemin Etütleri İnş. Tic. Taah. A.Ş.'de Teknik Ofis Birim Sorumlusu olarak Jeoloji Mühendisliği mesleğini yapmaya başladı ve halen bu şirkette görevine devam etmektedir.