

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

*Physico-Mechanical Properties of Dolomitic Limestone Using Filling Materials in
Yumurtalık Harbour Construction*

Esmâ YILMAZ
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Prof. Dr. Adem ERSOY
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

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 kayalardan dolomitik kireçtaşlarının fiziko-mekanik özellikleri incelenmiştir. İncelenen özelliklerine göre kayacın liman yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Limanlarda dolgu malzemesi olarak kullanılan kayalarda istenen uluslararası standartlarla laboratuvar deney sonuçları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yumurtalık, liman, kireçtaşı, kaya kalitesi

ABSTRACT

Yumurtalık region has become an important harbour with BOTAŞ, iron-steel factories and large scale organised industrial districts. The study area is located in Yumurtalık (Adana) region which belong to Mersin O35-b1 diestock. In this study, Physico-Mechanical properties of dolomitic limestone using main filling materials in harbour construction in Yumurtalık region were examined. The rocks using as filling materials in harbour construction were evaluated according to obtained results from the rock properties. International standards required rocks used filling materials in harbour construction with laboratory experimental result were conelated.

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

Giriş

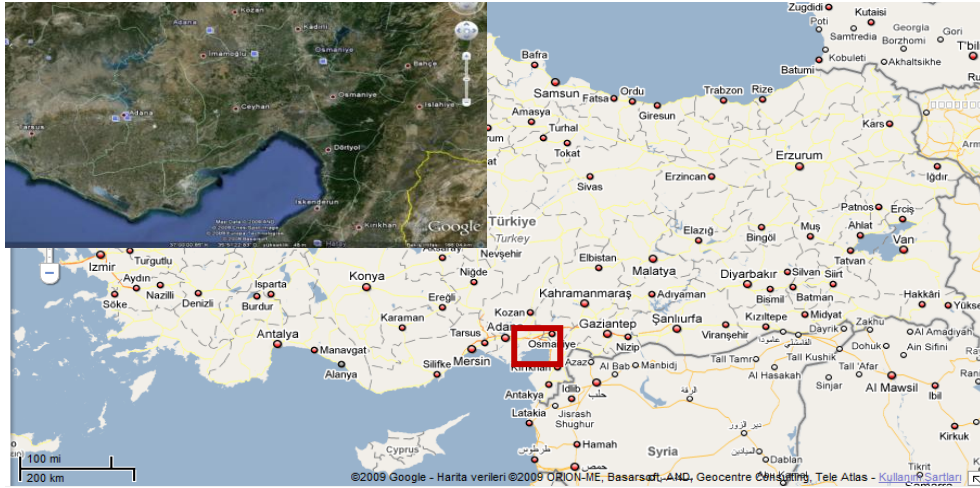
Gelişen teknoloji, ilerleyen sanayi ve hızlı nüfus artışı beraberinde daha çok ulaşım ve taşıma ihtiyacı getirmiş, bununla birlikte hava yolu ve kara yolunun yanı sıra deniz ulaşımı da oldukça önemli bir hal almıştır. Ulaşım ve taşıma ihtiyaçlarının karşılanması için yapılan mühendislik çalışmalarında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

Deniz yapıları kapsamında kullanılan kaya malzemesi esas olarak koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesinden oluşur. Bu

* Yüksek Lisans Tezi – M. Sc. Thesis

çalışmada liman yapımında kullanılan kayaların fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri 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; dayanım, yoğunluk, su emme, porozite, süreksizliklerin konumu, ayrışma durumu, sertlik, tane boyu dağılımı, blok bütünlüğü, blok şekli, blok ağırlığı ve boyutudur. Deniz yapılarında kullanılacak doğal yapı malzemelerinin belirlenmesinde ilk adım olarak jeolojik inceleme yapılmış ve potansiyel kaya malzemesi öncelikle kaynağında incelenmiştir. Uygun kaya malzemesi taş ocağında yapılacak kayanın fiziksel ve jeolojik özelliklerinin ayrıntılı değerlendirilmesine dayalı olarak seçilmiştir. Çünkü kayanın ayrışma durumu laboratuvar deneyleri ile elde edilecek sonuçları doğrudan etkilemektedir. Kayaların mineralojisi, oluşumu, süreksizliklerin durumu, bölgesel metamorfizma, ve tektonizma kaya kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir.



Şekil 1: Çalışma alanı yer bulduru haritası

Çalışma alanı Adana ili, Yumurtalık ilçesi Narlı Köyü civarında bulunmaktadır (Şekil 1). Bu çalışmanın amacı Yumurtalık (Adana) İsken Su Gözü Termik Santrali Deniz Araçları Barınağı yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılan dolomitik kireçtaşlarının fiziksel, mekanik, petrografik, kimyasal ve ayrışma özelliklerinin belirlenerek elde edilen sonuçların liman yapımında kullanılan kayalarda istenen uluslararası standartlarla karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada kullanılan kayaç numuneleri, Mersin–O35-b1 paftasında yer alan Yumurtalık ilçesi Narlı Köyü civarında bulunan Üst Kretase yaşlı Dokuztekne Üyesi bünyesinde olistolit tepelikleri halinde bulunan Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşlarıdır.

Arazi çalışmaları sırasında 1/25.000 ölçekli Mersin–O-35-b1 topoğrafik harita, GPS cihazı, fotoğraf makinesi, pusula vb. gereçler kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında karot alma makinesi, elek seti, hassas terazi, Los Angeles aşındırma cihazı ve cihaz kapsamında kullanılan çelik bilyeler, nokta yükleme aleti, ince kesit, mikroskop, çeneli kırıcı, tek eksenli basınç deney düzeneği, çeşitli kimyasallar, dondurma düzeneği, musluk suyu, etüv, kova vs. kullanılmıştır.

Metot

Araştırmanın ilk aşamasını oluşturan literatür çalışması öncelikle liman yapımında kullanılan kayaçların türlerini incelemekle başlamıştır. Yumurtalık bölgesinde yapılacak limanda 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.

Arazi çalışmalarına bölgenin 1/25000 ölçekli topoğrafik haritasına arazi çalışmaları ve ölçümleri işlenmiştir. Jeolojik çalışmalar için önceki çalışmalardan yararlanılarak bölgenin jeolojisi incelenmiştir. Numune alınan alanların koordinatları GPS yardımı ile belirlenmiş ve gerekli deneylerin yapılması için yeterli miktarda numune alınıp laboratuara uygun şartlarda getirilmesi sağlanmıştır. Araziden alınan numuneler üzerinde petrografik, kimyasal fiziksel ve mekanik deneyler yapılmış, elde edilen sonuçlar ilgili uluslar arası standartlar esas alınarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları

Bölgesel Jeoloji ve Stratigrafi

Çalışma alanı çevresinde 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). Dokuztekne üyesi, Andırın formasyonu ile birlikte hareket sonucu Karataş formasyonu içerisine alloktan konuludur. Birim içerisindeki kaya türleri kireçtaşı, kumtaşı, killi kireçtaşıdır. Yumurtalık bölgesinin genel stratigrafik kesiti Şekil 2'de verilmiştir.

PERİYOT		S E N O Z O Y İ K		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
ZAMAN	DEVRE	TERSİYER	ÜYE		
KUVATERNER		NEOJEN	50		Alüvyon ve bataklık:çimentosuz kil, silt, kum, çakıl — Uyumsuzluk — Toleyitik bazalt, çimentosuz tüfit
		ALT-ORTA MİYOSEN	1500-2000		— Uyumsuzluk — Konglomera, resifal kireçtaşı kalın kumtaşı-marn, silttaşı-marn-kumtaşı ardalanması
		PALEOJEN	2000 - 2500		— Tektonik Sınır — Kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn, kireçtaşı ve konglomera ardalanması Volkanik blok (Andırın Fm.) Kireçtaşı blokları (Mesozoyik) Spilitik aglomera Olistostromal mercek — Tektonik Sınır —
		ALT-ORTA EOSEN			Olistostromal çakıl ve blokları, konglomera
MESOZOYİK		İSALI			— Uyumsuzluk — Killi kireçtaşı, kumtaşı, aglomera
KRETASE		ÜST KRETASE			
		ANDIRIN			
		DOKUZTEKNE			

Şekil 2. Çalışma alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu, 1987).

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 Dokuztekne Üyesi'nin yer aldığı sınırlar içerisinde bulunmaktadır (Şekil 2). Üzerinde çalıştığımız Mesozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşları formasyon içerisinde tepelikler ve belirgin bloklar halinde görülmektedir. İnceleme alanındaki dolomitik kireçtaşlarının bazı bölümleri çok çatlaklı ve ayrılmış, bazı bölgeleri ise daha dayanımı yüksektir.

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

Kireçtaşlarının petrografik, kimyasal ve ayrışma özellikleri

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 görülmektedir. Demir alterasyonu hafif derecede kırıklar boyunca gelişmiştir. Dolomit kristaller özşekillidir. Fosil izine rastlanılmamıştır. Kalsit mineralleri dolomitlere göre mikrokristalendir.

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre kayacın CaCO_3 ve MgCO_3 oranının belirgin bir şekilde yüksek olduğu ve kayacın bileşimine hakim olduğu görülmektedir. Kayacın petrografik ve kimyasal analiz sonuçlarına göre inceleme alanındaki kireçtaşlarının dolomitik kireçtaşları olduğu görülmektedir. Klorun kayacın bünyesinde tespit edilemediği ve kükürtün 0,07 oranında bulunduğu belirlenmiştir. Kayacın silisyum dioksit varlığı kayacın kırık ve çatlaklarını dolduran sekonder (ikincil) kil oluşumlarıdır. Kayacın ince kesitlerinde serbest kuvars mineraline rastlanmamıştır.

Çizelge 1. İnceleme alanındaki kayalara ait kimyasal analiz ve toplam kükürt ve klor tayini test sonuçları

Bileşik	Miktar (%)
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

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.

Kireçtaşlarının Fiziko-Mekanik Deney Sonuçları

Liman yapımında dolgu malzemesi olarak kullanılan dolomitik kireçtaşı ocağı kayaç özellikleri esas alınarak Nacarlı ve Taştepe olarak iki alt alana bölünmüştür. Her bir alan için laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı ve nokta yükleme dayanımı en az oniki numune, diğer deneyler için en az yedi numune kullanılmıştır. Deneylerde en küçük ve en büyük değer atılmış ve diğer değerlerin aritmetik ortalaması o deneyin sonuç değeri olarak belirlenmiştir. Tüm deneyler ilgili standartlar esas alınarak yapılmıştır (Çizelge 2-3).

Çizelge 2. Nacarlı Tepe dolomitik kireçtaşlarının fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Lab. Deneyleri	Standart Değerler
Özgül Ağırlık (gr/cm^3)	2,71	$\geq 2,65$
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm^3)	2,68	$\geq 2,65$ (ASTM /C -97)
Maksimum Su Emme (%)	1,20	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	28,67	≤ 40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,75	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm^2)	660,64	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm^2)	56,74	≥ 50 (ASTM/C-170)

Çizelge 3. Taş Tepe dolomitik kireçtaşlarının fiziko-mekanik deney sonuçları

Deneyler	Lab. 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 (%)	0,75	0,5-2,0 (BS-812)
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	19,86	≤ 40 (ASTM/C-88)
Donma-Çözünme Kaybı (%)	2,50	≤ 5 (ASTM/C -535)
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm^2)	605,51	≥ 500 (TS-699)
Nokta Yükleme Dayanımı (kg/cm^2)	55,32	≥ 50 (ASTM/C-170)

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.

CIRIA /CUR, 1991 standartına göre kayaların mukavemeti “çok iyi”, “iyi”, “marjinal” ve “zayıf” olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Çalışma alanındaki kireçtaşı numunelerinin doğal birim hacim ağırlığı 2,68 ile 2,70 gr/cm³ arasında değişmektedir. Su emme değerlerine baktığımızda ise % 0,75 ile 1,20 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 kayaların “iyi kaya” grubunda olduğu görülmektedir. Liman yapımında “çok iyi” ve “iyi” sonuçlara sahip kayalar tercih edilmelidir. Yapılan deneyler sonucunda liman yapımında kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

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, ve standartta belirtilen özelliklere sahip olması ve TS EN 13383-1 ve TS EN 13383-2 standartlarında belirtilen nitelikleri taşıması istenmektedir. Yapılan deneyler sonucunda; 2,68 ile 2,70 arasında değişen Birim Hacim Ağırlık; % 0,75 ile 1,20 arasında değişen su emme oranı; 660,64 kgf/cm² ile 605,51 kgf/cm² arasında değişen Tek Eksenli Basınç Dayanımı; % 19,86 ile 28,67 arasında değişen Los Angeles Aşınma Direnci Tayini ve % 2,75 ile 2,50 arasında değişen Na₂SO₄ ile Donma Çözünme Kaybı değerlerine bakıldığında çalışma alanındaki kireçtaşlarının Kara Yolları Teknik Şartnamesine göre Liman Yapımında Kullanılabilirliğinin uygun olduğu görülmektedir.

(CIRIA special publication 83 / CUR Report 154) (CIRIA /CUR, 1991; 2007)'na göre deniz yapıları için idealize tipik kaya kalitesi parametreleri liman yapımında koruyucu tabaka, filtre tabakası yada çekirdek / dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Yapılan deneylere ve elde edilen sonuçlara bu standart ışığında baktığımızda ise çalışma alanındaki kireçtaşlarının; deniz yapılarında, koruyucu tabaka olarak kullanılabilirliğinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Ve son olarak; 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; Nacarlı Tepedeki bazı bölgelerde bulunan kayaların Los Angeles Aşınma Direncinin % 38,54 olması ve su emme değerinin sınır değere çok yakın olmasından dolayı bu bölgedeki kayaların bu standartta göre Koruma taşı olarak değil çekirdek / dolgu malzemesi olarak kullanılmasının daha uygun olacağı görülmüştür.

Sonuçlar

Yapılan araştırmalar, deneyler ve incelemeler sonucunda Narlık Yumurtalık civarında Dokuztekné Üyesi sınırlarında bulunan dolomitik kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik deneyler sonucu liman yapımında kullanılabilirliğinin uygun olduğu görölmüştür. Ancak deniz yapıları kapsamında kullanılan kayaların 3 gruba ayrıldığı (koruyucu tabaka, filtre tabakası ve çekirdek / dolgu malzemesi) ve bu gruplarda kullanılacak kayaların özellikleri düşünöldüğünde Nacarlı 1 no'lu numunenin alındığı bölgedeki kayaların, gerek ayrışma durumu gerek kimyasal yapısı ve fiziko-mekanik özelliklerine bakılarak; çekirdek / dolgu malzemesi kısmında kullanılmasının daha uygun olduğu düşünölmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki noktalar halinde özetlenebilir.

1. Çalışma alanındaki kayalar Mesozoyik yaşlı olup, Dokuztekné Üyesi içerisinde olistolit tepelikler halinde bulunan kireçtaşlarından oluşmuştur.
2. Numunelerin petrografik ve kimyasal analiz sonuçlarına göre kayaların dolomitik kireçtaşı olduğu belirlenmiştir.
3. Limana yakın olan dolomitik kireçtaşlarının mühendislik jeolojisi açısından kıyı koruma yapılarında kullanılabilir özellikte olduğu belirlenmiştir.
4. Yapılan kimyasal analizlerin sonucunda; kayaların yüksek oranda $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ içerdıği, Cl barındırmadığı ve çok düşük miktarda (%0,07) SO_3 bulunduğu görölmüştür.
5. Jeomekanik deney sonuçlarına göre bazı numunelerin CIRIA /CUR (1991)'de belirtilen standartta "iyi kaya" sınıfına girecek değerlere sahip olduğu bazıların ise "orta kalite kaya" sınıfında olduğu görölmüştür.
6. Kayaların; ASTM C 295 ve TS 699 (Ocak 1987) ve TS 2513 (Şubat 1977)'de belirtilen standartlara göre tahkimat taşının sahip olması gereken özelliklere uygun 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 görölmüştür.
9. Karayolları Teknik Şartnamesi (2006)'ne göre kayaların liman yapımında kullanılabilir özelliklerde olduğu görölmüştür.

Kaynaklar

- 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.

- BS 6349-7, 1991. Maritime structures. Guide to the design and construction of breakwaters. 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.
- CIRIA/CUR (1991) to CEN (2000). In: Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation. The Geological Society, Engineering Geology Special Publication No.13, 65-85.
- KOZLU, H., 1987. Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi. Türkiye 7. Petrol Kongresi Dergisi. s104 - 116. Ankara.
- TS 2513, 1977. Doğal yapı taşları. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS 699, 1987. Tabii yapıtaşları muayene ve deney metotları. TSE, Ankara, 84 s.
- 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.