

ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN VE AMERİKA - UZAK DOĞU PAZARLARINDA İLGİ GÖREN BAZI DOĞAL TAŞLARIN RADYOAKTİVİTE ÖZELLİKLERİ

Ferah TÜRKMEN*, Nejat KUN**, Günseli YAPRAK***

* D.E.Ü Torbalı MYO Mermer Programı, İZMİR - ferah.turkmen@deu.edu.tr

** D.E.U Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl., İZMİR- nejat.kun@deu.edu.tr

*** E.Ü. Nükleer Bilimler Ens.,İZMİR - yaprak@bornova.ege.edu.tr

ÖZET

2002 yılı verilerine göre; ülkemiz doğal taş ihracatı 303 milyon \$ olup. ihracatta birinci sırada yer alan Amerika'ya yapılan toplam taş ihracatı 94.03 milyon \$ dır. Çin Halk Cumhuriyeti ise 22.3 milyon \$ ile üçüncü sırada yer alır. Özellikle ülkemiz karbonatlı kayalarına ilgi gösteren bu iki ülkeye yapılan ihracatlarda ; bir önceki yıla göre gerek miktarda gerekse de değerinde ciddi artışlar gözlenmektedir. Ayrıca; Tayvan ve Kore Pazarları da dikkate alındığında; Limra, Denizli Traverten, Bucak Traverten ve Ege Bej ticari tanımı ile bilinen mermerlerin önem kazandığı görülmektedir.

Ülkemizin son yıllarda doğal taş endüstrisindeki hızlı gelişimi dış pazarda dikkatle izlenmekte ve diğer ihracatçı ülkeleri tedirgin etmektedir. Bu bağlamda ihracatımızda ilk sıralarda yer alan Türk taşlarının radyasyonlu olduğu yolunda çeşitli söylemler yapılmaktadır.

Bu nedenle; ülkemizin dünya pazarlarında tanınan doğal taşlarının radyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir TÜBİTAK projesi hazırlanmaktadır. Bu araştırmada; projenin ön çalışması olarak Limra, Denizli Traverten, Bucak Traverten ve Ege Bej endüstriyel tanımı ile bilinen doğal taşların radyoaktivite değerleri ölçülmüş ve yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal Taşlar, Radyoaktivite

THE RADIOACTIVITY CHARACTERISTICS OF SOME NATURAL STONES
ARE PRODUCED IN TURKEY AND INTERESTED IN USA AND FAREST
EAST MARKETING

ABSTRACT

According to 2002 giving data, the export of Turkish natural stone is 303 million US Dollar. United States is the first country and the export of total natural stone is 94.03 million US Dollar. On the other hand. Republic of China is the third country and its export is 22.3 million US Dollar. Both two countries are interested in Turkish

TÜRKİYE IV. MERMER SEMPOZYUMU (MERSEM'2003) BİLDİRİLER KİTABI 18-19 Aralık 2003

Carbonat Stone and this year both amount and price of their export have been increased according to last year.

Furthermore, as we know commercial name of Limestone of Limra, Travertine of Denizli, Travertine of Bucak and Aegean Beige Marble take place in Taiwan and Koreanmarket very Important.The strong development of Turkish natural stone industry has been followed by foreign natural stone industry closely and carefully. In the meanwhile, there is some wide talked about Turkish stone which consists of radiation.

Because of the this reason TÜBİTAK is preparing a project about defining of turkish natural stones' radioactivity characteristics. In this project the radioactivity value of Limestone of Limra, Travertines of Bucak and Denizli and Aegean Beige has been measured and interpreted by TÜBİTAK in prestudy stage of project.

Key Words: Natural Stones, Radioactivity

1.Giriş

Son yıllarda gelişmiş toplumlarda, insan ve çevre sağlığına verilen önem nedeniyle çeşitli önlemler alınmakta ve materyallerin (beslenme, kullanım v.b) seçiminde bazı sınırlamalar getirilmektedir. Söz konusu bu sınırlamalardan bir tanesi de yapılarda kullanılan doğal ve/veya yapay "Yapı Malzemeleri" konusundadır.

Bilindiği üzere insan yaşamının önemli bir kısmı (ofis, ev) kapalı mekanlarda geçmektedir. Binalar; dışarıdan gelen kozmik ve kıtasal orijinli radyasyona karşı koruyucu olmakla beraber, bazen yapı malzemelerindeki radyasyon içeriğine bağlı olarak içerdeki radyoaktivite dışarıdan fazla olabilir. Yapı malzemeleri gerek doğal yollarla (yapı taşları, mermerler v.b), gerekse de çeşitli ham maddeler kullanılarak yapay olarak üretilir (çimento, kompoze taş, mermerit v.b). Her iki durumda da hammaddenin özelliklerinden kaynaklanan radyoaktivite içeriği söz konusudur.

Bu nedenle gelişmiş ülkeler, toplum sağlığını korumak ve bina malzemelerinin spesifik aktivitelerini karşılaştırmak amacı ile tüm dünyada ortak bir indeks kullanmaktadırlar.

2. Türk Doğal Taş Potansiyeli

Türkiye değişik jeolojik kuşakların yer aldığı bir bölgede bulunmaktadır. Bu kuşaklar, yaşları ve oluşumları farklı kayalar içerirler. Bu durum çok zengin taş cinslerine sahip olduğumuzun açık bir göstergesidir. Ülkemiz taş rezervleri bakımından, özellikle de karbonatlı kayalar açısından zengin bir

ülkedir. Bu önemli olgunun yanı sıra, Türk doğal taşlarının cins-renk-desen ve çeşitlilik yönünden dünya doğal taş pazarındaki üstünlüğü kabul edilmiştir.

Ülkemizde doğal taş sektörü, 80'li yılların sonlarına doğru gelişmeye başlamıştır. Sanayileşmede geç kalınmış olmasına rağmen sektör, özellikle 1990* h yılların başından itibaren sürekli gelişim göstermektedir^[1].

Zengin renk ve desen çeşitliliğine sahip Türk Doğal Taş Endüstrisi'nde yatırım, üretim ve ihracat açısından son 15 yılda elde edilen büyüme hızı % 13,6 oranı ile dünya ortalamasının iki katına ulaşmıştır^[2].

2.1 Doğal Taş İhracatı

2002 yılı ihracat rakamları incelendiğinde; toplam maden ihracatımız 684.6 milyon \$ olup, doğal taş ihracatının toplam maden ihracatı içindeki payı % 44.2 dir. 2002 yılı doğal taş ihracatı 303 milyon \$ ile bir önceki yıla göre % 35.5 artış göstermiştir. Doğal taş sektörü, son üç yıldır "Bor Tuzlan" nı da geçerek maden ihracatı içinde üst sıraya yerleşmiştir. Çizelge-1 de Türkiye Doğal Taş ihracatının 1997' den başlayarak yıllara göre dağılımı görülmektedir^[1].

Tablo-1: Türkiye Doğal Taş İhracatı^[1]

YILLAR	HAM ÜRÜN (Blok+Plaka)		İŞLENMİŞ ÜRÜN		TOPLAM	
	Miktar (x1000ton)	Değer (x1000\$)	Miktar (x1000ton)	Değer (x1000\$)	Miktar (x1000ton)	Değer (x1000\$)
1997	101.843	14.5	200.555	89.0	302.398	101.4
1998	113.830	16.9	219.942	97.1	333.772	114.0
1999	157.859	21.7	276.397	115.6	434.256	137.2
2000	216.569	22.1	514.866	166.5	731.438	188.7
2001	482.969	45.7	611.630	177.5	1.094.599	223.5
2002	898.270	64.7	662.786	238.4	1.561.056	302.9

Türkiye Doğal Taş ihracatında; 1980'li yılların ortalarına kadar Ortadoğu ülkeleri ağırlık kazanırken, 1986 yılından sonra Avrupa Topluluğu ülkeleri ön plana çıkmıştır. Amerika ihracatımız ise; 90'lı yılların sonuna doğru gelişen ve gün geçtikçe artan oranlarla önem kazanmıştır. 2002 yılında Amerika'ya yapılan toplam taş ihracatı 94 milyon \$ dır.

Çin Halk Cumhuriyeti ise, 22.3 milyon \$ ile üçüncü sırada yer alır. Özellikle ülkemiz karbonatlı kayaçlarına ilgi gösteren Çin'e yapılan ihracatta ; 2002

yılında bir Önceki yıla göre gerek miktarda gerekse de değerde % 80'in üzerinde artış gözlenmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında; Tablo-2'de verilen 2002 yılı toplam verileri incelendiğinde en yoğun ihracatın Amerika ve Çin Halk Cumhuriyeti'ne yapıldığı, Orta Doğu Ülkelerine yapılan ihracatların sürdüğü, AB ülkelerinin ise daha alt sıralarda yer aldığı gözlenmektedir³¹

Tablo-2: 2002 Yılı Toplam Doğal Taş İhracatımızda Yer Alan İlk On Ülke

Amerika Birleşik Dev.	173.3 bin ton	94.03 milyon \$
Ege Serbest Bölgesi	62.6 bin ton	26.4 milyon \$
Çin Halk Cumhuriyeti	167.6 bin ton	22.3 milyon \$
İsrail	78.1 bin ton	18.4 milyon \$
Suudi Arabistan	94.4 bin ton	17.6 milyon \$
İspanya	80.2 bin ton	13.9 milyon \$
İtalya	55.9 bin ton	8.9 milyon \$
İngiltere	11.2 bin ton	7.5 milyon \$
Almanya	131.307 bin ton	7.3 milyon \$
Yunanistan	98.2bin ton	7.2 milyon \$

3. Radyasyon

Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerjidir. Maruz kalma süresine, şiddetine ve maruz kalman vücut bölgesine bağlı olarak radyasyon; hücreyi parçalayabilir, zarar verebilir veya herhangi zararlı bir etkisi olmadan geçip gidebilir¹⁴¹. Radyasyon, daima doğada var olan ve birlikte yaşadığımız bir olgudur.

Bina içi radyasyona maruz kalmanın temel kaynağı bina içi havada bulunan ²²⁰Rn(thoron), ²²²Rn (radon) ve bunların kısa yarı ömürlü ürünleridir Alfa ışınımı yapan bu radyonüklidlerin neden olduğu içsel maruz kalmaya ek olarak, bina materyalinde bulunan radyonüklidlerden yayımlanan y ışınları da bina içi dışsal radyasyona maruz kalmayı hızlı şekilde artırır.

Yukarıda belirtilen iki radon izotopundan ²²⁸Ra in bozunum ürünü olan ²²⁰Rn, 55.35 saniyelik kısa ömrü nedeniyle daha az dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte bina içi etkin doz eşdeğerinin %10-20'sine ²²⁰Rn ve ürünlerinin neden olduğu belirtilmektedir⁵¹.

Rn-220 ve ürünlerin solunması nedeniyle akciğerlerin maruz kaldığı radyasyon etkin doz eşdeğeri 0.2mSvy ' dir¹⁶¹. Bu değer ²²⁶Ra radyonüklidinin bozunum ürünü olan ²²²Rn ve ürünleri için 1.1 mSvy¹ dir ve doğal radyonüklidlerden gelen etkin doz eşdeğerinin yaklaşık yarısıdır⁷¹.

Tablo-3: Doğal Taşlarda Radyonüklid İçeriği

Malzeme	Ülke	Radyonüklid içeriği (Bq/kg)					Kaynak
		²³⁸ U	²³² Th	²³⁵ U	*K	Ra(eq)	
Mermer	Suriye		0-146 18	0-7 2	0-41 4	20	Othman and Mahrouka 1994
Mermer	Bangladeş					192	Othman and Mahrouka 1994
Mermer	Pakistan		9-40	7-105	4-63	25-99 66	Iqbal et al, 2000
Mermer Tozu	Yunanistan		>1	>1	?25		Petropoulos et al, 2002
Mermer	Ürdün		20 1±1.9	114±19	85 0±2 1	42 8±3 5	Khatbet et al, 1997
Mermer	Türkiye					5 5-17	Karakurt ve Çolak 2003
Kireçtaşı	Hong-Kong		3	5	30	13	Tsoetal.1994
Kireçtaşı	Suriye		10-49 29	0-3 2	5-35 22	33	Othman and Mahrouka 1994
Granit	Yugoslavya			>300			Pavlovic et al, 1996
Granit-cıp	Hong-Kong		180±31	J22±5	1248±15		Tsoetal, 1994
Bazalt	Hong-Kong				347		Othman and Mahrouka 1994
Bazalt	İngiltere				289		Othman and Mahrouka 1994
Bazalt	Malezya				651		Othman and Mahrouka 1994

Radon 20.yy başlarında tanımlanmış olmasına rağmen radon solunumu ve akciğer kanseri arasındaki ilişki ancak 1960 lann sonlarına doğru kurulmuştur. Günümüzde radon ve ürünlerinin solunması dünya çapında bir problem ve kanser riski olarak tammlanmaktadır¹⁸¹.

Rn-222 ve kısa yan ömürlü ürünlerinin neden olduğu içsel maruz kalmanın yanında bina malzemelerinde bulunan ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra radyonüklidlerinden yayımlanan gamalar da bina içinde dışsal maruz kalmaya katkıda bulunurlar. Bu nedenle Ra, K, Th içeren bina malzemelerinin spesifik aktiv itelerini karşılaştırmak için radyum eşdeğer aktivitesi Ra(eq) adı verilen ortak bir indeks kullanılmaktadır ve Ra (eq) aktivitesinin 370 Bq/kg ı geçmemesi istenmektedir¹⁶¹.

$$\text{Ra (eq)} = A (\text{Ra}) + 1.43 A (\text{Th}) + 0.077 A (\text{K})$$

Bir çok ülkede, bina materyallerindeki radyonüklid içeriği ve radon salınımı ile ilgili çalışma yapılmıştır. Tablo. 3' de bina yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılan bazı doğal taşların radyonüklid içerikleri kaynakları ile birlikte verilmiştir.

3.1 Gama Spektrometre yöntemi ile U, Th, K tayini

Herhangi bir örnekteki radyoaktif elementlerin yayımladığı gama ışınlarını enerjilerine ayırarak algılama esasına dayanan gama spektroskopisi, radyonüklid kimliklerinin belirlenmesinde ve kantitatif tayininde birçok analitik ve nükleer tekniğe tercih edilerek kullanılan çok yönlü, tahripkar olmayan basit, hızlı ve pratik bir radyometrik tekniktir^{11*10*}.

Bu çalışmada kullanılan yarı iletken gama spektrometre sistemi, 184cc p-tipi koaksiyal HpGe (1.33 MeV de FWHM: 1.83 keV. Pik / Compton = 54, relatif verim %25), Canberra PC bazlı 8192 kanal puls yüksekliği analizörü ve ilgili elektronik aksesuardan oluşmaktadır. Sistem 10 cm kurşun ile zırhlanmıştır. Radyometrik tekniklerin bütün avantajlarına sahip olan gama spektroskopisiyle doğal taş örneklerinin doğal radyonüklit aktivite konsantrasyonlarının belirlenmesinde; ²²⁶Ra için ²¹⁴Pb'ün 1.76 MeV, ²¹²Th için ²⁰⁸Tl' in 2.6 MeV ve ⁴⁰K' in 1.46 MeV yüksek enerjili gamaları kullanılmıştır. HpGe detektörlerinin çevresel örneklerdeki radyonüklid tayini için kullanılması beraberinde bazı avantajları da getirmiştir.

Bunlardan biri, ²³⁸U ve ²³²Th bozunum serilerinde ürün nüklidlerden yayımlanan çoğu gama enerjisinden (²¹⁴Pb; 242, 295 ve 352 keV, ²¹⁴Pb; 609,

1120 ve 1764 keV, ²¹²Pb; 238 keV, ²⁰⁸Tl; 583 ve 2615 keV vb.) yararlanılması ve uranyumun doğrudan tayinini mümkün kılması, diğeri üstünlüğü ise doğal radyonüklidlerin yanı sıra ¹³⁷Cs gibi fallout orjinli radyonüklidlerin de kalitatif ve kan ti tatif analizine izin vermesidir.

Gama spektrometre yöntemi ile U, Th, K tayini yapabilmek için mermer ve granit Örnekleri kırılıp, laboratuvarında açık havada birkaç gün bekletildikten sonra etüve 105 °C de 24 saat kurutulularak, 2mm' lik elekten geçirilmiştir. Son olarak 1L'lik Marinelli kaplara yerleştirilen örnekler uranyum ve ürünlerinin dengeye gelmesi için 4 hafta bekletilmiştir.

3.2 Türk Doğal Taşları ve Radyasyon

Ülkemizin son yıllarda doğal taş endüstrisindeki hızlı gelişimi dış pazarda dikkatle izlenmekte ve diğer ihracatçı ülkeleri tedirgin etmektedir. Bu bağlamda ihracatımızın ilk sıralarda yer alan Türk taşlarının radyasyonlu olduğu yolunda çeşitli söylemler yapılmaktadır. Özellikle Amerika ihracatlarında Türk firmalarından, üretilen ve/veya ihraç edilmekte olan taşla ilişkin radyasyon analizleri talep edilmektedir.

Ayrıca ülkemiz iyi bir sert taş ithalatçısıdır. Ancak; gelişmiş ülkelere yaptığımız ihracatlarda son zamanlarda ısrarla radyoaktivite testi istenmesine karşın, aynı ülkelere yaptığımız sert taş ithalatında; ülkemiz hiçbir belge istememekte sadece renk ve dokusal özellikler yanı sıra tamamen ticari gerekçelerle ithalat yapılmaktadır.

Bu nedenle, Türk doğal taşlarının radyoaktivite içeriğinin ve buna bağlı olarak da yukarıda belirtilen limit değeri aşp aşmadığının saptanmasının ihracat açısından ne kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Yukarıda da ayrıntılı olarak açıklandığı üzere uluslararası standartlara göre; bina materyalleri için öngörülen Ra (eq)aktivitesi 370 Bq/kg'ı geçmemelidir.

Tablo-4'de Muğla ili mermerlerinden alınan bazı örnekler^{1"}, Tablo-5'de ise iki Türk Graniti üzerinde yapılan radyonüklit aktivite konsantrasyonları görülmektedir²¹.

Tablo-4:Muğla ili mermerlerinin radyonüklit aktivite konsantrasyonları

ÖRNEK	⁴⁰ K (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	Ra (eq) Bq/kg
Ege Bordo	104,4	3.3±0.7	3.75±0.5	17 ± 2
Özer Beyaz	ND*	3.4±0.7	ND*	6 ± 2
Milas Leylak	ND*	ND*	ND*	-
Muğla Trv.	ND*	ND*	ND	-

ND* = Non dedectable (aletin ölçüm sınırının altındaki değer)

Tablodan da görüleceği üzere, alınan mermer örnekleri üzerinde Gama Spektrometrik Analizi sonucu saptanan Ra (eq) aktivitesi 6-17 arasında değişmekte olup, bina materyalleri için öngörülen 370Bq/kg değerinin çok altında bulunmaktadır.

Tablo-5: Granitlerin Radyonüklit Aktivite Konsantrasyonları

ÖRNEK	⁴⁰ K (Bq/kg)	²²⁶ Ra (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	Ra (eq) Bq/kg
Aksaray Yaylak	1082±13	82±3	62±2	253 ± 12
Kozak Graniti	972±13	97±6	73±3	275 ± 20

Tablodan da görüleceği üzere, granit örnekleri üzerinde Gama Spektrometrik Analizi sonucu saptanan Ra (eq) aktivitesi Tablo-4'de verilen mermer örneklerinden yüksek olmakla beraber, bina materyalleri için öngörülen 370Bq/kg değerinin altında bulunmaktadır.

Tablo-4 ve Tablo-5 de verilen değerler, farklı amaçlarla yapılmış çalışmalarını yansıtmaktadır.

Tablo-6'da ; devam eden projenin ön çalışması olarak ihracatımızda önem arz eden Limra, Denizli Traverten, Bucak Traverten ve Ege Bej ticari tanımı ile bilinen doğal taşlarda saptanan doğal radyonüklit aktivite konsantrasyonları ve Ra(eq) aktiviteleri verilmiştir.

Tablo-6: Amerika ve Uzakdoğu İhracatımızda, önem arz eden doğal taşların radyonüklit aktivite konsantrasyonları

ÖRNEK	K-40 (Bq/kg)	Ra-226 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	Ra(eq) (Bq/kg)
Başaranlar Bej	<4	9 ± 1	<4	< 15 ± 2
Limra	<4	8 ± 1	<4	< 14 ± 2
Denizli Traverten	<4	<2	<4	< 8 ± 2
Bucak Traverten	<4	<2	<4	< 8 ± 2

Tabo-6'da görüldüğü üzere, alınan mermer örnekleri üzerinde Gama Spektrometrik Analizi sonucu saptanan Ra (eq) aktivitesi 15 ile 8 arasında değişmekte olup, bina materyalleri için öngörülen 370Bq/kg değerinin çok çok altında bulunmaktadır.

4. Sonuçlar:

Türkiye mermerleri, zengin çeşitliliği ve kalitesiyle tüm dünyada dikkat çekmekte ve dış ticaretimizdeki payı gittikçe artmaktadır^m. Bu nedenle, Türk doğal taşlarının radyoaktivite içeriğinin ve buna bağlı olarak yukarıda belirtilen limit değeri aşıp aşmadığının saptanmasının ne kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Ülkemizin dünya pazarlarında tanınan doğal taşları (mermer, granit v.b) ile yoğun olarak ithal edilen sert taşların radyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir TÜBİTAK projesi hazırlanmaktadır.

Bu bildiriye; devam eden bu projenin ön çalışması olarak Limra, Denizli Traverten, Bucak Traverten ve Ege Bej ticari tanımı ile bilinen mermerlerinde saptanan doğal radyonüklit aktivite konsantrasyonları ve Ra(eq) aktiviteleri verilmiştir. İhracatımızda Önem arz eden bu dört karbonatlı kayacın Gama Spektrometrik Analizi sonucu saptanan Ra (eq) aktivitesi 15 ile 8 arasında değişmekte olup, bina materyalleri için öngörülen 370Bq/kg değerinin çok altında kalmaktadır.

Kaynaklar

Bildiri metninde köşeli parantezlerle numaralanan kaynakların listesi

1. Türkmen, F, Türkiye Doğal Taş Madenciliği Raporu. Tümmer. Ankara (2003).
2. Öktem, M., Türkiye'de Doğal Taş Endüstrisi, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Dergisi. Say 21. s. 18-19, İstanbul (2002).
3. Kim. N., Türkmen, F., Doğal Taş İhracatında Yakın Hedef. Mermer Dergisi. Say34, s 16-1H, İzmir (2003).
4. [İmp://www.taek.gov.tr](http://www.taek.gov.tr): Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Web Sayfası
5. Hutter. A.R., A Method for Determining Soil Gas ²²²Rn Concentration, Health Physics, 68(6) 835- 83(1995).
6. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiations, United Nations, New York (1993).
7. Quindns ,L.S., Fernandez ,P.L., Gomez, J., Javanovic, P., Arvele. H., Verterbacka, K. Result of a Simple Intercomparison of Natural Radioactivity Measurements Using a Blue Conciliate Sample, The Science of the Total Environment 272/361 -363, (2001).

TÜRKİYE IV. MERMER SEMPOZYUMU (MERSEM'2003) BİLDİRİLER KİTABI 18-19 Aralık 2003

8. Albering, H.J., Hoogewerff, J.A. and Kleinjans, J.C.S., Survey of ²²²Rn Concentration in Dwellings and Fails in the Dutch Belgium Border Region, Health Physics,60(4) 64-69, (1996).
9. Yener, G., Yaprak, G., Granit ve Granodiyorit Kayaçlarda ve Erozyon Bölgelerindeki Topraklarda Gama Spektroskopisi İle Uranyum ve Toryum Analizleri, (1998).
10. Yaprak, G., Radyoaktif Mineral İçeren örneklerin Gama Spektroskopik Analizlerde Matris Etkisi ve Self Absorbsiyon için Bir Düzeltme Yönteminin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, (1995).
11. Karakurt, Ü., Bazı Batı Anadolu Mermer örneklerinin Radyonüklit ve Ağır Metal İçeriğinin Saptanması, Bitirme Projesi, D.E.Ü Müh. Fak. Jeo Müh. Böl, İzmir (2003)
12. Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Kerim Çelik Mamulleri ve Ticaret A.Ş'ye yapılan Granit örneklerinin Radyoaktivite Düzeylerinin Saptanmasına İlişkin Analizlerin Raporları..İstanbul (1997).
13. Kun, N. , Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi Kitabı, İzmir (2000)

Bildiri metninde yer alan Tablo-3de belirtilen kaynakların listesi

Othman. I. and Mahrouka. M. Radionuclide Content İn Some Building Materials in Syria and Their Indoor .Gamma Dose Rate Radiation Protection Dosimetry,59(1)43-48, (1994)

Iqbal. M., Tufail. M. Mirza. S.M. Measurement of Radioactivity in Marble Found inPakistan Using a NaI(Tl) Gamma Ray Spectrometer, Journal of Radioactivity 51/255-265,(2000)

Petropoulos. N.P., Anaenostakis. M.J., Simopoulos. S.E. Photon Attenuation, Natural Radioactivity Content and Radon Exhalation Rate of Building Materials, Journal of Radioac-tivity 61/257-269, (2002).

Khatibeh. A.J.A.H., Ahmed. N., Matmlah and Kenawy. M.A. Natural Radioactivity in Marble Stones-Jorden .Radiation Measurements,Vol.28.Nos. 1-6 pp.345-348, (1997);

Karakurt. U. Çolak. M. Bazı Batı Anadolu Mermer örneklerinin Radyonüklit ve Ağır Metal İçeriğinin Saptanması. Bitirme Projesi, DEU Müh. Fak. Jeoloji Müh Böl.,53s, (2003).

Tso .W. M., Ne. C.Y. and Leung. J.K.C. Radon Release From Building Materials in Hong-Kong , Health Physics. 67(4): 378-384,(1994).

Paplovic. S., Pavlovic. R., Avramovic. !., Markovic. S., Milonovic. S. Radiological Assesment of an Important Building Materials Case Study, Environmental International Volume 22 .Suplement 1. pp.S295-S300, (1996).