

Marmara Denizi'nde Gemilerden Kaynaklanan Egzoz Emisyonları

Alper KILIÇ^{1,*}

¹*İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Müh. Böl., Tuzla, İstanbul*

Özet

Gemiler, fosil yakıt kullanan yüksek güçlü makineleri ile önemli emisyon kaynaklarıdır. Bu emisyonların çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri bulunmak, bu etkiler özellikle iç su, dar kanallar, körfez bölgeleri ve limanlar civarında daha fazla görülmektedir.

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde ticaret gemilerinin meydana getirdiği yıllık egzoz emisyonlarının miktarları 605 bin ton NO_x, 495 bin ton SO₂, 29.63 milyon ton CO₂, 25.6 bin ton HC ve 53.3 bin ton PM olarak bulunmuş, gemilerin tükettiği yakıt miktarı da 9.33 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Elde edilen emisyon miktarları zamana ve koordinatlara göre düzenlenerek bundan sonra yapılacak olan hava kirliliği model çalışmalarına temel teşkil edecektir.

Anahtar kelimeler: *Denizcilik, Gemi, Emisyon, Egzoz, Marmara*

Exhaus Gas Emissions From Ships in Marmara Sea

Abstract

Ships are very important emissions sources with high powered marine engines which use fossil fuels. There are many adverse effects of these emissions on the environment and human health. The effects of these emissions are felt especially in inland waters, channals, gulfs and port regions.

In this paper, shipping emissions are estimated in Marmara Sea. The annual emission are estimated as 605e+3 t NO_x, 495e+3 t SO₂, 29.63e+6 t CO₂, 25.6e+3 t HC and 53.3e+3 t PM, and the vessels are consumed 9.33e+6 tons of fuel. The hourly gridded emissions will be obtained for further studies about air pollution models.

Keywords: *Maritime, Ship, Emission, Exhaust, Marmara*

* Alper KILIÇ, alper_kilic_academic@yahoo.com, Tel: (505) 266 35 15.

1. Giriş

Gelişen sanayi, artan nüfus ile birlikte artan insan kaynaklı emisyonlar, hava kirliliğini doğal çevreyi tehdit eder hale getirmiştir. İnsan kaynaklı emisyonların sektörel kaynaklarını ise, enerji üretimi, mamul üretimi, atıkların yakılması, taşımacılık ve tarım oluşturmaktadır.

Deniz taşımacılığı, diğer taşımacılık türleri arasında en enerji etkin taşıma türüdür. Dünya taşımacılık hacminin %90' ı deniz yoluyla yapılmaktadır [1]. Deniz taşımacılığı dünya çapında önemli bir emisyon kaynağı olarak görülmektedir. Dünya filosunun % 55' i limanda, %25' i de sahile yakın olmak üzere yaklaşık % 80' i her an karaya yakın bulunmaktadır [1].

Gemiler, pervanelerini çeviren bir veya birkaç ana makine ile, elektrik enerjilerini karşılayan jeneratör setlerinden oluşan yüksek güçlü dizel motorlarına sahiptirler. Gemi makinelerinde yakılan fosil yakıtlar sonucu çevre ve insan sağlığına zararlı egzoz emisyonları oluşmaktadır. Bu emisyonlardan önemli bazıları NO_x, SO_x, CO, CO₂, PM, HC, VOC dir. Liman bölgelerinde gemilerden kaynaklanan emisyonlar astım, solunum yetmezlikleri, kalp ve damar rahatsızlıkları, akciğer kanseri ve erken doğumlara sebep olabilmektedir [3].

Gemilerden kaynaklanan egzoz emisyonları denizden karaya, hatta bir kıtadan diğerine taşınmaktadır [2]. Bu da gemi kaynaklı emisyonların yerel ölçekten küresel ölçeğe kadar etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Gemilerden kaynaklanan emisyonlar hakkında yeterli düzenlemelerin bulunmaması sebebiyle, gemiler yakılan yakıt başına en fazla emisyon üreten taşıma araçlarıdır [4].

Son yıllarda gemilerden kaynaklanan emisyonların tahmini konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır. Corbett (1999) 1993 yılı yakıt satışlarına göre yaptığı emisyon tahmininde yıllık gemi emisyonlarını 10.12 Mt NO_x, 8.48 Mt SO₂ olarak hesaplamıştır [5]. Yine Corbett tarafından yapılan başka bir çalışma, uluslararası ticaret gemilerinin küresel NO_x miktarının %30' unu, SO_x miktarının da %9' unu oluşturduğunu belirtmektedir.

Akdeniz ve Karadeniz' de gemilerden kaynaklanan yıllık emisyonlar 1.725 Mt NO_x, 1.246 Mt SO₂, 0.147 Mt CO ve 0.035 Mt HC olarak hesaplanmıştır [6]. Marmara Denizi' nde gemilerden kaynaklanan yıllık emisyonların, 0.111 Mt NO_x, 0.87 Mt SO₂, 20281 t CO, 5801 t VOC, 4762 t PM ve 5.45 Mt CO₂ olduğu tahmin edilmiştir [7]. Bu emisyonların %17 sinin Türk Boğazlarında, %30' unun uğraksız geçiş yapan gemiler tarafından Marmara Denizi' nde, %48' inin Marmara Denizi' ndeki limanlara uğrayan gemiler tarafından, % 5' inin de Marmara içinde seyir yapan gemiler tarafından meydana geldiği tespit edilmiştir.

İzmit Körfezi' nde 2005 yılı gemi hareketlerine dayanan emisyon tahmininde yıllık emisyonlar 5,356 t NO_x, 4,305 t SO₂, 254,261 t CO₂, 232 t HC ve 487 t PM olarak hesaplanmıştır [8]. Ambarlı Limanı ve civarında gemilerden kaynaklanan emisyonlar yıllık 845 t NO_x, 242 t SO₂, 2127 t CO, 78590 t CO₂, 504 t VOC and 36 t PM olarak hesaplanmıştır [9]. Yıllık yakıt tüketimi ise 24599 ton olarak bulunmuştur . Bu emisyonlar Deniz ve Durmuşoğlu' unun Marmara Denizi için hesapladıkları toplam emisyonların NO_x, SO₂, CO, CO₂, VOC ve PM için sırasıyla yüzde 28.3, 22.1, 25.9 CO, 22.4 CO₂, 27 VOC ve 19.7 ' sini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada gemilerin anlık pozisyon bilgilerini içeren **AIS** (Automated Information System) veritabanı dosyaları kullanılarak Ağustos 2008-Ağustos 2009 tarihleri arasında Marmara Denizi ve Türk Boğazları' nı da içine alan bölgede ticari gemilerden kaynaklanan NO_x, SO₂, CO₂, HC ve PM emisyonları hesaplanmıştır. Marmara Bölgesi' ndeki gemi kaynaklı yıllık emisyonlar 605 bin ton NO_x, 495 bin ton SO₂, 29.93 milyon ton CO₂, 25.6 bin ton HC ve 53.3 bin ton PM olarak bulunmuştur, gemilerin tükettiği yakıt miktarı da 9.33 milyon ton olarak tahmin edilmiştir.

2. Marmara Denizi

Marmara Bölgesi, Türkiye'nin en gelişmiş bölgesi olup, sanayi, ticaret, turizm ve tarım sektörleri gelişmiştir. Diğer bölgeler arasında yükseltisi en az, enerji tüketimi en yüksek olan bölgedir. Asya ve Avrupa kıtalarını birleştiren Marmara Bölgesi, toplam 67000 km² lik alanı ile Türkiye' nin toplam alanının %8.5' una sahiptir [10].

Türkiye İstatistik Kurumu' nun adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre Marmara Bölgesinin toplam nüfusu 21.384.082 olarak belirtilmiştir [11]. Marmara Bölgesi' ndeki illerin toplam nüfus ve nüfus yoğunluğu Tablo 1' de görülmektedir. Tabloya göre İstanbul gerek toplam nüfus ve gerekse nüfus yoğunluğu açısından diğer illerden belirgin şekilde ayrılmaktadır.

Tablo 1. Marmara Bölgesi' ndeki İllerin Toplam Nüfus ve Nüfus Yoğunlukları

İL	Toplam Nüfus	Nüfus Yoğunluğu (kişi / km²)
İstanbul	12.915.158	2420
Bursa	2.550.645	234
Kocaeli	1.522.408	298
Balıkesir	1.140.085	78
Sakarya	861.507	173
Tekirdağ	783.310	115
Çanakkale	477.735	48
Edirne	395.463	65
Kırklareli	333.179	53
Yalova	202.531	215
Bilecik	202.061	47

Marmara Bölgesi' ndeki illerin toplam nüfuslarının Marmara Bölgesinin toplam nüfusuna oranı Şekil 1' de gösterilmektedir. Bölgenin toplam nüfusunun % 60' tan fazlası İstanbul il sınırları içinde yaşamaktadır.



Şekil 1. Marmara Bölgesi Nüfus Dağılımı

Bölgeye adını veren Marmara Denizi, 11.500 km² lik alana sahiptir. Karadeniz ile Marmara Denizi' ni birbirine bağlayan İstanbul Boğazı 32 km uzunluğunda, Ege Denizi ile Marmara Denizi' ni birbirine bağlayan Çanakkale Boğazı da 62 km uzunluğunda olup, her iki boğaz birlikte Türk Boğazları olarak adlandırılmaktadır. Marmara Denizi' nde İzmit, Gemlik ve Bandırma Körfezleri bulunmaktadır [12].

Marmara Denizi' ne gelen gemiler uğraklı ve uğraksız geçiş yapan gemiler olarak ikiye ayrılmaktadır. Marmara Denizi' nin uluslararası deniz yolu üzerinde bulunması sebebiyle, Marmara Denizi' ndeki limanlara uğramadan Türk Boğazları' ndan geçen gemilere uğraksız geçiş yapan gemiler, Marmara Denizi içinde bulunan limanlarda yükleme boşaltma yapmak üzere gelen gemilere de uğraklı geçiş yapan gemiler denilmektedir. İstanbul ve Çanakkale Boğazları gemi geçiş istatistikleri Tablo 2' de görülmektedir [13].

Tablo 2. Türk Boğazları Gemi Geçiş İstatistikleri

Yıl	İSTANBUL			ÇANAKKALE			Türk Boğazları Toplamı
	Uğraklı	Uğraksız	Toplam	Uğraklı	Uğraksız	Toplam	
1996	26191	23761	49952	11931	23554	35485	85437
1997	26672	24270	50942	11875	24668	36543	87485
1998	24743	24561	49304	13640	25137	38777	88081

1999	21583	26323	47906	13682	26900	40582	88488
2000	21221	26858	48079	14712	26849	41561	89640
2001	16524	26113	42637	12806	26443	39249	81886
2002	17879	29404	47283	13069	29600	42669	89952
2003	17988	28951	46939	13528	29120	42648	89587
2004	20308	34256	54564	12298	36123	48421	102985
2005	20683	34111	54794	14690	34387	49077	103871
2006	22997	31883	54880	16854	32061	48915	103795
2007	24784	31822	56606	17932	31982	49914	106520
2008	22634	31762	54396	16997	31981	48978	103374
2009	19125	32297	51422	16894	32559	49453	100875

Tablo da görüldüğü üzere, Türk Boğazları' na gelen toplam gemi sayısı 14 yılda %18 artış göstermiş, bu artış ekonomik krizin görüldüğü 2001 yılı ve 2007 den günümüze kesintiye uğramıştır. 1996-2009 yılları arasında Türk Boğazlarından geçiş yapan gemilerin % 53,7 si İstanbul Boğazı' nı kullanmıştır. İstanbul Boğazı' ndan geçiş yapan gemilerin % 57 si , Çanakkale Boğazı' ndan geçiş yapan gemilerin ise % 67 si uğraksız geçiş yapmıştır.

3. Emisyon Hesaplama Yöntemi

Emisyon hesaplama çalışmaları gemilere verilen yakıtların satış istatistiklerine dayanan Top-down yöntemi ile, gemilerin hareketlerini temel alan bottom-up yöntemlerine göre yapılmaktadır. Bu yöntemlerde yakılan yakıt miktarlarının literatürde kabul görmüş emisyon faktörleri kullanılarak emisyon tahminleri yapılmaktadır.

Özellikle NO_x, VOC, CO, HC ve PM emisyonları miktarlarının gemilerin çalışma türlerine göre farklılık göstermeleri, oluşan emisyonların sadece miktarının değil, meydana geldikleri zaman ve yerin de hava kirliliği tahminlerinde gerekli olması gibi sebeplerle, yeterli veri bulunduğu durumlarda bottom-up yönteminin kullanılması daha uygun görülmektedir. Bu yöntemde, gemilerin çalışma türleri manevra, seyir ve liman olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Her çalışma türünde gemilerin ana ve yardımcı makinelerinin çalışma şartları değişmekte, bu da emisyon faktörlerinin değişmesine neden olmaktadır.

Marmara Denizi' nde gemi kaynaklı emisyonların hesaplanması için TC Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı' ndan elde edilen ve gemilere ait gemi türü, gross tonajı, zamana bağlı enlem ve boylam bilgilerini içeren AIS verileri kullanılmıştır.

AIS veritabanı dosyaları .mdf uzantılı olarak Microsoft SQL Server' da tutulmaktadır. Toplam 800 gb' tan fazla yer kaplayan 45 adet dosyada tutulan yıllık veriler MS Sql Server 2008 versiyonu kullanılarak işlenmiştir. Bu veriler önce filtrelenerek çalışma alanı belirlenmiştir. Şekil 2' de çalışma alanı olarak seçilen bölge görülmektedir. Bölge 24.50 ile 30.80 boylamları ile 39.15 ile 42.00 enlemleri arasındaki bölgeyi kapsamaktadır.



Şekil 2. Çalışma Alanı

Çalışma alanındaki AIS verilerinden farklı gemi sayıları sorgulanarak Tablo 3 oluşturulmuştur. Toplam 10087 adet geminin türlerine göre dağılımı tabloda görülmektedir. Buna göre gemilerin yaklaşık % 40' ının gemi türü kayıtlarda bulunmamaktadır. Gemi türü bilinenler içinde en çok kuruyük/yolcu, dökme yük ve tanker gemileri bulunmaktadır. Toplam grt' si en yüksek gemi türü dökme yük iken, ortalama grt' si en yüksek gemi türü de tankerlerdir.

Tablo 3. Marmara Denizi' ndeki Gemi Türleri

Gemi Türü	Gemi Adedi	Toplam grt	Ortalama grt
Dökme Yük	1479	37347387	25252
Kuruyük / Yolcu	3261	31964628	9802
Balıkçı	18	27565	1531
Çeşitli	85	91353	1078
Askeri Gemi	27	80789	2992
Makinesiz	1	1505	1505
Gemi olmayan yapı	1	11317	11317
Offshore	17	28551	1679
Tanker	1130	30364020	26871
Bilinmeyen	4068	???	???

Askeri Gemi, Makinesiz, Gemi Olmayan Yapı türleri için emisyonlar hesaplanmamıştır. Bu gemilerin toplamı toplam gemi sayısının % 1' i kadardır.

Gemilerden kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır. Bu bağıntı her çalışma türüne göre farklı emisyon faktörleri ve makine yükleri için düzenlenmiştir.

$$E = t \cdot P \cdot EF \cdot \text{makine yükü} \quad (1)$$

Burada, E çalışma türü için emisyon toplamını, t çalışma türünde geminin bulunduğu zamanı, P geminin çalışma türünde kullandığı makinelerin güçlerini, EF gemi türü ve emisyon türüne göre emisyon çarpanını, makine yükü de makinelerin ilgili çalışma türündeki yüzde makine gücünü göstermektedir.

Gemilerin seyir halinde ana makinenin %80 yükte, manevrada ise %40 yükte çalıştığı, tüm çalışma türlerinde ise jeneratör yükünün %75 olduğu, manevra süresince iki adet jeneratör kullandığı kabul edilmiştir. Liman sürecince ana makinenin kullanılmadığı öngörülmüştür.

Gemilerin türü ve grt sine göre ana ve yardımcı makinelerinin güçleri Tablo 4' te gösterildiği gibi elde edilmiştir.

Tablo 4. Gemi Türü ve Makine Güçleri

Gemi Türü	Ana Makine (kW)					
	<500 grt	500-999 grt	1000-4999 grt	5000-9999 grt	10000-49999 grt	>50000 grt
Dökme Yük	550	750	2700	5000	8800	17000
Kuruyük / Yolcu	810	1181	3366	7516	13932	31471
Balıkçı	650	800	2300	5300	5400	0
Çeşitli	500	900	3300	7650	8500	0
Offshore	1800	2150	3800	7450	11800	0
Tankerler	751	1003	2160	4854	10376	15997
Bilinmeyen	6371					
	Yardımcı Makineler (kW)					
	<500 grt	500-999 grt	1000-4999 grt	5000-9999 grt	10000-49999 grt	>50000 grt
Dökme Yük	20	40	175	300	380	500
Kuruyük / Yolcu	56	96	241	615	1396	1914
Balıkçı	40	105	180	550	550	0
Çeşitli	40	60	150	300	500	0
Offshore	40	60	150	350	450	0
Tankerler	52	65	153	300	425	761
Bilinmeyen	540					

Tablo 4' teki gemilerin türü ve grt' sine göre verilen ana ve yardımcı makine güçleri Lavender' in çalışmasına dayanılarak yapılan tahminler ve düzenlemeler neticesinde elde edilmiştir [14]. AIS verilerinde bulunan Kuruyük / Yolcu gemi türü, Lavender' in sınıflandırmasında 6 değişik gemi türüne denk gelmekte, yine mevcut verilerdeki Tankerler kapsamına LPG, kimyasal ve yakıt tankerleri girmektedir. Gemi türlerinin tam olarak örtüşmemesi sebebiyle tabloda makul kabullenmeler yapılmıştır.

Emisyonların hesaplanması için kullanılan emisyon faktörleri de Tablo 5' te görülmektedir.

Tablo 5. Gemi Türü ve Çalışma Türüne Bağlı Emisyon Faktörleri (g / kWh)

Gemi Türü	Çalışma Türü	Nox	SO2	CO2	HC	PM	SFC
Dökme Yük	Seyir	17.7	10.6	627	0.59	1.61	197
	Liman	13.5	12.2	718	0.50	1.00	226
	Manevra	14.0	11.9	698	1.30	1.84	220
Kuruyük / Yolcu	Seyir	14.9	11.2	672	0.50	1.15	211
	Liman	13.3	12.3	723	0.50	0.90	227
	Manevra	12.6	12.2	730	0.99	1.63	230
Balıkçı	Seyir	13.3	12.2	721	0.45	1.31	227
	Liman	13.2	12.4	727	0.50	0.90	229
	Manevra	11.9	12.9	760	0.92	1.66	239
Çeşitli	Seyir	12.5	10.7	706	0.42	0.75	222
	Liman	13.0	11.0	724	0.50	0.90	228
	Manevra	11.2	11.5	755	0.96	1.69	237
Offshore	Seyir	13.9	11.0	677	0.49	0.79	213
	Liman	13.2	11.8	723	0.50	0.90	227
	Manevra	12.0	12.0	734	1.07	1.75	231
Tankerler	Seyir	14,0	11.5	699	0.47	1.27	221
	Liman	12,3	12.4	746	0.89	1.53	234
	Manevra	12,2	12.4	745	0.94	1.61	236
Bilinmeyen	Seyir	14,5	11.2	678	0.48	1.10	213
	Liman	13,1	12.2	727	0.56	1.02	229
	Manevra	12,4	12.2	734	0.99	1.69	231

Emisyon faktörleri olarak Entec tarafından 2005 yılında gemi türleri ve enerji harcamalarına göre düzenlenmiş emisyon faktör tabloları kullanılarak mevcut verilerdeki gemi türlerine göre yeniden gözden geçirilmiştir.

3. Sonuç ve Öneriler

Marmara Denizi' nin de içinde bulunduğu 24.50 ile 30.80 boylamları ile 39.15 ile 42.00 enlemleri arasındaki bölgede, 19.08.2008 tarih ve 09:24:50.000 saat ila 18.08.2009 tarih ve 11:43:01.000 saat arasında ticari gemilerden meydana gelen emisyonlar, AIS veritabanı dosyalarındaki gemi hareketlerine göre hesaplanmıştır. Hesaplanan emisyonlar Tablo 6' te bazı bölgelerdeki emisyon miktarları ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. Bazı Bölgelerdeki Emisyon Miktarları (ton/yıl)

Bölge Adı	NO_x	SO₂	HC	PM	Kaynak
Marmara Denizi (2009)	605,206	494,681	25,611	53,290	Bu çalışma
Marmara Denizi (2003)	111,039	87,168	-	4,762	7
Shanghai Limanı	58,160	51,180	4,558	6,960	18
İzmit Körfezi	5,356	4,305	232	487	8
Ambarlı Limanı	845	242	-	36	9
Copenhagen Limanı	743	162	-	13	17
Çandarlı Körfezi	632	574	32	57	19
Aberdeen Limanı	376	52	-	14	16

Tablo' da görüldüğü üzere, Marmara Denizi' nde meydana gelen emisyonlar önemli boyutlara ulaşmaktadır. 1999 ile 2009 yılları arasında Türk Boğazlarından geçiş yapan gemi adedi yaklaşık %14 artış göstermesine rağmen, bu çalışma ile yine bu bölgede 1999 yılı gemi istatistikleri kullanılarak 2003 yılı içinde yapılmış olan çalışma arasında emisyon miktarlarının 5 ila 10 kat farklı çıkmasının sebepleri, bu çalışmanın Marmara Denizi' nden daha büyük bir alanı kapsamaması, kullanılan emisyon tahmin yöntemleri arasındaki farklar, daha önce yapılan çalışmanın birçok varsayıma dayanan kaba bir tahmin olmasına rağmen, bu çalışmanın gemilere ait gerçek anlık pozisyon bilgilerinin kullanılması olarak sayılabilir.

Akdeniz ve Karadeniz de toplam 1.725 milyon ton NO_x olarak tahmin edilirken, sadece Marmara Denizi' nde bu değer üçte birinin oluştuğu görülmektedir.

Bu çalışmada hesaplanan emisyonların sadece miktarının değil, Marmara Denizi' ne komşu bölgelerde yaşayan yaklaşık 21 milyon insan ve tarım arazileri ve yapılar üzerinde oluşturacağı zararların da hesaplanması için dışsal maliyet analizlerinin yapılması gerekmektedir. Ayrıca meydana gelen emisyonların oluşturacağı hava kirliliğinin de uygun hava kirliliği modelleri kullanılarak tahmin edilmesi gereklidir.

Kaynaklar

- [1]. ICCT (The International Council on Clean Transportation). **Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-going Ships: Impacts, Mitigation Options and Opportunities for Managing Growth**, Published by The International Council on Clean Transportation, www.theicct.org, March 2007
- [2]. Qinbin Li, Jacob D., Bey I., Palmer P., Duncan B., Field B., Martin R., Fiore A., Yantosca R., Parrish D., Simmonds P., Oltmans S., (2002). **Transatlantic transport of pollution and its effects on surface ozone in Europe and North America**, Journal of Geophysical Research Vol. 107, .NO: (D13), 10.1029/2001JD001422.
- [3]. NRDC (Natural Resources Defense Council), 2004. **Harboring Pollution Strategies to Clean Up U.S. Ports**, by the Natural Resources Defense Council. New York, 2004
- [4]. Corbett, J, Fischbeck, P. and Pandis, S., (1999). **Global nitrogen and sulfur inventories for oceangoing ships**, Journal of Geophysical Research, Vol. 104.
- [5]. Corbett, J, Fischbeck, P. and Pandis, S., (1999). **Global nitrogen and sulfur inventories for oceangoing ships**. Journal of Geophysical Research, Vol. 104.
- [6]. Lloyd's Register of Shipping (LR), **Marine exhaust emissions quantification study-Mediterranean Sea, Final Report**, 99/EE/7044, Lloyd's Register Engine Service, London, 1999.
- [7]. Deniz C, Durmuşoğlu Y, **Estimating Shipping emissions in the region of the Sea of Marmara, Turkey**, Science of the Total Environment, 390 (2008) 255-261
- [8]. Kılıç A, Deniz C, **Inventory of Shipping Emissions in Izmit Gulf, Turkey**, Environmental Progress & Sustainable Energy, Volume 29, Issue 2, (2009), pages 221-232
- [9]. Deniz C, Kılıç A, **Estimation and Assessment of Shipping Emissions in the Region of Ambarlı Port, Turkey**, Environmental Progress & Sustainable Energy, Volume 29, Issue 1, 2009, pages 107-115
- [10]. http://tr.wikipedia.org/wiki/Marmara_b%C3%B6lgesi, (18.06.2010)
- [11]. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=39&ust_id=11 , (18.06.2010)
- [12]. http://www.istanbulcevor.gov.tr/sube_detay.asp?id=65&sube=16, (18.06.2010)
- [13]. <http://www.denizcilik.gov.tr/dm/istatistikler/GenelIstatistikler/> ,(18.06.2010)

- [14]. Kevin Lavender, Gillian Reynolds and Anthony Webster, (2006). Lloyds Register of Shipping, UK, “**Emission Inventory Guidebook, August 2002, Version:3.4**”, p: 9,
- [15]. ENTEC UK Limited, (2005). **Preliminary Assignment of Ship Emissions to European Countries, Final Report,**
- [16]. Marr, I.L., Rosser, D.P., and Meneses, C.A., (2007). **An air quality survey and emissions inventory at Aberdeen harbor**, Atmospheric Environment (2007), doi:10.1016/j.atmosenv.2007.04.049
- [17]. Saxe H, Larsen T, (2004). **Air Pollution in Three Danish Ports**, Atmospheric Environment, 38, 4057–4067; 2004.
- [18]. Yang D., Kwan S.H,(2007). **An Emission Inventory of Marine Vessels in Shanghai in 2003**, Environ. Sci. Technol., 2007, 41 (15), pp 5183–5190
- [19]. Deniz C, Kılıç A, Cıvkaroğlu G, **Estimation of Shipping Emissions in Candarli Gulf, Turkey**, Environmental Monitoring and Assessment, DOI: 10.1007/s10661-009-1273-2