

YATAĞAN TERMİK SANTRALI ÇEVRESİNDEKİ RADYASYON ve SO₂ KAYNAKLI RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tayfun BÜKE¹

Aylin Çiğdem KÖNE²

¹Muğla Üniversitesi, Fizik Bölümü, 48000-Muğla, tbuke@mu.edu.tr

²Muğla Üniversitesi, İktisat Bölümü, 48000-Muğla, ckone@mu.edu.tr

3x210 MW gücündeki Yatağan termik santrali, bölgede bulunan linyit rezervlerinin ülkemizin ihtiyaç duyduğu elektrik üretiminde kullanılması amacıyla yönelik olarak Muğla il sınırları içerisinde kurulmuş olan üç adet termik santraldan biridir.

Baca gazı arıtma sistemi ve parçacık tutucu filtrelerin verimlerine göre, kömür yakıtlı termik santrallar, konvansiyonel kükürt-dioksit (SO₂) kirliliğinin yanında, kullanılan kömürdeki doğal radyoizotop konsantrasyonlarına bağlı olarak radyoaktif kirliliğe de neden olurlar.

Bu çalışmada, radyoaktif debinin bir nokta kaynaktan yayıldığı varsayımı ile Yatağan termik santrali kaynaklı ölçülmüş radyoizotop (²³⁸U, ²³²Th, ²²⁶Ra) aktivitelerinin yayılımı sonucu, santrali çevreleyen 80 km yarıçap içerisinde 16 rüzgâr yönünde oluşan toplum dozları CAP88-PC bilgisayar kodu kullanılarak hesaplanmış ve bu toplum dozlarının sağlık riskleri belirlenmiş ve parasallaştırılmıştır. Ayrıca ölçülmüş SO₂ debisinin bir nokta kaynaktan yayılması sonucu Yatağan bölgesindeki SO₂ konsantrasyonları ve bu konsantrasyonların tarım ürünleri üzerindeki parasal değer cinsinden ifade edilebilmesi için gauss dağılım modelini kullanan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

Çalışmanın sonucuna göre, Yatağan termik santralını çevreleyen 80 km yarıçap içerisinde, toplam kollektif doz 0.3098 kişi.Sv/yıl ve bu doza karşılık gelen sağlık etkisinin toplam parasal değeri yıllık 14791 US\$, termik santral bacasından yayılan SO₂ debisi nedeniyle, Yatağan ilçesinde zeytin, domates ve buğdaydaki ürün kayıplarının yıllık ekonomik değeri sırasıyla 1796134 US\$, 274039 US\$ ve 163645 US\$ olarak hesaplanmıştır.

1.GİRİŞ

Enerji üretiminin sürdürülebilir kalkınmanın gereklerine uygun olarak gerçekleştirilmesi, günümüzün en önemli hedeflerinden birisidir [1]. Çevre, kalkınma ve ekonomi arasındaki karşılıklı etkileşimin ele alınmasında sürdürülebilir kalkınma yaygın olarak kabul görmüş olan bir kavramdır. Sürdürülebilir kalkınma, insan ile doğa arasında denge kurarak doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına ve kalkınmasına olanak verecek şekilde bugünün ve geleceğin yaşamını ve kalkınmasını programlama anlamını taşımaktadır ve ekonomik, sosyal, çevresel boyutları olan bir kavramdır.

Enerji üretimi ve tüketimi sonucu oluşan kirliliğin ya da atıklar sonucu ortaya çıkan kirlilik için üretici ya da tüketiciler ek bir fiyat ödemezler. Örneğin enerji üretimi yapan firmanın maliyetlerinde kirlilik maliyetleri görünmez. Ancak kirliliğin ortaya çıkardığı etkiler özellikle üretim birimine yakın bölgelerde yaşayan insanların yaşamını önemli ölçüde etkiler. Bu tip olumsuz dışsal etkilerin herhangi bir tazminat ödenmeden yükletilmesi nedeniyle insan refahında kayıplar (örneğin sağlığın olumsuz etkilenmesi, hastalık ve ölüm oranlarında artışlar v.b.) meydana gelir. Günümüzde, çevre bilinci yüksek toplumlarda, termik santrallarda üretilen elektrik enerjisinin maliyet hesaplarında negatif dışsallıkların hesabı katılması konusunda toplumsal baskılar giderek önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, ölçümlerle belirlenen çevresel etkilerin, dışsal maliyetleri ortaya koymak için parasallaştırması görece yeni ancak önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır [1].

3x210 MW gücündeki Yatağan termik santrali, Türkiye linyit rezervlerinin önemli bir kısmına sahip Muğla'da bulunmaktadır ve bu linyit kömürlerinde değişik yöntemlerle yapılan ölçümlerle ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra radyoizotopların doğal olarak bulunduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur [2-4].

Termik santrallarda yüksek sıcaklıklarda yakılan linyit kömürünün bileşimindeki uranyum ve diğer radyoizotoplar zenginleşmiş olarak küle geçer. Ağır küllerin bir bölümü tam yanmamış organik maddeler ile birlikte "dip külü" olarak ocak tabanına düşerken, hafif küller sıcak gazlarla birlikte bacaya taşınır ve uçucu külü oluşturur. Termik santralların elektro-filtrelerinin verimine bağlı olarak bir miktar uçucu kül ile birlikte radyoizotoplar [5,6] ve baca gazı desülfürizasyon sisteminin verimine bağlı olarak SO_2 , atmosfere yayılır [7].

Yatağan termik santralında baca gazı desülfürizasyon sistemi 2001 yılında devreye girmiş olmasına rağmen, sözkonusu sistem zaman zaman devre dışı kalabilmektedir. Yılın belirli dönemlerinde santral, baca gazı desülfürizasyon sistemi devrede olmadan çalışmaktadır [7]. Bu çalışmada tüm verilere bir bütün olarak ulaşılabildiği 2006 yılı referans yıl olarak seçilmiş ve santralin 2006 yılında baca gazı desülfürizasyon sistemi devrede olmadan çalıştığı kabul edilmiştir.

İyonlaştırıcı radyasyonların, kansere yol açtığı ve kalıtsal etkilerinin bulunduğu [8] buna karşılık konvansiyonel kirleticilerin sağlık etkilerinin yanında tarım ürünleri üzerinde olumsuz etkiler meydana getirdiği belirlenmiştir [9].

Bu çalışmada ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra radyoizotop debilerinin santral bacasından çevreye yayılması sonucu Yatağan çevresinde meydana gelecek radyoaktif kirlilik “Clean Air Act Assessment Package-1988” (CAP88-PC) [10] bilgisayar kodu ile belirlenmiş ve Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP) [11] tarafından yayınlanan risk katsayıları ve SIMPACTS kodunda belirtilen sağlık etkilerinin birim maliyetleri kullanılarak [12] bölgedeki radyoaktif kirliliğin çevre halkı üzerindeki sağlık etkileri ve sağlık etkilerinin parasal değerleri hesaplanmıştır.

Radyoaktif etki ile SO_2 etkisinin birbirinden farklı olması ve SO_2 'nin belirli tarım ürünleri üzerindeki etkisine ait doz etki katsayıları bulunması nedeniyle ölçülmüş SO_2 debisinin [13] bir nokta kaynaktan yayılması sonucu Yatağan bölgesindeki SO_2 konsantrasyonları ve bu konsantrasyonların bölgede en yoğun üretilen üç tarım ürünü zeytin, domates ve buğday üzerindeki etkileri [14] ve bu etkilerin parasal değer cinsinden [15] ifade edilmesi için gauss dağılım modelini kullanan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

2. SANTRAL ÇEVRESİNDE RADYASYON KAYNAKLI SAĞLIK RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

CAP88-PC bilgisayar kodu Gauss dağılım modelini kullanarak, maksimum altı kaynaktan yayınlanan radyoizotopların atmosferdeki dağılımlarını incelemektedir. Programda duman yükselmesi için momentum, yüzdürme kuvvetleri ve sabit seçenekleri kullanılabilirken, maksimum 6 kaynağa kadar noktasal veya alansal tip kaynak seçenek olarak kullanılmakta olup 80 km yarıçaplı bir dairesel bölge için, 16 rüzgar yönünde, yerel hava koşulları, bölgenin coğrafi durumu ve yerleşim birimlerinin nüfus yoğunlukları gözönüne alınarak; herhangi bir ortamdaki

radyoizotop konsantrasyonları ve bu konsantrasyonların, bölge halkı üzerinde neden olabileceği radyasyon dozları hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada ölçümlerden kaynaklanan hata payını en aza indirmek amacıyla literatürde verilen [2-4] ölçülmüş maksimum ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra radyoizotop aktivite ortalamalarının santral bacasından çevreye yayılması sonucu santral çevresinde 80 km yarıçap içerisinde 16 rüzgar yönünde ve her rüzgar yönü için tanımlanmış 10 bölgede yaşayan 2006 yılına göre toplam 1716740 kişinin [16] maruz kalınan etkin kollektif radyasyon dozu hesaplanmıştır.

Santraldan çevreye yayılan yıllık i. radyoizotop aktivitesi [Q_i :Bq/yıl]; aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Q_i = \dot{m}A_iL \quad (1)$$

Denklem (1)'de,

$\dot{m}$: toz emisyon debisi (kg/yıl)

A_i : uçucu kül örneklerinde ölçülen i. radyoizotop aktivitesi (Bq/kg)

L : santral kullanma faktörü (%)'dür.

Hesaplar sırasında, çalışma bölgesinde 16 rüzgâr yönünde saatlik adımlarla 1975-2006 yıllarını kapsayan meteorolojik verilerin ortalaması programda giriş verisi olarak kullanılmıştır [17].

Tablo-1'de verilen giriş verileri kullanılarak santral çevresinde hesaplanan kollektif etkin doz değerleri Tablo-2'de verilmiştir. Tablo-2'de verilen kolektif etkin doz değerleri ICRP [11] tarafından yayınlanan risk katsayıları kullanılarak 80 km yarıçapındaki bölgede yıllık ölümcül kanser, tedavi edilebilir kanser ve kalıtsal etki vakaları sırasıyla 1.549×10^{-2} kişi, 3.098×10^{-3} kişi, 4.027×10^{-3} kişi olarak hesaplanmıştır. Sağlık etkilerinin parasallaştırılmasında Türkiye'ye ait ölümcül kanser, tedavi edilebilir kanser ve kalıtsal etki vakalarını ait birim maliyetlerinin belirlenmesinde SIMPACTS kodunda [12] belirtilen sağlık etkilerinin birim maliyetleri bilinmeyen ülkelerin, sağlık etkilerinin birim maliyetleri bilinen ülkelere hesaplandığı aşağıdaki ifade kullanılmıştır.

$$D_Y = D_X \left(\frac{PPPGNP_Y}{PPPGNP_X} \right)^E \quad (2)$$

Denklem (2)'de,

D_Y : birim etki maliyeti bilinmeyen ülke

D_X : birim etki maliyeti bilinen ülke

$PPPGNP_Y$: Birim etki maliyeti bilinmeyen ülkeye ait Gayri Safi Milli Hasıla Satın Alma Gücü Paritesi

$PPPGNP_X$: Birim etki maliyeti bilinen ülkeye ait Gayri Safi Milli Hasıla Satın Alma Gücü Paritesi

E : $PPPGNP$ göre kayıpların esneklik katsayısı

Tablo 1: CAP88-PC kodunda kullanılan giriş verileri

Açıklama	Değeri
Uzaklık, (m)	3000, 14500, 26500, 35000, 45000, 54000, 61000, 67000, 73000, 78000
Yıllık ortalama yağış miktarı, (cm/yıl)	64.96
Yıllık ortalama sıcaklık, (°C)	16.20
Yıllık ortalama rüzgar hızı, (m/s)	2
Karışım yüksekliği, (m)	642
Santral baca yüksekliği, (m)	120
Çıkıştaki baca iç çapı, (m)	6.4
Santral kullanma faktörü, (%)	75
Yıllık toz emisyonu, (kg/yıl)	7.55×10^6
Maksimum ölçülmüş radyoizotop aktiviteleri (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra), (Bq/kg)	854, 191, 286
Yıllık salınan radyoizotop aktiviteleri, (Bq/yıl)	4.84×10^9 , 1.08×10^9 , 1.62×10^9
Kişi başına yıllık et tüketimi, (kg/yıl)	15
Kişi başına yıllık sebze tüketimi, (kg/yıl)	140
Kişi başına yıllık tahıl tüketimi, (kg/yıl)	228
Kişi başına yıllık süt tüketimi, (L/yıl)	33

[2-4, 7,17,18]

Tablo 2: Santral çevresinde hesaplanan kollektif etkin doz değeri (kişi.Sv/yıl)

Uzaklık (km)	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW
3.00	0.0480	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	0.0000	0.0000	0.0000
35.00	0.0081	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
45.00	0.0000	0.0390	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
54.00	0.0000	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
61.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67.00	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120	0.0000	0.0000
73.00	0.0000	0.0110	0.0230	0.0000	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000
78.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	0.0000
Uzaklık (km)	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE
3.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26.50	0.0000	0.0000	0.0260	0.0000	0.0000	0.0027	0.0000	0.0000
35.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
45.00	0.0000	0.0000	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039
54.00	0.0150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016
61.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000
67.00	0.0000	0.0000	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0140
73.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
78.00	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0077	0.0009	0.0000	0.0027

Çeşitli ülkeler sağlık etki birim maliyetlerini “İstatistiksel ömrün parasal” değerleri, “Koşullu Parasallaştırma Yöntemi”den hareketle “Ödeme İsteği” değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada SIMPACTS bilgisayar kodunda [12] Kanada için 2000 yılı US\$ bazında, verilen sağlık etkisi birim maliyetleri kullanılarak Denklem (2)’den Türkiye için hesaplanan sağlık etkileri birim etki maliyetleri ve bu maliyetler kullanılarak

bölgede hesaplanan radyoaktif kirliliğin her sağlık etkisi için toplam maliyeti Tablo-3'teki verilmiştir.

Tablo 3: Türkiye birim etki maliyetleri ve bölgenin radyoaktif kirliliğin maliyeti

Sağlık etkisi	Birim etki maliyeti (US\$/kişi)	Sağlık etki maliyeti (US\$/yıl)
Ölümcül kanserin istatistiki parasal değeri	5.38×10^5	8334
Ölümcül kanserin yaşam kaybının parasal değeri	2.41×10^5	3733
Tedavi edilebilir kanser	1.80×10^5	558
Kalıtımsal etkiler	5.38×10^5	2167

3. SANTRAL KAYNAKLI SO₂ KİRLİLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİME ETKİSİ

Yatağan termik santralı kaynaklı SO₂ kirliliğinin neden olduğu dışsallıklarından sadece zeytin, domates ve buğdaya ait doz etki katsayıları bulunması nedeniyle zeytin, domates ve buğdaya ait dışsallıklar hesaplanmıştır.

Yatağan termik santralının bacasından ölçülmüş 5177 g/s'lik SO₂ emisyonu [13] çevreye yayılması sonucunda yatağan termik santralı çevreleyen 80 km yarıçap içerisinde belirli aralıklar ile 16 rüzgâr yönünde yer seviyesi SO₂ konsantrasyonlarını gauss dağılım modelini kullanarak hesaplayan bir bilgisayar programı yazılmıştır. Bilgisayar programında ortalama konsantrasyonlar i sektöründe $\bar{C}_i$ (µg/m³) ölçülmüş SO₂ emisyon debisi (g/s) ve her sektördeki rüzgar esme oranı f_i kullanılarak denklem (3)'ten hesaplanmaktadır [19].

$$\bar{C}_i = \frac{2.032 \times 10^6 Q f_i}{x} \sum_{jk} \frac{F_{jk}}{u_k \sigma_{zj}} e^{\left(-\frac{H^2}{2\sigma_{zj}^2} \right)} \quad (3)$$

Denklem (3)'te,

F_{jk} : f_i sektörü için j kararlılık sınıfında k rüzgar esme oranı

x : santral olan uzaklık (m),

u_k : etkin baca yüksekliğindeki rüzgar hızı (m/s),

σ_{zj} : j kararlılık sınıfı için düşey difüzyon katsayısı (m),

H : etkin baca yüksekliği (m)

Hesaplar, çalışma bölgesinde 16 rüzgâr yönünde saatlik adımlarla rüzgâr hızı, yönü ve ortalama hava sıcaklığı değerlerinin 1975-2006 yıllarını kapsayan meteorolojik verilerin ortalaması programda giriş verisi olarak kullanılmıştır [17]. Yatağan bölgesinde hesaplanan SO₂ konsantrasyonları Tablo-4'te verilmiştir. Bu çalışmada hesaplanan SO₂ konsantrasyonları, Industrial Source Complex (ISC) modeli ile yapılan hesap sonuçları [20] arasında %10-25 farklılıklar bulunmaktadır. İki çalışma arasında kullanılan SO₂ emisyon debileri ve meteorolojik veriler arasında farklılıklar olması nedeniyle konsantrasyonlar arasındaki bu farklılıklar da beklenen bir sonuçtur.

Hesap sonuçlarına göre tarım ürünleri üzerinde santral kaynaklı etkili olabilecek SO₂ konsantrasyonları santrali çevreleyen 25 km yarıçap içerisinde bulunmaktadır. Bu bölge içinde 2006 yılı itibarı ile toplam ticari değeri olan zeytin 27494 ton, domates 12897 ton ve buğday üretimi 17869 ton olarak gerçekleştirilmiştir [21].

SO₂ konsantrasyonunun buğday üretimde meydana getireceği % değişim $\bar{C}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) aşağıdaki ifadeden hesaplanmıştır [14].

$$\text{Üründeki \% Değişim} = \begin{cases} 0.0067(\bar{C})^2 - 0.259(\bar{C}) & \text{for } \bar{C} \leq 39 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ 0.241(\bar{C}) - 9.35 & \text{for } \bar{C} > 39 \mu\text{g}/\text{m}^3 \end{cases} \quad (4)$$

Zeytin ve domates ürün kayıplarının hesaplanmasında Denklem (4)'ten hesaplanan sonuçlar sırasıyla 1.39 ve 1.17 katsayıları ile düzeltilmiştir [22]. Ürün kayıpları ve bu kayıpların parasal değerleri sırasıyla Denklem (5) ve Denklem (6)'dan hesaplanmıştır. Denklem (6)'da birim maliyetler ürünlerin pazar satış fiyatlarıdır [15].

$$\text{Ürün kaybı} = \text{Üründeki \% Değişim} \times \text{Üretim Miktarı} \quad (5)$$

$$\text{Kayıp Maliyeti} = \text{Ürün Kaybı} \times \text{Birim Maliyet} \quad (6)$$

2006 yılı verileri ile Yatağan termik santralinin SO₂ etkisi ile Denklem (4)-(6)'dan hesaplanan bölgedeki zeytin, domates ve buğday'daki ürün kayıplarının maliyetleri sırasıyla 1796134 US\$, 274039 US\$ ve 163645 US\$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4 : Yatağan bölgesinde hesaplanan SO₂ konsantrasyonları

Uzaklık (km)	Rüzgar Yönü	SO₂ (µg/m³)	Uzaklık (km)	Rüzgar Yönü	SO₂ (µg/m³)
6.8	N	26.58	4.4	S	7.67
10.8	N	19.31	9.4	SSE	6.27
3.6	NNW	29.13	5.2	SSE	11.44
10	NNW	17.22	8.1	SSE	7.37
14.6	NNW	12.22	11.9	SE	9.29
6.7	NNW	22.46	9.4	SE	11.43
8.6	NW	22.93	6.8	ESE	10.49
16	NW	13.40	3.0	E	26.31
11.6	NW	18.22	11.0	E	16.50
17	NW	12.57	14.4	E	13.26
12	NW	17.68	6.8	E	21.37
16.4	WNW	11.69	15.5	E	12.39
7.4	WNW	22.27	4.7	E	23.42
14	W	9.90	12.8	E	14.67
1.8	W	24.24	12.6	ENE	7.67
10.6	WSW	8.59	21	ENE	4.60
5.2	WSW	12.90	15.0	NE	13.61
9.2	WSW	9.57	13.2	NE	15.40
8.8	WSW	9.87	16.2	NE	12.59
7.6	SW	11.71	8.4	NE	21.98
6	SW	13.15	20.4	NE	9.81
7.6	S	5.70	6.4	NNE	24.35
10.4	S	4.48			

4. SONUÇ

Enerji üretimi sonucunda ortaya çıkan kirliliği hem ekolojik sistemi tahrip etmekte hem de doğrudan insan sağlığını etkileyerek yaşam kalitesini düşürmekte ve ekonomik faaliyetlerde gereksinim duyulan emek gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak ekonomik analizlerde çevresel tahribat ve etkileri genellikle dışarıda bırakılmaktadır. Yine de artan çevresel sorunlar karşısında sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmeye yönelik ExternE projesi çerçevesinde EcoSense gibi çeşitli bilgisayar programları geliştirilmiş ve bu program ile çeşitli Avrupa Birliği ülkelerinde, enerji üretiminin ve tüketiminin negatif dışsallıkları hesaplanmıştır [23].

2006 verileri ve 2000 yılı dolar kuru baz alınarak yapılan hesaplara göre radyoaktif kirlilik sonucu hesaplanan sağlık maliyetleri yıllık 14791 US\$ iken, SO₂ kirliliği nedeniyle, zeytin, domates ve buğdaydaki ürün kayıplarının ekonomik değeri sırasıyla 1796134 US\$, 274039 US\$ ve 163645 US\$ olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma ile üzerinde sürekli spekülasyon yapılan Yatağan termik santralının dışsallıkları ile ilgili olarak karar verici otoriteleri kaynak oluşturacak veri sağlamak amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın devamı olarak uygun doz etki katsayıları kullanarak termik santralin radyoaktif ve konvansiyonel (SO₂, NO_x, parçacık) kirlilik nedeni ile sağlık, tarım ürünleri üzerinde neden olabileceği dışsallıklar hesaplanmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Markandya, A., Hatou, P., Bellü, L.G., Cistulli, V., 2002. Environmental Economics for Sustainable Growth: A handbook for practitioners, Edward Elgar Publishing Cheltenham.
- [2] Akyüz, T., Akyüz, S., Varinlioğlu, A., Köse, A., Eric, J., Davies, D. 1996. FT-IR, EDXRF and gamma-isotopic analyses of ashes from coal fired power plants of Turkey. *Spectroscopy Letters*, 29, 1131-1139.
- [3] Ayçık, G. A., Ercan, A., 1998. Off-line determination of ash content directly in coal samples via-spectrometry, *Applied Spectroscopy Reviews*, 33, 237-251.

[4] TAEK, 1994. Yatağan Termik Santralı Uçucu Kül Örneklerinde Radyoaktivite Ölçümleri. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara.

[5] Büke, T. 2003. Dose assessment around the Yatagan coal-fired power plant due to gross alpha-radioactivity levels in flying ash. *J. of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 256/2, 323-328.

[6] Zeevaert, T., Sweeck L., Vanmarcke, H., 2006. “The Radiological Impact from Airborne Routine Discharges of a Modern Coal Fired Power Plant”, *J. of Environmental Radioactivity*, 85/3, 1-22.

[7] EÜAŞ, 2006. Yatağan Termik Santralı Genel Tanıtımı. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Muğla.

[8] Eeckhoudt L., Schieber, C., Schneider, T. 2000. Risk aversion and external cost of a nuclear accident. *J. of Environmental Management* 58, 109–117.

[9] Garcia-Huidobro, T., Marshallb, F.M., Bellb, J.N.B., 2001. A risk assessment of potential agricultural losses due to ambient SO₂ in the central regions of Chile. *Atmospheric Environment*, 35, 4903–4915.

[10] Parks, B., Chaki, S.P.E., 2000. CAP88-PC Version 2.0 Updated User’s Guide, Report No: EPA 402-R-00-004., Las Vegas.

[11] ICRP, 1991. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Report No. 60, International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press. Oxford.

[12] IAEA, 2003. Review of NukPacts: An Environmental Assessment Package. International Atomic Energy Agency, Viyana.

[13] EÜAŞ, 2007. Yatağan Termik Santralı Bacasından Yayınlanan Ölçülmüş SO₂ Debisi. Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Muğla.

[14] Spadaro, J. V. 2002. AIRPACTS: Equations for Impact and Damage Cost Assessments. International Atomic Energy Agency, Vienna.

[15] TÜİK, 2009. Tarım Ürünleri Fiyat İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.turkstat.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=50&ust_id=13, 05.01.2009

[16] TÜİK, 2008. İlçelere göre şehir ve köy nüfusu, yıllık nüfus artış hızı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu, Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PrelstatistikTablo.do?istab_id=220, 15.01.2009

[17] DMİGM, 2007. 1975-2006 Yatağan İlçesi Saatlik Meteorolojik Verileri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

[18] MTM, 2008. Muğla, Aydın, Denizli İlleri Gıda Tüketimleri. Muğla İl Tarım Müdürlüğü, Muğla.

[19] Martin, J.E., Lee, C., 2003. Principles of Radiological Health and Safety. Wiley-Interscience, New Jersey.

[20] Selçuk, N., Atımtay, A., Uslu, O., Cirik, Ş., Vurdu, H., Tuncel, G., Kaya Z., Evirgen, M., Yurteri, C., 1995. Kemerköy Termal Santralının Teknik Raporu, Ankara.

[21] YTM, 2008. Tarım Ürünleri Üretiminin İlçedeki Dağılımı. Yatağan İlçe Tarım Müdürlüğü, Yatağan.

[22] WB, 2007. Cost of Pollution in China: Economic Estimates of Physical Damages. World Bank, Washington, D.C.

[23] Bickel, P., Friedrich, R. 2005. ExternE: Externalities of Energy, Methodology 2005 Update. EUR 21951. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung—IER, Universität Stuttgart, Germany.