



Araştırma Makalesi / Research Article
A STUDY ON HEALTH RISK ASSESSMENT OF DIOXIN

**Fatih TAŞPINAR¹, Ayça N. TEKELİ^{1,2}, Ertan DURMUŞOĞLU²,
Aykan KARADEMİR²**

¹Kocaeli Üniversitesi, Ali Rıza Veziroğlu M.Y.O, İzmit-KOCAELİ

²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmit-KOCAELİ

Geliş/Received: 20.06.2005 Kabul/Accepted: 15.06.2006

ABSTRACT

Being the first hazardous and clinical waste incinerator in Turkey, there is a continuous speculation about the İZAYDAS and its mission on the local media as well as among the local people. Although the plant is equipped with a state of the art gas treatment technology, there is a common belief that chemicals out of incineration can not be treated enough, and the incinerators are potential risk technologies.

This study is on the health risk assessment of dioxin/furans (PCDD/Fs) and their congeners in the area where İZAYDAS is located. The population of the study area was chosen as a urban population having 10,000 people. For this population, Tolerable Daily Intake (TDI) values were determined as 42.9142, 6.4333 and 3.6764 pg-TEQ/kg/d, for babies, children and adults, respectively. Being the first risk assessment study in the area, it will be not only a scientific evaluation of İZAYDAS's dioxin/furan pollution but also an example for similar studies in the future.

Keywords: Waste incineration, dioxin, risk assessment.

DİOKSİN SAĞLIK RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Ülkemizin ilk tehlikeli ve klinik atık yakma tesisi olan İZAYDAŞ, bulunduğu konum ve işlevi itibarıyla yöre insanının tepkisine maruz kalmakta ve hatta bu tepkiler sıklıkla medyaya yansıtılmaktadır. Tesis en son teknoloji ile geliştirilmiş gaz arıtma sistemleri ile donatıldığı halde, yöre insanı, her türlü kimyasal maddenin bilinen metotlarla giderilemeyeceğini ve bu tesisin bölge insanları üzerinde yüksek tehlike ve risk unsuru oluşturduğunu düşünmektedir.

Bu makalede, İZAYDAŞ yakma tesisinin bulunduğu bölgede "dioksin/furan" (PCDD/F) gibi birçok türevi olan klorlu, tehlikeli ve kanserojen olan kimyasal maddelerin risk değerlendirmesi konusunda örnek bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı pilot bölge kentli popülasyon olarak seçilmiş ve nüfus yaklaşık 10000 kişi olarak belirlenmiştir. Bu popülasyon için pg-TEQ/kg/gün biriminde günlük toplam alımlar (TDI) bebekler için 42.9142, çocuklar için 6.4333 ve yetişkinler için 3.6764 olarak hesaplanmıştır. Bölgede gerçekleştirilen bu çalışma, özellikle İZAYDAŞ tesisi ile alakalı görüşlere bilimsel bir yaklaşım getirecek ve gelecekte yapılacak detaylı risk değerlendirmesi çalışmalarına örnek teşkil edecektir.

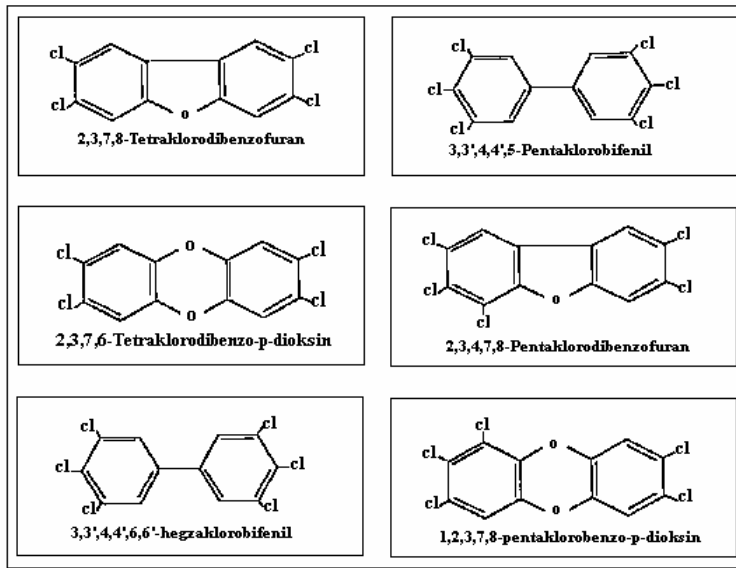
Anahtar Sözcükler: Atık yakma, dioksin, risk değerlendirme.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail/e-ileti: tekeliayca@yahoo.com, tel: (0262) 335 55 59

1. GİRİŞ

Çok düşük miktarları bile çevrede tahribata ve insanlarda önemli sağlık problemlerine yol açabilen dioksinler özellikle son yıllarda tüm dünyada sürekli olarak gündemde yer işgal etmişlerdir [1,2]. Dioksin ve furan terimleri teknik olarak karbon ve oksijenden oluşan temel molekül yapılarıdır. Klor ve brom gibi halojenleri içeren reaksiyonlardan dolayı dioksinler ve furanlar toksik özellikler kazanır. Dioksinler ve furanlar üzerinde yapılan araştırmaların hemen hemen hepsi klorlanmış türler olan poliklor dibenzo-p- dioksin (PCDDler) ve poliklor dibenzofuran (PCDFler) üzerinde odaklanmıştır. 75 farklı PCDD ve 135 farklı PCDF mevcuttur. Bunların hepsi farklı sayıda ve yerleşimde klor atomuna sahiptirler. Kimyasal yapıdaki bu farklılık PCDD ve PCDF'lerde toksisite seviyesinde farklılık oluşturur [3-5]. Çevrede en büyük dioksin kaynağı çeşitli türlerin yakılmasından gelir. Dioksin endüstride klorlu proseslerden örneğin; atık yakma, kimyasal ve pestisit kullanımı, kağıt hamuru ve kağıt ağartmadan gelir. Avrupa Dioksin Envanter Raporuna göre Avrupa'daki dioksin kirliliğinin %62'si endüstriyel emisyon kaynaklı iken %38'i ise trafik, kaza sonucu yangınlar vs. gibi endüstriyel olmayan kaynaklıdır [9].

PCDD ve PCDF'ler kimyasal olarak halojen aromatik hidrokarbonlar gibi sınıflandırılırlar. Bu bileşikler içinde en çok çalışma 2,3,7,8, tetraklorodibenzo-p-dioksin (TCDD) üzerinde yapılmıştır [6]. TCDD ve bazı dioksin türlerinin kimyasal yapıları Şekil 1'de verilmiştir.



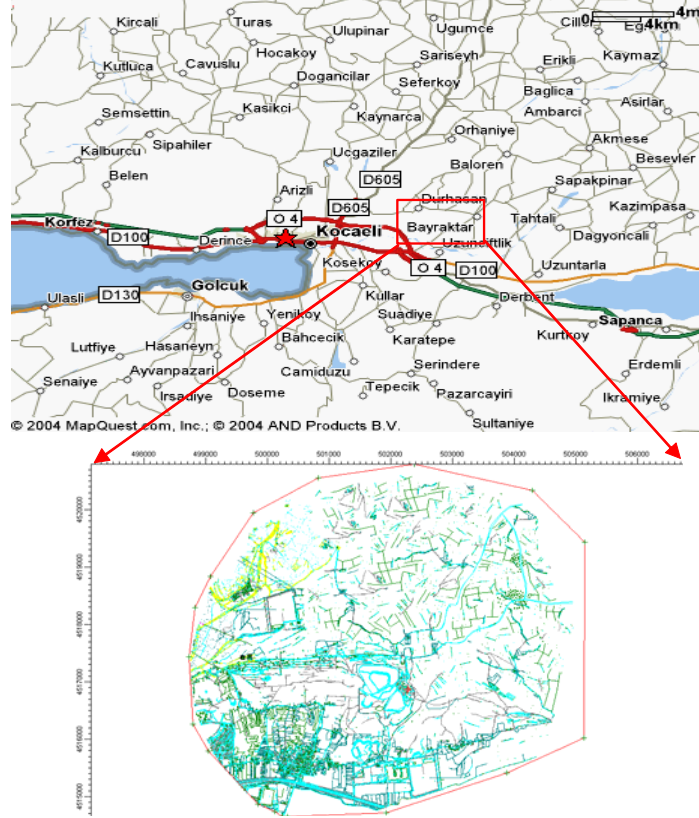
Şekil 1. Bazı dioksin türlerinin kimyasal yapıları [6]

Kocaeli; bünyesinde birçok kirlilik oluşturuca faktörler bulundurmasına rağmen (üç adet büyük lastik fabrikası, bir adet araba üretim fabrikası, büyük kağıt fabrikası, petrokimya tesisleri ve Türkiye'nin en büyük petrol rafinerisi) kirlilik seviyesinin tespiti amaçlı yapılan çalışmalar oldukça azdır. Bunlardan çoğu yakın zamanda yapılmış olup, genellikle bu çalışmalar İzmit Körfezi'ndeki PAH, PCB ve ağır metal kirliliklerine yöneliktir [7,8]. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de ve özellikle kirliliğin çok olduğu Kocaeli'nde dioksin kirliliği üzerine çalışmalar yenidir. Bu kirliliğe ait bir risk değerlendirme çalışması Kocaeli'nde mevcut değildir.

Dolayısıyla bu çalışmada İZAYDAŞ tehlikeli ve klinik atık yakma ve depolama tesisinin bulunduğu bölgede dioksin kirliliğine ait risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

2. ALICILARIN TANIMLANMASI VE MARUZ KALMA YOLLARI

Risk değerlendirmesi yapılacak olan pilot bölgenin büyük bir bölümünü kırsal alanlar oluşturmaktadır. Yerleşim alanları güneydeki Ali Kahya Beldesi ve güneybatıdaki Yuvam Konutları'dır. Ali Kahya Beldesi genelde az katlı yapıların baskın olduğu bir kasaba görünümünde olup nüfus yoğunluğu ve gelir düzeyi olarak yarı-kentsel bir yerleşim bölgesi özelliği taşımaktadır. Yuvam Konutları ise çok katlı yapıların sık bir şekilde yer aldığı bir toplu konut alanı olup gelir düzeyi daha yüksek kentsel bir yerleşim özelliğindedir. Kırsal alanların büyük bir bölümü ekili arazi olup, bu arazide çeşitli tahıl, sebze ve meyve türleri yetiştirilmektedir. Geriye kalan kısım ise otlaklardan oluşmaktadır. Pilot bölgedeki arazi kullanımları çoğunlukla kırsal kesime tarafından kullanılmakta olup çalışmanın kolaylaştırılması bakımından "kentsel" alan olarak değerlendirilecektir. Şekil 2' de tesisin kurulu olduğu ve risk değerlendirmesinin yapılacağı pilot bölge görülmektedir.

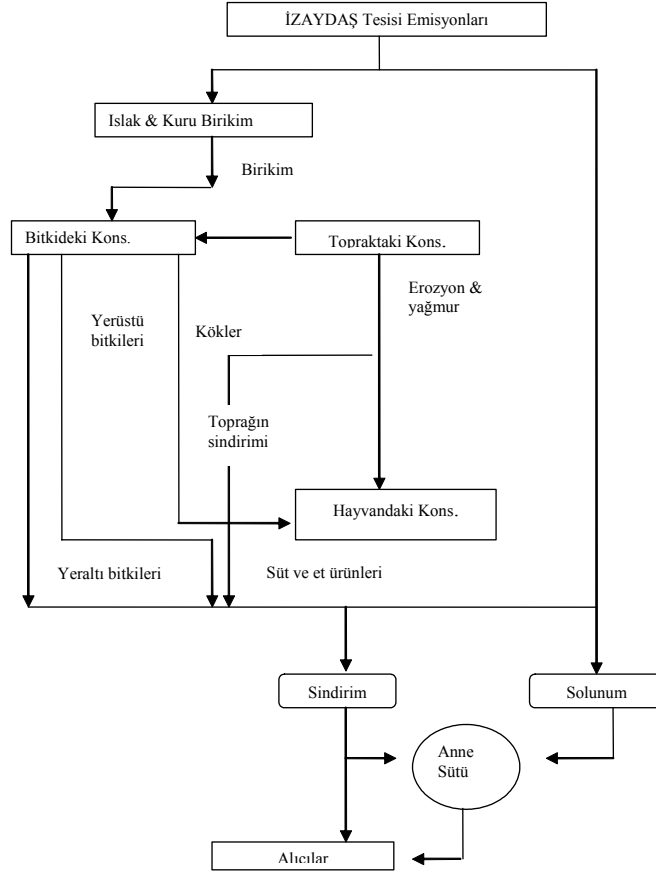


Şekil 2. Risk Değerlendirmesinin Yapılacağı Çalışma Alanı [10]

Alıcılar genel olarak tesisin emisyonlarından etkilenecekleri tahmin edilen kişilerdir. Bu bağlamda Solaklar Köyü'nde yaklaşık 500, Ali Kahya Beldesi'nde 5.000 ve Yuvam Konutları'nda ise 10.000 kişi yaşamakta olup belirlenen pilot bölge ilk ikisinin tamamını, Yuvam Konutları'nın ise yarıya yakını kapsamaktadır. Dolayısıyla pilot bölgedeki toplam nüfus 10.000 kişi civarındadır.

Diğer taraftan pilot bölgede yaşayan insanlar, her ne kadar en yüksek risk grubu olarak tanımlansalar da, dioksinlerin doğada uzun süre bozunmadan kalarak besin zincirine girdikleri ve çoğu risk çalışmasında besin zincirinin baskın dioksine maruz kalma yolu olarak belirlendiği göz önünde bulundurulursa bu bölgenin dışında yaşayan insanların da bu emisyonlardan önemli derecede etkilenebilecekleri sonucuna varılabilir [11].

Tesisten kaynaklanan olası maruz kalma yolları Şekil 3'de verilmiştir. Örnek bir çalışma olması nedeniyle, bu çalışmada sadece doğrudan ve dolaylı yolları kapsayan havadaki dağılımların toprağa geçmelerinden, bitki, et, tavuk, yumurta ve süt ürünlerinden kaynaklanan maruziyet göz önünde bulundurularak risk değerlendirme çalışması yapılmıştır.



Şekil 3. Olası maruz kalma yolları [12]

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Ölçüm ve Analizler

Yakma tesisi emisyonlarının bilinmesi veya ölçülmesi risk hesaplamasının temelini oluşturmaktadır. Seçilen bölgeye ait geçmiş zaman verileri olmadığından sadece güncel veriler kullanılmıştır. Aşağıdaki Çizelgede verilen ölçüm sonuçları Kocaeli Üniversitesi Çevre Müh.

Bölümünce yapılan “İZAYDAŞ Risk Değerlendirmesi Projesi - 2002” kapsamında elde edilen verilere dayanmaktadır. Bu çalışma kapsamında havadaki, toprak fraksiyonundaki, bitkilerdeki ve süt ürünlerindeki konsantrasyon değerlerine ilişkin risk hesaplanılmaya çalışılmıştır. Bu değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. PCDD/F Türevlerinin Çeşitli Ortamlar için Ölçülmüş Konsantrasyon Değerleri

Dioksin Adı	Havada ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toprakta (Z= 1 cm) (mg/kg)	Toprakta (Z= 15 cm) (mg/kg)	Bitkide (mg/kg)	Süt ürünlerinde (mg/kg)
2,3,7,8-TCDD	9.93.10 ⁻⁰⁹	5.00.10 ⁻⁰⁸	5.00.10 ⁻⁰⁸	2.16.10 ⁻⁰⁷	1,59.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,7,8-PeCDD	3.05.10 ⁻⁰⁸	1.00.10 ⁻⁰⁷	2.05.10 ⁻⁰⁷	4.60.10 ⁻⁰⁷	3,15.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,4,7,8-HxCDD	3.34.10 ⁻⁰⁸	1.00.10 ⁻⁰⁷	1.00.10 ⁻⁰⁷	2.90.10 ⁻⁰⁷	1,27.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,6,7,8-HxCDD	5.49.10 ⁻⁰⁸	2.40.10 ⁻⁰⁷	2.90.10 ⁻⁰⁷	4.73.10 ⁻⁰⁷	3,04.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,7,8,9-HxCDD	4.40.10 ⁻⁰⁸	1.35.10 ⁻⁰⁷	1.73.10 ⁻⁰⁷	4.03.10 ⁻⁰⁷	1,35.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.43.10 ⁻⁰⁷	1.41.10 ⁻⁰⁶	1.93.10 ⁻⁰⁶	3.04.10 ⁻⁰⁶	3,12.10 ⁻⁰⁸
OCDD	6.12.10 ⁻⁰⁷	6.60.10 ⁻⁰⁶	1.02.10 ⁻⁰⁵	8.62.10 ⁻⁰⁶	3,39.10 ⁻⁰⁸
2,3,7,8-TCDF	8.72.10 ⁻⁰⁸	2.35.10 ⁻⁰⁷	3.60.10 ⁻⁰⁷	1.96.10 ⁻⁰⁶	6,87.10 ⁻⁰⁹
1,2,3,7,8-PeCDF	8.66.10 ⁻⁰⁸	2.13.10 ⁻⁰⁷	2.20.10 ⁻⁰⁷	1.23.10 ⁻⁰⁶	6,00.10 ⁻⁰⁹
2,3,4,7,8-HxCDF	1.60.10 ⁻⁰⁷	2.55.10 ⁻⁰⁷	2.83.10 ⁻⁰⁷	1.26.10 ⁻⁰⁶	1,01.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.12.10 ⁻⁰⁷	2.70.10 ⁻⁰⁷	3.25.10 ⁻⁰⁷	1.02.10 ⁻⁰⁶	5,25.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.19.10 ⁻⁰⁷	2.30.10 ⁻⁰⁷	2.55.10 ⁻⁰⁷	9.65.10 ⁻⁰⁷	5,25.10 ⁻⁰⁸
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.22.10 ⁻⁰⁷	5.13.10 ⁻⁰⁷	6.63.10 ⁻⁰⁷	9.65.10 ⁻⁰⁷	4,50.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,7,8,9-HxCDF	9.28.10 ⁻⁰⁹	1.00.10 ⁻⁰⁷	1.00.10 ⁻⁰⁷	7.25.10 ⁻⁰⁸	1,55.10 ⁻⁰⁹
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	3.82.10 ⁻⁰⁷	8.20.10 ⁻⁰⁷	1.04.10 ⁻⁰⁶	2.87.10 ⁻⁰⁶	3,61.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	5.49.10 ⁻⁰⁸	1.00.10 ⁻⁰⁷	1.00.10 ⁻⁰⁷	2.68.10 ⁻⁰⁷	3,88.10 ⁻⁰⁹
OCDF	1.33.10 ⁻⁰⁷	1.21.10 ⁻⁰⁶	1.67.10 ⁻⁰⁶	2.20.10 ⁻⁰⁶	6,28.10 ⁻⁰⁹

Ölçüm verilerlerinden yararlanarak gıda ürünlerine (et, tavuk, yumurta) geçiş miktarları ve besin zincirinden alımlardan faydalanılarak hesap yapılmış ve olası TDI (Toplam Günlük Alım) değerleri bulunmuş ve bulunan bu değerler Çizelge 2’te sunulmuştur.

Çizelge 2. PCDD/F Türevlerinin Hayvansal Gıdalardaki Hesaplanan Konsantrasyon Değerleri (1, 2 3 ve 4 nolu denklemler kullanılmıştır)

Dioksin Adı	Ette (mg/kg)	Tavukta (mg/kg)	Yumurtada (mg/kg)
2,3,7,8-TCDD	6,68.10 ⁻⁰⁸	8,94.10 ⁻⁰⁸	1,59.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,7,8-PeCDD	1,04.10 ⁻⁰⁷	1,27.10 ⁻⁰⁷	1,09.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,4,7,8-HxCDD	4,24.10 ⁻⁰⁸	6,14.10 ⁻⁰⁸	7,91.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,6,7,8-HxCDD	6,95.10 ⁻⁰⁸	1,15.10 ⁻⁰⁷	1,43.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,7,8,9-HxCDD	5,88.10 ⁻⁰⁸	4,97.10 ⁻⁰⁸	7,78.10 ⁻⁰⁸
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5,41.10 ⁻⁰⁸	1,61.10 ⁻⁰⁷	5,55.10 ⁻⁰⁷
OCDD	3,89.10 ⁻⁰⁸	7,71.10 ⁻⁰⁸	7,45.10 ⁻⁰⁷
2,3,7,8-TCDF	1,29.10 ⁻⁰⁷	4,47.10 ⁻⁰⁷	1,66.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,7,8-PeCDF	6,91.10 ⁻⁰⁸	8,62.10 ⁻⁰⁸	1,53.10 ⁻⁰⁷
2,3,4,7,8-PeCDF	2,84.10 ⁻⁰⁷	3,75.10 ⁻⁰⁷	5,8.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,48.10 ⁻⁰⁷	2,19.10 ⁻⁰⁷	3,57.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,41.10 ⁻⁰⁷	1,74.10 ⁻⁰⁷	3,01.10 ⁻⁰⁷
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,42.10 ⁻⁰⁷	1,84.10 ⁻⁰⁷	3,31.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,11.10 ⁻⁰⁸	7,26.10 ⁻⁰⁹	7,23.10 ⁻⁰⁹
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	7,60.10 ⁻⁰⁸	1,26.10 ⁻⁰⁷	3,58.10 ⁻⁰⁷
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1,76.10 ⁻⁰⁸	1,06.10 ⁻⁰⁸	2,44.10 ⁻⁰⁸
OCDF	1,97.10 ⁻⁰⁸	3,91.10 ⁻⁰⁸	1,26.10 ⁻⁰⁷

3.2. Risk Değerlendirme Metodolojisi ve Formülleri

Riskin değerlendirilmesi, tüm çalışmanın ikinci aşaması olup tahmin edilen riskin önemi hakkında bir yargıya varılmasını kapsar. Literatürde verilen ve Avrupa ülkelerince kabul edilen WHO yaklaşımına göre PCDD/F'lerin toksisitelerinin değerlendirilmesi, bu bileşikler için Günlük Kabul Edilebilir Doz (TDI) aralığı olan 1-4 pg. kg⁻¹ vücut ağırlığı.gün⁻¹ temelinde bir eşik değerin belirlenmesini kapsar. Yakma tesisi emisyonlarına maruz kalınmasından doğan katkı değeri bu TDI (Günlük Toplam Alım) değerine göre karşılaştırılarak değerlendirilir. EPA yaklaşımında ise risk, olasılık terimleriyle ifade edilir. Bu çalışmada her iki yaklaşım da göz önüne alınmıştır. Hesaplamaların yapılabilmesi amacıyla kabul edilen maruz kalma parametreleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Dioksin toprakta, yüzeysel sularda, sedimentlerde, bitkilerde ve hayvansal dokularda bulunmaktadır. Yanan alanların yakınındaki toprak da dioksin içerebilir. Yüzeysel sulardaki canlılar, yağmur sularının ekili arazilerden herbisitleri taşımasıyla dioksine maruz kalırlar [6].

Çizelge 3. Maruz Kalma Parametreleri [10-12]

Parametre	Kentli Popülasyon Grubu		
	Bebek	Çocuk (6-11 yaş)	Yetişkin
Maruz kalma frekansı (gün/yıl)	350	350	350
Maruz kalma süresi(yıl)	0,5	12	40
Ortalanma zamanı(gün)	183	4380	14600
Vücut ağırlığı (kg)	7,5	27	70
Absorplanan fraksiyon	1	1	1
Solunum-ev içi (m ³ /saat)	0,23	0,4	0,62
Evde kalma süresi(saat/gün)	23	20	21
Solunum-ev dışı (m ³ /saat)	0,26	0,45	0,7
Dış. kalma süresi(saat/gün)	1	4	3
Et	5	21	52
Yerel fr.	0,12	0,12	0,12
Süt	360	310	310
Yerel fr.	0,38	0,38	0,38
Tavuk	8	24	66
Yerel fr.	0,1	0,1	0,1
Yumurta	18	41	41
Yerel fr.	0,12	0,12	0,12
Sebze	14	54	142
Yerel fr.	0,36	0,36	0,36
Yeşil Sebze,	4	19	48
Yerel fr.	0,46	0,46	0,46
Meyve	42	334	334
Yerel fr.	0,18	0,18	0,18
Maruz Kalma Parametresi	0,127	0,036	0,014

Popülasyonun yemek yeme alışkanlıkları veya gıda kürü maruziyet açısından önem arz etmektedir. Çizelge 3 literatür verilerinden alınarak hazırlanmış ve olası alım fraksiyonlarını göstermektedir. Burada beslenme kürünün yılın her günü için, günlük üç öğün üzerinden olduğu varsayılmıştır. Özellikle bebekler için süt tüketimi riskin tamamına yakını oluşturduğu için annelerin bebeklerine süt verme periyotları önem taşımaktadır. Bu çalışmada, annelerin bebeklerine günlük en az 6 kez süt verdikleri, bebeklerin öğün başına günlük en az 150 ml anne sütü aldığı ve en az 8 ay süt verme işleminin sürdüğü varsayılmıştır.

Alım oranları bir günde bir kg vücut ağırlığına oranla pikogram cinsinden verilmiştir (pg/kg/gün). Her maruz kalma yolu için kullanılan algoritmalar aşağıda verilmiştir [10-12].

a) Solunum

$$INH = \frac{Cy * IR * ET * EF * ED * ABS_{solunum}}{BW * AT} \quad (1)$$

b) Bitkisel Ürünlerin Tüketimi

$$ING_{bitki} = \frac{P * IR * FI * EF * ED * ABS_{bitki}}{BW * AT} \quad (2)$$

c) Hayvansal Ürünlerin Tüketimi

$$ING_{hayvan} = \frac{A * IR * FI * EF * ED * ABS_{hayvan}}{BW * AT} \quad (3)$$

d) Süt ve Süt Ürünleri Tüketimi

$$ING_{süt} = \frac{Cm * IR * FI * EF * ED * ABS_{süt}}{BW * AT} \quad (4)$$

Burada;

INH = Solunum yoluyla alınan doz, (pg/kg.gün); ING = Toprak, su ya da gıda ürünleri ile alınan doz, (pg/kg.gün); Cy = Havadaki toplam (gaz+partikül) konjener konsantrasyonu, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); P = Bitkilerdeki toplam konsantrasyon, (pg/kg); A = Hayvanlarda ve et ürünlerindeki toplam konsantrasyon, (pg/kg); Cm = Süt ve süt ürünlerindeki toplam konsantrasyon, (pg/kg); IR = Solunum veya sindirim (toprak, su, gıdalar) oranı, (m^3/saat , $\text{mg}/\text{gün}$, $\text{g}/\text{gün}$ ya da $\text{l}/\text{gün}$); ET = Maruz kalma süresi, (saat/gün); EF = Maruz kalma frekansı (sıklığı), (gün/yıl); ED = Maruz kalma süresi, (yıl); BW = Vücut ağırlığı, (kg); ABS = Vücuda absorplanan PCDD/F fraksiyonu, (birimsiz); AT = Dozun ortalığı zaman süresi; (maruz kalma süresine eşdeğer); FI = Yerel olarak üretilen gıda ürünleri fraksiyonu, (birimsiz).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Risk değerlendirme çalışması çok yönlü ve disiplinler arası bir çalışmadır. Böyle olması nedeniyle bir çok uzmanlık dalı ve deneyimini de içine almaktadır. Yapılan bu örnek çalışmada, yakma tesisine ait emisyonlardaki PCDD/F konjenerlerinin, atmosfere verilmesi ve bunun sonucunda toprağa ve suya karışması, solunması ve tüketim zincirine girerek gıda tüketimi gibi nedenlerle insanlar tarafından doğrudan veya dolaylı alımı risk değerlendirmesi kapsamında bulunmaya çalışılmıştır. Elde ettiğimiz verileri ve ulaştığımız deneysel çalışmaları “risk değerlendirmesi” doğrultusunda, sadece belirli maruz kalma yollarını göz önüne alarak günlük toplam alımlar hesaplanmıştır. Toplam günlük alımlar özet olarak Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Toplam Dozlar (pg TEQ/kg-gün)

Maruz Kalma Yolu	Kırsal populasyon için olası TDI değerleri		
	Bebek	Çocuk (6-11)	Yetişkin
Solunum	12,45.10 ⁻⁰²	6,12.10 ⁻⁰²	3,64.10 ⁻⁰²
Et Tüketimi	3,35.10 ⁻⁰²	3,88.10 ⁻⁰²	3,55.10 ⁻⁰²
Süt Tüketimi	39,15	0,44	0,17
Tavuk ve Yumurta Tüketimi	23,27.10 ⁻⁰²	15,73.10 ⁻⁰²	8,79.10 ⁻⁰²
Bitki Tüketimi	3,37	5,74	3,35
Toplam Doz	42,91	6,43	3,68

Çalışmanın yapıldığı pilot bölge kentli popülasyon olarak seçilmiş ve nüfus ise yaklaşık 10000 kişi olarak belirlenmiştir. Bu popülasyon için pg-TEQ/kg/gün biriminde günlük toplam alımlar bebekler için 42.9142, çocuklar için 6.4333 ve yetişkinler için 3.6764 olarak hesaplanmıştır. Bu Çizelgeye göre bebekler en fazla risk altında kalan grup olarak karşımıza çıkmıştır. Bunun sebebi vücut ağırlığına oranla alım miktarının fazlalığı olarak açıklanabilir. Genel olarak değerlendirildiğinde WHO sınır değeri olan 1-4 pg. kg⁻¹ vücut ağırlığı.gün⁻¹ değeri ile karşılaştırıldığında, örneğin bebekler için TDI değeri yaklaşık 43 pg-TEQ/kg/gün olarak karşımıza çıkar. Avrupa Birliği direktiflerinde (EC/266/2001) hayvansal gıdalarda bulunabilecek maksimum dioksin değeri 3 pg-TEQ/kg/gün olarak verilmektedir. İngiltere’de 2003 yılında Gıda Standartları Ajansının yaptığı bir çalışmaya göre bebek yiyeceklerinde bulunan dioksin oranları 4 aylık bebeklerde 0.2-0.7 pg-TEQ/kg/gün ve 7 aylık bebeklerde 0.2-0.8 pg TEQ/kg/gün’dür. Yine 1996 yılında Belçika’da anne sütünde yapılan bir çalışmada dioxin seviyesi 24.8 I-TEQ (Uluslar arası Toksikite Eşiti) olarak bulunmuştur [13]. Hesaplanarak bulunan değerler, limit değerler olduğuna üzerinde olduğundan, farklı yorumları da beraberinde getirmektedir. Yakma tesisinin 4-5 senelik bir geçmişi olmasına karşın bu denli yüksek oranlarda katkısı olmadığı düşünülmektedir. Çünkü bölge bir çok endüstri kuruluşunun tehdidi altında bulunmaktadır. Yakma tesisinin yanında diğer unsurlarda göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca bu bölge ile ilgili bir geçmişe yönelik çalışma olmadığı gibi veri de yoktur. Bu nedenle tam bir değerlendirme yapmak bu aşamada mümkün değildir.

TEŞEKKÜR

Yardımlarından dolayı İZAYDAŞ Yönetimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Alcock R. E., Gemmill R., Jones K. C., “Improvements to the UK PCDD/PCDF and PCB Atmospheric Emission Inventory Following an Emission Measurement Programme”, *Chemosphere*, 38,759–770,1999.
- [2] WHO, “PCDD/Fs and Their Effects on Human Health”, Fact Sheet, 225,1999.
- [3] Harrad S., Smith DJT., “Evaluation of a Terrestrial Food Chain Model for Estimating Foodstuff Concentrations of PCDD/Fs”, *Chemosphere*, 34,1723-37,1997.
- [4] HMIP. “Her Majesty’s Inspectorate of Pollution, Environmental Resources Management, Risk Assessment of PCDD/F Releases from Municipal Waste Incineration Processes” HMIP,CPR2,41,1,81,1996.
- [5] DoH, Department of Health., “COT Statement on the US EPA Draft Health Assessment Document for 2,3,7,8-Tetrachloro Dibenzo-p-PCDD/F and Related Compounds”,1995.
- [6] EPA, “Dioxin Reassessment, Health Assessment”, Volume3: Risk Characterizaion, Washington-USA, 1994.
- [7] Tolun L.G., Okay O.S., Gaines A.F., et.al.,“The pollution status and the toxicity of surface sediments in Izmit Bay (Marmara Sea)”, *Environ. Int.*, 26,163–168,2001.
- [8] Karakoc F.T.,Tolun L., Henkelmann B.,et.al., “Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) distributions in the Bay of Marmara sea: Izmit Bay”, *Environ. Pollut.* 11,383–397,2002.
- [9] NAS, “Dioxins and Dioxin-like Compounds in the Food Supply”, National Academy of Science, The National Academies Pres, Washington D.C., 2003.
- [10] Taşpınar F., “İZAYDAŞ Kaynaklı NO_x Emisyonlarının Dağılımının Modellenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, 2002.
- [11] İZAYDAŞ, “Kocaeli Üniversitesi İZAYDAŞ Raporu”, 2002.

- [12] Karademir A., “Tehlikeli Atık Yakma Tesisi Dioksin Emisyonlarının Doğadaki Dağılımlarının Modellenmesi ve Risk Değerlendirmesi”, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, 2002.
- [13] Liemea., A.K.D. “Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in Human Milk”, the Second Round of a WHO-coordinated Exposure Study, August 1996.