



## Elazığ ve Çevresinde Tüketilen Tereyağlarında, Dioksin ve Benzeri Bileşik Düzeylerinin Araştırılması

Osman ÇİFTÇİ

Fırat Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi  
Farmakoloji ve Toksikoloji  
Anabilim Dalı,  
Elazığ, TÜRKİYE

Dioksin ve benzeri bileşikler geniş yayılım alanına sahip, doğada kararlı durumda bulunan, insan ve hayvan sağlığı açısından son derece zehirli çevresel kirleticilerdir. Yapılan bu çalışmada, kanser başta olmak üzere birçok toksik etkiye neden olan bu bileşiklerin Elazığ ve çevresinde tüketilen tereyağlarındaki düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Elazığ'ın değişik bölgelerinden 20 adet tereyağı numunesinde; dioksinli bileşiklerden TCDD, PeCDD, HxCDD, OCDD, furan türevlerinden TCDF, PeCDF, HxCDF ve poliklorlubifenillerden (PCB) TCB ile HpCB bileşiklerinin düzeyleri araştırıldı. Bu bileşiklerin miktar tayini Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) cihazı kullanılarak, Amerikan Çevre Koruma Ajansının (USEPA) belirlediği 1613 ve 8290 no'lu metotlara göre yapıldı. Analizi yapılan tereyağı numunelerindeki dioksin ve benzeri bileşiklerin Toksik Eşdeğer Konsantrasyonu ortalama, 0,0138 ng TEQ/g yağ olarak tespit edildi. Bu değer kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda; ülkemizde yaşayan, 70 kg ağırlığında bir insanın, analizi yapılan tereyağlarından 25 gr tüketmesi durumunda kilogram başına aldığı toplam dioksin düzeyi 4.92 pg TEQ/ kg olarak hesaplandı.

Sonuç olarak; tespit edilen dioksin ve benzeri bileşik düzeylerinin Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen, 1-4 pg TEQ/kg olan günlük alım miktarının üzerinde olduğu, bu nedenle anılan numunelerin tüketimine bağlı olarak başta kanser olmak üzere ciddi sağlık risklerinin oluşabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Dioksin, tereyağı, GC-MS.

### The Investigation of Dioxins and Dioxins Like Compounds Levels in Butter, Consumed in Elazig Region

Dioxins and dioxin like compounds find stable in earth and are extremely toxic environmental pollutants in term of human and animal healthy. In the present study, it was aimed to determine the level of these compounds in butter. These compounds have many toxic effects such as cancer. For this purpose, 20 butter samples collected at Elazig region were examined to determine the levels of TCDD, PeCDD, HxCDD, OCDD from dioxin compounds, TCDF, PeCDF, HxCDF from furan derivatives and (PCB), TCB, HpCB from polychlorobiphenyls. The levels of compounds were determined using the methods 1613 and 8290 given in USEPA by using Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS). The toxic equivalent (TEQ) concentrations of dioxins and dioxin like compounds in butter was found 0,0138 ng TEQ/g lipid. According to calculation done by using these values, total dioxin intake amount for a person with 70 kg in weight was 4.92 pg TEQ/ kg from these analyzed compounds when it is consumed 25 gr daily as butter.

In conclusion, it was found that the daily intake amounts of dioxins and dioxin like compounds was higher than 1-4 pg TEQ/kg given by World Health Organization (WHO). Thus, it is possible to observe serious health risks, as cancer which is depend to consumption of butter in Elazig region.

**Key Words:** Dioxin, butter, GC-MS.

Geliş Tarihi : 26.09.2008  
Kabul Tarihi : 22.10.2008

### Giriş

Dioksin ve benzeri bileşikler olarak da adlandırılan, Poliklorlubenzo-*para*-dioksinler (PCDD), poliklorlubenzofuranlar (PCDF) ve poliklorlubifeniller (PCB) suda çok az çözündüklerinden metabolik ve çevresel yıkımlanmalara dayanıklı, doğada kararlı durumda bulunan, yüksek derecede zehirli, geniş yayılım alanına sahip çevresel kirleticilerdir (1). Dioksin ve benzeri bileşiklerin en zehirlisi PCDD grubunda yer alan 2,3,7,8-TCDD olup, adı geçen bileşiklerin, zehirliliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, model olarak kullanılmaktadır (2-4). Tabiatında bulunan dioksin ve benzeri bileşikler kimyasal olaylara ve yüksek ısıya bağlı olarak oluşurlar. Doğada çeşitli amaçlarla kullanılan kimyasal maddelerin bir yan ürünü olarak dioksin şekillenmesi kimyasal süreç olarak tanımlanır. Genellikle klorlu yapıya sahip kimyasal maddelerin ve organik bileşiklerin alkali ortamda 150-250 °C sıcaklıklarda reaksiyonları sonucu dioksin ve benzeri bileşikler açığa çıkar (1, 5, 6). Dioksinler yüksek derecede sıcaklığa (250-450 °C) bağlı olarak, bazı doğa olayları ve endüstriyel işlemler sırasında da açığa çıkması olan termal süreçte; dioksin oluşumuna neden olan kaynaklar arasında çeşitli atıkların yakılması, bazı metallerin eritilmesi, volkanik patlamalar, orman yangınları, fosil yakıtların kullanımı, asfalt üretimi, kağıt ve PVC endüstrisi sayılabilir (7, 8, 9). Dioksin bileşikleri çoğunlukla hava yoluyla taşınarak su, toprak, hayvansal dokular ve bitkilerde birikirler. Bu bileşiklerin yağda çözünürlük oranları fazla olduğundan özellikle organik maddeler, toprak ve bitkilerde daha yoğun olarak birirmektedir (10). Doğada bulunan

### Yazışma Adresi Correspondence

Osman ÇİFTÇİ

Fırat Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Farmakoloji ve Toksikoloji  
Anabilim Dalı,  
23119  
Elazığ-TÜRKİYE

osmciftci@gmail.com

dioksin bileşikleri özellikle bitkiler yolu ile hayvanlar tarafından alınır ve hayvanların yağ dokularında birikerek kararlı durumda bulunurlar. İnsanlar, dioksin bileşiklerini hayvansal ve bitkisel gıdalar yoluyla maruz kalırlar. İnsanlardaki dioksin zehirlenmelerinin %90'ının besin zinciri yoluyla olduğu bildirilmektedir (2, 11, 12).

Yapılan bir çok deneysel çalışma (3, 13, 14) ile; dioxin ve benzeri bileşiklerin, DNA transkripsiyon faktörlerinden, steroid yapılı aril hidrokarbon (Arh) reseptörleri aracılığıyla etki gösterdikleri belirlenmiştir. Arh reseptörleri aracılığıyla oluşan moleküler olaylar zinciri henüz tam olarak açıklanamamış ancak; dioksinlerin neden olduğu akut toksisitenin Arh reseptörlerinin bulunmadığı durumlarda azaldığı tespit edilmiştir (15). Dioksin ve benzeri bileşiklere maruz kalınması sonucu oluşan yan etkilerin başında; kanser, gelişme bozuklukları, wasting sendromu, lenfoid ve gonadal atrofi, kloroakne, hepatotoksisite, immunotoksisite, nörotoksisite ve kardiyotoksisitenin geldiği belirlenmiştir (16-18). Dioksinlerin kanser yapıcı etkilerinin doğrudan DNA'da mutasyon yapmalarından çok lipid peroksidasyonunu arttırmaları sonucu oluştuğu ve bu nedenle de anılan bileşiklerin, kanserin başlangıç periyodunda fazla etkili olmadığı; fakat gelişme periyodunda önemli bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır (19).

Yapılan bu çalışmada; Elazığ ve çevresinde yöresel olarak üretilerek, tüketime sunulan tereyağlarında, insan sağlığı açısından ciddi sağlık risklerine neden olabilen dioksin ve benzeri bileşik düzeylerinin tespiti amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Çalışmada kullanılan kimyasal madde ve solusyonlar Merck (Germany) firmasından, dioksin, furan ve PCB standartları AccuStandard, Inc. (New Haven, USA) şirketinden ve <sup>13</sup>C<sub>12</sub>- işaretli recovery standartları ise Wellington Laboratories (Canada) şirketinden satın alındı. Analizi yapılacak olan 20 adet tereyağı numunesi, Elazığ'ın değişik bölgelerinden toplanarak soğuk zincir altında laboratuara getirildi ve analizi yapılmaya kadar -20 °C de saklandı.

Analizi yapılacak örnekler, homojenize edilerek, üzerlerine recovery standartlarından (4ng/ml'lik solüsyondan 100µl) eklendi ve bu son numune soksalet cihazına yerleştirilerek metilen klorür ile heksan kullanılarak (metilen klorür:hexan) yağ ekstrakte edildi (US EPA 1613 ve Method 8290). Ekstrakt, uçurulduktan sonra elde edilen lipid numunesinin 1 gramı alınarak, dioksin temizleme kolonlarına döküldü ve üzerlerine 3 ml toluen eklenerek Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) analizi için kullanılacak numuneler elde edildi. 2,3,7,8-Tetraklorodibenzo-p-dioksin (TCDD), 1,2,3,7,8-Pentaklorodibenzo-p-dioksin (PeCDD), 3,3',4,4'-Tetraklorobifenil (TCB), 2,3,7,8-Tetraklorodibenzofuran (TCDF), 1,2,3,7,8-Pentaklorodibenzofuran (PCDF), 2,3,3',4,4',5,5'-Heptaklorobifenil (HpCB), 1,2,3,4,7,8-Hekzaklorodibenzo-p-dioksin (HxCDD) ve Oktaklorodibenzo-p-dioksin (OCDD) bileşikleri; Schimadzu QP-20 marka Gaz kromatografiye bağlı Kütle spektrometre cihazında (70 eV ve R=2M FWHM resolution), sim modunda ve DB5 MS kapiller kolonu (60m x 0.32mm ID, 0.25 um film thickness) yardımıyla USEPA 1613 ve 8290 metoduna göre ölçüldü. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular SPSS (Windows için SPSS 12.0, SPSS Inc. Chicago, Illinois) paket programı kullanılarak değerlendirildi.

## Bulgular

Yapılan analizler sonucunda, incelenen tereyağlarındaki, dioksin ve benzeri bileşik düzeylerinin minimum, maksimum ve ortalama miktarları Tablo 1'de sunulmuştur. Dioksin bileşiklerinin her birinin tereyağındaki miktarı ile Toksik Eşdeğer Faktörünün (TEF) çarpılması ve sonuçta bu değerlerin toplanması ile elde edilen Toksik Eşdeğer Konsantrasyon (TEQ) düzeyleri minimum 0,0050, maksimum 0,0248 ve ortalama 0,0138 ng TEQ/g yağ olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, tereyağlarındaki TCDD, PeCDD, HxCDD, OCDD, TCDF, PeCDF, TCB ve HpCB bileşiklerinin ortalama değerleri sırasıyla 0,0057, 0,0041, 0,0074, 4,4273, 0,0007, 0,0554, 0,0071, 0,1676 ng/kg yağ olduğu saptanmıştır. Ayrıca, ekstraksiyonu Soksalet cihazında yapılan tereyağı örneklerinde, yağ oranı ortalama % 80,1 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Tereyağı örneklerinde dioksin ve benzeri bileşik düzeyleri ng/g yağ (n=20)

	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama ± st.sapma
<b>PCDD Bileşikleri</b>			
2,3,7,8 TCDD	0,0017	0,0117	0,0057±0,0030
1,2,3,7,8 PeCDD	0,0017	0,0062	0,0041±0,0010
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,0041	0,0137	0,0074±0,0030
OCDD	3,0430	6,2160	4,4273±1,0940
<b>PCDF Bileşikleri</b>			
2,3,7,8 TCDF	0,0006	0,0008	0,0007±0,0001
1,2,3,7,8 PeCDF	0,0175	0,0970	0,0554±0,0290
<b>PCB Bileşikleri</b>			
3,3',4,4' TCB	0,0053	0,0095	0,0071±0,0010
2,3,3',4,4',5,5' HpCB	0,1090	0,2500	0,1676±0,0530
<b>TEQ</b>	0,0050	0,0248	0,0138

## Tartışma

Son yıllarda, endüstrinin gelişmesi ile birlikte çevreye yayılan dioksin ve benzeri bileşik düzeylerinde çok önemli artışların gerçekleşebileceği ve bu artışlara bağlı olarak başta kanser olmak üzere insan sağlığı açısından ciddi sağlık riskleri oluşabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 1990 yılında yapılan bir toplantıda 2,3,7,8-TCDD için Tolere Edilebilir Günlük Alım miktarı (TDI); 10 pg/kg olarak belirlenmiştir. Ancak, daha sonra yapılan pek çok araştırma (20,21,22); bu bileşiklerin uzun süreli alınmaları ile vücutta biriktiğini ve belli bir süre sonra zehirli etkilere yol açtığını ortaya koymuştur. Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü tarafından Mayıs 1998 de İsviçre'nin Cenova kentinde yapılan bir başka toplantıda, dioksin ve benzeri bileşiklerin Tolere Edilebilir Günlük Alım miktarı; 1-4 pg TEQ/kg olarak yeniden düzenlenmiştir (12). Yapılan bu çalışmada, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği TDI hesaplamasına göre; 25 gr tereyağı tüketen 70 kg ağırlığındaki bir insan için, analizi yapılan numunelerdeki dioksinli bileşik düzeylerinin, minimum 1,78 pg TEQ/kg, maksimum 8,85 pg TEQ/kg olduğu belirlendi. Elde edilen sonuçlara göre, minimum değer Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınırlar içerisinde iken, maksimum değer normal düzeyin çok üzerinde olduğu tespit edildi. Ayrıca, benzer şekilde yapılan bazı çalışmalarda (23,24), tereyağlarındaki dioksin düzeyleri ortalama 0,0011 ng/kg olarak belirlenmiş, bu değer, tereyağı numunelerinden elde ettiğimiz değer olan 4,92 pg TEQ/kg'a göre oldukça

## Kaynaklar

1. McKay G. Dioxin characterization, formation and minimization during municipal solid waste (MSW) incineration. Rev. Chemical Engineering Jour 2002; 86, 343-368.
2. Japan Ministry of Health and Welfare. Interin Report of Studies on Dioxin Risk Assessment (in japanese). 1996
3. Pohjanvirta R, Tuomisto J. Short-term toxicity of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in laboratory animals: effects, mechanisms and animal models. Pharmacol. Rev. 1994; 46: 483-549,
4. Siewers S, Schact U. Untersuchungen zur dioxinbildung beim compostierungprozess unter realen bedingungen, Organohalogen Comp. 1994; 18, 180-185
5. Dioxins FactSheet Published by The Institution of Electrical Engineers Savoy Place (IEE). London WC2R 0BL November 2001, Second edition January 2003.
6. Lavric ED, Konnov AA, Ruyck JD. Surrogate Compounds for Dioxins in Incineration. Rev. Waste Management 2005; 25, 755-765.
7. Beukens A, Huang H, Stieglitz L. Dioxins from the sintering process. 1. particle charecteristation and SEM/ wet analysis of samples. Organohalogen Comp. 1999; 41, 109-112.
8. National Institute of Occupational Safety and Health. 2,3,7,8-TCDD . Cincinnati, Ohio, Publication 1984; 84-1004.
9. Schatwitz B, Brant G, Gafner, F. et.al. Dioxin Emission from wood combustion, Chemosphere. 1994; 29, 2005-2013.
10. European Commission meeting at Brussels july 2001. Fact Sheet on dioxin in feed and food. Published on 24.07.2001
11. Japan Environment Agency. Dioxin Risk assessment Committee Report (in japanese). 1997
12. WHO (World Health Organization) Executive Summary Report of ' Assessment of health risks of dioxins; re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI). 1998
13. Fernandez-Salguero P.M, Hilbert DM, Rudikoff, S. et.al. Aryl-hydrocarbon receptor deficient mice are resistant to 2,3,7,8-TCDD- induced toxicity. Toxicol. Appl. Pharmacol. 1996; 140, 173-179.
14. Mimura J, Fuji-Kuriyama Y. Ah receptor (in japanese). Experimental Medicine, 1999; 17, 252-257.
15. Mimura J, Yamashita K, Nakamura K. et.al. Loss of teratogenic response to 2,3,7,8-TCDD in mice lacking the Ah receptor. Genes to Cells. 1997; 2, 645-654.
16. Van Birgelen APJM, Diliberto JJ, Smialowicz RJ. et.al. Toxic and biochemical responses in tissue re<sup>-</sup>ect 2,3,7,8-TCDD concentration in corresponding tissue and 2,3,7,8-TC DD body burden. Fundamenta I and Applied Toxicology 1997; 36, 216.

düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada; dioksin düzeylerinin normal değerlere göre yüksek çıkmasında, bilinçsiz tarım ilaçlamaları, endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde doğaya atılması ve bazı yanma (odun, kömür, çöp) olayları sonucunda bölgeye yüksek düzeyde dioksinli bileşiklerin yayılmasının olduğu düşünülmektedir. Nitekim Bakoğlu ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada (25), Kocaeli bölgesinde hava ve toprakta dioksin ve benzeri bileşik düzeyleri araştırılmış ve bu düzeylerin normal düzeylere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; Elazığ bölgesinde insanlar tarafından tüketilen, tereyağı örneklerindeki dioksinli bileşik düzeyinin, Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen Tolere Edilebilir Günlük Alım miktarına ve aynı konuda yapılan çalışmalardan elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Günlük olarak alınan diğer yiyecek ve hava, su ile toprak faktörler de hesaba katıldığında ortaya çıkacak sağlık riskinin başta çocuklar olmak üzere insanlar için ne kadar tehlikeli olacağı açıktır. Bu sebeple, diğer faktörlerdeki kirlilik risklerinin de acilen belirlenmesi ve kirliliğe neden olan faktörlerin (dioksin kaynakları ile mücadele) ortadan kaldırılması gereklidir. Ayrıca, mevcut kirliliğin neden olması muhtemel sağlık problemlerinin önlenmesi için, hem besinlerdeki dioksin kalıntılarının temizlenebilmesiyle ilgili hem de vücuttaki dioksinli bileşiklerin atılımı veya etkisiz hale getirilebilmesi amacıyla yeni araştırmalar yapılması zorunludur.

17. Birnbaum LS. Developmental toxicity of TCDD and related compounds: species sensitivities and differences. Banbury Report 1991; 35, 51± 67.
18. Viluksela M, Stahl B, Birnbaum LS. et.al. Subchronic/chronic toxicity of heptachlorodibenzop-dioxin (HpCDD) in rats. Part II: Biochemical effects. Toxicology and Applied Pharmacology 1997b; 146, 217± 226.
19. Yoshida R. and Ogawa Y. (2000). Oxidative stress induced by 2,3,7,8-TCDD: An application of oxidative stress markers to cancer risk assessment of dioxins. Rev. Industrial Health. 38, 5-14
20. Weber LW, Ernst SW, Stahl BU. et.al. Tissue distribution and toxicokinetics of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in rats after intravenous injection. Fundam Appl Toxicol. 1993; 21(4):523-534.
21. Emond C, Birnbaum LS, De Vito MJ. Physiologically based pharmacokinetic model for developmental exposures to TCDD in rat. Toxicological Sciences. 2004 ; 80, 115-133.
22. Patterson DG, Needham LL, Pirkle JL. et.al. Correlation between serum and adipose tissue levels of 2,3,7,8-TCDD in 50 persons from Missouri. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1988; 17, 139-143.
23. Malisch R. Increase of the PCDD/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. Chemosphere. 2000; May-Jun;40(9-11):1041-53.
24. Schecter A, Pöpke O, Harris TR. et.al. Polybrominated diphenyl ether (PBDE) levels in an expanded market basket survey of U.S. food and estimated PBDE dietary intake by age and sex. Environ Health Perspect. 2006; Oct;114(10):1515-20.
25. Bakoğlu M, Karademir A, Durmusođlu E. Evaluation of PCDD/F levels in air and soils and estimation of deposition rates in Kocaeli, Turkey. Chemosphere 2005; Vol. 59, Issue 10, 1373-1385.