

Bazı Jeojenik Kirleticilerin Canlı Sağlığına Etkisi



Yrd. Doç. Dr. Rüstem PEHLİVAN
Yrd. Doç. Dr. Hasan EMRE

İÜ Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
pehlivan@istanbul.edu.tr

Jeolojik malzeme ve süreçlerle insan, hayvan ve bitki sağlığı arasındaki ilişkiyi yeni bir bilim dalı olan Tıbbi Jeoloji araştırıyor. Tıbbi jeolojik sorunları çözmek ve/veya önlemek için farklı disiplinlerdeki bilim alanlarından oluşan uzmanların bir araya gelerek çözüm üretmesi gerekiyor.

Yerkabuğunda bulunan kayaç ve minerallerin bir kısmı insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kil ve toprak yenmesi cilt veya mide hastalıklarına, kuvars (Şekil 1) tozuna maruz kalınması silikozis hastalığına, eriyonit (Şekil 2a) ve krizotil (Şekil 2b) mineral tozlarının solunması telafisi mümkün olmayan mezotelyoma türü akciğer kanserine, arsenik ve florür içeren suların tüketilmesi de değişik türden hastalıklara yakalanılmasına imkan hazırlıyor.

Son yıllarda medyada yer alan haberler de bilimsel dergilerde yapılan yayınların pek çoğunda, potansiyel kirleticilerin insan sağlığına olan etkisinden bahsedilmektedir. Örneğin et ve süt üretimi için beslenen hayvanların sütünden üretilen tereyağlarının insan sağlığını koruyucu etkisi olan Omega-3 yağ asidi içerdiğini ve Dünya'nın en sağlıklı yağı olarak kabul edildiğini pek çoğumuz bilmiyoruz.

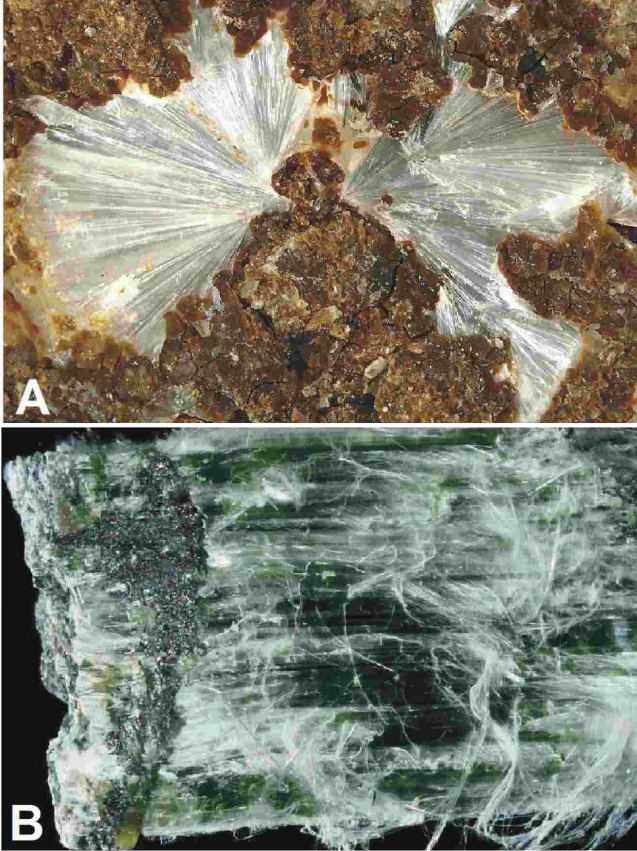
Şekil 1. Kuvars mineralinin makroskobik görünümü



Giriş

İnsan vücudu hücre, doku, hareket, sinir, solunum, dolaşım ve sindirim sistemlerinden oluşuyor. Bu sistemler insanın duyu, hareket ve beslenme gereksinimini yerine getiriyor.

İnsan vücudunun büyüme ve gelişmesi, bu sistemlerin ve organların görevini yerine getirmesiyle oluşuyor. O yüzden, canlılar (insan, hayvan ve bitkiler) sağlıklı olmak için beslenmeye ihtiyaç duyarlar.



Şekil 2. Şekil 2. Lifsi ve iğnemsiz biçimdeki eriyonit (A) ve krizotil (B) minerallerinin makroskopik görünümleri

Canlı sağlığına hava, su, bitki, kayaç, mineral ve toprağın etkisi olmaktadır. Örneğin Marco Polo'nun 1275 yılında, Çin'e yaptığı seyahat esnasında, selenyumca (Se) zengin toprakta yetişen otlardan beslenen atların zehirlenmesine dikkat çekilmiş olması (1), jeoloji ile hayvan sağlığı arasındaki ilişkiye tarihten çok güzel bir örnektir.

Jeojenik Kirleticiler

Canlı sağlığını etkileyen jeojenik kirleticiler arsenik, berilyum, kadmiyum, civa, kurşun, bakır, çinko, radon ve uranyum gibi elementler, volkanik kül ve mineral tozlar, karbondioksit (CO₂), kükürtdioksit (SO₂) ve hidroklorik asit (HCl) gibi gazlardır.

Jeojenik kirleticiler hidrolojik döngü ve jeokimyasal süreçler etkisiyle hava, su, kayaç ve bitkilerin içerisinde gelişmektedir.

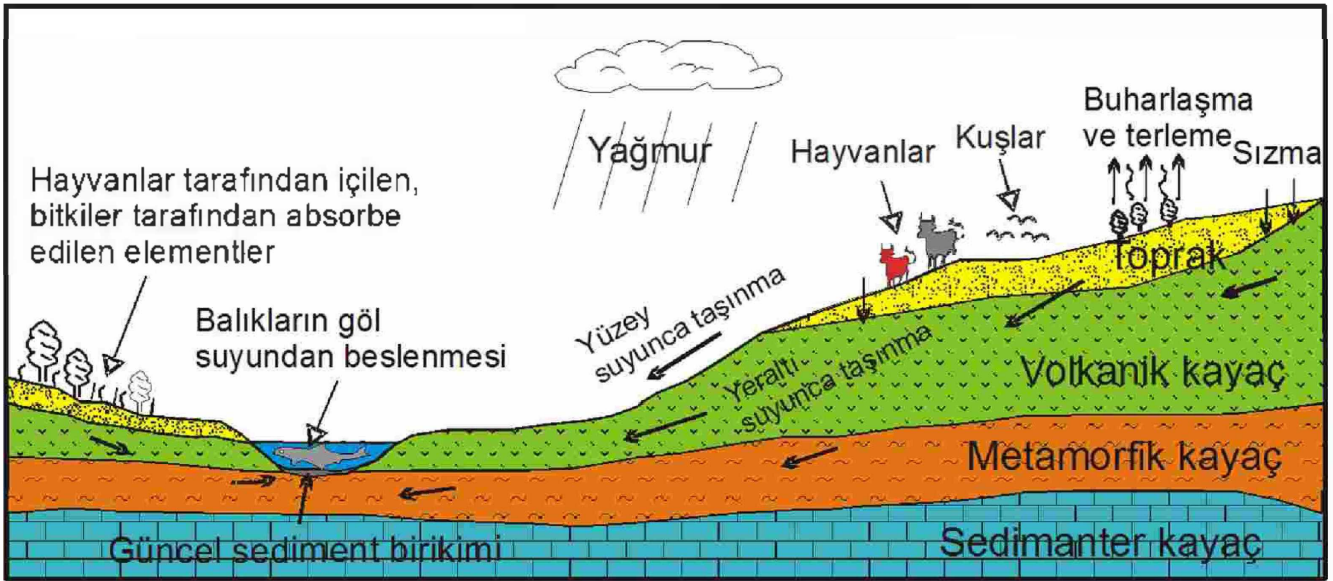
İnsan vücudunda ana ve iz element şeklinde oksijen, karbon, hidrojen, azot, kalsiyum, magnezyum, potasyum, kükürt, sodyum ve klor gibi elementler bulunmaktadır. Sağlık için az da olsa gerekli olan arsenik, kobalt, krom, bakır, silisyum, demir, mangan, lityum, selenyum, flor, iyot, çinko, brom, molibden, nikel, vanadyum ve wolfram vb. gibi elementlerin insan vücudunda bulunduğu tespit edilmiş durumdadır (Tablo 1).

Tablo 1. İnsan vücudunda bulunan ana ve iz elementlerin miktarları (2)

Element	%
O	65
C	18
H	10
N	3.00
Ca	1.40
Mg	0.50
K	0.34
S	0.26
Na	0.14
Cl	0.14
	ppm
Si	260
Fe	60
F	37
Zn	33
Br	2.9
Cu	1.0
As	0.26
Mn	0.17
Ni	0.14
Se	0.11
V	0.11
Cr	0.094
Mo	0.080
Co	0.021
I	0.019
Li	0.009
W	0.008

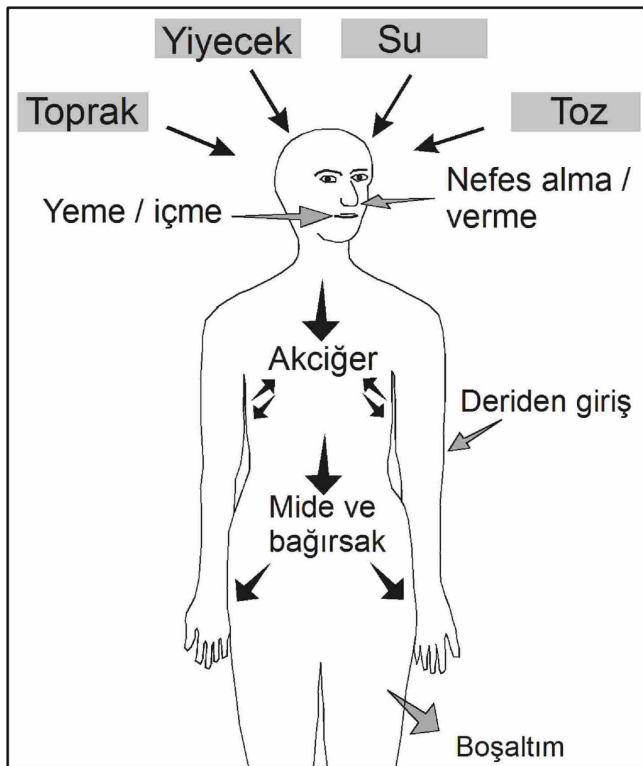
Jeojenik Kirleticilerin İnsan Vücuduna Girişi

Element ve iyonlar, insanların yemek yemesi, bitkilerin toprak ve sulardan beslenmesi, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların yeşilliklerden otlaması, kuşların tarımsal alanlardan, balıkların nehir, göl, deniz suyu ve planktonlardan beslenmesi sonrasında canlı vücuduna besin zinciri yoluyla



Şekil 3. Elementlerin besin zincirine katılırken izlediği yollar (6)

girmektedir (Plankton: Suda bulunan, hareket yeteneği akıntıya bağımlı olan canlı). Havadaki tozlar, tozlarda bulunan iz elementler ile endüstriyel atıklar da element ve iyon geçişine katkı sağlamaktadır (Şekil 3). Jeojenik kirleticiler, yeme (3), içme ve nefes alıp verme esnasında insan vücuduna girerek, boşaltım yoluyla da dışarı atılmaktadır (Şekil 4) (4). İnsan vücudunu saran deri, su ve inorganik maddelerin vücuda girmesini engellerken (5), çinko, civa veya arsenik içeren organik bileşikler ve sıvı gübrelerin vücuda girişini engelleyememektedir.



Şekil 4. Yiyecek, içecek (su), toprak ve toz etkisiyle, element ve minerallerin insan vücuduna giriş ve çıkış yolları (4)

Elementlerin İnsan Sağlığına Etkisi

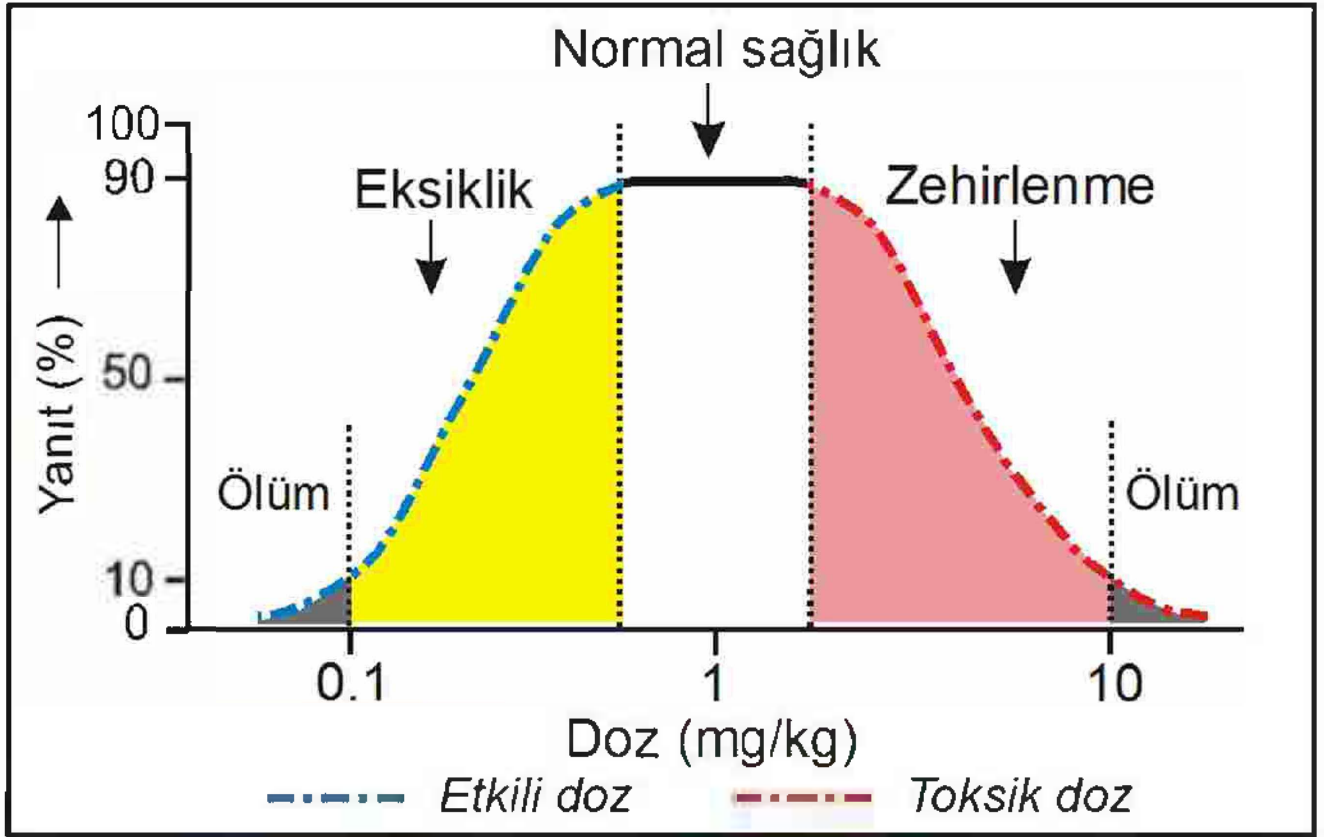
Canlılar (İnsan, hayvan ve bitki) sağlıklı yaşam sürdürebilmek için bazı elementlere ihtiyaç duyar. Elementlerin insan vücudunda eksik veya fazla miktarda bulunması sağlık sorunlarına, hatta ölümlere bile neden olabilir. Elementlerin insan vücudunda yeterli miktarda bulunması sağlıklı olmak anlamına gelir.

Sağlık için gerekli olan element(ler)in canlı bünyesinde yeteri kadar bulunmaması "eksiklik", aşırı derecede bulunması da "zehirlenme" olarak tanımlanır (Şekil 5) (7). Hasta bir bireyin sağlığına kavuşması için zamana bağlı olarak aldığı ilacın (dozun) etkisiyle vücuduna giren elementin miktarı istatistiksel olarak logaritmik ölçekte değerlendirilir (8).

Şekil 5'te verilen doz -yanıt diyagramında, istatistiksel olarak % 95 güvenilirlik ve % 5'lik yanılğı (her iki taraftan % 2.5) ile ölüm olayının gerçekleştiği (8), doz değerlerinin (logaritmik ölçeğe göre ortalama değer 1 alındığında) 0.1mg/kg ile 10 mg/kg'a karşılık geldiği görülmektedir. ± 1 standart sapma doz değerleri arası ise normal sağlığı ifade etmektedir.

Şekil 5'deki kesikli mavi çizgi etkili dozu, kesikli kırmızı çizgi ise toksik dozu gösterir. Etkili doz yanıt eğrisinin (Effective Dose ED10 ve ED90 doz değerleri) %10 ile % 90 aralığı eksikliği, fazlalığı ise zehirlenmeyi gösterir (9).

İnsan vücudunda tutulan elementlerin insan sağlığına olumsuz yöndeki eksiklik ve zehirlenme şeklindeki etkisinin bireyin çocuk veya yetişkin olma durumuna ve doz miktarına bağlı olarak değişmektedir. Olayı, flor elementi özelinde



Şekil 5. İnsan vücudunda eksik veya fazla bulunabilen elementlerin olası etkisini gösterir doz - yanıt diyagramı (7)

değerlendirelim: Flor (F) elementinin çocuk ve erişkinlerde diş çürüğünü önleyici etkisi olduğunu ve diş çürümelerini önlemek için günlük flor alımı 0.1 ppm düzeyinde olması gerektiğini hemen hemen bilmeyen yoktur.

Ülkemizde, içme suyunda müsaade edilen florür miktarı 1.5 ppm olarak kabul edilmiştir (10). Bu miktar günlük olarak aşıldığında, vücuttaki yan etkileri ortaya çıkmaya başlar. İlk yan etki, çocukların dişlerinde dental florozis denilen

lekelenme ve çukurlaşma şeklinde olur. Bu lezyonlar, diş minesinde koyu kahverengimsi renklenmeye yol açar (11). Vücutta flor birikiminin devam etmesi halinde iskelet florozisi (kemiklerin kırılğan hale dönüşmesi) denilen hastalık gelişmektedir. Günlük olarak alınan flor elementi miktarının 1.5 ppm'in altında kalması eksiklik, 5 ppm'e kadar çıkması zehirlenme, 32-64 ppm arasında olması halinde ise ölüme sebebiyet verebiliyor (12).



Şekil 6. Türkiye'de, iyot, florür ve arsenik elementlerine bağlı sağlık sorunlarının yaşandığı şehirleri gösterir harita (6)

Türkiye’de İyot, Flor ve Arsenik Elementleri ile ilgili Hastalıkların Görüldüğü Şehirler

İyot (I), insanların normal büyüme ve gelişmesi için gerekli olan elementlerdendir. İyot eksikliği çocuklarda zeka geriliğine neden olmaktadır. Ülkemizde iyot eksikliği, nüfusun yoğun olduğu İstanbul, Ankara ve İzmir gibi illerde belirlenmiş durumdadır. Hava, su ve toprağında iyot yetersizliği olan bölgelerde de guatr hastalığı görülebilmektedir (13).

Eskişehir, Uşak, Isparta ve Ağrı illerinin kırsal bölgelerinde tüketilen bazı kaynak sularının flor’ca zengin olması sağlık sorunlarının yaşanmasına neden olabiliyor. İzmir, Bursa, Kütahya ve Tunceli’nin bazı bölgelerinde uzun süre arsenikçe zengin yeraltı sularını tüketenler ise kanser riski ile karşı karşıyadır (Şekil 6).

Elementlerin Hayvan Sağlığına Etkisi

Canlı bünyesindeki bir elementin fazlalığı başka bir elementin eksikliğine neden olabilmektedir. Bu durumun en iyi gözleendiği yer, Kenya’daki Nokura bölgesidir. Bölgedeki alkali tortul ve volkanik kayaların ayrışmasıyla oluşan toprak molibden (Mo)’ce zengindir. Yöre toprağındaki molibden, önce bitkilere, sonra da bu bitkilerle beslenen hayvanlara geçerek birikmektedir. Bu durum, bakır emilimini engellediği için mera hayvanlarının büyüme ve gelişmesinde olumsuzluk yaratmaktadır (Şekil 7) (14).

Mera Hayvancılığının Beslenmeye Etkisi

Bilindiği gibi, insan vücudunun üretilmediği doymamış yağ asidi Omega-3 olarak adlandırılmaktadır. Bu yağ asidi vücuda dışarıdan besin(ler) yardımıyla alınmaktadır. Omega-3 yağ asidince zengin (15) başlıca besinlere balık, ceviz, badem, fasulye ve sebzeleri örnek olarak verilebilir.

Bu örneklere pek çoğumuzun bilmediği tereyağı artık ilave edilmelidir. Jeojenik elementlerin bulunmadığı arazide yetişen taze yeşilliklerden beslenen hayvanların sütünden üretilen tereyağlarının Omega-3 yağ asidince zengin olduğunu biliyor muyuz? Omega-3 yağ asidi içeren besinlerin yeterli düzeyde tüketilmesi, okul çağındaki çocukların öğrenmesini kolaylaştırırken, hafıza ve dikkat yeteneğini de geliştiriyor. Yetişkinlerde ise kalp ve damar hastalıklarına yakalanma riskini azaltmaktadır (16).



Şekil 7. Cu eksikliği gözlenen hayvan (A) ile Cu eksikliğini gidermek için tedavisi yapılmış hayvanın (B) görünümü

Neler Yapılabilir?

Ülkemizin bazı bölgelerinde toprak yeme, florozis, silikozis, mezotelyoma, guatr, mide ve cilt kanseri vb. gibi hastalıklar yaygın olarak görülüyor. İnsan ve hayvan yaşamını olumsuz yönde etkileyen bu hastalıklara flor, iyot, arsenik, kurşun, selenyum ve molibden gibi jeojenik elementler ile bazı mineral tozlarının sebep olduğunu unutmayalım!

Söz konusu hastalıklar konusunda, kamu kurumlarınca tıbbi jeolojik araştırma yaptırılabilirdiği an soruna çözüm üretmek mümkün olabiliyor. Olayın tipik örneği, Nevşehir’deki Kapadokya bölgesinde yer alan Tuzköy’de mostra veren toprakta bulunan ve mezotelyoma (akciğer kanseri) hastalığına neden olan eriyonit minerali (17), nüfusu 3000 olan Tuzköy’ün güvenli bir bölgeye taşınması kararında olduğu gibi (18).

Sanayileşme etkisiyle atmosferde sürekli artan Pb, çocukların sağlığını tehdit etmektedir (19). Türkiye’de bu konuda yapılmış çalışmalar bölgesel ölçekte ve sınırlı sayıdadır. Ülkemizin geleceği olan çocuklarımızın kurşunun (Pb) olumsuz etkisinden korunup önlem alınabilmesi için kan/kurşun seviyesinin belirlenmesi ve risk etkenlerinin araştırılması gerekiyor.

Deđinilen Belgeler

- (1) Selinus, O. (2002): Medical Geology: Method, theory and practice, in P.T. Bobrowsky, eds, Geoenvironmental Mapping: Methods, theory and practice: A.A. Balkema, pp. 473-496.
- (2) Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U., Smedley, P., 2005. Medical Geology. Elsevier, p. 115-594.
- (3) Abrahams, P.W., 1997. Geophagy (soil consumption) and iron supplementation in Uganda. Tropical Medicine and International Health, 2: 617-623.
- (4) Fergusson, J.E., 1990. The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects: Pergamon Press, 614 p.
- (5) Sterner, O., 1999. Chemistry, Health and Environment: Wiley-VCH, 345 p.
- (6) Pehlivan, R., Yılmaz, O., 2012. Tıbbi Jeoloji, İ.Ü. Yayın No : 5089, ISBN 978-975-404-918-3, İ.Ü. Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, İstanbul, 273s.
- (7) Bowman, C.A., Bobrowsky, P.T., Selinus, O., 2003. Medical geology: new relevance in the earth sciences. Episodes, Journal of International Geosciences 26 (4) : 270-278.
- (8) Brown, C.C., 1978. The statistical analysis of dose-effect relationships, p.115-148, In : Principles of ecotoxicology, Scope 12, Butler, G.C. (Ed), John Wiley and Sons, New York, U.S.A., 350p.
- (9) <http://aquaticpath.umd.edu/appliedtox/module1-dose.html>
- (10) Yönetmelik, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Sağlık Bakanlığı, RG 25730, Ankara, 27s.
- (11) Küçükeşmen, Ç., Sönmez, H., 2008. Diş Hekimliğinde Florun, İnsan Vücudu ve Dişler Üzerindeki Etkilerinin Deđerlendirilmesi, S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi 15 (3) : 43-53.
- (12) WHO (2002). World Health Organisation, Environmental Health Criteria No. 227, Fluorides, Geneva, 290p.
- (13) Ayaz, A., 2008. Tuz tüketimi ve sağlık, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı, ISBN: 978-975-590-243-2, Ankara, 24 s.
- (14) Maskall, J., Thornton, I., 1996. The distribution of trace and major elements in Kenyan soil profiles and implications for wildlife nutrition, in J.D. Appleton, R. Fuge and G.J.H. McCall, eds, Environmental Geochemistry and Health: Geological Society Special Publication no.113, pp. 47-62.
- (15) http://www.kenandemirkol.net/hem_en_degerli_hem_en_zararli_tereyag.html
- (16) <http://www.xprodoksit.com/yazi/omega-3-faydolari-ve-onemi>
- (17) Atabey, E., 2002. Tüm Kapadokya Risk Altında mı? Eriyonit Minerali ve Kanseri, Tübitak Bilim Teknik Dergisi, Ankara, 412 : 64-67s.
- (18) <http://www.haberturk.com/saglik/haber/744632-taki-kanserli-bolgeye-el-atti>
- (19) Yüksel, L., 1996. Kurşun ve çocuk, İst Çocuk Klin. Derg. 31: 218-227.