

ALÜMİNYUM VE SAĞLIK

ALUMINUM AND HEALTH

Muhittin TAYFUR¹, İhami ÜNLÜOĞLU², Özgün BENER³

¹Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Teknolojisi Yüksek Okulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

²Osman Gazı Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği Ana Bilim Dalı, Eskişehir

³Hacettepe Üniversitesi, Ev Ekonomisi Yüksek Okulu, Ev İdaresi ve Aile Ekonomisi Bölümü, Ankara

ÖZET: Alüminyum, solunum, deri ve sindirim sistemi yolu ile vücuda alınmaktadır. Bu elementin vücutta birikimi normalde önlenmektedir. Fakat, bazı patolojik durumlarda vücutta birikmekte ve toksisitesi ile sonuçlanmaktadır. Alüminyumun konserveleler, pişirme araçları ve ilaçlardan oluşan dünyası insanlar açısından güvenli ve özel tanımlamaya gerek duymaktadır.

ABSTRACT: Aluminum has been assumed that the lung, skin and gastrointestinal tract are largely impermeous barriers to aluminum, preventing the accumulation of this element in the body. However, it is now apperent in certain pathological states that the body borden of aluminum may be markedly increased wih resulting toxicity. In a world of aluminum cans, pans and medications. The safety for humans of oral and dietary exposure to the element needs to be specifically defined.

GİRİŞ

Alüminyum, yeryüzünde metalik halde oluşmaz. Oksijen, flor, sikon ve diğer elementlerle birleşmiş halde kayalarda vetoprakda bulunur (CAMPBELL ve ark. 1957). Alüminyum yeryüzünde bol olarak bulunan ikinci elementtir (ALFREY, 1983). Yerkabuğunun %8 kadarını oluşturmaktadır. Alüminyum terimi Latince "alumen"den türetilmiştir, ekşi tada sahip bileşik anlamındadır (CAMPBELL ve ark. 1957).

Alüminyumun atom sayısı 13, atom ağırlığı 26,97, özgül ağırlığı 2,7 g/ml, erime noktası 660,2°C'dir. Isı geçirgenlik katsayısı ise 0,49 (Kal/cm³/sn) dir. Alüminyumun özgül ağırlığının düşük, ısı geçirgenliğinin yüksek olması kullanışlı olmasını da sağlamaktadır. Ayrıca alüminyumun tercih nedenlerinden biri de atmosferik korozyona karşı dayanıklı olmasındandır (EREL, 1978). Bugün alüminyum elektrik, karayolu, petrol, motor, uzay, kimya, mobilya sanayiinde, ev araçlarının yapımında, besin meşrubat, ilaç sanayiinde hemen hemen her yerde yaygın halde kullanılmaktadır (UYSAL ve ark., 1990). Bu yaygın kullanım sonucunda alüminyum değişik yollardan vücuda alınmaktadır.

ALÜMİNYUM ALIMI VE KAYNAKLARI

Alüminyum vücuda diyet, solunum, deri ve parenteral yolla alınmaktadır (UYSAL ve ark. 1990). Bu elementin vücutta birikimi normalde engellenmektedir. Fakat bazı patolojik durumlarda vücudun alüminyum yükü artmakta ve toksisitesi ile sonuçlanmaktadır (ALFREY, 1984).

1. Diyetle alınan alüminyum

Normal diyetle alüminyum 4 kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlar alüminyumca zengin besinler, alüminyum kaplardan besinlerin ve içeceklerin kontamine olmaları, içme suyu ve ilaçlardır (FAIRWEATHER ve ark. 1987).

A) Alüminyumca zengin besinler

Günlük alınan alüminyum miktarı kaynakalara göre değişebilir. Fakat vücut tarafından alıkonan alüminyum miktarı önemlidir. Normal bir diyetle alınan alüminyum miktarı ortalama 20 mg/gün kabul edilmiştir (ANONYMOUS 1980; GREGER, 1985). GORMICAN (1970) günlük alınan alüminyum miktarını 36,4 mg olarak belirlemiştir. Cins ve yaş gruplarına göre alınan alüminyum miktarı genç ve yetişkin kadınlar için 9 mg/gün,

genç ve yetişkin erkekler için 12-14 mg/gün olduğu bildirilmiştir (PENNINGTON, 1988). Normalde besinlerle alınan alüminyum miktarının 2-160 mg/gün olabildiği belirtilmiştir (KAJDA, 1986). Alüminyum yüksek miktarlarda içeren besinler olarak işlenmiş peynirler, tahıl ürünleri, tahıllardan yapılan tatlılardır (GREGER, 1985; KAJDA, 1986; PENNINGTON, 1988). Bebekler için en büyük alüminyum kaynağı soya içeren mamalardır (PENNINGTON ve SCHOEN, 1995) Bitkisel besinlerden özellikle çay yüksek asitli topraklarda yetişmekte ve alüminyum içermektedir (FAIRWEATHER ve ark. 1987). Yaş ve cins gruplarında günlük alüminyum miktarında tahıl ürünleri %24-49, süt ürünleri %17-36, tatlılar %9-26 ve içeceklerin %5-10'luk katkı payları vardır (PENNINGTON ve ark. 1987). Besinlerden bazılarının alüminyum miktarları Çizelge 1'de verilmiştir.

Alüminyum içeren besin katkı maddeleri tamponlayıcı, nötralize edici, emülsifiyer vb. amaçlar için yaygın olarak kullanılırlar (GREGER, 1985). Kişi başına bu tuzlardan alınan alüminyum miktarı 19,2 mg/gün'dür. Bunun yaklaşık %75'i sodyum-alüminyum fosfat formunda alınmaktadır (PENNINGTON, 1988).

B) Alüminyum kaplardan besinlerin ve içeceklerin kontamine olmaları

Alüminyum ısıyı çabuk ve düzenli iletmesi, temizlenmesinin kolay olması, paslanmaması, hafif ve dayanıklı olması, çok iyi cila kabul etmesi ve ucuz olması mutfak araçlarında tercih edilmesinde başlıca nedenlerindendir (EREL, 1978). Amerikan Tıp Birliği Besin Konseyi 1951 yılında alüminyum kapların güvenilir olduğunu belirten bir bildiri yayınlamış ve alüminyum kaplar daha yaygın şekilde kullanılmışlardır (WILSON, 1951). Normalde alüminyum kapların yüzeyinde koruyucu oksit tabakası bulunmaktadır. Herhangi bir fiziksel ve kimyasal işlem bu tabakayı aşındırabilir (EREL, 1978).

Çizelge 1. Besinlerin İçerdiği Alüminyum Miktarları

Besinler	Ortalama Miktarı (mg/100g)	Besinler	Ortalama Miktar (mg/100g)
Süt (inek)	0,2	Bebek maması	0,4-0,06
Süt (koyun)	<0,1	Et (sığır)	0,45
Süt (keçi)	0,22	Et (yağsız)	2,66
Süt (insan)	0,84	K. ciğer	2,23
Yoğurt	<0,1	Koyun eti	0,4
Beyaz peynir	69,5	Tavuk eti	0,2
Çedar peynir	0,01	Balık	0,9
Yağlı tohumlar	0,02-1,4	Yumurta	0,14
Elma	0,15	Arpa	2,24
Kayısı	0,22	Yulaf	1,16
Muz	0,5	Pirinç	0,5
İncir	0,15	Buğday kepeği	2,6
Portakal	0,35	Büsküvi	1,63
Şeftali	0,21	Ekmek	0,9
Erik	0,25	Makarna	1,0
Kuru üzüm	2,9	Tereyağı	≥0,3
Y. Fasulye	1,23	Pamuk yağı	0,10
Salatalık	0,58	Krema	0,8
Marul	0,3	Margarin	<0,5
Mantar	0,93	İçme suyu	0,003
Maydanoz	1,2	Kola	0,07
Ispanak	1,6	Lahana	1,98
Domates	0,7		

(* PENNINGTON, 1988'den alınmıştır)

Bunun sonucunda, alüminyum kaplarda pişirilen yiyeceklere bir miktar alüminyum geçmektedir. Kullanılan alüminyum, kapların iç yüzeyinde zamanla çukurlaşmalar oluşur ve bunların çevresinde korozyon sonucunda alüminyum tozları birikir (LEVICK, 1980). Bazı bitkiler organik asitleri ve metal bağlayan ajanları içerirler. Bu öğeler alüminyum kapların yüzeyini bozabilirler (EREL, 1978). Asit özellikteki yiyeceklere geçen alüminyum miktarının önemli olduğu savunulmaktadır (TRAPP ve CANNON, 1981; KONNING, 1981; LIONE, 1984). Ayrıca alüminyum kaplarla bazık, tuzlu besinlerin teması, pişirme süresi de önemlidir (PENNINGTON, 1988). Kullanılan alüminyum kapların fiziksel darbelere maruz kalması (TRAPP ve CANNON, 1981), bu kaplardan alüminyumun çözünmesinde florun ve klorun da sinerjistik etkisi olduğu bildirilmiştir (TENNAKONE ve WICKRAMANAYAKE, 1987a; 1987b). Bu şekilde pişmiş besinlerin servis edilen porsiyon miktarı ile günlük alüminyum yüklemesine %9-17'lik katkıları olduğu ileri sürülmüştür (LIONE, 1984). Bir diğer görüşe göre

alüminyum kaplarda satılan içeceklerin günlük alınan alüminyum bakımından risk etkeni olabilecekleri rapor edilmiştir (DUGGAN ve ark. 1992). Ancak literatür verilerine göre uygulanan besin hazırlama ve pişirme yöntemleri ile kaplardan geçen alüminyumun yüksek olmadığı görüşü hakimdir (PENNINGTON, 1988; HUGHES, 1989; MASUN ve BESDINE, 1993; PENNINGTON ve SCHOEN, 1995).

C) İçme Suyu

Toprağa kıyasla suda bulunan alüminyum miktarı düşüktür. Bazı volkanik bölgelerdeki sular aşırı yüksek miktarda alüminyum içerebilir (CAMPBELL ve ark. 1957). İçme suyuna asit yağmurlarının karışması sonucu alüminyum topraktan ayrılıp suya geçmektedir (COPESTAKE, 1993). İçme sularının alüminyum miktarının yüksek ve vücutta emiliminin hızlı olduğu rapor edilmiştir (BIRCHALL ve ark. 1989; MARTYN ve ark. 1989). AET tarafından içme suları için maksimum kabul edilebilir alüminyum miktarı 0,2 mg/L olarak belirlenmiştir (EASTWOOD ve ark. 1990). Alüminyum tuzları şehir içme sularının temizlenmesinde topaklaştırıcı ajan olarak kullanılmaktadırlar. Bunun sonucunda da içme sularının alüminyum miktarı artmaktadır (CAMPBELL ve ark. 1957; UYSAL ve ark. 1990; EASTWOOD ve ark. 1990).

D) İlaçlar

Alüminyum tuzları tıpta tedavi amacı ile yaygın olarak kullanılır. Bunlardan en çok kullanılanı alüminyum hidroksitir. Böbrek hastalarında fosfor bağlayıcı ajan, peptik ülserli hastalarda antasit olarak kullanılmaktadır (ANONYMOUS, 1980). Yiyecek ve içeceklerle alınan alüminyuma göre farmakolojik dozlarla alınan alüminyum miktarı 20-200 kat daha fazladır GREGER, (1985). LIONE (1983) ise ilaçların türüne göre alınan alüminyum miktarının 5000 mg'a kadar çıktığını hesaplamıştır. Bu sonuca göre böbrek yetmezliği olan hastalarda alüminyum içeren ilaçlar yüksek miktarlarda verildiğinde alüminyumun serumdaki miktarları artmıştır (RECKER ve ark. 1977; ANONYMOUS, 1980). Bu şekilde alüminyum alımı diğer yollardan alınana göre fazladır (UYSAL ve ark. 1990). İki yıl antasit kullanan bir hasta tarafından 3 kg'dan daha fazla elementel alüminyumun sindirildiği, emilim verimi sadece %0,01 olursa vücudunda 168 mg'lık bir birikmenin olduğu tahmin edilmiştir (ANONYMOUS, 1987). Vücudumuzda bulunan total alüminyum miktarı ise 50 mg'dan azdır (UYSAL ve ark. 1990). Deneklere alüminyum tuzları verilince plazma alüminyum seviyesi yükselmiş, idrarla atılan alüminyum miktarında 10 kat artmıştır. Ancak alüminyum tuzlarının demansa (bunama) neden olduğuna ilişkin veri yoktur (HUGHES, 1989).

II. Parenteral sıvılarda alınan alüminyum

Böbrek yetmezliği olan hastalarda diyaliz tedavi sırasında beyinde alüminyum biriktiği rapor edilmiştir (ALFREY ve ark. 1980). Bu durum diyaliz ensefalopatisi olarak tanımlanmış ve diyaliz sıvısının hazırlandığı sudaki alüminyum miktarının yüksek olmasına bağlamıştır (UYSAL ve ark. 1990). Bunu önlemek için diyaliz sıvılarına deiyonizasyon veya geri ozmosiz uygulaması yapılmaktadır (HUGHES, 1989).

III. Endüstriyel toksisite

Alüminyum endüstrilerinde çalışanlar, alüminyuma maruz kalırlar ve çeşitli hastalıklar gelişebilir (HUGHES, 1989; UYSAL ve ark. 1990). Deodorantlarda alüminyumun kullanılması, solunum yoluyla alüminyumun alınmasına neden olmaktadır. Bu yolla alınan alüminyum akciğerlerde birikir. Akciğerlerdeki alüminyum miktarı diğer dokulardan yüksektir ve yaş ile artmaktadır (ALFREY, 1983).

IV. Deri yolu ile alınan alüminyum

Deri yolu ile alınan alüminyum miktarı önemsizdir (UYSAL ve ark. 1990). Alüminyum içeren bazı ilaçlar aşırı terleme ile savaş, kronik otitis mediada dış kulağın temizlenmesi için kullanılırlar. Bu ilaçların sürekli kullanılması deride hassasiyet oluşturmaktadır (HUGHES, 1989).

ALÜMİNYUM METABOLİZMASI

Alüminyum mide mukozası ve proksimal ince barsaktan emilir. Emilim çok düşüktür ve diyet faktörleri tarafından engellenmektedir. Alüminyumun sindirilmiş şekli asitle en az çözülmüş halidir (LOTE ve SAUNDERS, 1991; POWEL ve THOMPSON, 1993). Doğal oluşan alüminyum bileşikleri çözünmez haldedir, çok küçük miktarı emilmektedir. Bir görüşe göre içme sularındaki alüminyum çözünür haldedir ve daha kolay emilmektedir (MARTYN ve ark. 1989). Alüminyumun emilimini sitrat (QUARTLEY ve ark. 1993), paratroid hormon, vitamin D ve böbrek hastalarındaki üremi durumunu attırmaktadır (LOTE ve SAUNDERS, 1991). Alüminyumun en yoğun depolandığı doku kemiktir (POWEL ve THAMPSON, 1990). Alüminyum iyonu (Al^{+3}) transferine (PULLEN ve ark. 1990) ve ferritine bağlanarak taşınır (FLEMING ve JOSHI, 1987).

ALÜMİNYUMUN TOKSİSİTESİ

Normal böbrek fonksiyonu olan kişilerde alüminyumun büyük miktarı atılır. Kronik böbrek yetmezliği hastalarının son döneminde uzun süreli hemodiyaliz uygulaması çeşitli dokularda alüminyumun birikmesine neden olmaktadır. Alüminyumun vücutta birikmesi sonucu nörolojik bozukluklar, hiperaluminea, diyaliz ensefalopatisi, osteodistrofi ve anemi gibi durumlar görülmektedir (WILLS ve SARORY, 1983). Son 25 yıldan beri alüminyumun Alzheimer hastalığının oluşmasında rol oynadığı ileri sürülmektedir. Eldeki verilere göre alüminyum ile Alzheimer hastalığı arasında ilişki kurmak zordur (HUGHES, 1989). Alüminyumun Alzheimer hastalığına neden olmadığı, bu hastalık sırasında lokal olarak biriktiği tahmin edilmektedir (ROSS, 1994).

SONUÇ

Alüminyum çevremizde yaygın halde bulunmaktadır ve sadece tıbbi ilaçlarda değil pişirme kapları, konserve kapların üretiminde, çeşitli besinlerin hazırlanmasında da kullanılır. Alüminyumun çeşitli yollarla vücuda alınan miktarları son yıllarda dikkat çekmiştir. Alüminyum kaplar endüstrileşmiş dünyada önemli bir yer tutmaktadır. Bazı maddelerin alünyum üzerindeki korozyon etkileri sadece kap içinde pişirilen yiyecekler üzerindeki etkisi yönünden değil, aynı zamanda alüminyum temizleme malzemeleri ve yöntemleri yönünden de önem aşır. Alüminyum kaplar temizlenirken darbelerden korunmalı ve uygun temizleyiciler kullanılmalıdır. Bunun yanında uygun olmayan besinlerin seçimi, besin hazırlama yöntemleri ve tanımlanmamış ilaçların kullanılması günlük alüminyum alımını arttırabilirler. Ayrıca şehir içme suyu ile diyaliz sıvılarının arıtılması da önemlidir. Bu konuda titiz davranılmalıdır. Özellikle Alzheimer hastaların diyetlerinde alüminyum miktarı 3mg/gün'den daha az olmalıdır.

Alüminyum zararsız olarak değerlendirilmektedir. Ancak gerçekte böyle değildir. Bugünkü bilgilere göre alüminyumun etkileri tam bilinmemektedir. Bu nedenle daha çok çalışmaya gerek vardır.

KAYNAKLAR

- ALFREY, A.C., HEGG, A., CRASWELL, P., 1980. Metabolism and Toxicity of Aluminum in renal failure. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33: 1509-1516.
- ALFEY, A.C., 1983. Aluminum. *Advances in Clinical Chemistry*, 23: 69-91.
- ALFREY, A.C., 1984. Aluminuk Toxicity, *Bulletin New York Academy of Medicine*, 60(2): 21-212.
- ANONYMOUS, 1980. Is Aluminum harmless? *Nutrition Reviews*, 38 (7) 242-243.
- ANONYMOUS, 1987. Toxicologic Consequences of Oral Aluminum, *Nutrition Reviews*, 45 (3): 72-74.
- BIRCHALL, J.D., CHAPPEL, J.S. 1989. Aluminium Water Chemistry and Alzheimer's Disease, *Lancet*, 1: 153.
- CAMPBELL, I.R., CASS, J.S., CHOLAK, J., KEHEO, R.A. 1957, Aluminum in the Environmental of Man. *A.M.A. Archives of Industrial Health*, 15 (5): 359-448.
- COPESTAKE, P., 1993. Aluminium and Alzheimers Disease. *An Uptake, Food Chemical and Toxicology*, 31 (9): 679-685.
- DUGGAN, J.M., DICKERSON, J.E. TYNAN, P.T., HOUGHTON, A., FLAYNN, J.E., 1992. Aluminium Beverage cans as a Dietary Source of Aluminium. *Medical Journal of Austraille*, 156(5): 604-605.
- EASWOOD, J.B., LEVIN, G.E., PAZINAS, M., TAYLOR, A., DENTON, J., FREEMONT, A.J., 1990. Aluminium deposition in bone after contamination of drinking water supply. *Lancet*, 1: 462-465.
- EREL, S.S., 1978. Evde Kullanılan Araç ve Gereçler Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A-24, Ankara.

- FAIRWEATHER, S.J., FAULKS, R.M., FATEMI, S.J.A., MOORE, G.R., 1987. Aluminium in the Diet. *Human Nutrition; Food Sciences and Nutrition* 41 F: 183-192.
- FLEMING, J., JOSH, J.G., 1987. Ferritin Isolation of Aluminium, Ferritin Complex From Brain. *Proceedings National Academic Science, U.S.A.* 84: 7866-7870.
- GORMICAN, A., 1979. İnorganik Elements in Foods Used in Hospital Menus. *J. American Dietetic Association.* 56: 397-403.
- GREGER, J.L., 1985. Aluminum Content of the American Diet. *Food Technology*, 39 (5): 73-80.
- HUGHES, T., 1989. Aluminium and The Human Brain. *The practitioner*, 233: 920-923.
- KAJDA, P.K., 1986. Aluminium and your pour of tea. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 48: 149-151.
- KONNING, J.H., 1981. Letters to the Editor. *New England Journal Medical*, 304(3): 173-174.
- LEVICKS, S.E., 1980. Dementia From Aluminum Pots. *New England Journal Medical*, 303 (2): 164.
- LIONE, A., 1983. The Prophylactic reduction of aluminium intake. *Food and Chemical Toxicology*, 21: 103-109.
- LIONE, A., 1984. Letters, to the Editor, *Nutrition Reviews*, 42 (1): 31.
- LOTE, C.J., SAUNDERS, H., 1991. Aluminium; gastrointestinal absorption and renal excretion. *Clinical Science* 81 289-295.
- MARTYN, C.N., BARKER, L.J.P., OSMOND, C., HARRIS, E.C., EDWARDSON, J.A., LACK, R.F., 1989. Geographical relationship between Alzheimer's disease and aluminium in drinking water. *Lancet*, 1: 59-62.
- MASON, R.P., BESDINE, R.W., 1993. Aluminium in Alzheimer's Disease. *J. American Medical Association*, 270 (157): 1968.
- PENNINGTON, J.A.T., JONES, J.W., VANDERVEEN, J.E., 1987. Aluminum in Total Diet Study Foods and Diets (Abstract). *Federation Proceeding*, 46 (3): 1002.
- PENNINGTON, J.A.T. 1988. Aluminum content of foods and diets. *Food Additives and Contaminants*, 5 (2): 161-232.
- PENNINGTON, J.A.T., SCHOEN, S.A., 1995. Estimates of dietary exposure to aluminum. *Food Additives and Contaminants*, 12S(1): 119-128.
- POWEL, J.J., THOMPSON, R.P.H., 1990. Aluminium deposition in bone after contamination of drinking water supply. *Lancet*, 1: 888, 1990.
- POWEL, J.J., THOMPSON, R.P.H., 1993. The Chemistry of aluminium in the gastrointestinal lumen and its uptake and absorption. *Proceedings of the Nutrition Society*, 52: 241-253.
- PULLEN, R.G., CANDY, J.M., MORRIS, C.M., TAYLOR, G., KEITH, A.B., EDWARDSON, J.A., 1990. Gallium-67 as a potential marker for aluminum transport in rat brain: Implications for Alzheimer's Disease. *Journal of Neurochemistry*, 55: 251-259.
- QUARTLEY, B., ESSELMONT, G., TAYLOR, A., DOBROTA, M., 1993. Effect of Oral Aluminium Citrate on Short-Term distribution of Aluminium. *Food and Chemical Toxicology*, 31 (8): 543-548.,
- RECKER, R.R. BLOTCKY, A.J., LEFFLER, J.A., RACK, E., P., 1977. Evidence of Aluminum Absorption from the Gastrointestinal Tract and Bone Deposition by Aluminum Carbonate Ingestion with Normal Renal Function. *J. Laboratory Clinical Medical*, 90: 810-815.
- ROSS, M., 1994. Many questions but no clear answers on link between aluminum. Alzheimer's disease. *Canadian Medical Association Journal*, 150(1): 68-69.
- TENNAKONE, K., WICKRAMANAYAKE, S., 1987a. Aluminum Leaching from Cooking Utensils. *Nature*. 305: 202.
- TENNAKONE, K., WICKRAMANAYAKE, S., 1987b. Aluminum and Cooking (Letter), *Nature*, 329: 398.
- TRAPP, G.A., CANNON, J.B., 1981. Aluminum Pots As a Source of dietary Aluminum. *New England Journal Medical*, 303(3): 174-173.
- UYSAL, H. ERGENE, N., BALTACI, A.K., 1990. Alüminyum ve İnsan sağlığı, *Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 6(2): 230-237.
- WILSON, J.R., 1951. The Use of Aluminum Cooking Utensils in the preparation of Foods. *J. American Medical Association*, 146: 477.
- WILLS, M.R., SARORY, J., 1983. Aluminium Poisoning: Dialysis Encephalopathy, Osteomalacia and Anaemia. *lancet*, 2: 29-33.