

Bu makale, 2005. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı (Editör: Dr. Eşref Atabey), JMO yayını: 95. Sayfa: 154-167 yayımlanmıştır.

BÖBREK TAŞLARININ BİYOJEOKİMYASI: SİVAS BÖLGESİNDEN BAZI ÖRNEKLER (Tam metin)

Hüseyin YALÇIN, Fatma YALÇIN

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

Giriş

Üriner sistem taşları; böbrekten mesaneye kadar üriner sistemin herhangi bir kesiminde, insanların yaklaşık % 5-10'unda yaşamlarının herhangi bir bölümünde oluşabilmektedir (Medicinenet, 2005). Sivas bölgesindeki 525 üriner sistem taşlarının yaklaşık % 72'ini Ca-okzalit (% 37 vevellit, % 2 vedellit, % 33 vevellit + vedellit), % 8'ini ürisitler, % 3'ünü fosfat, % 2'sini L-sistin, % 10'unu Ca-okzalit + ürisit, % 5'ini Ca-okzalit + fosfat oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, üriner sistem taşlarının incelenmesinden yola çıkılarak, doğa-insan etkileşimine ve tıp-jeoloji arasındaki bilimsel kesişme noktasına dikkati çekmektir (Örneğin; Catherine ve Skinner, 2000; Selinus, 2005; Atabey, 2005).

Materyal ve Analitik Yöntemler

Sivas ili ve çevresinden Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'ne gelen hastalara ait 525 böbrek taşlarının yaklaşık % 90'ı açık cerrahi, % 5'i kırma, % 5'i de doğal yolla elde edilmiştir. Bunlar optik mikroskop, X-ışınları difraktometresi (XRD) ve atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) kullanılarak C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) incelenmiştir.

Böbrek taşlarının tüm kayaç mineralojisi, Rigaku marka DMAX IIIC model XRD cihazında saptanmış ve yarı-nicel yüzdelerinin hesaplanmasında Brindley'in (1980) dış standart yöntemi esas alınmıştır. İlgili mineraller için hesaplanan mineral şiddet faktörleri sırasıyla verilmiştir: Vevellit 1.00, vedellit 0.91, vitlokite 3.13, ürisit 0.30, ürik asit hidrat 0.25, amonyum asit urat 3.13, karbonat hidroksilapatit 6.59, dahlit 3.13, sistin 2.95, sodyum urat hidrat 2.09, struvit 1.19, brushit 4.86 ve kalsit 0.86.

Mono- ve polimineralli böbrek taşlarından seçilen 60 adet örnekte monomineralli veya bir mineralin baskın olduğu 51 örneğin kimyası, Perkin Elmer marka 2380 model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde 14 element (Ca, Mg, Sr, Fe, Mn, Na, K, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr ve Li) üzerinde gerçekleştirilmiştir. USGS (Flanagan, 1976) ile CRPG, GIT-IWG ve ANRT (Govindaraju, 1989) kayaç standartları eşliğinde yapılan analizlerde hata miktarı ana elementlerde yaklaşık \pm % 2, iz elementlerde \pm % 5 mertebesinde.

Morfoloji ve Optik Mikroskop

Üriner sistem taşları genellikle beyaz-sarı ve kahvenin çeşitli tonlarında renklere sahip olup, büyüklüğü 1-80 mm arasında değişmektedir (Şekil 1). Yaygın morfolojilerini tekli veya birleşik yumrular, basık veya yassılaştırmış küresel ve elipsoyidal biçimler oluşturmaktadır. Bütünüyle böbreğin şeklini almış, ayrıca küresel/elipsoyidimsi yumruların oluşturduğu çok kollu yıldız-benzeri oluşumlara da rastlanabilmektedir. Üriner sistem taşlarının yüzeyi pürüzlü olabildiği gibi, parlak ve cilalı gibi de olabilmektedir. Ayrıca tıkkız ve/veya gözenekli, soğan kabuğu gibi iç içe geçmiş halkalardan oluşabilmektedir. Bir böbrekte tek bir veya tane boyu birkaç mm arasında değişen onlarca taş da bulunabilmektedir.

Üriner sistem taşlarının optik mikroskopik incelenmesi; bunların kimyasal sedimanter kayaçlarda bulunan dokusal özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Konsantrik halkalardan oluşan oolit-pizolit benzeri taneler (200-500 μ) birleşik yumruları oluşturmaktadır (Şekil 2a). Aynı böbrek taşında jel dokulu vevellitler içinde koyu renkli oolit-benzeri bir başka mineral bulunmaktadır (Şekil

2b). Ayrıca, mikrolaminasyonların oluşturduğu iç içe geçmiş halkalara eşlik eden ışınsal dizilimler de gözlenmektedir (Şekil 2c). İnce taneli vevellit kristallerinden oluşan konsantrik lamelli oolit-benzeri tanelerin boyu 2 mm'ye kadar çıkabilmektedir (Şekil 2d). İnce ve iri taneli vevellit kristalleri ondülasyonlu mikrolaminasyonlar oluşturmaktadır (Şekil 2e). İnce ve iri taneli vevellit ve karbonat hidroksil apatit içeren böbrek taşında zikzaklı mikrolaminasyonlara rastlanılmıştır (Şekil 2f). Aynı örnekte özşekilli çubuksu kristalleri de gözlenmiştir (Şekil 2g). Sparit-benzeri özelliklere sahip sistin kristalleri özşekilsiz tanelerden oluşmaktadır (Şekil 2h).

X-Işını Mineralojisi

Üriner sistem taşlarını oluşturan biyomineraller bolluk sırasına göre vevellit, vedellit, ürisit (ürük asit), ürik asit hidrat, karbonat hidroksilapatit, dahlit, L-sistin, struvit, sodyum urat hidrat, amonyum asit urat, vitlokit, brushit ve kalsitir (Çizelge 1). Bir böbrekte bir veya birden fazla mineral türü oluşabilmekte; her iki böbrekte aynı veya farklı türde mineraller de gözlenebilmektedir.

Bir tek mineralden (vevellit % 37, ürisid % 6, vedellit % 2, L-sistin % 2, struvit % 1, karbonat hidroksilapatit % 1) oluşan böbrek taşları % 49 ile temsil edilmektedir. İki minerali birlikteliklerin en yaygın olanları vevellit + vedellit (% 33) ve vevellit + ürisid (% 5) minerallerinden oluşmaktadır. Diğer birliktelikler (ürisit + ürik asit hidrat, vevellit + karbonat hidroksil apatit, vevellit + struvit, vedellit + sodyum urat hidrat, struvit + sistin, struvit + karbonat hidroksilapatit, vevellit + dahlit, vedellit + ürisit, vedellit + karbonat hidroksilapatit, vedellit + dahlit, vedellit + struvit, karbonat hidroksilapatit + dahlit, dahlit + struvit) % 5 olmak üzere toplam % 43 ile temsil edilmektedir.

Üç minerali birlikteliklerin (vevellit + vedellit + ürisit % 2, vevellit + ürisit + ürik asit hidrat % 2, vevellit + vedellit + karbonat hidroksilapatit % 1) oranı % 5'tir. Ender olarak belirlenen diğer topluluklar ise vedellit + struvit + karbonat hidroksilapatit, vevellit + vedellit + brushit, vedellit + vitlokit + dahlit, ürisit + amonyum asit urat + sistin, vedellit + ürisit + ürik asit hidrat, vevellit + vedellit + struvit, vedellit + ürik asit hidrat + dahlit, vevellit + ürisit + brushit, vevellit + karbonat hidroksilapatit + dahlit, vevellit + sodyum urat hidrat + karbonat hidroksilapatit, vevellit + ürisit + amonyum asit urat, vevellit + vedellit + kalsitir.

Dört mineralden oluşan birliktelikler (vevellit + vedellit + amonyum asit urat + sistin, vevellit + vedellit + ürisid + karbonat hidroksilapatit) ise % 3 ile en düşük seviyededir.

Çoğunluğu monominerallerden oluşan XRD desenleri Şekil 3 de sunulmuştur. Böbrek taşlarını oluşturan minerallerin XRD verileri CPDS (J.C.P.D.S., 1990; MINCRYST, 2005) kartları ile karşılaştırıldığında; d(hkl) ve/veya yansıma şiddetleri arasında yer yer önemli farklılıkların bulunduğu saptanmıştır.

Organik asitlerin tuzları (Ca-okzalatl) olarak bilinen vevellitin yapısı $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$; Tazzoli ve Domeneghetti (1980) tarafından ortaya konulmuştur. Vevellitin XRD difraktogramı, CPDS verilerine büyük ölçüde uymaktadır (Şekil 3a). Ca-okzalatlın diğer üyesi vedellit yapısı $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Sterling (1964) tarafından tanımlanmıştır. CPDS verileri ile karşılaştırıldığında; vevellitin (200) yansımasının şiddeti düşüktür (Şekil 3b). Ayrıca, CPDS'te tanımlanmayan 3.59 Å daki pik MINCRYST'deki (301) yansımasının 3.58 Å pikine karşılık gelmektedir. Sistinin ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2$) XRD verileri (4.78 Å, I=16), CPDS'in verilerinden (4.70 Å, I=94) değer ve şiddet bakımından farklıdır (Şekil 3c).

Enfeksiyon taşı olarak bilinen bir sulu fosfat minerali olan struvitin yapısı $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; Albona ve diğ. (1984) tarafından çözümlenmiştir. CPDS ile karşılaştırıldığında; şiddet bakımından (111) yansımasının yarıya azaldığı, (022) yansımasının ise iki kat arttığı gözlenmiştir (Şekil 3d).

Organik asitlerin tuzlarından birisi olan bir susuz ürik asit olan ürisitin yapısı ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$); Shirley ve Sutor (1968) tarafından açıklanmıştır. (Şekil 3e). 6.32 Å (I=2) ve 3.63 Å (I=3) pikleri CPDS tanımlamasında bulunmamaktadır. Buna karşın, CPDS'de gözlenen 5.46 Å daki (I=40) (101) ve 2.73 Å daki (I=40) (202) yansımaları ise bu çalışmada belirlenmemiştir. Shirley (1966) tarafından sulu ürik asit olarak tanımlanan ürik asit hidrat ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); CPDS'deki yansımalara ilaveten 4.44 Å (I=4), 2.95 Å (I=5) ve 2.24 Å (I=4) piklerini de içermektedir (Şekil 3f).

Sodyum urat hidratın ($\text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{NaO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) XRD verileri, CPDS'e göre, küçük 2θ açılımlarına karşılık gelen d değerlerinde az ve şiddetlerinde ise yaklaşık 2-6 kat arasında azalma saptanmıştır

(Şekil 3g). Susuz fosfat minerallerinden karbonat-hidroksilapatitin $Ca_{10}(PO_4)_5(CO_3)(OH)_2$ XRD difraktogramı Şekil 3h da görülmektedir. Brophy ve Nash (1968) tarafından fosil kemiklerde tanımlanan dahlitin $Ca_{10}(PO_4)_5(CO_3)(F)_2$; XRD değerleri Şekil 3i de sunulmuştur. Bir susuz fosfat minerali olan vitlokitin yapısı $(CaMg)_3(PO_4)_2$ Calvo ve Gopal (1975) tarafından aydınlatılmış olup; bu mineralin kimyasında Fe'in varlığını da belirtmiştir. Bu çalışmada saf vitlokite rastlanılmadığından, bir karşılaştırma olanağı bulunamamıştır (Şekil 3i). Amonyum asit ürat $C_5H_7N_5O_3$ (Şekil 3j) ve sulu asit fosfat minerallerinden brushitin $Ca(HPO_4) \cdot 2(H_2O)$ (Şekil 3k) XRD verileri, bu minerallerin saf fraksiyon oluşturmaması nedeniyle karşılaştırılamamıştır.

Biyojeokimya

Böbrek taşlarının bazı eser element içerikleri geniş bir aralıkta dağılım göstermekte ve minerallerden minerale değişmektedir (Çizelge 2) (mg/l): K=33-4797, Sr=1-894, Cu=1-28, Pb=1-176, Zn=2-1061, Mn=1-26, Fe=8-227, Rb=1-29, Cr=1-18, Ni=1-48, Co=1-19, Li=1-2. Ca, Mg ve Sr birlikte davranmakta olup; Mg içeriği; okzalat ve fosfatlarda artmakta (36-16650), ürisid, ürat ve sistinlerde azalmaktadır (5-58). Sr'un miktarı, Ca- ve Mg-minerallerinde 44-894; diğerlerinde ise 1-12 arasında değişmektedir. Na içeriği, en yüksek düzeye fosfatlarda, en düşük düzeye sistin ve ürisitlerde ulaşmaktadır. K değeri, Mg-fosfatlarda (struvit) artmakta, diğerlerinde kısmen azalmaktadır.

Böbrek taşlarını oluşturan saf veya safı yakın mineral fazlarının ortalama eser element içerikleri; bazı elementlerin bazı mineral yapılarında yer almadıklarını göstermektedir (Şekil 4). Mg sodyum ürat hidratta; Sr sistin ve üritte; Na, K, Fe ve Pb sistinde; Cu amonyum asit üratında; Zn ve Fe karbonat florapatitte; Cr sodyum ürat hidrat, sistin ve ürisitte; Co ve Ni ürisitte en düşük derişimde bulunmaktadır.

Al-Kofahi ve Hallak (1996), böbrek taşlarının türünü belirtilemeksizin 6 adet analizlerinde aşağıdaki değerleri bildirmektedirler: % olarak C 45.13, O 20.90, N 8.45, Ca 8.34, Mg 4.24, F 3.01, P 2.61, S 1.47 ve K 1.11; mg/l olarak Si 8495, Na 4919, Cl 2552, Fe 1175 ve Br 333. Başlıca kalsiyumlu ve fosfatlı minerallere karşılık gelen bu sonuçlar; böbrek taşlarında katyonların yanı sıra, anyonlarında (F, Cl ve S) önemli derişimlere ulaştığı ve oluşacak böbrek taşlarının türünü denetlediği düşünülebilir.

Sivas havzasında yaygın sedimanter kayaç ve minerallerin bazı eser element içerikleri Çizelge 3 de Sivas kenti ve çevresindeki içme sularının bazı kimyasal element içerikleri Çizelge 4 ve 5 de verilmiştir. Bu çözümlenmelerde en dikkati çeken sonuç, çoğu katyon ve anyonların yüksekliğinin yanı sıra, özellikle Sr içeriğinin yüksekliğidir. Diğer bir ifadeyle, Sivas bölgesi içme suları böbrek taşı oluşturabilme potansiyeline sahip gözükmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Böbrek taşlarında belirlenen minerallerden vevellit; sıcaklığın en az 68 °C olduğu, jeolojik ortamlarda kararlı olup; üç tip oluşuma sahiptir (Hofmann ve Bernasconi, 1998): (1) yüzeysel / biyolojik (topraklar, pekişmemiş sedimanlar, mağaralar, kayaç kabukları, organizmalar), (2) diyajenetik (pekişmiş sedimanter kayaçlar, başlıca konkresyonlar), (3) hidrotermal (herhangi bir kayaçta başlıca damar-tipi oluşumlar). Vevellit; C2 karbonlu kondritlerde de tanımlanmıştır (Fuchs ve diğ., 1973). Bu minerale Ordovizyen-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuş karbonlu litolojilerde (kireçtaşı, grafit şist, kömür vb.) rastlanabilmektedir (Hofmann ve Bernasconi, 1998). Vedellit; yüzeysel / biyolojik ve diyajenetik ortamlarda gözlenmiştir (Hofmann ve Bernasconi, 1998). Vitlokit; jeolojik ortamlarda kompleks zonlu granit pegmatitlerde ikincil mineral olarak bulunmuştur (Webmineral, 2005). Karbonat hidroksilapatit ve karbonat florapatite (dahlit); sedimanter ve skarn kayaçlarında (Webmineral, 2005), memelilerde ise kemik ve dişlerde bulunur (Webmineral, 2005; Yalçın ve Bozkaya, 2003). Brushit; Guano yataklarında en yaygın mağara mineral olup; kalsit ve kil içeren fosfatca zengin çözeltilerin tepkimesi ile düşük sıcaklıklarda oluşur (Webmineral, 2005). Ürisite Batı Avustralya'daki Dingo Donga mağarasında (Rawlinna) rastlanılmıştır (Webmineral, 2005). Yaygın olarak üriner sistemde bulunan minerallerin bir kısmına karbonlu kondritlerde; memelilerin kemik ve dişlerinde, ayrıca jeolojik ortamlarda rastlanması; evren-insan arasındaki ilişkiyi göstermesi bakımından ilginçtir. Diğer bir ifadeyle; insan anatomisi mineral oluşumları için bir düşük sıcaklık ortamı koşullarına sahiptir.

İç Anadolu'da (Sivas ve çevresi) böbrek hastaların % 66'sını erkekler, % 34'ünü kadınlar oluşturmaktadır. Cinsiyetlere göre olan bu dağılım, İstanbul başta olmak üzere Marmara bölgesi için verilen istatistiğe (% 63 erkek, % 37 kadın) de büyük benzerlik göstermektedir (Yılmaz ve Pehlivan, 1993). Türkiye için ortaya çıkan bu saptama; kadınların erkeklere göre üriner sistem hastalığından 1/3 oranında daha az etkilendiğini ortaya koyan dünya ölçeğindeki istatistiklere (Medicinenet, 2005) de aynen uymaktadır.

Dünyadaki istatistiklere göre üriner sistem taşlarının yaklaşık % 60'ını Ca-okzalit, % 9'unu Ca-fosfat, % 11'ini Ca-okzalit + Ca-fosfat, % 20'sini diğerleri oluşturmaktadır (Medicinenet, 2005). Sivas bölgesinde ise yaklaşık % 72'ini Ca-okzalitler, % 8'ini ürisidler, % 3'ünü fosfatlar, % 2'sini L-sistin, % 10'unu Ca-okzalitler + ürisidler, % 5'ini Ca-okzalitler + fosfatlar oluşturmaktadır. Yer yer önemli olan bu mineralojik farklılıklar; insanların etkileşim içinde bulunduğu jeolojik malzemenin yanı sıra, ülkelerin sosyo-ekonomik koşulları ile de yakın ilişki içindedir.

Üriner sistem taşlarının başlıca oluşum nedenleri; genetik, anatomik bozukluklar, metabolik düzensizlikler, diyet uygulanması, ilaçla aşırı Ca alınması, aşırı okzalitli yiyecekler, bazı hastalıklar, hareketsizlik, iklimsel koşullar (Medicinenet, 2005) ve nonobakterilerdir (Çiftçioğlu ve diğ., 1999). Örneğin bu çalışmada da saptandığı üzere, balıkla yoğun beslenen insanlarda fosfatlı taşların gözlenmesi, beslenme rejimi ile böbrek taşı oluşumu arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Ca- ve Mg-mineralleri içeren taşlarda Sr içeriğinin yüksekliği, ilgili elementlerin birbirlerinin yerini almasının yanı sıra, evaporitik Sivas havzasının bir Sr-provinsi olması (Baysal ve Ataman, 1978; Yalçın, 1991; Tekin, 2001) ve bu elementin içme suyu ile alınarak böbrek taşlarında biriktirilmesi biçiminde değerlendirilmiştir. Böbrek taşlarını oluşturan mineraller Çizelge 6 da formülize edilmiştir. Böbrekte bol bulunan ürenin hidrolizi ile açığa çıkan iyonlar ve besinlerden gelen katyon ve anyonların da katkısıyla farklı türde mineraller oluşmaktadır. Bu tepkimeler dikkate alınarak genel bir şema oluşturulmuştur (Şekil 4). Bu verilerden itibaren böbrek taşlarının türünü denetleyen faktörlerin katyon ve/veya anyon oranları ve pH olduğu ileri sürülebilir. Örneğin; Ph 7.2 den küçük ise struvit, 6.8 den küçük ise karbonat apatit oluşabilmektedir (Bicler ve diğ., 2002). Tedavi biçimleri; çoğunlukla 4 mm den küçük tane boyuna sahip taşların bol sıvı içilerek mesaneden atılması, şok dalga (ESWL-extracorporeal shock wave lithotripsy) veya kırma litotripsi (percutaneous nephrostomy / ultrasound veya electrohydraulic lithotripsy) ile taşların parçalanarak yine mesaneden atılması ve açık cerrahi müdahale ile taşın çıkartılması olarak sıralanabilir (Medicinenet, 2005). Üriner sistem taşlarının tedavi olduktan sonra tekrarlanması da yaygındır. Bu nedenle, her hastaya göre üriner sistem taşlarının oluşum nedenleri doğru bir biçimde belirlenmeli ve tedavi biçimleri de buna bağlı olarak geliştirilmelidir. Diğer taraftan, üriner sistem taşlarının farklı morfolojik, dokusal, mineralojik ve kimyasal özelliklerde olması; bunların tedavisinde uygulanacak yöntemlerin belirlenmesinde tıp-jeoloji, dolayısıyla hekim-mineralog işbirliğini gerektirmektedir.

Çizelge-1 1994-2004 yıllarına ait üriner sistem (böbrek) taşlarının hastalara göre dağılımı (K=Kadın, E=Erkek, T=Toplam).

	K	E	T		K	E	T
Tek Mineral				Karbonat hidroksilapatit+Dahlit	-	0.2	0.2
Vevellit	11.8	25.4	37.2	Dahlit+Struvit	-	0.2	0.2
Ürisid	3.2	2.8	6.0	Üç mineralli birliktelikler			
L-sistin	0.9	0.9	1.8	Vevellit+Vedellit+Ürisit	1.0	0.4	1.4
Vedellit	0.6	0.9	1.5	Vevellit+Ürisit+Ürik asit hidrat	0.2	0.8	1.0
Struvit	0.2	0.6	0.8	Vevellit+Vedellit+Karbonat hidroksilapatit	0.4	0.4	0.8
Karbonat hidroksilapatit	0.6	-	0.6	Vedellit+ Struvit+Karbonat hidroksilapatit	-	0.4	0.4
Ürikasit hidrat	-	0.2	0.2	Vevellit+Vedellit+Brushit	-	0.2	0.2
Çift mineralli birliktelikler				Vedellit+Vitlokite+Dahlit	-	0.2	0.2
Vevellit+Vedellit	10.0	22.6	32.6	Ürisit+Amonyum asit urat+Sistin	0.2	-	0.2
Vevellit+Ürisit	1.9	3.4	5.3	Vedellit+Ürisid+Ürik asit hidrat	-	0.2	0.2
Ürisid+ Ürikasit hidrat	0.9	1.3	2.2	Vevellit+Vedellit+Struvit	-	0.2	0.2
Vevellit+Karbonat hidroksilapatit	0.7	1.1	1.8	Vedellit+Ürik asit hidrat+Dahlit	0.2	-	0.2
Vevellit+Struvit	0.4	0.4	0.8	Vevellit+Ürisit+ Brushit	-	0.2	0.2

Vedellit+Sodyum ürat hidrat	-	0.4	0.4	Veveilit+Karbonat hidroksilapatit+Dahlit	0.2	-	0.2
Struvit+Sistin	-	0.4	0.4	Veveilit+Na-ürat hidrat+Karbonat hidroksilapatit	0.2	-	0.2
Struvit+Karbonat hidroksilapatit	0.2	0.2	0.4	Veveilit+Ürisit+Amonyum asit ürat	0.2	-	0.2
Veveilit+Dahlit	0.4	-	0.4	Veveilit+Vedellit+Kalsit	0.2	-	0.2
Vedellit+Ürisit	-	0.2	0.2	Dört minerali birliktelikler			
Vedellit+Karbonat hidroksilapatit	-	0.2	0.2	Veveilit+Vedellit+ Amonyum asit ürat+Sistin	-	0.4	0.4
Vedellit+Dahlit	-	0.2	0.2	Veveilit+Vedellit+Ürisit+ Karbonat hidroksilapatit	-	0.2	0.2
Vedellit+Struvit	0.2	-	0.2				

Çizelge-2 Bazı seçilmiş böbrek taşlarının kimyasal analiz sonuçları (mg/l)

Ör.	Mineral	Ca	Mg	Na	K	Sr	Cu	Pb	Zn	Mn	Fe	Rb	Cr	Ni	Co	Li
35	Wh	n.a.	405	675	144	73	<1	12	107	<1	51	<1	12	21	<1	<1
69	Wh	n.a.	1125	925	211	308	15	70	232	13	42	6	12	17	16	1
49	Wh	n.a.	153	842	885	44	6	47	26	<1	227	<1	12	17	11	<1
65	Wh	n.a.	306	546	217	73	6	59	106	13	84	<1	12	21	16	1
73	Wh	n.a.	2430	916	138	132	6	47	53	<1	76	<1	12	21	11	1
4	Wh	n.a.	114	830	382	101	4	81	43	15	126	<1	13	15	19	<1
9	Wh	n.a.	392	569	214	98	7	79	90	14	94	<1	13	48	18	1
12	Wh	n.a.	225	472	276	117	6	47	48	<1	84	<1	12	26	16	<1
25	Wh	n.a.	36	490	218	88	6	35	40	<1	76	<1	12	13	16	<1
215	Wd	n.a.	558	796	525	176	6	59	323	<1	84	<1	12	17	16	1
441	Wd	n.a.	783	1434	342	161	6	59	501	13	67	6	12	17	16	1
314	Wd	n.a.	495	601	337	205	3	82	279	<1	126	<1	6	26	22	<1
253	SUH	10134	5	3199 2	706	22	5	18	12	<1	89	<1	<1	6	8	<1
260	SUH+CHA+Wh	na	11700	5846	272	527	6	35	418	13	34	6	12	26	16	1
10	LS	2378	36	148	162	3	<1	<1	3	<1	42	<1	<1	9	<1	<1
377	LS	991	45	342	170	3	3	12	22	1	51	<1	<1	9	<1	<1
489	LS	274	23	278	134	3	3	12	5	13	34	<1	<1	<1	5	<1
500	LS	1784	38	93	46	3	<1	12	2	13	51	<1	<1	4	5	<1
516	LS	753	38	65	33	3	3	<1	25	13	17	<1	<1	4	5	<1
465	LS	174	16	194	108	3	<1	<1	3	<1	25	<1	<1	4	<1	<1
72	St	n.a.	12348 0	651	3661	44	3	23	63	<1	25	23	12	21	11	1
258	St	n.a.	72720	1513	2230	366	6	47	211	<1	8	17	18	13	11	1
179	St+Wh	n.a.	44190	2803	991	396	6	47	338	<1	25	6	18	21	11	1
356	St±Wh	n.a.	26028	2960	2588	894	6	35	427	<1	34	11	18	17	11	2
144	St±Wh	n.a.	56160	2494	1978	440	3	35	450	<1	59	11	18	17	16	1
228	St+Wd	n.a.	43380	2849	1004	747	6	35	96	<1	34	11	18	21	16	1
354	St+LS	n.a.	51300	1277	4439	264	3	12	80	<1	17	29	12	9	5	1
230	St±Wd±Wh	n.a.	80460	2153	1368	425	3	35	433	<1	51	6	12	13	11	1
47	St+CHA	n.a.	56520	2409	2819	484	6	59	528	13	42	11	18	21	5	1
116	CHA±Wh	n.a.	32220	2609	747	234	6	35	513	13	34	6	18	21	11	1
505	CHA+St	n.a.	24480	6105	4797	557	9	47	459	26	34	6	18	21	11	2

60	CHA±Wh	n.a.	8919	2775	584	352	9	70	615	13	76	6	18	21	11	2
124	CHA±Wh	n.a.	6624	2979	719	49	9	141	696	<1	34	6	18	21	11	2
245	CHA±Wh	n.a.	16650	2377	528	601	<1	70	835	13	42	6	18	26	11	2
140	CHA+Dh	n.a.	9202	2816	843	661	16	49	106 1	14	18	6	18	22	17	2
474	CHA+Dh±Wh	n.a.	7173	2220	591	630	9	47	229	13	25	6	18	26	<1	2
146	CHA±Wd±UAH	n.a.	7029	3090	242	352	15	23	226	<1	51	6	18	30	16	1
421	CHA+Wt±Wh	n.a.	8820	2942	778	469	28	47	29	13	34	6	18	21	<1	1
159	CHA	n.a.	8298	2840	587	454	3	70	405	<1	93	6	18	21	11	2
183	CHA	n.a.	7335	2368	491	762	28	176	363	13	51	6	18	17	11	1
39	Ur+UAH	49550	45	1286	324	29	3	23	25	13	84	<1	6	13	<1	<1
108	Ur+UAH	2775	53	1304	441	3	9	<1	24	<1	59	<1	<1	4	<1	<1
143	Ur+UAH	1784	58	1249	239	3	3	<1	52	<1	59	<1	<1	4	<1	<1
182	Ur+UAH	6541	36	638	243	3	3	12	8	26	34	<1	<1	4	<1	<1
472	Ur+UAH	20018	40	657	309	15	3	12	8	<1	8	<1	<1	<1	<1	<1
41	Ur+UAH	63820	36	546	244	15	6	<1	6	13	8	<1	6	4	5	<1
315	Ur+UAH	11496	50	759	363	3	<1	<1	16	<1	34	<1	<1	<1	<1	<1
319	Dh+Wh	n.a.	5850	2433	282	571	12	23	2	13	25	<1	18	30	11	1
299	AAU±Ur±Wh	49154	3524	3008	5323	205	<1	12	299	<1	34	6	6	4	5	1
359	Bh+Wd+Wh	n.a.	73	790	381	119	13	64	122	<1	57	<1	16	23	15	1
425	Bh+Wh±Ur	n.a.	206	1299	230	80	3	13	34	<1	128	<1	6	19	<1	1

Wh=Veveilit, Wd=Veddellit, Wt=Vitlokkit, Ur=Urisit, UAH=Urik asit hidrat, AAH=Amonyum asit urat, SUH=Sodyum urat hidrat, CHA=Karbonat hidroksilapatit, Dh=Dahllit, LS=L-sistin, St=Struvit, Bh=Brushit, n.a.=analizi yapılmadı.

Çizelge-3 Oligo-miyosen yaşlı jips ve eşlikçi kil minerallerinin ortalama bazı eser element içerikleri (mg/l).

Örnek	n	% MgO	Sr	Li	F
Jips*	58	0.62	783	3	16
Jips**	7	0.03	2180	2	n.a.
Jips***	26	0.69	3946	3	4
Halit**	2	0.18	186	2	n.a.
Kil minerali*	27	8.83	57	62	706
Killi kayac**	10	8.44	509	n.a.	na.

n örnek sayısı, n.a. analizi yapılmadı, Ataman ve Baysal (1980), ** Yalçın (1991), ***Tekin (2001)

Çizelge-4 Sivas kenti içme ve kullanma sularının genel özellikleri (Çiner ve Cerit, 1992).

Parametre	Şebeke suyu	Sokak çeşmeleri suyu	Kepenek suyu	Üniversite suyu
pH	7.10-7.80 (7.40)	7.50-8.00 (7.80)	7.70-8.40 (7.30)	7.30-7.50 (7.40)
FS	21.50-40.64 (31.76)	16.78-29.40 (19.68)	10.08-18.90 (13.59)	89.18-90.66 (89.92)
Na (mg/l)	3.20-14.87 (6.41)	0.74-11.06 (2.90)	0.69-10.37 (3.90)	43.43-88.74 (60.23)
K	0.59-1.06 (0.82)	0.35-2.70 (0.47)	0.27-0.55 (0.43)	2.42-2.70 (2.58)

Ca	88.24-131.90 (107.82)	59.94-97.40 (60.80)	36.05-62.40 (46.03)	281.52-287.60 (285.05)
Mg	11.00-18.75 (13.86)	3.64-13.30 (5.74)	2.24-10.59 (5.11)	45.15-46.06 (45.72)
Zn	0.008-3.45	0.005-0.59	n.a.	0.06-0.30
Sr	0.66-1.14	0.31-0.61	n.a.	10.71-12.19
CO ₃	0.00	0.00	0.00-6.00 (5.40)	0.00
HCO ₃	267.24- 366.08 (336.36)	133.62-213.55 (188.16)	66.50-213.55 (113.79)	274.56-335.57 (300.79)
Cl	4.96-17.02 (14.18)	2.13-39.01 (6.42)	1.77-8.51 (5.75)	35.45-148.88 (110.95)
SO ₄	3.46-10.13 (6.48)	0.82-7.49 (3.41)	2.83-11.86 (10.09)	312.25-693.85 (546.45)
NH ₃	0.00-0.22 (0.03)	0.00-0.18 (0.04)	0.00-0.02 (0.01)	0.15-0.48 (0.36)
NO ₂	0.000-0.011 (0.001)	0.000-0.0182 (0.003)	0.00-0.0034 (0.001)	0.0695-0.146 (0.108)
NO ₃	0.77-2.10 (1.48)	2.14-3.35 (2.71)	1.93-3.62 (2.99)	2.52-2.98 (2.68)

FS= Sertlik, n.a.=analizi yapılmadı, parentez içindeki rakamlar ortalama değerlerdir.

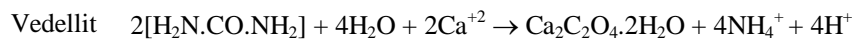
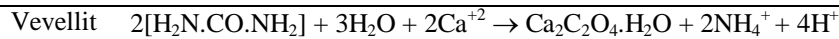
Çizelge-5 Sivas çevresi sularının bazı özellikleri (mg/l) (Ekemen, 2001).

Suyun Adı	pH	TDS	Fe	Mn	Cr	Sr
Tecer Deresi (n=6)	8.02- 8.36 (8.17)	410- 680 (537)	0.04- 0.25 (0.10)	<0.01	<0.07	1.11- 1.94 (1.61)
Aygır Gölü	9.60	590	<0.04	<0.01	<0.07	4.40
Tecer Gölü	9.58	8260	<0.04	<0.01	<0.07	18.01
Kaynaklar (n=40)	7.15- 8.45 (7.78)	140- 1420 (312)	0.04- 0.25 (0.06)	<0.01	<0.07	0.06- 11.61 (0.86)

n örnek sayısı, Parentez içindeki rakamlar ortalama değerlerdir.

Çizelge-6 Böbrek taşlarının oluşum tepkimeleri.

Mineral Tepkimeler



Struvit	$2[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Mg}^{+2} + \text{PO}_4^{-3} \rightarrow (\text{NH}_4)\text{MgPO}_4.6\text{H}_2\text{O}$
SUH	$5[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 16\text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ \rightarrow \text{C}_5\text{H}_3\text{N}_4\text{NaO}_3.\text{H}_2\text{O} + 6\text{NO}_3^- + 47\text{H}^+$
CHA	$3[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 26\text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{-3} + 10\text{Ca}^{++} \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)_3(\text{OH})_2 + 6\text{NO}_3^- + 62\text{H}^+$
Dahlit	$3[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 24\text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{-3} + 10\text{Ca}^{++} + 2\text{F}^- \rightarrow \text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)_3(\text{F})_2 + 6\text{NO}_3^- + 60\text{H}^+$
AAU	$5[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 13\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_7\text{N}_5\text{O}_3 + 5(\text{NO}_3^-) + 39\text{H}^+$
L-Sistin	$6[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 28\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}^{+2} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2 + 10(\text{NO}_3^-) + 68\text{H}^+$
Vitlokite	$[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}^{+2} + 3\text{Mg}^{+2} + 2\text{PO}_4^{-3} \rightarrow (\text{CaMg})_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{NO}_3^- + \text{CO}_3^{-2} + 20\text{H}^+$
Ürisit	$5[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 16\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3 + 6\text{NO}_3^- + 48\text{H}^+$
UAH	$5[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 18\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3.2\text{H}_2\text{O} + 6\text{NO}_3^- + 48\text{H}^+$
Brushit	$[\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2] + 10\text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{-3} \rightarrow \text{Ca}(\text{HPO}_4).2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_3^- + \text{CO}_3^{-2} + 19\text{H}^+$

SUH=Sodyum urat hidrat, CHA=Karbonat hidroksilapatit, AAU=Amonyum asit urat, UAH=Urik asit hidrat

Katkı Belirtme

Böbrek taşlarının elde edilmesindeki katkıları için Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi hekimlerine, numuneleri laboratuvarımıza ulaştıran hasta ve/veya hasta yakınlarına teşekkürü bir borç biliriz.

Değerlenen Belgeler

- Albona, F., Calleri, M., Ivaldi, G., 1984. Synthetic struvite, $\text{MgNH}_4\text{PO}_4.6\text{H}_2\text{O}$: correct polarity and surface features of some complementary forms. *Acta Crystallographica B-section*, 40, 223-227.
- Al-Kofahi, M.M., Hallak, A.B., 1996. Analysis of kidney stones by PIXE and RBS techniques. *X-ray Spectrometry*, 25, 225-228.
- Atabey, E., 2005. Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 88, 194 s.
- Baysal, O., Ataman, G., 1978. Sdimentology, mineralogy and geochemistry of a sulfate series (Sivas-Turkey). *Sedimentary Geolgy*, 25, 67-81.
- Bichler, K.-H., Eipper, E., Naber, K., Braun, V., Zimmermann, R., Lahme, S., 2002. Urinary infection stones. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 19, 488-498.
- Brindley, G.W., 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays: Pp. 411-438 in: *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identifications* (G.W. Brindley and G. Brown, editors), Monograph 5, Mineralogical Society, London.
- Brophy, G.P., Nash, J.T., 1968. Compositional, infrared and X-ray analysis of fossil bone. 53, 445, 445-454
- Calvo, C., Gopal, R., 1975. The crystal structure of whitlockite from the Palermo quarry. *American Mineralogist*, 60, 120-133;
- Catherine, H., Skinner, W., 2000. Minerals and human health. In: *Environmental Mineralogy, European Mineralogical Union Notes in Mineralogy*, D.J.Vaughan and R.A.Wogelius (eds.), Eötvös University Press, Budapest, 2, 383-412.
- J.C.P.D.S., 1990. Powder Diffraction File. Alphabetical Indexes Inorganic Phases. Swarthmore, U.S.A., 871 pp.
- Çiftçiöğlü, N., Björklund, M., Kuorikoski, K., Bergström, K., 1999. Nanobacteria: An infectious cause for kidney stone formation. *Kidney International*, 56, 1893-1898.
- Çiner, F., Cerit, O., 1992. Kentsel su temininde altyapı sorunları. *Türk Devletleri Arasında 1.İlmi İşbirliği Konferansı*, 22-24 Haziran, Lefkoşe, KKTC, Bildiriler Kitabı, s. 201-211.

- Ekemen, T., 2001. Tecer Dağı (Sivas-Ulaş) kaynaklarının hidrojeoloji incelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104 s (yayınlanmamış).
- Fuchs, L.H., Olsen, E., Jensen, K.J., 1973. Mineralogy, mineral-chemistry, and composition of the Murchison (C2) Meteorite. Smithsonian Contributions to the Earth Sciences, 10, 39 p.
- Hofmann, B.A., Bernasconi, S.M., 1998. Review of occurrences and carbon isotope geochemistry of oxalate minerals: implications for the origin and fate of oxalate in diagenetic and hydrothermal fluids. Chemical Geology, 149, 127-46.
- Medicinenet, 2005. <http://www.medicinenet.com>.
- Mincrust, 2005. <http://database.iem.ac.ru/mincrust>. Crystallographic and Crystallochemical Database for Mineral and their Structural Analogues.
- Selinus, O., 2005. Essentials of Medical Geology. Elsevier Academic Press, 832 p.
- Shirley, R., 1966. Uric acid dihydrate: crystallography and identification. Science, 152 (728), 1512-1513.
- Shirley, R., Sutor, D.J., 1968. Anhydrous uric acid: nature and occurrence of a new form of urinary calculi. Science, 159 (814), 544.
- Sterling, C., 1965. Crystal structure analysis of weddellite, $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot (2+x)\text{H}_2\text{O}$. Acta Crystallographica B-section, 18. 917-921.
- Tazzoli, V., Domeneghetti, C., 1980. The crystal structures of whewellite and weddellite: re-examination and comparison. American Mineralogist, 65, 327-334.
- Tekin, E., 2001. Stratigraphy, geochemistry and depositional environment of the celestine-bearing gypsiferous formations of the Tertiary Ulaş-Sivas basin, East-Central Anatolia (Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 10, 35-49.
- Webmineral, 2005. <http://www.webmineral.com>.
- Yalçın, H., 1991. Clay mineralogy and geochemistry of Sivas (Hafik district) evaporite basin, Eastern Interior Anatolia. 7th Euroclay Conference, Dresden, 26-30 August, Proceedings, 3, 1185-1190.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., Başbüyük, Z., 2004. Mg-mineral occurrences in the Central Anatolian Neogene Intra-cratonic basins related to neotectonic regime: an example from Kangal basin, Sivas, Turkey. 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology (5th ISEMG), Thessaloniki, Greece, 14-20 April, 2004, p.1473-1476.
- Yılmaz, O., Pehlivan, R., 1993. 579 üriner sistem taşı XRD sonuçlarının değerlendirilmesi. 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, 50-54.

Tartışma

Hanım HALİLOVA- Siz, biyojeokimya hakkında hiç konuşmadınız. Biyojeokimya, böbrek taşlarında nasıl olur? Biyo-jeokimya bir bilim dalıdır.

Hüseyin YALÇIN- Böbrek taşı, biliyorsunuz, biyo-organik mineraller. Dolayısıyla, bunların doğadaki inorganiklerden farkını söylemek için, başına biyojeokimya kullanılmıştır.

Hanım HALİLOVA- Hayır, başına koymak olmaz. Biyojeokimya bir bilim dalıdır. Bugün bu konuda konuşacağım. Biyojeokimya, ana materyal kayalar, toprak, bitki, su, hayvan, insan ve çevre olmak üzere bir bütün halinde bir bilim dalıdır. Jeoloji de biyojeokimyanın içindedir. Bunu sormak istedim.

Katılımcı- Bildirinin hazırlanışı, takdimi dolayısıyla sizi tebrik ediyorum. Bilmek istediğim şu: Stronsiyum kayalarda fazla olabilir, ama bunun bir çözünürlük sabitesi var. Suyu geçme ve sudaki miktarı hakkında da rakam verir misiniz? O rakam çok yüksek geldi bana. Bir taşın içerisinde 900 ppm'e yakın stronsiyum var. Bir anlamda, sanki stronsiyum madeni gibi bir şey. Bu konuda su analizleri de var mıydı? Su analizlerinde rakam nasıldı, sırf sudan mı alınıyor? Sivas'ta günde 2 litre su içilir. Kaç ppm su var?

Hüseyin YALÇIN- Sivas'taki gerek yüzey sularının, gerekse yeraltı sularının önemli miktarda stronsiyum içerdiği biliniyor. Zaten çevre, bir stronsiyum provensisi; yani mineraller de yüzde olarak çok yüksek merdede.

Katılımcı: Radyoaktivitesi nedir?

Hüseyin YALÇIN- Radyoaktivitesini bilmiyorum; ama çevredeki kayalarda, o jibslilerde sırf stronsyumdan meydana gelen sölestin yatakları var, yani stronsyum sülfat var. Dolayısıyla, oldukça zengin. Arkadaşların çevredeki içme sularında yaptığı kimyasal araştırmalardan hatırladığım kadarıyla, bölgesel olarak tabii ki suların stronsyum içeriği değişir. Özellikle stronsyum cevherleşmelerin olduğu bölgelerde stronsyum içeriğinin birkaç bin ppm olduğunu kesin olarak biliyorum. Çevre sularında birkaç bin ppm civarında stronsyum cevherleşmesinin olduğu kesin olarak söyleniyor. Yani yeraltı sularını, kaynak sularını söylüyorum. Oralarda kesinlikle var. Ama Sivas'ın beslendiği barajda bu miktar doğal olarak çok daha düşük olacaktır.

Aslında buradaki sorun şu: Sistin gibi, ürisit gibi, kalsiyum magnezyum içermeyen minerallerdeki stronsyum oranı 1 ppm'den düşük çıktı; yani onlarda stronsyum yok. Burada, kalsiyum magnezyum fosfatlarda stronsyum miktarı arttı. Bu da stronsyumun biyotik yapının, kalsiyum ve magnezyuma son derece uygun olduğu için, izomorfikolunla yer değiştirmesiyle ilişkilidir; ama ben, stronsyumla ilgili analizleri kontrolden geçirteceğim. Bu çalışmanın analizleri, yurtdışında daha güvenilir laboratuvarlarda yapılarak, ne kadar doğru yaklaştığımızdan emin olmamız gerekecek.

Katılımcı- 525 örnek, az bir örnek değil. Sivas merkezine yakın yerlerde, yoğun olarak jibsliler ya da tuzlar oluşuyor. Öneri olarak, 525 hastanın hangi illerden ya da jeolojik anlamda sözünü ettiğim jibsliler seviyelerin olduğu yerleşim yerlerinin hangisinde yaşadıklarını tespit edebilirsek, istatistiksel bir veri olarak, "Jibsliler serilerinin yoğun olduğu yerlerde yaşayanların böbrek taşlarındaki stronsyum oranı, çok daha yüksektir" denildiği an suyla geçme olasılığı yüksek olacaktır. O istatistiğe ulaşırsak, bence 525 sayısı iyi bir veri olarak değerlendirilebilir. Teşekkür ederim.

Hüseyin YALÇIN- Hastanede bu dosyalara ulaşmak, son derece zor oluyor. Belki hekimler, bunu ayrı yayınlamak durumunda kalacaklar. Ben, sadece bir minerolog gözüyle bu işe girmek istiyorum, yani diğer kısmını sağlıkçılara bırakmak istiyorum. Bunların coğrafik dağılımlarını, cinsiyetlerine göre dağılımlarını, yaş grupları gibi jeolojiyle, jeolojik malzemeyle olan çok yakın ilişkileri ayrı bir araştırma konusu olarak planlanmalı ve yapılmalıdır.