

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALOJİK OLARAK İRDELENMESİ

Murat ÇİFLİKLİ (ORCID: 0000-0003-4848-7965)*

Mehmet ŞENER (ORCID: 0000-0001-9284-673X)

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 12.10.2017

Kabul / Accepted: 25.12.2017

ÖZ

Böbrek taşları, böbrekten mesaneye kadar uzanan ve üriner sistem olarak adlandırılan kısımda farklı bölgelerde oluşmaktadır. Üriner sistem içerisinde oluşan taşların (böbrek taşları) analizinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler içerisinde en çok kullanılan ve tercih edilen X-ışını difraksiyon (XRD) yöntemidir. Bu yöntemle üriner sistem taşlarının mineralojik tanımlaması yapılmaktadır. Böbrek taşlarının oluşumunda birçok sebep bulunmaktadır. İlk sırada beslenme alışkanlıkları yer almaktadır. Bununla birlikte iklim, diyet, vücudun pH dengesi, tüketilen suyun kimyası ve insanoğlunun yaşam alanlarında ki mevcut jeolojik yapının kimyası önemlidir. Böbrek taşı veya üriner taşlar diye adlandırılan ve insan vücudunda tıbben bir rahatsızlık olarak tanımlanan üriner taşlar, tıpta "nephrolithiasis" ya da, "urolithiasis" olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma Niğde ve yöresinde yaşayan hastalardan alınan üriner taşlarının XRD ve SEM-EDX yöntemleriyle yapılan analizlerinin mineralojik olarak değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Yapılan analizlerde sırasıyla Vevellit, Calcium-Oxalat, Urusit, Vedellit, Carbonat-apatit, Sutrivit, Vitlokite ve Apatit mineralleri belirlenmiştir. Vevellit ve vedellit mineralleri genellikle monoklinik sistemde kristalleşmiş olup farklı şekillerde gözlenmektedir. Urusit mineralide monoklinik sistemde kristalleşmiş radial, eşit fibular ve pirizmatik şekillerde gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üriner sistem taşları, böbrek taşı, mineraloji, XRD, SEM-EDX

MINERALOGICAL INVESTIGATION OF URINARY SYSTEM (KIDNEY) STONES FROM NİĞDE AREA

ABSTRACT

Kidney stones occur in different parts of the urinary system, extending from the kidney to the bladder. Different methods are used in the analysis of stones (kidney stones) formed in the urinary system. Among these methods, X-ray diffraction (XRD) is the most widely used and preferred method. Mineralogical description of stones in the urinary system is also carried out using this method. There are many factors that lead to the formation of kidney stones. Paramount is the eating habits. However, the climate, diet, pH balance of the body, the chemistry of consumed water, and the chemistry of existing geological structures of human beings are equally important. Urinary stones also known as kidney stones are described as a medical discomfort in the human body and are medically termed "nephrolithiasis" or "urolithiasis". This study was aimed at evaluating mineralogical composition of urinary stones taken from Niğde and its inhabitants by XRD and SEM-EDX methods. The analysis revealed the presence of several minerals such as Vevellite, Calcium-Oxalate, Urusite, Vedellite, Karbonat-apatit, Sutrivite, Vitlokite and Apatit. Vevellite and vedellite minerals are generally crystallized in the monoclinic system and are observed in different forms. Urusite mineral is crystallize in the monoclinic system and is observed in radial, equal fibular and pyrismatic forms.

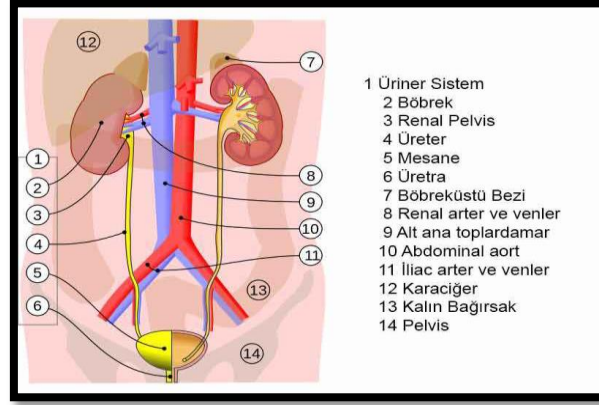
Keywords: Urinary system stones, renal stone, mineralogy, XRD, SEM-EDX

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 40 06; e-mail / e-posta: muratc@ohu.edu.tr

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALOJİK OLARAK İRDELENMESİ

1. GİRİŞ

Genel anlamda yerbilimi anlamına gelen ve dünyanın oluşumu ile yer kürenin yapısını araştıran jeoloji, günümüzde artık birçok bilim dallarıyla ortak çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalar, mühendisliğin birçok alanında olduğu gibi fen (biyoloji, kimya, coğrafya vb.) ve tıp alanında da karşımıza çıkmaktadır. “Tıbbi jeoloji” adı ile adlandırılan ve multidisipliner olarak çalışılan bilim alanında jeoloji ve doğal malzemelerin canlı yaşamındaki olumlu ve olumsuz etkileri incelenmekte olup son yıllarda artarak ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda canlıların biyolojik sistemleri içerisinde jeolojik faktörler etkin bir rol oynamaktadır. Örneğin üriner sistemde oluşan taşlarda kişinin yaşadığı çevrenin jeolojisinden kaynaklı faktörlere bağlı olarak oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Üriner sistem [18]

İnsan vücudunda 40'tan fazla element bulunmaktadır. Bunlardan demir, çinko, bakır, manganez, kobalt, krom selenyum, molibden ve iyodun insan sağlığı için gereklidir. İnsan vücudunda iz elementlere bağlı olmayan, tek bir metabolizma prosesi yoktur. Örneğin karbonhidrat metabolizması çinkoya, manganeye ve kroma bağlıdır. İz elementler enzim aktivitesine katılmaktan başka fiziko kimyasal özelliklerine bağlı olarak birçok işlevlere sahiptirler, örneğin birden fazla oksidasyon hali olan bakır, molibden, selen ve demir redoks reaksiyonlarına ve elektron transferine katılırlar [5].

Doğada bulunan çeşitli elementlerle insan ve diğer canlıların sağlığı arasında ilişki vardır. Bu bahsettiğimiz ilişki günümüzde daha da iyi anlaşılmağa başlamıştır. Bu ilişki ülkemizde ve dünyanın başka bölgelerinde çeşitli örneklerle ortaya konulmuştur.

İngiltere'de topraktaki iz elementlerin miktarı ile insanlarda görülen hastalıklar arasında bağıntılar kurulmuş ve bağlantılı olan iz elementlerin birkaç tanesi tanımlanmıştır, topraktaki iz elementlerin hangi hastalıkların sorumlusu olduğu bilinmektedir. İngiltere topraklarındaki bazı iz elementlerin eksikliğinin veya fazlalığının insanlarda şu hastalıklardan sorumlu olduğu bilinmektedir:

Bakır eksikliği; 1) Kusurlu melanin üretimi (melanin deriye rengini veren pigment). 2) Kusurlu keratizasyon (deri sertleşmesi). 3) Kardiyak hipertrofi (kalp büyümesi). 4) Myelin aplasia (sinir kılıfının olmayışı). 5) Anemi.

Çinko eksikliği; 1) Anoreksiya (özel bir tip iştahsızlık). 2) Parakeratosis / Hiperkerotosis (derinin aşırı kalınlaşması).

Kurşun fazlalığı; 12 yaşından küçük çocuklarda diş çürümelerinin artmasına neden olmaktadır.

İz elementlerle ilişkili tanımlanmış hastalıklar şöyledir: 1) Topraktaki ve içme sularındaki iyodun eksikliği ile endemik guatr primer olarak beraber görülmektedir. Bu hususta gerekli tedbirler alınmıştır (endemik = belirli bölgelerde sürekli görülen). 2) İçme suyunda 1 mg/L oranında bulunan florür dişleri çürümelerden korumaktadır. Bu oran daha fazla ise dişler için zararlı olmaktadır. 3) Kardiyovasküler hastalıkların (kalp-damar sistemi hastalıklarının) yaygınlıkları içme suyu sertliği ile negatif korelasyon ilişkisi içindedir [5].

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin Missouri bölgesinde içme suyu ihtiyacının %80'ninden fazlası yeraltı sularından sağlanmaktadır. Bölgedeki içme sularında toplam sertlik, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, florür ve kloridin dağılımı ile yörenin jeolojik haritasında bulunan kayaç formasyonlarının jeokimyası arasında kuvvetli ilişkiler olduğu açığa çıkarılmıştır. Yörede kardiyovasküler hastalıklardan ölümlerin yüksek olduğu yerler su sertliğinin en düşük veya göreceli olarak düşük olduğu yerlerdir [5].

Türkiye'deki guatrda içme sularından daha çok topraktaki iyot eksikliğinin etkili olduğunu ve iyot içeriği düşük sebze, meyve ve tahılca zengin beslenme ülkemizde yaygın olduğundan vücuda giren total iyot miktarı düşük seviyede kalmaktadır. Bu topraklarda yetişen bitkilerle beslenen hayvanların etleri de iyotça fakir olacaktır. Araştırmacı Türkiye topraklarındaki iyot yetersizliğini jeomorfolojik ve iklimsel özellikler ile ilgili olduğunu söylemiştir [14]. Ispartalıların dişlerindeki floroz uzun yıllardır yüksek oranda florür içeren su içilmesine bağlıdır [16].

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALojİK OLARAK İRDELENMESİ

Üriner sistem taşları bu konular arasında yer almaktadır. Diğer bir adı böbrek taşı olan bu taşların yapı ve kimyasal bileşenlerini belirlemek için birçok analiz tekniği kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları X-ışını difraksiyonu (XRD), taramalı elektron mikroskopisi (SEM), X-ışını flüoresans spektrometrisi (XRF), atomik absorpsiyon spektrometrisi (AAS), diferansiyel termal analiz (DTA), infraredspektrofotometre (IR) gibi teknikler olsa da günümüzde en çok tercih edilen ve en sağlıklı sonucu veren teknik XRD'dir. Mikroskopik metodlar tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır ama bu işlem özel bir ustalık gerektirmektedir. Üriner sistem taşlarının ilk mineralojik tanımlanması 1947 yılında Prien ve Frondel tarafından yapılmıştır [21]. ABD'nin çeşitli kesimlerinde yaşayan yetişkin insanlara ait 14.500 üriner taşı polarizan mikroskop ve X-ışını difraktometre ile incelemiştir. Çalışma bu konuda sağlanabilen en ayrıntılı kaynak olma özelliğini hâlâ korumaktadır [11].

XRD tekniği, IR ve kimyasal teknikle kıyaslandığında hata payı %2'lerde çıkmaktadır [25]. Söz konusu XRD tekniği 1983'de Jensen ve Thygesen, 1947'de Prien ve Frondel tarafından üriner sistem taşı analizlerinde kullanılmaya başlanmış olup Heming 10.000, Gibson 15.000 [12] ve Prien 25.000 böbrek taşı analiz sonucu ile ilgili bulgu ve değerlendirmelerini yayımlamıştır [19].

Literatürdeki vakalara bakıldığında erkeklerde kadınlara nazaran daha fazla oranda böbrek taşı oluştuğu görülmektedir. Bu çalışmada Niğde bölgesinden 37 hastanın analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Üriner taşlarının başlıca özellikleri için şunlar söylenebilir: 1) Biyolojik - kimyasal bir sedimantasyon olayının ürünüdürler. İdrardan çökme yoluyla oluşmaktadırlar. Çökmenin başlıca nedenleri idrarın fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinde oluşan değişikliklerdir. Taş oluşumunu etkileyen diğer önemli faktörler beslenme bozukluğu ve ailesel eğilimlerdir. 2) Üriner kayaçlar karmaşık bileşimlidirler. 3) Bir veya birkaç fazdan oluşmuş agregatlar halindedirler [5].

Çocuklara ait üriner sistem taşlarının incelenmesi sırasında bu taşların büyüme süreci içinde sık sık çözümler, mineral dönüşümleri ve yeniden katılaşmaların olduğu ortaya konmuştur. Böylece bu olayların sonucunda tek veya çok merkezli kristal toplulukları agrega halinde büyümektedirler [21]. Üriner taşların analizlerinde en yaygın metod X-ışını difraksiyon, infrared spektrofotometre, analitik kimyasal metottur.

Üriner taşlarının yapısında belirlenen minerallerin özellikleri:

Vevellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); mineralin üriner taşlarındaki en yaygın rengi kahverengi ili zeytin yeşilidir, siyahtan sarıya gölgelenmeleri vardır. Bu renk varyasyonu taşın bünyesindeki kan ihtiva eden organik materyalin farklı miktarlarından kaynaklanmaktadır; Vevellit, incelenen taşlarda genellikle küçük kristaller halinde nadiren büyük kristaller halinde gözlenmiştir. Mineral incelenen üriner taşlarında daima radyal tarzda dizilmiş agregatlar olarak izlenmiştir. Agregatların dış şekli düzlemsel veya globulardır. Bu taşların bir çekirdek kısmı vardır. Taş renal papillae'de (böbrek mukozasındaki çıkıntılara verilen isim) çökelmiş çekirdek kısmında hemen hemen daima apatit, burusit veya vitlokite mineralleri gözlenmekte olup renal papillae üzerinde oluşmamışsa çekirdekte apatit minerali gözlenmiştir. Vevellit bulunduran taşlar çoğu kez böbrekte bulunuyor olsalar da üriner sistemin herhangi bir yerinde de bulunabilirler. Böbrekte oluştukları zaman renal papillae'de çökelmektedirler.

Vedellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); Üriner taşlarında sarıdan beyaza veya sarıdan renksiz kadar çeşitli renklerde gözlenmiştir. Renkteki çeşitlilik taşın kapsamındaki organik materyalin farklı miktarlarından ileri gelmektedir.

Vevellit Üriner taşlarda tetragonal dipiramidal kristaller halinde veya iç içe büyüme gösteren münferit kristallerden oluşmuş agregatlar halinde gözlenmiştir. Vedellit çoğu zaman böbrek taşlarında, nadiren üriner sistemin başka bir kısmında oluşan taşların yapısında da bulunmaktadır. Zaman zaman vevellit ile beraber bulunmaktadır. Böyle durumlarda vevellit tetragonal prizma şeklindeki vedellitin tepe kısmında yer almaktadır ve oluşumu ise vevellitten sonradır.

Burusit ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); Üriner taşlarında kristalleri monoklinik, yassı, levhamsı, renksiz ile sarı renkli görülmüştür. Bu kristaller radyal biçimli agregatlar halinde gözlenmişlerdir. Burusit üriner sistemde asidik koşullarda çekilmektedir. Sentetik olarak pH 6,0-6,3 olduğunda elde edilmektedir. Çoğu zaman böbrekte oluşmaktadır, fakat üriner sistemin başka bir bölgesinde de oluşabilmektedir. Monetil burusit'in hidroksil bulundurmayan ve triklinik sistemde, kristallenen benzeridir. Üriner taşlarında gri-kahverengi renkte ince taneli, yaprak yaprak ince tabakalara ayrılmış olarak gözlenmektedir. [6], Mulvaney ve Rhamy insanlarda monelitür üriner sistemde pH 4,13-5,08 arasında, olduğu zaman oluştuğunu düşünmektedirler.

Vitlokite'in formülü uzun süre $\text{CO}_3(\text{PO}_4)_2$ olarak bilinmiştir. Bu formül sonradan $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{PO}_4)_6$ olarak yeniden tanımlanmıştır. Fakat Mg'un varlığını doğrulayacak uygun kimyasal analizler hâlâ eksiktir [11]. Levinson, Mino, Stams, Harriharan ise formülü şu şekilde vermektedirler: $\text{Ca}_8\text{MgH}(\text{PO}_4)_6$ üriner taşlardaki Vitlokite bazen PO_4 yerine CO_3OH almış olarak gözlenmektedir [5].

Vitlokite, üriner sistemde duyarsız bir mineraldir ve onun yerine apatite çökelmektedir, az miktardaki Vitlokite sutrivite içeren taşların kabuğunu oluşturmaktadır. Vitlokite tabiatta az miktardaki magnezyum ve çinko ile duyarlılık kazanmaktadır. Bu durum insan vücudunda da hemen hemen aynı şekilde olmaktadır. Saf vitlokite hemen hemen sadece prostatik taşlarda görülmüştür. Prostatik sıvı insan vücudunda en yüksek oranda çinkoya sahip olan sıvıdır.

Sutrivite ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$); (Magnesium Ammonium Phosphate Hexahydrate) insanların üriner taşlarında çoğu kez apatite ve sutrivite ile birlikte çökelmektedirler. Sutrivite genellikle böbrek taşlarında bulunmaktadır, fakat üriner sistemin herhangi bir yerinde oluşan taşlarda da bulunabilir. Apatitten oluşmuş taşların boşluklarında ve çatlaklarında küçük ve

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALojİK OLARAK İRDELENMESİ

beyaz taneli iyi teşekkül etmiş, ortorombik dipiramidal sutrivit kristalleri gözlenmiştir. Böyle bir taşta gayri muntazam dallar gelişmektedir. Ürologlar bu taşlara *Staghorn* demektedirler. Staghorn oluşumunda Ap/St oranı Ap0-Ap100 arasında değişebilmektedir, fakat çoğu kez Ap30–Ap70 dizisi arasında yer almaktadır. Sutrivit miktarı artınca taş poroz hal almaktadır. Sutrivit kristallerinin agregatları da sütun tarzında veya hafifçe radyal şekilde düzenlenmiş olarak gözlenmektedir. Birbirinden bu kadar farklı olan dış görünüm muhtemelen kristalizasyon sırasında nükleasyon merkezlerinin kuvvetli etkisi nedeniyle ortaya çıkmaktadır [5].

İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre, hidroksil apatit neredeyse her zaman kalsiyum oksalat taşlarıyla beraber, karbonat apatit çoğunlukla sutrivit ile beraber bulunmaktadır. Enfeksiyon taşları başlıca sutrivit ve karbonat apatit karışımıdır. Hidroksil apatit steril koşullar altında oluşmaktadır. Bu bakımdan bu iki tip apatitin ayırt edilmesi bazen önem taşımaktadır.

Apatit üriner sistem taşlarında çok yaygın bir mineraldir. Diğer taş oluşturan materyalle birlikte, sık sık sonraki malzemenin çökmesi için merkez olarak hizmet eder. Üriner apatit. a) beyaz, sarı veya açık kahverengi renk, ince taneli ve yumuşaktır. b) sarı, kahverengi ve siyah renkte, masif halde izlenmektedir. Beyazın dışındaki renkler organik materyal nedeniyedir.

Halit (Kaya Tuzu) NaCl; renksiz ve kübik kristaller halinde izlenmiştir. Beraberinde vevellit ve vedellit gözlenmiştir.

Jips CaSO₄ 2H₂O; kalsiyum oksalat taşlarının üzerinde yaklaşık 0,3 mm uzunluğunda renksiz monoklinal kristaller olarak izlenmiştir [5].

Üriner sistem rahatsızlıklarında İnsan vücudunun pH'ı da önemli bir yer arz etmektedir. Vücuttaki pH 1'den (en asidik) 14'e kadar (en alkali) derecelendirilir, nötral pH 7 olup kandaki optimal pH 7,2-7,4 aralığındadır. Yani hafif alkali yönüne kayma vardır. Dar olan bu aralık çok az (0,2 birim) düşse bile vücut aşırı asidi nötralize etmek için kandan mineralleri çeker. Kişilerin diyetleri yeteri kadar kalsiyum, magnezyum, potasyum ve diğer asit tamponlayıcı mineralleri içermiyorsa bu mineraller kemik, karaciğer ve kalp gibi dokuların depolarından çekilir ve ciddi problemlere yol açabilir [23].

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Niğde İli ve çevresinde ikamet eden hastaların Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tıp Fakültesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi üroloji polikliniği tarafından Merkezi Araştırma Laboratuvarı Analiz Birimine yönlendirilerek burada XRD ve SEM-EDX analizleri yapılmıştır. XRD analizleri Empyrean Panalitica marka XRD cihazı (Cu kap ve $\alpha_1=1,5418 \text{ \AA}$, tarama hızı: 3°/dk) kullanılarak yapılmıştır. Mineralojik bileşimi belirlenmiş üriner sistem taşlarının nicel yüzdeleri toz diffraksiyonu software modülü high score'da readwelth yöntemiyle hesaplanmıştır.

Taramalı elektron mikroskop görüntüleri (SEM) Ziess EVO 40XVP SEM cihazı kullanılarak çekimleri yapılmış ve yine aynı cihazla incelenen minerallere ait edax marka cihazla (EDX) nokta analizleri yapılmıştır. Yapılan nokta analizlerinde analiz alanı nokta olarak değil biraz büyük tutularak ölçüm yapılmıştır.

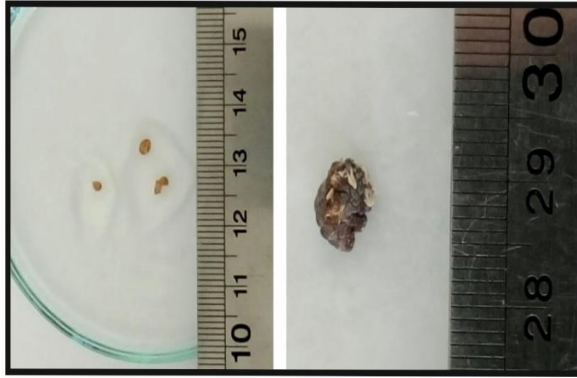
3. BULGULAR VE TARTIŞMA**3.1. Morfoloji ve Mikroskop İncelemesi**

Bu çalışmada incelenen üriner sistem taşları genellikle açık-gri, beyaz-sarı ve kahvenin çeşitli tonlarında renklere sahip olup, büyüklüğü 1-10 mm arasında değişmektedir (Şekil 2). Numunelerin genel fiziki görüntüleri tek veya birden fazla parçanın yumrular şeklinde birleşik vaziyette bulunduğu izlenmiştir. Yapısal olarak yığınmsı veya yassılaştırmış, küresel veya elipsoidal şekillerden oluştukları gözlenmektedir. Üriner taşların bulunduğu ortamın şekline benzer şekil aldığı ve ayrıca yumruların oluşturduğu çok kollu yıldız-benzeri oluşumlara da rastlanılabilmektedir (Şekil 2).

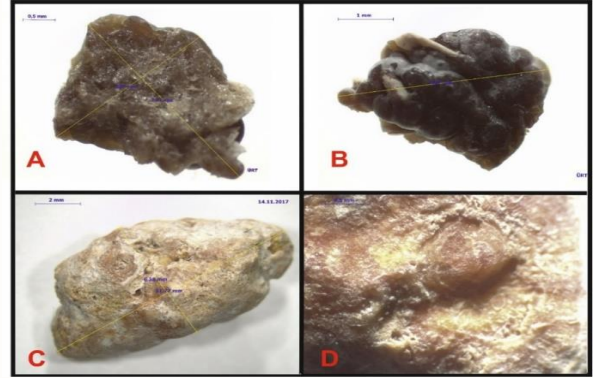
Üriner sistem taşlarının yüzeyi pürüzlü olabildiği gibi, parlak ve cilalı gibi de olabilmektedir. Ayrıca tıkkız ve/veya gözenekli, soğan kabuğu gibi iç içe geçmiş halkalardan oluşabilmektedir. Bir böbrekte tek bir veya tane boyu birkaç mm arasında değişen onlarca taş da bulunabilmektedir [5, 23].

Analiz sonucunda içerisinde vevellit ve apatit minerallerinin belirlendiği aynı örnekten alınan (Leica EZ4W) Stereo Mikroskop görüntüsüne bakıldığında taşın bir yüzünün şeker dokulu bir tıkkız görünüme sahip olduğu aynı zamanda masif bir yapı sunduğu görülürken diğer yüzeyinin çok daha tıkkız ve böbreğimsi yumrularından oluştuğu ve koyu siyah-krem renkte olduğu gözlenmiştir (Şekil 3a-b). Aynı şekilde c ve d'de çökeltme ürünü sedimanter kayaç dokulu konsantrik halkalardan oluşan oolitik yapıları andırır konsantrik halkalar gözlenmiştir. Aynı şekilde [24]'de üriner sistem taşlarının mikroskopik incelemelerinde bu taşlarının kimyasal sedimanter kayaçlarda bulunan dokusal özelliklere sahip olduğundan bahsetmiştir. Bu yapıların konsantrik halkalardan oluşan oolit-pizolit benzeri taneler birleşik yumruları oluşturduğunu, ayrıca, mikrolaminasyonların oluşturduğu iç içe geçmiş halkalara eşlik eden ışınal dizilimler de gözlemlenmiştir.

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALOJİK OLARAK İRDELENMESİ



Şekil 2. Bulunduğu ortama göre farklı şekillerde oluşmuş üriner sistem taşları (vevellit)



Şekil 3. Mineral bileşimi vevellit-apatit olan örneğe ait arka arkısı önü stereo mikroskop görüntüleri

3.2. X-Işını Mineralojisi

Üriner sistem veya böbrek taşlarından yapılan X-ışını analizleri sonucunda belirlenen mineraller, tek bir mineral veya birden fazla mineralin varlığı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Yani böbrekte veya üriner sistemde her hangi bir bölgede aynı anda farklı minerallerin oluşma ihtimali söz konusudur. Yapılan analizlerde tek mineral olarak vevellit, kalsiyum oksalat ve urusit rastlanmıştır. Belirlenen minerallerin bolluk oranına göre sıralaması vevellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{H}_2\text{O})$), kalsiyum oksalat ($\text{C}_2\text{Ca O}_4$), urusit ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$), vedellit ($\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), karbonat-apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6(\text{OH})_8$), sutrivit ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$), vitlokite ($\text{Ca}_{18}\text{Mg}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_{14}$) ve apatit şeklinde belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına bakıldığında bir tek mineralden oluşan böbrek taşları (vevellit ve urusit) %24 ile temsil edilmektedir. İki minerali (vevellit, karbonat-apatit/vevellit, kalsiyum oksalat/vevellit, urusit/vevellit, vedellit/vevellit, sutrivit) olanların ise %47 ile temsil edildiği görülmüştür. Üç minerali birlikteliklerin ise (vedellit, karbonat-apatit, vevellit/vevellit, sutrivit, vedellit/vevellit, sutrivit, urusit) %25 ile temsil edildiği görülmüştür. Bazı örneklerin XRD desenleri Şekil 4’te sunulmuştur.

Organik asitlerin tuzları (Ca-oksalatlar) olarak bilinen vevellitin yapısı $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot \text{H}_2\text{O}$; [22] tarafından ortaya konulmuştur. Ca-oksalatların diğer üyesi vedellit yapısı $\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$; [20] tarafından tanımlanmıştır. Enfeksiyon taşı olarak da bilinen bir sulu fosfat minerali olan sutrivitin yapısı ise $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$; [2] tarafından çözümlenmiştir. Organik asitlerin tuzlarından birisi olan bir susuz ürik asit olan urusitin yapısı $(\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3)$; Shirley ve Sutor [24] tarafından açıklanmıştır. Vitlokite’nin ($\text{Ca}_{18}\text{Mg}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_{14}$) yapısı ise [7] tarafından belirlenmiştir. Niğde bölgesinde yaşayan hastaların üriner sistem taşlarının mineralojik bileşimleri X-ışını difraksiyonuyla belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Belirlenen minerallerin yansıma ve şiddet değerleri

Mineral	h	k	l	d [Å°]	2θ[deg]	I [%]
Vevellit	0	2	0	3,64750	24,384	100,0
	0	0	1	5,93395	14,917	98,4
	0	0	2	2,96698	30,096	55,5
Apatit	1	2	1	2,80391	31,891	100,0
	1	1	2	2,77600	32,220	56,3
	0	0	2	3,44450	25,845	51,9
Vedellit	0	2	0	6,15000	14,391	100,0
	4	1	1	2,76365	32,368	68,6
	2	1	1	4,40181	20,157	32,4
Urusit	1	2	0	3,09336	28,839	100,0
	1	2	-1	3,17955	28,041	52,2
	1	1	1	3,86366	23,000	43,9
Kalsiyum oksalat	1	0	0	6,24699	14,166	100,0
	0	2	0	3,75750	23,659	44,9
	0	1	-1	5,92986	14,928	30,3
Sutrivit	1	1	1	4,26154	20,828	100,0
	0	0	2	5,60850	15,788	53,5
	2	1	1	2,92493	30,539	49,8
Vitlokite	0	2	10	2,88203	31,005	100,0
	2	2	0	2,61175	34,307	72,8
	2	1	4	3,21145	27,757	50,0
Karbonat-apatit	1	2	1	2,83722	31,507	100,0
	1	1	2	2,78805	32,077	92,5
	0	3	0	2,74645	32,577	46,3

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALojİK OLARAK İRDELENMESİ

Örneklerin XRD analizinde çoğunlukla iki bileşenden oluşan mineral birlikteliğine rastlanmış ve Tablo 2’de verilmiştir. Analizi yapılan örneklerin XRD desenlerinde vevellit minerali (020), (001) ve (002) yüzeylerine ait yansıma değerleri sırayla 3,647 Å, 5,933 Å ve 2,966 Å şeklinde en büyük üç yansıması görülmektedir. Vedellit minerali (020), (411) ve (211) yüzeylerine ait yansıma değerleri sırayla 6,150 Å, 2,763 Å ve 4,401 Å’da; apatit mineralinin (121), (112) ve (002) yüzeylerine ait yansıma değerleri sırayla 2,803Å, 2,776Å ve 3,444Å şeklinde en büyük üç yansıması görülmektedir. Urusit minerali için ise en büyük üç yansıma değerine bakılacak olursa (120), (12-1) ve (111) şeklinde d(Å) mesafeleri ise sırayla 3,093 Å, 3,179Å ve 3,863Å olarak belirlenmiştir. Kalsiyum oksalat minerali için (100), (020) ve (01-1) yansıma değerleri belirlenirken sırayla d(Å) mesafeleri ise 6,246 Å, 3,757 Å ve 5,929 Å’luk pik değerleriyle izlenmiştir.

Tablo 2. Örneklerde bulunan mineraller ve yüzde dağılımları (ÜRTE=Erkek, ÜRTK= Kadın)

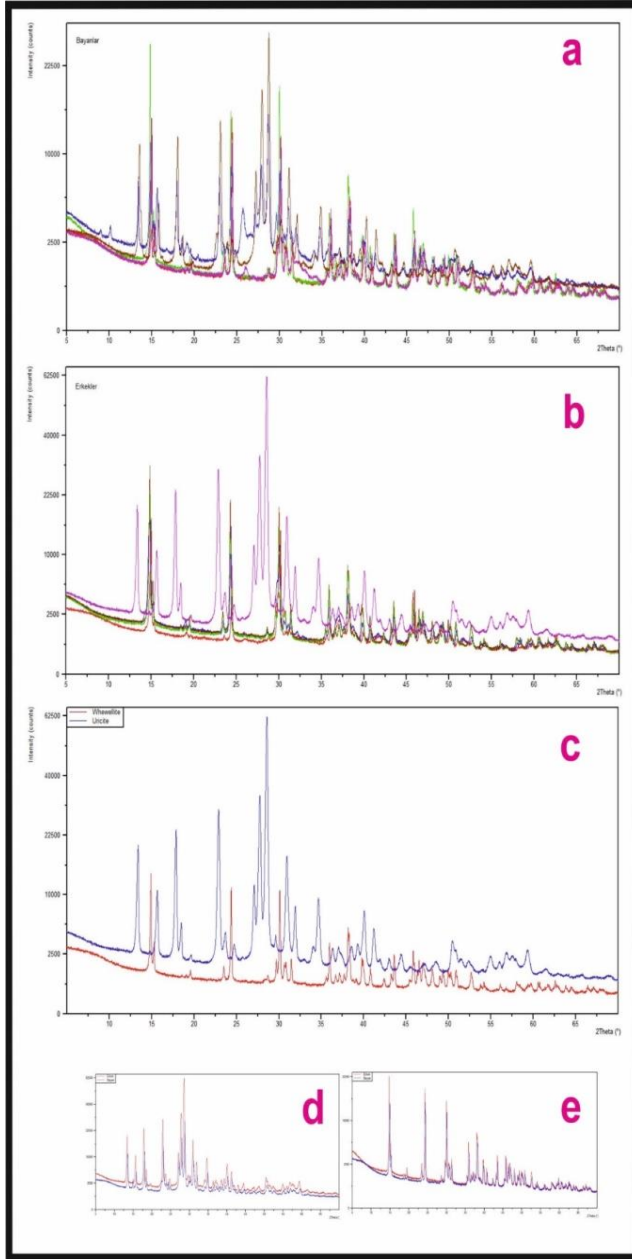
Sıra No	Örnek Adı	İkamet	Mineraller	Yüzde (%)	Sıra No	Örnek Adı	İkamet	Mineraller	Yüzde (%)
1	ÜRTE1	Niğde-Mrk.	Vevellit	98,8	17	ÜRTE17	Niğde-Mrk.	Vevellit	100,0
			Karbonat-apatit	1,2				Vevellit	94,5
2	ÜRTK2	Niğde-Mrk.	Vedellit	50,9	18	ÜRTE18	Koyunlu-Niğde	Kalsiyum Oksalat	3,4
			Karbonat-apatit	33,4				Vedellit	2,1
			Vevellit	15,7	19	ÜRTE19	Bor-Niğde	Vevellit	100,0
3	ÜRTE3	Kılavuz-Bor	Vevellit	96,0	20	ÜRTE20	Niğde-Mrk.	Kalsiyum Oksalat	100,0
			Vedellit	4,0	21	ÜRTE21	Niğde-Mrk.	Vevellit	99,8
4	ÜRTE4	Toki-Bor	Vevellit	98,9				22	ÜRTE22
			Kalsiyum Oksalat	1,1	Vevellit	98,0			
5	ÜRTE5	Niğde-Mrk.	Vevellit	89,4	23	ÜRTE23	Niğde-Mrk.	Kalsiyum Oksalat	2,0
			Sutrivit	7,2				Vevellit	90,9
			Vedellit	3,5	24	ÜRTE24	Niğde-Mrk.	Kalsiyum Oksalat	9,1
Vevellit	98,5	Vevellit	100,0						
6	ÜRTK6	Niğde-Mrk.	Kalsiyum Oksalat	1,3	25	ÜRTK25	Bor-Niğde	Vevellit	98,7
			Vedellit	0,2				Kalsiyum Oksalat	1,3
7	ÜRTE7	Niğde-Mrk.	Vevellit	78,4	26	ÜRTE26	Niğde-Mrk.	Vevellit	97,1
			Sutrivit	2,1				Kalsiyum Oksalat	2,2
			Urusit	19,4	27	ÜRTE27	Sazlıca-Niğde	Vedellit	0,7
Vevellit	97,3	Vevellit	100,0						
8	ÜRTK8	Niğde-Mrk.	Urusit	2,7	28	ÜRTE28	Ereğli-Konya	Urusit	97,7
			Vevellit	99,0				Vevellit	2,3
9	ÜRTE9	Niğde-Mrk.	Urusit	1,0	29	ÜRTE29	Bor-Niğde	Vevellit	100,0
			Vevellit	96,0				Urusit	71,3
10	ÜRTE10	Niğde-Mrk.	Sutrivit	4,0	30	ÜRTK30	Niğde-Mrk.	Vevellit	27,2
			Vevellit	81,7				Apatit	1,5
11	ÜRTE11	Niğde-Mrk.	Vedellit	8,4	31	ÜRTE31	Niğde-Mrk.	Urusit	100,0
			Kalsiyum Oksalat	9,9				Vevellit	71,2
12	ÜRTK12	Bor-Niğde	Vevellit	70,7	32	ÜRTE32	Niğde-Mrk.	Kalsiyum Oksalat	28,8
			Kalsiyum Oksalat	29,3				33	ÜRTE33
13	ÜRTE13	Bor-Niğde	Vevellit	66,9	34	ÜRTE34	Niğde-Mrk.	Vevellit	96,8
			Kalsiyum Oksalat	33,1				Apatit	3,2
14	ÜRTK14	Niğde-Mrk.	Vevellit	62,9	35	ÜRTE35	Niğde-Mrk.	Urusit	96,5
			Vitlokite	37,1				Vevellit	3,5
15	ÜRTE15	Niğde-Mrk.	Vevellit	77,3	36	ÜRTE36	Niğde-Mrk.	Vevellit	97,8
			Kalsiyum Oksalat	22,7				Vedellit	2,2
			Kalsiyum Oksalat	0,6	37	ÜRTE37	Niğde-Mrk.	Urusit	98,0
Vevellit	99,4	Vevellit	2,0						

Sutrivit minerali için (111), (002) ve (211) yüzeylerine ait yansıma değerleri sırayla 4,261 Å, 5,608 Å ve 2,924 Å’dur. Vitlokite minerali için (021), (220) ve (214) yüzeylerine ait yansıma değerleri sırayla 2,882 Å, 2,6117 Å ve 3,211 Å’dur ve son olarak Niğde bölgesine ait üriner sistem minerali olarak gözlenen karbonat-apatit mineralinin (121), (112) ve (030) yüzeylerine ait yansıma değerleri ise 2.837 Å, 2.788 Å ve 2.788 Å olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

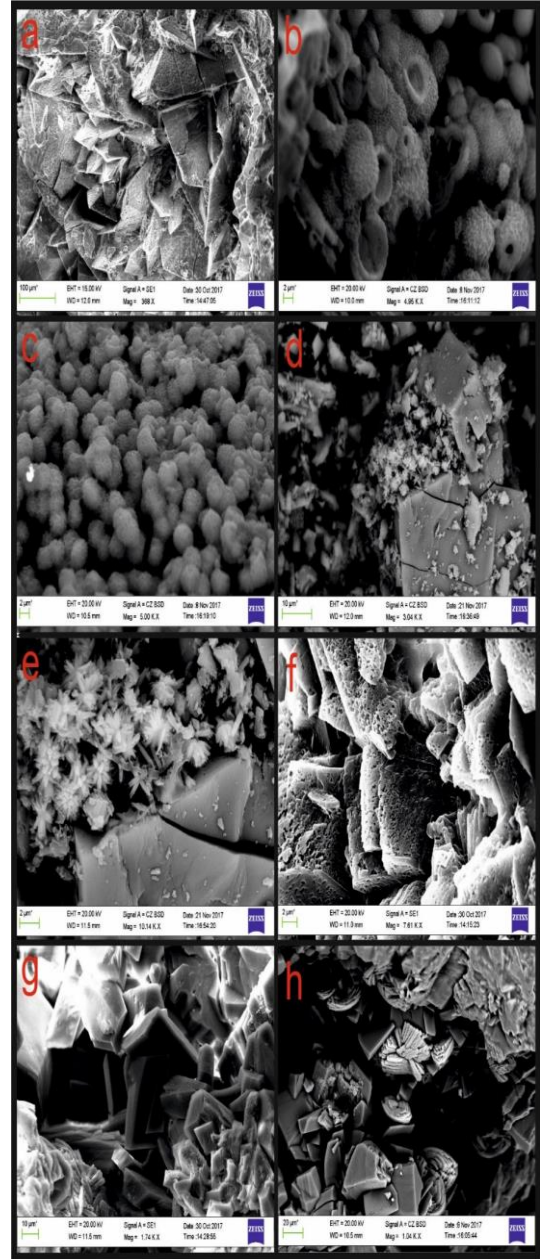
NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALOJİK OLARAK İRDELENMESİ

3.3. Elektron Mikroskop (Sem) İncelemesi

Elektron mikroskop analizi üriner sistem taşlarının (böbrek taşı, safra taşı, ürat taşı vb.) yüzey morfolojisi ve kristal bileşenleri, kristal şekli, içyapısı, kristal ve matris arasındaki ilişki hakkında bilgi verir. Bu çalışmada 4 örnek seçildi ve bunların SEM analizi yapıldı. Sırasıyla çıkan mineraller urusit, vevellit, vedellit ve apatit mineralleri gözlemlendi. Vevellit ve vedellit mineralleri; Monoklinik sistemde kristalleşmiş olup farklı şekillerde gözlenmektedir (Şekil 5) yaprağımsı, ışınal çubuklar, tubular, framboidal ve keskin uçlu dipiramidal bir yapı sunan mineraller bazı örneklerde yuvarlak dikenli topçuklar şeklinde Şekil 5a, b, c, d ve e'de gözlenmektedir. Bir diğer mineral ise ürat taşı denilen urusit mineralidir. Urusit mineralinin birçok kristalleşme şekli vardır, radial, eşit fibular ve prizmatik şekillidirler [1, 3, 4, 15], monoklinik sistemde kristalleşmiş olup Şekil 5e, f ve g'de gözenekli yüzeylere sahip monoklinal prizmatik şekilli ve flaks veya kitap yığını şekilli disk görünümünde gözlemlenmiştir.



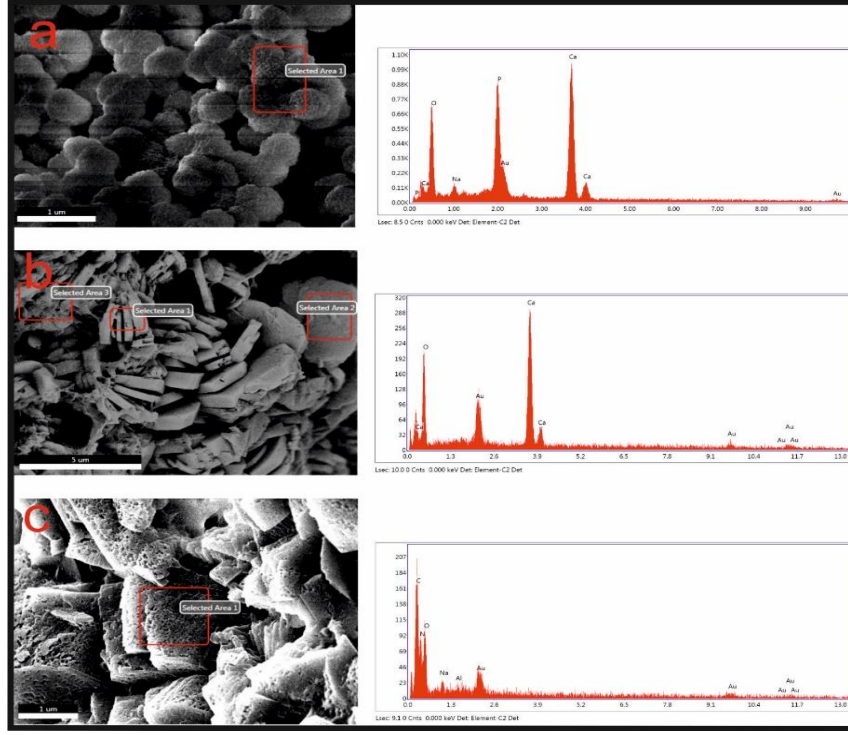
Şekil 4. a) Kadın hastaların böbrek taşlarına ait XRD çekimleri, b) erkeklere ait örneklerin çekimleri, c) en çok rastlanan mineraller olan urusit ve vevellite ait desenler, d) ve e) erkek ve kadınlardaki urusit ve vevellit minerallerinin desenleri



Şekil 5. Vevellit ve urusit minerallerinin (SEM) taramalı elektron mikroskop görüntüleri. a, b, c, d ve e vevellit, f, g ve h ise urusit mineraline ait SEM görüntüleri

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALOJİK OLARAK İRDELENMESİ

Taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri alınan örneklerde nokta analizi (EDX) yapılmış ve Niğde bölgesine ait hastalardan alınan üriner sistem taşlarından yapılan XRD ve SEM analizlerini destekleyen sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. SEM-EDX analizi yapılan örneklerdeki vevilit ve urisit minerallerinin EDX ve (SEM) taramalı elektron mikroskop görüntüleri; a ve b: Vevilit, c: Urisit

4. SONUÇLAR

Yapılan analizlerden 13 tanesi bayan, 24 tanesi ise erkek hastalara ait olan toplam 37 örnekten analiz yapılmış ve bu verilere bakıldığında hastaların %35'ini kadınlar, %65'ini erkekler oluşturmaktadır. Bu veriler erkeklerde kadınlara oranla daha fazla üriner sistem taşlarının oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Niğde bölgesi üriner sistem taşlarının mineralojisini ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada bölgedeki içme sularının sertliğinin yüksek olması, yine bu sulardaki Ca ve Mg oksit değerlerine bağlıdır. [8] yapmış olduğu çalışmada belirttikleri üzere Niğde bölgesine ait sığ ve derin kuyulardan yeraltı ve kaynak sularından alınan su örneklerinde As, Cd, Pb, Ag, Hg, Ni, Cu ve diğer parametreler (T, pH, EC, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, NO³⁻, SO₄²⁻, HCO₃³⁻ ve Mn) açısından kimyasal analizleri yapılmış. Hidrojeokimyasal veriler ışığında Niğde Bölgesi yeraltı ve kaynak sularında HCO₃ baskın anyon ve diğer hidrokimyasal fasiyesler az olmakla birlikte genel olarak Ca-Mg-HCO₃ ve Mg-Ca-HCO₃ tipte suların baskın olduğunun söylenebileceğini belirtmişlerdir.

Yalçının çalışmasında da belirttiği gibi İç Anadolu'da böbrek hastalarının % 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 [25]. Türkiye için ortaya çıkan bu saptama; kadınların erkeklere göre üriner sistem hastalığından 1/3 oranında daha az etkilendiğini ortaya koyan dünya ölçeğindeki istatistiklere de aynen uymaktadır [24].

Günümüzde sanayii deki hızlı gelişim ve hızlı endüstrileşme beraberinde bazı sıkıntıları da getirmektedir. Bunlar hazır besin tüketen toplumların artması, ürünlerden daha fazla verim almak için kullanılan tarım ilaçlarının gıdalardaki pH dengesini bozmasının yanı sıra insanların yanlış beslenmesi, yapılan yanlış diyetlerle toplum sıkıntıya düşmekte ve buda özellikle üriner sistem rahatsızlıklarına yol açmaktadır.

Dünyada yaşam, organizmalar ve hücreler için uygun pH düzeyine bağlıdır [13]. İnsanlar için pH seviyesi serumda 7,4 (7,35-7,45) alkali seviyesinde olmalıdır [26]. Geçmiş 100 yılda artan endüstrileşme sebebiyle CO₂ miktarının artışına bağlı okyanuslardaki pH seviyesi 8,2'den 8,1'e düşmüştür. Bu durum sudaki hayatı olumsuz

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALojİK OLARAK İRDELENMESİ

yönde etkileyerek mercan kayalıklarında yıkıma sebep olabilmekte [10] ve bitkilerin yetiştiği topraklar besinlerin mineral içeriğini değiştirebilmektedir. Topraklar içinse en ideal pH seviyesi 6-7 aralığı olup pH değeri 6'nın altında olan topraklarda besinde kalsiyum ve magnezyum içeriği azalabilir ve pH 7'nin üzerinde olan topraklarda kullanılmayan demir, manganez, bakır ve çinko miktarı artabilir [9].

İnsan vücudunda idrarın aşırı alkali veya asit olması, Güneşte fazla kalınması ve sıcak iklimde yaşayan insanlarda bu üriner rahatsızlıkların arttığı genel olarak belirtilmektedir. Araştırmacılar Güneşin etkisi de olduğunu ve güneşten dolayı vücudun D vitamini sentezinin arttığını, D Vitamini Sentezi başta kalsiyum olmak üzere bağırsaklarda maddelerin daha fazla emilimine sebep olduğunu ve bunların idrarla daha fazla atılımından dolayı kalsiyum taşlarının oluştuğundan bahsetmektedirler [11].

pH kavramı vücutta organların çalışması ve sistemlerin devamı için önemlidir. Böbrekler kan pH değerini çeşitli metabolitlerin emilimi ve atımı ile dengede tutmaya çalışır. Yapılan bir çalışma bu tampon sistemi sayesinde diyetin asit yükünün kan pH değerini önemli ölçüde değiştirmeyeceğini savunmuştur. Ancak yüksek asit içerikli diyet, zamanla bu tamponlama sistemini bozabilir ve sağlığı olumsuz yönde etkileyebilir [17].

Sonuç itibarıyla Niğde bölgesi üriner sistem taşları incelendiğinde baskın olan mineral birlikteliklerinin vevellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{H}_2\text{O})$), kalsiyum oksalat ($\text{C}_2\text{Ca O}_4$), urusit ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$), vedellit ($\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), karbonat-apatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4\text{CO}_3)_6(\text{OH})_8$), sutrivit ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4\cdot 6 \text{H}_2\text{O}$), vitlokite ($\text{Ca}_{18}\text{Mg}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_{14}$) ve apatit şeklinde olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmaları sırasında desteklerinden dolayı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Analiz Birimine teşekkürlerini sunarlar. Ayrıca çalışmanın yürütülmesi esnasında analizlerin yapılmasında emeği geçen uzman Nebi YELEĞEN, uzman Esra KILAVUZ ve uzman Sedef İLK'e ve makalenin son haline gelmesinde katkı, görüş ve önerilerinden dolayı yayını inceleyen hakemlere sonsuz teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

- [1] ADNAN H.A., MEITHAM, A.S., "Mineralogical Composition of the Urinary Stones from Different Provinces in Iraq", The Scientific World Journal, 5, 24-38, 2005.
- [2] ALBONA, F., CALLERI, M., IVALDI, G., "Synthetic Sutrivit, $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$: Correct Polarity and Surface Features of Some Complementary Forms", Acta Crystallographica B-section, 40, 223-227, 1984.
- [3] AL-MALIKI, M.A., "Renal Stones: A Study in Medical Geochemistry" [M.Sc. Thesis], University of Baghdad, 100 p., in Arabic, 1998.
- [4] AL-SHAMMARY, E.J., "Mineralogy and Chemistry of Urinary Stones in Pediatric Age Group in Iraq: A Study in Medical Geochemistry [M.Sc. Thesis]". University of Baghdad, 143 p., 2001.
- [5] AYDIN, Ş.N., "Jeoloji Mühendisliği Dergisi", MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 34-35, 18-27, 1989.
- [6] BECK C.W, MULVANEY W.P., RHAMY R.K., GIBSON, R.I., "Monetite as Urinary Calculi", J. Urol, 111, 673-675, 1974.
- [7] CALVO, C., GOPAL, R., "The Crystal Structure of Vitlokite from the Palermo Quarry", American Mineralogist, 60, 120-133, 1975.
- [8] ÇİFTÇİ, E., LERMİ, A., YOLCUBAL, İ., "Niğde Bölgesi Yeraltı ve Yüzey Sularının Hidrojeokimyası, Su Kalitesi ve İçilebilirlik Açısından İncelenmesi", 5th Geochemistry Symposium, 92-93. Denizli, Türkiye, 2012.
- [9] DAM-AMPAI SOJ, NILNOND, C., "Effect of Cattle Manure and Dolomite on Soil Properties and Plant Growth in Acid Upland Soils", Songklanakarın Journal of Science and Technolohg, 27(3), 727-737, 2005.
- [10] HOEGH-GULDBERG, O., MUMBY P. J., HOOTEN, A. J ET AL., "Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification", Science, 318, 5857, 1737-1742, 2007.
- [11] <http://www.tbv.com.tr/tr/content/main/page/p/410-bobrek-taslari-konusunda-hersey/> (erişim tarihi 21.11.2017)
- [12] GIBSON, R. L., "Descriptive Human, Pathological Mineralogy", Amer, Miner, 59, 1177-1182, 1974.
- [13] GÜMÜŞ, A.B., YARDIMCI, H., "Alkali Beslenme: Doğru Bir Tercih Mi", Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(2), 40-58, 2016.
- [14] KOLOĞLU, S., "Türkiye'de Endemik Guatr", Elif matbaacılık, Ankara, Türkiye, 1984.

NİĞDE YÖRESİ ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK TAŞI) TAŞLARININ MİNERALojİK OLARAK İRDELENMESİ

- [15] NASIR, S., “Mineralogy and Chemistry of Urinary Stone from the United Arab Emirates”, Qatar Univ. Sci. J., 18, 2, 189–202, 1999.
- [16] ÖZKAN, G., KÖSEOĞLU, M., BİLGİN, A., “Isparta İçme Suyundaki Florürün Çevre Kayaçlarla İlişkisi”, Hidrojeoloji sempozyumu bildiri özleri, 46, 1987.
- [17] PALMER, S., “The Alkaline Diet”, Environmental Nutrition, 3, 2016.
- [18] <http://www.oguzhanparlakkilic.com/uriner-sistem.html/> (erişim tarihi 07.11.2017).
- [19] ROUS, N.R., “Stone Disease, Diagnosis and Management, Grune Stratton Inc.”, Orlando, Florida, 1987.
- [20] STERLING, C., “Crystal Structure Analysis of Vedellit”, $CaC_2O_4 \cdot (2+x)H_2O$ ”, Acta Crystallographica B-section, 18, 917-921, 1965.
- [21] SAVAŞÇIN, Y., DORA, G., YAĞCI, N., NUMANOĞLU, S., NUMANOĞLU, L., “Çocuklardan Almam İdrar Taşlarının Kimyasal, Mineralojik ve Kristalografik İncelenmesi”, Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri, 102-103, Ankara, Türkiye, 1982.
- [22] TAZZOLI, V., DOMENEGHETTI, C., “The Crystal Structures Of Vevellit and Vedellit: Re-Examination and Comparison”, American Mineralogist, 65, 327-334, 1980.
- [23] TURNER, L., “Balancing Your Body’s pH for Better Health”, Alternative Medicine, 53-55, 2012.
- [24] YALÇIN, H., YALÇIN, F., “Böbrek Taşlarının Biyojeokimyası: Sivas Bölgesinden Bazı Örnekler”, 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı (s. 154-167), JMO Yayını (95), Ankara, Türkiye, (2005).
- [25] YILMAZ, O., PEHLİVAN, R., “579 Üriner Sistem Taşı XRD Sonuçlarının Değerlendirilmesi”, 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, 50-54, 1993.
- [26] WAUGHAND, A., GRANT, A., “Anatomy and Physiology in Health and Illness” (10th Edition), Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia, USA, 2007.