



T.C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

ANKARA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

2.ÜROLOJİ KLİNİĞİ

Klinik Şefi

Doç. Dr. CANKON GERMİYANOĞLU

**ÜRİNER SİSTEM TAŞLARININ MİKRO CT İLE ULTRASTRÜKTÜREL
YAPISININ ANALİZİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. TOLGA KARAKAN

ANKARA, 2010

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince teorik ve cerrahi bilgilerinden faydalandığım, medikal ve sosyal olarak çok şey öğrendiğim klinik şefimiz Doç. Dr. Cankon Germiyenoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamda olduğu gibi bana birçok konuda yardımlarını ve tecrübesini esirgemeyen Dr. Emre Huri 'ye teşekkür ederim.

Ayrıca uzmanlık eğitimim süresince benden bilgi ve desteğini esirgemeyen tüm uzmanlarım ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında benden hiçbir yardım ve imkanı e sirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ruhgün Başar ve öğretim üyeleri Prof . Dr. H. Hamdi Çelik ve Yrd . Doç.Dr. İlkan Tatar'a teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Tolga Karakan

Ankara 2010

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	2
EPİDEMİYOLOJİ	2
ETYOLOJİ VE PATOGENEZ	3
ÜRİNER SİSTEM TAŞLARININ SINIFLANDIRILMASI	8
Kalsiyum Taşları:	8
Enfeksiyon (Struvite) Taşları	10
Ürik Asit Taşları	10
Sistin Taşları	10
Nadir Rastlanılan Diğer Taşlar	10
ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA RİSK FAKTÖRLERİ	11
ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	14
Öykü	14
Laboratuvar testleri	15
1-Akutevrede analiz çalışmaları:	15
2- Taş oluşumu için risk faktörlerini ortaya koymaya çalışan tetkikler:	15
PERKUTAN NEFROLİTOTOMİ	18
Hasta Hazırlığı ve Profilaksi	19
Böbreğin Fonksiyonel Anatomisi ve Perkutan Giriş	19
Floroskopik Antegrad Yaklaşım	22
Traktın Dilatasyonu	24
Taşın Çıkarılması	25
Postoperatif Drenaj	26
Komplikasyonlar	27
ÜRİNER SİSTEM TAŞLARINI ANALİZ ETME METOTLARI	28
Kimyasal Analiz	29
İnfrared Spektroskopi	32
X-Ray Difraksiyon	34
Polarizasyon Mikroskopi	35
Taş Analizindeki Problemler	35
ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA BT	36

RÖNTGEN MİKROTOMOGRAFİSİ	37
Mikro Tomografi Nedir?	38
Mikrotomografinin Temel İlkeleri	39
Skyscan 1174 Sistemine Genel Bakış.....	44
Görüntünün Yeniden Yapılandırılması.....	46
GEREÇ VE YÖNTEM.....	49
İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	53
BULGULAR	54
TARTIŞMA.....	61
SONUÇ.....	64
ÖZET	65
KAYNAKÇA	67

GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı çok eski çağlardan beri insanların genel durumunu ve sosyal yaşamını etkileyen hastalıklar arasında bilinmektedir. O dönemlerden beri de bu hastalığın nedenlerini ve tedavisini bulma adına önemli ölçüde çabalar sarf edilmektedir. Son yüzyıla kadar bu çabalar sayesinde önemli adımlar atılmış olmasına rağmen asıl gelişmeler son 20-30 yıl içerisinde meydana gelmiştir. Üriner sistem taş hastalığının prevalansı dünyada coğrafi bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte ülkemizde iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak % 15 civarındadır. Üriner sistem taş hastalığının neden olduğu morbidite ve mortalite bu hastalığın ne kadar ciddi bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir (1). Üriner sistem taş hastalığı yüksek oranda nüks eden bir hastalıktır. İlk ataktan sonra 3 yıl içinde yaklaşık %50 rekürrens oranına sahiptir (2). Rekürren grup taşlar içinde en yüksek orana sahip olan taş tipi kalsiyum oksalat taşıdır (3). Üriner sistem taş hastalığı oluşumuna neden olan birçok hastalık herediterdir. Çeşitli genetik bozukluklar tanımlanmış, ancak en önemli taş grubunu oluşturan kalsiyum içerikli taşların genetik patogenezi tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu konuda yapılacak ileri çalışmalar bu hastalığın etyopatogenezi daha iyi aydınlatacak ve koruyucu tedavileri kolaylaştıracaktır. Kalsiyum içerikli taş hastalarının önemli bir kısmında metabolik herhangi bir bozukluk saptanamamaktadır. Metabolik bozuklukları değerlendirmede taş analizinin değeri büyük olmakla birlikte yapılan kimyasal taş analizlerinde taşın içerdiği majör mineral hakkında bilgi verilmektedir. Ancak üriner sistem taşlarının çoğu birçok minerali bir arada bulundurmaktadır.

Biz bu çalışmamızda taşların nondestüriktif analizine olanak sağlayan mikro ct ile taş analizi yöntemini kullanarak üriner sistem taşlarının ultrastrüktürel yapılarını araştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

EPİDEMİYOLOJİ

Üriner sistem taş hastalığı endüstriyel toplumun %1-5' ine etki eden bir hastalıktır (4). Böbrek taşlarının endüstriyel toplumlarda en sık görülen tipi öncelikle kalsiyum oksalat ya da bunun hidroksiapatit kombinasyonudur. Yetişkin beyaz erkeklerde ömür boyu taş oluşum riski %20'dir. Bu oran bayanlarda %5-10 arasındadır. Bununla birlikte yetişkin siyah erkeklerde taş hastalığı beyaz erkelere göre 1/3 ya da 1/4 oranında daha azdır. Ancak siyah hastalarda üre parçalayan organizmalarla oluşan taş hastalığı prevalansı daha yüksektir (5).

Avrupa ülkelerinde üriner sistem taş hastalığı prevalansı %3-11 arasında değişmektedir (6). Sıcak iklimin hâkim olduğu Arap ülkelerinde ise prevalans %20'lere yükselebilmektedir.

Ülkemizde Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu illerinde prevalans yüksektir. Türkiye'den, Akıncı ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise hastalığın prevalansının genel olarak %14,8 olduğu bildirilmektedir (7). Hastalığın en sık 30 ve 40'lı yaşlarda görüldüğü, erkeklerde 1,5 kat daha fazla olduğu, düşük sosyoekonomik seviyeli kişilerde ve daha düşük eğitim almışlarda daha sık görüldüğü, buna karşılık şehirde ve kırsal alanda yaşayanlar arasında prevalans açısından farklılık saptanmadığı bildirilmektedir.

Taş hastalarının %67 sinde 1,5 ile 8 yıl arasında tek ya da birden fazla nüks'e rastlanır (8). Nüks eden vakalar idiopatik kalsiyum taşları ve ürik asit taşlarıdır. Erkek/Kadın oranı: 3/1 dir. Çocuklarda ise testosteron nedeniyle karaciğerde yapılan endojen oksalat miktarı az olduğundan her iki cinste de yakın oranda görülmektedir (9). Taş hastalığında hereditenin rolü üzerinde durulmuş ve poligenik defekt bulunmuştur (4). Renal tubuler asidozis, sistinüri gibi belirgin familial hastalıklar vardır (4). Taş hastalığının bazı coğrafi bölgelerde daha sık görüldüğü tespit edilmiş ve dünya taş haritası çıkarılmıştır.

İskandinav ülkeleri, Akdeniz ülkeleri, Kuzey Hindistan, Pakistan, Kuzey Avustralya, Avrupa'nın orta kısımları, Malezya ve Orta Amerika'da taş hastalığı

yoğun olup Güney Amerika ve Afrika'da daha seyrek (4). Ülkemizde Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu'da daha fazla görülür. İklim ile taş oluşumu arasında direkt ilişki bulmak güç ise de sıcaklığın yüksek olduğu yerlerde ve yaz mevsimlerinde daha fazla görülmektedir. Güneş ışınlarına fazla maruziyet bağırsaktan kalsiyumun emilimini ve idrar kalsiyum atılımını arttırdığı bildirilmiş ise de tam ispat edilememiştir. Ancak sıcak iklimde yaşamamanın risk faktörü olduğu kesindir.

Taş oluşumunda mesleğin de rolü vardır. Büro hizmeti yapan veya yüksek ısıda çalışanlarda daha yüksek oranda görülürken aktif görevi olanlarda, tarım işçilerinde daha az rastlanır. Diyet, aktivite ve heredite birbirini tamamlayan olaylardır. Her biri primer bir faktör olarak etkilemez. Beraberce etki göstererek taş oluşumunu kolaylaştırır.

Yaşam tarzı da üriner sistemde taş oluşumunu etkileyen bir faktördür. Taş hastalığının sedanter yaşam sürenlerde daha sık olduğu öne sürülmektedir.

Diyet faktörü taş oluşumunda önemlidir (10). Pürin, oksalat, kalsiyum, fosfat ve diğer maddelerin diyetle aşırı alınması idrarla bu maddelerin aşırı atılmasına ve taş oluşumunun kolaylaşmasına yol açabilir (11) (12). Diyetteki hayvansal proteinlerin azalması ile özellikle mesane taşı arasında bir ilişki vardır (13). Bu proteinler idrardaki inhibitör aminoasitlerin ana kaynağıdır. Diyetle alınan fazla şeker üst üriner sistemde taş neden olabilir (4). Şekerin idrar kalsiyumunu arttırdığı ileri sürülmektedir. Alkol alımı ile de kanda ürik asit, idrarda kalsiyum, fosfat düzeylerinde artış olduğu ileri sürülmektedir. Böylece alkol alışkanlığı olanlarda üriner sistem taş hastalığı riski normalden daha fazla olduğu düşünülmektedir.

ETYOLOJİ VE PATOGENEZ

Taş hastalığının etyolojisi multifaktöriyeldir. Çevresel faktörler, diyet alışkanlıkları ve metabolik anormallikler birlikte rol oynamaktadır. Üriner sistem taş hastalığı nüks eden bir hastalık olup patogenezi tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir, fakat bazı teoriler mevcuttur.

Bunlar şöyle sıralanabilir:

1. Süpersatürasyon-kristalizasyon teorisi

2. İnhibitör eksikliği teorisi
3. Matrix-nükleasyon teorisi
4. Epitaksi teorisi
5. Kombine teoriler

Taş oluşumunda esas olay süpersatürasyondur. Tuz ya da sodyum klorid kristalleri içeren su dolu bir bardakta eğer tuz miktarı az ise tuz eriyik halde kalır. Daha fazla tuz eklenmesi halinde sodyum klorid konsantrasyonunun artması ve kristallerinin eriyemez hale gelmesine satürasyon denir. Eğer tuz miktarı daha da artırılırsa, sıcaklık ya da pH değişikliği olmazsa veyahut tuzun erimesini sağlayan maddelerin miktarında değişiklik yapılmazsa kristaller çöker. Kristalizasyonun başlaması için gerekli doygunluk seviyesinde, termodinamik çözünürlükten (thermodynamic solubility product- K_{sp}) bahsedilir. Bu değer sabittir ve katı- sıvı evrelerin dengede olduğu ortamda saf kimyasal elemanların konsantrasyonuna eşittir.

Eğer idrardaki kalsiyum ve oksalat konsantrasyonları sudaki termodinamik çözünürlüklerini aşarsa, kalsiyum oksalat kristalleri çökebilir. Bununla birlikte idrarın içerisindeki inhibitörler ve diğer moleküller sayesinde kalsiyum oksalat solüsyon içerisindekinden daha yüksek konsantrasyonda bulunabilir ve bu durumdaki idrara metastabl denir. Kalsiyum oksalat konsantrasyon miktarı daha da artırılırsa solüsyon olarak kalamayacak bir seviyeye ulaşılmış olur. Bu konsantrasyonda (K_f) kalsiyum oksalat idrarda oluşmuş olur. İdrardaki birçok taş komponentinin konsantrasyonu K_{sp} ve K_f arasındaki metastabl aralıktadır.

Üriner sistem taşları idrarda kristal olmadıkça oluşmaz. Kristal oluşması için idrarın tuzla süpersatüre olması gerekir. Kristaloid oluşturan kimyasalların idrar eksresyonunun artmasıyla, kristalizasyon riski artar. Taş oluşum ve gelişimi için idrarın kristaller tarafından sürekli süpersatüre kalmasına gerek yoktur. Dehidratasyon ya da postparandiyal olduğu gibi intermitant süpersatürasyon yeterlidir. İdrarın kompleks solüsyon olması nedeniyle, birçok faktör kristalizasyon için gerekli iyonların oluşmasını etkiler.

Bu nedenle, kalsiyum oksalatın kristalizasyon potansiyeli kalsiyum ve oksalatın idrardaki toplam konsantrasyonundan ziyade iyonların kimyasal aktivitesi ile

ilgilidir. Sitrat ve fosfat gibi maddeler, kalsiyum ile magnezyum ve sodyum gibi elementlerse oksalatla kompleks oluşturarak, her birinin serbest iyon konsantrasyonunu azaltırlar.

İdrar süpersatürasyonu tek başına taş oluşumu için yeterli değildir. İdrar kristalleri çoğu idrarda izlenmekle birlikte, bu kişilerin çoğunda taş oluşumu izlenmez. Taş oluşan kişilerin idrarlarında daha büyük kristaller vardır. Normal kişiler idrarlarında kristal oluşum, gelişim ve agregasyon inhibitörleri taşırlar. Bunlar sitrat ve pirofosfat gibi düşük molekül ağırlıklı maddeler olabildiği gibi glikozaminoglikanlar, nefrokalsin, Tamm-Horsfall proteini gibi daha büyük moleküller de olabilir.

Böbrekte oluşan serbest kristaller, toplayıcı kanalları tıkayıp üriner sistem içinde tıkayıcı taş oluşturabilecek potansiyele sahip değildirler. Böbrekte kristal agregasyon ve birikmesi, taşa dönüşümde ilk aşamalardan biridir. Kristal agregasyonu, idrarlarında agregasyon inhibitörleri eksik olanlarda oluşur. İdrar glikoproteinleri; nefrokalsin ve Tamm-Horsfall proteini, basit solüsyonlarda kristal agregasyonun potent inhibitörleridir. Ancak sitrat ve magnezyum, kristal gelişiminin inhibitörleridir.

Üreteropelvik bileşke tıkanıklıkları, medüller sünger böbrek ya da tübuler epitelin yapışkanlığının arttığı durumlarda, kristal birikme riski artar. Ürat ve kalsiyum oksalat kristalleri, kültür ortamında böbrek epitel hücrelerine yapışırken invivo ortamda da tübüler hücreler ya da ürotelyuma yapışırlar. İspatlanmamış olmakla birlikte bakteriyel enfeksiyonlar idrar matriksini artırarak, kalsiyum oksalat taş oluşumu riskini artırır ki, bu da kristalin yapışmasını hızlandırır. Sonuç olarak, böbrek epitel hücrelerinden, değişmiş kalsiyum ve oksalat transportu, interstitiyel ve intrasellüler kristalizasyonla sonuçlanır. Bu kristaller böbrekte kalarak taşın 'nidus' yani çekirdeğini oluştururlar.

Taş oluşumu ile ilgili, papilla ucunda kristal birikimi ilk olarak 1937 yılında Randall tarafından tarif edilmiş ve bu oluşumlar 'Randall plakları' olarak adlandırılmıştır (14)(Şekil-1). Randall, interstitiyel alanda kalsiyum fosfat kristallerinin biriktiğini, bunların zamanla toplayıcı sistem atılıp, kalsiyum oksalat için heterojen nükleizasyon odağı oluşturduğunu tarif etmektedir (14).

Serbest parçacık hipotezi olarak da bilinen kristal agregasyonu ve bunun tubulus lümenini tıkayıcı taş oluşturması bir dönem kabul görse de 1978 de Finlasyon ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda tubulusu tıkayacak kristal agregasyonu ve n kleizasyonunun matematiksel olarak olanaksız olduğunu öne sürdü (15). Araştırmacılar glomerulusta oluşan idrarın, 5-7 dakikada tubulusu geçip renal pelvise atıldığı gözönüne alındığında, serbest kristallerin 200  m çapında tubulus lümenini tıkayabilmesi için 90-1500 dakika geçmesi gerektiği, bunun ise olanaksız olduğunu, kristallerin lümeni tıkaması için mutlaka epitel hücresine yapışması ve üzerinde heterojen n kleizasyonun gerçekleşmesi gerektiğini savunmuşlardır (15).

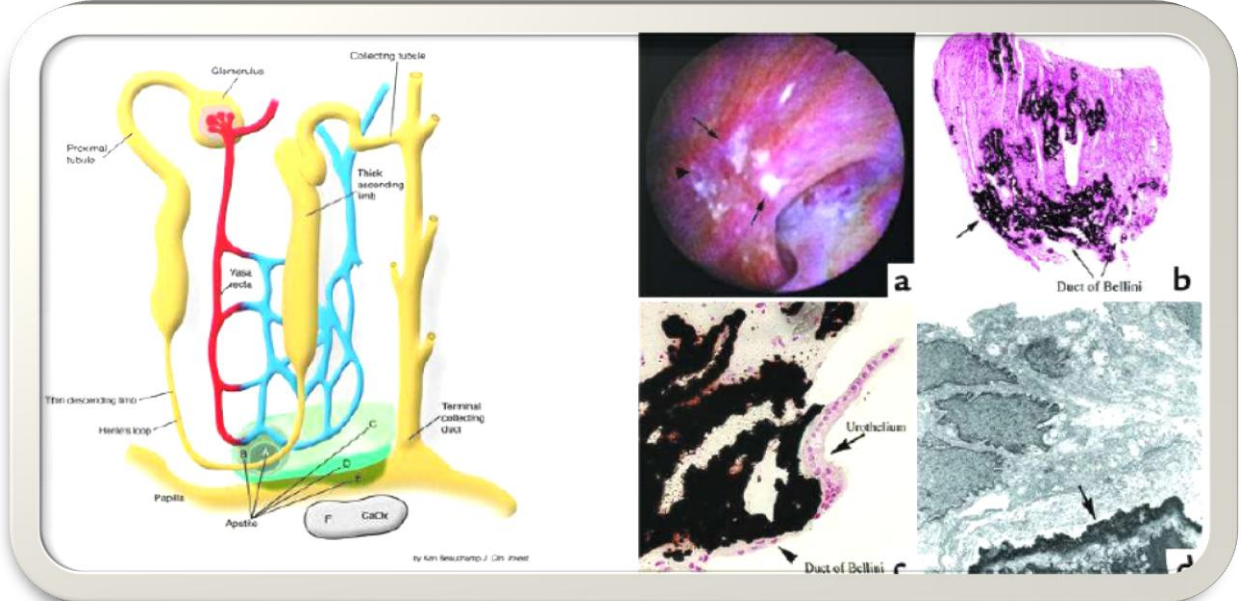
Taş oluşumu ile ilgili deneysel modeller ve elektron mikroskopisi çalışmalarıyla önemli katkılarda bulunan, Florida'dan Khan ve arkadaşları ise, kristal agregasyonunun 'mikrolit' oluşturup, tubulus epitelinin hemen altına yapışarak, tubulusu kısmen de olsa tıkayabileceğini, bunun proksimalinde ise lokal bir supersature ortam gelişeceğini, bunun da agregasyonu ve n kleizasyonu arttırabileceğini bildirmektedir (16).

Lieske ve arkadaşları da, CaOx kristallerinin, tubulus epitel hücrelerinin yüzeyine yapışabileceğini ve bunların ya endositozla alınıp, ya da yüzeye asılı kalarak heterojen nükleizasyon için odak oluşturabileceğini belirtmektedir (17).

Yakın zamanda Lingeman ve ekibinin yaptığı çalışmalar ise, idiopatik kalsiyum oksalat(CaOX) taş hastalığının nerede ve nasıl oluştuğunu büyük ölçüde ortaya koydu (18). Araştırmacılar, bu amaçla, idiopatik CaOx taş hastalarından perkütan nefrolitotomi sırasında Randall plakları ve çevresinden biyopsi örnekleri alarak, bunları elektron mikroskopisi ve immunohistokimyasal yöntemlerle ayrıntılı olarak incelediler.

İdiopatik CaOx taş hastalarında, CaOx kristal depozitlerinin, ince Henle kulpunun 'Bazal Membranı' üzerinde, intertisyel alanda birikmeye başladığını göstermektedir. Depozitler, konsantrasyon arttıa  retelyumun altında, renal papillaya doğru ilerlemekte ve buradan renal pelvise dökülmektedir. Dolayısıyla, tubulus lümeni içinde birikim olmaz.

Birikim, 1937'de Randall'ın da tarif ettiği gibi intersisyonel alandır. Tubulus epitel hücreleri de primer olarak zarar görmez. Bu bulgular, idiopatik CaOx taş hastalığının, ince Henle kulpunu bazal membranına ait bir hastalık olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (16).



Şekil 1: Böbrek tubulusları, ve kristal birikiminin başladığı ince Henle kulpunun görüntüsü ve histolojik olarak tubulus epiteli altında bazal membranda kristal birikiminin gösterilmesi.

Bu bölge incelendiğinde, bazal membran tabakasının tubulusun diğer bölgelerine göre ince Henle kulpunda daha kalın, protein ve mukopolisakkaritlerden oldukça zengin olduğu görülmektedir. Ayrıca tubulusların bu bölgesi daha konsantre idrar içerir. Dolayısıyla, kalın bazal membran elektrostatik olarak kalsiyum(Ca) ve fosforu tubulus lümeninden diffüzyonla çeker. Bazal membranın kalın protein matriksi üzerinde heterojen nükleizasyon meydana gelir. Bu patogenezi yönlendiren güç ise idrar Ca yoğunluğu ve bazal membran geçirgenliğindeki değişimlerdir.

ÜRİNER SİSTEM TAŞLARININ SINIFLANDIRILMASI

Kalsiyum Taşları: Günümüzde en çok görülen taş, kalsiyum oksalat ve kalsiyum oksalat- kalsiyum fosfat karışımı olan mixt taşlardır (19). Böbrek taşlarının %80'i kalsiyum (Ca) içerir (20). Ca insan vücudunda en çok bulunan katyondur. Ca taşları çoğunlukla mixt tipte bulunur. Ca oksalat taşları monohidrat (COM-Whewellite) veya dihidrat (COD-Weddellite) olarak ya da ikisinin kombinasyonu şeklinde bulunur. Ca oksalat ve fosfatın her ikisi de normal idrarda oldukça erimemiş halde bulunur. Ca taşları erkeklerde kadınlara nazaran 3 kat daha fazla görülür. İdrar miktarının azalması, Ca, fosfat ve oksalattan zengin diyet, taş oluşumuna meyilli kişilerde Ca taşına neden olabilir. Kalsiyum Oksalat taş hastalarında bu metabolik anomalilere rastlama oranı %97'ye ulaşabilmektedir (21).

Hiperkalsemi: Diyetle ortalama günde 500-1000mg Ca alınır. Bunun çoğu Kalsiyum bağlayıcı prekürsörler vasıtasıyla D vitamini kontrolü altında duodenum ve jejunum üst kısmından absorbe edilir. Kalsiyumun kandaki miktarı %9,6 mg olup bunun %45'i serbest gerisi proteine bağlı halde bulunur. Glomerüllerden günde 47 gram kalsiyum atılmasına karşın çoğu reabsorbe edilerek günde ortalama 4mg/kg/24 saat atılır. Bu değeri geçmesi durumuna Hiperkalsiüri adı verilir. İdrardaki kalsiyum miktarı mutlaka 24 saatte bakılmalıdır. Çünkü bazen 30 dakika içinde aşırı atılım olabilir ve bu Ksp değerini geçerek kristalizasyona neden olabilir ve agregasyon ile büyüyebilir.

Hiperkalsiüri: Normal idrar kalsiyum atılımının üst sınırı 4mg/kg/24 saat dir. Bu değerin üstü hiperkalsiüri adını alır ve absortif, rezorptif ve renal yolla oluşabilir (21) (22) (23). Ancak Caok taş hastalığına eşlik eden en sık hiperkalsiüri nedeni idiopattiktir ve idrar kalsiyum atılımın normalden fazla olduğu ancak bu durumu açıklayacak herhangi bir patoloji saptanmayan durumlarda idiopatik hiperkalsiüri terimi kullanılır (24). Absortif hiperkalsiürde temel problem kalsiyumun intestinal emilimin artmasıdır. *Renal hiperkalsiürde* kalsiyumun renal tubuler reabsorbsiyonunda bozukluk vardır ve kalsiyum normalden fazla atılır. *Rezorptif hiperkalsiüri* primer hiperparatiroidizm olgularında görülür. Parathormon yükselmesi, intestinal Ca emilimini arttırdığı gibi, D3 vitamin sentezini de indükleyerek hiperkalsiüriye katkıda bulunur (9).

Hiperoksalüri: Hiperoksalürik kalsiyum taşları idrar oksalat atılımının günde 40 mg üzerinde olması durumunda görülür. Hiperoksalüri sıklıkla oksalatın barsaktan hiperabsorbsiyonu sonucu oluşmaktadır. Bunun ana nedeni de ileal hastalıklardır. Hiperoksalüri yapan nedenler üç başlıkta incelenir. *Primer hiperoksalüri* otozomal resesif hastalık olup çocuklarda sık nükseden kalsiyumoksalat taşı ve nefrokalsinozise neden olur. Tip I de 'Glioksalat carboligase' enzimi yetersizliğinden glioksalik asit daha çok glioksalat ve oksalata dönüşür, glisine dönüşmez. Tip II Hiperoksalüride 'D-glyserate dehydrogenase' enzimi yetersizliğine bağlı günde 100mg'dan fazla oksalat idrarla atılır. Bu hastalara organ nakli uygulanmaz. Tedavide günde 100-400 mg pridoksin verilmesi idrarla atılan oksalatı azaltabilir. *Enterik Hiperoksalüride* oksalatın barsaklardan reabsorbsiyonu artmıştır.

Diğer hiperoksalüri nedenleri, otomobillerde antifiriz olarak kullanılan etilen glikol çok süratli oksalata dönüştüğünden yanlışlıkla alımı masif oksalüriye neden olur. Günde 5 mgdan fazla C vitamini alımı hiperoksalüriyle taş oluşumuna neden olabilir. Florlu bir inhalasyon anesteziği olan 'Methoxyflurane' karaciğerde oksalata dönüştüğünden yoğun oksalüriye neden olur.

Hiperürikoözürük Kalsiyum Taşları: Pürinden zengin yiyeceklerin diyet ile aşırı alımı ya da endojen ürik asit üretiminin aşırı fazlalığı nedeniyle ortaya çıkar. Yüzde 10 kadar kalsiyumoksalat taşlarında da saptanır (25). Hastaların idrar ürik asit düzeyleri 24 saatte 600 mg. üstündedir. İdrar ph' sı 5,5 üzerindedir. Tedavisi allopürinoldür (25).

Hipositratürük Kalsiyum Taşları: Sitrat üriner sistem taşlarına inhibitör etki yapan önemli bir maddedir. kalsiyum ile kompleks oluşturarak kalsiyumoksalat kristalizasyonunu inhibe eder. Hipositratüri kalsiyumoksalat taş hastalığına %15-65 oranında eşlik edebilir (26) (24). Hipositratürük kalsiyum taşları genellikle renal tubüler asidoz tip I tiazid tedavisi ve kronik diareli hastalara eşlik eder. Potasyum sitrat ile başarılı bir şekilde tedavi edilir.

Hipomagnesürük Kalsiyum Taşları: Magnezyum(Mg) Ca böbrek taşları oluşumunda önemli bir inhibitördür. Preminger ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Caox taş hastalarının % 4,3 ünde hipomagnezüriye rastlanmıştır (27).

Enfeksiyon (Struvite) Taşları: Bütün taşların % 10-15'ini oluşturur. K/E oranı 3/1 dir. Taşın oluşumu için üre parçalayan bakterilerin yol açtığı bir enfeksiyon ve Magnezyum, amonyum, fosfat ve karbonatlardan idrarın doymuş olması gerekir. Enfeksiyon olsa bile idrar pH sı 5,85 in üzerine çıkmadıkça struvit taşları oluşmaz. Kritik parametre bakteriyel üreaz aktivitesi ile ürenin enzimatik yıkımına bağlı idrardaki amonyak oluşumudur. Bu tür taşlar böbreğin tüm anatomik yapılarını dolduracak kadar gelişir (Koraliform veya staghorn taş). Böbrekte görülen koraliform taşların % 60-90 ı üreaz(+) bakteri enfeksiyonu sonucu oluşur. Geriye kalan % 10-40 ise sistin, kalsiyumoksalat ve ürik asit taşları ile oluşur. Son yıllarda yapılan çalışmalar, nanobakterilerin de kalsiyumoksalat taş hastalığının oluşumuna katılabildiğini bildirmektedir (28).

Ürik Asit Taşları: Ürik asit pürin metabolizmasının son ürünüdür. Ürik asit taşları Amerika'da bütün taşların %5-10'unu teşkil eder (24). Ülkemizde batı ülkelerine göre daha az görülür. İdrar pH sı 5 ise 50mg/dl ph=7 olan idrarda ise 200 mg/dl ürik asit erir. Bu yüzden ürik asit taşı olan hastalarda idrar pH'sı 5,5'in altında bulunur.

Sistin Taşları: Protein metabolizmasının bir ürünü olan sistinin renal tubuler rezorbsiyonunun bozulmasına yol açan enzim transportunda otozomal resesif konjenital bir eksikliğe bağlıdır. Sistin özellikle düşük idrar pH'ında insolubl olduğundan taş oluşumuna eğilim artar.

Nadir Rastlanılan Diğer Taşlar: Ksantin oksidaz enzim eksikliğine bağlı ksantin taşları görülebilir. Ürik asit taşı tedavisinde kullanılan allopurinol, ksantinüriye yol açarak bu taşları şekillendirebilir. Triamteren içeren antihipertansif kullanımına bağlı olarak triamteren taşları ortaya çıkabilir. Magnezyum-silikat içeren antiasit kullanımı sonucu silikat taşları görülebilir. İndinavir reçete edilen AIDS hastalarının % 6'sında indinavir taşı görülmüştür (29) (30).

Tablo 1: Üriner sistem taşları ve görülme sıklıkları

TAŞ YAPISI	SIKLIĞI(%)
Kalsiyum İçeren Taşlar	
Kalsiyum oksalat(monohidrat,dihidrat)	60
Hidroksiapatit	20
Bruşit(Kalsiyum fosfat)	2
Kalsiyum İçermeyen Taşlar	
Ürik Asit	7
Magnezyum Amonyum Fosfat(Struvit)	7
Sistin	1-3
Triamteren	<1
Silica	<1
2.8 Dihidroksiadenin	<1

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA RİSK FAKTÖRLERİ

Üriner sistem taş hastalığı multifaktöriyel etiyolojiye sahiptir. Patogenezi tam olarak aydınlatılamamakla birlikte çeşitli risk faktörlerinin varlığının belirlenmesi önemlidir. Bu risk faktörlerinin varlığında rekürren taş oluşumu artmaktadır:

- a- Yaşamın erken döneminde (25 yaş altı) hastalık başlangıcı ve Bruşit (kalsiyum hidrojen fosfat) içeren taşlar
- c- Taş oluşumuna ilişkin belirgin aile öyküsü
- d- Yalnızca tek böbreğin işlev görmesi (tek böbrek olması taş oluşumu riskini artırmaz ama bu hastalar taş nüksü açısından özellikle düşünülmelidir).
- e- Taş oluşumuyla ilişkili hastalıklar
 - Hiperparatiroidizm
 - Renal tubuler asidoz (RTA) (kısmi/tam)

- Sistinüri
- Primer hiperoksalüri
- Jejunoileal by-pass
- Crohn hastalığı
- Kötü emilim durumları
- Sarkoidoz
- Hipertiroidizm

f- Taş oluşumu ile ilgili ilaçlar

- Kalsiyum takviyeleri
- D vitaminleri takviyeleri
- Asetazolamid
- Askorbik asitin büyük dozları (>4 gr/gün)
- Sulfonamidler
- Triamteren
- İndinavir

g- Taş oluşumu ile ilgili anatomik anormallikler

- Tübüler ektazi (medüller sünger böbrek)
- Pelvoüretal bileşke obstrüksiyonu
- Kalikseal divertikül
- Üretral daralma
- Vezikoüreteral reflü
- At nalı böbrek
- Üreterosel

Üriner sistem taş hastalığı riski çok yüksek olan gruplar Tablo-2 da sıralanmıştır.

Tablo 2: Reküren taş hastalığı açısından yüksek riskli hastalar(Eau 2010 Guideline’ dan alınmıştır)

REKÜREN TAŞ HASTALIĞI AÇISINDAN YÜKSEK RİSKLİ HASTALAR

- 3 yılda 3 kereden fazla taş oluşumu
- Enfeksiyon taşları
- Ürik asit ve ürat taşları(Gut)
- Çocuklar ve ergenlik çağındakiler
- Genetik hastalıklar
 - Sistinüri(tip A,B,AB)
 - Primer hiperoksalüri
 - Renal tübüler asidoz tip-1
 - Adeninfosforibaziltransferaz eksikliği
 - Ksantine
 - Kistikfibrozis
- Brushite taşlar
- Hiperparatiroidizm
- Gastrointestinal hastalıklar(Crohn,Kolit...)
- Soliter böbrek
- Tedaviden 3 ay sonra halen mevcut rezidüel fragmanlar
- Nefrokalsinozis
- İki taraflı büyük taş yükü
- ❖ Taş oluşturan çocuklar ve nefrokalsinozisli hastalarda ek risk faktörleri
 - Dent hastalığı(CLCN5 geni,X-bağımlı,Fankoni sendromu)
 - Bartter sendromu
 - Familiyal hipomagnezemi ve hiperkalsiüri sendromu
 - Williams-Beuren sendromu
 - Taş oluşturan prematür yenidoğanlar

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Öykü

Üriner sistem taş hastasının değerlendirilmesinde ilk adım ayrıntılı bir öykü alınmasıdır Kişiyi ait veya ailesel risk faktörleri sorgulanmalıdır. Ailede birinci derece akrabalarda taş öyküsü, önceki medikal veya cerrahi tedaviler ve başarısı ile birlikte önceki taş analizi sonucu öğrenilmeye çalışılmalıdır.

Diyet öyküsü ayrıntılı biçimde sorgulanmaya çalışılmalıdır. Düşük sıvı alımı varlığı, aşırı proteinli gıdalar ile beslenme varsa belirlenmelidir. Aşırı hayvansal proteinli gıda ile beslenme hiperürikozüri, hipositratüri ve düşük idrar pH'sı ile ilişkilidir. Aşırı süt alımı, vitamin D ve kalsiyum takviyeleri alınıyorsa belirlenmelidir. Taş hastalarında diyetdeki kalsiyumun etkisi tartışmalı olmasına rağmen hiperkalsiüri ile ilişkili olabilmektedir (31).

Rekürren idrar yolu enfeksiyonu hikâyesi strüvit taşları ile ilişkilidir. Kronik diyare, hipertiroidizm, primer hiperparatiroidizm, enflamatuvar barsak hastalığı, renal tubuler asidoz, sarkoidoz, gut hastalığı, malignitelerin varlığı ve genetik sendromlar gibi hastalıklar varsa öğrenilmeye çalışılmalıdır (32).

Geçirilmiş cerrahiler sorulmalıdır. Ürolojik cerrahilerin yanı sıra intestinal cerrahiler, tiroid ve paratiroid cerrahileri varsa öğrenilmelidir.

Genetik zemini olan hastalıklardan özellikle sistinüri, primer hiperoksalüri ve ksantinüri sorgulanmalıdır.

Çeşitli ilaçlar üriner sistem taş hastalığına zemin hazırlayabilmektedir. Kortikosteroidler barsaktan kalsiyum emilimini artırır, kemiklerden kalsiyum rezorbsiyonuna yol açarak hiperkalsemi ve hiperkalsiüriye neden olur (33). Tiazid grubu diüretikler hipositratüriye neden olabilir. Triamteren, efedrin, guanifenasin gibi ilaçlar direkt olarak kendisi veya metabolitleri idrarda çökerek taş oluşumuna sebep

olabilmektedir (34) . Loop diüretikler renal kalsiyum reabsorbsiyonunu azaltırlar ve böylece hiperkalsiüriye yol açarlar. Kolşisin, probenezid ve kemoterapotik ajanların önemli bir kısmı hiperürikozüriye neden olurlar (35) .

Laboratuvar testleri

1-Akutevrede analiz çalışmaları:

Akut bir taş epizodu yaşayan hastalarda yapılacak rutin laboratuvar çalışması şunları kapsamalıdır:

- İdrar dipstik/sediment testi (eritrosit, lökosit, nitrit ve bakteri varlığı değerlendirilmelidir).
- İdrar pH'sı
- Böbrek işlevinin bir ölçüsü olarak serum kreatinin analiz edilmelidir.

Ayrıca ateşli olgularda C- reaktif protein (CRP) değerlendirilmeli, lökositöz değerlendirilmesi için tam kan sayımı yapılmalı ve idrar kültür ekimi yapılmalıdır. Kusma durumlarında serum sodyum ve potasyum düzeyleri ölçülmelidir. Metabolik risk faktörlerini aramak üzere gelecekte kan analizlerinin tekrarlanmasından kaçınmak için bu aşamada serum kalsiyum ve ürik asit seviyesini değerlendirmek yararlı olabilir.

2- Taş oluşumu için risk faktörlerini ortaya koymaya çalışan tetkikler:

Bu değerlendirmeler için serum analizi ve 24 saatlik idrar analizleri yapılmalıdır. Komplikasyonsuz taş hastalığı bulunan bir kişi, ya ilk taş epizotundan sonra taştan kurtulmuş ya da taş epizotları arasında uzun sürelerin bulunduğu hafif rekürren hastalık öyküsü olan birisidir. Bu tür hastalarda önerilen analiz Tablo-3' de gösterilmiştir.

Tablo 3: Komplike taş hastalığı bulunanlarda yapılması gerekli analizler (EAU 2010 guideline’den alınmıştır.)

Taş analizi	Kan analizi	İdrar analizi (Aç karnına sabah spot idrar örneği, dipstik testinde şunlara bakılır.)
Her hastada bir taş analiz edilmelidir	Kalsiyum	pH
	Albümin ¹	Lökositler/bakteriler ³
	Kreatinin	Sistin testi ⁴
	Ürat ²	

1. Ya albümin bağlanmasına atfedilebilecek kalsiyum konsantrasyonu yanlışlıklarını düzeltmek için kalsiyum+albümin analizi ya da iyonlaşmış (serbest) kalsiyumun doğrudan analizi
2. İsteğe bağlı analiz, ürik asit/ürat taşı hastalığından şüpheleniliyorsa faydalı.
3. Bakteriüri durumunda idrar kültürü.
4. Eğer sistinüri başka yollarla dışlanamazsa ya da dışlanmamışsa, sistin testi

Komplike taş hastalığı olan hastalar böbreklerinde rezidüel fragmanlar olan veya spesifik risk faktörü taşıyan hastalardır. Bu hastalar için önerilen analiz çalışmaları Tablo 2’de görülmektedir (36) (37) (38).

İdrar örneği alma işlemi taşın çıkarılmasından sonra veya bir tıkanma epizotundan sonra en az 4 hafta ertelenmelidir. Hematüri ve enfeksiyon varken asla yapılmamalıdır. Gerektiğinde idrar toplama işlemi tekrarlanmalıdır.

Tablo 4: Komplike olmuş taş hastalığı bulunan hastalarda yapılması gereken analizler (EAU 2010 guideline'dan alınmıştır.)

Taş analizi	Kan analizi	İdrar analizi
	Kalsiyum	Dipstick testi ile
	Albümin ¹	pH Lökositler/bakteriler ³ Sistin testi ¹
	Kreatinin	Belirli bir zamanda toplanmış idrarda bakılacaklar
	Ürat ²	Kalsiyum Oksalat Sitrat Ürat ⁶ Magnezyum ^{2,4} Fosfat ^{2,4,5} Üre ^{2,5} Sodyum ^{2,5} Potasyum ^{2,5} Kreatinin Volüm

1. Ya albümin bağlanmasına atfedilebilecek kalsiyum konsantrasyonu farklarını düzeltmek için kalsiyum+albümin analizi ya da iyonlaşmış (serbest) kalsiyumun doğrudan analizi.

2. İsteğe bağlı analiz.

3. Normal atılımla ilgili verilerin mevcut olması koşuluyla, 24 saatlik idrar, 16 saatlik + 8 saatlik idrar ya da herhangi bir örnek toplama dönemi seçilebilir (4-7). Kreatininle ilgili değişkenler konusunda spot idrar örneği kullanılabilir (7).

4. Magnezyum ve fosfat analizi, AP(CaOx) indeksi ve AP(CaP) indeksi gibi kalsiyum oksalat (CaOx) ve kalsiyum fosfat (CaP) ile süpersatürasyon tahminlerini hesaplamak için gereklidir (8-12).

5. Üre, fosfat, sodyum ve potasyum ölçümleri, hastanın beslenme alışkanlıklarını değerlendirmek için kullanılır.

6. Ürik asit asitli çözeltilerde çökelediği için, ürat analizinin asidi fiye edilmemiş bir örnekte ya da ürik asidi çözmek için yapılan alkalinizasyondan sonra yapılmalıdır Asitli koruyucu içeren bir şişeye 16 saatlik idrar örneği toplandıktan sonra, 24 saatlik dönemin geriye kalan 8 saati ürat analizi için sodyum asitli idrar örneği toplamak için kullanılabilir.

Tüm taş hastalarına en az bir kere taş analizi yapılmalıdır (39) (40). Rekürren analiz ise sadece taş kompozisyonunun değiştiğini düşündüğümüz hastalara yapılmalıdır.

Elimizde hastaya ait taş yoksa yada yeterli materyal yoksa aşağıdaki özelliklere göre taşın türünü belirlemeye çalışmalıyız:

- Radyografik özelliklere göre (Tablo-5)
- İdrar sedimentinde mikroskopik olarak struvite yada sistin kristalleri bakarak
- İdrar pH ı düşük olan hastalarda ürik asit, yüksek olan hastalarda enfeksiyon taşı olabilir
- Kültürde üreaz + mikroorganizma üremesine göre
- Kalitatif sistin testi(sodyum nitroprusit testi,Brand testi,diğer sistin testleri)

Tablo 5: Radyolojik özelliklerine göre taşların sınıflandırılması

RADYOPAK	ZAYIF RADYOPAK	RADYOLUSEN
Kalsiyum oksalat monohidrat (Whewellit)	Magnezyum-amonyum-fosfat (Struvit)	Ürik asit
Kalsiyum oksalat dihidrat	Sistin	Ürat
Kalsiyum fosfat		Ksantin
Karbonat		2,8 dihidroksiadenin
Brushite		İlaç taşları (İndinavir, sülfonamit)

PERKUTAN NEFROLİTOTOMİ

1955 yılında Dr. Goodwin ve Dr. Bill Casey tarafından ilk antegrad pyelografi deneyimlerinin sunulmasını takiben optik ve radyolojik cihazların çok ileri seviyelere gelmeleri için beklenen 25 yıl gibi uzun bir sürenin sonunda çağdaş üroloğun donanımını oldukça zenginleştirmiş olan perkutan girişimler bugün rutin hale gelmiştir. 1976 yılında Fernström'ün ilk perkutan girişim yoluyla taş ekstraksiyonunu tanımlamasıyla birlikte tıp dünyasında endoürolojinin temelleri atılmaya başlanmıştır

(41). Başlangıçta perkutan nefrostomi sadece üriner diversiyon için kullanılırken bugün böbrek taşı, üretropelvik darlıklar, toplayıcı sistem tümörleri, abse, ürinoma renal kistler ve divertiküllerle fungal bezoar ve infundibular stenoz tedavilerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yeni minimal invaziv yöntemler çağında, gelişen endoskopik üroloji sahasında ön saftaki yerlerini korumak için tüm ürologların perkutan renal girişte uzmanlaşmaları gereklidir (42).

Hasta Hazırlığı ve Profilaksi

Taşların sayısı, pozisyonunu belirlemek ve böbreğin anatomik detaylarını ortaya koymak için; preoperatif dönemde intravenöz piyelogram ve bilgisayarlı tomografi(BT) gibi radyolojik incelemeler yapılır. BT; özellikle füzyon ya da malrotasyon anomalilerin, renal ektopinin, ortopedik deformitelerin ve obez olguların değerlendirilmesinde yararlıdır. BT ayrıca nadiren görülen retrorenal kolon olgularını da belirleyebilir. Renal sintigrafi, özellikle bilateral koraliform taşları olan hastalarda renal fonksiyonun dağılımını değerlendirmek için kullanılabilir. Operasyon öncesi pıhtılaşma profilini de kapsayan rutin laboratuvar testleri yapılır. Herhangi bir kanama diatezi, cerrahi öncesi düzeltilmelidir. Aspirin içeren ürünler ve non-steroidal antienflamatuar ilaçlar PCNL'den 7 gün önce kesilmelidir.

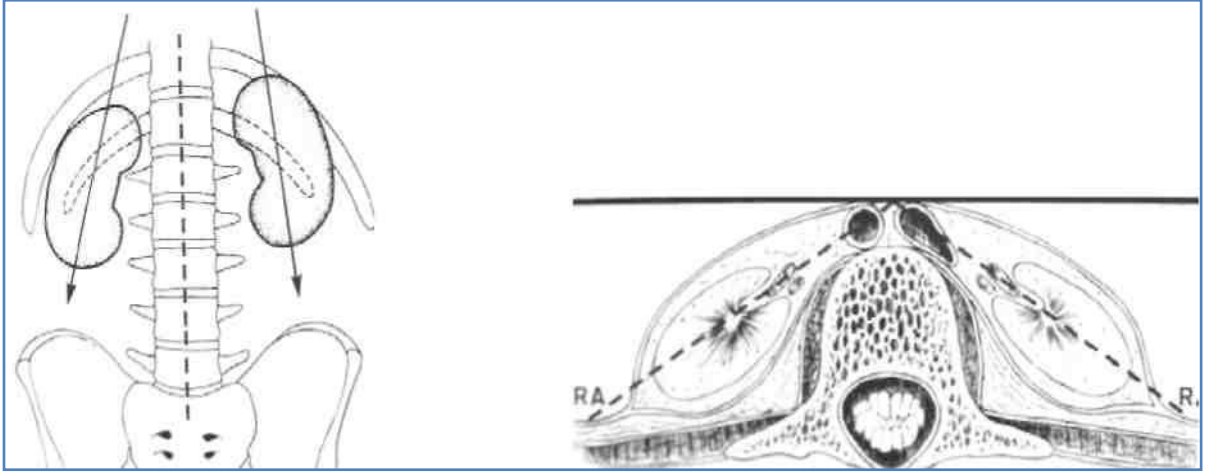
Radyolojik ya da klinik olarak struvit taşı şüphesi olan ya da enfeksiyon şüphelenilen hastalarda sepsis riskini azaltmak için, cerrahi öncesi 2 hafta geniş spektrumlu antibiyotik kullanılmalıdır. Sefalosporinler, enfekte olmayan taş hastalarının cerrahi işlem profilaksisi için kullanılan en uygun antibiyotiklerdir çünkü S. Epidermidis en sık görülen enfektif ajandır (43).

Genel anestezi, pron pozisyonunda hava yolunu en iyi koruma olanağı sağladığı için tercih edilen anestezi tipidir. Üst pol girişi düşünülen olgularda mutlaka genel anestezi kullanılmalıdır, çünkü pulmoner komplikasyonları önlemede esas olan solunum hareketlerinin kontrolü, genel anestezi ile sağlanır.

Böbreğin Fonksiyonel Anatomisi ve Perkutan Giriş

Perkutan renal komplikasyonları minimale indirmek için böbrek ve komşuluklarının üç boyutlu konfigürasyonuna hâkim olmak gerekir. Sağ böbrek ortalama 10,9 cm, sol böbrek ise ortalama 11,2 cm dir. Her iki böbrek benzer

kalınlığa sahiptir (Hilumda sağ:3,2 cm; sol 3,3 cm). Her iki böbreğin üst polü alt pole göre daha geniştir (44). Böbrekler T12-L3 vertebralar arasında retroperitoneal olarak yer alır. Posterior abdominal duvarda M. Psoas major üzerinde ve longitudinal aksına paralel, oblik olarak yer alır.(şekil-2) st pol, alt pole göre daha medial ve posterior yerleşimlidir. Hiler bölgenin anteriora doğru rotasyonu nedeniyle her iki böbreğin de lateral kenarları posterior yerleşimlidir. Bu rotasyon sonucu böbreğin frontal eksenini ile vücudun frontal eksenini 30-50° lik ağı yapar. (şekil-2)



şekil 2: Böbreklerin anatomik yerleşimi ve aksı

Böbreğin Komşulukları

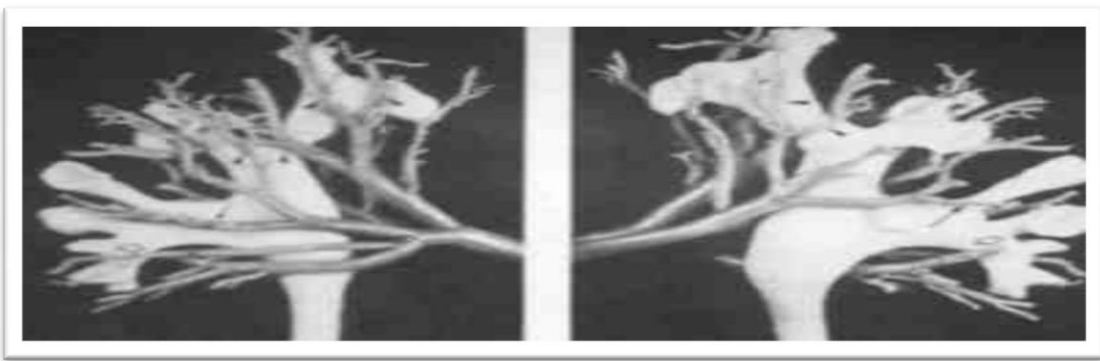
Sağ böbrek üstte sürrenal, nde karaciğer ve hilus yakınlarında duodenum, vena kava inferior, altta ekstraperitoneal olan kolonun hepatik fleksurası ile komşudur. Sol böbrek üstte sürrenal, üst dışta dalak, hilus dolayında pankreas kuyruğu, n üstte mide, altta jejunum ve kolonla komşudur. Her iki böbrek arkada diafram, kuadratum lumborum kası ve psoas kası ile bitişiktir. Böbreğin kolon ile komşuluğu çok önemlidir. Retrorenal kolon varlığında kolon böbrek alt polü ile komşuluk gösterir. Bilgisayarlı Tomografi (BT) ile yapılan çalışmalarda supin pozisyonda % 1,9 olguda retrorenal kolon tespit edilirken bu olgular PCNL’de uygulanan yüzükoyun pozisyonuna alındığında %10 olguda retrorenal kolon tespit edilmiştir.

Kaliksiyel Anatomi

Özellikle Sampaio ve arkadaşları tarafından yapılan kadavra çalışmaları ile böbrek toplayıcı sistem anatomisi ve damarsal yapıları çok iyi tanımlanmıştır. Toplayıcı sistem anatomisi kişiden kişiye hatta bir kişinin her iki böbreğinde bile çok büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Kişinin her iki böbrek toplayıcı sistemi birbirinin tıpa tıp aynısı değildir.

Böbreğin Vasküler Anatomisi

Böbreğin arterleri end-arter yapısındadır. Ana renal arter, a. suprarenalis inferior dalını verdikten sonra, anterior ve posterior dallarına ayrılır. Anterior dal apikal, üst, orta ve alt olmak üzere 4 segmental artere ayrılır; böbreğin anterior ve polar alanının kanlanmasından sorumludur. Posterior dal ise böbreğin posteriorunda, kalan bölgeleri kanlandırır. (Şekil-4) Böbreğin yarısından çoğunda, posterior segmental arter böbreğin posterior yüzünün üst yarısını kanlandırır, bu yüzden üst kalikslere medialden yapılan girişlerde bu arter zarar görebilir (45). Segmental arterler parankime girmeden hemen önce interlobar arterlere ayrılırlar. Interlobar arterler, kortiko-medullar bileşkede arkuat arterleri oluştururlar. Arkuat arterler interlobular arterlere ayrılır ve devamında affarent arterioller ile glomerul yapısına katılırlar.

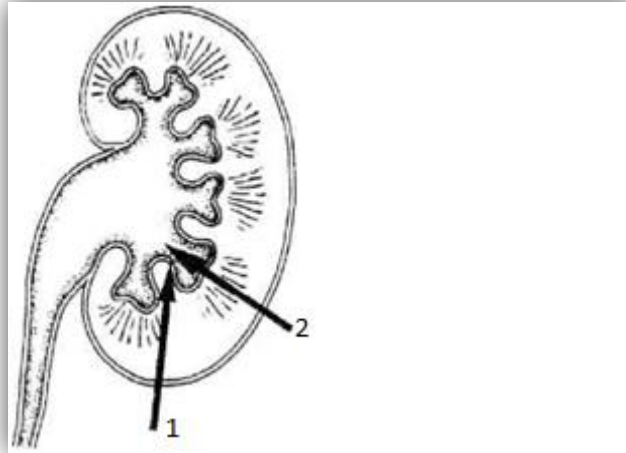


Şekil 3: Böbreğin toplayıcı sistem ve vasküler anatomisinin ilişkisi

Arterlerden farklı olarak intrarenal venlerin segmental bir yapısı yoktur. Böbreğin venleri arasındaki sıkı anastamozlar sayesinde, venöz yaralanma sonrası böbrekte parankimal konjesyon ve ödem gözlenmez. Korteksin küçük venleri

interlobular venlere drene olur ve bir ark oluşturur. Bu arklar böbreğin longitudinal ekseninde uzanırlar.

Böbreğin perkütan girişimlerinde renal infundibulumdan geçerek yapılan girişlerde komplikasyon görülme şansı çok fazladır. Özellikle üst pol infundibulum girişinde çok belirgindir. Posterior segmental arter böbreğin hemen hemen % 50'sini besleyen bir yapıdır. Yaralanmasında böbrekte ciddi fonksiyon kaybı ve hemoraji görülebilir. Olguların % 57'sinde bu önemli arter üst pol infundibulumunu posteriordan çaprazlar. Ayrıca üst pol infundibulum ince kapiller damarsal yapılardan oldukça zengin bir yapıdır. Sampaio yaptığı çalışmalarda üst pol infundibulum girişinde % 67 oranında damar yaralanması olabileceği bildirmiştir. Damarlardan fakir olan alt kaliks infundibulumlarına girişte bile % 13 oranında damar yaralanması riski vardır. Bu yüzden infundibulum üzerine giriş güvenli bir yöntem değildir. Direkt pelvis üzerine giriş retropelvik damarsal yapıların yaralanması olasılığı nedeniyle yapılmamalıdır. Kaliksiyel forniks girişleri ise güvenlidir. Venöz yaralanma oranı bile % 8'in altındadır.



Şekil 4: Böbreğe perkutan giriş;

1) İfundibulum girişi, 2) Kaliks girişi

Floroskopik Antegrad Yaklaşım

Bu yaklaşım, taşın olduğu tarafa 6 Fr open-end bir üreteral kateter yerleştirildikten sonra kontrast madde veya hava verilerek toplayıcı sistemin opaklaştırılmasına ve genişletilmesine olanak sağlar. Üreteral kateter de fluoroskopik

olarak izlenebilir, daha sonra nefrostomi traktı içinden yakalanabilir ya da kılavuz telinin ilerletilmesinde kullanılabilir. Üreteral kateter yerleştirildikten sonra hasta prone pozisyonda C-kollu masaya yatırılır. Ventilasyonu kolaylaştırmak için omuzdan iliak kristaya doğru her iki tarafa uzun yastıklar konulur. Bu manevraya bir anesteziist katılmalı ve endotrakeal tüpe özen gösterilmelidir. Diz, bilek ve ayakların alt kısmı yastıklarla desteklenir. Cerrahi örtülerin cilt ile yakın temasını sağlamak için deri povidone-iodin ile hazırlandıktan sonra alkolle temizlik yapılır.

Hasta bu pozisyonda iken fleksibl sistoskopi yapılabilir. Bir kılavuz tel ipsilateral üreter içine sokulabilir ve floroskopik kontrol altında üst toplayıcı sisteme doğru ilerletilebilir. Fleksibl sistoskop daha sonra çıkarılır ve açık uçlu bir üreteral kateter ya da oklüzyon kateteri kılavuz tel üzerinden ilerletilir. İntrakorporyal litotripsi prosedürü sırasında taş parçalarının üretere doğru yer değiştirmesini engellemek için oklüzyon balon kateterinin balonu üreteropelvik bileşkede 1 ml'lik kontrast madde ile şişirilebilir. Kılavuz tel çıkarılır, kateter içinden kontrast madde veya hava enjekte edilerek perkütan giriş sırasında toplayıcı sistemin ayrıntılı görüntülenmesini sağlanır. İşlem sırasında mesane dekompresyonunu devam ettirmek için bir foley kateter konulur.

Skopinin C-kolu 90 dereceden fazla bir hareket yeteğine ve hafızaya sahip olmalıdır, böylece görüntü ekranda kaydedilebilir. Prosedür için uygun perkütan nefrostomi traktının seçilmesi çok önemlidir. Tercih edilen yaklaşım posterior kalisiyel yaklaşımdır. Bazı taşlar ve kalisiyel divertiküller için anterior kalisiyel giriş gerekebilir. Ancak bu yöntem sadece posterior kalikslerden giriş mümkün değilse kullanılır. Renal pelvise doğrudan ponksiyondan kaçınılmalıdır. Çünkü renal arterin posterior dalına zarar verme riski vardır. Ek olarak bu şekilde oluşturulan trakt, nefrostomi tüpü için stabilite sağlamaz, çünkü parankimal destekten yoksundur.

Üreteral kateter içerisinden kontrast maddenin enjeksiyonu, toplayıcı sistemin opasifikasyonuna yardımcı olabilir. Alternatif olarak bir hava pyelogramı oluşturmak için de hava enjekte edilebilir. Serbest havanın avantajı idrar ya da kontrast maddeden daha hafif olmasıdır. Böylece hasta yatar pozisyonda iken ilk önce posterior kaliksleri ortaya çıkarır. Renal pelviste tek taş olması ya da anatominin belirsiz olması halinde intrarenal anatomiye tam olarak tespit etmek için kontrast madde kullanımı tavsiye edilir. Birden fazla radyoopak kalisiyel ya da komplet

staghorn taşların olduğu olgularda hava piyelogramı toplayıcı sistemi yeterince belirler. Bu nedenle kontrast maddeden kaynaklanan yanıltıcı artefaktlara engel olur.

Skopinin C-kolu vertikal pozisyonda iken toplayıcı sistem gözlenir ve uygun kaliks belirlenir. İdeal yer 12. kostanın altından kalikse doğru en kısa trakttır. Skopinin C-kolunun 90 derecedeki gözlemi kaliksin içine doğru girişteki medial vertikal düzlemi belirler. Skopinin C-kolu cerraha doğru yaklaşık 30 derece döndürülür. Bu şekilde posterior kalikslerin doğrudan görüntüsü elde edilmiş olur. Kaliks belirlendikten sonra üstünü örten cilt bir hemostatla işaretlenir. Postoperatif lokal ağrı tedavisi için % 0,25'lik bupivacaine (marcaine) ile ponksiyon yerine enjeksiyon yapılabilir. Skopinin C-kolu 30 derecelik pozisyonda iken fluoroskopi ışığı düzleminde 18 G (gauge)'lık bir translumbar anjiyografi iğnesi ilerletilir. İğneyi ilerletirken en uygun yön tayini kararında 'mandagözü belirtisi' görülmesi önemlidir.

Bu etki sadece iğne göbeği iğne gövdesiyle süperpoze olduğunda gözlenir ve iğnenin düzlemi X ışını ile aynı olduğu zaman özellikle daha belirgindir. Uygun düzlem belirlendikten sonra, cerrahın radyasyondan etkilenmesi en aza indirilerek bir hemostat yardımıyla 1- 2 cm'lik artışlarla iğne ilerletilir. Posterior kalisiyel sisteme en güvenilir girişi sağladığından, iğne Brödel hattına yakınlaştırılmalıdır. İğne penetrasyon derinliği skopinin C-kolu vertikal pozisyona geri çevrilerek monitörize edilir. Skopinin C-kolunun vertikal pozisyonda olması ile iğne ucunun belirlenmiş kalikse yakınlığı görülebilir ve fluoroskopik olarak yön verilebilir. Hem uygun aks ve hem de iğne derinliği başarılı perkütan giriş için mutlak koşullardır. İğne kalikte belirttiği zaman "stylet" çıkarılır ve idrar ya da havanın veya her ikisinin birden aspirasyonu ile iğnenin doğru yerde olduğu doğrulanır. 0.038 inç esnek uçlu J kılavuz teli iğnenin içerisinde sokulur ve renal pelvis içinde kıvrılır. İğne çıkarılır ve tel yerinde 1 cm'lik insizyon açılır. Trakt tel üzerinden 30 Fr'e kadar dilate edilir (46).

Traktın Dilatasyonu

Dilatasyonun ana prensibi, her zaman bir rehber tel üzerinden uygulanması gereğidir. Tel dilatasyonu desteklemeye yetecek derecede sert olmalıdır. Dilatasyon esnasında telin yerinden çıkma gibi problemlerin ortaya çıkmaması için, dilatasyon öncesi rehber telin üretere geçirilmesi amaçlanır. Ancak teli üretere geçirmek her zaman mümkün değildir (taşın üreterde sıkışması, üreteropelvik darlık). Bir komplet

koraliform taşın müdahalesi için perkütan giriş gerektiğinde ise rehber telin anatomik boşluğa yerleştirilmesi, son derece zor ve özel tecrübe gerektiren durumdur. Rehber tel taşın sıkıştırması nedeniyle renal pelvise geçemeyebilir ve girilen kalikte kıvrılabilir. Bazı yazarlar başlangıçta kullanılan rehber telin yanında ikinci bir emniyet telinin de kullanılmasını savunmaktadırlar (47). Bu emniyet teli çift lümenli bir katater veya koaksiyal sistem yardımıyla kullanılan telin yanına yerleştirilir. Amaç, kullanılan tel bükülür ya da yerinden çıkarsa nefrostomi traktı ile olan girişi devam ettirmektir.

Nefrostomi traktının akut dilatasyonu birçok enstrümanla yapılabilir. En çok kullanılanlar seri olarak uygulanan ve gittikçe kalınlaşan fasyal dilatatörler, Amplatz dilatasyon seti, metal yardımcı dilatatörler ve yüksek basınçlı balonlardır. Bazı araştırmacılar fasyal dilatatörlerin en emniyetli ve en etkin metod olduğunu düşünmektedir (47). Bu teknik, özellikle belirgin perirenal ya da renal fibrozis varlığında ya da sekonder olgularda faydalıdır. Nefrostomi traktının renal fonksiyona olan etkisi birkaç araştırmada incelenmiştir. Davidoff ve Bellman nefrostomi traktı için balon ya da Amplatz fasyal dilatasyon kullanılan hastalarda renal hemoraji ve transfüzyon oranı insidanslarını araştırmışlar ve balon dilatatör kullanılmasının transfüzyon oranı ve hemorajiyi azalttığı sonucuna varmışlardır (48). Clayman ve arkadaşları bir hayvan modelinde, nefrostomi traktının total kortikal yüzeyin %0.15 ini tahrip ettiğini ve balon dilatasyonun fasyal dilatatörlerden daha fazla tahribat yapmadığını göstermişlerdir (49). Stoller ve arkadaşları perkutan nefrolitotomi yapılan 127 hastayı içeren serilerinde, trakt dilatasyon tipinin total kan kaybıyla ilişkili olmadığını belirtmişlerdir (50). Çok sayıda girişim yapılmasıyla ve renal pelvik perforasyon olması hallerinde kan kaybının 2 misli arttığını rapor etmişlerdir. Long Island Jewish Medikal Merkezde yapılan deneysel bir çalışmada değişik metodlar uygulandığında renal parankimal travma derecesinde belirgin bir farklılık olmadığı gösterilmiştir. Cerrahin tercih ve tecrübesi ile ilişkili olarak tüm dilatasyon teknikleri güvenle kullanılabilir.

Taşın Çıkarılması

Trakt uygun şekilde dilate edilip Amplatz kılıf yerleştirildikten sonra taşın çıkarılma işlemine geçilebilir. Büyük hacimli ektravazasyonlarda dilüsyonel hiponatremi riskini en aza indirmek için, PCNL esnasında irrigasyon için fizyolojik sıvılar kullanılmalıdır (51). İntrapelvik basıncı düşük tutmak ve pyelovenöz geri akım

ile sıvı emilimini önlemek için irrigasyon sıvısı hastadan 80 cm ya da daha az yükseklikte tutulmalıdır (52) Amplatz çalışma kılıfının kullanılması da yüksek intrapelvik basıncı önler. Başlangıçta rijid nefroskop kullanılırken, 1 cm çapına kadar olan taşlar rijid grasperler ya da taş basketleriyle tutulup 30F Amplatz kılıf içerisinden bütün olarak çıkarılabilir. 1 cm'den büyük taşlar çıkarılmadan önce parçalanması gerekir. Birçok intrakorporal litotripsi tekniği kullanılabilir. Rijid nefroskopi taş çıkarılması için tercih edilen bir metottur. Sadece en basit intrarenal toplayıcı sistemler tek bir girişten rijid nefroskop ile tamamen görünebilirler. Bu yüzden, fleksibl nefroskopi kalan taş parçacıkları için böbreğin geri kalan kısmını aydınlatmada her PCNL esnasında kullanılmalıdır. Proksimal üreteri de kapsayacak şekilde tüm toplayıcı sistem sistematik olarak incelenmelidir. Küçük taş parçaları 2,2-3 F taş basketi ile fleksibl alet içinden çıkarılabilir, daha büyük taşlar lazer, pnömotik, ultrasonik ya da elektrohidrolik litotripsi ile parçalanabilir. Alternatif olarak, parçacıklar yüksek basınçlı irrigasyon sıvısı ve yumuşak uçlu J teliyle birlikte böbrek pelvisine aktarılır ya da itilebilir ve böylece rijid aletlerle daha kolay bir şekilde alınabilirler. PCNL'nin amacı ilk işlemde taşları tamamen ya da tama yakın temizlemektir, bu durum gereğinde ikinci girişimi oldukça kolaylaştırır. İntravenöz furosemid PCNL tamamlanıp nefrostomi tüp konulduğunda diürezi uyarmak ve devam ettirmek için bir seferliğine tatbik edilir.

Postoperatif Drenaj

PCNL işlemi tamamlandıktan sonra, nefrostomi tüpü ile drenajın sağlanması rutin olarak önerilmektedir. Nefrostomi tüpleri, nefrostomi traktından gelen kanamayı tampon etmek, giriş yerinde yara iyileşmesini ve idrar akımını sağlamak, eğer gerekirse ikinci bir PCNL için toplayıcı sisteme kolay giriş imkânına olanak verir. Kullanılan kateterlerin ebat ve tipi büyük ölçüde işlemin büyüklüğü ve PCNL sonrası ürotelyal hasara, işlem esnasında ve sonrasında kanamaya, hastanın vücut şekline ve cerrahların tercihlerine bağlıdır. Yeterli bir üriner drenajı sağlayacak nefrostomi tüpünün minimum çapı 8-10 F olmalıdır. Bazı araştırmacılar 24-30 F'e kadar yapılan akut dilatasyonları takiben üriner drenajı sağlamak için daha büyük kateterleri tercih ederler. Küçük nefrostomi traktları, tüp alındıktan sonra daha çabuk kapanır. Bununla birlikte, belirgin kanama oluştuğunda küçük tüpler daha kolay tıkanır ve nefrostomi traktını drene etmekte yetersiz kalabilir. Tüp konulduktan 24-48 saat sonra genellikle

nefrostrom alınır. Eđer tđm taşlar alınımışsa ve kontrast ekstravazasyonu olmadan űretere geğiş varsa, nefrostomi alınabilir ya da klampe edilip sonra çıkarılır.

Komplikasyonlar

Kanama en önemli komplikasyondur. En tecrűbeli ellerde bile transfűzyon gerektiren kanama %1,1-7 oranında grűlűr. Hipertansif hastalarda, böbrek yetmezlięi olanlarda, idrar yolu enfeksiyonu olanlarda, geçirilmiş açık böbrek cerrahisi olan hastalarda ve ESWL ykűsű olan kiřilerde PCNL esnasında kanama fazla olabilir. Yayımlanmış bűyűk serilerde operasyon bařına 1,2 gr hemoglobın kaybı, % 3 transfűzyon oranı bildirilmiřtir. Dilatasyon esnasında korteksteki kűcűk damarlardan kanamalar olabilir ve dilatasyon sonrası kılıfın yerleřtirilmesi ile kanama durur. Anterior veya posterior segmental arterlerin yaralanmasıyla ciddi kanamalar olabilir. Geç dönemdeki kanama arteriovenöz fistűl veya damar yaralanmasına baęlı olabilir. Damar yaralanması % 0,9 oranında bildirilmiřtir. Bu olgularda anjiyografi tanı ve tedavi amaçlı uygulanabilir. Genellikle konservatif tedavi ile dűzelir. Nadiren anjiyografik embolizasyon yapmak gerekebilir. Ama açık cerrahiye hatta kanama nedeniyle böbrek kaybına kadar giden olgular grűlműřtir.

Ekstravazasyon, irrigasyon solűsyonunun kontrast maddenin veya idrarın retroperitoneal bölgeye sızıntısı ile oluřur. Perkűtan teknikte en çok grűlen komplikasyonlardan biridir. Toplayıcı sistemde özellikle renal pelvis duvarında veya űreteropelvik bölgede laserasyonlarla oluřmaktadır. Bu laserasyon perkűtan giriř, trakt dilatasyonu veya tařın manűplasyonu esnasında meydana gelmektedir. Laserasyon minimal olduęunda emniyet kateterine dikkat edilerek, irrigasyon sıvısı monitörize edilerek ve mutlaka irrigasyon sıvısı olarak serum fizyolojik kullanılarak operasyona devam edilebilir. Laserasyon bűyűk olduęunda drenajı saęlamak için nefrostomi tűpű yerleřtirilip operasyon ertelenmelidir. Nefrostomi 2-7 gűn arasında tutulur, nefrostogramlar ile hasta takip edilir. Genellikle cerrahi giriřime gerek kalmadan laserasyon dűzelir. İzlem sűresince klinik olarak stabil olmayan hastaların açık operasyona alınması gerekir.

İnterkostal giriř yapılan olgularda pnömotoraks veya hidrotoraks gibi pulmoner komplikasyonlar oluřabilir. Tedavisinde gęűs tűpű yerleřtirmek gerekebilir. Bu

nedenle interkostal giriş yapılan hastaların postoperatif dönemde solunum sistemi muayenesi yapılmalı, gerekirse akciğer grafisi çekilmelidir.

PCNL esnasında karın içi organlarda yaralanmalar görülebilir. Barsak yaralanmaları PCNL esnasında % 0,2 oranında görülebilir. Ekstraperitoneal kolon yaralanmalarında konservatif tedavi uygulanır. Nefrostomi tüpü kolona doğru çekilir ve kolostomi tüpü gibi tutulur ve böbreğe retrograd yoldan üreteral kateter yerleştirilir. İntraperitoneal yaralanmalarda açık operasyon ile barsağın onarımı gereklidir. Duodenum yaralanmaları da bildirilmiştir. Bu durumda nazogastrik tüp yerleştirilip konservatif tedavi uygulanmalıdır.

ÜRİNER SİSTEM TAŞLARINI ANALİZ ETME METOTLARI

Üriner sistem taşları solid ve biyojenik yapıdadırlar. Genelde kristal yapısındadırlar ve boyutları 1mm den fazladır. Taşların %95'i kristal yapıda olmasına rağmen %5'i organik yapıdadırlar ve bunlara matriks ya da proteinler denir (53). Taşların incelenmesindeki amaç taşların niteliğinin ve yapısının belirlenmesidir. Bunun için birçok taş analiz etme metodu bulunmasına rağmen en sık kullanılanlar sırasıyla: kimyasal analiz, polarizasyon mikroskopi, infrared spektroskopi, X-ray kohorent saçılımıdır(Tablo-6). Her yöntemin avantaj, dezavantaj ve duyarlılıkları farklıdır.

Bizim çalışmamızda kullandığımız mikro CT ile taş analizi ise taşların daha önce içeriğinde bulunan minerallerin daha önce belirlenmiş Hounsfield değerlerine göre analizini yapmaktadır. Bu yöntem bize taşların mineral içeriğinin haricinde; taşların 3 boyutlu ve kesitsel yapısını görebilmemize olanak sağlayan nondestrüktif bir taş analiz yöntemidir.

Hastanemizde cerrahi sırasında çıkarılan taşlar Ankara Üniversitesi Biyokimya Anabilim dalı veya Maden Tetkik Arama(MTA) tarafından analiz edilmektedir.

Tablo 6: Üriner sistem taş analizinde kullanılabilecek yöntemler

SIK KULLANILAN TAŞ ANALİZ METODLARI	NADİR KULLANILAN TAŞ ANALİZ METODLARI
Kimyasal Analiz	Electron microprobe Analysis
Polarizasyon Mikroskopi	CT Spektroskopi (CTS)
İnfrared Spektroskopi	Scanning Electron Mikroskopi
X-Ray Difraksiyon	X-Ray Photoelectron Spectroscopy
	Termogravimetri
	NMR Spektroskopi
	X-ray Kohorent saçılımı
	Atomic absorbtion spektrofotometri
	Neutron Activation Analysis

Kimyasal Analiz

Kimyasal analiz, taş içindeki iyonların basit kalitatif ve yarı-kantitatif tespitine dayanmaktadır. Kolaylığı ve ucuzluğu geleneksel kullanımını yaygınlaştırmış Bu yöntemle taş analizinde bazı taş türlerinde %10-60 hata payı oranları bildirilmiştir (54)

Böbrek taşlarının büyük çoğunluğu inorganik taşlardır. Ancak, taşlar genelde saf değildir. Bazen bir tek taşta birden fazla inorganik madde bulunabildiği gibi, organik maddeler de bulunabilir. Bunun için taşın gözle muayenesi dikkatlice yapıp rapor edildikten sonra kimyasal analizlere geçilmelidir.

Taşların çoğu inorganik olduğundan önce inorganik analizlerinin yapılması uygundur.

Fakat iyi bir inceleme için aşağıdaki tüm tetkiklerin yapılması tavsiye edilir.

İNORGANİK ANALİZLER

Karbonat

Tozun takriben yarısı test tüpüne konur. Üzerine tozu çözebilecek kadar yaklaşık 10 ml. % 10'luk HCl ilâve edilir. Hemen gaz çıkışı olup olmadığı kontrol edilir. Süratli ve devamlı bir köpürme varsa karbonatların bulunduğu hükmedilir.

Bundan sonra tüpün muhtevası alev üzerinde kaynatılarak tozların iyice erimesi sağlanır. Süzülür ve bu s z nt  oksalat, fosfat ve magnezyum tayinlerinde kullanılır.

Okzal t

Birinci kısımda elde edilen s z nt de řu işlemlerden biri yapılır:

a) Süzüntünün 1-2 ml'sine bir damla fenolftalein damlatılır. Pembe renk meydana gelinceye kadar konsantre amonyak ilâve edilir. Bir   kelek meydana gelirse % 10 asetik asitten pembe renk kaybolana kadar konur. Çökelek asetik asitte erimezse okzal t olduğuna hükmedilir. Çökelek erirse fosfattır.

b) S z nt den 1-2 ml. kadar alınır.  zerine 1 ml. 0,001 M potasyum permanganat ilâve edilir. Oksalat varsa permanganatın pembe-mor rengi 10 dakika içinde kaybolur.

Fosfat

% 10 hidroklorik asitte üzülüp s z len kısımdan fosfat tayini üç şekilde yapılır:

a) Bir test tüpüne 1-2 ml. alınır Süzüntünün 1-2 ml'sine bir damla fenolftalein damlatılır. Pembe renk meydana gelinceye kadar konsantre amonyak ilâve edilir. Bir   kelek meydana gelirse % 10 asetik asitten pembe renk kaybolana kadar konur. Asetik asit il vesinden sonra çökelek tamamen erirse çökeleğin fosfattan ileri geldiği anlaşılır. Kaybolmazsa oksalat   keltisidir.

b) Ayrı bir test tüpüne alınan 1-2 ml. lik süzüntüye 1-2 damla konsantre nitrik asit ve 2 ml. amonyum molibdat ilâve edilerek kaynatılır. Limon sarısı bir renk veya çökelek fosfatların varlığını gösterir.

c) Bir miktar süzüntüye 2 ml asit molibdat çözeltisi (eşit miktarda sülfürik asit + % 7.5 sodyum molibdat çözeltisi ve 1 ml seyreltik kalay klorür (SnCl_2)   zeltisi (Bu   zelti için 10 gr SnCl_2 25 ml konsantre HCl de çözülür, distile su ile 200 ml. ye tamamlanır) ilâve edilir. 60 saniye içinde mavi bir renk oluşması fosfat iyonunun varlığını gösterir.

Kalsiyum

Bir miktar süzüntüye birkaç ml. % 10'luk NaOH ve bunun üzerine de % 10'luk asetik asit ilâve edilir. Beyaz bir bulanıklık veya çökelek kalsiyum oksalatın varlığını gösterir. Şayet 10 dakika içinde bulanıklık oluşmazsa 5 mi doymuş amonyum oksalat ilâve edilir. Beyaz bir çökelek veya bulanıklık kalsiyumun varlığını gösterir.

Magnezyum

Bir miktar süzüntüye bir kaç damla konsantre amonyak ve % 95'etil alkolde hazırlanmış p-nitrobenzen azoresorsinol % 0,5'lik çözeltisinden 1 ml. ilâve edilir. 30 sn. içinde mavi bir renk görülmesi magnezyumun varlığını gösterir.

Amonyum

İki şekilde bakılır:

a) Test tüpünde bir kısım toz, 2-3 ml. % 10 sodyum hidroksitle kaynatılır. Kaynama esnasında amonyak kokusunun duyulması veya tüpün ağzına tüpe değdirmeden yaklaştırılan ıslatılmış kırmızı turnusol kâğıdının maviye dönmesi amonyak dolayısıyla amonyum bulunduğuna işarettir.

b) Bir miktar süzüntüye % 10'luk NaOH'ten birkaç damla ve 5 mi Nessler reaktifi ilâve edilir. Kahverengi bir bulanıklık veya çökelek amonyak varlığını gösterir.

ORGANİK ANALİZLER

Ürik Asit

Müreksid testi ile aranır. Çeker ocak içerisindeki kaynar su banyosu üzerine konan bir porselen kapsüle bir kısım (bir spatül ucu) toz hale getirilmiş taş yerleştirilir. Üzerine damlalıklı şişeden bir kaç damla konsantre nitrik asit dökülerek, toz nemlendirilir. Kuruyuncaya kadar bekletilir. Kuruyan bakiyenin açık kırmızı bir renk alması ve soğuduktan sonra üzerine damlalıklı şişeden bir iki damla seyreltik amonyak çözeltisi ilâve edildiği zaman pembe renge dönüşmesi ürik asit varlığını gösterir.

Ksantin

Ürik asit için yapıldığı gibi, bir kısım toz konsantre nitrik asit ile nemlendirilir. Su banyosunda kuruduktan sonra sarı bir bakiye görülür ve % 10 sodyum hidroksit ilâvesi ile portakal kırmızısı renk husule gelirse ksantin bulunduğu anlaşılır.

Sistin

Bir kısım toz küçük bir tüpün içine konur. Üzerine 1-2 ml. kadar konsantre amonyak ilâve edilir. İyice karıştırıldıktan sonra üstte bulunan sıvıdan bir lâm üzerine birkaç damla yayılır. Çeker ocakta hava akımı ile kurumağa bırakılır. Çıplak gözle veya mikroskop altında hekzagonal kristallerin görülmesi sistini gösterir. Ayrıca, sistin yandığı zaman mavi bir alev verir.

Yöntemin avantajları:

- Çok düşük maliyet.
- Kolay bir yöntem olması.
- Organik ve inorganik yapıları ayırabilmesi.

Yöntemin dezavantajları:

- Özellikle kalsiyum oksalat taşlarının alt tiplerine ayıramaması.
- Analiz için taşın kum haline getirilmesi gerekliliği
- Duyarlılığının diğer yöntemlerle kıyaslandığında daha düşük olması
- Küçük taşları analiz etmede zorlukların olması.

İnfrared Spektroskopi

İnfrared spektroskopi, kızılötesi ışık ile taşı oluşturan bileşiklerin karşılıklı etkileşimine dayanmaktadır. Işık atomik titreşimleri uyarmakta ve oluşan enerji absorpsiyon bantlarına göre bileşikler belirlenebilmektedir. Yöntem 1980'lerde kullanılmaya başlanmış, ancak yerini daha hassas ve kesin sonuçlar veren "Fourier Transform infrared Spectroscopy, FTIRS" yöntemine bırakmaya başlamıştır (Şekil-5). Kompüterize bir referans kütüphanesi kullanılarak %98-99'a yakın doğrulukta taş analizi mümkün olmaktadır. Hızlı, öğrenilmesi kolay, çok az bir taş örneği ile dahi

sonuç alınabilen bir yöntem olması avantajları arasındadır (54). Bu iki yöntemin ortak özelliği, kimyasal analiz metodu da bu yöntemlere dahil edilebilir, taş analizi için taşın toz haline getirilmesi gerekliliğidir. Özellikle büyük taşlarda, taşın çekirdeği ile dış katmanları arasında veya taşın farklı bölümleri arasında değişik bileşikler olabileceği akılda tutularak, uygun ve yeterli örneklem alanlarından birden fazla incelemenin yapılması gerekliliği bilinmelidir.

Yöntemin avantajları:

- Orta derecede bir maliyeti olması.
- Çok hızlı sonuç vermesi.
- Küçük taşların bile analizine olanak sağlaması.
- Kristal yapıda olamayan bileşiklerinde tespit edilebilmesi

Yöntemin dezavantajları:

- Örneğin hazırlanırken toz haline getirilmesi.
- Ürik asit, pürin ve kalsiyum fosfat taşlarının ayrımında zorlanabilir.



Şekil 5: Fourier Transform infrared Spectroscopy cihazı

X-Ray Difraksiyon

X-Ray difraksiyon metodu, taşı oluşturan elementlerin kendilerine has keskin çıkışlı difraksiyonlarının monoenerjetik Cu-Ka (8 keV) X-ışınları ile tespiti esasına dayanmaktadır. Taşı oluşturan kristallerin tama yakın kesinlikle tespiti bu yöntemi altın standart tetkik seviyesine çıkarmıştır. Buna rağmen yüksek maliyeti, ileri teknik bilgi gereksinimi, her taş analizinin 30 dakika gibi bir süre alması ve kristal yapıda olmayan organik komponentlerin tespit edilememesi yöntemin dezavantajları arasında sayılmaktadır (55).

Yöntemin avantajları:

- Hazırlık aşamasının kolay olması.
- Otomatik ölçüm yapabilmesi.
- Tüm kristal yapılarının tam analizine olanak sağlaması.

Yöntemin dezavantajları:

- Yüksek maliyet.
- Kristal olmayan yapıları tespit edememesi.
- Organik yapıları tespit edememesi
- Ölçüm için ortalama 30 dakika gibi bir süreye gereksinim olması.



Şekil 6: X-Ray difraksiyon cihazı

Polarizasyon Mikroskopi

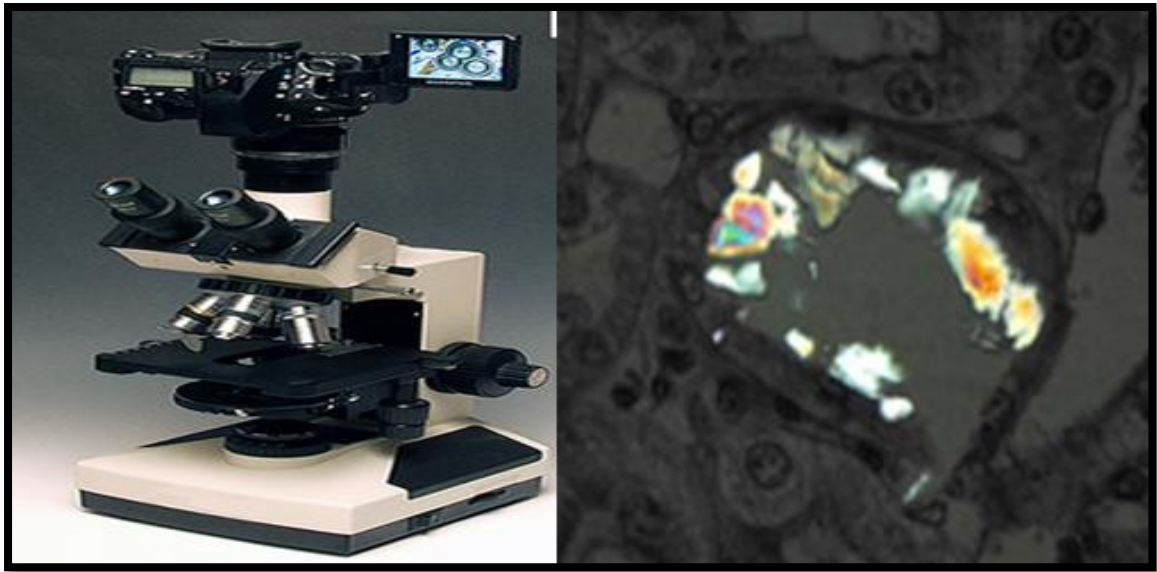
Taşın içeriğindeki kristal yapılarıyla polarize ışığın etkileşmesi esasına dayanır. Işığın değişik renkte kırılması mineral yapısının tespitinde parametere olarak kullanılır (Şekil-7).

Yöntemin avantajları:

- Maliyetinin düşük olması
- Çok küçük örneklerin bile hızlı bir şekilde analiz edilebilmesi
- COM ve COD taşlarının ayırımında iyidir.

Yöntemin dezavantajları:

- İnceleme için ileri düzeyde tecrübe gerektirir
- Ürik asit, pürin türevleri ve kalsiyum fosfat taşlarının ayırımı zordur
- Miks taşların analizi zordu



Şekil 7: Polarizasyon mikroskopi cihazı ve kalsiyum oksalat taşının görünümü

Taş Analizindeki Problemler

Taş analizinde birçok yöntem kullanılmasına rağmen bunların birbirlerine yukarıda belirtilen avantaj ve dezavantajları mevcuttur. 1980 li yıllarda taş analizi için en çok kullanılan yöntem kimyasal analiz olmasına rağmen zamanla bu yöntemin önüne infrared spektroskopi ve X-ray difraksiyonu geçmeye başlamıştır (53). Ülkemizde ise taş analizi biyokimya laboratuvarlarında kimyasal olarak ve Maden Tetkik Arama (MTA) da ise X-ray difraksiyonu ile yapılmaktadır. Ancak bu iki yöntem

arasındaki maliyet farkı (kimyasal analiz maliyeti 5TL iken MTA da 30 TL) hastaları kimyasal analize yönlendirmektedir.

Üriner sistem taşlarının analizinin önemi anlaşılmış olmakla beraber, taşların karmaşık yapısı, taşı oluşturan elementlerin farklı dağılımları ve işin içine az da olsa giren organik yapılar taş analizinde tam anlamıyla ideal bir metodun tarif edilmesini zorlaştırmaktadır (55).

Bu üç yöntemi kıyaslayacak olursak: Kimyasal analizin kalitatif doğruluk oranı brushite taşlar için %20 ve apatit taşlar için %30 dur. İnfrared spektroskopi için bu oranlar brushite için %93 ve apatit için %60 dır. X-ray difraksiyonu ile bu oran her iki taş içinde %100 dür (53). Ancak bu yöntem organik maddelerin analizini yapamamaktadır. Doğruluk oranı en fazla X-ray difraksiyonunda olmasına rağmen maliyet ve cihazın yaygın olmaması dezavantajlarıdır.

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA BT

Radyografide radyolüsen olan ürik asit içeren taşlar da dahil olmak üzere tüm taş tipleri BT'de opak olarak görülmektedir. BT'nin radyografiden daha çok küçük kalsifikasyonları ayırt etme özelliği mevcuttur. Taş dansitesi normal böbrek parankiminden, kan pıhtısından veya üreter tümöründen daha yüksektir. İn vitro yapılan çalışmalarda BT'nin dansite ölçümüne göre taş tiplerini ayırt etmediği gösterilmiştir. Bunun nedeni de overlapping değerleridir. Dansitesi en yüksek olan kalsiyum oksalat taşlarıdır ve dansitleri 800-1000 HU arasındadır. Ürik asit taşlarının dansitesi en az olup; 300-900 HU arasındadır. Üreterde taş saptanması diagnostic olmakla birlikte, ikincil bulgular da büyük önem taşımaktadır. Böbrekte üriner ekstrevasyon, böbrek boyutlarında artış, üreteral dilatasyon, perirenal ve periüreteral fasial planlarda kalınlaşma obstrüksiyona ikincil bulguları oluşturur. Renal kolikli hasta yakın zamanda taş düşürmüş ise ya da BT'de tespit edilemeyecek kadar küçük ise bu bulgular taş hastalığının tek ipucu olabilir. Bunlar tek başına ele alındığında spesifik olmaz. Ancak aynı tarafta üreter dilatasyonu ve perinefrik yağ dokuda yumuşak doku çizgileşmesi mevcutsa akut ureter obstrüksiyonu için sensitif ve spesifiktir. Bu uygulamada en önemli problem pelviste distal üreter taşları ile karışabilen flebolitlerdir. Bu ayrımı yapabilmek için ureter çok dikkatli izlenmelidir.

Burada özellikle önemli olan distal üreter taşlarının etrafında görülen tipik duvar kalınlaşmasıdır. Bu bulgu çoğunlukla flebolitlerde yoktur (56).

RÖNTGEN MİKROTOMOGRAFİSİ

Bir x ışını yöntemidir. Vücudu kesitler şeklinde görüntüler (tomografi). Röntgenogramlarda üst üste düşme (süperpozisyon) ortadan kaldırılmıştır. Yöntemde X- ışını çok iyi kolime edildiği (sınırlandırıldığı) için saçılma minime indirilmiş, dolayısıyla doku yoğunluğu farklılıkları daha belirgin hale gelmiştir. Yani kontrast çözünürlüğü artırılmıştır. Bir röntgen filmi üzerindeki yoğunluk farkı 20 iken, BT'de 2000'e kadar çıkmaktadır. Bu nedenle de röntgen filminde seçilemeyen yoğunluk farklılıkları (ödem, hematoma vb.) BT'de çok iyi belirlenir ve dansiteleri ölçülebilir. Görüntüleri röntgenden çok daha ayrıntılıdır. Bütün organ ve dokuları ayırma yapmadan görüntüleyebilmesi yöntemin üstünlüğüdür. Dijital olması nedeniyle toplanan verilerden, ilgilenilen yapıları daha iyi gösteren değişik düzlemlerde görüntüler oluşturabilir (rekonstrüksiyon).

BT, X ışınının bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinin ürünüdür. Bilgisayarlı tomografinin ilk matematik prensipleri 1917 yılında Avusturyalı matematikçi Radon tarafından ileri sürülmüştür. BT'nin teorisi Amerikalı fizik profesörü A. M. Cormack tarafından geliştirilmiştir. İngiliz fizikçi Dr. G. N. Hounsfield'in 1972 yılında tanı alanına soktuğu ve X- ışının keşfinden bu yana radyolojideki en büyük ilerleme olarak kabul edilen bu yöntem, iki bilim adamına da tıp dalında 1979 Nobel ödülünü kazandırmıştır.

Yöntem ilk olarak beynin incelenmesinde kullanılmış ve adına Komputere Aksiyal Tomografi (CAT) denilmiştir. Ülkemizde ilk defa 1975 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde uygulanmaya başlanan bu yöntem Bilgisayarlı Beyin Tomografisi (BBT) adı verilmiştir. Tüm vücudu inceleyebilen aygıtların geliştirilmesi ile yöntemin adı tüm vücut BT (whole body CT) veya daha yaygın kullanımıyla Bilgisayarlı Tomografi (BT) olmuştur. Günümüze ulaşana kadar BT cihazlarında bir dizi değişiklikler olmuştur. Spiral tarama 1989 yılında geliştirilmiş, 1991'de 1 mm.'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Yine 1991 de bugünkü BT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü spiral BT de geliştirilmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma girmesiyle BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da

organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) mümkün hale gelmiştir. Gantry rotasyon zamanlarının 1 sn.'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuştur. 1998 yılında da ilk çok kesitli BT sistemleri kullanıma girmiştir (57).

Bir BT kesiti oluşturabilmek için, kesit düzlemindeki her noktanın X-ışınını zayıflatma değerini bilmek gerekir. Bu amaçla kesit düzleminin her yönünden X ışını geçirilir. Yapılan ölçümler güçlü bilgisayarlarla işlenir. Bulunan sayısal değerler karşılığı olan gri tonlarla boyanarak kesit görüntüleri elde edilir.

BT görüntüsü vücudun bir diliminin BT numaralarında meydana gelmiş bir haritasıdır. İki boyutlu olan bu resim aslında üç boyutludur. Üçüncü boyutu dilimin kalınlığı yapar. Röntgenden farklı olarak üçüncü boyut çok incedir (genellikle 1-10 mm) ve resmin her tarafında eşittir. Görüntü resim elementi (piksel) denilen minik karelerin yan yana dizilimi ile oluşturulur. Pikselin yüzeyinin kesit kalınlığı ile ortaya çıkan hacme, hacim elementi anlamına gelen voksel adı verilir. Pikseller voksellerin ortalama X-ışını zayıflatma değerini temsil eder.

Mikro Tomografi Nedir?

Mikro tomografi x-ışınlarını kullanarak kesitsel görüntüler alan ve bu görüntüleri birleştirerek nesnelerin üç boyutlu görüntülerini elde eden bir cihazdır. Mikro terimi burada cihazın aldığı kesitsel görüntülerin mikrometre cinsinden ifade edilmesinden kaynaklanır. Bu sistem ilk kez 1980 lerin başında Jim Elliott tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak 50 µm piksellik boyutta küçük tropik bir yılan incelenmiştir (58).

Geleneksel optik veya elektron mikroskopisi bir numune yüzeyinin veya ince dilimlerin iki boyutlu görüntülerini göstermeye yardımcı olur. Ancak, çoğu durumda orijinal üç boyutlu nesne yapıları hakkında bir sonuç iki boyut bilgisine dayanarak çıkartılamaz.

Nesne yapılarının üç boyutlu bilgileri, onları ışık mikroskopunda görüntülenebilecek çok ince dilimlere bölüp iki boyutlu bilgileri üç boyutlu bir yapı modeline birleştirilerek elde edilebilir. Ancak bu yöntem sadece kullanışsız değil aynı zamanda nesnenin kendisi hazırlama tekniği ile değiştirilebileceğinden ve dilimler

arasındaki uzaklık 3D bilgisinin kaybolmasından kaçınmak için genellikle fazla kaba olduğundan çok güvenilir değildir.

Bir Röntgen (radyografi) sistemi bütün üç boyutlu dâhili yapıların iki boyutlu gölge görüntülerini üretir ama tek bir iki boyutlu gölge projeksiyonda derinlik bilgisi tamamen karışır. Sadece bir Röntgen tomografi sistemi örnek hazırlama veya kimyasal sabitleme olmadan üç boyutlu nesne yapılarını görüntülememizi ve ölçmemizi sağlar. Tipik olarak, geleneksel tıbbi CT-tarayıcıların uzaysal çözünürlüğü 1-2. mm.dir ki bu $1-10 \text{ mm}^3$ voksel (hacim elemanı) boyutuna denk gelir.

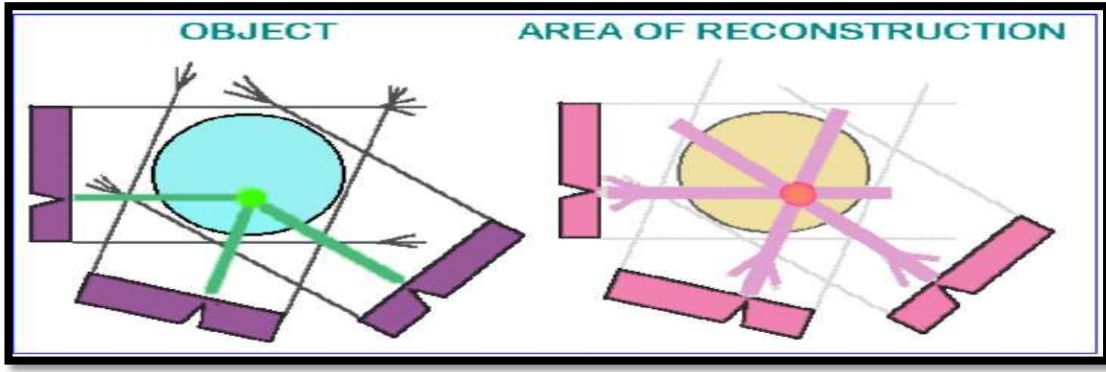
Bilgisayarlı Röntgen mikroskopisi ve mikrotomografi şimdi uzaysal çözünürlüğü hacim terimleri ile yedi ila sekiz derece geliştirme olanağı sunmaktadır. "SkyScan 1174" neredeyse $1 \times 10^{-6} \text{ mm}^3$ voksel boyutuna denk gelen $10 \mu\text{m}$.den daha küçük bir uzaysal çözünürlüğe ulaşmaya izin vermektedir. "Makro" CT-tarayıcılarda olduğu gibi, dâhili yapı tamamen bozulma olmadan yeniden oluşturulup analiz edilebilir.

Mikrotomografinin Temel İlkeleri

Bir Röntgen gölge görüntü üç boyutlu bir nesneden iki boyutlu bir projeksiyonu temsil eder. En basit durumda, Röntgen ışınmasını buna paralel olarak tanımlayabiliriz. Bu benzetimde, gölge görüntünün üzerindeki her nokta ilgili kısmi Röntgen ışınının yolu boyunca üç boyutlu nesnenin emilme bilgisinin birleşimini içerir.

Paralel geometri için, tek boyutlu gölge çizgilerden iki boyutlu nesne dilimlerinin seri yeniden üretiminden iki boyutlu projeksiyonlardan üç boyutlu yeniden inşa sorunu bölünebilir.

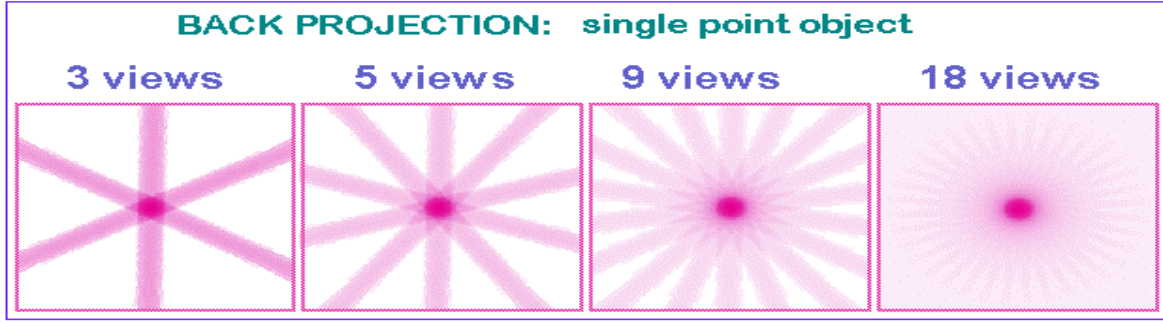
Bu yeniden inşanın olasılığını tek bir basit örnekle verelim, bilinmeyen bir yerde belli bir emilimi olan tek bir noktaya sahip bir nesne. Tek boyutlu gölge çizgisinde nesne alanında azalan yoğunlukta bir gölge görülecektir (Şekil-8).



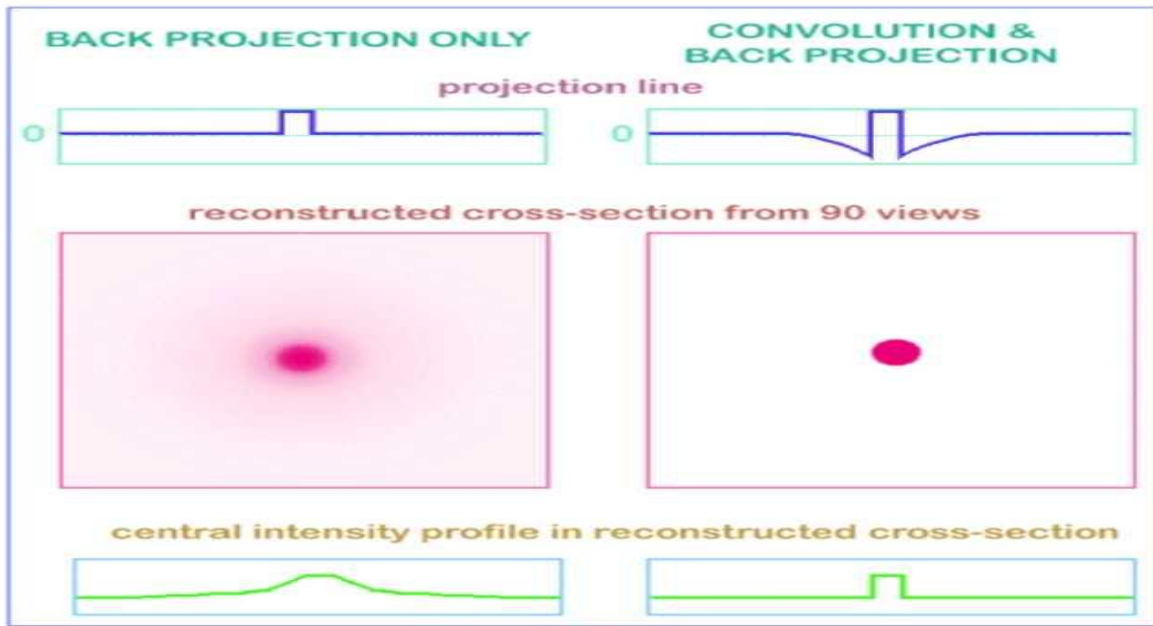
Şekil 8: Mikro Ct de yeniden inşa(Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır)

Şimdi bilgisayar hafızasında, olası nesne yerine denk gelen boş bir piksel dizisi (resim elemanları) oluşturabiliriz. Tabii ki, yeniden oluşturulan nesnenin tüm kısımlarının görüş alanında olduğundan emin olunmalıdır. Gölgenin konumunu nesnenin emilim noktalarından aldığımız için, bilgisayar hafızasındaki yeniden oluşturma alanında nesnenin içindeki emilim noktalarının tüm olası konumlarını çizgi olarak işaretleyebiliriz.

Şimdi nesnemizi döndürelim ve bu işlemi tekrarlayalım. Nesnenin her yeni dönüş konumunda, gölgenin konumuna denk gelen olası nesne konumu çizgilerine yeniden oluşturma alanında eklemeler yapacağız. Bu işleme "geri projeksiyon" denir. Pek çok dönüşün ardından yeniden inşa alanının içindeki emilim noktasının yerini belirleyebiliriz. Değişik bakış açılarından gölge projeksiyonların sayısını arttırdığımızda, yer tespiti daha iyi ve daha iyi tanımlanmış olur.



Şekil 10: Tek bir objenin geri projeksiyonu (Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır)

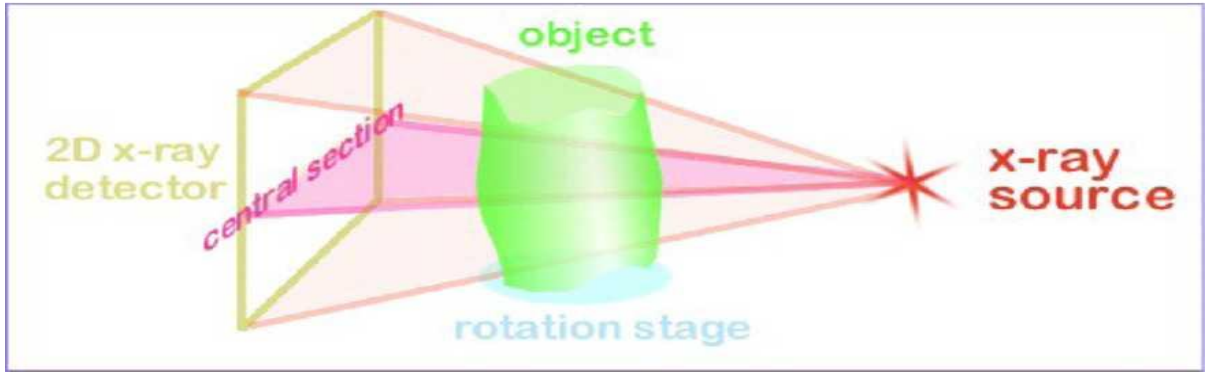


Şekil 9: Konvolüsyon ve bulanıklığın ortadan kaldırılması(Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır.)

Sonsuz sayıda projeksiyondan yeniden inşa etme durumunda başlangıçtaki nesnenin içindeki emilim alanı hakkında iyi bir tanıma sahip bir görüntü elde edilebilir. Aynı zamanda bir bulanık alan nokta görüntüsüne eşlik edecektir çünkü tüm eğilimlere sahip çizgilerin üst üste getirilmesi ile üretilmiştir. Şimdi nokta nesnesinden hangi görüntünün üretileceğini bildiğimize göre, sonuçtaki görüntünün gerçek nesneye daha yakından benzemesi için emilim hatlarından başlangıçtaki bilgiye "ön düzeltme" yapabiliriz.

Bu düzeltme, yukarıdaki şekilde gösterilen geri projeksiyon işlemindeki (konvolüsyon) pozitif bulanıklığı ortadan kaldırmak için, nesne gölgesinin dışında biraz "negatif emilim" ekler (Şekil-10). Aynı algoritma, sadece bir tek noktali nesneden değil herhangi bir gerçek nesneden kesit görüntüleri üretebilir. Her nesne büyük sayıda ayrı emilim vokseli olarak temsil edilebilir ve herhangi bir Röntgen ışınındaki lineer emilim bu ışının içindeki tüm voksellerden emilimin toplamına denk gelir. Bu şekilde, değişik bakış açılarındaki tek boyutlu gölge hatlarından nesnenin iki boyutlu kesitleri yeniden oluşturulabilir.

Ancak pek çok Röntgen kaynağı paralel ışınlar üretemez. Gerçek durumda, nesneyi içine alan tek bir konik Röntgen ışını üreten noktasal bir kaynak kullanılacaktır.



Şekil 11: Röntgen Işını, nesne ve detektör ilişkisi (Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır.)

Tomografik yeniden inşa için bu sorunun çözümü geri projeksiyon sürecinde konik ışın geometrisini hesaba katarak bulunabilir. Konik ışın geometrisinde nesnenin önünden ve arkasından giren ışınlar detektörün aynı satırında görüntülenmeyecektir. Yeniden inşa edilen en hızlı dilim optik eksene denk gelen olacaktır çünkü burada hiçbir kalınlık bilgisinin kullanılmasına gerek yoktur.

Röntgen elde etme durumunda, görüntü üç boyutlu nesnenin içindeki yoğunluk azalması hakkında bilgi içerir. Röntgen emilimi bir üstel bir kanuna denk geldiğinden (Lambert-Beer), gölge görüntüden çizgisel emilim bilgisi logaritma alınarak geri kazanılabilir. Bu lineer olmayan bir işlemdir ve bunun bir sonucu küçük sinyal

bölgelerindeki herhangi bir gürültünün yeniden inşa esnasında önemli hatalar üretebilmesidir. Bu hatalardan kurtulmak için, ilk verilerin bir ortalaması kullanılabilir.

Diğer yandan, en iyi temsil eden bilgiyi elde etmek için gölge görüntüdeki sinyal görüntü oranını maruz kalma zamanını optimize ederek geliştirmeye çalışabiliriz. Yeniden inşa sürecinde gürültü azaltmanın daha etkili bir yolu, geri projeksiyondan önce konvolüsyon için bir düzeltme veya filtre fonksiyonunun özel seçilmesidir. En basit durumda (yukarıda açıklanan), düzeltme fonksiyonu gölge çizgisinde herhangi bir sinyal veya gürültü zirvesi etrafında iki "negatif emilim" tepkimesi üretir ve bu davranış gürültülü ilk bilgiler için çok tehlikeli hale gelir. Düzeltme için bir "Hamming Penceresi" ile spektral sınırlanmış bir konvolüsyon fonksiyonunun özel seçilmesi gürültünün yeniden inşa işlemi esnasında artmasını önler. Röntgen mikro ve nanotomografide, çok küçük bir fiziksel boyutu olan bir vokselden alınan bilgi tespit edilmelidir ve gürültü azaltılması için parametrelerin doğru seçilmesi çok önemli hale gelir.

Elde etme esnasında, nesne sabit bir dönme adımı ile 180 veya 360 derece dönecektir. Her açısal konumda bir gölge görüntüsü veya iletim görüntüsü elde edilecektir. Elde etme programı bütün bu projeksiyon görüntülerini diske kaydedecektir. Taramadan sonra veri seti bir set normal transmisyon Röntgen görüntülerini içerir. Bu elde etmenin ardından dosya sayısı seçilen dönme adımına ve seçilen toplam dönüşe bağlıdır. Elde etme sona erdiğinde, yeniden inşa başlatılabilir. Elde edilen gölgesel açı projeksiyonları nesnenin içinden sanal dilimlerin yeniden inşası için kullanılacaktır. Ham bir veri kesiti yeniden inşa algoritması kullanılarak üretilir. Bu ham veri henüz bir görüntü değildir, yeniden inşa edilen kesitteki emilim değerlerini tutan kayan noktalı bir matristir. Yeniden oluşturulan dizi $N \times N$ 'in boyutu açısal projeksiyon görüntüleri N 'deki piksellerin sayısı ile tanımlanır. Yeniden oluşturma sonuçları doğrudan (tipik olarak - 16 bit bir görüntüye dönüştürerek) veya operatör tarafından bir yoğunluk penceresinin etkileşimli olarak seçilmesinin ardından 8 bit veya 16 bit görüntülere dönüştürme ile kaydedilebilir. Yoğunluk penceresinin seçilmesi esnasında, asgari ve azami değerler seçilir. Bunların arasındaki tüm değerler yarım tonlu görüntü olarak görüntülenir. Asgarinin altındaki tüm zayıflama noktaları beyaz olurken azaminin üzerindeki her şey siyah olarak görüntülenecektir. Yeniden oluşturulan dizi seçilen yoğunluk aralığı içinde 256 seviye griye çizgisel

dönüşüm ile kesitin yarım tonlu görüntüsü olarak gösterilecektir. Bir Windows ortamı kullanan SkyScan sistemlerinde, üretilen son görüntü BMP (8 bit) veya TIFF (16 bit) formatlarında saklanabilir.

Skyscan 1174 Sistemine Genel Bakış

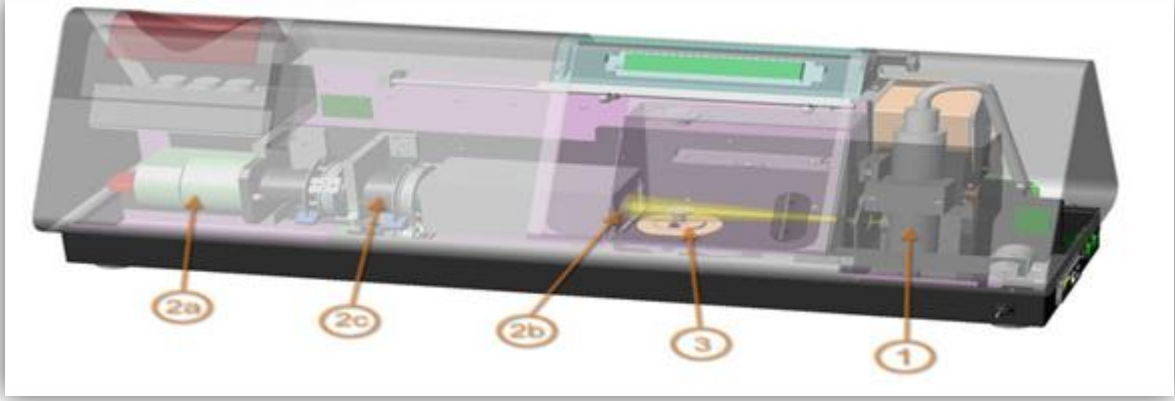
SkyScan 1174 malzeme bilimi, endüstriyel, biyomedikal ve kalite kontrol uygulamaları için masaüstü kompakt bir mikro-CT sistemidir. Röntgen tarayıcı, uzun bir yaşam ömrü olan mühürlü bir metal-seramik röntgen kaynağı, röntgen parlaticıdan CCD'ye zum lensi ile görüntü iletimine sahip bir röntgen kamerası, konumlandırma ve tomografik elde etme esnasında dönme için nesne işleyici ve röntgen kaynağını ve kamerasına güç sağlamak ile nesne işleyiciyi kontrol etmek için ilgili elektronik devreleri içerir. Cihaz, sistem kontrolü ve taranan verilerin yeniden inşası için bir bilgisayar ile veya bilgisayar olmadan temin edilebilir. Her iki durumda da tarayıcı kontrolü, tomografik yeniden inşa, yeniden inşa edilen sonuçların görüntülenmesi, 2D/3D görüntü işleme ve analiz ve gerçekçi 3D görüntüleme için gereken tüm yazılımlar CD'de temin edilir.



Şekil 12: Skyscan 1174 sistemi (Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır.)

ÖZELLİKLER

Tarama alanı	Tarama büyütmesine bağlı olarak 6,5 ... 30 mm çapında ve uzunluğunda, 53 ... 80 mm toplam tarama uzunluğu
Röntgen Kaynağı	Mühürlü hava soğutmalı röntgen tüpleri 20–50 KV, 40W
Röntgen Detektörü	Motorlu zum makro lens ile P43 parlayıcıya bağlantısı olan 1280x1024x12 bit sayısal röntgen kamerası. Bilgisayara doğrudan bağlantı için FireWire (IEEE 1394) çıkışı.
Tarama ve yeniden inşa dizileri	projeksiyonlarda ve kesitlerde 1024x1024 piksel veya 512x512 piksel. Elde etmede 16 bit derinlik (TIFF dosya formatı), 32 bit kayan nokta yeniden inşa, 8 veya 16 bit yeniden inşa edilen dilimler (BMP, TIFF veya JPG dosya formatları) projeksiyonlarda ve kesitlerde 1024x1024 piksel veya 512x512 piksel. Elde etmede 16 bit derinlik (TIFF dosya formatı), 32 bit kayan nokta yeniden inşa, 8 veya 16 bit yeniden inşa edilen dilimler (BMP, TIFF veya JPG dosya formatları)
Uzaysal çözünürlük	6 ... 30 mikron nominal çözünürlük (voksel boyutu), 12 mikron tipik düşük kontrast çözünürlük (%10 MTF)
Yeniden İnşa Algoritması	Volumetrik (konik ışın) geometrisine sahip gelişmiş Feldkamp algoritması ile çok ipli (isteğe bağlı olarak küme tipi) yeniden inşa
Tarama zamanı	512x512x512 piksel hacim için tipik olarak 2–15 dk veya 1024x1024x1024 piksel hacim için 5 ... 40 dk



Şekil 13: Skyscan 1174 cihazının içyapısı (Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır.)

Tarayıcının sağ tarafındaki mikroodaklı röntgen kaynağı (1) 20-50kV/0-800 mikroamperde çalışmaktadır. Tarayıcının sol tarafındaki röntgen CCD kamerası (2) Video akışını bilgisayara bir çerçeve tutucu kullanılmadan göndermek için bir FireWire dönüştürücülü (2a) 1,3 Megapiksele (1280x1024 piksel) CCD sensöre dayanmaktadır. Bu kamera görüntüleri ince toz parlayıcı ekrandan (2b) statik röntgen geometrisi kullanarak sistemin değişken büyütülmesini sağlayan yüksek çözünürlüklü motorlu bir makro lens (2c) kullanarak elde etmektedir. Tarayıcının merkez kısmındaki numune odası kapısının arkasındaki nesne işleyici (3) nesneyi 50 mm kaydırma içinde aşağı ve yukarı hareket ettirebilir ve nesneyi tomografik yeniden inşa için açısallık gölge projeksiyonlar elde etmek üzere döndürebilir. Numune aşaması aynı zamanda, örnekleri basınç, germe, soğutma, vb. gibi altında incelemek ve taramak için güç ve isteğe bağlı aşamalara özel bir bağlantı da içerir.

Görüntünün Yeniden Yapılandırılması

Röntgen gölge projeksiyonları, 4096 parlaklık adımı (12 bit) olan 512x512 veya 1024x1024 piksel görüntüler olarak sayısallaştırılırlar. Kontrol programı her açısallık konumda pek çok görüntüyü, bireysel piksellerin hassasiyeti, röntgen kaynağındaki akış uzaysal değişim ve lens bozulması için düzeltilmiş olan 16 bit derinliğindeki tek bir görüntüde toplar. Yeniden inşa programı Nrecon (elde etme ile aynı anda çalışabilir) kontrol programı tarafından kaydedilen 16 bit açısallık gölge projeksiyon görüntülerini okur ve sanal dilimleri (kesitleri) isteğe bağlı olarak seçilen bir ilgilenilen alan hacmi ile sınırlanan 512x512 ila 1024x1024 piksel ile 32 bit kayan

noktalı görüntüler olarak yeniden inşa eder. Yeniden inşanın ardından, ekrandaki kesitler, yeniden inşa edilen alanın herhangi bir dâhili noktasında kesişen üç ortogonal kesit olarak, dilim dilim film şeklinde görüntülenebilir ve nesne modelini "döndürme" ve "kesme" olasılıkları ile gerçekçi bir 3D görüntü de oluşturulabilir. Buna ilave olarak, kesit görüntülerinin ikili bölümlenmesine dayanan iki ve üç boyutlu dâhili morfometrik parametreler hesaplanabilir.

Kontrol programı görüntüleri röntgen kamerasından 12 bit/piksel formatında 1280x1024 veya 640x512 piksel boyutunda elde eder ve bu görüntülerin özel bir kısmını (konumu tarayıcı hizalanması ile tanımlanan) 32 bit/piksel tampon içine seçilen birleştirme zamanı esnasında 1024x1024 veya 512x512 piksele birleştirir. Bu görüntüler tek tek gölge görüntüleri olarak 16 bit TIFF formatında (*.TIF) veya 8 bit bitmap olarak (*.BMP) kaydedilebilir ve yeniden yüklenebilir. Elde etme esnasında kontrol programı tüm açısallık projeksiyonları dosya isimleri "prefixNNNN.tif" olan 16 bit TIFF görüntüleri olarak kaydeder. Buradaki "prefix" veri seti için seçilen ismi, "NNNN" açısallık projeksiyonun 4 basamaklı bir formatta sayısını göstermektedir. Elde edilen projeksiyon görüntülerinin seti, temin edilen DataViewer ve CTAn gibi pek çok program ile açılabilir ve bir film olarak gösterilebilir. Bir tek projeksiyon "Adobe Photoshop" gibi 16 bit TIFF kodlamalı görüntüleri destekleyen pek çok diğer program ile açılabilir.

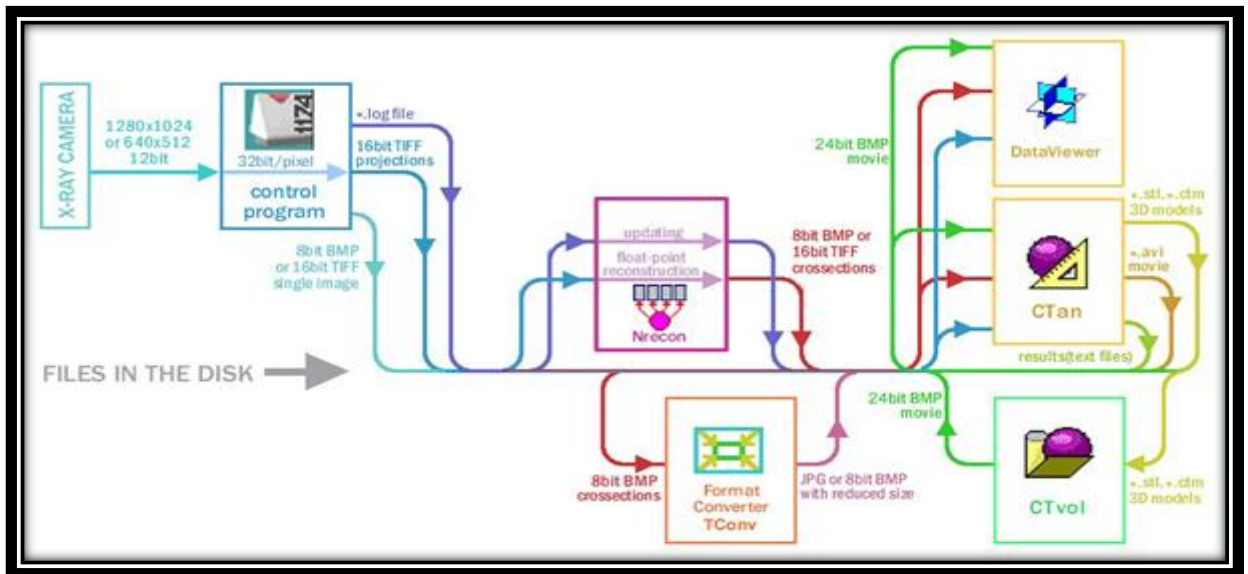
Açısallık projeksiyonun elde edilmesi tamamlandığında, kontrol programı bir "prefix.log" dosyası kaydedecektir, burada "prefix" seçilen veri seti ismidir. Bu metin dosyası tarayıcı hakkında ve elde etme süreci esnasında kullanılan tüm ayarlar hakkında gerekli tüm bilgileri içerir. Yeniden inşa programları bu dosyayı belli bir tarayıcı için elde etme geometrisini ve nesne konumu ile görüntü formatını açmak için kullanırlar.

Yeniden inşa, tek bir bilgisayar veya pek çok birbirinin aynısı veya farklı olan Gigabit ağı (Nrecon'un küme seçeneği SkyScan-1174 için isteğe bağlıdır) ile birbirine bağlanmış bilgisayar kümesi kullanan NRecon programı tarafından icra edilir. Bu program 16 bit TIFF formatında açısallık projeksiyonları ve ilgili "*.log" dosyasından sayısal bilgileri kullanır. NRecon programı yeniden inşa esnasında dâhili hesaplamalar için kayan nokta veri değerlerini kullanır ve daha sonra operatörün çıktı dosyalarına bir gri ölçekli görüntü olarak kaydedilecek olan yoğunluk penceresini

yeniden inşa edilen değerlerin bir aralığı olarak tanımlamasına izin verir. Yeniden inşa edilen görüntüler 1024x1024, 512x512 piksel veya seçilen alt dizi içinde 16 bit TIFF formatında veya 8 bit bitmap veya JPEG formatlarında kaydedilebilir.

"TConv" programı yeniden inşa edilen tüm kesitlerin orijinal boyutlarının seçilen bir ölçeğine küçültülmesini sağlar. Veri setleri aynı zamanda, yeni bir örnek ile yeniden yazılabilir, sayısal indeksler değer olarak kaydırılabilir ve görüntüler bitmap, JPG (ayarlanabilir sıkıştırma ile) ve TIF formatları arasında dönüştürülebilir.

2D/3D işleme ve analiz için CTAn programı TIFF, BMP veya JPG formatlarında yeniden inşa edilen veri setleri ile doğrudan çalışabilir ve işlem ve analiz sonuçlarını Microsoft Excel'e uyumlu metin dosyalarına ve tablolarına kaydedebilir. Çevirme esnasında CTAn programı yeniden inşa edilen nesnelerin hızlı prototipleme ve stereolitografi için standart STL formatının yanı sıra gerçekçi görüntüleme için 3D modelleri CTvol programına göndermek üzere dâhili "*.ctm" veya "*.p3g" formatlarında kaydedebilir. CTvol programı 3D modelleri "*.ctm", "*.p3g" ve "*.stl" formatlarında işleyebilir. Dönüştürme sonuçları 24 bit renkli bitmap dosyalarının yanı sıra, önceden seçilen örnek ve filmdeki sahne sayısını belirten 4 basamaklı bir sayı içeren hareketli "film" olarak da kaydedilebilir. Bu tür bir film CTAn programına geniş bir sıkıştırma tekniği ve parametreleri ile sıkıştırılmış bir "*.avi" dosyası olarak kaydedilmek üzere yüklenebilir.



Şekil 14: Skyscan 1174 cihazının çalışma şeması (Skyscan 1174 Kullanıcı Kılavuzundan alınmıştır.)

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya etik kurul onayını takiben Ocak 2010 ve Temmuz 2010 tarihleri arasında kliniğimizde üriner taş hastalığı nedeniyle opere edilen 30 hastadan alınan taşlar dahil edildi. Çalışmada PCNL sırasında çıkarılan taşlar kullanıldı. Numuneler özellikle üzerine herhangi bir litotriptör ile destrüksiyona uğramamış taşlardan seçildi.

Cerrahi sırasında çıkarılan taşlar kaplarda numaralandırılarak hasta bilgileri bilgisayar ortamında kaydedildi. Hastaların yaş, cinsiyet, taş lokalizasyonu, spot idrar sonuçları, kan biyokimyası, paratiroid hormon seviyeleri, 24 saatlik idrar sonuçları değerlendirilip kaydedildi.

Çalışma için gereken toplam 30 adet taş miktarına ulaşıldıktan sonra taşlar hastalar hakkında bilgi içerecek bir doküman olmadan sadece numaralandırılarak Mikro-Ct yöntemiyle taranmak üzere Hacettepe Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalına teslim edildi. Taşlar burada nondestrüktif olarak Skyscan 1174 cihazıyla taranıp görüntü işlenmesini takiben daha önceki literatürler ışığında IR-spektroskopi yöntemiyle saf olarak tanımlanan taşların karşılığı olan tomografi Hounsfield ünitelerine göre analizi yapıldı. Skyscan 1174 ile tarama prosedürü 50kv X-ray tüpü voltajında, 800 µa anod akımında, 3 derecelik rotasyon adımı ve 10-18µm piksel boyutunda tamamladı. Daha sonra dijital veriler atanüasyon verilerinin değerlendirilmesi için bir rekonstrüksiyon programıyla(NRecon) işlenip, 3D model işlenmesi ise CTan yazılımıyla gerçekleştirildi. Analizi yapan uzman taşların üç boyutlu yapılarını değerlendirdikten sonra taşın yapısı hakkında heterojenite ve homojenite değerlendirmesi ve taşın görünümü hakkında raporlama yaptı.

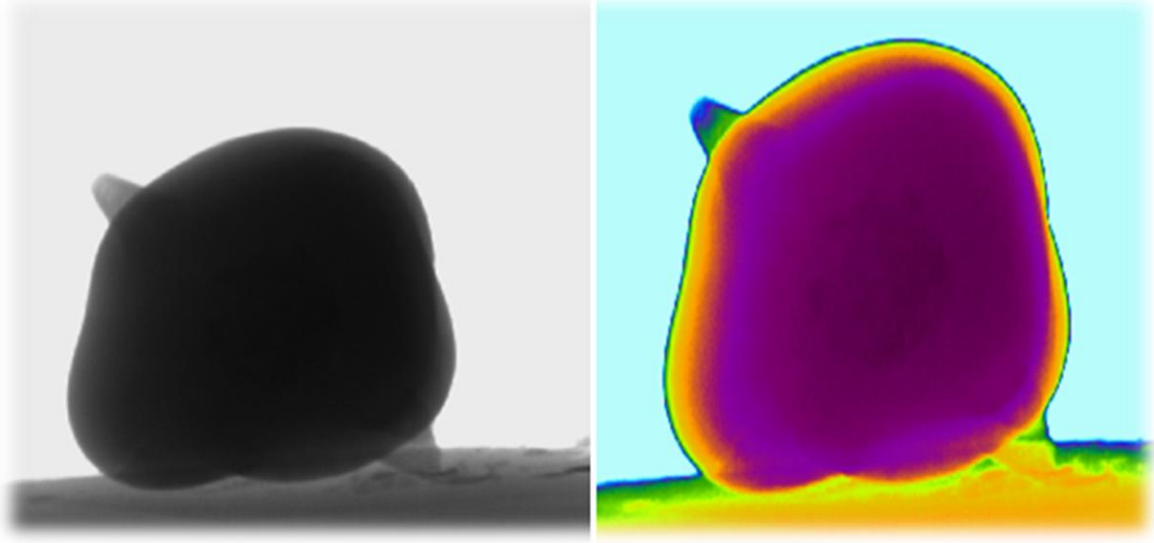
Minerallerin atenüasyon değerleri sırasıyla Ürik asit 3515 – 4995, Struvite 7242 -7969, Sistin 8619 – 9921, Kalsiyum oksalat dihidrat 13815 – 15797, Kalsiyum oksalat monohidrat 16297 –18449 ve hidroksiapatit 21144 – 23121 olarak baz alındı (59).



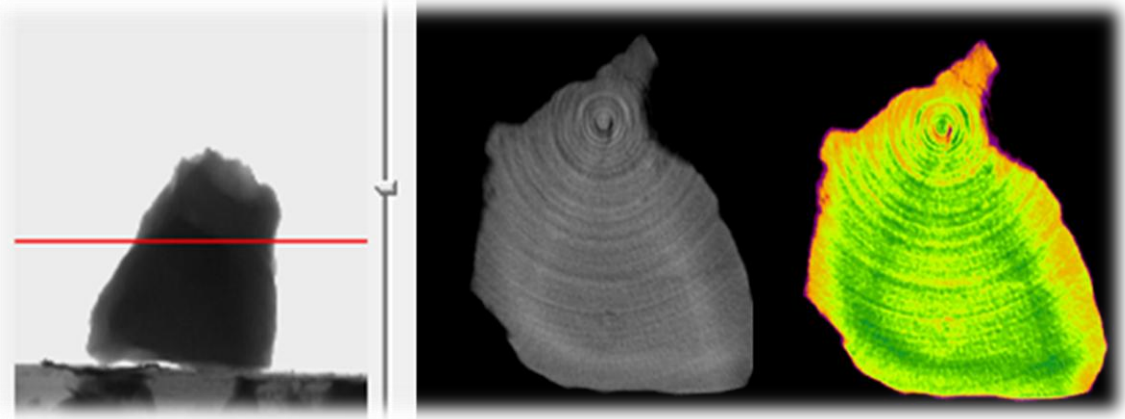
Şekil 15: Mikro CT de minerallerin atenüasyon değerleri

Taşların daha önceden belirlenmiş atenüasyon değerleri doğrultusunda taşlar taranıp üç boyutlu yapısı değerlendirildikten sonra yardımcı programlarla taşın çekirdek kısmı ve yüzeye yakın kısımlarından kesit alınarak burada belirlenen alanların atenüasyon değerlerine bakılarak taşın içeriği tahmin edildi. Ayrıca taşlar üç boyutlu yapısı ve içeriklerine göre homojen ya da heterojen olarak ayrıldı. Ayrıca taşlar içeriklerinde boşluk bulunup bulunmamasına göre sınıflandırıldı.

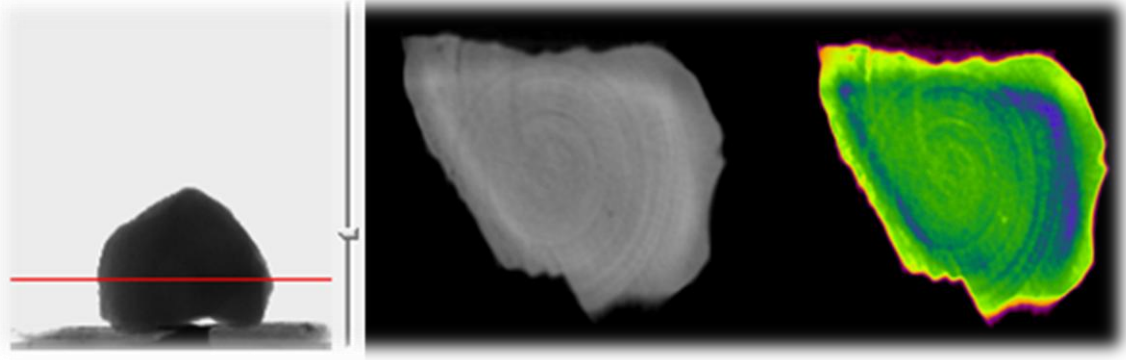
Mikro ct yöntemiyle Taş analizini takiben numaralandırılmış taşlar ülkemizde yaygın olarak kullanılan taş analiz yöntemi olan kimyasal taş analizi yöntemiyle incelenmek üzere Ankara Üniversitesi Biyokimya Anabilim dalına götürüldü. Burada daha önce non destrüktif olarak mikro CT yöntemiyle analiz edilen taşlar kum haline getirilerek kimyasal yöntemle analiz edildi.



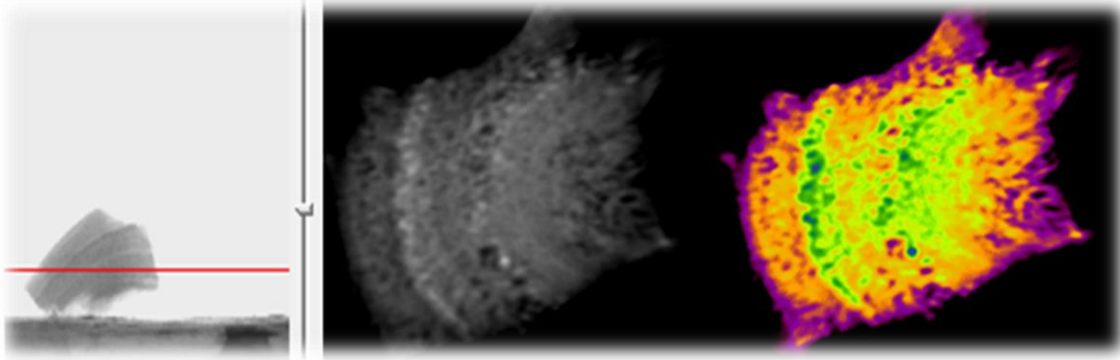
Şekil 16: Mikro CT sonucuna göre COM+Sistin içeren heterojen yapıdaki taşın gri ve renkli skala görüntüleri (1 nolu örnek).



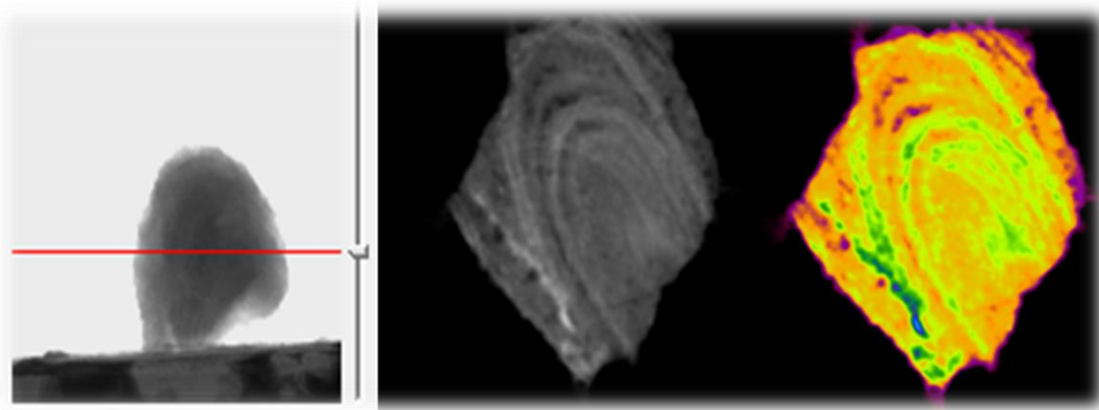
Şekil 17: COM+Ürik Asit içeren bir taşın üç boyutlu yapısı: Kırmızı çizgi kesit alınan yüzeyi göstermektedir. Taş içerik olarak heterojen olmasına rağmen görünüm homojendir (3 nolu örnek).



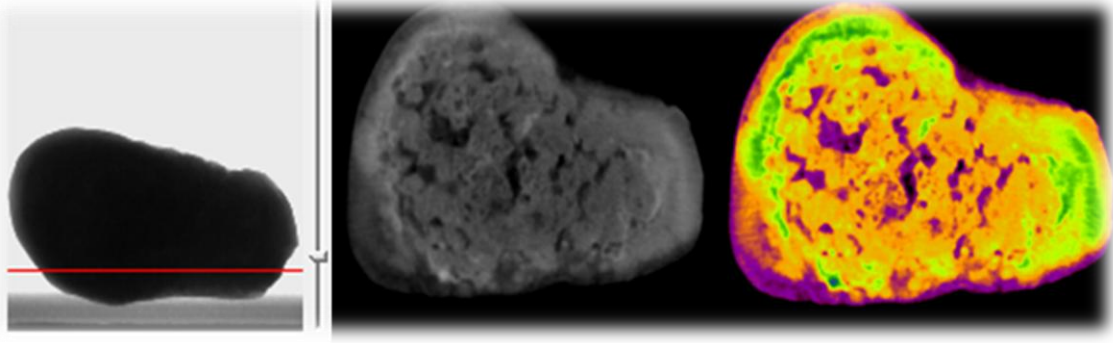
Şekil 18: Sadece COM içeren homojen görünümde ve yapıda bir taş (20 nolu örnek)



Şekil 19: Heterojen görünümde bir Ürik Asit taşı (7 nolu örnek)



Şekil 20: Ürik Asit+Sistin içeren heterojen yapıdaki taşın görünümü(4 nolu örnek).



Şekil 21: COD+COM yapısında içerisinde çok fazla boşluk içeren heterojen yapıda bir taş (5 nolu örnek). Gri skalada siyah görünen yerler boşluklardır.

İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler gözlem sayısı ve (%) şeklinde gösterildi. Kimyasal analize göre Mikro CT yöntemiyle yapılan taş analizlerinin uyumlu sonuçlar verip vermediği incelendi. Her bir göstergeye ait uyum performansını belirlemek amacıyla duyarlılık, seçicilik, pozitif ve negatif tahmini değerler ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. Nominal değişkenler Pearson'un Ki-Kare veya Fisher'in Kesin Sonuçlu Ki-Kare testiyle değerlendirildi. $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 30 taş örneğinin Mikro CT ve kimyasal analiz sonuçları Tablo-7 de gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi kimyasal analiz kalsiyum oksalat taşlarının alt sınıflamasını yapamamaktadır. Mikro CT yönteminde taşların atenüasyon değerine göre sınıflaması yapılırken bazı taşlar birbirine yakın değerlerden dolayı geçiş zonlarında kalmış ve bunların tam olarak hangi taş olduğuna karar verilememiştir.

Kimyasal analiz yönteminde 30 taştan 24 nün (%80) içeriğinde kalsiyum fosfata rastlanırken mikro CT de hiç kalsiyum fosfat analiz edilmemiştir. Normalde %2 görülmesi gereken kalsiyum oksalat taşlarının kimyasal analizde % 80 gibi bir oranda görülmesi yanlış pozitifliği düşündürmektedir (Tablo 1).

4 nolu örnekte kimyasal analiz sonucu amonyum fosfat(Struvit) gelmesine rağmen mikro CT de Ürik Asit+Sistin şeklinde rapor edilmesine rağmen hastanın kliniği enfeksiyon taşıyla daha uyumlu gibi görünmektedir. Mikro Ct deki yanlış pozitiflik ise Struvit taşının atenüasyon değerinin sistin ve ürik asit arasında kalmasına bağlanabilir (Şekil 15).

Tablo 7: Taşların Kimyasal analiz ve Mikro CT sonuçlarının Karşılaştırılması

ÖRNEK NUMARASI	KİMYASAL ANALİZ	MİKRO CT ANALİZ
1	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM+SİSTİN
2	Kalsiyum Oksalat+Ürik Asit	COM+Ürik Asit
3	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat+Ürik Asit	COM+Ürik Asit
4	Amonyum Fosfat(Struvit)	Ürik Asit+Sistin
5	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COD+COM
6	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM+HA
7	Ürik Asit	Ürik Asit
8	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat+Ürik Asit	COD+COM
9	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
10	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COD
11	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COD
12	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COD+Struvite? Ürik Asit?
13	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
14	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM?+HA?
15	Kalsiyum Oksalat	COM
16	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM ? HA?
17	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat+Ürik Asit	COM
18	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
19	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
20	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
21	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat+Ürik Asit	COM
22	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
23	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
24	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
25	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
26	Ürik Asit	Ürik Asit
27	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
28	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
29	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM
30	Kalsiyum Oksalat+Kalsiyum Fosfat	COM

COD: kalsiyum oksalat dihidrat, COM: kalsiyum oksalat monohidrat, HA: Hidroksi Apatit

Tablo 8: Taşların Mikro CT sonuçlarının üç boyutlu yapısı ve karşılık olan Hounsfield değerleri

ÖRNEK NUMARASI	MİKTO CT ANALİZ	Taşın Üç Boyutlu Yapısı	Taşların Hounsfield Değerleri
1	COM+SİSTİN	Heterojen	8800-17000
2	COM+Ürik Asit	Homojen	3800-18500
3	COM+Ürik Asit	Homojen	3500-16900
4	Ürik Asit+Sistin	Heterojen	2500-4000-8900
5	COD+COM	Heterojen	14000-18000
6	COM+HA	Homojen	16000-22500
7	Ürik Asit	Heterojen	4000
8	COD+COM	Homojen	16000
9	COM	Homojen	18000
10	COD	Homojen	14000
11	COD	Homojen	14500
12	COD+Struvite?+ Ürik Asit?	Heterojen	7000-14000
13	COM	Homojen	18000
14	COM?+HA?	Homojen	20000
15	COM	Homojen	19000
16	COM ? HA?	Homojen	19500
17	COM	Homojen	18000
18	COM	Homojen	18000
19	COM	Homojen	18000
20	COM	Homojen	18000
21	COM	Homojen	18000
22	COM	Homojen	18000
23	COM	Homojen	18000
24	COM	Homojen	18000
25	COM	Heterojen	18000
26	Ürik Asit	Homojen	4200
27	COM	Homojen	18000
28	COM	Homojen	18000
29	COM	Homojen	18000
30	COM	Homojen	18000

COD: kalsiyum oksalat dihidrat, COM: kalsiyum oksalat monohidrat, HA: Hidroksi Apatit

Tablo 9: Taşların Mikro CT sonuçlarının üç boyutlu yapısı ve içerdikleri boşlukların karşılaştırılması

ÖRNEK NUMARASI	MİKTO ANALİZ	Taşın Üç Boyutlu Yapısı	Taşın İçinde Boşluk Varlığı
1	COM+SİSTİN	Heterojen	Var
2	COM+Ürik Asit	Homojen	Yok
3	COM+Ürik Asit	Homojen	Var
4	Ürik Asit+Sistin	Heterojen	Var
5	COD+COM	Heterojen	Yok
6	COM+HA	Homojen	Var
7	Ürik Asit	Heterojen	Yok
8	COD+COM	Homojen	Yok
9	COM	Homojen	Yok
10	COD	Homojen	Var
11	COD	Homojen	Yok
12	COD+Struvite? UA?	Heterojen	Yok
13	COM	Homojen	Yok
14	COM?+HA?	Homojen	Yok
15	COM	Homojen	Var
16	COM ? HA?	Homojen	Var
17	COM	Homojen	Yok
18	COM	Homojen	Yok
19	COM	Homojen	Var
20	COM	Homojen	Yok
21	COM	Homojen	Var
22	COM	Homojen	Var
23	COM	Homojen	Var
24	COM	Homojen	Var
25	COM	Heterojen	Var
26	Ürik Asit	Homojen	Var
27	COM	Homojen	Var
28	COM	Homojen	Var
29	COM	Homojen	Var
30	COM	Homojen	Var

COD: kalsiyum oksalat dihidrat, COM: kalsiyum oksalat monohidrat, HA: Hidroksi Apatit

Kimyasal analiz ile elde edilen taş komponentleriyle mikro ct ile testpit edilen taş komponentleri arasında bire-bir uyum değerlendirildiğinde uyum oranının istatistiksel anlamlı olarak çok düşük olduğu görülmüştür ($p<0,001$) (Tablo 10).

Tablo 10: Kimyasal Analiz ile Mikro CT Analizi Sonucuna Göre Taş Komponentlerinin Bire-Bir Benzer Olması Yönünden Uyum Dağılımı

Uyum Durumu	n=30
Uyum Yok	26 (%87)
Uyum Var	4 (%13)
p-değeri	<0,001

Altın standart olarak kimyasal analiz sonucuna göre yapısında kalsiyum oksalat veya ürik asit olan taşları doğru sınıflamada mikro CT yönteminin etkiliği incelenmiştir. Yapısında kalsiyum oksalat olan taşları kalsiyum oksalat olmayan taşlardan ayırt etmede mikro CT yönteminin %100 başarılı olduğu görülmüştür. Ürik asiti saptamada ise mikro CT'nin duyarlılığının ve buna bağlı olarak pozitif tahmini değerinin düşük olduğu görülmüştür (Tablo 11).

Tablo 11: Altın Standart Kimyasal Analize Göre Mikro CT Yönteminin Etkinliğinin İncelenmesi

Göstergeler	Tanımlar	Kalsiyum Oksalat	Ürik Asit
Olgu Sayısı	N	30	30
Duyarlılık	GP/(GP+YN)	27/27 (%100)	4/7 (%57,1)
Seçicilik	GN/(GN+YP)	3/3 (%100)	21/23 (%91,3)
PTD	GP/(GP+YP)	27/27 (%100)	4/6 (%66,7)
NTD	GN/(YN+GN)	3/3 (%100)	21/24 (%87,5)
Doğruluk	(GP+GN)/(N)	30/30 (%100)	25/30 (%83,3)
p değeri		<0,001	0,016

N: Toplam Olgu Sayısı, GP: Gerçek Pozitif, YN: Yalancı Negatif, GN: Gerçek Negatif, YP: Yalancı Pozitif, PTD: Pozitif Tahmini Değer, NTD: Negatif Tahmini Değer.

Mikro CT yöntemine göre taşların içerdiği her bir bileşen yönünden taşın üç boyutlu yapısının homojen veya heterojen olma sıklığında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olmadığı görülmüştür ($p>0,05$) (Tablo 12).

Tablo 12: Mikro CT Yöntemine Göre Taşların İçerdiği Her Bir Bileşen Yönünden Taşın Üç Boyutlu Yapısının Dağılımı

Değişkenler	Heterojen	Homojen	p-değeri
COD			0,254
<i>Yok</i>	4 (%16)	21 (%84)	
<i>Var</i>	2 (%40)	3 (%60)	
COM			0,075
<i>Yok</i>	3 (%50)	3 (%50)	
<i>Var</i>	3 (%12,5)	21 (%87,5)	
Ürik Asit			0,075
<i>Yok</i>	3 (%12,5)	21 (%87,5)	
<i>Var</i>	3 (%50)	3 (%50)	
HA			1,000
<i>Yok</i>	6 (%22,2)	21 (%77,8)	
<i>Var</i>	0 (%0)	3 (%100)	

Tek ve çoklu içeriğe sahip olan taşlar arasında taşın üç boyutlu yapısının homojen/heterojen olma sıklığında ve içerdikleri havada boşluk olup olmaması oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 13).

Tablo 13: Taşların İçerdiği Bileşen Sayısına Göre Taşın Üç Boyutlu Yapısı ve İçerdiği Havanın Durumuna Ait Dağılımı

Değişkenler	Tek	Multiple	p-değeri
Taş İçeriği			0,141
<i>Heterojen</i>	2 (%10)	4 (%40)	
<i>Homojen</i>	18 (%90)	6 (%60)	
Boşluk			0,461
<i>Yok</i>	7 (%35)	5 (%50)	
<i>Var</i>	13 (%65)	4 (%50)	

Taşın üç boyutlu yapısının homojen/heterojen olmasının taşın içerdiği havada boşluk olup olmaması üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür ($p=0,660$).

Tablo 14: Taşların Üç Boyutlu Yapısına Göre İçerdiği Havanın Durumuna Ait Dağılım

Değişkenler	Heterojen	Homojen	p-değeri
Boşluk			0,660
Yok	3 (%50,0)	15 (%62,5)	
Var	3 (%50,0)	9 (%37,5)	

TARTIŞMA

Üroloji alanındaki tüm gelişmelere rağmen taş hastalığı etyolojisi halen tam aydınlatılamamıştır. Taş oluşum mekanizmaları hakkındaki eksiklikler bizim taş rekürrensini önleme çabalarını boşa çıkarmaktadır. Taş hastalarındaki rekürrensi önleyebilmek için ilk önce taşın hangi tip taş olduğunu ve yapısındaki mineralleri iyi bilmemiz gerekmektedir. Taşları değerlendirirken yaygın kullanılan yöntemlerin çoğunun taşları içinde en fazla bulunan minerale göre sınıflandırması, bizim aslında kompleks yapıya sahip olabilecek bir taşı tek tip bir taş olarak değerlendirip tedavi etmemize neden olmaktadır. Aynı mineral içeriğine sahip taşların neden birbirinden farklı kırılma derecelerinin olduğunu anlamamızda mikro CT değerli bir inceleme yöntemi olabilir (60).

Üriner sistem taşların analizinde genelde taşın yapısını bozan teknikler kullanılmaktadır ve genelde de taşın içinde en fazla bulunan minerale göre adlandırma yapılmaktadır (61). Heterojen taşların yapısındaki elementleri ve bunların dağılımını gösteren belirgin bir metot yoktur. Bundan dolayı taşların analizinde kalsiyum oksalat(COM), ürik asit, sistin gibi isimlerle adlandırılırlar. Bir hastayı kalsiyum oksalat taşı diye sınıflandırmak bizi yanlış yönlendirebilir. Çünkü taşın heterojen yapıda olması ve birçok elementten oluşması bizim hastayı tek tip değerlendirmemize neden olabilir.

Hastaların taşlarının mineral kompozisyonunu bilmek tedavi planlarını yapmak açısından yararlı olabilir. Hastaların taşlarının ESWL'ye direnci içerdikleri mineral komponentine bağlı olabilir ki zaten belirli mineral ağırlığı olan taşların kırılma oranları da farklıdır (62). Taşların kırılma direnci ve kırılma direnci etkileyen faktörler tam olarak bilinmemektedir. Ama yinede elimizde bazı ipuçları vardır örneğin pürüzlü yüzeye sahip sistin taşları kolay kırılırken düz yüzeyli olanlar daha zor kırılır (63). Pürüzlü sistin taşları internal radyolusen alanlar içerir. Numaralandırılarak yapılan taş çalışmalarında bu defektlerin olası zayıf noktalar olduğu düşünülmektedir (64). Bu yüzden de bir taşın kırılma direnci içyapısıyla direkt ilişkilidir.

Micro CT cihazı kemik biyolojisinde kullanılan önemli bir cihazdır (65). Üriner taşların analizinde ise 8-34µm voksel (pikselin üç boyutlu karşılığı) boyutunda

ölçümlerle 2D ve 3D görüntü alıp bunları birleştirerek multiple düzlemlerde 3D görüntüler elde etmektedir.

Mikro-CT ile taş analizi bize taşın yapısını yüksek çözünürlükte mükemmel olarak göstermektedir (59). Bu yöntemle her ne kadar 1 cm çapında bir taşın analiz 2 saat kadar sürse de taşın yüzey ve internal yapısı hakkında bize çok detaylı bilgiler vermektedir. Minerallerin atenüasyon değerlerine göre ileri derecede kompleks taşlar bile kolayca haritalanabilmektedir.

Kimyasal taş analizi yöntemi ülkemizde üriner sistem taşlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan yöntemlerden olup, işlem süresinin kısa olması, maliyetinin düşük olması ve hastanelerin kendi biyokimya laboratuvarlarında yapılabilmesi en önemli avantajıdır. Ancak bu yöntemin destrüktif olması genelde taşların içerisindeki majör mineral içeriğini bize vermesi, taşın iç kısmının haritalandırmasının yapılamaması taşın içerdiği boşluk, lamellenme ve kırılma hatları gibi anatomik bilgileri bize verememesi en büyük dezavantajlarıdır.

Şuan için duyarlılığı en fazla olan taş analiz yöntemi X-ray difraksiyon yöntemidir. Bu yöntemle üriner sistem taşlarının yapısını oluşturan minerallerin tama yakını hakkında bilgi edinilebilmektedir (66). Ancak yöntemin pahalı ve az bulunur olması dezavantajıdır.(Ülkemizde MTA'da bulunmaktadır.) Fiber optik infrared spektroskopi yöntemi ise yeni geliştirilmiş bir yöntem olup ESWL sonrası hastaların idrarındaki taş fragmanlarını %20 hata payıyla analiz edebilmektedir (67).

Mikro-CT yöntemiyle taş analizinin bize sağladığı en büyük avantaj; taşların yapısını bozmadan üç boyutlu olarak taşı inceleme ve içeriğindeki minerallerin kesitsel olarak nerelerde ve ne kadar olduğunu, taşın yapısının homojen mi, heterojen mi olduğunu, içerisindeki hava miktarı ve kırılma hatları saptayabilmemizdir (59). Bu yöntemle elde ettiğimiz bilgiler ışığında taşın içerisindeki dominant mineral yerine diğer mineral oranlarını öğrenebilmemiz, taşın çekirdeği ve çekirdekten dış yüzeye doğru olan yapıları rahatlıkla tanımlayıp aynı zamanda elde ettiğimiz görüntüleri depolayarak ileride yapılacak çalışmalara katkı sağlayacak arşivler elde etmemizi sağlayabilir.

Bu çalışmanın ilerisinde taşların özeliklerine göre hangi yöntem veya litotriptrle daha kolay kırılabilceği değerlendirilebilir.

Bizim bulgularımız ışığında da görüldüğü üzere mikro CT yöntemiyle taş analizi taşın mineral kompozisyonu ve yapısını değerlendirmemizde geçerli olabilecek bir yöntemdir. Klinik helikal CT uygulamaları gün geçtikçe gelişmekte ve bize daha iyi ve yüksek çözünürlükte görüntüler vermektedir. Özellikle multidetektr helikal CT lerin gelişmesiyle daha iyi görüntüler elde edilmiştir (68). Helikal multidetektr CT'lerin de mikro CT gibi 3D rekonstriksiyona imkn verdiği düşünülürse, bu cihazların gelişmesi ile in vivo olarak taşların yapısı, kırılğanlığı hakkında daha iyi bilgiler elde edilip tedavi planlaması yapılabilir.

Bu çalışmanın ilerisinde taşların özeliklerine göre hangi yöntem veya litotriptrle daha kolay kırılabilceği değerlendirilebilir. Bu sayede doğru planlanan tedavilerle gereksiz girişim ve operasyonların önüne geçilip taş hastalığının tedavi maliyetleride düşürülebilir.

SONUÇ

Mikro CT ile taş analizi zaman alıcı ve maliyetli bir yöntem olmasına rağmen taşların üç boyutlu yapısı hakkında bize çok detaylı bilgi verebilmektedir. Yapılacak daha geniş ve detaylı çalışmalarla Mikro CT yönteminin taş oluşum mekanizmalarına ve tedavi yaklaşımlarına ışık tutabileceğine inanmaktayız.

ÖZET

Amaç: Üriner sistem taşların nondestüriktif analizine olanak sağlayan mikro ct ile taş analizi yöntemini kullanarak üriner sistem taşlarının ultrastrüktürel yapılarını araştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya etik kurul onayını takiben ocak 2010 ve temmuz 2010 tarihleri arasında kliniğimizde üriner taş hastalığı nedeniyle opere edilen 30 hastadan alınan taşlar dahil edildi. Taşlar PCNL operasyonu sırasında intakt olarak çıkarılabilen taşlardan seçildi. Daha sonra hasta bilgileri incelenecek merkezlere verilmeden sadece numaralandırma şeklinde taşlar mikro ct ve kimyasal analiz yöntemleriyle değerlendirilip sonuçlar değerlendirildi.

Bulgular: Kimyasal analiz yönteminde 30 taştan 24'nün (%80) içeriğinde kalsiyum fosfata rastlanırken mikro CT de hiç kalsiyum fosfat analiz edilmemiştir. Normalde %2 görülmesi gereken kalsiyum oksalat taşlarının kimyasal analizde % 80 gibi bir oranda görülmesi yanlış pozitifliği düşündürmektedir. Kimyasal analiz ile elde edilen taş komponentleriyle mikro ct ile testpit edilen taş komponentleri arasında bire-bir uyum değerlendirildiğinde uyum oranının istatistiksel anlamlı olarak çok düşük olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Yapısında kalsiyum oksalat olan taşları kalsiyum oksalat olmayan taşlardan ayırt etmede mikro CT yönteminin %100 başarılı olduğu görülmüştür. Ürik asiti saptamada ise mikro CT'nin duyarlılığının ve buna bağlı olarak pozitif tahmini değerinin düşük olduğu görülmüştür

Mikro CT yöntemine göre taşların içerdiği her bir bileşen yönünden taşın üç boyutlu yapısının homojen veya heterojen olma sıklığında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Tek ve çoklu içeriğe sahip olan taşlar arasında taşın üç boyutlu yapısının homojen/heterojen olma sıklığında ve içerdikleri havada boşluk olup olmaması oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Taşın üç boyutlu yapısının homojen/heterojen olmasının taşın içerdiği havada boşluk olup olmaması üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür ($p=0,660$).

Sonuç: Mikro Ct ile taş analiz yöntemi zaman alıcı ve maliyetli bir yöntem olmasına karşın bize taşların üç boyutlu yapısı hakkında detaylı bilgi vermesi ve arşivlemeye

olanak sağlaması taş oluşum mekanizmalarını daha iyi anlayabilmemize ve gelecekteki tedavi yöntemlerimizi yönlendirmede faydalı olabilir.

KAYNAKÇA

1. Clark JY, Thompson IM, Optenberg SA: Economic impact of ürolithiasis in the United States. J Urol. Vol 154: 2020,1995.
2. Asplin JR, Favus MJ, Coe FL: Nephrolithiasis. In: Brenner BM, ed. Brenner and Rector's the kidney. 5th ed. Philadelphia: Saunders, p1893–935, 1996.
3. Hesse A, Siener R: Current aspects of epidemiology and nutrition in urinary stone disease. World J Urol 15:165–171, 1997.
4. Menon M, Resnick MI. Urinary Lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management. Campbell's Urology, Editor-in-chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002, 8. Baskı, 96. Bölüm.
5. Kim HH, Jo MK, Kwak C, Park SK, Yoo KY, Kang D, Lee C. Prevalence and epidemiologic characteristics of urolithiasis in Seoul, Korea. Urology 2002; 59: 517-521.
6. Robertson WG, Peacock M, Baker M. Studies on the prevalence and epidemiology of urinary stone disease in men in Leeds. Br J Urol 1983; 55: 595-598.
7. Akıncı M, Esen T, Tellaloğlu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. Eur Urol 1991; 20: 200-203.
8. Uribarri J, Oh MS, Carroll HJ: The first kidney stone. Ann Intern Med 1989; 111: 1006-1009.
9. Fan J, Chandhoke PS, Gramsas SA: Role of sex hormones in experimental calcium oxalate nephrolithiasis. J Am Soc Nephrol 1999; 10: 376-380.
10. Resnick M, Pridgen DB, Goodman HO: Genetic predisposition to formation of calcium oxalate renal calculi. N Eng J Med 1968; 278: 1313-1318.
11. Parivar F, Low RK, Stoller ML: The influence of diet on urinary stone disease. J Urol 1996; 155: 432-440.
12. Assimos DG, Holmes RP: Role of diet in the therapy of urolithiasis. Urol Clin North Am 2000; 27: 255- 268.
13. Hess B, Mauron H, Ackermann D, Jaeger P: Effects of a 'common sense diet' on urinary composition and supersaturation in patients with idiopathic calcium urolithiasis. Eur Urol 1999; 36: 136-143.
14. Randall A: The origin and growth of renal calculi. Ann Surg 1937; 105: 1009.
15. Finlayson B: Renal lithiasis in review. Urol Clin North Am 1974; 1: 181-212.
16. Khan SR, Shevock PN, Hackett RL: In vitro precipitation of calcium oxalate in the presence of whole matrix or lipid components of urinary stones. J Urol 1988; 139: 418-422.
17. Lieske JC, Toback FG: Renal cell-urinary crystal interactions. Curr Opin Nephrol 2000;9: 349-355.

18. Evan AP, Lingeman JE, Coe FL, Parks JH, Bledsoe SB: Randall's plaque of patients with nephrolithiasis begins in the basement membranes of thin loops of Henle. *J Clin Invest* 2003; 111: 607-616.
19. Lemann J: Calcium and phosphate metabolism: an overview in health and in calcium stone formers. *Kidney stones: Medical and surgical management*, edited by Coe FL, Favus MJ, Pak CYC, Preminger GM. Lippincott- Raven publishers, 1996, 11. Bölüm.
20. Mandel NS, Mandel GS: Urinary tract stone disease in the United States veteran population. Geographical variation in composition. *J Urol* 1989; 142: 1516-1521.
21. Pak CYC, Resnick MI: Medical therapy and new approaches to management of urolithiasis. *Urol Clin North Am* 2000; 27: 243-252.
22. Akıncı M, Esen T, Kocak T, Özsoy C, Tellaloğlu S: Role of inhibitor deficiency in urolithiasis. Rationale of urinary magnesium, citrate, pyrophosphate and glycosaminoglycan determinations. *Eur Urol* 1991; 19: 240-243.
23. Tefekli A, Esen T, Ziylan O, Erol B, Armagan A, Akıncı M: Metabolic risk factors in pediatric and adult calcium oxalate urinary stone formers: is there any difference? *Urol Int* 2003; 70: 273-277.
24. Menon M, Mahle CJ: Oxalate metabolism and renal calculi. *J Urol* 1982; 127: 148-151.
25. Bushinsky DA: Nephrolithiasis: site of the initial solid phase. *J Clin Invest* 2003; 111: 602-605.
26. Menon M, Mahle CJ: Urinary citrate excretion in patients with renal calculi. *J Urol* 1983; 129: 1158-1160.
27. Preminger GM, Baker S: Hypomagnesiuric hypocitraturia. An apparent new entity for calcium nephrolithiasis. *J Lit Stone Dis* 1989; 1: 22-25.
28. Ciftcioğlu N, Bjorklund M, Kuorikoski K: Nanobacteria: an infection cause for kidney stone formation. *Kidney Int* 1999; 56: 1893-1898.
29. Kario K, Matsuo T, Tankawa H: Xanthine urolithiasis: Ultrastructure analysis of renal and bladder calculi. *Int Urol Nephrol* 1991; 23:317.
30. Daudon M, Jungers P: Drug induced renal calculi: Epidemiology, prevention and management. *Drugs* 2004; 64:245.
31. Parks JH, Worchester EM, O'Connor RC and Coe FL: Urine stone risk factor.
32. Harmekin DL, Martin FL, and Wark J. D: Antacid induced phosphatase depletion syndrome presenting as nephrolithiasis. *Aust N.Z. J. Med.* Vol; 20: 83,1990.
33. Assimos DG, Langenstroer P, Leinbach RF: Guanifenezin and ephrine induced stones *J Endourol*.13: 665,1999.
34. Gentle DL, Stoller M L, Jarret TW: Protease inhibitor induced urolithiasis. *Urology*.50: 508,1997.

35. Jungers P, Joly D, Barbey F: ESRD caused by nephrolithiasis: prevalence, mechanism and prevention *Am J. Kidney Dis.* 44:799,2004.
36. Bek-Jensen H, Tiselius HG: Evaluation of urine composition and calcium salt crystallization properties in standardized 12-h night urine from normal subject and calcium stone formers. *Urol Res.*25:365-372, 1997.
37. Strohmaier WL, Hoelz K-J, Bichler KH: Spot urine samples for the metabolic evaluation of urolithiasis patients. *Eur Urol.*32:294-300,1997.
38. Tiselius HG: Solution chemistry of supersaturation. In: *Kidney stones: medical and Surgical management.* Coe FL, Favus MJ, Pak CYC, Parks HG, Preminger GM (eds). Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia: pp 33-64, 1996.
39. Res, Asper R. Stone analysis. *Urol* 1990;59-12.
40. Leusmann DB, Blaschke R, Schmandt W. Results of 5,035 stone analyses: a contribution to.
41. Fernström I, Johansson B: Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol* 1976; 10: 257-259.
42. Lashley DB., Fuchs EF: Urologist-acquired renal Access for percutaneous renal surgery. *Urology* 1998; 51:927.
43. Inglis JA., Tolley DA., 1988, Antibiotic prophylaxis at the time of percutaneous stone surgery. *J Endourol* 1988; 2: 59-62.
44. Sampaio FJB, Lacerda CAM. Morphometrie du rein. Etude appliquee a l'urologie et a l'imagerie. *J Urol (Paris)* 95:77-80, 1989.
45. Sampaio FJB, Aragao AHM. Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. *J Urol* 143:679-681, 1990.
46. Kessaris DN, Smith AD: Fluoroscopic Access in prone position with C arm. In Smith AD (ed): *Controversies in endourology.* Philadelphia, WB Saunders, 1995, pp 10.
47. Pres SM, Smith AD: Dilatation of the nephrostomy tract: Use of plastic malleable dilators-Amplatz system. In Smith AD (ed): *Controversies in endourology.* Philadelphia, WB Saunders, 1995, pp 51-59.
48. Davidoff R, Bellman GC: Influence in technique of percutaneous tract creation on incidence of renal hemorrhage. *J Urol*, 1997; 159: 1229-1231.
49. Clayman RV, Elbers J, Miller RP, et al. Percutaneous nephrostomy: Assessment of renal damage associated with semi-rigid (24F) and balloon (36F) dilatation. *J Urol*, 1987; 138: 203-207.
50. Stoller ML, Wolf JS Jr., St Lezin MA: Estimated blood loss and transfusion rates associated with percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 1994; 152: 1977.
51. Carson CC; Complications of percutaneous stone extraction: prevention and treatment. *Semin Urol* 1986; 4: 161-169.

52. Miller RA, Whitefield HN: Lithotripsy for renal stone disease, Br Med J 1985 ve 291:967.
53. Schubert G. Stone analysis. Urol Res 2006; 34(2):146-50. Stone Analysis. 2006, 34, s. 146-150.
54. Pak CY. Etiology and treatment of urolithiasis. Am J Kidney Dis 1991;18:624-37.
55. Onaran M., Deniz N. Üriner Sistem Taşlarının Analizi:güncelleme. *Türkiye Klinikleri J Urology-Special Topics* 2009;2(3):17-9.
56. Heneghan JP, Dalrymple NC, Verga M, et al. Soft-tissue 'rim' sign in the diagnosis of ureteral calculi with use of unenhanced helical CT. Radiology 1997; 202: 709-711.
57. Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. Medical Review 68: 1-8.
58. (JC Elliott and SD Dover. X-ray microtomography. J. Microscopy 126, 211-213, 1982.
59. Zarse et al: Nondestructive analysis of urinary calculi using micro computed.BMC Urology 2004, 4.15.
60. Zhong P, Chuong CJ, Goolsby RD, Preminger GM: Microhardness measurements of renal calculi: regional differences and effects of microstructure. J Biomed Mater Res 1992, 26(9):1117-1130.
61. Hyacinth P, Rajamohanan K, Marickar FY, Koshy P, Krishnamurthy S: A study of the ultrastructure of urinary calculi by scanning electron microscopy. Urol Res 1984, 12(4):227-230.
62. Williams JC Jr, Saw KC, Paterson RF, Hatt EK, McAteer JA, Lingeman JE: Variability of renal Stone fragility in shock wave lithotripsy. Urology 2003, 61(6):1092-1096. discussion 1097.
63. Bhatta KM, Prien EL Jr, Dretler SP: Cystine calculi – rough and smooth: a new clinical distinction. J Urol 1989, 142(4):937-940.
64. Kim SC, Hatt EK, Paterson RF, Lingeman JE, McAteer JA, Williams JC Jr: Cystine calculi: Radiographic differentiation of rough versus smooth calculi using helical computed tomography (CT). Urology 2004, 171(4, Supplement):508.
65. Ruegsegger P, Koller B, Muller R: A microtomographic system for the nondestructive evaluation of bone architecture. Calcif Tissue Int 1996, 58(1):24-29.
66. Batchelar DL, Chun SS, Wollin TA, Tan JK, Beiko DT, Cunningham IA, et al. Predicting urinary stone composition using x-ray coherent scatter: a novel technique with potential clinical applications JUrol 2002; 168: 260-265.
67. Cytron S, Kravchick S, Sela BA, Shulzinger E, Vasserman I, Raichlin Y, et al. Fiberoptic infrared spectroscopy: A novel tool for the analysis of urine and urinary salts in situ and in real time. urology 2003; 61: 231-235.
68. Williams JC Jr, Paterson RF, Kopecky KK, Lingeman JE, McAteer JA: High resolution detection of internal structure of renal calculi by helical computerized tomography. J Urol 2002, 167(1):322-326.