

1. GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı (ÜSTH) prostat hastalıkları ve üriner enfeksiyonlardan sonra üriner sistemin en sık görülen üç hastalığından birisi olup, endüstriyel toplumlarda %4-20 oranında görülmektedir. Ayrıca acil servise sık başvuru nedenlerinden birisidir (1,2).

Üriner sistem taş hastalığında obstrüksiyona bağlı böbrek toplayıcı sisteminin gerilmesiyle oluşan kolik tarzı ağrı, en sık ve en önemli semptomdur. Üriner koliğin tanısında öykü, fizik muayene ve laboratuvar bulguları yanında direk üriner sistem grafisi (DÜSG), intravenöz pyelografi (İVP), ultrasonografi (US) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi görüntüleme yöntemleri de kullanılmaktadır (3,4).

Ultrasonografi noninvaziv olduğundan, radyasyon içermediğinden hastaların değerlendirilmesinde sık tercih edilen bir yöntemdir. Akustik gölgelenme böbrek taşlarının posteriorlarında izlenen artefakt olup ultrasonografik görüntülemenin önemli tanı kriterlerinden birisidir. Ancak böbrek taşlarının tümünden akustik gölgelenme izlenmediği gibi renal sinüse ait nispeten hiperekoik odaklar da zaman zaman sorun oluşturabilir. Ayrıca toplayıcı sistemde yer alan ve taş olmadığı halde akustik gölge oluşturabilen görünüm de mevcuttur. Bu nedenle üriner sistem taşı olabilecek ekojenik görüntülerin değerlendirilmesinde daha farklı sonografik bulgulara ihtiyaç vardır. Bunlardan biri de twinkling artefaktıdır. Twinkling artefaktı, güçlü refleksiyona neden olan oluşumların posteriorunda, renk modunda hızla değişen kırmızı ve mavi renk karışımı, spektral analizde vertikal çizgilenmeler ve ses modunda yüksek tiz sesler şeklinde ortaya çıkan bir Doppler US artefaktıdır (5-8).

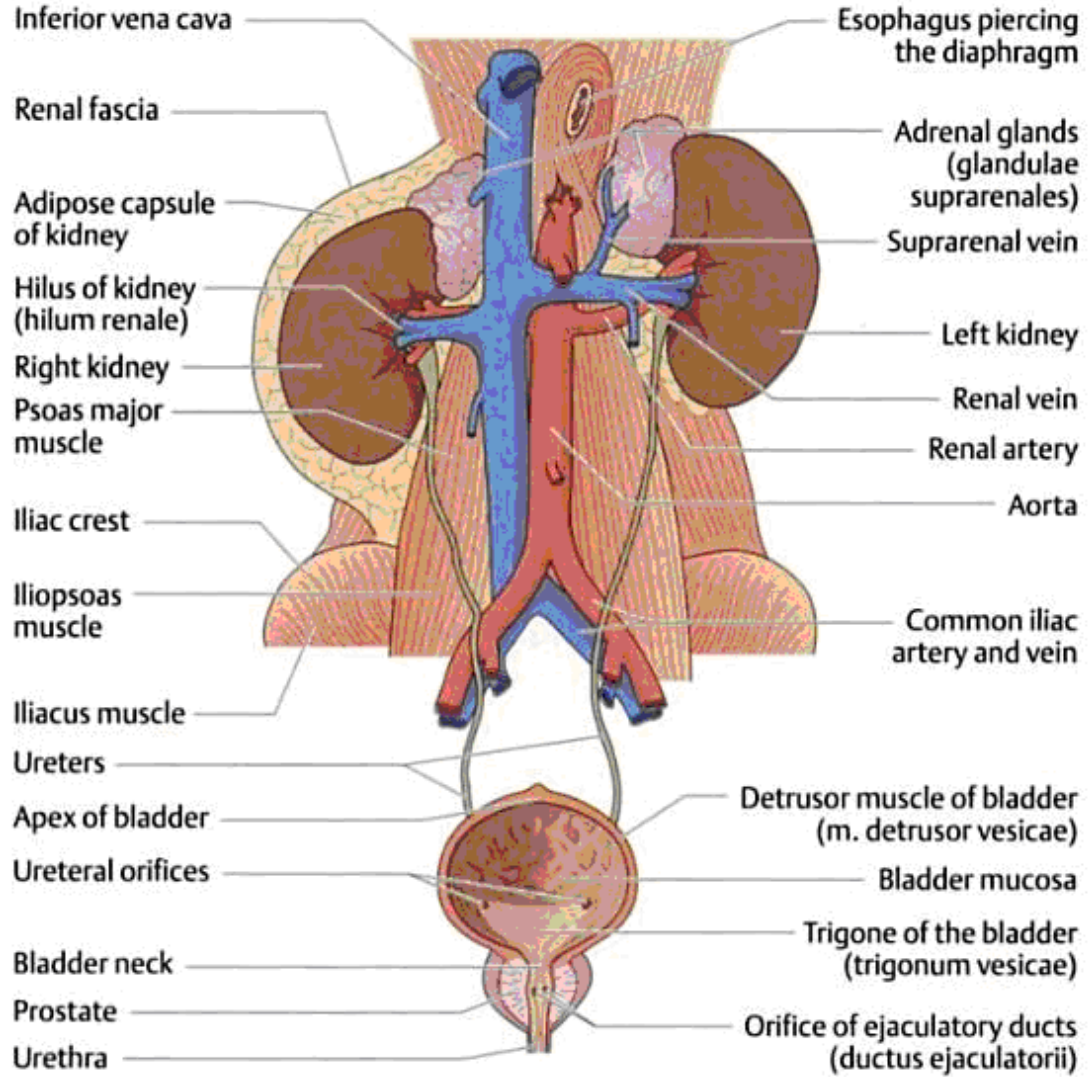
Literatürde, twinkling artefaktı ile taş kompozisyonu arasındaki ilişkiyi değerlendiren çok az sayıda çalışma yer alırken, son yıllarda giderek artan şekilde ameliyat öncesi taş bileşenlerinin analizi ve bunun sonuçlarına göre tedavi planını şekillendirmek yönünde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin ürik asit taşları ilaç tedavisine iyi yanıt verirken, kalsiyum oksalat monohidrat, kalsiyum fosfat ve sistin taşlarının Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL)'ye yanıtı genel olarak daha düşüktür (9,10).

Çalışmamızın amacı üriner sistem taşlarında Doppler ultrasonla görüntüleme sırasında ortaya çıkan twinkling artefaktı ve 'grade' ile taş kompozisyonu, boyutu ve yüzey düzgünlüğü arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Üriner Sistem Anatomisi

Üriner sistem, kanı, toksik ve atık maddeler ile fazla sıvıdan temizleyen böbrekler, oluşan ve biriken idrarı mesaneye ileten üreterler, bu idrarı içinde toplayan mesane ve idrarı vücuttan dışarı atan üretra'dan oluşur (11) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Üriner Sistem Anatomisi (11)

2.1.1.Böbrek Anatomisi

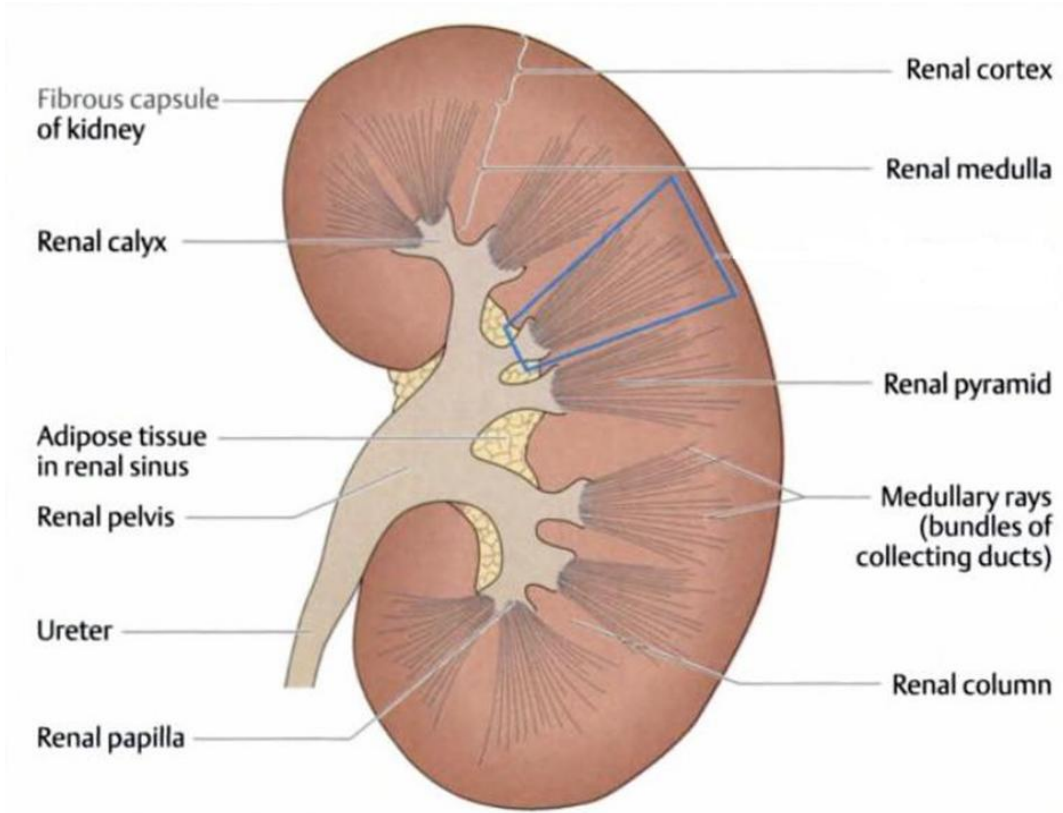
Böbrekler karın arka duvarının üst kısmında ve vertebral kolonun her iki yanında bulunurlar. Böbreklerin her tarafını gevşek bağ dokusu ve yağ dokusu sarar, ön yüzünü de periton örter. Üst kısımları 11. göğüs omurunun üst kenarı, alt uçları ise 3. bel omuru seviyesinde bulunur. Sağ böbrek en büyük abdominal organ olan ve sağ üst kadranda yerleşen karaciğer nedeniyle soldakine oranla biraz daha aşağıda lokalizedir. Böbreklerin uzun eksenini omurgaya hemen hemen paraleldir. Fakat üst uçları birbirine daha yakındır. Her bir böbrek yaklaşık 11,5 cm uzunluğunda, 5-7 cm genişliğinde ve 2,5 cm kalınlığındadır. Hilum renalede, önden arkaya doğru v. renalis, a. renalis'in 2-3 dalı, üreter ve a. renalis'in bir dalı bulunur (11,12).

Karın arka duvarı komşuluğunda retroperitoneal yerleşimli böbrekler bazı durumlarda aşağı yukarı doğru minimal hareket edebilir. Böbrekleri yerinde tutan en önemli oluşumlar vasküler yapılar ve fascia renalis'tir. Ayrıca capsula adiposa ve pararenal yağ tabakası da destek olur.

Böbrek, renk ve fonksiyon bakımından farklı iki bölümden oluşur. Açık renkli olan dış kısmına cortex renalis, daha koyu renkli ve çizgili görünümdeki iç kısmına ise medulla renalis denilir. Orta kısımda bulunan böbrek şeklindeki boşluğa da sinus renalis denilir.

Medulla renalis'i, renal piramit diye adlandırılan 8-10 adet koni şeklinde yapı oluşturur. Bu piramitlerin basis pyramids denilen taban kısımları böbreğin dış yüzüne, papilla renalis denilen tepe kısımları ise sinus renalis'e yönelmiştir. Renal piramitler arasında renal kolon diye adlandırılan kortikal cevher uzantıları bulunur. Yeni doğanlarda böbrek konturları lobüle görünümdeyken daha sonra düz bir görünüm alır.

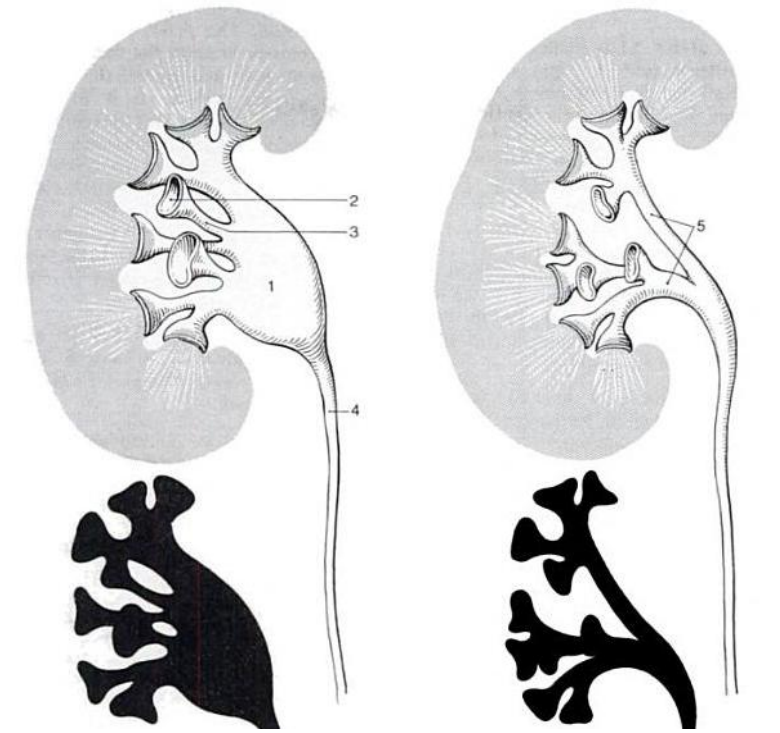
Renal korteks, papillalar hariç olmak üzere, renal pyramitlerin her tarafını saran böbrek dokusudur. Kortikal cevherin iki bölümü vardır; birinci bölüm, böbreği kabuk gibi sararken ikinci bölüm böbrek piramitleri arasında uzanır. Sinus renalis'e kadar uzanan bu bölüm kesitlerde renal piramitler arasında kolon şeklinde görülürler (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Böbrek anatomisi (11)

Birbiri içerisine girmiş ayrı iki bölümden oluşan böbrek parankimini dıştan fibröz kapsül sarar. Böbreğin dış yüzünü saran fibröz kapsül, renal hilustan içeri girerek renal sinüsün iç yüzünü döşer ve renal pelvisin dış yüzünde devam eder. Sayıları 4 ila 14 adet olan minör renal kalikslerin her biri, 1-3 renal papillayı içine alır. Minör renal kalikslerin 2-3 tanesi birleşerek major renal kaliksi, bunlar da kendi aralarında birleşerek renal pelvisi oluştururlar. Renal pelvis, böbrekten çıkarken birden daralarak üreteri oluşturur.

Böbreğin kanal sistemi: Glomerulus'da filtreleme işlemiyle oluşan idrar bazı kanal sistemlerinden ilerleyerek sonunda renal papilladaki foramen papillare denilen deliklerden kalikslere dökülür. Süzülmenin başladığı yerden sonlanma yerine kadar olan kanal sistemine renal tübül denilir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Böbreğin pelvikaliksiyel yapısı (12)

Böbreğin damarları: Renal arterler her iki tarafta 1 ve 2. lumbal omurlar arasındaki intervertebral disk hizasında dik açı ile aorta'dan ayrılır. Renal arterler renal hilusa gelince böbrek segmenti sayısınca dala ayrılırlar (segmental arterler). Segmental arterler renal sinüste tekrar dallarına ayrılarak minör renal kalikslerin çevresinde renal kolonlara girerler.

Böbrek lobları arasında uzanan bu dallara interlobar arter denilir. İnterlobar arterler kortikal ve medullar cevher hizasında yan tarafa kıvrılarak iki cevher arasında bir kavis şeklinde uzanırlar. Arcuat arter denilen bu arterler, birbirleriyle anastomoz yapmazlar. Arkuat arterlerden dik olarak çıkan ince dallara interlobular arter adı verilir. İnterlobular arterlerden yan taraflara uzanan ince dallara afferent glomerular arterioller denilir. Bunlar efferent glomerular arteriol olarak devam eder. Bu da interlobular vene açılır. İnterlobular venler de arterleri takip ederek sırasıyla arkuat, interlobar, segmental ve sonuçta renal ven olarak inferior vena kavaya açılır (12-14).

2.1.2. Üreter, Mesane ve Üretra Anatomisi

Böbrek toplayıcı sistemi böbrek tarafından süzülerek oluşturulan idrarı mesaneye taşıyan boru sistemidir. Bu yollar yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla minör renal kaliks, major renal kaliks, renal pelvis ve üreterden oluşur. Bunlardan sadece üreter böbreğin dışında olup, diğerleri renal sinüs içinde bulunur. Oluşan idrar, renal papillalar üzerindeki deliklerden difüzyonla idrar yollarının başlangıcı olan minör renal kalikslere akar. Minör renal kalikslerin birkaçı birleşerek major renal kaliksleri oluşturur. Bunlar da renal pelvise açılır. Renal pelvis, birinci lumbal omurun spinal çıkıntısı hizasında üreter ile birleşir.

Üreter yaklaşık 25-30 cm uzunluğundadır. Ancak, sağ böbrek biraz aşağı yerleşimli olduğundan, sağ üreter sol üreterden 1 cm kadar daha kısadır. Psoas major kasının önünde retroperitoneal olarak hafif mediale doğru uzanarak pelvis boşluğuna girer. Burada mesanenin fundus kısmına açılır.

Üreterin abdominal ve pelvik olmak üzere iki parçası vardır. Abdominal parça renal pelvis ile terminal linea arasında uzanır. Pelvik parça üreterin terminal linea ile mesane arasında uzanan kesimdir. Mesane duvarında ise yaklaşık 2 cm oblik seyrederek iç yüzdeki vezikal trigonun dış köşesinde yerleşen üreter orifisi aracılığı ile mesaneye açılır. Bazı kaynaklarda mesane duvarı içinde uzanan üreter bölümüne, intramural bölüm denilir. Bu bölüm mesane duvarında oblik olarak uzandığından, mesane doldukça ön ve arka duvarları birbirine yaklaşarak bir kapak vazifesi görürler.

Üreter normal olarak üç bölgede darlık gösterir. Bunlardan birincisi renal pelvis ile birleştiği başlangıç bölümü olup yaklaşık 2 mm uzunluğundadır. İkincisi terminal linea'da iliak damarların çaprazladığı yerde bulunur, yaklaşık 4 mm kadardır. Üçüncüsü en dar yeri olan mesaneye giriş bölgesidir, 1 ilâ 5 mm kadardır.

Mesane böbreğin süzdüğü idrarı toplayıp biriktiren ve dışarıya atılmasını sağlayan kas ve zarlardan yapılmış bir kesedir. Mesanenin iç yüzü çok katlı değişken epitel hücrelerinden oluşan mukoza ile kaplıdır. Mesane mukozası, kas tabakasına gevşek olarak bağlanmıştır. Mesane boş iken, mukoza tabakasında plikalar bulunur. Bu plikalar mesane dolunca duvarının genişlemesiyle kaybolurlar.

Mesanenin şekli ve pozisyonu, idrar miktarı ve rektum gibi komşu organların doluluk oranlarına göre değişir. Boş mesane, pelvis ve karın iç organlarının

yukarıdan yaptıkları baskı sonucu aşağı ve öne doğru itilerek symphysis pubisin arkasında bulunur. Dolduğu zaman ise üst bölümü karın boşluğuna uzanıp peritonu da beraber kaldırır. Dolu mesane yaklaşık 350-500 cm³ sıvı ile normal doluluk durumuna gelerek oval bir şekil alır.

Alt üriner sistemde meydana gelen kronik bir obstrüksiyon, obstrüktif patolojinin şiddetine ve süresine bağlı olarak mesanede trabekülasyon, duvar kalınlığında artış gibi yapısal değişikliklere neden olur. İntravezikal basınç artışına bağlı düz kas hücrelerinde hipertrofi ve bunun sonucunda da mesanede fizyolojik disfonksiyon gelişir.

Kadınlarda mesane arka tarafında uterus ve vagina'nın üst bölümü bulunur. Uterus ile aralarında oluşan vesicouterin excavatio denilen periton çıkmazı anüs'ten yaklaşık 5 cm yukarıda bulunur. Mesane boşaldığı zaman uterus mesanenin üst yüzüne oturur.

Erkek uretrası, mesane boynundaki internal orifisten penisteki eksternal orifise dek uzanan, üriner ve genital sistem için kanal görevi yapan bir yapıdır. 18-20 cm uzunlukta olup prostatik, membranöz ve penil olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Kadın uretrası ise 4 cm uzunluğunda olup vaginanın hemen ön tarafında mesane ile vestibül arasında uzanır (13).

2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığı Epidemiyolojisi ve Etiyolojisi

Üriner sistem taş hastalığı, prostat hastalıkları ve üriner enfeksiyonlardan sonra üriner sistemin en sık görülen üç hastalığından birisi olup, endüstriyel toplumlarda %4-20 oranında görülmektedir (1,2).

Milattan önce 7000 yılından beri görüldüğü bilinen taş hastalığının tarihi bu kadar eski olmasına rağmen etiyoloji ve patogenezi hala tam olarak aydınlatılamamıştır. Bir kişinin yaşamı boyunca taş hastalığı geçirme riski 1 yıllık süreçte %10 olarak bildirilmektedir (15).

Üriner sistem taş hastalığının sıklığı dünyanın değişik bölgelerinde farklılıklar gösterirken, taşların yerleşim yerleri ve kimyasal içerikleri de değişkendir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da mevcut taşların %70-80 kadarı saf kalsiyum oksalat- kalsiyum fosfat karışımı şeklinde olup, saf kalsiyum fosfat taşları daha az sıklıkta görülmektedir. Tüm taşların %10-15 kadarını teşkil eden enfeksiyon taşlarının hemen daima üre parçalayan ajanlar ile gelişen üriner sistem enfeksiyonları

sonucunda ortaya çıktığı bilinmektedir. Özellikle kalsiyum taş hastalığı 3. ve 5. dekatlar arasında sık olup, erkeklerde 2 kat daha fazla görülürken, enfeksiyon taşları kadınlarda, ürik asit taşları erkeklerde ve yaşlı popülasyonda daha sık görülmektedir. Üriner sistem taş hastalığının görülme sıklığı farklı toplumlarda değişmekle birlikte genellikle %10-15 arasında olup tekrarlama oranları da oldukça yüksektir (16,17).

Çocuklarda toplum bazında ürolitiyazisin gerçek sıklığı bilinmemekle birlikte gelişmiş ülkelerde %1-5, gelişmekte olan ülkelere %5-15 gibi prevalans bildirilmektedir. Amerika'da hastaneye yatırılan çocuklarda ürolitiyazis insidansı 1/1000 ile 1/7600 arasında değişmektedir (18,19). Çocuklarda taş sıklığı ve karakteristikleri de geniş bir coğrafi farklılık gösterir. Almanya'da yapılan bir çalışmada tüm taş vakalarının %1-5'ni çocuklar oluştururken ülkemizde 1984'te yapılan bir çalışmada taş hastalarının %17'sinin çocuklar olduğu bildirilmiştir. Pakistan, bazı Ortadoğu, Güney Asya ve Afrika ülkeleri ile birlikte Türkiye endemik taş kuşağını oluşturmaktadır (9).

Taş oluşumu etiyolojisinde yaşam tarzı kaynaklı ve önlenebilir nedenlerle birlikte yaş, cinsiyet ve genetik gibi değiştirilemeyen faktörler de önemlidir. Ayrıca coğrafya, beslenme alışkanlığı, ırk, mevsimsel durum ve mesleğin de rol oynadığı düşünülmektedir (20,21-28).

Yapılan çalışmalarda proteinden zengin diyet ile taş hastalığı arasında yakın bir ilişkinin olduğu gösterilmiştir (20,22,28). Taş hastalığının oluşumunda diyetin yanında alınan sıvı miktarı da önemli yer tutar. Taş oluşumunu önlemek ve mevcut olan küçük taşların atılımını kolaylaştırmak için yeteri kadar sıvı alımı önemlidir. Günlük 2-2.5 litre sıvı tüketimine dikkat edilmeli ve idrara çıkma sıklığı yeterince düzenli olmalıdır (23).

Özellikle idiyopatik kalsiyum taşı hastalığında genetik geçişin önemli rolü olduğu bildirilmektedir. Diğer yandan primer hiperokzalüri, Lesch-Nyhan Sendromu gibi kalıtsal geçiş gösteren bazı metabolik bozukluklardan kaynaklanan risk faktörleri nedeniyle bu hastalıkların sekonder taş hastalığına yol açtıkları bildirilmiştir (27,29,30).

2.3. Üriner Sistem Taş Oluşum Mekanizmaları

Taş oluşumu, metabolik ve anatomik anormallikler ile enfeksiyonun tek başlarına ya da birlikte rol oynadığı kompleks bir süreçtir. Majör faktörler süpersatürasyon, kristalizasyon, promotörler ve inhibitörler olarak ele alınabilir (25).

Üriner sistem taşlarının oluşumunda ana faktör idrardaki kristallerin presipitasyonudur. Kristallerin presipitasyonu için de idrarın süpersatüre olması gerekir. Bir solüsyona bir miktar partikül eklendiğinde belli bir konsantrasyona kadar çözünme olur. Bu noktadan sonra eklenen her partikül doygunluk noktasını aştığından çözünmez ve kristalleşir. İdrar kompleks bir solüsyon olup diğer bileşimlerle etkileşime giren promotör ve inhibitör substanslar içerir. İdrarda kalsiyum, oksalat, ürik asid ve sistin gibi promotör moleküller süpersatüre olduğunda taş oluşumuna neden olurlar. Bunun yanında kristalizasyon inhibitörleri olarak bilinen sitrat, magnezyum, pirofosfat, makromolekül ve glikozaminoglikanların seviyelerinde düşmeler ve idrar pH'sında değişimler de taş oluşumuna yol açabilir. Anatomik anormallikler idrar akımında azalmaya bağlı olarak idrar stazına ve taş yapıcı moleküllerin konsantrasyonunda artmaya neden olur (9,25).

Böbreğin su tutma özelliğinin bir sonucu olarak, idrar oluşurken, kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat gibi kısmen çözülebilen tuzlarla süpersatüre olur. Süpersatürasyon yeterli düzeyde ve yeterli süre devam ettiğinde kristaller oluşur. Oluşan kristallerin çoğu idrarla atılırken bazı kişilerde üretelyuma yapışarak veya kümeleşme sonucu kitle oluşturarak üriner sistemde kalırlar. Buna karşın kristal oluşum aşamasından kristalin böbrek tübül epiteli ile ilişkisine kadar her aşamada koruma mekanizmaları da vardır (23,25,31).

Üriner sistem taşları kalsiyum oksalat (CaOx), kalsiyum fosfat, ürik asit, struvit ve sistin kristalleri içerebilir. CaOx çoğu taşın başlıca kristalidir. CaP ise hem idrarda hemde taşın yapısında en sık rastlanılan kristaldir. Üriner sistem taşlarının organik matriksi lipid, glikozaminoglikan, karbonhidrat içermekle birlikte yaklaşık %64'ü proteinlerden oluşur. Mineralizasyon biyolojik sistemlerin tümünde, kristal ve matriksin içiçe girdiği ortak bir olaydır (31-33).

Bir çok küçük solit parçacık fizyolojik olarak idrardan serbest bir şekilde atılırken kalış süresi uzadığında taş gelişebilmektedir. Taş oluşumundan sorumlu en önemli etken süpersatürasyondur. Normalde idrarda taş oluşturan elemanların

konsantrasyonu çözünebilirlik seviyesinin üstüne çıksa dahi kristalizasyon gerçekleşmeyebilir. Çünkü idrardaki inhibitör maddeler kalsiyum oksalatın yüksek konsantrasyonlarda bile çökme ve kristalleşme göstermeden çözünür halde kalmasına olanak sağlar (34).

Kristal oluşumunda çekirdekleşme (nükleasyon), büyüme ve kümeleşme (agregasyon) gibi birden fazla aşama vardır. Çekirdekleşme taş oluşumunda ilk aşama olup bu süreci proteinli matriks, kristaller, yabancı cisimler ve diğer partiküllü dokuları içeren çeşitli maddeler başlatabilir. Düzenli bir kümeleşme var ise taş oluşumundan kuşkulunmak gerekir. Bir kristal tipi benzer kristalize çatıyı içeren başka bir tipin çekirdekleşmesi için odak oluşturabilir. Bu durum kalsiyum oksalat oluşumunu başlatan ürik asit kristallerinde sık görülür (29,34).

Kristalüri böbrek taşı olmayan kişilerde de görülebilir. Kristal oluşumu çeşitlerine göre birçok farklı safha içerebilir. Örneğin kalsiyum oksalat taş oluşumu üç fazda gerçekleşir. Birinci fazda oluşan kalsiyum oksalat trihidrat, en hidrate kalsiyum oksalat formu olup idrarda çökebilen ilk formdur ve ikinci fazda genellikle kalsiyum oksalat monohidrat (COM) formuna dönüşür. Üçüncü fazda ise kalsiyum oksalat dihidrat (COD) oluşur.

Normal bir insanın idrarında bulunan kalsiyum oksalat konsantrasyonu sudaki çözünürlük miktarından daha fazladır. Taş oluşumunu başlatan faktörler arasında idrar volümünde ve sitrat miktarında azalma ile kalsiyum, oksalat, fosfat ve ürik asit miktarında artış gösterilmektedir. Bu faktörlerin hepsi kalsiyum oksalat süpersatürasyonunu arttırmaktadır.

Böbrek taşları kristal olan ve olmayan bileşenlerden meydana gelir. Matriks diye adlandırılan kristal olmayan bileşen taşın ağırlığının yaklaşık % 2.5'ini oluşturur. Nadir görülen ve matriks taşı denilen taş tipi önceden geçirilmiş böbrek cerrahisi veya kronik idrar yolu enfeksiyonlarıyla bağlantılı olabilir (35,36).

2.4. Üriner Sistem Taş Hastalığında Klinik Belirtiler ve Laboratuvar

Üriner sistem içerisindeki taş bazen hiçbir klinik belirti vermeden sessiz kalabilirken, taşın boyutu, yerleşim yeri, tıkanıklık derecesi ve üzerine eklenebilen patolojilere bağlı olarak değişik şekil ve derecede klinik belirtilerle de kendini gösterebilir.

ÜSTH'da en sık rastlanan belirti ağrı olup künt veya kolik, akut veya kronik, lokal ya da yansıyan ağrı şeklinde olabilir. Ağrının nedeni taşın üriner mukozaya yapmış olduğu bası ve tıkanıklık ile ilgili olup, tıkanıklığın ani ya da yavaş gelişmesi, kısmi ya da tam olması ile şiddeti değişir. Ağrı bulgusu vermeyen taşlar üriner mukozada yapmış oldukları irritasyon nedeni ile çoğu zaman mikroskopik bazen de makroskopik hematüri şeklinde belirti verebilir. Taşın varlığı aynı zamanda üriner sistemde enfeksiyona da zemin hazırlar. Bulantı, kusma, konstipasyon gibi gastrointestinal belirtiler ayırıcı tanıyı güçleştirir (3,4,37).

İdrar analizinde hematüri, enfeksiyon varsa pyüri de görülür. Taze idrar sedimentinde ürik asid, sistin yada strüvit kristallerinin görülmesi eğer klinik semptomlar da varsa, aynı cins taş varlığı açısından anlamlı bir bulgu olarak kabul edilebilir. Ancak kalsiyum oksalat ya da fosfat taşı olanlarda aynı tip kristal çoğu kere görülmediği gibi, aksine bu tip taş olmayan kişilerde de zaman zaman rastlanabilir. İdrar pH'sına bakıldığında ürik asid ya da sistin taşı olanlarda 5.5 veya altında, strüvit ve kalsiyum fosfat taşı olanlarda 7 veya üstünde olduğu gözlenmiştir. İdrar analizinde pyüri görülen hastalarda bakteriyolojik analiz endikedir. Ayrıca böbreklerin fonksiyonunu değerlendirebilmek için kanda üre ve kreatinin, ateş varlığında lökosit sayımı ve CRP tayınları yapılır (9,38).

2.5. Taş Analizi

Günümüzde taş tedavisinin ardından gelen ikinci basamak, rekürrenslerin önlenmesine yönelik incelemelerdir. Bu incelemeler ile altta yatan metabolik-anatomik nedenlerin ortaya konması, ardından da uygun profilaktik tedavinin başlanması için taş analizinin bilinmesi gerekir.

Üriner sistem taşlarının incelenmesinde birçok farklı method bulunmaktadır. Bunların arasında X ışını difraksiyon kristalografisi, infrared spektroskopisi, elektron mikroskopisi, termogravimetri, polarizan mikroskopisi ve kimyasal spot testleri sayılabilir.

Taş analizi ile içinde bulunulan idrar ortamı aydınlatılır. Örneğin idrar analizinde magnezyum amonyum fosfat saptanan hastada üriner infeksiyonu takiben magnezyum amonyum fosfat taşı oluşabilir. Son yıllarda giderek artan şekilde ameliyat öncesi taş bileşenlerinin analizi ve bunun sonuçlarına göre tedavi planı yapılması yönünde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin urat, kalsiyum oksalat monohidrat, kalsiyum fosfat ve sistin taşlarının ESWL'ye yanıtı genel olarak daha düşüktür (34). Analiz sonucu sistin taşı saptanması kalıtsal sistinüriyi, kalsiyum oksalat taşı saptanması ise kalsiyum ve oksalat metabolizması ile ilgili primer hiperparatiroidizm, hiperkalsiüri, renal tübüler asidoz, primer hiperoksalüri ve gastrointestinal hastalıklar gibi bozuklukları düşündürmektedir.

Taş hastalığında metabolik değerlendirmenin önündeki en büyük engel işlemin maliyeti ve 24 saatlik idrar toplama zorluğu gibi gözükmektedir. Olgulardan 24 saatlik idrar örneği toplansa da bu numunelerde birçok ölçütün bakılması oldukça zahmetli, zaman alıcı ve pahalıdır (4,23,39,40).

2.6. Üriner Sistem Taş Tipleri

Taş analiz sonuçlarına göre en sık görülen taş kompozisyonları sırasıyla kalsiyum oksalat monohidrat (whewellite), kalsiyum oksalat dihidrat (weddelite), kalsiyum hidrojen fosfat (brusite), kalsiyum fosfat (dahllite), sistin, magnezyum amonyum fosfat (struvit) ve ürik asittir. Başka bileşenlerle birlikte olsun ya da olmasın kalsiyum oksalat içeren taşlar en sık rastlanan (%70) taş grubudur. Birçok taşın içinde genellikle küçük oranlarda mukopolisakkarit ve proteinler de bulunur.

ABD'de geniş bir seride yapılan üriner sistem taşı analizlerinde kalsiyum oksalat %84, ürik asit %5, kalsiyum ve ürik asit %7, kalsiyum fosfat %4 oranında bulunmuş, strüvit taşlarına ise %1'den daha az oranda rastlandığı bildirilmiştir. Japonya'da yapılan bir çalışmada ise taşların %75'inin kalsiyum oksalat ve fosfat, %16'sının magnezyum amonyum fosfat ve %2'sinin ürik asit içerdiği belirtilmiştir. Ürik asit taşları Kore, Tayvan ve Suudi Arabistan'da %15'in üzerinde olup diğer ülkelerde bu oranın altındadır (23).

Çocuklarda kalsiyum oksalat taşları %45-65, kalsiyum fosfat taşları %14-30, struvit taşları (magnezyum amonyum fosfat) %13-24, ürik asit taşları %4-8, sistin taşları %5-6, endemik taşlar %2, mikst taşlar ise %2 sıklıkta bulunmaktadır (18,28,41).

Fiziksel özelliklerine göre değerlendirildiğinde Ca fosfat taşları gri-beyaz, Ca oksalat siyah, ürik asit ve sistin taşları ise sarı-kahverengi renktedir. Ca oksalat ve Ca fosfat taşlarının yüzeyi düzensizken ürik asit ve sistin taşları genel olarak düzdür (42-44).

2.6.1. Kalsiyum Taşları

İdrar yolu taşlarının %80-85'i kalsiyum içerir. Kalsiyum taşı oluşumunun en önemli nedenleri idrarda kalsiyum, ürik asit ve oksalat yükselmesi ile sitrat düzeylerinin düşmesidir (45).

Hastaların %12'sinde tek defekt olarak hiperkalsiüri saptanırken %8'i hiperürükozüri, %5'i hiperoksalatüri, %17'sinde hipositratüri ile birlikte dir. Obstrüksiyona sekonder ağrı, enfeksiyon, bulantı, kusma ve nadiren böbrek yetmezliği gelişebilir. Nefrokalsinozis olarak bilinen böbrek parenkimi içindeki kalsifikasyonlar nadiren semptomlara neden olup renal tübüler asidoz ve hiperparatiroidizmde sıklıkla, medüller sünger böbrek, sarkoidoz, süt-alkali sendromu ve hiperparatiroidizmde ise nadiren görülür (4,44,46,47,).

2.6.2. Kalsiyum Dışı Taşlar

Strüvit taşları

Bu taşlar magnezyum, amonyum ve fosfat içermekte olup kadınlarda yaygındır. Sıklıkla geyikboynuzu taşları şeklindedir. Cerrahi girişimler dışında nadiren gelişir. Strüvit taşları Proteus, Pseudomonas, Klebsiella ve Mycoplasma benzeri üreyi parçalayan bakterilerle oluşur. Ürenin parçalanmasıyla amonyum konsantrasyonu artar ve pH alkaleleşir. Bunun sonucunda magnezyum, amonyum, fosfat kristalleri çöker.

Yabancı cisimler, nörojenik mesane ve üriner enfeksiyonlar strüvit taşı oluşumunda predispozan faktörlerdir. Tekrarlayan enfeksiyonları olan kadınlar, uygun antibiyotik tedavisiyle birlikte strüvit taşları açısından değerlendirilmelidir. Bu taşları antibiyotiklerle sterilize etmek olanaksızdır. Taşın çıkartılması tedavi edicidir. Uzun dönemde en iyi tedavi şekli tüm kateter tipleri dahil yabancı cisimlerin çıkartılmasıdır (4,9,48).

Ürik asit taşları

Ürik asit taşları tüm idrar yolu taşlarının %5'inden az olup erkeklerde sıktır. Gut veya miyeloproliferatif hastalığı olanlarda, kemoterapi alanlarda ürik asit taş insidansı yüksektir. Buna karşın ürik asit taşı olan hastaların çoğunda hiperürisemi saptanmaz. Yüksek ürik asit düzeyleri sıklıkla dehidratasyon ve aşırı pürin alımına bağlıdır. Günde 2 litreden fazla idrar çıkartılmasının sağlanması ve idrar pH'sinin 6.0'da tutulması tedavi şeklidir. Diyetle pürin alımını azaltmak veya allopürinol verilmesi de ürik asit ekskresyonunun azalmasına yardımcı olur. Sodyum bikarbonat, potasyum bikarbonat, potasyum sitratın ağızdan alımı ve intravenöz normal salinle idrarın alkallenleştirilmesi taş yüzey alanına bağımlı olarak taşları çözündürebilir (4,9).

Sistin taşları

Anormal intestinal mukozal emilim ve sistin, ornitin, lizin ve arginin dahil dibazik aminoasitlerin renal tübüler emilimine neden olan kalıtsal metabolik defekt sistin taşlarına neden olur. Dört aminoasitten sadece sistin'in idrarda eriyebilirliği zayıftır ve bu nedenle sadece sistin taşı oluşurlar. Tüm üriner taşlarının %1-2'sini oluşturur. En çok ikinci ve üçüncü dekadlarda rastlanır. Çocukluk çağında görülen taşların %2-6'sından sistin taşları sorumludur. Sistin taşları sıklıkla kalsiyum taşları ve ilgili metabolik anormalliklerle ilişkilidir. Tek, multiple veya geyikboynuzu şeklinde görülebilirler. Ailevi üriner taş öyküsü olan hastalarda düşük opasite veren, düzgün sınırlı radyografik görüntülerde bu taşlardan kuşkulmalıdır (4,49).

Sistin taşları semi-opak olduğu için DÜSG'te görülmesi oldukça zordur. Ayrıca sert taşlar olduğu için ESWL ile kırmak güçtür, çoğu zaman cerrahi tedavi gerektirir (9,48,49).

Ksantin taşları

Ksantin taşı doğumsal ksantin oksidaz eksikliğine bağlı olarak gelişir. Bu enzim normal olarak hipoksantin ve ksantine, ksantin de ürik aside oksidasyonunu sağlar. Allopürinol ürik asidin kan ve idrar düzeylerini düşürürken, hipoksantin ve ksantin düzeylerini yükseltir. Buna rağmen allopürinol tedavisine bağlı ksantin taşı oluşumu bildirilmemiştir. Ksantin oksidaz eksikliği olan hastaların %25'inde böbrek taşı oluşur. Taşlar radyopak olmayıp kirli sarı renktedir. Profilaksi için yüksek sıvı alımı ve idrarın alkallenleştirilmesi gerekir (48).

İndinavir taşları

Edinsel immün yetmezlik sendromunda proteaz inhibitörleri etkili ve popüler tedavilerdir. Kontrastsız BT taramalarında radyolusen görüntü veren tek taş tipidir. Taşların rengi bronz ve kahverengidir (4,48).

2.7. Üriner Sistem Taşlarında Tedavi Seçenekleri

ÜSTH tedavisinde temel olarak kemoliz, ESWL, üreteroskopik taş ekstraksiyonu, perkütan nefrolitotomi, açık taş cerrahisi ve laparoskopi kullanılmaktadır.

2.7.1. Kemoliz

Kemoliz taşın eritilmesine yönelik bir tedavi şeklidir. Günümüzde en çok ürik asid taşı olmak üzere, sistin yada kalsiyum taşlarının ESWL veya PNL sonrası kalan fragmanlarının eritilmesi için kullanılır. Bunlar arasında en iyi sonuç veren ürik asid taşlarıdır. Kemoliz yapılabilmesi için obstrüksiyon gelişmemiş olması gerekir. Ürik asid taşlarının kemolizi için bir taraftan idrar PH'sının sodyum bikarbonat veya potasyum sitrat ile alkalinizasyonu sağlanıp diğer taraftan da ksantin oksidaz inhibitörü allopurinol ile taş eritilir.

Sistin taşlarında ise protein kısıtlaması ve yeterli hidrasyon yanında aynı şekilde idrar alkalinizasyonu ve sistin bağlayıcı ajanlarla kemoliz sağlanmaya çalışılır. Kemoliz ayrıca struvite taşlarının tedavisinde de uygulanabilir.

Çözündürücü ajanların etkinliği taş yüzeyi alanına, taşın tipine, yıkama sıvısının hacmine ve uygulama yöntemine bağlıdır (3,9,31,46,50,51).

Oral İlaçlar

1. Alkalenleştirici ajanlar: Potasyum Sitrat idrar pH'ını 0,7–0,8'e yükselten ajandır.

2. Gastrointestinal Emilim İnhibitörü: Selüloz Fosfat barsaklarda kalsiyumu bağlayarak, kalsiyum emilimini ve dolayısıyla üriner kalsiyum atılımını azaltır.

3. Fosfat Takviyesi: Böbrekten fosfat kaçağının tedavisinde en etkili yöntem fosfat replasmanıdır.

4. Diüretikler: Tiyazit grubu diüretikler renal kaynaklı hiperkalsiüride böbrek kalsiyum kaçağını azaltmaktadır.

5. Kalsiyum Takviyesi: Enterik oksalürük kalsiyum taş hastalığının tedavisinde kalsiyum takviyesi etkilidir.

6. Ürik Asit Düşürücü İlaçlar: Allopürinol idrar ürik asit atılımını arttırmaktan ziyade ksantin oksidaz inhibitörü olarak ürik asit sentezini azaltmaktadır (9).

2.7.2. ESWL

Alman uçak şirketi Dornier şok dalgaları ile sert cisimlerin parçalanabildiğini gösterdikten sonra aynı yöntem üriner sistem taşlarının tedavisinde kullanıma sunulmuştur. Taş tedavisinde devrim yaratan ve üroloji pratiğinde geniş yer edinen dışarıdan taş kırma yöntemi olan ESWL 1980'lerin ortalarından bu yana tıp bilimine hizmet vermektedir. Günümüzde üreter taşları sadece erişkinlerde değil çocuklarda da ESWL yöntemiyle tedavi edilebilmektedir. ESWL'nin fizik prensipleri, bir enerji kaynağından elde edilen enerjiyi taşın üzerine odaklayan yakınsak mekanizma ve bu odak noktasını taşa hedeflemek için x-ışını ya da ultrasonik görüntüleme kullanan sistemden ibarettir. Cihazlar süpersonik veya sınırlı amplitüdlü olmak üzere 2 temel şok dalgasından birini üreterek etki ederler (9).

ESWL tedavisinin kesin kontrendikasyonları gebelik, akut pyelonefrit, üriner sepsis, düzeltilmemiş koagülopati, implante kardiyak cihazlar ve kalsifiye vasküler anevrizmalardır. Ancak günümüzde radyasyon, anestezi ve şok dalgalarının fetüse olumsuz etkileri nedeniyle gebelik tek mutlak kontrendikasyon gibi durmaktadır. Yine de radyasyonsuz ve anestezisiz ESWL'nin gebelikte kullanımının güvenli olduğuna dair ipuçları vardır (52-57).

Bazı taş cinslerinin özellikle de sistin taşlarının ESWL ile fragmentasyonu zordur. Tek bir amino asit kristalinden oluşan sistin taşları ESWL'ye dirençli sert taşlardır. Bu taşların ESWL ile tedavisi yüksek enerji ve daha fazla sayıda şok dalgası gerektirdiği için tedavi 1,5 cm'den daha küçük taşlarla sınırlıdır. ESWL'nin başarılı olması için taşın yeterli fragmentasyonu ve pasajı gereklidir. Bu nedenle aynı seansta tedavi planlanmayan distal obstrüksiyonlu olgularda ESWL önerilmez. Özellikle konjenital anomalilerde (üreteropelvik bileşke darlığı, atnalı böbrek, kalisiyel divertikül) ESWL başarısının düşük olduğu akılda tutulmalıdır. Ayrıca hidronefroz varlığı, kalisiyel divertikül, böbrek anomalisi ve karşı böbreğin durumu gibi bazı özel durumlar ESWL tercihi etkileyebilir (9,10,52).

Taşların bileşimi, sayısı ve boyutları da litotripsinin etkinliği üzerinde önemli rol oynar. Kalsifiye olmuş taşlarda litotripsi daha az etkindir. Taş sayısında ve taş çapında artma litotripsi uygulamasını olumsuz yönde etkileyen diğer faktörlerdir. Kalsiyum oksalat/fosfat taşları için 2 cm'den, enfeksiyon (struvite) taşları için ise 3cm'den daha büyük taşlarda ESWL önerilmez. Güncel serilerde böbrek taşlarının ESWL tedavisi ile 10 mm veya daha küçük taşlar için %54-81, 20 mm üzerindeki taşlar için %28-83'lik başarı oranı bildirilmiştir (50,52-57). Taş kompozisyonuna göre taştan arınma yüzdeleri Tablo 2.1'de verilmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Taş kompozisyonuna göre taştan arınma.

| Taş kompozisyonu | Taştan arınma |
|-----------------------------|---------------|
| Ürik asit | %81-85 |
| Kalsiyum oksalat dihidrat | %80-81 |
| Kalsiyum oksalat monohidrat | %66-74 |
| Strüvit taşları | %68 |
| Kalsiyum fosfat dihidrat | %53 |
| Sistin < 1.5cm | %71 |
| Sistin > 2 cm | %30 |

Çocuklarda ürik asit ve kalsiyum oksalat dihidrat taşları ESWL'ye en fazla yanıt verirken kalsiyum oksalat monohidrat, struvit ve brushite taşlar daha zor kırılmaktadır. Sistin taşları ESWL tedavisine dirençlidir (52,56).

2.7.3. Üreteroskopik Taş Ekstraksiyonu

Üreteroskopik taş ekstraksiyonu alt üriner sistem taşları için çok elverişli bir yöntemdir. Taştan kurtulma oranları %66-100 arasında değişmekte olup başarı şansı taş yüküne, lokalizasyonuna, retroperitoneal cerrahi girişim öyküsüne ve operatörün deneyimine bağlıdır. Özellikle ESWL'nin yetersiz kaldığı sistin ve kalsiyum oksalat monohidrat taşlarının tedavisinde ve ileride daha sık taş nüksleri olabileceği için çocuk hastalarda endoürolojik yaklaşımlar daha fazla önem kazanmaktadır.

Bu yöntemin avantajları insizyon morbiditesinin olmaması, günübirlik işlem olması, aktif hayata hemen dönülmesidir. Dezavantajı alet ve gereksinimlerin pahalılığıdır. Başarı oranı 1-2 cm arasındaki taşlarda %90-98 olup daha büyük taşlarda 2 seanslık başarı oranı %90'dır. Komplikasyonları çok az olup böbreğe ulaşamaması dışında avülsiyon, perforasyon, darlık ve enfeksiyon gelişimi oldukça düşük düzeydedir (48).

2.7.4. Perkütan Nefrolitotomi

İlk kez 1985 yılında Woodside ve arkadaşlarının çocuk hastalarda PNL uygulamalarından sonra taş ameliyatlarında açık cerrahi girişimler giderek geriplanda kalmaya başlamıştır.

Sert taşlar (sistin, kalsiyum oksalat monohidrat, brushite gibi), 2 cm'den büyük taşlar, alt kaliks taşları, obstrüksiyon, enfeksiyon, ESWL kontrendikasyonu ya da başarısızlığı, anatomik varyasyon, transplante böbrek taşları, bilateral böbrek taşları PNL endikasyonlarıdır. PNL için kontrendikasyonlar ise kanama diyatezi, aktif üriner enfeksiyon, anatomik anomaliler, taş yükü, taşın pozisyonu ve renal kitleler olarak sıralanabilir (9).

Gelişmekte olan ülkelerde yapılan geniş çalışmaların giderek artışıyla, ESWL'nin yapılamadığı ya da başarısız olduğu durumlarda, 2 cm'nin üzerinde veya 1 cm'lik alt kaliks taşlarında, ureteropelvik bileşke darlıkları ve at nalı böbrek gibi anomalilerde, sistin ve kalsiyum oksalat monohidrat taşlarında PNL'nin yüksek etkinliği ortaya konmuş ve yan etkilerinin çok az olduğu bildirilmiştir (59-63).

2.7.5. Laparoskopji

Laparoskopji genel anestezi altında retroperitoneal ya da transperitoneal yoldan yapılabilir. Bir kamera port aracılığıyla aletlerin yardımıyla böbreğe ulaşarak ureter ve pelvis bulunup yapılan insizyonla taş ya da taşlar çıkarılmaktadır. Günümüzde anterior kaliks divertikülü taşlarında, pelviüreterik darlıkla birlikte olan böbrek taşlarında, at nalı, ektopik veya rotasyone böbreklerdeki büyük taşlarda, kırılması zor taşlarda ve hastanın açık ameliyatı istemediği durumlarda laparoskopji tek başına uygulanabilir diğer bir tedavi seçeneğidir (9).

2.7.6. Açık Taş Cerrahisi

1980'li yıllara kadar böbrek taşlarının tek tedavisi açık cerrahiydi. Bu yıllardan günümüze endoürolojik tedavi yöntemlerinin ve ESWL uygulamasının üroloji pratiğine girmesi ile açık cerrahi uygulamasında belirgin bir azalma olmuştur. Açık cerrahinin en büyük dezavantajı insizyon morbiditesidir. Bunun yanında hastanede kalış süresinin uzun olması, analjezi kullanım gerekliliği ve daha uzun süre iş gücü kaybı diğer dezavantajlarıdır. En önemli avantajı da diğer yöntemlerle kıyaslandığında daha yüksek oranda taştan arınma sağlamasıdır (9,64).

2.8. Üriner Sistem Taş Hastalığında Radyolojik Görüntüleme

Direkt Üriner Sistem Grafisi, IVP, US ve kontrastsız spiral BT üriner sistem taş hastalığı tanısında kullanılmaktadır.

Üriner sistem taşlarının tanısında İVP'nin sensitivitesi %75-85, spesifitesi %90, bilgisayarlı tomografinin sensitivitesi %85-94, spesifitesi %94-98 olarak bildirilmiştir. Bunlara karşın ultrasonografinin sensitivitesi %50-60, spesifitesi ise %75-80 olarak gösterilmektedir (3,9,64).

2.8.1. Direkt Üriner Sistem Grafisi

Renal kolik düşünülen olgularda ilk kullanılan görüntüleme yöntemi DÜSG'dir. Üriner sistem taşlarının büyük çoğunluğu radyopak olduğundan direkt grafilere izlenebilirler. Ksantin ve ürik asit taşları radyolüsent oldukları için görülemeyebilir. Taşların görülebilirliğini engelleyen diğer etmenler arasında taşların çok küçük olmaları, gaz, feçes ve kemik gibi yapılar tarafından maskelenmeleri sayılabilir.

DÜSG'de izlenen her kalsifikasyon taş olmayıp özellikle flebolitler ile karışabilir. Flebolitin merkezindeki radyolüsent bölüm ayırıcı tanıda yararlıdır. Flebolitler dışında özellikle vasküler kalsifikasyonlar, kalsifiye lenf nodları, appendikolitler, kalsifiye kitleler ve radyopak maddelerde taşı taklit edebilirler. DÜSG'nin avantajları ucuz ve kolay erişilebilir olmasıdır. Dezavantajları arasında hastanın radyasyona maruz kalması sayılabilir (3,65,66).

2.8.2. İntravenöz Pyelografi

İntravenöz ürografi renal koliklerde 1923'ten beri kullanılmaya başlanan bir görüntüleme yöntemidir. İVP hem fonksiyonel hem de yapısal bilgi verir. Aynı zamanda hastalığa eşlik eden konjenital anomalileri de (ektopi veya duplikasyon) gösterebilir. Ancak kontrast maddenin anaflaksi riski, tetkikin uzun sürmesi, nonopak taşları gösterememesi ve taş dışındaki nedenleri ayırt edememesi İVP'nin başlıca dezavantajlarıdır. Kontrasız BT'nin kullanıma girmesiyle birlikte yerini bu yöntem kısmen bırakmış olsa da hala yaygın olarak kullanılmaktadır (64,67).

2.8.3. Üriner Sistem Ultrasonografisi

Akut yan ağrısıyla başvuran hastaların değerlendirilmesinde İVP'ye alternatif diğer görüntüleme yöntemi US'dir. Ultrasonografi hızlı, kolay ulaşılabilen, güvenli ve ucuz bir yöntemdir. İnvaziv olmaması, maliyetinin düşük olması, bugüne kadar insan vücudu üzerinde kanıtlanmış herhangi bir zararlı etkisinin bulunmaması US'nin başlıca avantajlarını oluşturmaktadır. Acil servis koşullarında, akut yan ağrısında kolay uygulanabilirlik de US'nin önemli avantajlarından (64).

Ayrıca tüm batın ve pelvik bölge de değerlendirilerek üriner sistem dışı patolojilere de tanı konabilir. Ancak US incelemesi çok vakit almakta, buna ek olarak bütün üreter yolunun takip edilip taşların gösterilmesi oldukça zor olmaktadır. Üreterde yer alan taşları saptamak retroperitonda yer almaları ve maskeleyen intestinal anslar nedeniyle güçtür. Taş boyutunun küçüklüğü, üreter dilatasyonunun olmaması ve mesanenin boş olması gibi nedenler akut yan ağrısıyla başvuran hastaların değerlendirilmesinde US'nin etkinliğini azaltmaktadır (6,64).

Radyasyon içermediği için gebelerde taş şüphesi varlığında rahatlıkla kullanılan bir yöntemdir. Ancak uygulayıcıya bağlı bir işlem olduğundan taşları saptamada başarı oranları değişiklik göstermektedir. Taşların ultrasonografik görünümleri posteriorlarında belirgin akustik gölge bırakan hiperekoik yapılar şeklindedir. Görüntü taşın dansitesine bağlı olarak oluştuğundan radyopak ve radyolüsent olmaları ultrasonografik görünümünü değiştirmez (6,64,68-70).

Taş ile benzer ultrasonografik görünüm veren oluşumlar arasında internal gaz, renal arter kalsifikasyonları, kalsifiye papillalar ve kalsifikasyon gösterebilen tranzisyonel hücreli karsinomlar sayılabilir (8,71).

Ayrıca renal sinüse ait nispeten hiperekoik odaklar zaman zaman sorun oluşturabilmektedir. Distal üreterde yer alan taşlar mesane yeterince dolu değilse görülmeyebilir. Ancak taşın yol açtığı ödem nedeniyle üreter çıkışı daha hipoekoik ve kalınlaşmış olarak izlenebilir.

Taşların üreterde yol açtıkları obstrüksiyona bağlı olarak indirekt bulgular da oluşabilir. Hidronefroz bu bulgulardan birisidir ancak üreter taşlarının %30-35'nin obstrüksiyona yol açmadıkları bilindiğinden görülmemesi taş varlığını ekarte ettirmez. Distal üreter obstrüksiyonun diğer bir bulgusu üreter jetlerinin izlenmemesidir. Taş varlığına rağmen üreter jetinin izlenmesi obstrüksiyonun inkomplet olduğunu düşündürür (72).

Mesane içerisinde yer alan taşlar da US ile görüntülenebilir. Genellikle mobil, ekojen ve posteriorunda akustik gölgesi bulunan hiperekoik yapılar şeklinde izlenirler. Büyük taşlar mesane duvar kalınlığında artışa sebep olurken yaptıkları enflamasyon nedeniyle mesane duvarına yapışabilirler (70-73).

Renal Doppler ultrasonografi kullanılarak akut obstrüksiyon varlığının ortaya konması için rezistans indeks ölçümünü öneren çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada 0.7'nin üzerinde rezistans indeksi saptanmasının obstrüksiyonu gösterdiği bildirilmiştir (3,7,74-77).

2.8.4. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi yaklaşık 30 yıldır radyolojik görüntüleme kullanımlarına rağmen renal kolik tanısında kullanımı son 10 yılda yaygınlaşmıştır. Kısalan tarama süreleri sayesinde hareket ve solunum artefaktları azaldığından kısa sürede kaliteli görüntüler elde etmek mümkündür. Çekim sırasında hastanın radyasyon maruziyetini azaltmak için düşük dozlu çekim teknikleri kullanılmaktadır.

Kontrastsız spiral BT'nin en önemli avantajı incelemenin yaklaşık 3 dakika gibi kısa sürede yapılabilmesidir. Ayrıca oral veya intravenöz kontrast madde kullanımına gerek yoktur. Böylece hastaların kontrast madde reaksiyonları ile karşılaşma riski ortadan kalkar ve maliyet düşer. Kontrastsız spiral BT incelemesi ardışık yapılacak görüntüleme yöntemlerine engel olmaz. En önemli dezavantajı böbrek fonksiyonlarının ve üroteliyal epitelin değerlendirilememesidir. Ayrıca mevcut renal kitlelerin değerlendirilmesi için kontrast madde kullanılması gerekir.

Pelviste üreter trasesi boyunca flebolitler de görülebilir. Üreter lümeni içerisindeki taş ile flebolit ayırımını yapmak bazen güç olmaktadır. Kontrastsız spiral BT klinik olarak kesin tanısı konulamamış akut renal kolikli olguların değerlendirilmesinde başarılı bir yöntemdir. Üreterolitiazis varlığında kontrastsız spiral BT taşın lokalizasyonunu kesin olarak gösterir (3,64,78-83).

2.8.5. Diğer Tanı Yöntemleri

Retrograd pyelografi: Üreter ve renal pelvis anatomisinin tanımlanmasında, üreter taşlarının kesin tanısını koymada hassas bir yöntemdir. Sistoskopik olarak üreterlerin kanülize edilerek kontrast madde enjeksiyonunu takiben çeşitli pozisyonlarda radyografilerinin çekilmesi şeklinde uygulanan bir methodur. İnvaziv ve anestezi gerektirebilen bir işlem olduğundan ancak diğer yöntemlerle tanıya varılamadığında yada üreterlerin kesin anatomik yapıları ortaya çıkarmak istendiğinde başvurulur.

Magnetik Rezonans Görüntüleme (MR): Hastanın böbrek yetmezliği ya da intravenöz kontrast ajanlara karşı allerjisi varsa veya X-ray kontrendike ise uygulanır (26,84,85).

2.9. Ultrasonografi Fiziği (70,86-90)

Tanısal ultrasonografide kullanılan enerji yüksek frekanslı sestir. Vücuda gönderilen ses doku yüzeylerinden yansır. Görüntüler yansıyan sesin amplitüdü ve dönüş süresinden yararlanılarak oluşturulur. Yankının geldiği derinliğin saptanabilmesi için ses kısa atımlar şeklinde gönderilir. İki atım arasındaki süre yankının kaydedilmesine yetecek kadar uzun olmalıdır. Bu yöntemin genel adı puls-eko sistemidir. Yankıdaki Doppler kaymasının frekans ve faz değerlerinden de akım bilgisi elde edilir. Sesin kesintisiz olarak gönderilip yankısının da başka bir transduserle kesintisiz kaydedildiği sürekli dalga ("continous wave") Doppler yönteminde akımla ilgili çok duyarlı bilgiler elde edilir. Fakat bu bilgilerin nereden geldiği saptanamaz. US yumuşak dokuların incelenmesinde çok başarılı bir yöntemdir. Kemik ve hava US incelemeleri için engel teşkil eder.

Sesin özellikleri

Ses elastik maddenin sıkışma ve gevşeme özelliğinden yararlanarak yayılan mekanik bir enerjidir. Bir sıkışma ve bir gevşemeyi içine alan bölümü bir ses

dalgasıdır. Bu şekildeki enerji yayılımına longitudinal dalga adı verilir, transvers yöne doğru enerji yayılımı minimal olup fizik önemi yoktur. Sesin yayılım hızı yayıldığı maddeye göre değişir. Sesin frekans birimi Hertz'dir (Hz). Hertz saniyedeki dalga sayısı olup saniyede 1 dalga 1 Hz, 1000 dalga 1 kiloHertz (KHz), 1 milyon dalga ise 1 megaHertz'dir (MHz). İnsan kulağı 15-20 KHz aralığındaki sesleri duyar. Bu değerlerin altı infrasonik, üstü ultrasonik ses diye bilinir. Tanıda kullanılan ultrasonun frekansı genel olarak 2-15 MHz arasında değişir. İnvaziv US gibi özel uygulamalar için daha yüksek frekanslar kullanılır.

Sesin dokudaki hızını, maddenin sertlik ve sıkıştırılmaya direncini gösteren elastiklik derecesi ve dansitesi belirler. Elastiklik, hücre ve moleküller arasındaki ilişki ve bağlanma şekilleri ile belirlenen bir doku karakteristiğidir. Dansiteyi ise dokunun atom konsantrasyonu belirler. Hava gibi sıkıştırılabilir ortamlarda ses hızı yavaştır, kemik gibi daha az sıkıştırılabilir yapılarda ise hızlıdır. Yüksek dansiteli maddelerde de ses daha hızlı yayılır. Yumuşak dokuda sesin hızı ortalama 1540 m/sn olarak kabul edilir. Farklı iki dokunun sınırında ses hızının (dalga boyunun) değişmesi ultrasonik görüntü kontrastının ana nedenidir.

Ses madde içerisinde yayılırken partiküllerde titreşim şeklinde yer ve basınç değişikliğine neden olur. Simetrik bir dalgada gevşeme ve sıkışma periyotlarındaki basınç amplitüdüleri teorik olarak eşittir, ancak pratikte çoğu zaman sıkışma amplitüdü gevşeme amplitüdünden daha yüksektir.

Sesin doku ile etkileşimi

Ses demeti madde içerisinde ilerlerken farklı doku yüzeyleri ile karşılaştığında yansıma, kırılma veya saçılma oluşur. Sesin madde ile etkileşimini maddenin akustik direnci belirler. Akustik direnç, dokunun yoğunluğu ve elastisitesi ile ilgili olup dokunun dansitesi ile sesin dokudaki hızının çarpımına eşittir. Yansıma miktarı dokuların akustik direnç farklılığına bağlıdır. Bu fark ne kadar fazla ise yansıma da o kadar fazla olur. Yansıma yumuşak dokular arasında çok az, yumuşak doku-kemik, yumuşak doku-hava yüzeylerinden çok fazladır.

Yansımanın şeklini doku yüzeyinin düzgünlüğü, sesin geliş açısı ve yansıtıcı yüzeyin sesin dalga boyuna göre boyutu belirler. Düzgün geniş bir yüzeye dik açıyla gelen ses dik açıyla, eğik gelen ses ise geliş açısına eşit açıyla yansır. Bu şekilde yansımaya ayna yansıması denir. Yüzey düzgün değilse, yansıma geniş açı ile her

yöne doğru olur. Bu tür yansımaya diffüz saçılma denir. Yüzey sesin dalga boyunda ya da daha küçük ise özel bir saçılma şekli ortaya çıkar. Hemen hemen her yöne doğru eşit miktarda olan bu saçılma şekline Rayleigh saçılması denir. Bu saçılma organların karakteristik parankim görüntüsünü oluşturur. Saçılan ekolar çok zayıftır. Bu tür saçılmada gelen sesin açısının önemi yoktur. Saçılma yansıtıcı yüzeyin boyutu, yüzeyi oluşturan dokular arasındaki akustik direnç farklılığı ve sesin frekansı arttıkça artar. Düzgün yüzeylerde ise sesin frekansının yansımının miktarı üzerine fazla etkisi yoktur.

Benzer yüzeylerden oluşan ekolar gri skala ultrasonografinin önemli bir elemanıdır. Bu ekolar belli yansıma şekilleri nedeniyle birbirleri üzerine eklenerek organların parankim görünümünü meydana getirirler. Her yüzeyin ortaya koyduğu parankim görünümü farklıdır. Bu görünümler dokunun tipine bağlı olduğu kadar, kullanılan sesin akustik özelliğine de bağlıdır. Bu nedenle sinyalin yoğunluğu (veya ekojenisite) dokuları karakterize etmede başarılı değildir. Yüzeylere dik gelen ses demetinin yansımayan kesimi dik olarak yoluna devam eder. Ses eğik gelirse ve hızı, yüzeyi oluşturan dokularda farklı ise kırılma gerçekleşir. Kırılmanın yönü yüzeyi oluşturan iki doku arasındaki hız farkı tarafından belirlenir. İkinci dokuda ses daha hızlı yayılıyorsa kırılma dışa (geliş açısından daha büyük açı ile), daha yavaş yayılıyorsa içe (geliş açısından daha dar açı ile) doğrudur. İki dokuda da ses hızı aynıysa kırılma olmaz, ses geldiği doğrultuda yoluna devam eder. Kırılma görüntüde artefakta neden olur.

Ultrason demeti dokuda ilerlerken zayıflar (atenuasyon). Bu zayıflamanın başlıca nedeni absorpsiyon (soğrulma) olup ses enerjisinin ısı enerjisine dönüşümünü tanımlar. Absorpsiyon sonucu dokuda ölçülemeyecek kadar küçük miktarlarda ısı artışı olur. Saçılmanın zayıflamaya katkısı pratikte ihmal edilecek kadar azdır.

Ses Üretimi

Ultrasonografik görüntülemelerde ses oluşumu piezoelektrik olay sayesinde gerçekleşir. 1880 yılında Pierre Curie tarafından keşfedilen piezoelektrik (basınç-elektrik) olay kristallerin titreşimine bağlı olarak gelişir. Bu titreşim kristallere elektrik akımı uygulandığında kasılıp gevşeme şeklinde ortaya çıkar ve böylelikle ses üretilir. Aynı şekilde kristaller ses ile karşılaştığında durum tersine dönerek

elektrik üretilir. Olay mekanik ve elektrik enerjilerinin birbirine çevrilmesidir. Bu şekilde enerji çevirici maddelere transduser (çevirici) adı verilir.

Ultrasonografi cihazlarında kullanılan transduserler elektromekanik (piezo-elektrik) özellikli seramik elemanlardır. En yaygın kullanılan eleman kurşun zirkonat titanattır (PZT). Plastik polyvinylidene difluoride (PVDF) de kullanılabilir. Bu maddeler çok düzenli moleküler elektriksel dipol dizilimine sahiptirler. PZT seramiğinin normalde elektromekanik özelliği yoktur. Curi sıcaklığı denilen 328° - 365°C 'ye kadar ısıtılıp elektrik tatbik edilerek soğutulduğunda dipol dizilim sağlanır. Bu şekilde elektromekanik özellik kazanan seramik, özel şekillerde kesilerek transduser elemanları elde edilir. Bu elemanların ve yardımcı düzeneklerin bulunduğu yapıya prob adı verilir.

US görüntüleme vücuda gönderilen ses demeti devamlı değil çok kısa süreli atışlar (pulsar) şeklindedir. Bu pulsun aksiyal yöndeki uzunluğuna uzaysal puls uzunluğu adı verilir. Pulsun uzunluğunu içerisindeki dalga sayısı belirler, genellikle bir puls 2-3 dalgadan oluşur. Transduserler elektrik impulsu ile eksite edildiklerinde zilin çalmaya devam etmesi gibi sürekli ses üretmeye meyillidirler. Buna bağlı olarak üretilen puls uzar. Üretilen sesin kısa pulslar şeklinde olabilmesi için üretimden hemen sonra titreşimi kesecek düzenek gerekir. Bu görevi transduserin hemen arkasına yerleştirilen ve transduserin titreşimini durduran tabaka yapar. Üretilen her puls, transduser yüzeyinden çıkan çok sayıda ses dalgasının karışımıdır ve ses demeti adını alır.

Tek ve yassı bir transduser elemanının ürettiği ses demeti üç boyutlu olup kesiti transduserin boyutuna uyur ve yayılımı doğrusaldır. Üretilen ses demeti belirli bir mesafe bu şeklini koruduktan sonra genişlemeye başlar. Transduserin yüzeyinden genişlemenin başladığı noktaya kadar olan kesime yakın alan veya Frosnel zonu adı verilir. Distaldeki genişleyen kesim ise uzak alan veya Fraunhofer zonu olarak isimlendirilir. Tek elemanlı transduserde demeti şekillendiren etken transduserin çapı ve sesin frekansıdır. Transduser elemanının çapı ve sesin frekansı arttıkça yakın alanın uzunluğu artar, ses demetinin diverjansı azalır. Uzak alandaki sesin intensitesi mesafe arttıkça monotonik olarak azalır.

Ses demeti doku içerisinde ilerledikçe doğal olarak attenüe olur ve dolayısıyla ortaya çıkan eko da zayıflar. Demet çapının daralması sesin intensitesinin yaklaşık

100 kat artmasına neden olur. Ortaya çıkan eko da aynı derecede şiddetlenmiş olur. Ayrıca US görüntülerinde lateral rezolüsyon ses demetinin çapı ile ters orantılıdır. Bu nedenle ses demetinin çapı olabildiğince dar tutulmalıdır. Böylelikle sesin foküslenmesi sağlanır.

Foküslemenin en basit yöntemi tek elemanlı transduserlerde, elemanın seçilen foküs mesafesine uygun olarak konkav halde üretilmesidir. Diğer bir yöntem transduserin önüne sesi foküse edebilen akustik lens yerleştirilmesidir. Her iki yöntemde de foküs mesafesi sabittir. Foküslenen ses demetinin en dar olduğu kesime fokal zon adı verilir. Fokal zondaki ses demetinin kalınlığı, yakın alandaki azami ses demeti kalınlığının yarısından azdır. Fokal zonun uzunluğuna foküs derinliği, fokal zonun merkezinden transdusere kadar olan uzaklığa ise transduserin fokal mesafesi denir.

Puls üretimi

Puls-eko sisteminde zamanın büyük çoğunluğu gelen ekoyu algılamak için ayrılır. Her transduser elemanın kendi elektrodu vardır. Ses “ana vuruş” ile üretilir. Bir puls eko sekansı bir “A line” görüntü verisi oluşturur. Görüntü oluşması için çok sayıda “A line” verisi gerekir.

Saniyede tekrarlanan puls sayısına "pulse repetition frequency PRF" adı verilir. $PRF = 2000-4000$ (2-4 kHz) arasındadır. Pulsar arasındaki süre ise "pulse repetition period-PRP" adını alır. PRP ve PRF arasındaki ilişki şu formülle ifade edilir: $PRP = 1/PRF$. PRF arttıkça PRP ve derinlik azalır. Yüksek frekansta derinlik az olduğu için yüksek PRF, düşük frekansta ise derinden gelen ekoları kaydedebilmek için düşük PRF gerekir.

Ses demeti derinlere indikçe yansıma ve absorpsiyon nedeniyle ses hızla zayıflar, dolayısıyla aynı yapıdaki bir yansıtıcı yüzey eğer derinde ise ekosu yüzeydekine göre çok daha zayıf olacaktır. Kaliteli bir görüntü elde etmek için ekoların amplitüdü, derinliğe bakılmaksızın eşit yansıtan yüzeylerden eşit değerde olacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu işleme "time gain compensation-TGC" denir.

Görüntüleme Şekilleri

Ultrasonografide saptanan ekoların amplitüd farklılıkları ve geldikleri yer A-mode, B-mode ve M-mode olmak üzere üç farklı şekilde gösterilir. "A" amplitüd, "B" brightness (parlaklık), "M" de motion (hareket) sözcüklerinin baş harfleridir.

A-mode (A-tarama): Bu yöntemde yankı bir grafik şeklinde kaydedilir. Yankıların amplitüdüleri yankının şiddetini, yankılar arasındaki mesafe de yapıların vücut içerisindeki derinliklerini verir. Kullanım alanı çok azalmış olan bu yöntemin en iyi örneği gözde hassas mesafe ölçümleridir. A-taramada veriler kantitatifdir, incelenen kesim görülmez. Günümüzdeki modern aygıtlarda yoktur.

B-mode (B- tarama): Bu yöntemde yankılar şiddetleri ile orantılı olarak parlak noktalar şeklinde kaydedilir. İncelenen alan A-tarama çizgileri ile hızla taranarak, monitörde değişik parlaklıkta noktalardan oluşan iki boyutlu canlı görüntüler izlenebilir. Bu yöntemin günümüzdeki adı iki boyutlu (2B) görüntülemesidir.

M-mode (M-tarama): Bu yöntemde hareketli yapılardan yansıyan ekolar zaman / pozisyon grafiği şeklinde kaydedilir. Bir ses çizgisi üzerindeki B-tarama verilerinin zamana karşı yazdırılmasıdır. Kalbin inceleme yöntemidir (ekokardiyografi).

Görüntü Kalitesi

Görüntü kalitesi, US cihazının modeline, seçilecek inceleme parametrelerine ve uygulayıcıya bağlıdır. Uzaysal ve kontrast çözümü gücü veya gürültü tarafından belirlenir.

“Uzaysal (geometrik) çözümü” ses demeti pulslarının hacmi ile belirlenir. Puls hacmi ne kadar küçükse uzaysal çözümü o kadar iyidir. Aksiyal, lateral ve elevasyonel olmak üzere 3 tip uzaysal çözümü vardır. Aksiyal çözümü puls uzunluğuna bağlı olup derinlikten bağımsızdır. Lateral ve elevasyonel çözümü ise ses demetinin kalınlığı, dolayısıyla transduserin eni ve probun iletkenleri ile ilişkili olup transduserin kalınlığı tarafından belirlenir, derinlikle yakın ilişkilidir. Transduserine yakın alanda ve fokal zonun distalinde düşük olup genelde aksiyel çözümümeden 3-5 defa daha kötüdürler.

“Aksiyal çözümü” arka arkaya, birbirine yakın olarak yerleşmiş iki reflektör noktayı ayırt edebilme yeteneğidir. İyi bir aksiyal çözümü için dönen ekolar ayrı ayrı saptanabilmeli, üst üste binmemelidir. İki reflektör arasındaki mesafenin ayrılabilmesi için sesin puls uzunluğu (SPL), bu mesafenin yarısı kadar olmalıdır. 1/2 SPL den daha yakın yapılar birbirinden ayrılamaz.

Üretilen en kısa pulsun bir dalga boyuna eşit olduğunu kabul edersek aksiyal çözümüleme en fazla sesin dalga boyunun yarısı kadar olur. Dolayısıyla dalga boyu kısaldııkça aksiyal çözümüleme artar. Aksiyal çözümüleme teorik olarak derinlikle değişmez.

“Lateral çözümüleme” yan yana iki yakın noktayı ayırabilme yeteneğidir. Işın demetinin çapı derinlikle değiştiiğinden lateral çözümüleme derinlikle değişir. En iyi lateral çözümüleme fokal zondadır ve bu noktada ses demetinin çapı transduserin çapının yarısıdır.

Genel olarak frekans arttııkça ses demeti inceldiiğinden yüksek frekanslı transduserlerin lateral çözümülemeleri daha iyidir. Transduserlerden yayılan geniş bantlı ses demetinin yüksek frekans fraksiyonu erken absorbe olur ve derinlere daha düşük frekanslar ulaşır. Bu nedenle geniş bandla yapılan incelemelerde derinlik arttııkça aksiyal ve lateral çözümülemenin her ikisi de düşer.

“Elevasyonel çözümüleme” kesit kalınlığına bağlı çözümülemeyi tanımlar. Bu boyut, görüntüleme düzlemine diktir ve transduser elementlerinin yüksekliği tarafından belirlenir. Görüntülerde elevasyonel çözümülemeyi gözlemek zordur.

Ultrasonografi cihazları tüm ekonun ses demetinin ortasından geldiğini varsayar. Bu yanılığı ses demetinin kalınlığına tüm verilerin üst üste binmelerine neden olur. Bu nedenle US görüntüsündeki herhangi bir nokta, dokunun o kesit kalınlığındaki yapıların toplamını temsil eder. Vücut içerisindeki yapıların çoğunluğu sferik yapıda olduğundan, görüntülerde kenar keskinliği belirgin değildir.

“Kontrast çözümüleme” sinyal amplitüdündeki farklar olup kontrast madde (mikro kabarcıklar), harmonik görüntüleme/inversiyon harmonik görüntüleme ve Doppler görüntüleme teknikleri gibi birbiriyle ilişkisiz birçok faktöre bağlı olabilir. Bunların dışında uzaysal çözümüleme ile de yakından ilişkilidir.

Kontrast çözümüleme gücü gelen ekoların amplitüdüleri ve dokuların zayıflatma değerleri tarafından belirlenir. Geometrik çözümüleme tarafından belirlenen görüntü kalitesinin düşmemesi için yeterince yüksek, kontrast rezolüsyonunun düşmemesi için yeterince düşük frekansın belirlenmesi gereklidir. Prob yüzeyi geniş ve kalınlığı fazla ise (elevasyonel çözümüleme) küçük boyutlu objeler, ekoları ortalanarak gözden kaçabilir.

2.9.1. Artefaktlar (86)

Artefaktlar anatominin yanlış görüntülenmesi ve/veya görüntüdeki anatomi ile ilişkisiz yapılar olarak karşımıza çıkarlar. Cihaza ve kullanıcıya bağlı olabileceği gibi sesin doku ile etkileşimine sekonder gelişebilir. Değişken ve geçici olmaları, göze çarpan görünüşleri nedeniyle kolayca fark edilebilirler. Bazıları tanıda önemli katkı sağlar.

Reverbasyon artefaktı

Reflektif yüzeylerden gelen ekonun bir bölümünün transduser yüzeyinden yansıyor tekrar reflektif yüzeye çarpması ile oluşur. Transduser ve reflektif yüzey arasındaki yankılanmalar birçok kere tekrarlanacağı için görüntüdeki reverbasyon artefaktı reflektif yüzeyin distale doğru gittikçe zayıflayan kopyaları şeklindedir. Örneğin mesanenin üst kesiminde görülen paralel çizgilenmeler karın ön duvarındaki yüzeylerin reverbasyon artefaktlarıdır.

Kuyruklu yıldız (=comet tail=ring down) artefaktı

Bir tür reverbasyon artefaktıdır. Reflektif yüzeyin gerisinde eşit aralıklı, gittikçe solan paralel çizgilenme şeklindedir. Ses demeti zil gibi titreşim yapacak bir yapıyla karşılaştığında ortaya çıkar. Örneğin karaciğer içerisindeki saçma tanesine çarpan ultrason demeti saçmanın titreşimine ve uzun süre ses üretmesine sebep olur. Adenomyomatozisteki safra kesesi duvarında biriken kolesterol kristallerinin ring down artefaktı nedeniyle oluşan kuyruklu yıldız görünümü titreşim veya yansıma kısa sürdüğünden daha kısa olur.

Ayna görüntüsü artefaktı

Aynı, ışığın bir aynadan yansıması gibi ses de düzgün yüzeylerden yansır. Yüzey düz ise görüntü aynen, eğik ise distorsiyon göstererek oluşur. Güçlü reflektif yüzeyin önünde bir nesne varsa nesneden geçen ses reflektif yüzeyden yansır. Yansıyan sesin bir bölümü nesnenin yüzeyinden tekrar yansır. Örneğin karaciğerdeki diyaframa yakın yerleşimli bir hemanjiomda ses demeti önce diyaframa çarparak transduserine döner. Diyaframın arkasında hemanjiomun bir ayna görüntüsü oluşur.

Kırılma artefaktı

Kırılma sesin reflektif yüzeylere eğik çarpması sonucu ortaya çıkar. Kırılma ve yansıma oranlarını bu eğimin derecesi tayin eder. Kırılan ses demetinin ulaştığı alanda bulunan nesne ses demeti doğrultusundaymiş gibi algılanıp sesin gönderildiği

yönde lokalize edilir. Örneğin karaciğer parankim ekolarının safra kesesi tabanında yerleştirilerek yanıltıcı olarak safra çamuru görünümü oluşması gibi.

Dublikasyon artefaktı

Abdomende orta çizgiden yapılan aksiyel kesitlerde gözlenir. Ses demeti karın ön duvarındaki yağ ve rektus kasının arka duvarının oluşturduğu yüzey tarafından kırılır. Bu artefakt nedeniyle superior mezenterik arter, gestasyon kesesi, foley katateri gibi oluşumlar çift görülürler.

Hız ötelemesi artefaktı

Kenarların kırılmış görünümüne neden olan diğer bir artefaktır. Aynı bölge içerisindeki ses hızının farklı olduğu dokuların yanlış yerde lokalize edilmesi nedeniyle oluşur. Karaciğerde liposarkom gibi yağlı bir tümörün arkasındaki diyafram parçası kırılmış şekilde daha distalde görülür.

Kesit kalınlığı artefaktı

Ses demetinin kalınlığı incelenen bölgedeki kistik oluşumun genişliğinden daha fazla olduğu zaman kistin dışındaki yapılardan kaynaklanan ekolar kistin içine katılarak kistik yapının ekojenitesinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle basit bir kist, komplike kist izlenimi verebilir. İncelenen bölge foküse edilirse bu artefakt önlenir.

2.10. Doppler Ultrasonografi (86, 91-95)

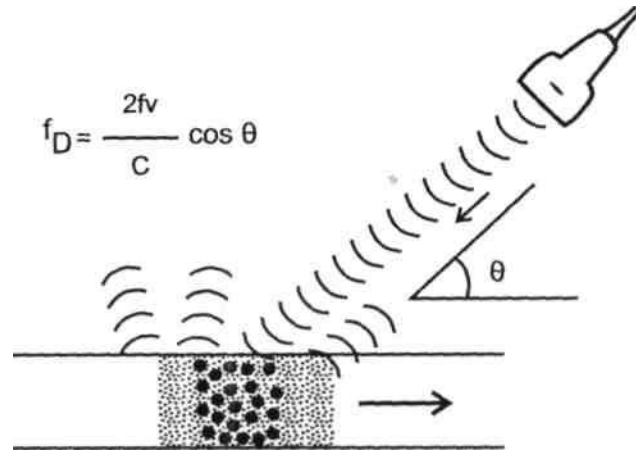
Doppler kayması Avusturyalı fizikçi Johan Christian Doppler tarafından 1842 yılında tanımlanmıştır. Sabit frekanslı bir ses kaynağı algılayıcıya yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans), uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans) olarak işitilir. Aynı olay kaynak sabit, dedektör hareketli olduğunda da gözlenir. Ses ve hareket arasındaki bu ilişkiye Doppler kayması adı verilir. Kan akımı özelliklerini saptamada temel yöntem konumundaki Doppler ultrasonografi bu fizik kurala dayanır.

Doppler bilgisi ya sürekli salınan ya da puls şeklinde gönderilen ses ile elde edilebilir. Görüntü elde etmek için sesin puls şeklinde salınması gerekir. Uyarılan transduser elemanlarının ürettikleri ses dalga boyu/frekans spektrumu şeklindedir. Bu spektrumun genişliği üretilen pulsun boyutu ile ilişkilidir, puls kısaldıkça spektrum genişler. Pulsun kısalması görüntü çözümlemesini arttırır, uzaması sesin frekans bandını daraltır. Doppler ölçümleri dar frekans bandı ile daha hassas yapılır.

Doppler incelemelerinde iyi bir aksiyal çözümlenmeyle birlikte hassas Doppler ölçümlerine gereksinim duyulur. Bu nedenle gri skala görüntüsü ve Doppler bilgileri aynı ses demetinden elde ediliyorsa bu iki parametre arasında bir denge gözetmek zorunludur.

Doppler US ile akım incelenirken eko kaynağı kanın şekilli elemanlarının (tama yakın eritrositlerin) yüzeyidir. Gönderilen sesin dalga boyu eritrosit yüzeyinden çok büyük olduğu için temel olay saçılmadır. Parankim görüntüsünün de nedeni olan bu tip saçılma "Rayleigh-Tyndall" saçılması olarak adlandırılır. Bu tür saçılmanın miktarı ses demeti frekansının 4. kuvveti ile doğru orantılıdır. Hareketli eritrositlerden saçılan ses üst üste binerek transdusere ulaşır. Bu nedenle Doppler US'de gerekli penetrasyonu sağlamak amacıyla olabildiğince yüksek frekans seçilmelidir.

Doppler US ile kan akımı değerlendirilirken temel prensip damara belirli bir açıyla gönderilen ses demeti frekansının, akımın yönüne ve hızına göre değişmesini saptamaktır. Gönderilen ses demeti frekansındaki değişim Doppler eşitliği ile gösterilir. Doppler eşitliğine göre Doppler kayması transduserin frekansı, kan akım hızı ve ses demetinin damar duvarı ile yaptığı açının kosinüsü ile doğru, sesin doku içindeki hızı ile ters orantılıdır. Kosinüs değeri, açı daraldıkça artar (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Doppler kayması

Doppler eşitliğinde bilemediğimiz tek değişken kan akımı hızıdır. Diğer değerler belli olduğundan Doppler kayması eşitliği ile kan akım hızı saptanabilir.

Hızı belirlemede kan damarı ile ses demeti arasındaki açı (θ açısı) önemlidir. Açı ne kadar darsa Doppler kayması o kadar yüksektir. Ses demeti akım yönüne dik gönderildiğinde Doppler kayması oluşmaz. Aynı şekilde 90° ile gönderilen ses demeti kosinüs 0 olduğundan Doppler kayması bu eşitlikle saptanamaz. Bu nedenle açı arttıkça ölçümlerin hassasiyeti azalır. 60° 'den geniş açılarla yapılan incelemelerde hız ölçümlerindeki hatalar belirginleşir. Açının çok dar olması da sorundur. Damar duvarına 30 dereceden dar bir açıyla gelen sesin büyük bölümü yansır. Bu nedenle akım hızı ölçülürken Doppler açısı 30-60 derece arasında tutulmalıdır.

Doppler frekans kayması transduser frekansı ile doğru orantılıdır. Bu iki değer arasında yaklaşık 1/1000 oranında kaba bir ilişki vardır. Frekanstaki kayma pratikte genellikle 0.2-15 kHz arasındadır. Bu değer kulağın işitebileceği sınırlar içerisindedir. Gelen ekolardan saptanan bu frekans değişikliğinin zamana göre değişimleri ya ses olarak dinlenir, ya da bir grafik şeklinde yazdırılır (spektral Doppler). Akım bilgisi renkli Doppler US'de renklerle gösterilir. Doppler US'nin devamlı dalga Doppler, spektral Doppler ve renkli Doppler olmak üzere başlıca 3 tipi vardır. İncelenen damarın da birlikte görüntülediği spektral Dopplere dupleks Doppler, renkli Dopplerde eklenirse tripleks Doppler denir.

Devamlı Dalga ("Continuous Wave") Doppler

Doppler verilerini değerlendirmenin en basit yöntemidir. Aygıtın probunda biri devamlı ses dalgası üreten, diğeri devamlı bir şekilde dönen ekoları saptayan sırt sırta yerleştirilmiş iki transduser vardır. Ses dalgası kesintisiz olduğundan yöntemin aksiyal çözümü yoktur, yani sesin nereden geldiği bilinemez. Ses demetinin geçtiği yol üzerindeki tüm akımlar saptanır. Dar frekans bandı kullanıldığı için doğruluk değeri yüksektir.

Akıma bağlı olarak saptanan frekans değişikliği, ses şeklinde algılanır. Dinleyerek akımın hızı, pulsatilitesi ve türbülansı değerlendirilir.

Puls Doppler

Gönderilen sesin pulsu uzundur (5-25 dalga). Buna bağlı olarak aksiyal çözümü düşüktür, fakat frekans kaymasını saptamada doğruluk oranı yüksektir. Doppler incelemesi ile frekans kaymasına ait tüm bilgi elde edilemez. Örneklemenin daha doğru olabilmesi için örnekleme hızının (PRF) ölçülecek akım hızının en az iki

katı olması gerekir. Saptanabilecek en yüksek akım hızı, PRF arttıkça, sesin frekansı düştükçe ve Doppler açısı arttıkça artar.

Doppler kayması PRF değerinin yarısından fazla olduğunda "aliasing" görülür. Aliasing örnekleme yetersizliğine bağlı olarak frekans kaymasının doğru olarak saptanamaması nedeniyle oluşan bir artefaktır. Doğru bir ölçüm için nesnenin en az iki defa örneklenmesi gerekir. Örnekleme sayısı az olduğunda yüksek hızlı akım yavaş akım gibi algılanır. Ayrıca faz kaymasına da neden olur. Yani akım yönü tersmiş gibi görüntü verir. Bu durumda damarın merkezindeki yüksek hızlı akım ters dönmüş yavaş akım gibi görüntü verir.

Spektral Doppler

Spektral Doppler pratikte B-mode görüntüleme ile integre edilerek kullanılır ve *dupleks Doppler* yöntemi diye adlandırılır.

Kan akımının Doppler analizi için incelenecek damarın B-mode görüntüsü üzerinde önce bir örnekleme alanı ("gate") belirlenir. Daha sonra örnekleme yapılacak alanın ses demetine göre açısı saptanır. Dönen ekolardan elde edilen Doppler kayması monitörde B-mode görüntünün yanında frekans/zaman grafiği şeklinde eş zamanlı olarak yazdırılır. Uygulamada frekans değerleri ses demetinin açısına göre otomatik olarak hıza çevrilir ve spektrum genellikle hız/zaman (cm/sn) grafiği şeklinde gösterilir. Dupleks-Doppler M-mode US'nin analogudur.

Doppler spektrumlarında zaman saniyelere ait x ekseninde, frekans veya hız ise kHz veya cm/sn olarak buna dik y ekseninde gösterilir. Kan akım yönü spektruma ait grafiğin horizontal çizgisinin alt veya üst tarafında olması ile belirlenir. Genellikle ses demetine yaklaşan akım, çizginin üstünde, uzaklaşan akım, altında yazdırılır. Akım bantı ile taban çizgisi (horizontal çizgi) arasında kalan boşluğa spektral pencere adı verilir.

Hareketli eritrositlerin miktarları ise sinyalin amplitüdünü belirler. Akım hızına ait grafik iki boyutlu olduğundan z ekseninde gösterilebilecek bu bilgi ancak grafik bandının parlaklığı şeklinde ifade edilir. Bandın parlak kesimleri o frekansta ya da hızda akan şekilli eleman miktarının göreceli olarak çok olduğunu gösterir.

Renkli Doppler Ultrasonografi (RDUS)

Akıma ait Doppler bilgisi dokuya gönderilen bir puls çizgisi boyunca birçok örnekleme alanı (gate) alınarak elde edilir. Spektral Dopplerdeki tek örnekleme

alanına karşılık RDUS'de "multigate" örnekleme yapılır. Bu alanlardan gelen harekete ait bilgiler, yön ve hıza göre renklendirilirse Renkli Doppler görüntüleri elde edilir. Spektral Dopplerde küçük bir örnekleme hacmindeki akım defalarca incelenir. Tüm spektrum ayrıntılı bir şekilde değerlendirilir. Renkli Dopplerde ise daha geniş alan incelenir ve saptanan ortalama frekans şiftiyle görüntü oluşturulur.

Renkli Doppler görüntülemeye akımın yönünü gösteren faz kayması kırmızı veya mavi renkler ile gösterilir. Akımın hızı ile ilgili bilgiler renk tonları ve farklı renklerle gösterilir. Renk saturasyon kodlamasında transdusere göre akımın yönü mavi veya kırmızı olup akımın hızı rengin tonları ile belirlenir. Renkli Doppler görüntüleri akım hakkında kalitatif bilgiler verir. Bu nedenle pratikte çoğunlukla yalnız başına değil, spektral Doppler ile birlikte kullanılır ve bu da renkli duplex Doppler veya tripleks Doppler diye bilinir. Akımın değerlendirilmesinde ve stenozun derecelendirilmesinde mutlaka duplex Doppler yöntemine başvurulur. Renkli Doppler US tüm Doppler bilgilerini içermez, çünkü zaman faktörü yoktur.

Power Doppler

Renkli Dopplerde görüntü oluşturulurken ortalama Doppler frekans kaymasından yararlanır. Power Dopplerde ise görüntü Doppler kaymasının toplanması ile oluşturulur. Amplitude diye bilinen bu eko bilgisi Doppler kaymasını oluşturan eritrositlerin sayıları ile ilişkilidir. Görüntüdeki renklerin tonu ve parlaklığı Doppler kayması oluşturan eritrositlerin miktarını gösterir.

Doppler kaymasının frekans ve faz şiftine ait değerleri kullanılmadığı için akımın hızı ve yönü ile ilgili bilgi yoktur. Dolayısıyla görüntüde Doppler açısının yeri yoktur, aliasingden de bahsedilemez. Yöntemde gürültünün daha az olması avantaj olup kullanılan dinamik range'in genişletilerek cihazın duyarlılığını arttırmak mümkündür. Ayrıca bu şekilde yöntemin yavaş akımlara duyarlılığı da artar.

İnceleme Ölçütleri

Doppler US'de kullandığımız 2 ölçüt vardır: 1. Frekans kayması: Kan akım hızını belirler. Gönderdiğimiz ses ve dönen ekolar arasındaki frekans farklılığı, yani Doppler kaymasıyla ilgili hız bilgileri içerir. 2. Faz kayması: Doppler kaymasının faz değişikliği olup transdusere göre akımın yönünü belirler.

Doppler kayması transduserin frekansı ile doğru orantılıdır. Yüksek frekanslı transduserler akıma duyarlılığı artırır ancak penetrasyon azalır ve derin yapılar yeterince incelenemez. PRF de yetersizse "aliasing" ortaya çıkabilir.

Örnekleme hızı ("pulse repetition frequency"-PRF) birim zaman içerisinde gönderilen puls sayısıdır. Doppler kaymasını saptayabilmek için gönderilen puls sayısı görüntülenecek hareketli yapıların frekanslarının en az iki katı kadar olmalıdır. Saptanabilecek Doppler kaymasının frekansı en fazla PRF/2'dir. Bu değere Nyquist frekansı, bu sınırlamaya da Nyquist sınırlaması adı verilir.

Sesin dokudaki hızı (c) sabit olduğundan, ölçülebilecek en yüksek Doppler frekansını arttırabilmek için PRF değerini ve inceleme açısını arttırmak, ayrıca düşük frekanslı transduserler kullanmak gerekir. Nyquist sınırlamasını aşan Doppler kayma hızlarının ters yönde yavaş akım şeklinde görülmesine "aliasing" denir.

Genellikle eski cihazlarda uygulayıcı tarafından değiştirilebilen PRF modern olanlarda örnekleme hacim derinliklerine göre otomatik olarak ayarlanır.

2.10.1. Doppler Artefaktları (86,91-95)

Aliasing

Yetersiz örneklemeden kaynaklanır. Spektral Dopplerde sıfır çizgisinin ters tarafında düşük hızlı akım spektrumu şeklinde görülür. Renkli Dopplerde renk mozayigi veya her iki yönde akımı gösteren renklerin karışımı şeklindedir. Spektral Dopplerde sıfır çizgisini aşağıya çekmekle aliasing düzeltilebilir. Pratikte aliasing'i önlemenin en kolay yolu PRF'yi arttırmaktır.

Uygulama açısına bağlı artefaktlar

Ayna görüntüsü artefaktı yüksek uygulama açılarında özellikle düşük sinyal-noise oranında veya zayıf Doppler sinyallerini saptamak amacıyla gain artırıldığında gözlenir.

Renkli Doppler görüntülemeye geniş uygulama açılarında, damar duvarına paralel olmayan akımlar sorun yaratırlar. Bu akımlar yan yana komşu kırmızı ve mavi bölgeler veya kırmızı mavi renk karmaşası şeklinde görüntülenir. Damar lümeni aynı anda her iki yöne birden akım varmışcasına kırmızı ve mavi bölgelere ayrılabilir. Portal ven, internal karotis arterin başlangıç kesimi ve dilate tortiöz damarlar bu tip artefaktın en sık görüldüğü damarlardır.

Derinlik ikilemi

Eğer PRF gerektiğinden daha yüksek tutulursa derin dokulardan gelen ekolar ardışık pulsun gönderilmesinden sonra transdüser'e ulaşır. Geç dönen ekoları ardışık pulsun ekosuymuş gibi algılayan sistem, ekoları çok daha yüzeyel konumda lokalize eder ve akım olmayan yerlerde akım varmış gibi görüntü ortaya çıkar.

“Color overwrite” artefaktı

Akıma duyarlığın artırıldığı durumlarda ortaya çıkar. Hastanın kendisinin veya solunum hareketinin dokuda oluşturduğu frekans kayması çok yavaş akımın frekans kaymasına yakın değerde olabilir. Yumuşak dokulardan dönen ekoların amplitüdü hareketli yapılardan dönenlerden çok daha yüksektir ve bu ekolar gri ölçek ile kodlanır. Damarlardan gelen ekolar Doppler ile renklendirilir. Ancak hipoeoik veya anekoik alanlardan gelen düşük amplitüdü ekolar da Doppler ile renklendirilebilir. Örneğin karotis artere komşu kistik bir kitle anevrizma gibi renkli kodlanabilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma için Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığından 28.6.2010 tarih ve 78 sayılı etik kurul kararı ile izin alındı.

Çalışmada Üroloji Anabilim Dalınca son 10 yılda çeşitli cerrahi işlemler ile hastalardan elde edilen 78 taştan 23'ü in vitro olarak incelendi. Geri kalan 55 taş fiziksel bütünlüğü bozulduğu için çalışmaya uygun bulunmadığından değerlendirme dışında tutuldu. Taşların görüntü kayıtları alındıktan sonra boyut, renk ve şekil gibi fiziki özellikleri kaydedildi. Taşların çıkarıldığı hastaların yaş ve cinsiyeti belirlendi.

Her taş iki gözlemci tarafından Toshiba Aplio (Toshiba Medical Systems Co, SSA 770A Ltd, Tokyo, Japan) ultrasonografi cihazı ile 5 MHz Lineer prob kullanılarak yapıldı. Taşlar, su dolu geniş kapta bulunan koyun böbreği içerisine yerleştirilerek öncelikle gri skala, ardından renkli ve spektral Doppler ile değerlendirildi. Fokal zon taşın hemen distaline gelecek şekilde ayarlandı. B-mode gain ayarları dikkatlice yapıldıktan sonra color gain'i renk gürültüsü ortaya çıkmayacak şekilde belirlendi. Daha sonra Renkli Doppler örnekleme kutusu hem taşa ait ekojeniteyi hem de taşın oluşturduğu akustik gölgeyi kapsayacak şekilde yerleştirilerek incelemeye geçildi. Taşların boyutları, konfigürasyonları sonografik olarak değerlendirildi.

Böbrek taşları gri skala US'de hiperekoik olmaları ve posteriorlarında akustik gölgelenme vermeleri ile tanınır. Akustik gölge ultrason dalga demetini zayıflatan ara yüzeyler veya yapıların derinliklerinde oluşur. Gölge dalga demetinin ulaşmadığı bilgi alınamayan alandır. Twinkling artefaktı ise güçlü refleksiyona neden olan oluşumların posteriorunda, renk modunda hızla değişen kırmızı ve mavi renk karışımı, spektral analizde vertikal çizgilenmeler ve ses modunda yüksek tiz sesler şeklinde ortaya çıkan bir Doppler US artefaktıdır (5,6).

Twinkling artefaktı iki radyologca görüş birliğine varılarak derecelendirildi. Akustik gölgenin yarısından azını içeren artefakt grade I, akustik gölgenin yarısından fazlasını içeren artefakt ise grade II olarak iki gruba ayrıldı.

Son olarak taşlar kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne gönderildi. Analiz CU X-ışın tüplü Philips PW 3710/1830 XRD cihaz ile gerçekleştirildi.

İstatistiksel olarak kimyasal içerik, boyut (1cm ve altı, 1cm üstü), fiziksel özellikleri (gri-beyaz ve kahverengi-siyah, yüzey özellikleri (düzgün ve düzensiz) değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz:

İstatistiksel analizler “SPSS for Windows, Version 13.0 ”paket programı kullanılarak yapıldı. Örnek sayısının az olması nedeniyle istatistiksel analizlerde Non-parametrik testlerden faydalanıldı. Sayılabilir verilerde 2x2 tablolarda beklenen değer 5’in altında olduğu durumlarda Fisher’s Exact test, 2xn tablolarda Kolmogorov Smirnov Z testi, ölçümsel verilerde ise Mann-Whitney U Test’i kullanıldı. Analizlerden elde edilen p değeri “ $p \leq 0.05$ ” olması halinde ilişki anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 23 taşın alındığı hastaların yaş ortalaması 47.91 ± 11.82 (28-73) olup, olguların 15'i (%65.2) erkek, 8'i (%34.8) kadındı. Ancak bu taşların ait olduğu hasta grubuna ait herhangi bir klinik bilgi mevcut değildi. Bu nedenle kan analizleri dolayısıyla taş ile muhtemel ilişkileri çalışma kapsamı dışında tutuldu. Çalışmaya dahil edilen hastaların ve taşların özellikleri Tablo 4.1'de gösterildi.

Taşlar renk, boyut, US bulguları, Doppler bulguları, akustik gölgelenme, twinkling artefaktı açısından değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen taşlar öncelikle morfolojik olarak incelenerek sonografik incelemeye uygun olup olmadıkları belirlendi. Mevcut 78 taştan ancak 23'ü sonografik incelemeye alındı. Çünkü kalan kısmının parçalanmış olduğu gözlemlendi. Morfolojik olarak taşların yüzeyleri ve renkleri değerlendirildi. Ultrasonografik inceleme sırasında da taşların özellikleri kaydedildi. Taşlar renklerine göre siyah-kahve 15 (%65.2), krem-gri 8 (%34.8) olarak gruplandırıldı. Şekillerine bakıldığında 10'u (% 43.5) düzgün, 13'ü (% 56.5) düzensizdi. Taşların kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde 1 (%4.3) ürik asit taşı, 2 (%8.7) strüvit taşı, 20 (%87.0) Ca oksalat taşı (18'i COM, 2'si COD) olarak dağılım gösterdiği gözlemlendi. Taşlar ayrıca boyutlarına göre 1cm kriter alınarak 2 grupta toplanmış olup 15 (%65.2) taş 1cm üstü, 8 (%34.8) taş 1cm ve altındaydı. Taşların renk, yüzey ve analiz sonuçlarına ait özellikleri Tablo 4.2 'de sunuldu. Taş boyutları ortalama 12.8 ± 7.33 mm (8-40) arasında değişmekteydi (Şekil 4.1) (Tablo 4.1).

Gri-skala incelemede taşların şekilleri, ekojenisiteleri, boyutları, akustik gölge verip vermedikleri araştırıldı. Doppler inceleme için önce color box kullanıldı ve artefakt oluşup oluşmadığına bakıldı. Daha sonra spektral incelemeye geçilerek artefakt tekrar aranıldı. Gözlemlerimize göre twinkling artefaktının hem renkli Doppler hem de spektral incelemede aynı anda saptanmayabileceğini gördüğümüzden incelemeyi basamak basamak gerçekleştirdik. Ancak hiçbir olguda sadece spektral inceleme ya da sadece renkli Dopplerde değil, her ikisinde birden twinkling artefaktı saptandı. Araştırmaya ait veriler aşağıdaki gibidir: Tüm taşlar hiperekojen görünümde olduğundan herhangi bir sınıflama yapılmadı. Ultrasonda taşların hepsinde posterior akustik gölgelenme mevcuttu. Yüzey özellikleri ultrasonografik olarak yeterince değerlendirilemediğinden morfolojik sınıflama gözönünde

bulundurularak veriler ele alındı. Taşların şekillerinin ovoid, yuvarlak veya düzensiz oldukları gözlemlendi. Ancak taşın sonografik şekilleri verilerde kullanılmadı. Taşların yerleşim yerlerinin tiplerine göre farklılıklar gösterdiği bilinse de çalışmamız invitro koşullarda uygulandığından gözönünde bulundurulmadı. Twinkling artefaktının obstrüksiyon gelişmiş hidronefrotik böbrek ile obstrüksiyonsuz böbrekte farklılıklar gösterebileceğini düşünsek de çalışmamız invitro koşullarda yapıldığından yine gözönüne alınmadı. Aynı şekilde vasküler yapıların da bu artefaktı engelleyeceğini düşünsek de çalışmamızda canlı böbrek kullanmadığımız için araştırma imkanı bulamadık. Taşların tamamı twinkling artefaktı gösterirken, 7'si (%30.4) grade 1 artefakt, 16'sı (%69.6) grade 2 artefakt gösterdi (Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4).

Twinkling artefaktı ve artefakt derecesi ile taş rengi, taş şekli ve taş boyutu arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı (hepsi $p>0.05$). Taş rengi ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması Tablo 4.3'de, Taş boyutu ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması Tablo 4.4'de ve Taş yüzey özelliği ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması Tablo 4.5'te verilmiştir.

Twinkling artefaktı ile taş kompozisyonu değerlendirildiğinde COM, COD ve diğer taş tipleri olarak üç gruba ayrıldığında twinkling artefaktı taş kompozisyonu arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0.996$). Ancak çalışmaya alınmayan taşlar düşünüldüğünde bu oranların değişebileceğini vurgulamak isteriz. Taş kompozisyonu ile Twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen hastaların ve taşların özellikleri

| | Cins | Yaş | Yüzey özelliği | Renk | Boyut (mm) | Analiz | Twinkling (Grade) |
|----|------|-----|----------------|------------|------------|---------|-------------------|
| 1 | K | 38 | Düz | Kahverengi | 35 | ÜA | 2 |
| 2 | E | 30 | Düz | Kahverengi | 10 | COM | 2 |
| 3 | K | 41 | Düzensiz | Kahverengi | 10 | COM | 2 |
| 4 | K | 48 | Düzensiz | Gri | 12 | Struvit | 2 |
| 5 | E | 53 | Düzensiz | Kahverengi | 16 | COM | 2 |
| 6 | K | 41 | Düz | Gri | 10 | COM | 2 |
| 7 | E | 55 | Düz | Krem | 10 | COM | 2 |
| 8 | E | 33 | Düz | Gri | 11 | COM | 2 |
| 9 | K | 51 | Düz | Gri | 9 | COM | 1 |
| 10 | E | 46 | Düz | Kahverengi | 10 | COM | 1 |
| 11 | E | 39 | Düzensiz | Krem | 22 | Struvit | 2 |
| 12 | E | 47 | Düzensiz | Gri | 12 | COD | 2 |
| 13 | E | 61 | Düzensiz | Siyah | 11 | COD | 2 |
| 14 | E | 76 | Düzensiz | Kahverengi | 18 | COM | 1 |
| 15 | K | 60 | Düzensiz | Krem | 16 | COM | 2 |
| 16 | E | 49 | Düz | Kahverengi | 10 | COM | 2 |
| 17 | E | 51 | Düzensiz | Siyah | 14 | COM | 1 |
| 18 | K | 50 | Düzensiz | Kahverengi | 12 | COM | 1 |
| 19 | K | 30 | Düzensiz | Kahverengi | 40 | COM | 1 |
| 20 | E | 28 | Düzensiz | Kahverengi | 13 | COM | 2 |
| 21 | E | 53 | Düz | Kahverengi | 8 | COM | 1 |
| 22 | E | 73 | Düzensiz | Kahverengi | 13 | COM | 2 |
| 23 | E | 58 | Düz | Kahverengi | 13 | COM | 2 |

Tablo 4.2. Taşların renk, yüzey ve analiz sonuçlarına ait özellikleri

| | n | % | |
|---------------|------------------|----|------|
| Taş rengi | Krem-Gri | 8 | 34.8 |
| | Siyah-Kahverengi | 15 | 65.2 |
| Taş yüzeyi | Düz | 10 | 43.5 |
| | Düzensiz | 13 | 56.5 |
| Analiz sonucu | Ürik asit | 1 | 4.3 |
| | Struvit | 2 | 8.7 |
| | COM | 18 | 78.3 |
| | COD | 2 | 8.7 |
| Taş boyutu | 1cm üstü | 15 | 65.2 |
| | 1cm ve altı | 8 | 34.8 |

Tablo 4.3. Taş rengi ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması

| | Twinkling Artefaktı | | TOPLAM* |
|-----------------|---------------------|------------------|-----------|
| | Grade I n(%) | Grade II n(%) | |
| Taş rengi | | | |
| Krem-Gri | 1 (12.5) | 7 (87.5) | 8 (34.8) |
| Sarı-kahverengi | 6 (40.0) | 9 (60.0) | 15 (65.2) |
| TOPLAM | 7 (30.4) | 16 (69.6) | 23 |

Fisher's Exact test; p=0.345 (* Sütun yüzdesi)

Tablo 4.4. Taş boyutu ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması

| | Twinkling Artefaktı | | TOPLAM* |
|------------|---------------------|------------------|-----------|
| | Grade I n(%) | Grade II n(%) | |
| Taş boyutu | | | |
| ≤1cm | 3 (37.5) | 5 (62.5) | 8 (34.8) |
| >1cm | 4 (26.7) | 11 (73.3) | 15 (65.2) |
| TOPLAM | 7 (30.4) | 16 (69.6) | 23 |

Fisher's Exact test; p=0.657 (* Sütun yüzdesi)

Tablo 4.5. Taş yüzey özelliği ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması

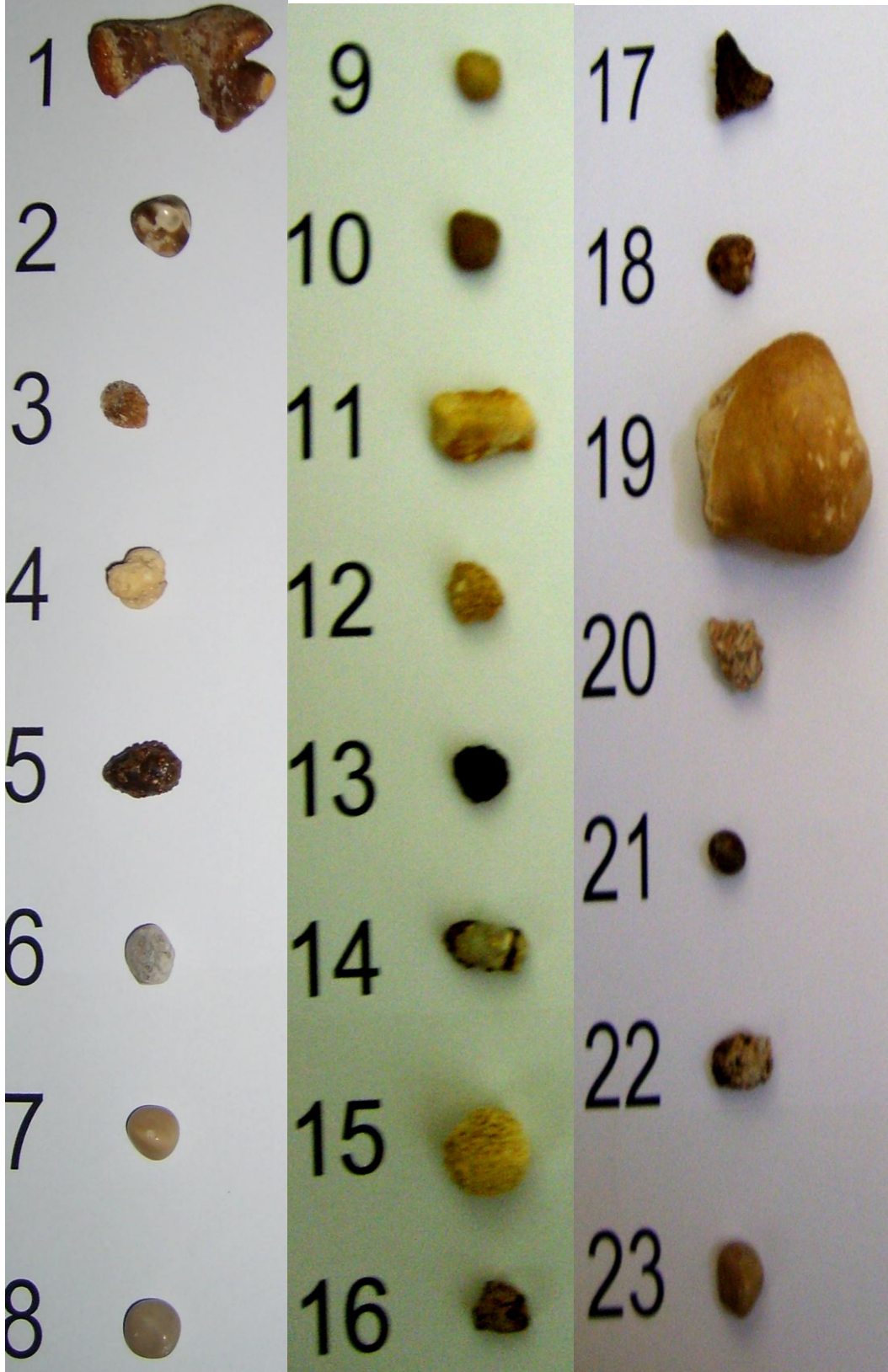
| | Twinkling Artefaktı | | TOPLAM* |
|-----------|---------------------|------------------|-----------|
| | Grade I n(%) | Grade II n(%) | |
| Taş şekli | | | |
| Düz | 3 (30.0) | 7 (70.0) | 10 (43.5) |
| Düzensiz | 4 (30.8) | 9 (69.2) | 13 (56.5) |
| TOPLAM | 7 (30.4) | 16 (69.6) | 23 |

Fisher's Exact test; p=1.000 (* Sütun yüzdesi)

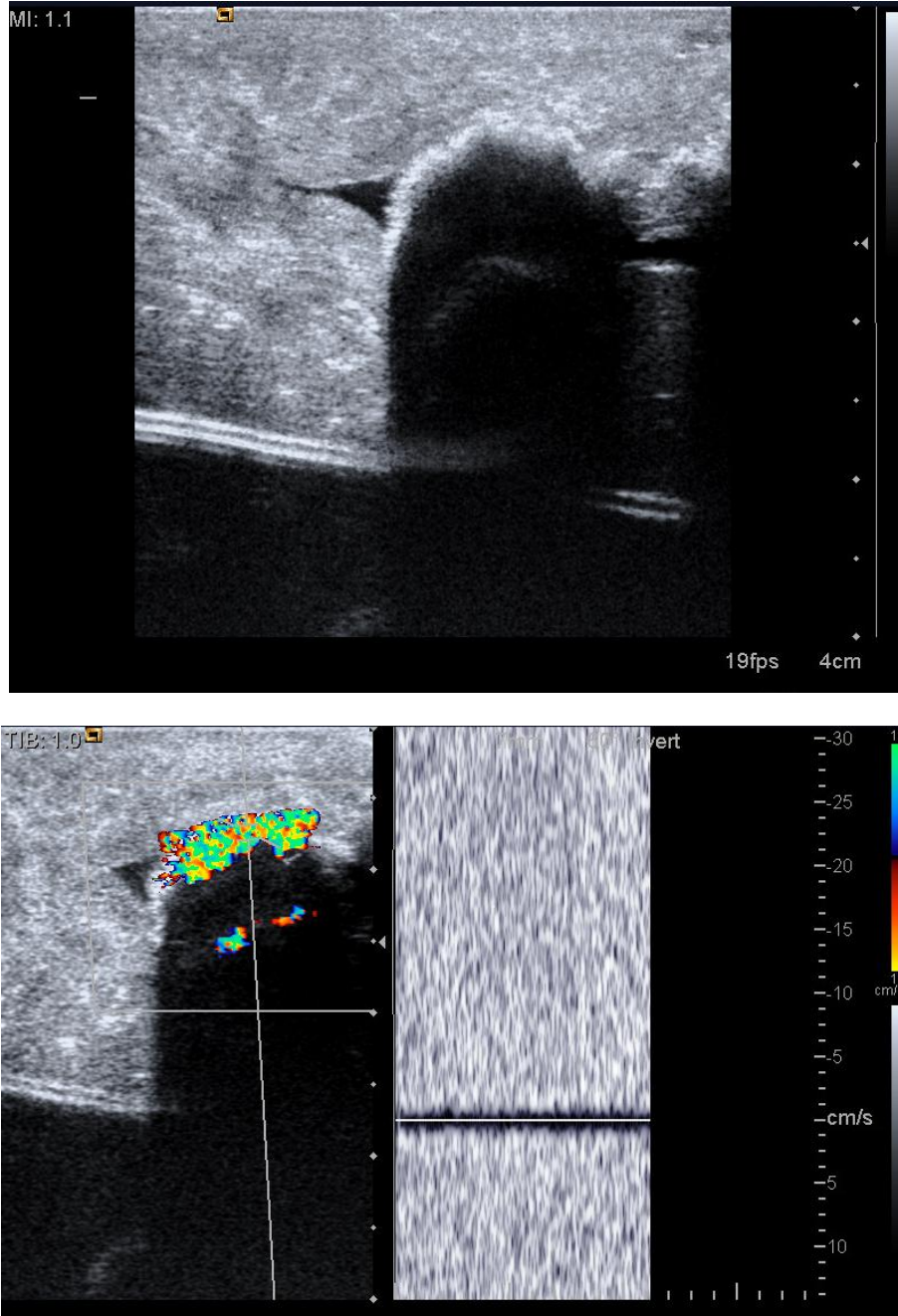
Tablo 4.6. Taş kompozisyonu ile twinkling artefaktı grade'nin karşılaştırılması

| | Twinkling Artefaktı | | TOPLAM* |
|---------------|---------------------|------------------|-----------|
| | Grade I n(%) | Grade II n(%) | |
| Analiz sonucu | | | |
| COM | 7 (38.9) | 11 (61.1) | 18 (78.3) |
| COD | - | 2 (100.0) | 2 (8.7) |
| Diğer | - | 3 (100.0) | 3 (13.0) |
| TOPLAM | 7 (30.4) | 16 (69.6) | 23 |

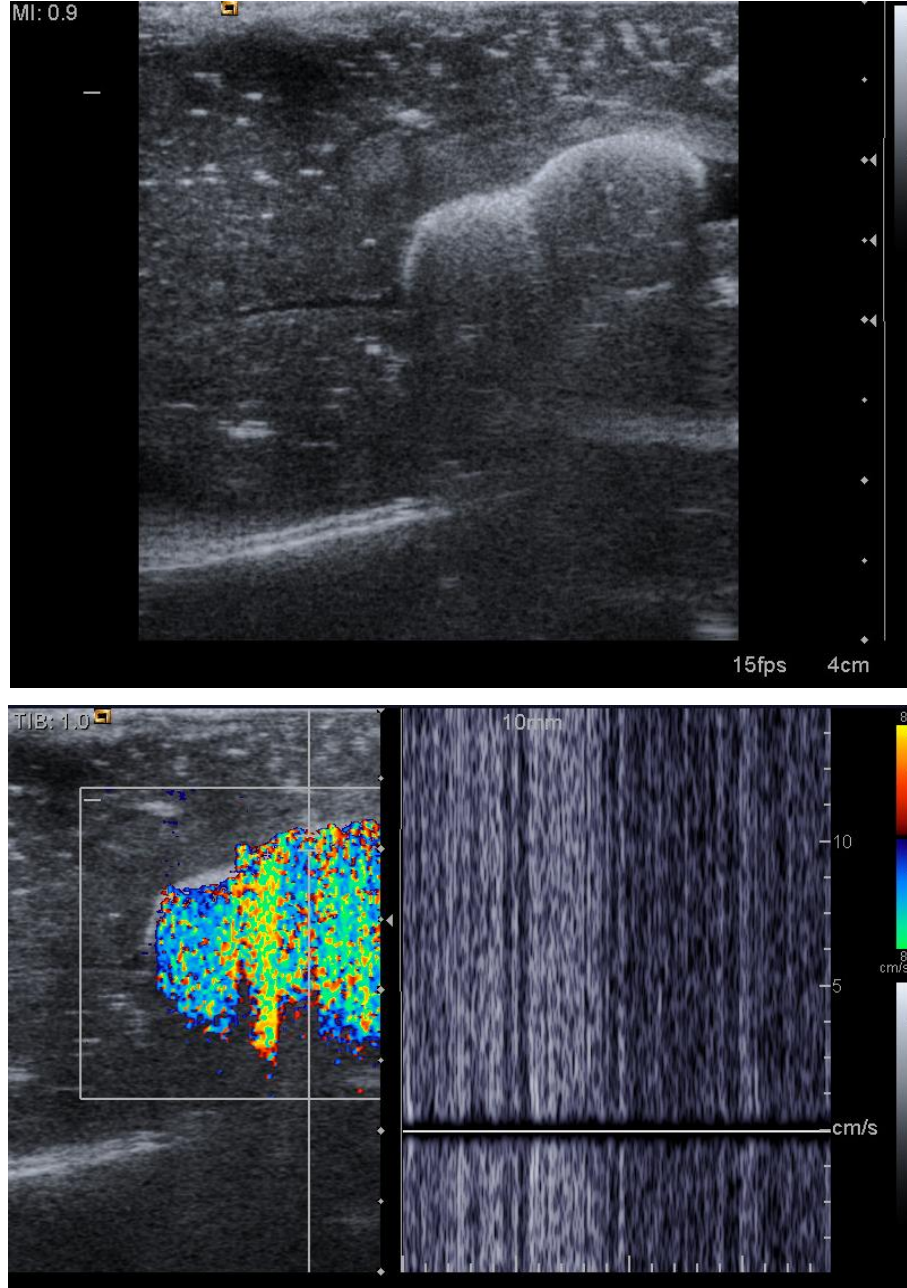
Kolmogorov Smirnov Z test; p=0.996 (* Sütun yüzdesi)



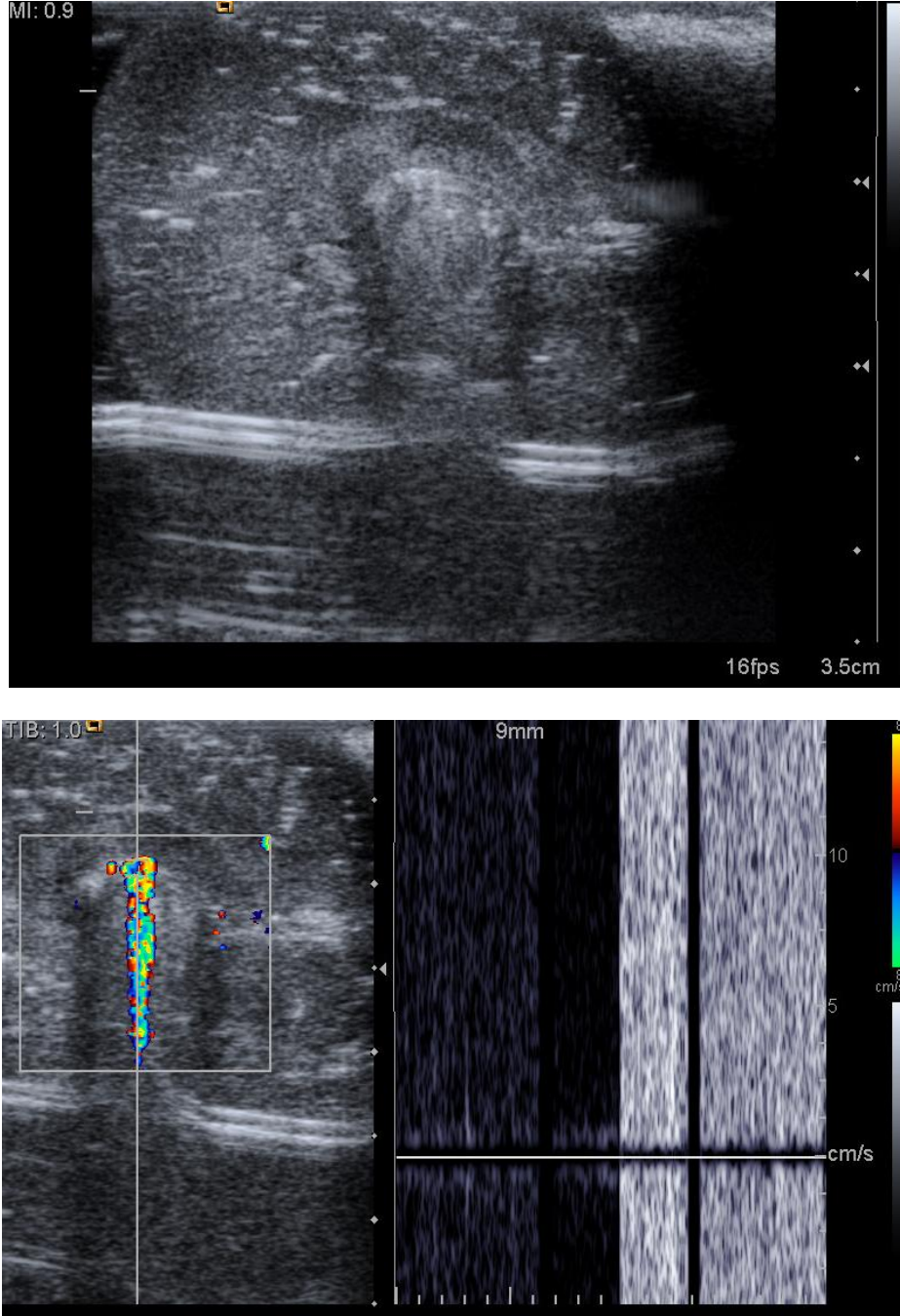
Şekil 4.1. Taşların invitro özelliklerini göstermek amacıyla çekilen fotoğrafta farklı boyut, renk ve şekilde böbrek taşları izleniyor.



Şekil 4.2. Kimyasal analiz sonucu COM olduğu saptanan düzensiz yüzeyle taşın gri skala, renkli Doppler ve spektral Doppler US görüntüsü. Üstteki fotoğrafta yaklaşık 15 mm çapında, posterior akustik gölgelenme veren hiperekojen taş izleniyor. Aşağıdaki fotoğrafta spektral ve renkli Doppler ultrasonografide grade 2 twinkling artefaktı mevcut.



Şekil 4.3. Kimyasal analiz sonucu ürik asit taşı olduğu saptanan düzgün yüzeyle taşın gri skala, renkli Doppler ve spektral Doppler US görüntüsü, grade 2 twinkling artefaktı. Üstteki fotoğrafta daha belirsiz posterior akustik gölgeleme veren yaklaşık 15 mm çapında hiperekojen taş mevcut. Renkli Dopplerde belirgin twinkling artefaktı izlenirken spektral incelemede belirsiz olduğu dikkati çekiyor. Bunun teknik problemlerden kaynaklandığını düşündük.



Şekil 4.4. Kimyasal analiz sonucu COM olduğu saptanan düzgün yüzeyle taşın gri skala, renkli Doppler ve spektral Doppler US görüntüsü. Grade 1 twinkling artefaktı. Üstteki fotoğrafta belirsiz posterior akustik gölgelenme veren 7 mm çapında ekojen taş mevcut. Aşağıdaki fotoğrafta renkli Doppler ve spektral Doppler bulguları izleniyor.

5. TARTIŞMA

Üriner sistem taş hastalığı prostat hastalıkları ve üriner enfeksiyondan sonra üriner sistemin en sık rastlanılan üç hastalığından birisi olup endüstriyel toplumlarda %4-20 oranında görülür. Acil servise sık başvuru nedenlerinden birisidir (1,2).

Genel olarak böbrek taşları kompozisyonlarına göre % 70 kalsiyum taşları, %15-20 infeksiyon taşları (strüvit ve magnezyum amonyum fosfat), %5-10 ürik asit taşları, %1-5 sistin taşları olarak dağılım gösterirler (49).

Tüm üriner sistem taşlarının %80-85'i kalsiyum içerir. Tedavi edilmeyen kalsiyum oksalat taşlarında tekrarlama riski bir yıl içerisinde %10 iken 5 yıl içerisinde %35'tir. Hastaların değerlendirilmesinde anamnez, fizik muayene ve laboratuvar tetkikleri yararlıdır. Ancak benzer semptomlara yol açabilecek diğer patolojilerin tespiti ve kesin tanı için DÜSG, İVP, USG ve BT gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılır (3,9).

Renal taştan şüphelenilen olgularda DÜSG sıklıkla ilk tercih edilen yöntem olmakla birlikte kemik yapıların süperpozisyonu, batın içi gaz ve intestinal içerik nedeniyle tanı çoğunlukla güçtür. Ayrıca DÜSG'nin sensitivitesi spesifitesine göre daha düşüktür (70).

Intravenöz pyelografi hem anatomik hem de fonksiyonel bilgi verdiği için 1900'lü yılların başından beri kullanılagelen bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca DÜSG ile görülemeyen nonopak taşların tespitinde de yararlıdır. Ancak yoğun gaz distansiyonu ve barsak temizliğinin yetersiz olduğu durumlarda değerlendirme güçleşebilir. Bunun yanında kontrast madde kullanımına bağlı yan etkiler, tetkikin uzayabilmesi ve işlem öncesi yapılan barsak temizliğinin bazı hastaları rahatsız etmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır (70).

Kontrastsız BT üriner sistem taşlarının değerlendirilmesinde kullanılan yüksek sensitivite ve spesiviteye sahip diğer bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca direk grafi ile tespit edilemeyen nonopak taşlar tespit edilebilir. Taşın lokalizasyonu ve büyüklüğünü belirleyerek tedavinin planlanmasında da önemli katkılar sağlar. Diğer yöntemlerin dezavantajları olan gaz-gaita distansiyonu, barsak temizliği, süperpozisyon gibi durumlar BT'de sorun oluşturmaz. Genel durumu bozuk veya sorunlu olgularda çekim süresinin kısa olması BT'yi avantajlı konuma getirir. Alınan

imajlarla farklı planlarda görüntü oluşturulabilmesi, kontrast madde gerektirmemesi yöntemin diğer üstünlükleridir. Ayrıca üriner sisteme ait benign veya malign patolojilerin, varsa obstrüksiyonun derecesinin ve anatomik varyasyonların saptanması sayesinde hastanın gerek medikal gerekse cerrahi tedavisinde yol gösterebilecek veriler de elde edilebilir. Bunların yanında ayırıcı tanı listesinde yer alan akut apandisit, over ve intestinal sistem hastalıkları, vasküler ve kemik ile ilgili bozukluklar da BT ile değerlendirilebilir. Ancak diğer tanı yöntemleri ile kıyaslandığında yüksek radyasyon riski en önemli dezavantajı oluşturmaktadır. Bu nedenle özellikle çocuklarda, gençlerde ve gebelerde neredeyse hiç tercih edilmez. Aynı nedenden ötürü tekrarlanabilecek veya hasta takibinde kullanılacak bir yöntem değildir (64).

Taşların değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir radyolojik tanı yöntemi US'dir. Kullanım kolaylığı, girişimsel işlem ve kontrast madde gerektirmemesi nonopak taşları gösterebilmesi gibi avantajları nedeniyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyasyon içermemesine bağlı olarak gebelerde taş tanısında kullanılan öncelikli tanı yöntemidir. Benzer nedenle çocuklarda da ilk tanı yöntemi olarak tercih edilir. Ayrıca taşın oluşturduğu obstrüksiyona bağlı olarak gelişen hidroüreteronefroz da sonografik olarak rahatlıkla değerlendirilebilir. Yöntemin dezavantajları obezitenin ve gaz-gaita distansiyonunun incelemede güçlük oluşturmasıdır. Ayrıca mesane boş olduğunda mesane taşları da gözden kaçabilir. Renal sinüse ait nispeten hiperekoik odaklar zaman zaman sorun oluşturabilmektedir. Üreter taşlarının özellikle orta bölümde yerleşenlerin, US ile tanısında anatomik yerleşim nedeniyle güçlükler yaşanmaktadır. Ayrıca US kullanıcı bağımlı bir görüntüleme yöntemi olup tecrübe gerektirmesi diğer dezavantajı oluşturmaktadır (6,65-70).

Üriner sistem taşlarının, direk grafide saptanabilmeleri için radyopak olmaları gerekir. Üriner sistem taşlarının yaklaşık %90'ı radyopak, %10'u ise radyolüsendir. Opasitelerini yoğundan aza doğru sıralayacak olursak: kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum oksalat, magnezyum amonyum fosfat, sistin taşları, urat taşları ve matriks taşları olarak sayılabilir. Ürik asit taşları ya hiç görünmez ya da çok silik opasite verirler. İntravenöz pyelografide üriner sistem taşları dolma defekti olarak saptanırlar. Radyografide radyolüsen olan ürik asit taşları

da dahil olmak üzere tüm taş tipleri BT’de opak olarak görülürler. Taş dansitesi normal böbrek parankimi, kan pıhtısı veya tümörden daha yüksektir. Tomografide dansitesi en yüksek olan kalsiyum oksalat taşları en düşük olanlar ise ürik asit taşlarıdır (64,69).

Üriner sistem taşlarının sonografik bulguları böbrek toplayıcı sistemi, ureter veya mesane içinde posterior akustik gölgelenme veren hiperekojen yapılar şeklindedir. Bununla birlikte renal hilustaki ekojenik foküslerin her zaman taş olmayıp diabet, hipertansiyon ya da aterosklerotik vasküler hastalıklarda görülebilen renal arter kalsifikasyonuna ait olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Ultrasonografi ile real-time inceleme yapılabilmesi pulsasyon gösteren arterlere ait kalsifikasyonların gerçek taşlardan ayırt edilmesine katkı sağlar. Renal tümör, renal kist veya renal parankime ait kalsifikasyonlar da yerleşimleri ve hasta hikayesi ile ayırt edilmeye çalışılır (96). Üriner sistem taşlarında akustik gölgeyi göstermek bazı durumlarda özellikle de küçük taşlarda zor olmaktadır (6).

Ancak günümüz koşullarında tüm veriler düşünüldüğünde renal taş tanısının sensitivite ve spesifitesinin yeterince yüksek olmaması nedeniyle yeni inceleme parametreleri oluşturma konusunda çalışmalar devam etmektedir (5,6). Twinkling artefaktı ultrasonografiye ait nispeten yeni bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu artefakt ilk kez 1996 yılında Rahmouni ve arkadaşları tarafından, güçlü refleksiyona neden olan oluşumların posteriorunda, renk modunda hızla değişen kırmızı ve mavi renk karışımı, ses modunda yüksek tiz sesler şeklinde izlenen bir renkli Doppler US artefaktı olarak tanımlanmıştır. Spektral Dopplerde vertikal çizgilenmeler şeklinde heterojen geniş bant dalga formu şeklinde izlenir (97).

Tanımlanmasından bu yana twinkling artefaktı değişik sistemlere ait renkli Doppler US incelemelerinde ve pek çok değişik patolojide görüntülenmiştir. Prostat, testis, böbrek, karaciğer, meme gibi organlara ait kalsifikasyonların bir kısmında twinkling artefaktının izlenebildiği bildirilmiştir. Bu artefakt ayrıca tümör kalsifikasyonlarında da izlenebilir. Yapılan çalışmalarda orbita içi metalik yabancı cisim, fitizis bulbiye bağlı lens kalsifikasyonu veya optik disk drusen olgularında, safra kesesi adenomyomatozisi ve safra taşlarının bir kısmında renkli Doppler US sırasında bu artefaktın oluştuğu bildirilmiştir. Literatürde renkli Doppler US

incelemesi yapılan 2 olguya ait katater ucunda da twinkling artefaktı rapor edilmiştir. Bu olgularda twinkling artefaktı kateterde biriken kalsiyum fosfat veya kalsiyum okzalat depozitlerinin kateter yüzeyini irregüler hale getirmesine bağlanmıştır. Ek olarak otozomal resesif polikistik böbrek hastalığı, medüller nefrokalsinozis ve pnömotozis intestinaliste de ilginç olarak artefaktın izlenebileceği belirtilmiştir. Stentlerin seyri ve uç noktalarının değerlendirilmesinde, transtorasik biopsilerde kullanılan iğne ucunun gösterilmesinde yararlı olabileceğini öne süren çalışmalar mevcuttur (98-100).

2008 yılında *invivo* olarak fetuslar üzerinde yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada ölü fetusların tümünde artefakt tanımlanırken canlı fetuslarda izlenmediği belirtilmiştir. Ayrıca fetusun ölümünün üzerinden zaman geçtikçe artefakt grade'inde artış olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada artefakt nedeni cilt yüzeyindeki kalsiyum tuzu depozitlerine bağlı düzensizliklerle ilişkilendirilmiştir (101).

Artefakt oluşumunu açıklayan farklı hipotezler mevcuttur. İlk ortaya atılan hipotez kaba yansıtıcı yüzeylerin bu fenomenden sorumlu olduğu yönündedir. Bu hipoteze göre yüzeyin, multipl kompleks reflektörler içerdiği kabul edilir. Böylelikle ultrason dalgası kompleks bir tarzda yansıtılır. Reflekte olan US sinyali fluktuasyon gösteren gecikmiş eko süresine sahiptir. Bu veriler renkli Doppler US'de derin yerleşimli renk karmaşası şeklinde kodlanır (97-99).

Kamaya ve arkadaşlarının tanımladığı daha yeni diğer hipotezde artefakt oluşumu büyük ölçüde US cihazına ait "color-write priority", gri skala kazanç ve PRF gibi ayarlara ve cihaz tipine bağlanmıştır. Bu çalışmada artefaktın altta yatan nedeninin Doppler görüntüleme sırasında ortaya çıkan "phase jitter" (faz gerilimi) diye adlandırılan gürültü olduğu ileri sürülmekte, yüzey düzensizliğinin sadece ikincil olarak gürültü spektrumunu genişlettiği bildirilmektedir (5,102,103)

Aytaç ve arkadaşları ise bu artefaktın tamamen dijital teknolojiye sahip yeni jenerasyon US cihazlarıyla, analog teknolojinin kullanıldığı US cihazlarına göre daha sık ortaya çıktığını ve incelemede kullanılan US cihazının renk sensitivitesi ile akustik gücünün bu artefaktın oluşumunu etkilediğini bildirmişlerdir. Aytaç ve arkadaşlarının eski ve yeni jenerasyon cihazları karşılaştırmak için 75 böbrek taşı ile yaptıkları çalışmada eski jenerasyon cihazlar ile artefaktı %39 oranında saptarken yeni jenerasyon ile %96 oranında saptamışlardır. Artefaktı taşın tamamını

kapsadığında grade 3, bir kısmını kapsadığında grade 2, zayıf olduğunda grade 1 olarak derecelenmişlerdir. Yeni jenerasyon cihazlarda taşların %64'ünün grade 3 artefakt gösterdiği, eski jenerasyon cihazlarda ise grade 3 artefaktın izlenmediği vurgulanmıştır. Yeni jenerasyon cihaz ile 75 taşın sadece 3'ünde artefaktın izlenmediği belirtilmiştir (104). Bu konuda ilk çalışmayı yapan eski jenerasyon cihaz kullanan Rahmouni ve arkadaşları, 140 hastada üriner ve diğer sistemlerdeki taş ve kalsifikasyonlar üzerinde çalışmışlar ve %30 vakada artefakt tespit etmişlerdir (97). Lee ve arkadaşları ise yeni jenerasyon cihaz kullanarak yaptıkları çalışmada 36 taşın 30'unda twinkling artefaktı saptamışlar, bunlardan 22'sinde güçlü olduğunu vurgulamışlardır (105). 2007 yılında yeni jenerasyon cihazla yapılan bir çalışmada da bu oran % 96 olarak rapor edilmiştir (106). Üreter veya böbrek yerleşimli 32 taşın araştırıldığı prospektif diğer bir klinik çalışmada ise bu oran % 83 olarak belirtilmiştir (98). Turrin ve arkadaşlarının invitro ortamda yaptıkları yakın zamanlı çalışmada 80 taşın 77'sinde artefakt tespit edildiği belirtilmiştir (106). Bu bulgular cihazlardaki nesil farkı ile artefakt ilişkisini desteklemektedir. Bizim çalışmamızda da yeni jenerasyon US cihazı kullanılmıştır. Literatürdeki oranlara göre çalışmamızda artefakt oranını %100 saptamamızın bir nedeni de yeni nesil US cihazı kullanmış olmamızdır.

Onur ve arkadaşları 30 böbrek taşının 25'inde (%80), 10 üreter taşının 7'sinde (%70) artefakt tespit ederlerken, gri skala US'de posterior gölge saptanmayan ekojenitelerin bir kısmında da bu artefaktı izlediklerini bildirmişlerdir. Bu nedenle bu artefaktın posterior akustik gölgelenmeye göre taş tanısında daha değerli bir artefakt olduğunu belirtmişlerdir (6).

Günümüzde üriner sistem taşlarının tedavisinde sıklıkla kemoliz, ESWL ve PNL kullanılmaktadır. Tedavinin belirlenmesinde taş kompozisyonu önemli bir parametredir. Kemoliz en çok ürik asid taşı olmak üzere, sistin taşı yada kalsiyum taşlarında veya ESWL ve PNL sonrası kalan fragmanların eritilmesi amacıyla kullanılır. Bunların içerisinde en iyi sonuç alınan ürik asid taşlarıdır. Sistin taşları ise ESWL'ye dirençli sert taşlardır. Bu bulgularla ÜSTH'nin değerlendirilmesinde taş kompozisyonunun önceden bilinmesinin tedavi seçeneğinin belirlenmesinde önemli bir nokta olduğu söylenebilir. Taş kompozisyonu ve artefakt ilişkisini değerlendiren

literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır. Biz invitro ortamda gerçekleştirdiğimiz çalışmamızla bu konuda ek bulgular sağlamaya çalıştık.

2009 yılında Mitelberger ve arkadaşlarının artefakt ile taş boyutu arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada 55 böbrek taşının 51'inde, 25 üreter taşının 24'ünde artefakt tespit etmişlerdir. Taşların %80'inde yüksek grade'li artefakt saptanırken, 4mm'nin üzerindeki taşlarda artefaktın %100, 4mm'nin altındaki taşlarda ise %96 oranında bulunduğu rapor edilmiştir (107). Lee ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise 0.5 cm'in altındaki, 1 cm'nin üstündeki taşlarda artefakt oranı %100 (+) olarak bildirilmiştir. Ancak taşın boyutu arttıkça artefakt grade'inin arttığı rapor edilmiştir (105). Bizim çalışmamızda ise tüm taşlardan artefakt alınmış olup taş boyutu ile artefakt varlığı ve grade'i arasında korelasyon saptanmamıştır.

Louvet'in invitro çalışmasında düzgün yüzeyli taşların hepsinde artefakt izlenirken, yüzey düzensizliği arttıkça grade'in arttığı bildirilmiştir (108). Chelfouh, COD taşlarının tümünün yüzeyinin düzensiz olduğunu ve hepsinde artefaktın tespit edildiğini belirtmiştir. COM taşlarında ise grade 2 artefakt izlerken, düzgün yüzeyli taşlarda artefakt saptanmadığını rapor etmiştir. COM taşlarının dens ve ESWL'ye dirençli olduğunu, COD taşlarının ise daha fragil olup ESWL'ye aday olduğunu belirtip bu yönden bulguların yararlı olabileceğini öne sürmüştür (109). Çalışmamızda hem düzgün hem düzensiz yüzeyli taşlarda artefakt izlenirken taş yüzey düzensizliği ve artefakt grade'i açısından anlamlı fark tespit edilmedi.

Çalışmalarında taş kompozisyonu ve artefakt arasındaki ilişkiyi değerlendiren Chelfouh ve arkadaşları spontan düşen veya fragmente olmadan çıkarılan 24 COM, 12 COD, 5 kalsiyum amonyum fosfat, 5 ürat ve 1 brushit kompozisyonundaki 42 taşı değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, taşın gölgesinin tümünü kaplayan artefakt grade 2, kısmi olarak izleneni grade 1, artefakt izlenmeyenleri ise grade 0 olarak gruplamışlardır. Grade 0 artefaktta monohidrat komponentinin predominant olduğunu, dihidrat komponentinin izlenmediğini, grade 1 artefaktta ise dihidrat komponentin hakim olduğunu tespit etmişlerdir. 12 taştan artefakt alınmazken 27 taş grade 1, 8 taş grade 2 artefakt göstermiştir. 3 ürat taşının 2'sinde artefakt izlenmiştir. Artefakt göstermeyen taşların kompozisyonuna bakıldığında bunların COM ve ürat taşları olduğu görülmüştür (109).

Çalışmamızda COD ve COM taşlarının tümünde artefakt saptanırken, artefakt grade'i açısından bu iki taş grubu açısından anlamlı fark saptanamadı. Louvet tarafından yapılan twinkling varlığı ve kompozisyon ilişkisini değerlendiren invitro hayvan çalışmasında, COM, COD, sistin, urat ve struvit taşları ile çalışılmış, kompozisyon ile artefakt varlığı arasında bir ilişki bulunamadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda da benzer sonuca ulaşılmıştır (108). Yapılan çalışmalarda ürik asit taşından twinkling artefaktı alınmadığı belirtilmektedir (107,108). Çalışmamızda analiz sonucu ürik asit kompozisyonunda tek taş olup artefakt mevcuttu ancak sayı az olduğundan istatistiksel olarak değerlendirilemedi. Diğer taş kompozisyonları ile twinkling artefaktı arasında da anlamlı bir ilişki bulunamadı.

Sohn ve arkadaşlarının farklı frekanslı problemlerle artefakt derecesini değerlendirdiği çalışmada 3 grup taş araştırılmıştır. 1.grup taşların %90 kalsiyum oksalat, %10 kalsiyum hidrojen fosfat; 2.grup taşların %50 kalsiyum oksalat, %5 kalsiyum hidrojen fosfat, %45 amonyum urat; 3.grup taşların ise %55 urat, %35 kalsiyum oksalat, %5 amonyum urat ve %5 kalsiyum hidrojen fosfattan oluştuğu bildirilmiştir. 1.grup taşlar farklı problemlerle grade 1, 2 ve 3 artefakt gösterirken, 2.grup taşların tüm problemlerle grade 1, 3.grup taşların ise grade 0 artefakt gösterdiği rapor edilmiştir. Çalışmacılar taş sayısının azlığını limitasyonları olarak kabul etmekle birlikte, artefakt grade'inin taşın biokimyasal kompozisyonu ve transdüserin frekansına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir (110). Biz çalışmamızda COM taşlarının %61'inde, COD, ürik asit ve struvit taşlarının ise tümünde grade 2 artefakt tespit ettik. Grade 1 artefakt ise daha az sıklıkta izlenmiş olup (%30) bunun yeni jenerasyon cihaz kullanımıyla ilgili olduğunu düşündük.

Çalışmamızda birtakım limitasyonlar mevcuttu. Özellikle taş sayısının yetersiz olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca invitro çalışmanın bazı dezavantajlarından bahsetmek mümkündür. Canlı böbreklerde izlenebilecek hidronefrozun twinkling artefaktına etkisi bilinmemektedir. Çalışmamızda normal böbrek kullanılmıştır. Yine canlı böbreklerde renal pelvis içindeki vasküler yapıların twinkling artefaktını etkileyebileceğini de vurgulamak isteriz. Ancak biz canlı böbrek kullanmadığımızdan bunun etkisini araştıramadık. Bunların yanında taş kompozisyonlarının dağılımı da homojen değildi. Yine taşların cerrahi yolla

ıkarılması sırasında Şekil ve yüzeylerinde bozulmaların oluşması kaçınılmazdır. Bu nedenle invitro koŐulların çalıŐmamızı olumsuz etkilediği kanaatindeyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üriner sistem taşların değerlendirilmesinde radyolojik tanı yöntemleri içinde ultrasonografi günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Taş ile benzer ultrasonografik görünüm veren oluşumlar arasında internal gaz, renal arter kalsifikasyonları, kalsifiye papillalar ve kalsifikasyon gösterebilen tranzisyonel hücreli karsinomlar sayılabilir. Bununla birlikte renal hilustaki ekojenik foküslerin her zaman taş olmayıp diabet, hipertansiyon ya da aterosklerotik vasküler hastalıklarda görülebilen renal arter kalsifikasyonuna ait olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca renal sinüse ait nispeten hiperekoik odaklar zaman zaman sorun oluşturabilmektedir. Günümüz koşullarında tüm veriler düşünüldüğünde renal taş tanısının sensitivite ve spesifitesinin yeterince yüksek olmaması nedeniyle yeni inceleme parametresi olarak ilk kez 1996 yılında Rahmouni ve arkadaşları tarafından tanımlanan twinkling artefaktı karşımıza çıkmaktadır. ÜSTH'nın değerlendirilmesinde taş kompozisyonunun önceden bilinmesinin tedavinin seçilmesinde önemli bir nokta olduğu bilinmektedir. Örneğin ürik asit taşları ilaç tedavisine iyi yanıt verirken, kalsiyum oksalat monohidrat, kalsiyum fosfat ve sistin taşlarının Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL)'ye yanıtı genel olarak daha düşüktür.

Taş kompozisyonu ve artefakt ilişkisini değerlendiren literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır.

İnvitro çalışmamızda literatüre göre daha yüksek (%100) oranda artefakt saptanmasının nedeni yeni nesil US cihazı kullanımına bağlanabilir.

Çalışmamızda taş boyutu ile artefakt varlığı ve grade'i arasında korelasyon saptanmamış olup literatürde bu konuda farklı sonuçlar mevcuttur.

Literatürde twinkling artefaktı yüzey düzensizliği ile ilişkilendirilmiş olup yüzey düzensizlik derecesi ile artefakt grade'i arasında korelasyon olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda hem düzgün hem düzensiz yüzeyli taşlarda artefakt izlenirken taş yüzey düzensizliği ve artefakt grade'i açısından anlamlı fark tespit edilmedi.

Çalışmamızda taş kompozisyonları ile twinkling artefaktı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ürik asit kompozisyonunda tek taş mevcut olup artefakt izlenmiştir. Ancak sayı az olduğundan istatistiksel olarak değerlendirilememiştir.

Sonuç olarak literatürle uyumlu olarak üriner sistem taşlarının değerlendirilmesinde twinkling artefaktının ek bir sonografik parametre olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Ancak twinkling artefaktı ile tedavinin yönlendirilmesinde öneme sahip olan taş kompozisyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık. Bununla birlikte daha geniş serilerle yapılacak çalışmalarla daha anlamlı sonuçlar elde edilebileceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Taylor EN, Curhan GC. Effect of dietary modification on urinary stone risk factors. *Kidney Int.* 2006;69:1093.
2. Pak CYC. Kidney stone. *Lancet.* 1998;351:1797-801.
3. Kazancı G, Genel Üroloji Nobel Kitabevi: İstanbul; 2009 s.246- 270.
4. Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. Üriner Sistem Taş Hastalığı İstanbul: Nobel Matbaacılık; 2007 s.115-116.
5. Kamaya A, Tuthill T, Rubin JM. "twinkling" artifact on color Doppler sonography:dependence on machine parameters andunderlying cause. *Am J Roentgenol.* 2000;180 (1):215-222.
6. Onur MR, Onur R. Üriner Taşların Tanısında Farklı Bir Renkli Doppler Ultrasonografi Bulgusu: Twinkling Artefaktı. *F.Ü.Sağ.Bil.Enst.* 2006: 20 (4): 285-288.
7. Pepe P, Motta L, Pennisi M, Aragona F. Functional evaluation of the urinary tract by color-Doppler ultrasonography (CDU) in 100 patients with renal colic. *Eur J Radiol.* 2005;53:131-135.
8. Vijayalakshmi B, Sarala S, Lakshmi AY, Sivaramakrishna G, Sivakumar V. Renal arterial branch calcification mimicking renal calculi in ultrasonography. *Indian J Nephrol.* 2009;19(1):37.
9. Öner A. Üriner Sistem Taş Hastalığı İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sempozyum Dizisi No: 68, İstanbul:Doyuran Matbaası;2009.s. 11-41
10. Acar A, Karalezli G, Yurdakul T, Büyükdoğan M, Sert Ü. Çocuk Böbrek Taşlarında ESWL Uygulaması. *Ankara Tıp Mecmuası.* 1994;47:549-554.
11. Faller A, Schünke M. The human body: an introduction to structure and function. Newyork:Georg Thieme Verlag; 2004.pp.444-460.
12. Kahle W, Leonhardt H, Platzer W. Color Atlas and Texbook of Human Anatomy: Internal organs. Newyork: Georg ThiemeVerlag; 2004.pp.253-265.

13. Arıncı K, İlhan A. Anatomi 1.cilt iç: Ürogenital Sistem Ankara: Güneş Kitabevi; 2001. s.311-317.
14. Sanders RC, Winter T. Clinical Sonography A Practical Guide. Philadelphia:Lippincott Williams Wilkins; 2007.p.40-44.
15. Pyrah LN. Epidemiology of urolithiasis, in renal calculus. New York: Springer, Berlin Heidelberg; 1979. p. 3..
16. Borghi L, Ferretti PP, Elia GF, et al. Epidemiological study of urinary tract stones in a Northern Italian City. Br J Urol. 1990;65:231-235.
17. Pearle MS, Calhoun ES, Curhan GC. Urologic Diseases In America Project: Urolithiasis The Journal of Urology. 2005;173:848-857.
18. Akil İ, Ayten E. Çocuklarda Üriner Sistem Taş Hastalığı ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi. 2004;5(1):47-58.
19. Zilberman DE, Yong D and Albala DM. The impact of societal changes on patterns of urolithiasis. Current Opinion in Urology. 2010;20:148-153.
20. Hesse A, Siener R. Current aspects of epidemiology and nutrition in urinary stones. World J Urol. 1997;15:165-71.
21. Yılmaz C. Ultrason Cilt 1 İstanbul: Nobel Matbaacılık; 2008. s.133-136.
22. Trinchieri A. Epidemiology of urolithiasis. Arch It Urol. 1996;68:203-49.
23. Adayener C, Akyol I, Şen B, ve ark. Tekrarlayan Taş Hastalığında Biyokimyasal Risk Etkenlerinin Değerlendirilmesi. Türk Üroloji Dergisi. 2007;33(2):205-212.
24. Tiselius HG. Epidemiology and medical management of stone disease. BJU International. 2003;91(8) :758-767.
25. Giriya EK, Kalkura SN, Sivaraman PB, Yokogawa Y. Mineralogical Composition of Urinary calculi from southern India. Journal of Scientific Industrial Research. 2007;66:632-639.
26. Anafarta K, Yaman Ö. Campbell's Urology Ankara: Güneş Kitabevi; 2005 s.3229-3235.

27. Portis AJ and Sundaram CP. Diagnosis and Initial Management of Kidney Stones. *American Family Physician*. 2001;63(7):1329-1338.
28. Grases F, Costa-Bauza A, Prieto RM. Renal lithiasis and nutrition. *Nutrition Journal*. 2006; 5:23 doi:10.1186/1475-2891-5-23.
29. Whitfield HN. The management of ureteric stones. Part I: diagnosis *BJU International*. 1999;84:911-915.
30. Dawson C, Whitfield HN. ABC of Urology. In:Urinary tract stone disease. Massachusetts: Blackwell Publishing Ltd; 2006.pp.37-39.
31. Trinchieri A, Castelnovo C, Lizzano R, Zanetti G. Calcium stone disease: a multiform reality. *Urol Res*.2005;33:194–198.
32. Menon M and Resnick M. Urinary lithiasis: Etiology, diagnosis, and medical management. In P. Walsh (Ed.), *Campbell's urology* (8th ed.) Philadelphia: Saunders; 2002.p. 3230-3437.
33. Coe FL, Evan A, and Worcester E. Kidney stone disease. *J. Clin. Invest*. 2005;115:2598-2608.
34. McDonald MW, Stoller ML. Urinary stone disease: a practical guide to metabolic evaluation. *Geriatrics*. 1997;52(5):38-52.
35. Parks JH, Coward M, Coe FL. Correspondence between stone composition and urine supersaturation in nephrolithiasis. *Kidney International*.1997;51:894-900.
36. Pearle MS, Nakada SY. Urolithiasis Medical and Surgical Management.
<http://kidney.niddk.nih.gov/statistics/uda/Urolithiasis-Chapter08.pdf> [09/08/09]
37. Brady HR. Brenner BM. Lieberthal W. Acute renal failure. In: Brenner BM, ed. *Brenner's and Rector's the kidney*. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996.p.1200-1249.
38. Thomas WJ. *Renal Calculi A Guide to Management USA*; 1976. s.20-26.
39. Volmer V, Bolck A, Wolthers BG. Partial Least-Squares Regression for Routine Analysis of Urinary calculus Composition with Fourier transform Infrared Analysis.*Clin Chem*.1993;39 (6):948-954.

40. Batchelar DL, Chun SS, Wollin TA, et al. Predicting Urinary Stone Composition Using X-Ray Coherent Scatter: A Novel Technique With Potential Clinical Applications. *THE Journal of Urology*.2002;168:260-265.
41. Kamoun A, Daudon M, Abdelmoula J. Urolithiasis in Tunisian children: a study of 120 cases based on stone composition. *Pediatr Nephrol*.1999;13:920-925.
42. Erhan Ö, Mülazımoğlu N, Günel Ö ve ark. Üriner Sistem Taşları. E.Ü. Tıp Fakültesi Dekanlığı Yayın Bürosu. İzmir; 1985.s.23-24.
43. Choo-Kang E. Chemical Composition of Urinary Tract Stones at the University Hospital of the West Indies. *West Indian Med J*. 2008;57 (5):427-430.
44. Leusmann DB. A Classification Of Urinary Calculi With Respect To Their Composition and Micromorphology. *Scand J Urol*.1991;25:141-150.
45. Ansari MS, Gupta NP, Hemal AK, et al. Spectrum of stone composition: structural analysis of 1050 upper urinary tract calculi from northern India. *International Journal of Urology*. 2005;12:12-16.
46. To K,Yiu M. Metabolic Aspects and Medical Treatment for Urinary Tract Stones.*Medical Bulletin*. 2009;10(14):30-33.
47. Ferdinand C. M. Driessens. *Biominerals*. Chapter 16, Nephro and Cystolithiasis, Florida:CRC pres;1990.p.307-316.
48. Pietrow PK and Karellas ME. Medical Management of Common Urinary Calculi. *Am Fam Physician*. 2006;74:86-94.
49. Resnick MI, Schaeffer AJ. *Urology Pearls*. Philadelphia: Hanley & Belfus,INC Medical publishers; 2000. p.185-187.
50. Putman SS, Hamilton BD and Johnson DB. The use of shock wave lithotripsy for renal calculi. *Current Opinion in Urology*. 2004, 14:117-121.
51. Semins MJ and Matlaga BR. Management of stone disease in pregnancy. *Current Opinion in Urology*. 2010;20:174–177.
52. Ecemiş CO, Şafak M, Reşorlu B, Kılıç Ö, Halilođlu AH. Çocukluk çağı üriner sistem taş hastalığında “Extracorporeal Shockwave Lithotripsy” (ESWL)

- etkinliği: 10 yıllık tecrübemiz. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası. 2006;59:58-62.
53. Arshadi H, Dianat SS, Ganjehei L. Accuracy of Radiological Features for Predicting Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy Success for Treatment of Kidney Calculi. Urol J. 2009;6:88-91.
 54. Wilson WT, Preminger GM. Extracorporeal shock wave lithotripsy. An update Urol. Clin. North Am. 1990;17:234-242.
 55. Tobelem G, Economou C, Thomas J, Arvis G. Effects of chemical and radiographic factors on the treatment of renal lithiasis using extracorporeal external shock-wave lithotripsy. Ann Urol. 1987;21(5):362-367.
 56. Mandeville JA and Nelson CP. Pediatric urolithiasis. Current Opinion in Urology. 2009;19:419-423.
 57. Turna B, Nazlı O. Beden Dışı Şok Dalga İle Taş Kırma (ESWL) Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL). Türk Üroloji Dergisi. 2005; 31(2):229-235.
 58. Baumgartner BR, Steinberg HV, Ambrose SS, Walton KN, Bernardino ME. Sonographic evaluation of renal stones treated by extracorporeal shock-wave lithotripsy. AJR Am J Roentgenol. 1987;149(1):131-135
 59. Ünsal A, Kara C, Bozkurt OF, Bayındır M, Çiçekbilek I. İki taraflı böbrek ve üreterde sistin taşları olan 9 aylık bebekte antegrad perkütan yaklaşım. Turkish Journal of Urology. 2009;35(1):56-60.
 60. Lee WJ, Loh G, Smith AD, et al. Percutaneous extraction of renal stones: experience in 100 patients. Am J Roentgenol. 1985;144(3):457-62.
 61. Rao PP, Desai RM, Sabnis RB, Patel SH, Desai MR. The relative cost-effectiveness of PCNL and ESWL for medium sized (≤ 2 cms) renal calculi in a tertiary care urological referral centre. Indian J Urol. 2001;17:121-123
 62. Ansari MS, Gupta NP, Seth A. Stone fragility: Its therapeutic implications in shock wave lithotripsy of upper urinary tract stones. International Urology and Nephrology. 2003;35:387-392.

63. Canbolat O, Kavutcu M, Biri H. Üriner Sistem Taşlarında ESWL - Eser Element İlişkisinin Araştırılması. Ankara Tıp Mecmuası. 1995;48:391-396.
64. Kılınç İ, Özmen C, Akay H, Uyar A. Üreter Taş Hastalığı Tanısında Ultrasonografi ve Kontrastsız Spiral Bilgisayarlı Tomografi Bulgularının Karşılaştırılması. Dicle Tıp Dergisi. 2007;34(2):82-87.
65. Sandhu C, Anson KM, Patel U. Urinary Tract Stones-Part I: Role of Radiological Imaging in Diagnosis and Treatment Planning. Clinical Radiology.2003;58:415-421.
66. Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. Radiology of the Upper Urinary Tract. <http://www.mdconsult.com/das/book/body/193325874-2/0/1611/45.html> [11/02/09]
67. Yilmaz S, Sindel T, Arslan G. Renal colic: comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. Eur Radiol.1998;8:212-217.
68. Riccabona M. Potential of modern sonographic techniques in paediatric urology. European Journal of Radiology.2002;43:110-121.
69. Park SJ, Yi BH, Lee HK, et al. Evaluation of Patients with Suspected Ureteral Calculi Using Sonography as an Initial Diagnostic Tool: How Can We Improve Diagnostic Accuracy?J Ultrasound Med. 2008;27(10):1441-1450.
70. İnci O. Ürolojide Tanı Yöntemleri Adana: Nobel Tıp Kitabevi; 1996. s.46-52
71. Kane RA, Manco RG.Renal Arterial Calcification Simulating Nephrolithiasis on Sonography. AJR.1983;140:101-104.
72. Hiorns MP. Imaging of urinary tract lithiasis: who, when and how? Pediatr Radiol. 2008; 38 (3):S497-S500.
73. Bansal AD, Hui J, Goldfarb DS. Asymptomatic Nephrolithiasis Detected by Ultrasound. Clin J Am Soc Nephrol.2009; 14:680-684.
74. Akcar N, Ozkan R, Adapınar B, Kaya T. Doppler Sonography in the Diagnosis of Urinary Tract Obstruction by Stone. Clin Ultrasound.2004;32:286-293.

75. Kimme-Smith C, Perrella RR, Kaveggia LP, Cochran S, Grant EG. Detection of renal stones with real-time sonography: effect of transducers and scanning parameters. *Am J Roentgenol.* 1991;157(5):975-980.
76. Jin Park S, Ha Yi B, Kyung H, et al. Evaluation of Patients With Suspected Ureteral Calculi Using Sonography as an Initial Diagnostic Tool How Can We Improve Diagnostic Accuracy? *J Ultrasound Med.* 2008; 27:1441-1450.
77. Killi R, Özbek SS. *Abdomende Doppler Ultrasonografi İzmir: Güven Kitabevi;* 2004 s.165-167.
78. Grosjean R, Sauer B, Guerra RM, et al. Characterization of Human Renal Stones with MDCT: Advantage of Dual Energy and Limitations Due to Respiratory Motion. *AJR.* 2008;190:720-728.
79. Hillman BJ, Drach GW, Tracey P, Gaines JA. Computed tomographic analysis of renal calculi. *Am J Roentgenol.* 1984;142(3):549-52.
80. Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. *Eur Radiol.* 2004;14:2134-2140.
81. Chee Saw K, McAteer JA, Monga AG. Helical CT of Urinary Calculi: Effect of Stone Composition, Stone Size, and Scan Collimation. *AJR.* 2000;175:329-332.
82. Jones JD. Imaging Renal and Ureteral Stones. *WJM.* 1998; 169(5):289-290.
83. Preminger GM, Vieweg J, Leder RA, Nelson RC. Urolithiasis: detection and management with unenhanced spiral CT-A urologic perspective. *Radiology.* 1998;207(2):308-309.
84. Morcos SK, Thomsen HS. *Urogenital Imaging A Problem-Oriented Approach.* West Sussex:John Wiley & Sons;2009.p.195-199.
85. Baert AL. *Encyclopedia of Diagnostic Imaging.* New York:Springer-Verlag Berlin Heidelberg;2008.p.990-993.
86. Tuncel E, *Klinik Radyoloji Ankara: Nobel-Güneş Tıp Kitabevi;*2008 s.152-178.
87. John P. McGahan, Barry B. Goldberg. *Diagnostic ultrasound.* New York: Informa Healthcare; 2008. p.3-28.

88. Dogra VS, Rubens DJ. Ultrasound secrets. Philadelphia: Hanley And Belfus Medical Publishers;2003.p.1-15.
89. Zwiebel WJ, Pellerito JS. Introduction to Vascular Ultrasonography NY:Elsevier; 2006 p. 20-35.
90. Ertürk Ş. M, Bölükbaşı N, Pabuşçu Y 30. Ulusal Radyoloji Kongresi Kurs Kitabı, TRD; Ankara; 2009.s. 297-299.
91. Atmaca NS. Diagnostik Ultrasonografi. Ankara: Tisamat;1989. s.3-15
92. Koparal S. Klinik Sonografi Pratik Klavuz. Ankara: Güneş kitabevi;2010.s.1-24.
93. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. Diagnostic Ultrasound. 2nd ed. St.Louis: Mosby-Year Book, 1999:357-371
94. Temel Radyoloji Fiziği Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005 İzmir: İnan Basım; 2005.s.181-192.
95. Kaya T, Özkan R, Adapınar B. Temel Radyoloji Tekniği Bursa: Motif Matbaa; 1997 s.416- 426.
96. Kahraman AD, Yılmaz N, Çelebi AŞ, ve ark. Üriner Sistem ve Safra kesesi kaküllerinde yanıp-sönme artefaktının renkli doppler ve power doppler sonografi ile değerlendirilmesi. ŞEH Tıp Bülteni. 2004;38(2):25-28.
97. Rahmouni A, Bargoin R, Herment A, Bargoin N, Vasile N. Color Doppler twinkling artifact in hyperechoic regions.Radiology. 1996;199(1):269-271.
98. Darge K, Heidemeier A. Pictorial Essay: US Diagnosis of Urinary Tract Calculi in Children Using the 'Twinkling Sign. British Medical Ultrasound Society. 2006;14 (3):167-173.
99. Conkbayır I, Yanık B, Şenyücel Ç, Hekimoğlu B. Renkli Doppler Ultrasonografide "twinkling" artefaktı. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji.2003; 9:407-410.
100. Tchelepi H, Ralls PW. Color Comet-Tail Artifact: Clinical Applications. AJR. 2009;192:11-18.
101. Özkur A, Dikensoy E, Kervancioglu S, et al. Color Doppler Twinkling Artifact in Intrauterine Fetal Demise. J Clin Ultrasound. 2008;36:153-156.

102. Andrulli S, Turrin A, Bigi MC, et al. Colour Doppler twinkling in kidney stones: artefact or sign? *NDT Plus*.2009; doi: 10.1093/ndtplus/sfp145.
103. Campbell SC, Cullinan JA, Rubens DJ. Slow Flow or No Flow? Color and Power Doppler US Pitfalls in the Abdomen and Pelvis. *Radio Graphics*. 2004; 24:497-506.
104. Aytaç SK, Özcan H. Effect of Color Doppler System on the Twinkling Sign Associated with Urinary Tract Calculi. *J Clin Ultrasound*.1999;27:433-439.
105. Lee JY, Kim SH, Cho JY, Han D. Color and Power Doppler Twinkling Artifacts from Urinary Stones: Clinical Observations and Phantom Studies. *AJR*. 2001;176:1441-1445.
106. Turrin A, Minola P, Costa F, et al. Diagnostic value of colour Doppler twinkling artefact in sites negative for stones on B mode renal sonography. *Urol Res*.2007;35:313-317.
107. Michael Mitterberger, Friedrich Aigner, Leo Pallwein, et al. Sonographic Detection of Renal and Ureteral Stones. Value of the Twinkling Sign. *International Braz J Urol*. 2009;35 (5):532-541.
108. Chelfouh N, Grenier N, Higuieret D, et al. Characterization of Urinary Calculi: InVitro Study of “Twinkling Artifact” Revealed by Color-Flow Sonography. *AJR*.1998;171:1055-1060.
109. Louvet A. Twinkling Artifact In Small Animal Color-Doppler Sonography. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2006;47(4):384-390.
110. Sohn CH, Lee JH, Cho KS. Twinkling Artifact on Color Doppler Ultrasound: Comparison among Various Composition of Stones and Various Central Frequencies of Transducers. *J Korean Soc Med Ultrasound*. 2002;21(3):213-218.

