

**BÖBREK TAŞLARINDA AKUSTİK GÖLGENİN TANISAL DEĞERİ: ÇOK DEDEKTÖRLÜ BT REFERANS ALINARAK DEĞERLENDİRME**  
**THE DIAGNOSTIC VALUE OF THE ACOUSTIC SHADOW OF THE RENAL STONES: MULTIDEDECTOR CT AS A REFERENCE STANDARD**

Şerife ULUSAN\*, Zafer KOÇ\*, Cem HÜRÇAN\*, Fahri TERCAN\*, Sezgin GÜVEL\*\*

\* Başkent Üniversitesi Adana Araştırma ve Eğitim Merkezi Radyoloji Bölümü, ADANA

\*\* Başkent Üniversitesi Adana Araştırma ve Eğitim Merkezi Üroloji Bölümü, ADANA

ABSTRACT

**Introduction:** In this study, we aimed to investigate the relationships between sonographic acoustic shadow and density and, size of renal calculi with multidetector CT as the reference standard.

**Materials and Methods:** Fifty patients with suspected renal stone disease were prospectively examined. Two staff radiologists performed real time sonography and were blinded to each other and two other radiologists evaluated the CT images. For both imaging modality diagnosis of nephrolithiasis were made by certain criteria. Cohen's Kappa test was used to assess interobserver variability. Spearman's rho analysis and chi-square tests were used to assess the relationship between the density and size of the renal stones on non-contrast CT and acoustic shadow on US examination.

**Results:** Eighty seven renal stones were identified in 36 (72%) of all patients on non-contrast CT. Of the 87 stones, the first radiologist diagnosed only 36 stones (41.3%), whereas the second radiologist diagnosed 41 (47.1) stones on US. Strong correlation was found between the density and size of the renal stones on non-contrast CT images ( $p<0.001$ ). Stones larger than 3 mm in diameter and denser than 300 HU on non-contrast CT had acoustic shadows on US examination.

**Conclusion:** This study found a strong correlation between presence of acoustic shadow on US examination and, size and density of renal stones on non-contrast CT examination.

**Key words:** Non-contrast computed tomography, US, renal stone, acoustic shadow

ÖZET

Ultrasonda görünen böbrek taşlarına ait akustik gölgelerin, taşların boyut ve yoğunluğu ile ilgisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Referans tetkik olarak kontrastsız BT kullanılmıştır.

İleriye dönük olarak yapılan çalışmamızda, böbrek taşı şüphesi bulunan 50 hastamızın her iki böbreği, birbirinden habersiz iki radyoloji uzmanı tarafından US ile değerlendirilmiştir. Her iki radyolog arasındaki uyumu belirlemek için Kappa testi uygulanmıştır. Taşların US'deki akustik gölgesi ile BT'deki boyut ve yoğunluğu arasındaki ilişki ise, Spearman korelasyon analizi ve ki-kare istatistik testleri ile araştırılmıştır.

Çalışmamıza dahil olan 50 hastanın 36'sında (%72), kontrastsız BT'de 87 adet taş bulunmuş olup US'de bunların 36'si (%41) birinci, 41'i (%47) ise ikinci radyoloji uzmanı tarafından doğru değerlendirilmiştir. Kontrastsız BT'de ölçülen 3 mm'den büyük ve 300 HU'den yoğun taşların US' de akustik gölge oluşturduğu gözlenmiştir. Taşın kontrastsız BT'deki yoğunluğunun, boyutu ile doğru orantılı olarak arttığı saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Her iki radyoloji uzmanının bulgularının birbirleri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir (sağ böbrek için  $\kappa:0.590$ , sol böbrek için  $\kappa:0.624$ ).

Ultrasonda akustik gölgenin görülüp görülmemesi ile taşın kontrastsız BT'deki boyut ve yoğunluğu arasında güçlü istatistiksel ilişki saptanmıştır ( $p<0,001$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Kontrastsız bilgisayarlı tomografi, US inceleme, böbrek taşı , akustik gölge

GİRİŞ

Böbrek taşlarının %80'i kalsifiye özellikte olup direkt üriner sistem grafilerinde saptanabilir. Ayrıca intravenöz piyelografiler (İVP) ile de böbrek taşlarının varlığı doğrulanabilir<sup>1</sup>. Ürik asit taşları radyolüsen olup İVP'de dolun eksikliği yapmaları ile tanınırlar. Böbrek taşlarının değerlendirilmesinde US'nin vazgeçilmez bir yeri vardır. Özellikle çocuk ve hamile hastalarda iyonizan ışın

vermemesi nedeniyle ilk tercih edilen radyolojik yöntemdir. Yan ağrısı ile başvuran olgularda ayırıcı tanının yapılabilmesi için US (birinci) veya direkt üriner sistem grafilerini takiben ikinci yöntem olarak kullanılır<sup>1,2</sup>. Son yıllarda üriner sistem taşlarını değerlendirmede kontrastsız bilgisayarlı tomografi kullanılmakta olup referans standart olarak kabul edilmektedir.

Dergiyeye Geliş Tarihi: 06.10.2005

Yayına Kabul Tarihi: 03.01.2006

## BÖBREK TAŞLARINDA AKUSTİK GÖLGENİN TANISAL DEĞERİ (The Diagnostic Value of The Acoustic Shadow of The Renal Stones)

Kontrastsız BT ile US, düz grafi, İVP ve nefrotomografiyi karşılaştıran çok sayıda yayın mevcuttur<sup>3-8</sup>. Bu yayınlar içinde US'nin duyarlılık, özgüllük, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerlerini, kontrastsız BT'yi referans standart kabul ederek değerlendiren çalışmalar mevcuttur<sup>9-11</sup>. Bu çalışmaların bir kısmında US'nin doğruluğunu etkileyen en önemli etkenin taşın boyutu olduğu bildirilmiştir<sup>9</sup>. Ultrason incelemeyi sınırlı hale getiren etmenlerden birisi de böbrek taşı olarak kabul edeceğimiz ekojenitelerin kriterleri olduğunu düşünmekteyiz. Böbrek taşlarının pelvikalisiel sistem içinde yer alması ve temiz akustik gölge vermesi önemli tanısal kriterlerdir<sup>9</sup>. Ancak böbrek taşlarının tümünde akustik gölgeyi göstermek çoğu kez mümkün olmamaktadır. Bu güne değin bazı yayınlarda küçük boyutlu böbrek taşlarının akustik gölge vermediği yönünde bilgiler mevcuttur<sup>12</sup>. Ayrıca toplayıcı sistemde yer alan ve taş olmadığı halde akustik gölge oluşturabilen böbrek arteri kalsifikasyonları kolaylıkla yanlış pozitif US değerlendirmelerine neden olabilmektedir<sup>13</sup>.

Bu çalışmanın amacı kontrastsız BT'yi referans standart alarak, US incelemede akustik gölge oluşumuna, böbrek taşlarının boyut ve yoğunluklarının etkisini araştırmaktır.

### GEREÇ ve YÖNTEM

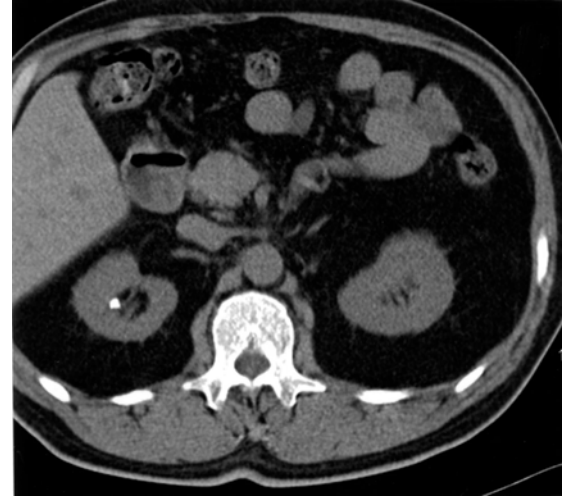
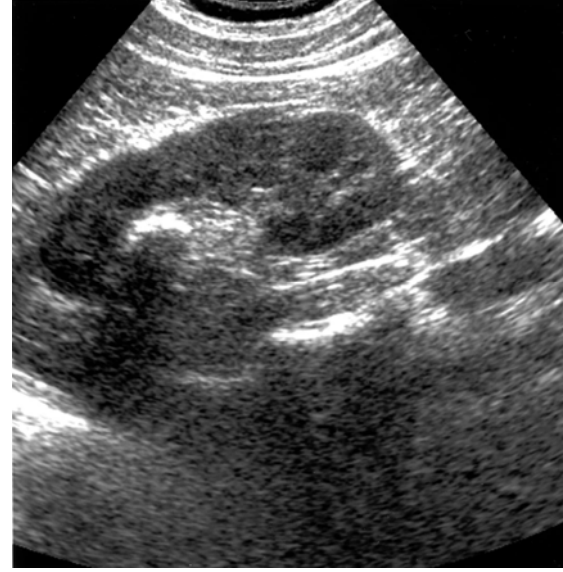
Çalışmamız ileriye dönük özellikli olup üniversitemizin etik kurulu onayı dahilinde gerçekleştirildi. Çalışma grubumuz; akut yan ağrısı, hematüri veya dizüri semptomları olan, ayırıcı tanıda öncelikle üriner sistem taş hastalığı düşünülen olgularıdır.

Olgu sayımız 29'u erkek 21'i kadın olmak üzere 50 idi. Tüm hastalara kendilerine yapılacak işlem hakkında bilgi verilmesini takiben birbirinden habersiz iki radyoloji uzmanı tarafından her iki böbrek US ile değerlendirildi ve en geç 48-72 saat içinde de kontrastsız BT tetkikleri yapıldı. Çalışmaya kendiliğinden taş düşüren olgular dahil edilmedi. Her bir kontrastsız BT, US sonuçlarından haberdar olmayan başka iki radyolog tarafından birlikte değerlendirildi. Çalışmaya üreter ve mesane taşları dahil edilmedi.

Tüm olgulardan 4 kanallı çok dedektörlü BT ile (Sensation 4; Siemens, Erlangen, Germany) supin pozisyonda alt torasik açıklıkla, pubik kemik arasının 6 mm kalınlığında (masa hızı/rotasyon za-

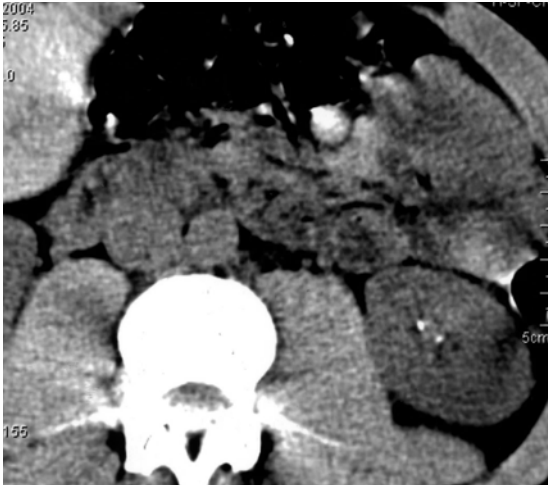
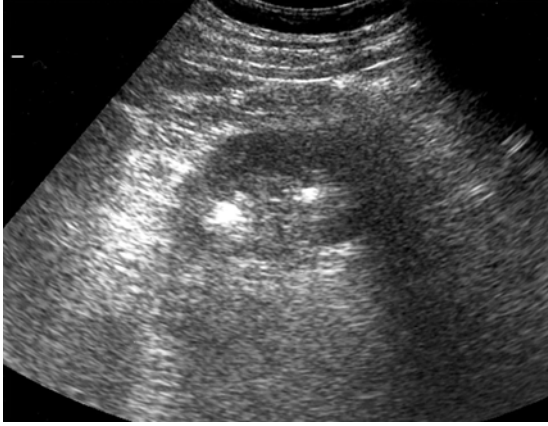
manı: 25/0.5, 5,0 mm kolimasyon ve 120 kV, 155 mA) aksiyel kesitleri elde edildi. Bu görüntüler 1 mm'lik intervallerle rekonstrükte edildi. Elde olunan aksiyel görüntülerden workstation yardımıyla (Wizard; Siemens Erlangen, Germany) multiplanar rekonstrüksiyonlar yapılarak en büyük boyut ve yoğunlukları ölçüldü.

Ultrason incelemede, tüm olgularda Antares (Siemens, Erlangen Germany) US sistemi kullanılarak 2,5-5 MHz arasında otomatik değişiklik yapılabilen konveks prob ile değerlendirme yapıldı.



Resim 1. 42 yaşında erkek olgu (Akustik gölgesi bulunan taşın US ve BT görünümü izlenmektedir.)

Ultrason'da böbrek içi toplayıcı sistemde yer alan akustik gölgesi olan ve olmayan tüm ekojeniteler taş olarak kabul edilirken, kontrastsız BT'de yüksek yoğunluklu yapılar taş olarak kabul edildi (Resim 1 ve 2). Ultrason'da saptanan tüm ekojeniteler sağ ve sol böbreğin anatomik diyagramında, yer, boyut ve akustik gölge belirtilerek işaretlendi. Bu diyagramlar kontrastsız BT verileri ile karşılaştırıldı.



Resim 2. 32 yaşında erkek olgu (Akustik gölgesi bulunmayan taşın US ve BT görünümü izlenmektedir.)

Kontrastsız BT referans standart alınarak US incelemenin duyarlılık, özgüllük, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerleri hesaplandı. Her iki radyolog arasındaki uyumu belirlemek için Kappa testi uygulandı. Kontrastsız BT'de saptanan taşların boyut ve yoğunlukları ile US'de saptanan taşların akustik gölge verip vermemesi arasındaki istatistiksel ilişki Spearman korelasyon analizi ile araştırıldı.

Kontrastsız BT'de taşların boyutları ile yoğunlukları arasında istatistiksel ilişki ki-kare analizleri ile belirlendi.  $p \leq 0,05$  değerleri istatistiksel açıdan anlamlı olarak kabul edildi.

### BULGULAR

Çalışmaya katılan 50 hastanın 36'sında (%72) 87 adet taş saptandı. Olguların 14'ünde taş saptanmazken, 17'sinde birden fazla taş saptandı. Taş saptanan olguların 13'ü kadın, 23'ü erkek olup yaş ortalaması 40'dır (20-71). Seksen yedi taşın, 42'si sağda, 45'i sol böbrekte yer almaktadır. Sağ böbrekteki taşların ortalama boyutu 0.4 cm (0.2-1.2 cm), solda ise 0.5 cm (0.1-2.5) olarak hesaplandı. Bu taşların 36'sını (%41.3) birinci, 41'ini (%47.1) ikinci radyoloji uzmanı US'de doğru olarak saptamıştır.

US'de saptanan ekojenitelerden; birinci radyolog için 23'ünün, ikinci radyolog için 13'ünün kontrastsız BT'de karşılığı bulunamamış olup yanlış pozitif olgular olarak değerlendirildi. Bu yanlış pozitif ekojenitelerden 3'ünün böbrek arter kalsifikasyonu olduğu ve her iki radyoloji uzmanının da bu kalsifikasyonları, akustik gölgesi pozitif ekojeniteler olarak değerlendirdiği anlaşıldı. Diğer saptanan 30 adet yanlış pozitif ekojen odaktan 13'ünde akustik gölge tanımlanırken, 17'sinde akustik gölge tanımlanmadı. 3 mm'den küçük 14,3, 1-5 mm arası 15,5, 1 mm'den büyük 4 adet yanlış pozitif ekojenite belirtildi. Kontrastsız BT incelemelerde böbrek arteri kalsifikasyonları haricinde yanlış pozitifliğe yol açan başka morfolojik veya patolojik görünüm saptanmadı.

Tablo 1'de her iki radyoloji uzmanının US ile böbrek taşlarını belirlemedeki duyarlılık, özgüllük, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerleri güven aralıkları verilerek gösterilmektedir.

İki radyoloji uzmanı arasındaki uyum sağ böbrek için  $\kappa:0.59$  (%95 güven aralığı: 0.34-0.75), sol böbrek için  $\kappa:0.62$  (%95 güven aralığı: 0.41-0.83) olup radyoloji uzmanları arasındaki iyi derecedeki uyumu göstermektedir.

Böbrek taşlarının kontrastsız BT'de ölçülen boyutları ile yoğunlukları arasında doğru orantılı korelasyon saptandı ( $p < 0,001$ ).

Birinci radyolog sağda 22, solda 14, ikinci radyolog sağda 23, solda 18 adet taşı US incelemesinde doğru olarak saptadı. Bu taşlar kontrastsız BT'de

**BÖBREK TAŞLARINDA AKUSTİK GÖLGENİN TANISAL DEĞERİ**  
(The Diagnostic Value of The Acoustic Shadow of The Renal Stones)

de ölçülen yoğunluklarına göre 100 HU altı, 101-300 HU arası ve 301 HU ve üzeri olmak üzere üç gruba ayrıldı. Kontrastsız BT’ de ölçülen taşların boyutları 0,1-3,0 mm, 3,1-5 mm ve 5.1 mm ve üzeri olmak üzere üç gruba ayrıldı. Taşlar, akustik gölgesi olan ve olmayanlar şeklinde boyut ve yoğunluklarına göre (Tablo 2 ve 3) sınıflandırıldı. Taş boyutuna göre yapılan akustik gölge değerlendirmesinde p değerleri (sağ ve sol böbrekte sırasıyla) birinci radyolog için; p: 0,001 ve p: 0,05, ikinci

radyolog için; p<0,001 ve p: 0.002 olarak hesaplandı (Tablo 2). Taş yoğunluklarına göre yapılan akustik gölge değerlendirmesinde p değerleri (sağ ve sol böbrekte sırasıyla) birinci radyolog için p: 0,039 ve p: 0,007, ikinci radyolog için p<0,00 ve p: 0,001 olarak hesaplandı (Tablo 3). Bu tablolardan çıkardığımız sonuç; boyutları 3 mm’den küçük, yoğunluğu ise 300 HU altındaki taşların US incelemede akustik gölge oluşturmadığı yönündedir.

	Duyarlılık (%)		Seçicilik (%)		PÖD (%)		NÖD (%)		Doğruluk (%)
	Değer	95% CI	Değer	95% CI	Değer	95% CI	Değer	95% CI	Değer
Radyolog 1									
Sağ böbrek	66	54-78	73	37-89	82	72-93	52	37-67	67
Sol böbrek	65	45-84	53	40-65	81	69-93	32	19-46	53
Radyolog 2									
Sağ böbrek	67	55-79	76	61-91	85	74-95	54	74-95	77
Sol böbrek	56	44-68	75	57-95	86	75-96	39	25-53	54

PÖD: Pozitif öngörü değeri, NÖD: Negatif öngörü değeri, GA: Güven aralığı

		Radyolog 1			Radyolog 2		
		Akustik gölge			Akustik gölge		
		Toplam	Var	Yok	Toplam	Var	Yok
Sağ böbrek	0,1-3 mm	11	0	11	9	1	8
	3,1-5mm	7	6	1	8	7	1
	>5,1 mm	4	4	0	6	6	0
Sol böbrek	0,1-3 mm	6	0	6	6	0	6
	3,1-5mm	5	5	0	5	4	1
	>5,1 mm	3	3	0	7	6	1

Birinci radyolog için Sağ böbrek r: 0,659, p: 0,001. Sol Böbrek r: 0,520, p: 0,05; İkinci radyolog için Sağ böbrek r: 0,720, p<0,001 Sol Böbrek r: 0,684, p: 0,002

		Radyolog 1			Radyolog 2		
		Akustik gölge			Akustik gölge		
		Toplam	Var	Yok	Toplam	Var	Yok
Sağ böbrek	0-100 HU	9	1	8	7	0	7
	101-300 HU	9	1	8	11	2	9
	>301 HU	4	4	0	5	5	0
Sol böbrek	0-100 HU	4	0	4	6	1	5
	101-300 HU	4	0	4	5	0	5
	>301 HU	6	6	0	7	7	0

Birinci radyolog için sağ böbrek r: 0,443, p: 0,039, sol böbrek r: 0,687, p: 0,007; İkinci radyolog için sağ böbrek r: 0,738, p<0,00, sol böbrek r: 0,724, p: 0,001

## TARTIŞMA

Önemli bir tanısal parametre olan temiz ve kirlili akustik gölgeler ilk defa Sommer ve ark. tarafından 1980 yılında tanımlanmıştır<sup>14</sup>. Temiz akustik gölgeler ses dalgalarını absorbe eden yapıların (taş vb.) arkasında, kirlili akustik gölgeler ise ses dalgalarını yansıtıran (intestinal gazlar vb.) yapıların arkasında izlenirler. Böbrek taşlarının tanımlanmasında temiz akustik gölgeyi göstermek tanımayı destekler. Ancak, bu temiz akustik gölge her zaman gösterilememektedir<sup>12,14-16</sup>. Bazı yayınlarda abdominal gazların temiz akustik gölge oluşturabileceği gibi, taşların da kirlili akustik gölgeler gösterdiğine dair bilgiler mevcuttur<sup>17</sup>.

Ultrasonda kullanılan probun frekansı, foküsü ve gaini akustik gölge oluşumunu etkilemektedir<sup>18</sup>. Proba bağlı bu faktörleri ekarte etmek amacıyla aynı cihazda, hastaya artarda iki radyoloji uzmanının bakması sağlanmıştır ve prob parametrelerinde önemli değişiklik olmamıştır.

Saw ve ark. kontrastsız BT’de taş yoğunluklarının farklı kolimasyonlardaki değerlerini inceleyen çalışmalarında ince kolimasyonlarda aynı taşın yoğunluğu kalın kolimasyonlara göre belirgin artış göstermektedir. Ayrıca özellikle kolimasyonun artışı ile küçük boyut ve yoğunluklu taşları görmenin zorlaştığını tespit etmişlerdir<sup>18</sup>. Bu nedenle tüm olgularımızda kontrastsız BT parametreleri aynı olup tekniğe bağlı değişiklikler engellenmiştir. Çalışmamızda rutin böbrek taşı araştırılan incelemelerde önerilen 5 mm’lik kolimasyon kullanılmıştır<sup>9</sup>. Çalışmamızı, Saw ve ark.’nın çalışmalarından farklı kılan bir diğer özellik ise çok kanallı BT ile böbrek taşlarının boyut ve yoğunluğunun ölçüldüğü ilk araştırma olmasıdır<sup>18</sup>. Diğer spiral BT’lerin iyi nefes tutulamaması ve çözünürlüğünün çok kanallı BT’ye göre az olmasına bağlı olarak çok küçük taşları gösteremeyeceği düşünülebilir. Çok kanallı BT diğer spiral BT’lere göre aynı mesafeleri çok daha hızlı tarayabilmektedir. Bu nedenle, boyut ve yoğunluğu çok küçük olan taşları dahi saptayabilmemizi buna bağlamaktayız.

Rubin ve arkadaşları taşların temiz akustik gölge oluşturmalarını, yaptıkları deneysel çalışmada yüzey şekli ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir<sup>16</sup>. Yüzey pürüzleri arttıkça akustik gölge daha net ve temiz izlenirken, yüzey daha düzgün hale geldikçe akustik gölgenin kirlendiğini tanımlamışlardır. Ancak çalışmamızda, taşların perkütan nef-

rolitotripsi veya düşürülme ile görülmesi ve değerlendirilmesi mümkün olmamıştır.

Kimme –Smith ve ark.<sup>19</sup> 5 mm ve altındaki taşların hem kendisini hem de akustik gölgelerini göstermenin son derece zor olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 3 mm ve daha küçük taşlar ile 300 HU ve daha düşük yoğunluklu taşların akustik gölgeleri US’de gösterilememiştir.

Kontrastsız BT tetkikinde saptadığımız taşların elde edilememiş olması kimyasal analizlerinin de yapılamamasına neden olmuştur. Ancak taşların kimyasal yapısının akustik gölgeyi değiştirmediği yönünde yayınlar mevcuttur<sup>16,17</sup>.

Gould ve ark.<sup>13</sup> vasküler kalsifikasyonlarının US’de akustik gölge vererek böbrek taşlarını taklit edebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde 3 olguda böbrek arter kalsifikasyonları taş olarak değerlendirilmiştir. Vasküler kalsifikasyonlar kontrastsız BT incelemede böbrek arter ve dallarının trasesine uyması ve uzun lineer özellikte olması ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Literatür bilgimize göre bu çalışma kontrastsız BT referans standart alınarak böbrek taşlarının yoğunluk ve boyutlarının US incelemede akustik gölge oluşumuna etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Böbrek taşlarını değerlendirmede US; iyonizan ışın içermemesi, kontrast madde gerektirmemesi, acil şartlarda ulaşılması kolay ve ucuz olması nedeniyle kullanılan bir yöntemdir. Böbrek toplu sistemde US’de saptanan 3 mm ve altı ekojenitelerde, taş ön tanısından uzaklaşmak için akustik gölge izlenmemesinin yeterli bir kriter olmadığını düşünmekteyiz. Bu nedenle, bu ekojenitelerin radyologlarca raporlanmasında ve klinisyenlerce değerlendirilmesinde, duyarlı olunması gerektiği kanısındayız.

## KAYNAKLAR

- 1- **Smith RC, Levine J, Rosenfield AT:** Helical CT of urinary tract stones epidemiology, origin, pathophysiology, diagnosis. *Radiol Clin North Am* 37: 911-52
- 2- **Schreyer HH, Uggowitz MM, Ruppert-Kohlmayr A:** Helical CT of the urinary organs. *Eur Radiol* 12: 575-591, 2002
- 3- **Yılmaz S, Sindel T, Arslan G, et al:** Renal colic: Comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. *Eur Radiol*, 8: 212-217, 1998.
- 4- **Levine JA, Neitlich J, Verga M, Dalrymple N, Smith RC:** Ureteral calculi in patients with flank pain: Correlation of plain radiography with unenhanced helical CT. *Radiology*, 204: 27-31, 1997.

*BÖBREK TAŞLARINDA AKUSTİK GÖLGENİN TANISAL DEĞERİ*  
(*The Diagnostic Value of The Acoustic Shadow of The Renal Stones*)

- 5- **Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, et al:** Acute flank pain: Comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology*, 194: 789-794, 1995.
- 6- **Olcott EW, Sommer FG, Napel S:** Accuracy of detection and measurement of renal calculi: In vitro comparison of three-dimensional spiral CT, radiography and nephrotomography. *Radiology*, 204: 19-25, 1997.
- 7- **Fielding JR, Steele G, Fox LA, Heller H, Loughlin KR:** Spiral computerized tomography in the evaluation of acute flank pain: A replacement for excretory urography. *J Urol*, 157: 2071-2073, 1997.
- 8- **Sourtzis S, Thibeau JF, Damry N, Raslan A, Vandendris M, Bellemans M:** Radiologic investigation of renal colic: Unenhanced helical CT compared with excretory urography. *AJR*, 172: 1491-1494, 1999.
- 9- **Fowler KAB, Locken JA, Duchesne JH, Williamson MR:** US for detecting renal calculi with Nonenhanced CT as a Reference Standard. *Radiology*, 222: 109-13, 2002.
- 10- **Middleton WD, Dodds WJ, Lawson TL, Foley WD:** Renal calculi: Sensitivity for detection with US. *Radiology*, 167: 239-44, 1988.
- 11- **Ather MH, Jafri AH, Sulaiman MN:** Diagnostic accuracy of ultrasonography compared to unenhanced CT for stone and obstruction in patients with renal failure. *BMC Med Imaging*, 29: 2, 2004.
- 12- **King W III, Kime-smith C, Winter J:** Renal stone shadowing an investigation of contributing factors. *Radiology*, 154: 191-196, 1985.
- 13- **Gould RJ, Rochester D, Panella JS:** Sonographic demonstration of renal arterial calcification simulating multiple renal calculi. *Urology*, 25: 330-1, 1985.
- 14- **Sommer FG, Taylor KJW:** Differentiation of acoustic shadowing due to calculi and gas collections. *Radiology*, 135-399, 1980.
- 15- **Suramo I, Paivansalo M, Vuorio P:** Shadowing and reverberation artifacts in abdominal ultrasonography. *Eur J Radiol*, 5: 147-151, 1985.
- 16- **Filly RA, Moss AA, Way IW:** In vitro investigation of gallstone shadowing with ultrasound tomography *JCU*, 7: 255-262, 1979.
- 17- **Rubin JM, Adler RS, Bude RO, Fowlkes JB, Carson PL:** Clean and dirty shadowing at US: A reappraisal *Radiology*, 181: 231-236, 1991.
- 18- **Saw KC, McAteer JA, Monga AG, Chua GT, Lingenman JE, Williams JC Jr:** Helical CT of urinary calculi: Effect of stone composition, stone size and scan collimation. *Am J Roentgenol*. 175: 329-332, 2000.
- 19- **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*, 15: 975-980, 1991.