


# Tavşanlarda Kronik Unilateral Kısmi Üreteral Obstrüksiyonun Diüretik Doppler Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi

## Evaluation of Diuretic Renal Doppler Ultrasonography Findings in Chronic Unilateral Partial Ureteral Obstruction in Rabbits

Mahir KAYA<sup>1</sup>   
Ali BUMIN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Görüntüleme Teknikleri, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

### Öz

Bu deneysel çalışma, kronik unilateral kısmi üreteral obstrüksiyonun (UO) tanısında diüretik kullanımının renal Doppler parametreleri üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Yeni Zellanda Tavşanında (n=10) sol üreter daraltılarak, kısmi UO oluşturuldu. Böbreklerin Doppler ultrasonografik değerlendirilmesi ile preoperatif ve postoperatif 1. ve 4. haftalarda rezistif indeks (RI), RI farkı (RIΔ) ve RI oranı (RIr) elde edildi. Preoperatif sol böbreğin RI değeri ile kıyaslandığında obstruktif (sol) böbreğin RI değerinin, postoperatif 1. haftadaki artışı istatistiksel yönden önemliydi (P = ,04). Diüretik uygulaması sonrasında non-obstruktif (sağ) böbreğin ortalama RI değeri, her iki postoperatif ölçüm zamanında azaldı ve buna bağlı olarak obstruktif ve non-obstruktif böbrek arasında istatistiksel fark belirlendi (P < ,002). Obstruktif böbreğin ortalama RI değerleri, postoperatif hem doğrudan hem de diüretik ölçümlerde 0,70 eşik değerini aşmadı. Postoperatif ölçümlerde diüretik uygulaması, ortalama RIΔ'nı eşik değeri (≥ 0,11) üzerine çıkmasını sağladı ve eşik değeri (≥ 1,1) üzerinde olan ortalama RIr'nı daha da arttırdı. Bu çalışmanın sonuçları, eşik değeri aşmayan tek taraflı yüksek renal RI değerlerinde diüretik uygulamasının, RIΔ'nı ve RIr'yi yükselterek, kronik unilateral kısmi UO'nun tanısız doğruluğunu artırabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doppler ultrasonografi, diüretik, obstruktif üropati, tavşan

### ABSTRACT

The experimental study was conducted to evaluate the effect of furosemide on renal Doppler parameters in the diagnosis of chronic unilateral partial ureteric obstruction. Partial ureteral obstruction (UO) was induced by narrowing the left ureter in New Zealand Rabbits (n=10). Resistive index (RI), RI difference (RIΔ) and RI ratio (RIr) values were obtained by Doppler ultrasonographic (DU) evaluation of the kidneys preoperatively and the 1st and 4th weeks postoperatively. According to the mean RI value of preoperative left kidney, the increase in the mean RI value of the obstructive (left) kidney at the postoperative 1st week was statistically significant (P < ,04). After furosemide administration, the mean RI value of the non-obstructive kidney decreased at both postoperative measurement times, and accordingly, a statistical difference was determined between the obstructive and non-obstructive kidneys (P < ,002). The mean RI values of the postoperative measurement did not exceed the 0.70 threshold for both direct and diuretic measurements. At the postoperative measurement times, diuretic administration caused the mean RIΔ above threshold value (≥ 0.11) and further increased the RIr, which was above the threshold value (≥ 1.1). The results of this study demonstrate that diuretic administration can increase the diagnostic accuracy of chronic unilateral partial UO by increasing RIΔ and RIr in unilateral high renal RI values that do not exceed the threshold value.

**Keywords:** Doppler ultrasonography, diuretic, obstructive uropathy, rabbit

## GİRİŞ

Üriner bölgenin ana patolojilerinden birisi olan üreteral obstrüksiyon (UO), idrar akışının farklı etiyolojik nedenler ile kısıtlanması veya engellenmesi sonucunda üremik krize, böbrek ve üreter yapısında değişime ve böbrek işlevinde kayba neden olabilir. Bu hastalık, yapısal empedans olarak tanımlanan obstruktif üropati ile sonuçlanabilir. Bu empedansın bir sonucu olarak, böbrekte hasara neden olacak pelvikalisial dilatasyon meydana gelir ve bu dilatasyon türü (obstruktif dilatasyon) hidronefroz; obstruktif üropatiden dolayı böbrekte oluşan hasar da obstruktif nefropati olarak adlandırılır. Üreteral obstrüksiyon doğumsal veya edinsel, kısmi

veya tam, unilateral veya bilateral, akut veya kronik, statik veya dinamik ya da intraluminal, intramural veya ektramural olarak sınıflandırılabilir.<sup>2</sup>

Unilateral ve kısmi UO'da kollateral böbreğin işlevi normal ise hastada azotemi oluşmayabilir, hasta sahipleri tarafından renal kolik fark edilemeyebilir ve letarji, anoreksi, kusma, kilo kaybı gibi diğer non-spesifik klinik bulgular da tanı konulması için yetersiz kalabilir. Bundan dolayı evcil hayvanlarda obstruktif üropati sıklıkla kronikleşme eğiliminde olup, tanı konulduğunda özellikle kollateral böbrekte de işlev kaybı varsa, hastanın durumu ciddidir.<sup>3</sup> Bu tür olgularda böbrek morfolojisinin değerlendirilmesi kadar her iki böbreğin işlevinin de bilinmesi önemlidir.

\*Bu makale Mahir Kaya'nın doktora tezinden üretilmiştir.

Geliş Tarihi/Received: 22.11.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 21.12.2022

Yayın Tarihi/Publication Date: 29.12.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Mahir Kaya

E-posta: kayamahir@gmail.com

Atf: Kılıç Erkek Kaya M, Bumin A. Tavşanlarda Kronik Unilateral Kısmi Üreteral Obstrüksiyonun Diüretik Doppler Ultrasonografi ile Değerlendirilmesi. *Vet Sci Pract.* 2022; 17(3), 87-90.

Cite this article: Kaya M, Bumin A. Evaluation of diuretic renal doppler ultrasonography findings in chronic unilateral partial ureteral obstruction in rabbits. *Vet Sci Pract.* 2022; 17(3), 87-90.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Üreteral obstrüksiyonun tanısından farklı görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır: intravenöz pyelografi, antegrad pyelografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, gri-skala ultrasonografi (US), Doppler US.<sup>4,5</sup> Gri-skala ve Doppler US hariç, bu tanı yöntemlerinin ana dezavantajı iyonize radyasyon ve radiokontrast madde kullanılmasıdır.<sup>2</sup> Gri-skala ultrasonografi ile böbrek morfolojisi değerlendirilerek UO tanısı konulabilir. Ancak böbrek korteks kalınlığında değişim yoksa, toplayıcı sistemde dilatasyon görülüyorsa ve/veya akustik gölge vermen obstruktif lezyon saptanmıyorsa, bu görüntüleme yöntemi yetersiz kalır. Diğer taraftan aşırı mesane dolgunluğu gibi bazı fizyolojik durumlarda veya pyelonefritis gibi medikal renal hastalıklarda, obstrüksiyondan bağımsız olarak renal toplayıcı sistemde ve üreterde non-obstruktif dilatasyon belirlenebilir. Bundan dolayı, gri-skala US, özellikle deneyimsiz uygulayıcıları hatalı tanıya sürükleyebilir.<sup>6,7</sup> Sadece böbrek morfolojinin değil, aynı zamanda obstruktif üropatiden dolayı oluşan böbrek perfüzyonundaki değişim de Doppler US ile değerlendirilerek böbrek işlevi hakkında bilgi elde edilebilir.<sup>8</sup> Bu amaç doğrultusunda en yaygın kullanılan Doppler US parametrelerinden birisi de rezistif indekstir (RI).<sup>9</sup>

Bu çalışmada kronik unilateral kısmi UO'nun tanısında diüretik kullanımının RI, RI farkı (RIr) ve RI oranı (RIr) üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Hayvanlar ve Etik Kurul Onayı

Çalışmanın hayvan materyalini, Lalahan Araştırma Enstitüsünden (Lalahan-Ankara) temin edilen Yeni Zellanda ırkı, ortalama 3,25 kg ağırlığındaki sağlıklı, yetişkin 10 erkek tavşan oluşturdu. Tavşanlar 25°C'de, 12 saat karanlık/ışık aydınlatma ortamında ayrı kafeslerde standart yeme ve suya serbest erişimleri sağlanacak şekilde barındırıldı. Bu deneysel çalışma Üniversitesinde Veteriner Fakültesi Etik Kurulunun uygun görmesi ile yapıldı (Tarih: 06 Temmuz 2004, Protokol Numarası: 2004-35).

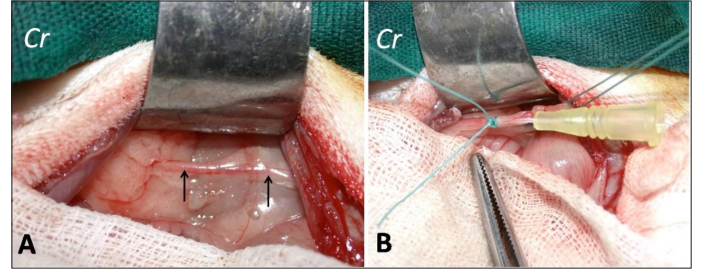
### Kısmi UO'un oluşturulması ve intravenöz pyelografi (İVP) ile doğrulanması

Intramusküler xylazine HCl (20 mg/kg, Alfazine®, EgeVet, Türkiye) ve ketamine HCl (50 mg/kg, Alfamine®, Pfizer, Türkiye) anestezisi altındaki tüm hayvanlara laparotomi yapıldı. Sol üreterin orta kısmı açığa çıkarıldı, lümeni içerisine 24 gauge'lik (0,7 mm) anjiyoket yerleştirildi ve dışarıdan 4-0 emilmeyen iplikle (Polyester, Ti-Cron™, Türkiye) bağlanarak, üreter 0,7 mm'lik çapta daraltıldı ve böylece kısmi UO oluşturuldu (Şekil 1). Anjiyoketin silikon kısmı uzaklaştırıldıktan sonra linea alba, derialtı doku ve deri primer kapatıldı.

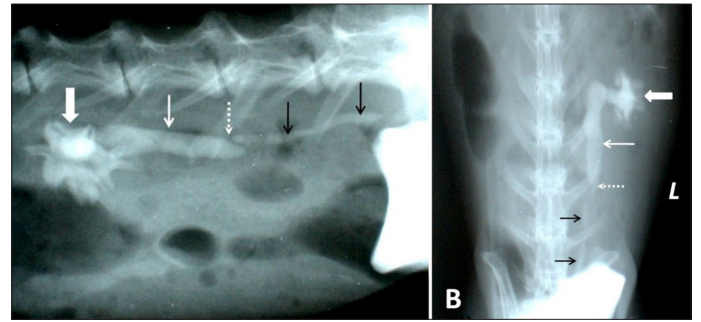
Postoperatif 1. haftada kısmi UO'un varlığını doğrulamak için İVP yapıldı. İyonik kontrast madde (sodyum-meglumin amidotrizoat; Urografin % 76; Schering, Almanya), 880 l/kg dozunda intravenöz yolla uygulandı. Uygulama sonrasındaki 2 saat içerisinde 40 dakikalık periyotlar ile sol lateral (L) ve ventrodorsal (VD) pozisyonda radyogramlar alındı. Unilateral kısmi UO, böbreğin toplayıcı sisteminde ve proksimal üreterde dilatasyonun, obstrüksiyon yerinin ve distal üreterin izlenmesi ile doğrulandı (Şekil 2). Bu 3 kriterle uyan 10 hayvana renal Doppler US yapıldı.

### Doppler US parametrelerin ölçülmesi

Renal Doppler US'de (ESAOTE, AU5 model, Esaote Biomedica, Genova, İtalya) multifrekans (7,5-10 MHz) özelliğine sahip lineer prop kullanıldı. Preoperatif ve postoperatif 1. ve 4. haftalarda yapılan Doppler US incelemelerinde duvar filtresi ve örnekleme aralığı asgari düzeyde tutuldu ve ölçümler 60° ile yapıldı. Postoperatif



**Şekil 1. a, b.** A- Retroperitoneal boşlukta sol üreterin kranialden (Cr) kaudale doğru seyri (oklar). B- Diseke edilen üreter, askıya alındıktan sonra lümenine yerleştirilen anjiyoketin 0,7 mm'lik çapı ölçüsünde dışarıdan uygulanan ligatürle daraltılması.



**Şekil 2. a, b.** İntravenöz ürografi ile unilateral kısmi üreteral obstrüksiyonun doğrulanması. Postoperatif 1. haftada intravenöz ürografinin 120. dakikasında elde edilen sol lateral (A) ve ventrodorsal (B) radyogramlarda böbreğin toplayıcı sisteminde (beyaz kalın ok) ve proksimal üreterde (beyaz ok) dilatasyon izlenmektedir. Üreterdeki obstrüksiyon yeri, kesikli beyaz okla ve normal çaptaki distal üreter ise siyah oklarla gösterilmektedir. L, sol taraf.

ölçüm zamanlarında 1 mg/kg dozunda intravenöz furosemid (Lasix®, Sanofi, Şişli-İstanbul) uygulamasından önce ve sonra duplex Doppler US ile elde edilen spektral örnekler, her iki böbreğin üç farklı yerindeki aa. arcuatae veya aa. interlobares'lerden alındı. Bu arteriyel spektrumdan en yüksek sistolik (PSV) ve en düşük diastolik (EDV) hızlar belirlenerek, RI değeri  $[(PSV - EDV) / PSV]$  elde edildi. RI farkı ( $\Delta$ ) (obstruktif böbreğin RI değeri - non-obstruktif böbreğin RI değeri) ve RI oranı (r) (obstruktif böbreğin RI değeri / non-obstruktif böbreğin RI değeri) hesaplandı. Her böbreğin üç farklı yerinden elde edilen Doppler parametrelerinin ortalaması, istatistiksel değerlendirmede kullanıldı.

Kronik unilateral kısmi UO'un Doppler US tanısında eşik değer olarak RI için  $\geq 0,70$ , RI $\Delta$  için  $\geq 0,11$  ve RIr için  $\geq 1,1$  kabul edildi.<sup>9</sup>

### İstatistiksel Analiz

t-testi ve tekrarlayan ölçümlerle 2-yollu ANOVA Statistical Package for the Social Sciences software 10.0 (IBM Inc, Chicago, IL, USA) kullanılarak ortalama RI değerlerinin tüm ölçüm zamanları arasındaki ve her ölçüm zamanı için obstruktif (sol) ve non-obstruktif (sağ) böbrekler arasındaki fark değerlendirildi.  $P < ,05$  istatistiksel önemde kabul edildi.

### BULGULAR

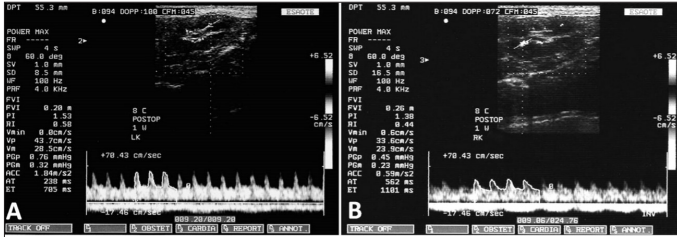
Ölçüm zamanlarına göre ortalama RI, RI $\Delta$  ve RIr değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. Sol ve sağ böbreklerin preoperatif ortalama RI değerleri arasında istatistiksel fark saptanmadı. Preoperatif ortalama RI değerlerine göre postoperatif dönemlerde doğrudan ölçümle elde edilen ortalama RI değeri obstruktif (sol) böbrekte artmasına rağmen, sadece postoperatif 1. haftadaki fark önemliydi (P

Tablo 1. Ölçüm zamanlarına ve diüretik uygulamasına göre Doppler ultrasonografi parametreleri

Parametreler	Böbrek	Preoperatif	Ölçüm zamanları			
			1		4	
			Doğrudan	Diüretik	Doğrudan	Diüretik
RI	L	0,51±0,02	0,62±0,03*	0,59±0,01†	0,59±0,01	0,59±0,01†
	R	0,50±0,02	0,54±0,02	0,44±0,02	0,52±0,01	0,45±0,01
RIΔ		-	0,09±0,02	0,16±0,03	0,07±0,02	0,14±0,02
RIr		-	1,19±0,02	1,34±0,03	1,13±0,02	1,32±0,03

Veriler, ortalama±standart deviasyon olarak sunulmuştur. RI: rezistif indeks, RIΔ: RI farkı, RIr: RI oranı, L: obstruktif (sol) böbrek, R: non-obstruktif (sağ) böbrek.

\*Aynı satırda preoperatif ve postoperatif ortalama RI değerleri arasındaki istatistiksel fark, P < ,04. †Aynı sütunda obstruktif ve non-obstruktif ortalama RI değerleri arasındaki istatistiksel fark, P < ,002.



**Şekil 3. a, b.** A- Retroperitoneal boşlukta sol üreterin kranialden (Cr) kaudale doğru seyri (oklar). B- Diseke edilen üreter, askıya alındıktan sonra lümenine yerleştirilen anjiyoketin 0,7 mm'lik çapı ölçüsünde dışarıdan uygulanan ligatürle daraltılması.

= ,04). Non-obstruktif (sağ) böbreğin preoperatif ile postoperatif dönemlerinde doğrudan ölçümle elde edilen ortalama RI değerleri arasında önemli fark tespit edilmedi. Diüretik uygulaması sonrasında obstruktif böbreğin ortalama RI değerleri değişmezken, non-obstruktif böbreğin ortalama RI değerleri, her iki postoperatif ölçüm zamanında da azaldı ve böylece obstruktif ve non-obstruktif böbreklerin ortalama RI değerleri arasında istatistiksel fark belirlendi ( $P < ,002$ ). Postoperatif dönemlerde diüretik uygulamasına bağlı aynı taraftaki böbreklerin ortalama RI değerleri arasında fark belirlenmedi. Postoperatif dönemlerde obstruktif böbreğin ortalama RI değerleri, hem doğrudan hem de diüretik ölçümlerde 0,70 eşik değerini aşmadı (Şekil 3). Ortalama RIΔ, sadece diüretik uygulaması sonrasındaki postoperatif ölçümlerde 0,11 eşik değerinin üzerine çıkarken, doğrudan ölçümlerde 1,1 eşik değerinin üzerinde ortalama RIr değeri daha da arttı. Postoperatif dönemde doğrudan ve diüretik ölçümler ile elde edilen Doppler parametrelerinde zamana göre değişimin önemli yoktu.

## TARTIŞMA

Böbreğin toplayıcı sisteminde dilatasyon ile ilişkili perfüzyon değişimleri Doppler US kullanılarak değerlendirilebilir. Bu amaçla hem insanlarda hem de hayvanlarda renal hastalıkları değerlendirmek için RI değeri kullanılmaktadır.<sup>10-12</sup> Yüksek renal RI değerleri (> 0.65) şiddetli renal fibrozis ve böbrek işlevinde azalma ile ilişkilidir.<sup>13</sup> İla-veten renal cerrahi öncesinde elde edilen RI değerleri ile böbrek işlevinin geri kazanılabilirliği arasında pozitif korelasyon olduğu da gösterilmiştir.<sup>14</sup> Bu indeks, böbrek hasarı için özel bir belirteçtir hem de böbrek işlevinin prognostik bir indikatördür.<sup>15</sup> Obstruktif üropatinin Doppler US ile değerlendirilmesinde  $\geq 0,7$ , renal RI için eşik değerdir.<sup>16</sup> Yine de obstruktif üropatinin değerlendirilmesinde kullanılan renal RI'nin bazı sınırları vardır: *i-* obstrüksiyondan 6 saat sonra yüksek RI değerlerinin elde edilmesi, *ii-* obstrüksiyonun şiddet derecesi yüksekse veya obstrüksiyon süresi 12 saati aşmışsa 0,7'nin altında renal RI değerlerinin saptanması, *iii-* kısmi UO'da referans aralıkta renal RI değerleri saptanması.<sup>2,4,17,18</sup> Sunulan çalışmada preoperatif değerlere göre her iki postoperatif doğrudan

ölçüm zamanında yüksek RI değerleri elde edilmesine ve 1 haftada istatistiksel fark ( $P < ,04$ ) belirlenmesine rağmen ortalama RI, 0,7 eşik değerini aşmadı. Bununla birlikte postoperatif doğrudan ölçüm zamanlarındaki ortalama RIΔ değerleri, unilateral UO için eşik sınır olarak kabul edilen 0,1 değerinin altındaydı. Obstruktif dilatasyondan non-obstruktif dilatasyona ayrılmakta RIr için eşik değer olarak  $\geq 1,1^{19}$  daha yaygın kullanımına rağmen, Riahi-nezhad ve ark.<sup>20</sup> > 1.08 değerinin % 83 spesifiteye sahip olduğunu bildirmiştir. Sunulan çalışmada postoperatif doğrudan ölçüm zamanlarındaki RIr değerleri 1,13'e eşit veya üzerindedir.

Diüretik uygulamaları, hem non-obstruktif hem de obstruktif böbreğin RI değerini olumlu yönde değiştirdiği ve aynı zamanda kısmi UO'da anlamlı olmayan Doppler US parametrelerini tanınım konmasında kullanılacak düzeye getirebildiği bildirilmiştir.<sup>9,21</sup> Akut<sup>17,18</sup> veya kronik<sup>4</sup> unilateral kısmi UO çalışmalarında diüretik uygulamasının, tanıya olumlu yönde katkıda bulunacak şekilde RIΔ değerini değiştirdiği gösterilmiştir. Sunulan çalışmada postoperatif doğrudan ölçümlerde eşik değerinin altındaki (< 0,1) RIΔ değeri, diüretik uygulamasına bağlı olarak postoperatif hem 1. hem de 4. haftalarda eşik değerin üzerine çıktı. Aynı zamanda diüretik uygulaması, eşik değerin üzerinde olan RIr değerinin daha da yükselmesine neden oldu. Diüretik uygulamasının bu iki değer üzerindeki olumlu etkisi, Yokoyama ve ark.'dan<sup>4</sup> farklı olarak, obstruktif böbrek RI değerlerinde değişime neden olmadan, hem erken kronik (1. hafta) hem de geç kronik (4. hafta) dönemlerde non-obstruktif böbrekteki ortalama RI değerlerini düşürmesinden kaynaklanmaktaydı. Ancak zamana göre diüretik uygulamasının Doppler parametreleri üzerine etkisi olmadı.

Sonuç olarak, unilateral kısmi UO'nun Doppler US değerlendirilmesinde bir tanı kriteri olarak renal RI için 0,7 eşik sınırının tek başına yetersiz kaldığı görüldü. Yine de, tek taraflı yüksek renal RI değerleri belirlenen UO şüpheli olgularda diüretik uygulaması, RIΔ ve RIr değerlerinin eşik değerlerin üzerine çıkmasını sağlayarak, kronik unilateral kısmi UO'nun tanılabilirliğini artırabilir.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için gerekli etik izin, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu'ndan alınmıştır. (Tarih: 06.07.2004, Karar No: PAUHADYEK 2004-35).

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir - M.K., A.B.; Tasarım - M.K., A.B.; Denetleme - M.K., A.B.; Kaynaklar - M.K., A.B.; Malzemeler - M.K., A.B.; Veri Toplanması/veya İşlenmesi - M.K., A.B.; Analiz ve/veya Yorum -; M.K., A.B.; Literatür Taraması - M.K., A.B.; Yazıyı Yazan - M.K., A.B.; Eleştirel İnceleme - M.K., A.B.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.



**Ethics Committee Approval:** This study was approved by the ethical committee of Ankara University Faculty of Veterinary. (Date; 10.02.2022, Decision No: PAUHADYEK-2021/51).

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – M.K., A.B.; Design – M.K., A.B.; Supervision – M.K., A.B.; Resources – M.K., A.B.; Materials – M.K., A.B.; Data Collection and/or Processing – M.K., A.B.; Analysis and/or Interpretation – M.K., A.B.; Literature Search – M.K., A.B.; Writing Manuscript – M.K., A.B.; Critical Review – M.K., A.B.; Other – M.K., A.B.;

**Declaration of Interests:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKLAR

- Apoku, IN, Ayoola OO, Salako AA, Idowu BM. Ultrasound evaluation of obstructive uropathy and its hemodynamic responses in southwest Nigeria. *International Braz J Urol* 2015;41:556-561. [\[Crossref\]](#)
- Hayan F, Bacha R, Farooq MY, et al. Doppler comparison between ureteric obstruction and ureteric jet velocity. *EAS J Radiol Imaging Technol*. 2019;1:106-112. [\[Crossref\]](#)
- Clarke DL. Feline ureteral obstructions part 1: medical management. *J Small Anim Pract*. 2018;59:324-33. [\[Crossref\]](#)
- Yokoyama H, Tsuji Y. Diuretic Doppler ultrasonography in chronic unilateral partial ureteric obstruction in dog. *BJU Int*. 2002;90:100-104. [\[Crossref\]](#)
- Müslümanoğlu AY, Tepeler A. Renal kolik tanısı ve tedavisi. *Marmara Med J*. 2008;21:187-192.
- Lemieux C, Vachon C, Beauchamp G, Dunn ME. Minimal renal pelvis dilatation in cats diagnosed with benign ureteral obstruction by antegrade pyelography: a retrospective study of 82 cases (2012-2018). *J Feline Med Surg*. 2021;23:892-899. [\[Crossref\]](#)
- Clarke DL. Medical and surgical management of ureteral obstructions. *Adv Small Anim Care*. 2021;85-100. [\[Crossref\]](#)
- Ikee R, Kobayashi S, Hemmi N, Imakiire T, Kikuchi Y, Moriya H, Suzuki S, Miura S. Correlation between the resistive index by Doppler ultrasound and kidney function and histology. *Am J Kidney Dis*. 2005;46:603-609. [\[Crossref\]](#)
- Kaya M. The evaluation of renal hemodynamics with Doppler ultrasonography. In: Artis, AS (Ed), Hemodynamics-new diagnostic and therapeutic approaches. 1st ed. InTech, Rijeka, Croatia. 2012;1-30. [\[Crossref\]](#)
- Cruz EG, Broca Garcia BE, Sandoval DM, et al. Renal resistive index as a predictor of acute kidney injury and Mortality in COVID-19 critically ill. *Blood Purif*. 2022;51:309-316. [\[Crossref\]](#)
- WU H, Liu K, Darko IN, et al. Predictive value of renal resistive index for the onset of acute kidney injury and its non-recovery: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Nephrol*. 2020;93:172-186. [\[Crossref\]](#)
- Evangelista GCL, Viana AG, Neves MM, Reis ECC. Resistivity and pulsatility indexes in feline kidney disease: a systematic review. *Vet Radiol Ultrasound*. 2022;63:306-318. [\[Crossref\]](#)
- Halbgewachs C, Domes T. Postobstructive diuresis: Pay close attention to urinary retention. *Can Fam Physician*. 2015;61:137-42.
- Li XD, Wu YP, Wei Y, Chen SH, Zheng QS, Cai H, Xue XY, Xu N. Predictors of recoverability of renal function after pyeloplasty in adults with ureteropelvic junction obstruction. *Urol Int*. 2018;100:209-215. [\[Crossref\]](#)
- Di Nicolo P, Granata A. Renal intraparenchymal resistive index: the ultrasonographic answer to many clinical questions. *J Nephrol*. 2019;32:527-538. [\[Crossref\]](#)
- Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Distinction between obstructive and nonobstructive pyelocaliectasis with duplex Doppler sonography. *Am J Roentgenol*. 1989;153:997-1000. [\[Crossref\]](#)
- Kaya M, Bumin A, Sen Y, Alkan Z. Comparison of Excretory Urography, Ultrasonography-Guided Percutaneous Antegrade Pyelography, and Renal Doppler Ultrasonography in Rabbits with Unilateral Partial Ureteral Obstruction: An Experimental Study. *Kafkas Üni Vet Fak Derg*. 2010;16:735-741. [\[Crossref\]](#)
- Kaya M, Çetinkaya MA. Evaluation of acute partial unilateral obstruction based on the renal venous impedance index in rabbit: an experimental study. *Ankara Univ Vet Fak Derg*. 2022;69:259-264. [\[Crossref\]](#)
- Lim GY, Jang HS, Lee EJ, Lim YS, Jung SE, Park SH. Utility of the resistance index ratio in differentiating obstructive from nonobstructive hydronephrosis in children. *J Clin Ultrasound*. 1999;27:187-193. [\[Crossref\]](#)
- Riahinezhad M, Sarrami AH, Gheisari A, Shafaat O, Merikhi A, Karami M, Farghadani M, Moslehi M. How may Doppler indices help in the differentiation of obstructive from nonobstructive hydronephrosis? *J Res Med Sci*. 2018;23:76. [\[Crossref\]](#)
- Shokeir AA, Nijman RJM, El-Azab M, Provoost AP. Partial ureteral obstruction. Effect of intravenous normal saline and furosemide upon the renal resistive index. *J Urol*. 1997;157:1074-1077. [\[Crossref\]](#)