

**SAĞLIKLI BÖBREKLERDE KORTEKS, MEDULLA, SİNUS HACİMLERİ ve BÖBREK
BOYUTLARI İLE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TESPİTİ**

**Zeynettin KASIRGA
1128202001**

ANATOMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR**

Tez no: 2015 / 14

TEKİRDAĞ-2015

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI BÖBREKLERDE KORTEKS, MEDULLA, SİNUS HACİMLERİ
ve BÖBREK BOYUTLARI İLE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN TESPİTİ**

Zeynettin KASIRGA

1128202001

ANATOMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR

TEKİRDAĞ-2015

KABUL VE ONAY SAYFASI BU SAYFANIN YERİNE KONULACAK

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca gerek eğitimle ilgili gerekse eğitimim dışı konularda, olması gerektiğinden fazla sabır ve samimiyetle rehberlik eden, nitelikli tecrübe ve bilgilerinden istifade ettiğim bu noktaya gelmemde büyük katkıları olan saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans eğitimim sırasında çok büyük katkıları olan bizi akademik hayata entegre etmek için gösterdiği ilgi, alaka ve bilimselliğiyle bize ışık tutan sevgili Dekan Hocam Prof. Dr. Oğuz Aslan ÖZEN'e teşekkür ederim.

Eğitimimin her aşamasında bilgi ve becerilerini, destek ve yardımlarını esirgemeyen karşılaştığımız problemleri soğukkanlılıkla çözen azmi ve kararlılığıyla örnek aldığım değerli hocam Doç. Dr. Ramazan UYGUR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitimim sırasında güler yüzleriyle pozitif enerji saçan birçok şeyi paylaştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Hayatımın her anında sonsuz destekleriyle yanımda olan beni bugünlere getiren babam, annem ve kardeşlerime emek ve sevgileri için sonsuz şükranlarımı sunuyorum. Hayatıma renk katan birlikte gülüp birlikte hüznlendiğim canım eşim Büşra KASIRGA'ya çok teşekkür ederim.

ÖZET

KASIRGA, Z. SAĞLIKLI BÖBREKLERDE KORTEKS, MEDULLA, SİNUS HACİMLERİ ve BÖBREK BOYUTLARI İLE VÜCUT KOMPOZİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİNİN TESPİTİ, NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ANATOMİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ, TEKİRDAĞ, 2015. Böbrek hacmindeki değişiklikler, insan sağlığı açısından çok önemli olan böbrek fonksiyonlarını etkilemektedir. Birçok hastalık durumunda böbrek hacim ve boyutlarında değişiklikler görülmektedir. Böbreklerin sağlıklı değerlendirilebilmesi için normal anatomik değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Çalışmamızda böbrek hacmi ve böbrek boyutları ile yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ) tespit edip, BT görüntüleri üzerinde stereolojik metotla böbreğin korteks, medulla ve sinus renalis'inin hacimlerini ayrı ayrı ölçmemizi sağlayan cavalieri metodunu kullanarak güvenilir veriler elde edip bulunan verileri bu parametrelerle korelasyonu değerlendirildi. Namık Kemal Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'ne başvuran abdominal BT'si çekilen 241 hastaya ait BT görüntüleri çalışmada kullanıldı. Abdominal BT görüntüleri retrospektif olarak incelendi. 106 bayan 135 erkek bireyin böbrekleri kullanıldı.

Çalışmamızda kadınlarda sağ böbrek hacmi 164 cm^3 , sol böbrek ortalama hacmini ise 174 cm^3 olarak bulundu. Erkekler için ise bu değerler sağ böbrek hacmi 169 cm^3 , sol böbrek hacmi 177 cm^3 olarak belirlendi. Her iki grupta da sol böbrek hacmi daha büyük olarak bulundu fakat bu büyüklük istatistiksel olarak anlamlı değildi. Dolayısıyla sağ ve sol böbreğe ait morfolojik ve hacimsel değerlerin anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak yaş ve vücut ağırlığına nazaran, vücut uzunluğunun böbrek hacmi ile daha anlamlı korelasyon gösterdiği saptandı.

Böbrekler üzerine yapılacak olan çalışmalarda diğer ölçüm yöntemlerine göre daha kesin sonuç isteniyor ve korteks, medulla ve renal sinus hacimlerinin ayrı ayrı hesaplanması gerekiyor ise Cavalieri Prensiplerinin kullanılmasının daha faydalı ve doğru olacağı kanısındayız.

ANAHTAR KELİMELER: Böbrek, Korteks, Medulla, BT, Stereoloji

ABSTRACT

KASIRGA, Z. THE CORRELATION BETWEEN CORTEX, MEDULLA, SINUS' VOLUME IN KIDNEYS AND BODY COMPOSITION IN HEALTHY INDIVIDUALS, NAMIK KEMAL UNIVERSITY HEALTH SCIENCES INSTITUTE ANATOMY WARD DISSERTATION, TEKİRDAĞ, 2015. The changes in kidney volume affects the functionality of kidney which plays an important role on human health. It is observed that there are changes in kidney volume and size in case of illness. In order to conduct a robust assessment, it is essential to know normal anatomic levels. In this study, stereotyped kidney volume and size with age, weight and body mass index. Then, we obtained robust data by calculating the volume of cortex, medulla and sinus renalis via using cavalieri method over the BT scan with stereologic method. Finally, we evaluated the correlation between our data and the given data for a healthy kidney. Of two hundred and forty one patient's BT scan, those who have presented with complaints to Namik Kemal University Research and Education Hospital, is used in this study. Those abdominal BT scans have been analyzed retrospectively. Our sample population is comprised by one hundred and six female's and one hundred and thirty five male's kidneys.

In this study, we measured right-kidney volume as 164 cm³ and left-kidney volume as 174 cm³ for females. At the same time, right-kidney volume is 169 cm³ and left-kidney volume 177 cm³ is obtained for males. In both samples, we understand that the left-kidney volume is relatively bigger than the right-kidney volume but it is not statistically significant. Thereby, morphologic and volume difference between the right and the left parts of the kidney is not statistically different. In our study, however, we found that there is a statistical correlation between body height and the kidney volume, as to keep consistent with the literature regarding the age and weight parameters.

We believe that the Cavalieri principle is best to be employed in prospective research on kidneys if there need to be more accurate results and individual calculations on cortex, medulla, and renal sinus separately compared to other calculation methods.

KEY WORDS: Kidney, Cortex, Medulla, CT, Stereology

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
RESİMLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Böbreğin embriyolojisi	2
2.2. Böbreğin anatomisi	3
2.2.1. Böbreğin komşulukları	3
2.2.1.1. Facies anterior	3
2.2.1.2. Facies posterior	4
2.2.1.3. Margo lateralis	4
2.2.1.4. Margo medialis	4
2.2.1.5. Ekstremitas superior	5
2.2.1.6. Ekstremitas inferior	5
2.2.2. Böbreği saran yapılar	5
2.2.2.1. Capsula fibrosa (renal kapsül)	5
2.2.2.2. Capsula adiposa (perirenal yağ kapsülü)	5
2.2.2.3. Fascia renalis (gerota fasyası)	6
2.2.3. Böbreğin yapısı	6
2.2.3.1. Medulla renalis	6
2.2.3.2. Cortex renalis	7
2.2.3.3. Sinus renalis	7
2.2.4. Böbreğin damarları ve sinirleri	7

2.3.	Böbreğin fonksiyonları	8
2.4.	Stereoloji ve cavalieri prensibi	10
2.4.1.	Hata katsayısının hesaplanması	15
2.5.	MRG ve BT görüntüleri kullanılarak cavalieri prensibi ile hacim hesabı ve klinikteki kullanımı	19
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1.	Demografik bilgiler	21
3.2.	Vücut kitle indeksi (VKİ)	26
3.3.	İstatistiksel Yöntemler	27
4.	BULGULAR	28
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	32
7.	KAYNAKLAR	38

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.: Arter

BG: Böbreğin genişliği

BK: Böbreğin kalınlığı

BT: Bilgisayarlı Tomografi

BU: Böreğin uzunluğu

BV: Böbrek volümü

Cm: Santimetre

DM: Diabetes mellitus

DÜSG: Direkt üriner sistem grafisi

GFH: Glomeruler filtrasyon hızı

Gr: Gram

HDL: Yüksek dansiteli lipoprotein

HT: Hipertansiyon

İVP: İntra venöz pyelografi

Kg: Kilogram

KH: Böbreğin korteks volümü

LDL: Düşük dansiteli lipoprotein

MH: Böbreğin medulla volümü

mm: Milimetre

MR: Manyetik rezonans

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

N: Nervus

NAÖC: Noktalı alan ölçüm cetveli

RSH: Böbreğin sinüs renalis volümü

SPSS: Statistical Package for Social Science

SRÖ: Sistemik Rastgele Örneklem

TBH: Total böbrek volümü

USG: Ultrasonografi

V. : Vena

VCI: Vena cava inferior

VKI: Vücut kitle indeksi

VLDL: Çok düşük dansiteli lipoprotein

ŞEKİLLER DİZİNİ

İkinci Bölüm'ün şekilleri

Şekil 2.1. Nokta sayımında kullanılan noktalı alan ölçüm cetveli.(NAÖC)

Şekil 2.2. Noktalı alan ölçüm cetvelinde iki doğrunun kesişim yeri

RESİMLER DİZİNİ

Üçüncü Bölüm'ün resimleri

Resim 3.1. Onis programı üzerinde en ve kalınlık hesaplama

Resim 3.2. ImageJ programında BT kesindeki yapıları renklendirilmiş hali

Resim 3.3. Böbreğin yapılarının imageJ programında farklı renkte gösterilmesi

Resim 3.4. BT kesindeki rastgele yerleştirilmiş noktalı alan ölçüm cetveli

TABLolar DİZİNİ

İkinci Bölüm'ün tabloları

Tablo 2.1. Toplam alan değışkenliği varyansını hesaplamak için kullanılan tablo

Üçüncü Bölüm'ün tabloları

Tablo 3.1. Bireylerde incelenen parametreler

Dördüncü Bölüm'ün tabloları

Tablo 4.1. Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgileri ve böbrek hacim ve boyut ölçüm sonuçları.

Tablo 4.2. BT görüntüleri üzerinde sağ ve sol böbreğin morfolojik ölçümleri.

Tablo 4.3. Böbrek hacim ölçümleri ile kullanılan parametreler arasındaki korelasyon.

Tablo 4.4. Böbrek morfolojik ölçümleri ile kullanılan parametreler arasındaki korelasyon.

GİRİŞ VE AMAÇ

Retroperitoneal yerleşimli olan böbreklerimiz karın arka duvarında columna vertebralis'in her iki yanında bulunur. Torakal 12. ve lumbal 3. vertebra seviyeleri arasında yerleşim gösterir. Sağ böbrek karaciğerin yerleşiminden dolayı sol böbreğe göre daha aşağıda yer alır. Böbrekler yaklaşık olarak 11 cm uzunluğunda, 6 cm genişliğinde, 3 cm kalınlığındadır. Erkeklerde ortalama ağırlığı 150 gr bayanlarda 135 gr'dır. Böbrek hacmindeki değişiklikler böbreğin fonksiyonlarını etkiler ve bu insan sağlığı için önemlidir. Birçok hastalık durumunda böbrek hacimlerinde değişiklik görülmektedir. Bu patolojik değişimlerin sağlıklı değerlendirilebilmesi için normal anatomik değerlerin bilinmesi gerekmektedir. Çalışmamızda böbrek hacmi, uzunluğu, genişliği ve kalınlığı ile yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ) gibi vücut kompozisyonuna ait parametreler arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlandı. Böbreğin total hacmi, korteks, medulla ve sinus renalis hacimlerini BT görüntüleri üzerinde cavalieri prensibi ile ölçüldü. Elde edilen veriler böbrek hacim ve boyut ölçümleri ile vücut kompozisyonuna ait parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

BÖBREĞİN EMBRİYOLOJİSİ

Üriner sistem, embriyonun vücut duvarı boyunca yerleşen, intermediyer mezoderm'den gelişir. Üriner sistemi oluşturacak olan ürogenital kabartı aortun her iki yanında oluşur ve bu kabartı nefrojenik kordon veya kabartı adını alır (Persaud 2002).

Embriyolojik gelişimde birbirini izleyen üç basamakta üriner sistem gelişir. Bunlar sırasıyla pronefroz, mezonefroz ve metanefroz'dur (Şeftalioğlu 1998).

1-Pronefroz: Rudimenter ve nonfonksiyonel olan bu yapı insan embriyosunda oluşan ilk böbrek sistemidir ve dördüncü haftanın başlangıcında ortaya çıkar (Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998).

2-Mezonefroz: İkinci olarak oluşan bu sistem, dördüncü haftanın sonuna doğru, rudimenter yapılar olan pronefrozların kaudalinde büyük bir organ olarak dikkati çeker. Bu yapılar daha iyi gelişmiştir ve kalıcı böbrekler oluşuncaya kadar intermediyer (ara) böbrekler olarak, embriyoda fonksiyon görürler (Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998; Moor 2002; Kayalı 1992).

3-Metanefroz: İnsan embriyosunda 5. hafta başlarında gelişir ve 5 hafta sonra da işlev görmeye başlar. Kalıcı böbrekler üreterik tomurcuk (ureteric bud) ya da metanefrik divertikulum (Metanephric diverticulum) ile intermediyer mezodermin metanefrik mezodermi ya da metanefrik blastem (metanephric blastem) olmak üzere iki farklı kökene sahiptirler. Metanefrik divertikül veya üreter tomurcuğu, üreter, renal pelvis, major ve minor kaliksları ve toplayıcı kanalları meydana getirir. Metanefrik mezoderm (metanefrojenik blastem); nefrojenik kordonun kaudal parçasından köken almaktadır. Böbreğin yapısındaki nefron'lar buradan gelişir (Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998; Moor 2002; Kayalı 1992).

BÖBREĞİN ANATOMİSİ

Columna vertebralis'in her iki yanında karın boşluğunun üst ve arka tarafında yer alır. Böbrekler ekstrapéritonel bağ dokusu içinde uzanırlar (Gövsa Gökmen 2008; Yıldırım 2004; Drake ve ark. 2007; April 1997). Şekil olarak fasulyeye benzeyen böbrekler yetişkin bir bireyde ortalama 130-150 gr ağırlığında, 6 cm genişliğinde, 11 cm uzunluğunda ve 3 cm kalınlığında kırmızı-kahverengimsi renkte bir çift organdır (Aktümsek 2006; Gövsa Gökmen 2008; Dere 2010). Sağ böbreğe göre daha uzun ve ince olan sol böbrek orta hatta daha yakındır (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006). Sağ böbreğin üst ucu T12. vertebra, sol böbreğin üst ucu T11. vertebra seviyesinde olup sağ böbreğin alt ucu L3., sol böbreğin alt ucu L2. vertebra seviyesindedir. Sağ böbrek karaciğer nedeni ile sol böbreğe göre biraz daha aşağıdadır (Aktümsek 2006; Yıldırım 2004). Crista iliaca ile alt uçları arasında yaklaşık olarak 2,5 cm mesafe vardır (Dere 2010). Böbreklerin iki yüzü, iki kenarı ve iki ucu bulunmaktadır. Öne ve dışa bakan yüzüne facies anterior, içe ve arkaya bakan yüzüne facies posterior, konveks dış kenarına margo lateralis konkav iç kenarına margo medialis, üst ucuna extremités süperior alt ucuna extremités inferior adı verilir (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Yıldırım 2004). Böbreğin üst uçları alt uçlarına göre birbirine daha yakındır (Arıncı ve Elhan 2006; Dere 2010).

Böbreğin Komşulukları

Columna vertebralis'e paralel seyreden aorta, sol böbrekten 2,5 cm uzakta yer alır. Sağ böbreğin sol üst ucuna vena cava inferior (VCI) hafifçe dokunur. Plexus coeliacus iki böbrek arasında yer alır. Columna vertebralis'in karın içine doğru yaptığı çıkıntıdan dolayı iç kenarı dış kenarına göre daha önde görülür (Dere 2010).

Facies anterior: Konveks olan böbreğin ön yüzleri öne ve biraz dışa bakar. Sağ ve sol böbrek ön yüz komşulukları birbirinden farklıdır (Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008; Sancak ve Cumhuriyet 2004).

Sağ böbreğin ön yüz komşulukları; üst medialde yer alan küçük bir kısmı gl. suprarenalis dextra tarafından örtülüdür. Ön yüz üst bölümüne ait geniş saha karaciğerin sağ lobu ile komşu olup alt tarafta dışa bakan küçük bir kısmı ise flexura coli dextra ile komşudur. Medialde duodenum'un ikinci parçası olan pars descendes

ile ve medial yüzün alt ucu ince bağırsak kıvrımlarıyla komşuluk yapar. Alt ucu dış tarafta flexura coli dextra ile temas halindedir. İç yan yüzü VCI ile komşuluk yapar. İnce bağırsak ve karaciğer ile komşu alanlar arasında periton bulunurken diğer komşuluklar arasında periton bulunmayıp fascia renalis'e yapışık durumdadır (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Yıldırım 2004).

Sol böbreğin ön yüz komşulukları; üst ucun medial kenarının bir bölümü gl. suprarenalis sinistra ile örtülüdür. Üst kısmın medial tarafı mide, laterali dalak ile, orta kısım hilum renale'den laterale kadar pankreas ile, alt ucun laterali flexura coli sinistra ile, medial bölümü intraperitoneal jejunum kıvrımları ile komşuluk yapar. İncebağırsak kıvrımları, dalak ve mide'nin sol böbreğin ön yüz komşulukları arasında periton bulunurken diğer komşulukları arasında periton bulunmayıp fascia renalis'e yapışık durumdadır (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006; Yıldırım 2004; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008).

Facies posterior: Böbreklerin arka yüz komşulukları benzerdir. Alt 2/3'lük kısmı medialden laterale doğru m. psoas major, m. quadratus lumborum, m. transversus abdominis ile üst kısmı ise diaphragma ile komşudur. Vena, arter ve nervus subcostalis, n. iliohypogastricus, n. ilioinguinalis diaphragma arcılığı ile recessus costodiaphragmaticus'un küçük bir bölümü ile komşuluk yapar. Sağ böbrek karaciğerden dolayı biraz aşağıda olduğu için üst ucu 12. kosta ile komşuluk yaparken sol böbrek 11. ve 12. kotalarla komşuluk yapar (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006; Yıldırım 2004; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008; Dere 2010).

Margo lateralis: Margo medialis'e göre kalın olup arkaya ve yukarı bakan konveks bir kenardır. Sağ böbreğin dış kenarı peritonla karaciğerin sağ lobundan ayrılır. Sol böbreğin dış kenarının üst kısmı peritonla örtülü olup dalak ile komşudur (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008).

Margo medialis: Orta kısmı konkav her iki ucu konveks olan bu kenarın orta kısmında vertikal yönde bulunan yarığa "hilum renale" denir. Hilum renale'de bulunan yapılar önden arkaya doğru v. renalis, a. renalis'in 2-3 dalı, üreter ve a. renalis'in bir dalı bulunur (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008).

Ekstremitas superior: Birbirine daha yakın ve alt ucuna göre daha kalın olan bu uca gl. suprarenalis oturur.

Ekstremitas inferior: Üst uçlara göre ince, daha küçük ve birbirlerinden daha uzakta bulunurlar (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008).

Böbreği Saran Yapılar

Böbreği saran oluşumlar içten dışa doğru capsula fibrosa, capsula adiposa ve fascia renalis (Gerota fasyası) olarak sıralanır.

Capsula fibrosa (renal kapsül): Sağlam kollagen liflerden oluşmuştur. İnce fakat sağlam olan bu kılıfın genişleme yeteneği azdır. Fibröz yapıda olan bu tabaka böbreğe parlaklık verir (Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008). Böbreği saran bu kılıf hilum renale'ye geldiğinde iki yaprağa ayrılır. Dış yaprak hilum renale'de bulunan yapıların üzerine geçerek onların tunica adventita'sı olarak devam eder. İç yaprak hilum renale'den içeri girip papillalar hariç olmak üzere sinus renalis'lerin iç yüzünü örtüp, kalikslerin duvarlarını döşer (Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008). Capsula fibrosa kollagen liflerden yapıldığından ve bu liflerin uzama kabiliyeti sınırlı olduğundan böbreğin bazı hastalıklarında genişleyemez. Capsula fibrosa ve böbrek dokusu arasında tunica subfibrosa denilen ince bir tabaka mevcuttur. Düz kas liflerini içeren bu yapı sinus renalis'in iç yüzünü döşer. Sinus renalis ve papillalar çevresinde kas yoğunluğu artmaktadır. Böbrek dokusuna sıkıca yapışan bu doku capsula fibrosa'ya gevşek olarak yapışmasından dolayı capsula fibrosa böbrekten kolayca sıyrılabilir. Böbrekte basıncın arttığı durumlarda az da olsa capsula fibrosa'nın gerilmesini önler (Arıncı ve Elhan 2006).

Capsula adiposa (Perirenal yağ kapsülü): Capsula fibrosa'yı saran bir yağ tabakasıdır. Bu tabaka ön yüzde yan ve arka yüzlere göre daha incedir. Bu tabaka kişinin şişmanlık durumuna göre değişebilir. Bu yağ dokusu hilum renale'den geçerek sinus renalis'e girer ve burada bulunan oluşumlar arasındaki boşlukları doldurur (Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008).

Fascia renalis (Gerota fasyası): Böbreği ve gl. suprarenalis'i birlikte saran en dış örtüdür. Karın duvarındaki ekstraperitoneal bağ dokusunun (fascia subserosa) yoğunlaşması sonucu oluştuğu kabul edilir (Yıldırım 2004; Gövsa Gökmen 2008). Böbreğin dış kenarında fascia renalis böbreğin ön yüzünden mediale doğru uzanarak diğer böbreğin aynı yaprağı ile birleşen fascia prerenalis ve böbreği arkadan sarak m. psoas major'un fasyası ve fascia prevertebralis ile birleşen fascia retrorenalis denilen iki yaprağa ayrılır. Arka yaprak ön yapraktan daha kalındır. Bu iki yaprak üst kısımda kaynaşarak diyafragma fasyası olarak devam eder. Lateralde fascia transversalis'e tutunur. Aşağıda ise gevşek olarak birleşen yapraklar fascia iliaca ile devam eder (Gövsa Gökmen 2008; Dere 2010; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Arıncı ve Elhan 2006). Fascia renalis'in arkasında corpus adiposum pararenale denilen yağ tabakası bulunur. Böbreği pozisyonunda tutan en önemli oluşumlardan biri fascia renalis'tir (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008). Bununla beraber böbreğin damarları, komşu organların pozisyonu, capsula adiposa ve pararenal yağ tabakası böbreklerin karın arka duvarında uygun pozisyonda bulunmasına yardımcı olan diğer yapılardır (Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008).

Böbreğin Yapısı

Böbrek medulla renalis ve korteks renalis olmak üzere ikiye ayrılır. Orta kısmında bulunup hilum renale'ye açılan böbreğin şekline uygun boşluğa sinus renalis denir (Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008). İdrar yapan oluşumlar cortex renalis'te, toplayıcı kanallar medulla renalis'te bulunur (Arıncı ve Elhan 2006; Sancak ve Cumhuriyet 2004).

Medulla renalis: İdrarın iletilmesinde görevli toplayıcı kanallardan oluşur. Koni şeklindeki koyu kırmızı 8-10 (bazen 18-20) adet pyramis renalis denilen yapılardan oluşur (Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008). Pyramis renalis'lerin taban kısmı böbreğin dış yüzüne tepe kısmı sinus renalis'e bakar (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008). Pyramis renalis'lerin ucuna papilla renalis denir. Her bir calix minor'a 1-3 tane papilla renalis açılır. Bir böbrekte pyramidis renalis sayısı kadar lob bulunur. Bir lob, pyramidis renalis ve onu kuşatan korteks bölümü tarafından oluşur (Arıncı ve Elhan 2006).

Cortex renalis: Papilla renalis'ler dışında pyramis renalis'lerin etrafını saran böbrek dokusudur. İdrar yapımını sağlayan yapılar burada bulunur. İki pyramis renalis arasında kalan kolonlara columna renalis adı verilir (Yıldırım 2004, Arıncı ve Elhan 2006).

Sinus renalis: Hilum renale'nin böbrek içinde devam ettiği boşluğa denir. Burada pelvis renalis'in üst bölümü, calix renalis'ler böbrek damarları ve bu yapıların arasındaki boşlukta yağ dokusu bulunur (Arıncı ve Elhan 2006). 1-3 adet papilla renalis, 1 adet calix minor'a, calix minor'den bir kaç birleşerek calix major'u bunlarda kendi aralarında birleşerek pelvis renalis'i oluştururlar.

Böbreğin damarları ve sinirleri

Böbreğin kanlanması 1. ve 2. lumbal vertebra'lar arasındaki discus intervertebralis seviyesinde aorta'dan ayrılan a. renalis'ler tarafından sağlanır (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Gövsa Gökmen 2008). A. renalis, hilum renale'ye girmeden önce a. suprarenalis inferior ve üreteri besleyen rami ureterici dalını vermektedir. A. renalis hilum renale'de 5 dala ayrılır. Bunlar; a. segmentalis superior, a. segmentalis anterior superior, a. segmentalis anterior inferior, a. segmentalis inferior, a. segmentalis posterior'dur. A. segmentalis'ler sinus renalis'te a. interlobaris dallarına ayrılır ve bu dallar columna renalis'e girip yan tarafta kıvrılarak a. arcuata'yı oluştururlar. A. arcuata'lar birbirleriyle anastomoz yapmazlar. A. arcuata'dan çıkan arterler böbrek lopçukları arasında ilerlediği için a. interlobularis adını alır. A. interlobularis'ten çıkan ince dallar arteriola glomerulus afferens adını alır bu arterler rete capillare glomerulare yumağını oluştururlar. Bu yumaktan arteriola glomerularis efferens çıkar ve v. interlobularis'e açılır. Daha sonra sırasıyla v. arcuata, v. interlobularis, v. segmentalis ve v. renalis'e, v. renalis'te son olarak v. cava inferior'a açılır.

Lenfatikleri nodi aortici'ye drene olur.

N. splanchnicus minor, n. splanchnicus imus ve truncus sympathicus'un lumbal bölümünden sempatik lifleri alır. Parasempatik lifler n. vagus'tan gelir (Drake ve ark. 2007; Arıncı ve Elhan 2006; April 1996; Yıldırım 2004; Sancak ve Cumhuriyet 2004).

BÖBREĞİN FONKSİYONLARI

Böbreklerimiz vücudumuza dışarıdan aldığımız veya vücudumuzda metabolizma sonucu oluşan atıkları arındırma fonksiyonuna sahiptir. Vücut sıvılarının hacim ve bileşimi böbreklerimizin kontrolündedir. Böbreklerin bu düzenleyici görevleri hücrelerin değişik aktiviteleri gerçekleştirebilmeleri için uygun ortamın oluşmasını sağlar. Böbrekler, plazmayı filtre ederek ve filtrattan vücudun ihtiyacına göre maddeleri değişik hızda uzaklaştırırlar. Böylelikle böbrekler bir yandan vücudumuza gerekli maddelerin kana geri dönmesine yardımcı olurken bir yandan da istenmeyen maddeleri idrarla vücuttan dışarı atılmasını sağlarlar.

Böbreklerimizin görevleri;

- Vücuttaki yabancı maddelerin ve metabolik atıkların uzaklaştırılması
- Su ve elektrolit dengesinin düzenlenmesi
- Asit – baz dengesinin düzenlenmesi
- Eritrosit yapımının düzenlenmesi (eritropoetin salgılayarak)
- Arteriyel kan basıncının düzenlenmesi
- Bazı hormonların salgılanması, metabolize edilmesi ve atılması
- Glikoneogenez (uzun süreli açlık esnasında aminoasitlerden glikoz sentezler)

Böbreklerden atılan ürünler;

- Aminoasitlerin yıkımı sonucu oluşan üre
- Kas kreatini
- Nükleik asitlerden oluşan ürik asit
- Hemoglobinin yıkımı sonucu oluşan son ürün bilirubin
- Hormon metabolitleri
- İlaçlar ve besin maddeleri gibi dışarıdan alınan yabancı maddeler.

Böbreğin işlevsel birimi nefrondur. Nefronlar idrar oluşturma yeteneğine sahiptir. Her bir böbrek yaklaşık olarak bir milyon nefrona sahiptir. Böbreklerdeki hastalık sonucu veya normal yaşlanmaya bağlı olarak nefron sayısı azalabilmektedir. Nefronlar, glomerül ve uzun tübüllerden oluşur. Glomerül kandan büyük miktarda sıvının filtre edilmesini sağlayan bir glomerül kapiller yumağından oluşur. Tübüller, filtre edilen sıvının idrara dönüştürüldüğü kanallardır. Glomerül diğer kapiller ağlara

göre daha yüksek basınca sahiptir. Glomerül kapilleri, epitelyum hücreleri ile örtülmüş olup tüm glomerül Bowman kapsülü ile sarılıdır. Glomerül kapillerinde filtre olan sıvı, Bowman kapsülüne oradan da proksimal tübüle geçer. Proksimal tübül böbrek korteksinde yer alır. Proksimal tübüldeki sıvı henle kıvrımına akar. Henle kulpu'ndan sonra makula densa'ya oradan da distal tübüle ve birleştirici tübül ile kortikal toplayıcı tübüle ulaşır. Kortikal toplayıcı kanallar genişleyerek daha büyük kanallar oluşturup, foramina papillaris aracılığıyla böbrek pelvisine boşalırlar (Guyton ve Hall 2007).

STEREOLOJİ VE CAVALIERI PRENSİBİ

Genel anlamda stereoloji, yapıların sayı, uzunluk, alan ve hacim gibi sayısal değerlerini bulmamıza yardımcı yöntem bilimidir. Stereolojik metotlar yapıların iki boyutlu kesit görüntülerini kullanarak, üç boyutlu özelliklerini anlamamızı sağlar. Bu yöntemle subjektif bir değerlendirme sağlanır. Bu değerlendirmeler sonucunda ilgilenilen yapının normal olup olmadığına, uygulanacak tedavinin planlanmasına veya uygulanan tedavinin sonuçlarına yönelik değerlendirmeler yapılır. Görüntüler üzerinde yapılan değerlendirmelerin biyolojik yorumları doğru sonuçlar verir fakat subjektif olmaları nedeniyle nicelik hakkında sınırlı bilgilere ulaşmamızı sağlayabilir. Basit araç ve gereçlerin kullanımı ile düşük maliyetlerle de uygulanabilme imkanı sunan stereolojik metotlar, araştırma laboratuvarları için hazırlanmış bilgisayar destekli stereolojik analiz sistemlerinde de uygulanabilmektedir (Canan ve ark. 2004; Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006).

Cavalieri prensibinin uygulama sahası stereolojik diğer metotlarda olduğu gibi her geçen gün genişlemektedir. Yapıların hacim ve hacim oranı gibi değerleri deneysel çalışmalarda kullanılmaktadır. Bulunan değerler klinikte teşhis ve tedavinin planlanması ve takibinin yapılmasında kullanılmaktadır (Çolakoğlu 2006). Morfometrik çalışmalarda hacim ve hacim oranı gibi değerler yoğun olarak kullanılır. (Noorafshan 2001; Canan ve ark., 2002). Düzenli ya da simetrik bir şekle sahip yapıların (küp, prizma ya da silindir gibi) hacimleri aşağıdaki matematik formülü yardımı ile kolayca hesaplanır.

$$V=t \times a$$

Formüldeki ;

(**V**) nesnenin hacmini,

(**t**) nesnenin yüksekliğini

(**a**) ise nesnenin taban alanını tanımlar.

Düzensiz şekilli yapıların hacimlerini hesaplamak için değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en çok bilineni Arşimet prensibi olarak bilinir. Ölçüm içi

su ile doldurulmuş dereceli bir silindir içine organ veya yapının atılması ve bunun sonucunda dereceli silindirde yükselen su miktarı ile hacmin belirlenmesi ile yapılır. Ölçülecek organ veya yapı, akciğer, böbrek veya dalak gibi kendisiyle ilgili yapılardan kolaylıkla ayrılacak özellikte ise hacim ölçümü Arşimet prensibi ile yapılabilir (Canan ve ark., 2002; Çolakoğlu 2006). Çoğu zaman istenilen hacim ölçümleri Arşimed prensibi ile yapılamaz. Çevrelerindeki yapılarla sıkı bir ilişki halinde olan medulla spinalis'in gri cevheri, kemik iliği ve akciğer kesecikleri gibi yapıların doğrudan hacim ölçümü için Cavalieri prensibi kullanılabilir. (Noorafshan 2001; Canan ve ark., 2002; Çolakoğlu 2006). Deneysel çalışmalarda sıklıkla kullanılan Cavalieri prensibi, son yıllarda klinik uygulamalarda da kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Kesinlik ifade eden ve kişisel taraflılıktan uzak sayısal değerlere ulaşmamızı sağlayan Cavalieri prensibinde elde edilen veriler son derece güvenilir ve tarafsızdır (Diab ve ark., 1998; Glaser ve Glaser, 2000; Roberts ve ark., 2000; Odacı ve ark., 2005).

Bonaventura Francesco Cavalieri, Johannes Kepler'in "Şarap Fıçlarına Dair Yeni Ölçümler" adındaki çalışmasından faydalanarak, Cavalieri prensibi olarak bilinen yöntemi ortaya koymuştur. Düzensiz bir şekle sahip nesnelerin hacmini hesaplamaya yarayacak bir yöntem İtalyan matematikçi Bonaventura Cavalieri tarafından üç asır önce geliştirilmiştir. Cavalieri, düzenli bir geometrik şekle sahip olmayan üç boyutlu nesnelerin hacimlerinin birbirine paralel dilimlere ayrılarak hesaplanabileceğini ortaya koymuştur. Kepler'in çalışmaları, fıçılar belli sayılarda parçalara ayırarak, her bir parçanın hacmini hesaplamaya ve sonra parçaların hacimlerini toplayarak toplam hacme ulaşmak şeklinde özetlenebilir. Bonaventura Cavalieri, kesitleri kullanarak üç boyutlu yapıların hacimlerini ölçen ilk bilim adamlarındandır (Roberts ve ark., 2000; Canan ve ark., 2002; Çolakoğlu 2006). Birbirine paralel ardışık kesitleri elde edilen her yapının hacminin hesaplanmasında Cavalieri prensibi kullanılabilir. MR ya da bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri üzerinde sınırları kesin olarak ayırt edilebilen sert, yumuşak doku ve yapıların sınırladığı boşlukların tamamı için de kullanılabilir (Şahin ve ark., 2003; Odacı ve ark., 2005). Cavalieri prensibinde hacmi hesaplanacak olan yapının eşit aralıklı ve birbirine paralel kesitlerle parçalara ayrılması ve uygulama esnasında taraflılıktan kaçınmak için, ilk kesit rastgele bir noktadan başlayarak eşit kalınlıkta

nesnenin tümünü kapsayacak şekilde, baştan sona kadar alınmalıdır. Böylece yapının her tarafına eşit olasılıkla örnekleme şansı verilir (Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006; Arslan 2007). Cavalieri prensibi ile bir yapının hacmini tarafsız olarak ölçebilmek için yapının bütün kesitlerinin aynı yöne bakan yüzey alanlarının ölçümlerinin toplamı ile kesit kalınlığının çarpılmasına bağlıdır. Bu işlem şu şekilde ifade edilebilir;

$$V = t \times (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \text{ cm}^3$$

Formülde;

(V) yapının toplam hacmini,

(t) ise n sayıdaki ardışık kesitlerin cm cinsinden kesit kalınlığını göstermekte

($a_1 + a_2 + \dots + a_n$) kesit alanlarını ifade eder.

Bu şekilde bize sınırları kesin olarak belirlenebilen mikroskopik ya da makroskopik tüm yapıların hacmini hesaplama imkanı sunmaktadır (Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006; Stereoloji Kurs Notları 2013; Arslan 2007). Görüntülerde ortaya çıkan kesit yüzey alanlarını, bazı yarı otomatik makineler ya da özel yazılıma sahip görüntü analiz sistemleri hesaplayabilmektedirler. Ancak, maliyeti oldukça düşük olan noktalı alan ölçüm cetveli (NAÖC) kullanılarak yapılan ölçümlerin diğer planimetrik ölçümlerden daha kısa sürede ve daha güvenilir sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Kesitlerde ortaya çıkan yüzey alanını hesaplamak için kullanılan noktalı alan ölçüm cetveli, eşit aralıkta noktaların basılı olduğu şeffaf bir asetattir (Garcia ve ark. 2000a; Canan ve ark. 2002; Salu ve ark. 2002; Wulfson ve ark. 2004; Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006; Arslan 2007). Stereolojide en sık kullanılan kesit yüzey alanı hesaplama yöntemi, NAÖC kullanılarak yapılan hesaplama yöntemidir (Clatterbuck ve Sipos 1997; Şahin ve ark. 2001; Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006; Arslan 2007). (ŞEKİL2.1). NAÖC, düzenli olarak sıralanmış (+) şeklindeki işaretlerden oluşur ve iki çizginin kesişmesi ile elde edilen sıfır boyutlu noktayı tanımlamakta kullanılır. İlgilenilen yapının üzerine rastgele olarak atılan NAÖC'nin yapıya isabet eden noktaları sayılarak alan hesaplanır. NAÖC'de noktaları temsil eden (+) işaretleri kullanılır. Cetvelde "nokta"nın tanımına uygun olarak iki doğrunun kesişim yeri, yani (+) işaretinin iki kolunun birleştiği köşe, nokta olarak

kabul edilir (Stereoloji Kurs Notları 2013). (ŞEKİL2.2.). Eşit aralıklarla dizili bu noktaların her biri belli bir alana karşılık gelmektedir. BT ya da MR üzerine rastgele olarak atılan cetvelde noktalar sayılıp aşağıdaki formülde yerine konularak hacim hesaplanır.

$$V = t \times a/p \times (p_1 + p_2 + \dots + p_n) \text{ cm}^3$$

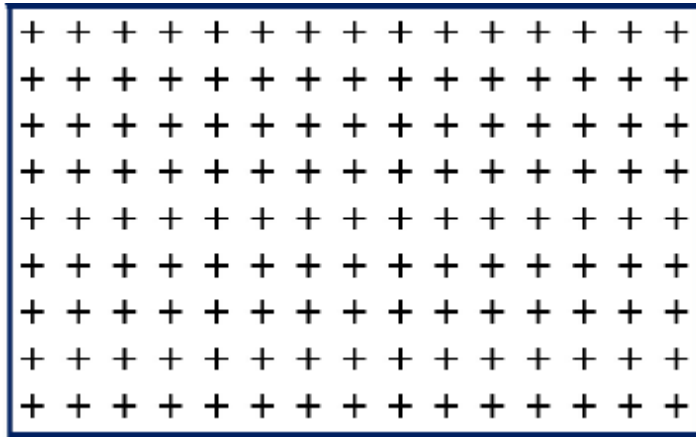
Formüldeki;

(P₁, P₂.....P_n) her bir kesit yüzey alanı için sayılan nokta sayısını,

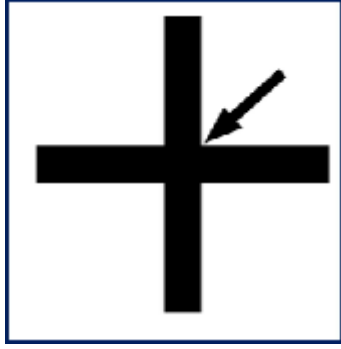
(a/p) noktalı alan ölçüm cetvelindeki her bir noktanın, küçültme veya büyütme oranı da hesaba katılarak elde edilen temsil alanını ifade eder.

(t) kesitlerin ortalama kalınlığı

Kısaca, her bir noktanın temsil ettiği alanın eldeki toplam nokta sayısı ile ve kesitlerin ortalama kalınlığı ile çarpımı sonucunda ilgilenilen nesnenin hacmini hesaplanmış oluruz.



ŞEKİL2.1. Nokta sayımında kullanılan noktalı alan ölçüm cetveli.(NAÖC)



ŞEKİL2.2. Noktalı alan ölçüm cetvelinde iki doğrunun kesişim yeri, (+) işaretinin iki kolunun birleştiği köşe (okla gösterilen) nokta olarak kullanılır

İlgilenilen yapının gerçek hacmini ölçebilmek için büyütme ve küçültme oranlarının da hesaplanması gerekmektedir. Bu durumu basitleştirmek için yukarıdaki formül aşağıdaki gibi şekillendirilmiştir.

$$V = t \times [((SU) \times d) / SL]^2 \times \Sigma P$$

Formüldeki;

(t) ortalama kesit kalınlığını

(SU) görüntü büyütmesini gösteren skalanın temsil ettiği uzunluğu

(d) noktalı alan ölçüm cetvelindeki iki nokta arasındaki mesafeyi

(SL) görüntüdeki skalanın cetvel ya da kumpas ile ölçülen uzunluğunu

(ΣP) ise ilgilenilen yapının kesit yüzey alanları üzerine düşen toplam nokta sayısını ifade etmektedir.

Formülde kullanılacak uzunluk mesafeleri (cm, mm ya da µm) aynı birimden kullanılması gerekmektedir (Odacı ve ark, 2005; Çolakoğlu 2006; Stereoloji Kurs Notları 2013; Arslan 2007).

Kesit yüzey alanı hesaplamalarında kullanılacak olan cetvelin sıklığı önem arz etmektedir. Karmaşık yapılanma gösteren kesit görüntülerinde sık noktalı cetveller, düzgün kenarlı kesit görüntüleri için seyrek noktalı cetveller hata katsayı sınırları içinde kalmak şartıyla kullanılmalıdır (Canan ve ark. 2002; Çolakoğlu 2006).

NAÖC ile yapılan ölçümün doğruluğunu artırmak için, her bir kesit görüntüsü üzerine rastgele olarak üç defa veya daha fazla atılan NAÖC ile yapılan tüm sayımların ortalamasının alınması gerekir (Canan ve ark. 2002; Çolakoğlu 2006).

Hata Katsayısının Hesaplanması

Cavalieri yönteminde, araştırmacı, kesit almak ve nokta saymak sureti ile hesaplamış olduğu hacim değerinin doğruluğunu diğer stereolojik metotlarda olduğu gibi sorgulayabilmektedir.

Elde edilen kesit sayısını ya da kullanılan nokta sıklığının yeterli olup olmadığını sorgulamak amacıyla verilerin hata katsayısı hesaplanıp elde edilen hata katsayısı beklenen değer ise yapılan stereolojik işlemlerin uygun olduğu kararna varılır. %10 ve daha altında elde edilen hata katsayısı yapılan işlemlerin doğru olduğu kararna varılır. Hata katsayısı istenilen değerde çıkmıyorsa istenilen değer elde edilinceye kadar kesit sayısı ve nokta sıklığı değiştirilerek beklenen hata katsayısı elde edilmeye çalışılır (Pakkenberg ve ark. 1989; Garcia ve ark. 2000a; Garcia ve ark. 2000b; Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu, 2006, Stereoloji Kurs Notları 2013).

Gundersen ve Jensen (1987) hata katsayısı hesaplama formülünü geliştirmişlerdir. Şahin ve arkadaşlarının (2003) çalışmasında detayları aktarılan formül ile hata katsayısı hesaplanabilir. Aşağıdaki sıraya göre hata katsayısı hesaplaması üç adımda yapılır;

1. Karmaşıklık (Noise) Değerinin Bulunması: Kesitlere ya da dilimlere ayrılmış olan görüntülerin yüzey alanlarındaki karmaşıklık değerini yansıtan veridir. Aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$Noise = 0.0724 \times (b / \sqrt{a}) \times \sqrt{n \times \sum P}$$

Formüldeki ;

0,0724 rakamı hata katsayısı sabiti

($b\sqrt{a}$) dilimlere ayrılan örneğin kesit görüntülerinde ortaya çıkan ortalama izdüşüm şeklinin sınır karmaşıklığını gösteren bir değerdir. Bu değer, incelenecek yapının kesit izdüşümlerinde ortaya çıkan kenar uzunluğunun, yüzey alanının kareköküne bölünmesi ile elde edilir.

n , kesit sayısını;

ΣP , tüm kesitlerde sayılan toplam nokta sayısını gösterir (Çolakoğlu 2006; Stereoloji Kurs Notları 2013; Arslan 2007).

2. Toplam Alan Değişkenliği (Varyansı, VarSRÖ): Hacmi hesaplanacak olan yapının belli yönde kesitler alınması sonucu elde edilen kesitlerin alanlarındaki değişimi ifade eder. Bu değişimin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.

$$Var_{SRÖ}(\sum_{i=1}^n a) = \left[\left(3 \times \left(\sum_{i=1}^n P_i^2 - Noise \right) \right) - \left(4 \times \left(\sum_{i=1}^n P_i \times P_{i+1} \right) \right) + \left(\sum_{i=1}^n P_i \times P_{i+2} \right) \right] / 12$$

Formüldeki;

$Var_{SRÖ} \sum_{i=1}^n a$, n sayıdaki kesitte ortaya çıkan toplam alan değişimini ifade eder

$\sum P_i^2$, i numaralı kesitte sayılan noktanın karesini ifade eder

$\sum P_i \times P_{i+1}$; i numaralı kesitte sayılan nokta sayısının kendisinden sonraki kesitte sayılan nokta sayısı ile çarpımlarının toplamını ifade eder.

$\sum P_i \times P_{i+2}$ ise; i numaralı kesitte sayılan nokta sayılarının kendilerinden iki kesit sonra gelen kesitte sayılan nokta sayılarının çarpımlarının toplamını ifade eder (Çolakoğlu 2006; Stereoloji Kurs Notları 2013; Arslan 2007).

Bu formül Tablo 2.1.'deki A, B, C, değerlerinin yardımı ile şu şekilde basitleştirilir.

$$Var_{SRÖ}(\sum_{i=1}^n a) = \left[\left(3 \times (A - Noise) \right) - (4 \times B) \right] + C / 12$$

tablodaki;

i ; kesit numarasını,

P ; i numaralı kesitte sayılan nokta sayısını,

Pi x Pi; i numaralı kesitteki toplam nokta sayılarının çarpımını,

Pi x Pi+1; i numaralı kesit ile bir sonraki kesitteki toplam nokta sayılarının çarpımını,

Pi x Pi+2; i numaralı kesit ile iki sonraki kesitte sayılan toplam nokta sayılarının çarpımını,

ΣP; A, B, C sütunlarındaki sayıların toplamını ifade etmektedir. (Çolakoğlu, 2006).

Tablo2.1. Toplam alan değişkenliği varyansını hesaplamak için kullanılan tablo.

Kesit no:i	Pi	Pi x Pi	Pi x Pi+1	Pi x Pi+2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
toplam	=Σp	A=	B=	C=

$$V = t \times [((SU) \times d) / SL]^2 \times \Sigma P = \dots\dots\dots \text{cm}^3$$

3-Toplam Nokta Sayısının (ΣP) Toplam Değişkenliği (Varyansı): Elde edilen iki varyans değeri toplanarak toplam varyans değeri elde edilir ve aşağıdaki formülde yerine konulup hata katsayısı hesaplanır.

$$\text{Toplan Varyans} = \text{Noise} + \text{VarSRÖ}$$

$$HK(\Sigma P) = \frac{\sqrt{\text{Toplam Varyans}}}{\Sigma P}$$

Elde edilen hata katsayısı değeri hesaplamamanın son verisidir ve %10'dan daha küçük olmalıdır. (Stereoloji Kurs Notları 2013). Hata katsayısını etkileyen kesit sayısı ve NAÖC'nin nokta sıklığı değerlerden birini veya gerekirse her ikisini değiştirerek stereolojinin etkinlik prensibi gerçekleştirilmelidir. Hata katsayısı değeri hedeflenen hata katsayısı değerinden büyük ise kesit sayısı veya kullanılan noktalı alan ölçüm cetvelinin nokta sıklığı artırılarak hata katsayısının istenilen değerler arasında tutulması sağlanır. Hata katsayısının hedeflenen değerden çok küçük olduğu durumda gereğinden fazla kesit alındığı veya noktalı alan ölçüm cetvelindeki noktaların gereğinden fazla sık noktalar içerdiği anlaşılır (Çolakoğlu 2006; Stereoloji Kurs Notları 2013; Arslan 2007).

MRG VE BT GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK CAVALIERI PRENSİBİ İLE HACİM HESABI VE KLİNİKTE KULLANIMI

Hekimlerin klinik muayenede yapıların şekli, büyüklüğü ve yerleşimi hakkındaki bilgileri, aldıkları eğitime ve mesleki tecrübeye göre farklılık gösterebilmektedir. Bu yöntemle yeterli bilginin sağlanamadığı durumlarda BT veya diğer görüntüleme yöntemlerinden faydalanılır. Görüntüleme yöntemleri ile organ ve dokuların değerlendirilmesi veya doku ve organdaki enfeksiyon, tümör gibi patolojik durumların tespitinde kolaylık sağlamaktadır (Diab ve ark. 1998; Goh ve ark. 2000; Schinina ve ark. 2001; Odacı ve ark. 2005; Çolakoğlu 2006). Görüntülerin yorumlanmasında hekimin aldığı eğitim ve mesleki tecrübenin etkisi büyüktür. Bu durum görüntülerin değerlendirilmesinde subjektifliğe yol açmakta bu şekildeki değerlendirmeler kişisel taraflılığa açık olabildiğinden stereolojide bu tür değerlendirmeler “tarafli” olarak görülür (Lang ve ark. 1998; Goh ve ark. 2000; Schinina ve ark. 2001; Odacı ve ark. 2005). Teşhise yardımcı olması amacıyla genellikle kullanılan BT ve MRG’nin değerlendirilmesinde kişisel farklılıkların olup olmadığını, değerlendirmelerin kesinlik ifade eden sayısal verilerle ifade edilemeyeceği ve iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu yapı hakkında bilgi edinilmeye çalışılırken hatalardan uzak bir değerlendirmenin yapılıp yapılamayacağı karşımıza çıkan en önemli sorulardır. Son yıllarda yaygın hale gelen Cavalieri prensibi ile, gerçekte üç boyutlu olan her yapının BT ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) teknikleri ile birbirine paralel iki boyutlu görüntüleri alınarak, tarafsız ve etkin bir şekilde hacminin hesaplanabileceği gösterilmiştir (Mazonakis ve ark. 1998; Calmon ve Roberts 2000; Webb ve ark. 1999; Roberts ve ark. 2000; Verstraete ve Lang 2000; Odacı ve ark. 2005).

BT bir X ışını yöntemi olup, vücudu kesitler şeklinde görüntüler. BT’nin avantajları geniş bir görüntü alanının olması, dokular arasındaki farklılıkların belirlenmesi, iyi bir rezolüsyon sağlanması, kişiden kişiye daha fazla değişmemesidir. Ultrasonografi (USG) ve BT, böbrek boyut ve hacmi ölçümünde sık kullanılan güvenilir yöntemler olup birbirlerine bazı üstünlükleri mevcuttur. USG’nin ses dalgalarından oluşan iyonize olmayan ve daha noninvaziv bir yöntem olması avantajı sağlarken, bireye bağımlı olması dezavantajıdır. BT’de fazla sayıda

görüntünün olması hacim ölçümünü daha hassas kılmaktadır (Hwang ve ark. 2011; Muto ve ark. 2011)

BT ve MRG teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte organ veya yapıların hacmi hakkında bilgi veren stereolojik yöntemlerin dışında kalan geometrik ve planimetrik teknikler kullanılmaktadır. Geometrik yöntemlerde yapı elipsoid veya küresel olarak kabul edilip hesaplama yapılır. Bu ön kabuller sonuçların gerçek değerden farklı olmasına yol açacaktır. Planimetrik tekniklerde, kullanılan yöntem ve programların bir kısım ön kabuller içermesi, sonuçların farklı çıkmasına neden olabilmektedir (Fargason ve ark, 1982; Xue ve Albright 1999; Odacı ve ark. 2005). BT ve MRG sistemleriyle elde edilen birbirine paralel kesitler üzerinden, organ veya yapıların hacmi, bir ön kabul gerektirmeksizin tarafsız ve etkin bir biçimde yüksek güvenilirlikte hesaplanabileceği kaynaklarda gösterilmiştir (Diab ve ark. 1998; Mazonakis ve ark, 1998; Odacı ve ark. 2005).

Cavalieri prensibi ile hacim ölçümü için kullanılan noktalı alan ölçüm tekniklerinin, planimetrik tekniklere göre gerçek değere daha yakın sonuçlar verdiği de yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Odacı ve ark. 2005)

GEREÇ VE YÖNTEM

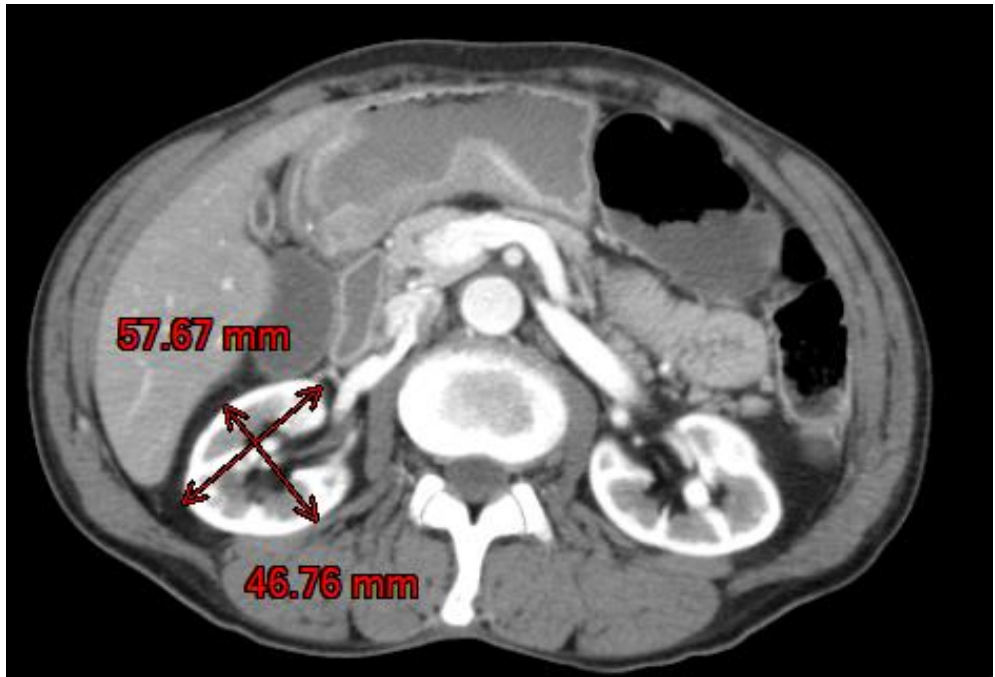
Demografik Bilgiler

Namık Kemal Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi'ne başvuran abdominal BT'si çekilen 241 hastaya ait BT görüntüleri çalışmada kullanıldı. Abdominal BT görüntüleri retrospektif olarak incelendi. Çalışmaya dahil edilen bireylerde incelenen parametreler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo3.1.Bireylerde incelenen parametreler

Yaş:	cinsiyet:	
	Parametreler	
1	Sağ böbrek total hacimi	
2	Sağ böbrek korteks hacmi	
3	Sağ böbrek medulla hacmi	
4	Sağ böbrek sinüsrenalis hacmi	
5	Sağ böbrek boy uzunluğu	
6	Sağ böbrek en(genişlik)	
7	Sağ böbrek kalınlık	
8	Sol böbrek total hacim	
9	Sol böbrek total hacimi	
10	Sol böbrek korteks hacmi	
11	Sol böbrek medulla hacmi	
12	Sol böbrek sinüsrenalis hacmi	
13	Sol böbrek boy uzunluğu	
14	Sol böbrek en(genişlik)	
15	Sol böbrek kalınlık	

Çalışmamıza 17-88 yaş aralığında 106 bayan ve 135 erkek birey katıldı. Radyolog raporlarına ve klinik bulgulara göre böbrek bütünlüğünü ve yapısını bozacak herhangi bir abdominal ve renal patolojiye sahip bireyler çalışma dışı bırakıldı. 241 hastaya ait abdominal BT görüntüleri, ONİS programına aktarılıp burada böbreklere ait uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümleri yapıldı. Sağ ve sol her bir böbreğin uzunluğu, kesit sayısı ile kesit kalınlığının çarpılması sonucu bulundu. Sağ ve sol her bir böbreğin genişlik ve kalınlık ölçümleri ise BT kesitinde yüzey alanı en fazla olan kesit üzerinde, yazılımda bulunan uzunluk ölçme özelliği ile yapıldı. (Resim3.1.)



Resim3.1. Onis programı üzerinde en ve kalınlık hesaplama

Böbrek kortek, medulla ve sinus renalis'e ait hacim ölçümleri Cavalileri prensibi ile yapıldı. Hata katsayısı %5 olarak belirlendi. Abdominal BT görüntüleri ImageJ programına aktarıldı. Burada sağ ve sol böbreklerin korteks, medulla ve sinus renalis alanları farklı renklendirilerek birbirinden ayırt edilmesi sağlandı. (Resim3.2.-Resim3.3.). Renklendirilmiş BT görüntülerinin her bir kesitine noktalı alan cetveli rastgele yerleştirilip böbreğin korteks kısmının hacmini hesaplamak için kesit üzerinde korteks'e denk gelen noktalar sayıldı. (Resim3.4.). Sayım işlemi her bir kesit

için üç defa yapıldı ve bulunan bu noktaların ortalaması alındı. Kesitte kortekse denk gelen işaretin sağ üst köşesi kullanıldı. Korteks sınırının dışındaki diğer noktalar sınıra yakın olsalar bile sayıma dahil edilmedi. Sayım sonrası elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre hazırlanmış bir Microsoft Office Excel hesap tablosu sayfasına girilerek korteks hacim hesaplaması yapıldı. Benzer şekilde her bir böbreğin medulla ve sinus renalis hacim ölçümleri yapıldı. Böbrek korteks, medulla ve sinus renalis hacimleri toplanarak total böbrek hacmi elde edildi.

$$V = t \times [(SU) \times d / SL]^2 \times \Sigma P = \dots\dots\dots \text{cm}^3$$

Formüldeki ;

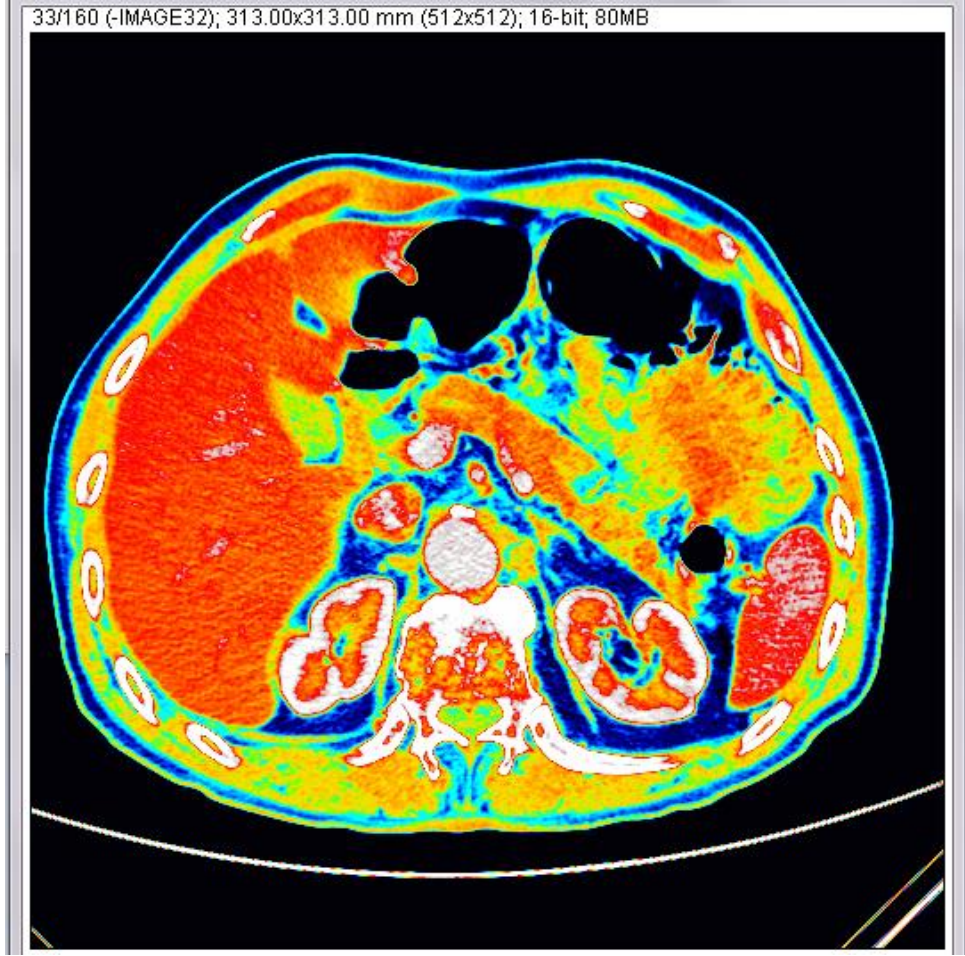
“t” kesit kalınlığını,

“SU” BT görüntülerindeki skalanın gösterdiği uzunluğu,

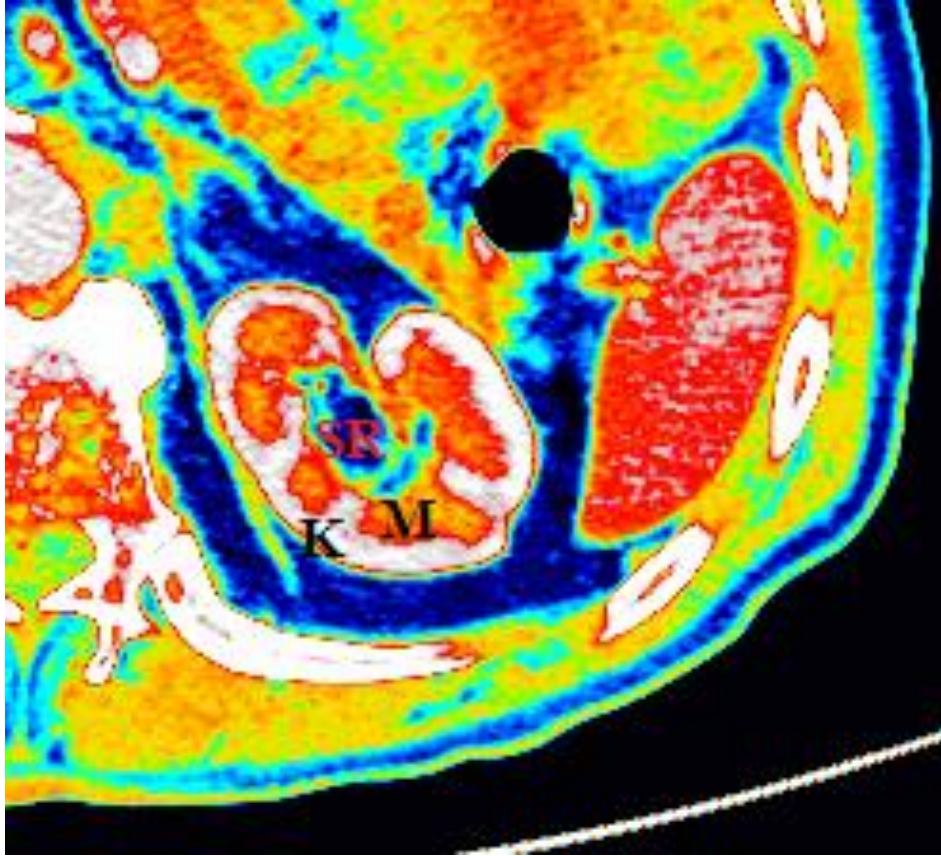
“d” noktalı alan ölçüm cetvelindeki noktalar arasındaki mesafeyi,

“SL” BT görüntülerindeki skalanın uzunluğunu,

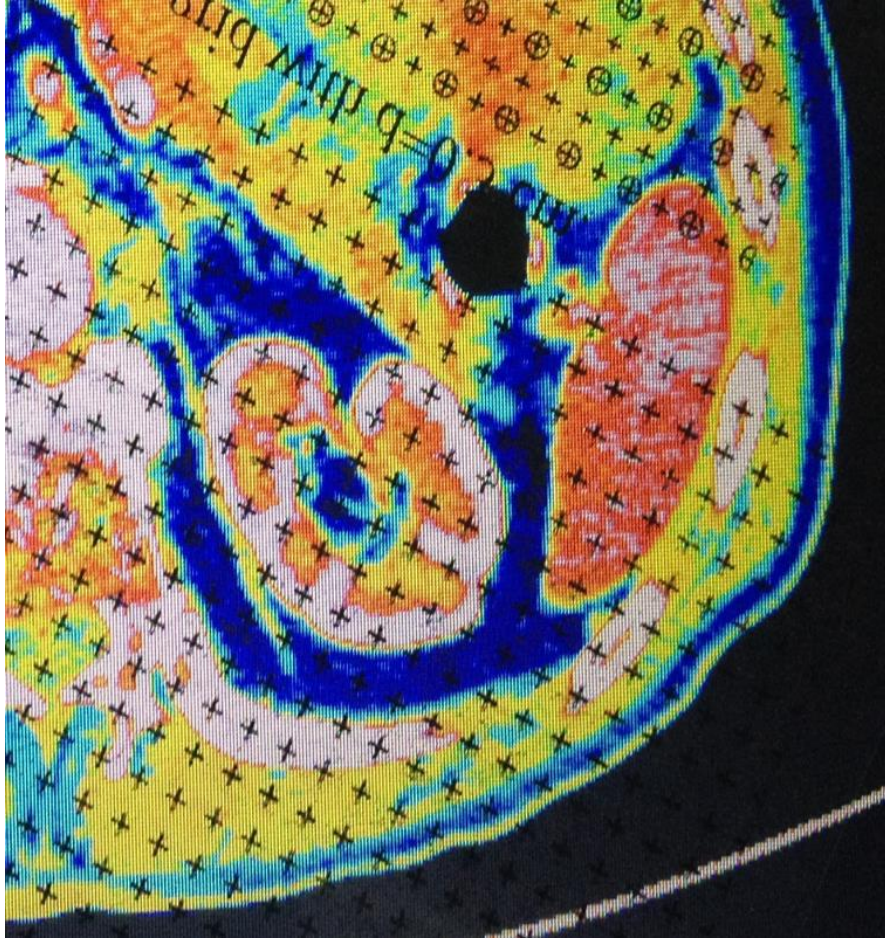
“P” ise her bir seri kesit görüntüsünden elde edilen nokta sayısını göstermektedir.



Resim3.2. ImageJ programında BT kesindeki yapıları renklendirilmiş hali



Resim3.3. Böbreğin K=korteks, M=medulla, SR=sinüs renalis yapılarının görüntüde farklı renkte gösterilmesi



Resim3.4. BT kestindeki böbreğin üzerine rastgele yerleştirilmiş noktalı alan ölçüm cetveli

Vücut Kitle İndeks Ölçümü (VKİ)

VKİ, vücuttaki yağ miktarının iyi bir göstergesi ve obezitenin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir parametredir. VKİ “vücut ağırlığı (kg) / boy uzunluğunun karesi(m²)” denkleminde göre tüm bireyler için hesaplandı. Çalışmaya, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kriterlerine göre normal (18.5-24.9 kg/m²) ve fazla kilolu (25-29.9 kg/m²) olarak tanımlanan gruplar dahil edildi. Obezite, tip 2 diyabet, metabolik sendrom ve hipertansiyon gibi sağlık problemi bulunan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

İstatistiksel Yöntemler

Tüm analizler SPSS 15.0 for Windows istatistik paket programı kullanılarak yapıldı. Tüm değerlerin, ortalama ve standart sapmaları (ortalama \pm SD) hesaplandı. Böbreğin hacim ve boyut ölçümleri ile vücut kompozisyonu arasındaki ilişkisi Pearson korelasyon analiziyle değerlendirildi. İki grup arası değerlendirmelerde student-t test ve gerektiğinde ki-kare testi kullanıldı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

17-88 yaş aralığında 106 bayan 135 erkek bireyin demografik bilgileri ve böbrek hacim ve boyut ölçüm sonuçları Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgileri, böbrek hacim ve boyut ölçüm sonuçları.

	Tüm Grup	Bayan	Erkek	P
n	241	106	135	
Yaş (yıl)	60,2±14,1	52,2±15	63,5±12,1	<0.001
Boy (cm)	169±13,9	162±0,6	171±0,9	<0.001
Kilo (kg)	72,3±8,4	71,9±8,3	72,6±8,5	AD
VKİ	26,2±2,3	27,1±2,4	24,8±2,5	<0.001
TBH	172±39	169±40	173±39	AD
MH	62±18	66±20	61±18	AD
KH (cm ³)	97,6±24	92,7±23	99,6±24	AD
RSH	12±2,9	10,2±2,5	12,7±4,3	0.014
BU (cm)	11,06±1,1	11,07±0,9	11,05±1,2	AD
BK (cm)	5,2±0,7	5,3±0,84	5,2±0,69	AD
BG (cm)	6,2±0,8	6,04±0,74	6,3±0,81	AD

Değerler Ortalama ± Standart sapma, P değeri kadın ve erkek grupları arası karşılaştırmaya, VKİ (Vücut kitle indeksi), Total böbrek hacmi (TBH), Medulla hacmi (MH), Korteks hacmi (KH), Renal sinus hacmi (RSH), Böbrek uzunluğu (BU), Böbrek kalınlığı (BK), Böbrek genişliği (BG).

Tablo (4.1.)’e göre erkeklerin yaş ve boy uzunluklarının ortalaması, bayanlara oranla daha fazladır. Vücut ağırlıkları ortalaması ise her iki cinsiyette de birbirine yakın değerlerdedir. VKİ ortalaması bayanlarda daha yüksek olarak bulunmuştur. Böbreklerin total hacmi, korteks hacmi, renal sinus hacmi ve böbrek genişliğinin ortalamalarının erkeklerde bayanlara oranla daha büyük olduğu tespit edildi. Renal sinus hacim ortalamaları dışında bu büyüklük istatistiksel olarak anlamlı bulunamadı.

Tablo 4.2. BT görüntüleri üzerinde sağ ve sol böbreğin morfolojik ölçümleri.

	Tüm bireyler		Bayanlar		Erkekler	
	Sağ böbrek	Sol böbrek	Sağ böbrek	Sol böbrek	Sağ böbrek	Sol böbrek
n	241		106		135	
TBH (cm ³)	167,8±37	176,1±29,8	164,2±22,4	174±30,1	169,2±24,2	177±27,8
MH (cm ³)	59,6±10,1	65,1±11,9	62,1±13,7	69,9±16,8	58,8±10,5	63,2±13,6
KH (cm ³)	97,6±14,8	97,5±16,7	92,5±20,2	93±28,4	99,7±15,8	99,4±18,1
RSH (cm ³)	10,5±2,7	13,4±3,2	8,9±2,3	11,4±2,4	11,2±2,7	14,2±3,3
BU (cm)	10,9±1,5	11,1±1,2	10,8±0,9	11,2±0,8	10,9±1,2	11,1±1,3
BK (cm)	5,1±0,7	5,4±0,6	5,2±0,6	5,4±0,8	5,07±0,7	5,4±0,6
BG (cm)	6,2±0,7	6,1±0,8	6,1±0,7	5,9±0,4	6,3±0,6	6,2±0,7

Değerler Ortalama ± Standart sapma, VKİ (Vücut kitle), Total böbrek hacmi (TBH), Medulla hacmi (MH), Korteks hacmi (KH), Renal sinus hacmi (RSH), Böbrek uzunluğu (BU), Böbrek kalınlığı (BK), Böbrek genişliği (BG).

Tüm bireylerde sağ ve sol böbrekler, morfolojik ve hacimsel ölçümler açısından değerlendirildi. Sol böbreğin total hacmi, medulla hacmi, sinus renalis hacmi, böbreğin uzunluğu ve kalınlığı sağ böbrekten daha büyük olarak bulundu. Bu parametrelerden sinus renalis hacmi (p=0,005) ve böbrek kalınlığı (p=0,007) değerlerindeki büyüklük istatistiksel olarak da desteklenmektedir. Diğer parametrelerdeki büyüklükler ise istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla sağ ve sol böbreğe ait morfolojik ve hacimsel değerlerden sinus renalis hacmi ve böbrek kalınlığı dışındaki diğer parametreler arasında farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Erkek bireylerde sol böbreğin total hacmi, medulla hacmi, sinus renalis hacmi, böbreğin uzunluğu ve kalınlığı sağ böbrekten daha büyük olarak bulundu. Bu parametrelerden sinus renalis hacmi (p=0,018) ve böbrek kalınlığı (p=0,008)

değerlerindeki büyüklük istatistiksel olarak da desteklenmektedir. Diğer parametrelerdeki büyüklükler ise istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla erkek bireylerin sinus renalis hacmi ve böbrek kalınlığı dışındaki diğer parametreler açısından sağ ve sol böbrekleri arasında morfolojik ve hacimsel değerler açısından farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Bayanlarda sol böbreğin total hacmi, medulla hacmi, korteks hacmi, sinus renalis hacmi, uzunluğu ve kalınlığının sağ böbrekten daha büyük olduğu tespit edildi. Fakat bu büyüklük istatistiksel olarak da anlamlı değildir. Dolayısıyla bayanlarda sağ ve sol böbreğe ait morfolojik ve hacimsel değerler arasında farkın olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.3. Böbrek hacim ölçümleri ile kullanılan parametreler arasındaki korelasyon.

Parametreler	<u>TBH</u>		<u>KH</u>		<u>MH</u>		<u>SRH</u>	
	p	R	p	r	p	r	p	r
Yaş (yıl)	AD		0,017	-0,209	AD		0,001	0,293
Boy (cm)	0,001	0,386	<0001	0,307	AD		AD	
Kilo (kg)	<0001	0,284	<0001	0,509	<0001	0,441	0,004	0,256
VKI (kg/m ²)	<0001	0,298	0,001	0,304	<0001	0,348	0,014	0,219
BU (cm)	<0001	0,584	<0001	0,588	<0001	0,384	0,012	0,213
BG (cm)	<0001	0,433	<0001	0,426	<0001	0,346	AD	
BK (cm)	<0001	0,547	<0001	0,417	<0001	0,480	<0001	0,414

r: korelasyon katsayı değeri, p: value is the probability. AD: Anlamlı değil (p>0.05).

Yaş ile korteks hacmi arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilirken, sinus renalis hacmi ile ise pozitif yönde bir ilişki tespit edildi. Vücut uzunluğu ile total

hacim ve korteks hacmi arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. Vücut ağırlığı ve VKİ'nin ise tüm böbrek hacim ölçümleri ile pozitif yönde bir ilişki olduğu tespit edildi. Böbreğe ait morfolojik değerler ile böbrek hacim ölçümleri arasındaki ilişki incelendi. Total böbrek hacmi ile böbrek uzunluğu arasında ($r = <0001$, $p = 0,584$), korteks hacmi ile böbrek uzunluğu arasında ($r = <0001$, $p = 0,588$), medulla hacmi ile böbrek kalınlığı arasında ($r = <0001$, $p = 0,480$) ve sinus renalis hacmi ile böbrek kalınlığı arasında ($r = <0001$, $p = 0,414$) daha iyi ilişki olduğu tespit edildi (Tablo 4.3.).

Tablo 4.4. Böbrek morfolojik ölçümleri ile kullanılan parametreler arasındaki korelasyon.

Parametreler	<u>BU</u>		<u>BK</u>		<u>BG</u>	
	p	r	p	r	p	r
Yaş (yıl)	0,008	0,235	0,006	0,244	0,009	0,230
Boy (cm)	<0,0001	0,355	0,002	0,268	AD	
Kilo (kg)	AD		0,029	0,194	AD	
VKİ(kg/m ²)	0,012	0,224	AD		0,048	0,177

Yaş ile böbrek uzunluğu, kalınlığı ve genişliği arasında pozitif yönde bir ilişki tespit edildi. Vücut uzunluğu ile böbrek uzunluğu arasında en iyi korelasyonun olduğu görüldü. Vücut ağırlığı ile böbrek kalınlığı arasında zayıf derecede bir korelasyon varken, böbrek uzunluğu ve genişliği arasında ilişki bulunamadı. VKİ ile böbrek kalınlığı arasında bir korelasyon görülmezken, böbrek uzunluğu ve kalınlığı arasında zayıf derecede bir korelasyonun olduğu görüldü (Tablo 4.4.).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Böbrek hacim ve boyutunda meydana gelecek değişiklikler hem yaşam kalitesi açısından hem de klinik tanı ve tedavi açısından önemlidir. Hiperplazi, hipoplazi, böbrek kistleri ve uygulanan bazı ilaçlar ile çeşitli patolojik etkenler böbrek hacim ve boyutunda değişikliğe sebep olabilir. Böbrek boyutu gerek nefron kitlesini göstermesi gerekse de böbrek fonksiyon değerlendirilmesinde güvenilir bir parametredir (Hwang ve ark. 2011; Giral ve ark. 2005). Böbreğin yapısal özelliklerini oluşturan nefron kitlesi ve böbrek boyutu, yaşın ilerlemesi ile birlikte böbrekte görülen patolojilerin gelişiminde önemli faktörlerdir (Brenner ve ark. 1988; Barker ve ark. 1989; Barker ve ark. 1990). Bu nedenlerden dolayı böbreklerin hacimsel ve morfometrik boyutlarındaki patolojik değişiklikleri belirlemek için öncelikle normal anatomik değerlerin iyi bilinmesi gerekir. Patolojik değişikliğin anlaşılabilmesi için organ hacim ve boyutlarındaki normal ranjların elde olması gerekir. Biz bu çalışmamızda, sağlıklı popülasyonda böbrek hacim ve boyutlarını ve bunların vücut kompozisyonu ile ilişkisini incelemeyi amaçladık.

Organların hacimsel ve boyutsal ölçümleri birçok radyolojik görüntüleme yöntemi ile yapılabilmektedir. Kullanılan bu yöntemlerin birbirlerine göre bazı üstünlükleri vardır. Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), en basit üroradyolojik yöntem olup, üriner sistem incelenmesinde kullanılan ilk yöntemdir. DÜSG, kalsiyum fosfat, kalsiyum oksalat ve magnezyum-amonyum fosfat gibi radyopak taşlarının tanısında önemlidir. İntravenöz pyelografi (İVP), kontrast maddenin tamamına yakınının böbreklerden atılıyor olması nedeniyle tüm üriner sistemin değerlendirilmesinde kullanılan çok değerli bir yöntemdir. Böbrekler hakkında hem morfolojik hem de fonksiyonel bilgi sağlar. USG noninvaziv, iyonize radyasyon kullanılmaması, kolay uygulanabilir olması ve diğer yöntemlere göre nispeten ucuz olması gibi avantajlara sahip olmasının yanı sıra uygulayıcıya bağımlı olması gibi dezavantajına da sahiptir. Renal USG, özellikle renal yetmezliğin etiyojisini aydınlatmada böbrek boyut, şekil ve parankim kalınlıkları hakkında önemli bilgiler vermektedir. Ayrıca basit kistin komplike kist ve solid kitlelerden ayırımında da kullanılan bir yöntemdir. BT, geniş bir görüntü alanına sahip olması, dokular arası farklılıkların belirlenmesi, iyi bir rezolüsyon sağlaması, kişiye bağımlı olmaması gibi

önemli avantajlara sahiptir. Ayrıca çoğunlukla tümör ve kist gibi böbrek kitlelerinin ayırımında, üriner sistem taşlarının ve obstrüksiyonun değerlendirilmesinde, polikistik böbrek hastalığının, doğumsal anomali ve abse lokalizasyonun incelenmesinde kullanılan bir yöntemdir.

Organ ve yapıların çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılarak, hacim ve büyüklüklerinin hesaplanmasına yönelik farklı metotlar vardır (Goda ve ark. 2001; Williams ve ark. 2007). Bunlardan Cavalieri prensibi organ ya da yapıların iki boyutlu BT ve MR gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerinin kesitsel görüntülerini kullanarak, hacimlerinin hesaplanmasını olanak sağlar (Şahin ve ark. 2003; Çağlar ve ark. 2014). Cavalieri prensibi kullanılarak yapılan hacim ölçümlerinde hata katsayısının kabul edilebilir üst seviyesi % 5'tir (Şahin ve ark., 2003; Emirzeoğlu ve ark. 2007). Çalışmamızda her bir hacim ölçümü için elde ettiğimiz hata katsayısı ortalama değeri % 5'in altındadır. Cavalieri prensibi'nin yanı sıra böbrek boyut ve hacim ölçümünde USG ve BT sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. USG'nin kişiye bağımlı olması, BT'de ise oldukça fazla sayıda görüntünün elde edilebilmesi hacim ölçümleri açısından BT'yi daha hassas kılmaktadır (Velosa ve ark. 1995; Zeier ve ark. 2002; Rule ve ark. 2010). Ayrıca Geraghty ve ark. (2004) canlıda organ hacminin değerlendirilmesi için en doğru yöntemin BT olduğunu belirtmişlerdir. BT ile organ ya da yapıların hacim ölçümü yeterli doğrulukta bir sonuç verir. Bu metotlardan etkin bir biçimde Cavalieri Prensibi böbreğin korteks, medulla ve sinus renalis hacimlerinin ayrı ayrı hesaplanmasına imkan sağlar. Bununla beraber BT cihazının hacim ölçümleri için tahsis edilme zorunluluğunun olması Cavalieri prensibini daha etkin kılar.

Böbrek morfometri ve hacim ölçümleri, akut ve kronik böbrek hastalıkları, tekrarlayan üriner sistem enfeksiyonları gibi klinik vakaların değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Han ve Babcock 1985). Böbrek hacmi, post-transplant sonuçları ve greft'in hayatta kalmasında etkili bir faktördür (Segev ve ark. 2010; Dias ve ark. 2015). Çeşitli çalışmalarda böbrek hacminin, böbreğin fonksiyonel parametreleriyle yakın ilişki içerisinde olduğu gösterilmiştir (Hwang ve ark. 2011; Giral ve ark. 2005; Muto ve rak. 2011; Dias 2015). Ayrıca böbrek hacmi, böbrek büyüklüğünün en hassas göstergesi olarak kabul edilmektedir (Lee ve ark. 2011; Moorthy ve Venugopal 2011).

Literatürde böbrek hacmi üzerine yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur. Fakat korteks, medulla ve sinus renalis hacimleri üzerine yapılan çalışma sayısı sınırlıdır.

Yapılan çalışmalarda böbrek hacminin farklı değerlerde olduğu görülmektedir. Böbrek hacmini Dias ve ark. (2015) 162,5 ml, Gong ve ark. (2012) 261 ml, Shin ve ark (2009) ise 205 ml olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise böbrek hacminin genel ortalaması 172 cm³olarak tespit edildi. Cheong ve ark. (2007) MR görüntüleri kullanarak yaptıkları böbrek hacim ölçüm çalışmasında, böbrek hacmini erkekler için 202 ml, kadınlar için ise 154 ml olarak belirlemişlerdir. Bu değerler bizim sonuçlarımıza yakın değerlerdir. Bizim çalışmamızda da böbrek hacmi erkek bireyler için 173 cm³, bayanlar için 169 cm³ olarak tespit edildi.

Makusidi ve ark (2014) sağ böbrek hacmini 98 cm³ ve sol böbrek hacmini ise 105 cm³, Emamian ve ark (1993) ortalama sağ böbrek hacmini 134 cm³, sol böbrek hacmini ise 146 cm³ ve olarak buldu. Okur ve ark. (2014) sağ böbrek hacmini 160 cm³, sol böbrek hacmini ise 168 cm³ buldu. Gülpınar (2009) sol böbrek ortalama hacmini 143 ml, sağ böbrek ortalama hacmini ise 135 ml olarak bulmuştur. Ayrıca sağ ve sol böbrek hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise tüm grup için sağ böbrek hacmi 167 cm³, sol böbrek hacmi ise 176 cm³ olarak tespit edildi. Sağ ve sol böbrek hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Gülpınar ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, kadınlarda sağ böbrek ortalama hacmini 125 ml, sol böbrek ortalama hacmini ise 134 ml olarak tespit etmişlerdir. Erkekler için ise bu değerler sağ böbrek ortalama hacmi 149 ml, sol böbrek ortalama hacmi 155 ml olarak belirlenmiştir. Okur ve ark. (2014) kadınlarda sağ böbrek hacmini 151 cm³, sol böbrek hacmini ise 159 cm³ olarak bulurken, erkeklerde sağ böbrek hacmini 164 cm³, sol böbrek hacmini ise 175 cm³ buldu. Bizim çalışmamızda ise kadınlarda sağ böbrek hacmi 164 cm³, sol böbrek ortalama hacmini ise 174 cm³ olarak bulundu. Erkekler için ise bu değerler sağ böbrek hacmi 169 cm³, sol böbrek hacmi 177 cm³ olarak belirlendi. Her iki grupta da sol böbrek hacmi daha büyük olarak bulundu. Literatürdeki böbrek hacim ölçümleri birbirine yakın değerlerde olduğu gibi, uzak değerlerde de olabilmektedir. Bunun muhtemel sebepleri arasında etnik farklılıklar ve kullanılan ölçüm metodlarının farklı olması düşünülmektedir.

Troell ve ark. (1988) çalışmalarında böbrek hacmi ve vücut ağırlığı arasında güçlü bir korelasyonun olduğunu belirtmişlerdir. Miletic ve ark (1998) böbrek hacminin boy ve ağırlık ile yakın korelasyonda olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan klinik çalışmalarda BH ile erkek cinsiyet, VKİ, vücut yüzey alanı ve GFH arasında pozitif ilişki gösterilirken, yaş ile negatif ilişki saptanmıştır (Hwang ve ark. 2011; Muto ve ark. 2011; Zeier ve ark. 2002). Bizim çalışmamızda da BH, MH, KH ve RSH ile erkek cinsiyet, VKİ, vücut ağırlığı ve uzunluğu arasında pozitif ilişki gösterilirken, yaş ile KH arasında negatif bir ilişki saptandı, yaş ile RSH arasında ise pozitif bir ilişki tespit edildi. Ayrıca bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak yaş ve vücut ağırlığına nazaran, vücut uzunluğunun böbrek hacmi ile daha iyi korelasyon gösterdiği saptandı.

Makusidi ve ark. (2014) sol böbrek uzunluğunu 9,1 cm, sağ böbrek uzunluğunu ise 9,2 cm olarak belirledi. Okur ve ark. (2014) her iki böbrek uzunluğunu 10,3 cm olarak bulurken, Shin ve ark. (2009) ise 10,8 cm olarak buldu. Emamian ve ark. (1993) sol böbrek uzunluğunu 11,2 cm, sağ böbrek uzunluğunu ise 10,9 cm olarak buldu. Bizim çalışmamızda ise sol böbrek uzunluğu 11,1 cm, sağ böbrek uzunluğu ise 10,9 cm olarak bulundu. Şafak ve ark. (2005) 712 sağlıklı çocuk üzerinde yaptıkları çalışmalarında, böbrek boyutlarının normal standartlarının cinsiyet ve vücut kompozisyonu ile olan ilişkilerini araştırdı. Sağ böbrek uzunluğu sol böbrekten daha kısa olarak tespit edildi. Konus ve ark (1998) sağ ve sol böbreklerin longitudinal boyutları arasında anlamlı bir fark olduğunu tespit etmişlerdir. Fritz ve ark. (2003) ise yaptıkları çalışmada, sol böbreği sağ böbrekten daha büyük olarak bulmuştur. Fakat sağ ve sol böbrek hacimleri arasında anlamlı bir fark bulamamıştır. Bizim çalışmamızda sağ ve sol böbreğe ait morfolojik ve hacimsel değerlerden sinus renalis hacmi ve böbrek kalınlığı dışındaki diğer parametreler arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Christophe ve ark. (1986) böbrek uzunluğu ve boy arasında lineer bir ilişki bulmuşlar ve bunun vücut yüzey alanına göre daha pratik olduğu kanaatine varmışlardır. Dinkel ve ark. (1985) renal uzunluk ve boy arasında lineer bir ilişkiye sahip korelasyon bulmuşlardır. Özdikici (2006), böbrek uzunlukları ile boy ve ağırlık arasındaki ilişkide, boyun ağırlıktan daha yüksek değerlerde korelasyona sahip olduğunu ifade etmiştir. Emamian ve ark (1993) böbrek uzunluğu ile boy arasında

güçlü bir korelasyonun olduğunu tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak böbrek uzunluğu ile boy arasındaki ilişki, yaş, vücut ağırlığı ve VKİ'den daha yüksek değerlerde korelasyona sahip olduğu görüldü.

Yaşlanmanın böbrek üzerinde hem yapısal hem de fonksiyonel değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir. Otuz yaşında 200-270 gr olan böbrek kitlesi, 80 yaşında %20-%30 oranında azalarak 180-200 gr'a kadar düşmektedir. Beşinci dekattan itibaren böbrek kitlesinde azalma daha da artmaktadır (Tauchi ve ark. 1971). Yaşlanma ile birlikte böbrek kitlesinde görülen değişikliklerle beraber, glomerül sayısı da azalmaktadır. Böbrek kitlesinde görülen kaybın esas olarak korteks dokusunda meydana geldiği ve medulla dokusunun bu kayıptan etkilenmediği bilinmektedir (Nyengaard ve Bendtsen 1992). Yaşlanma ile birlikte böbreklerde meydana gelen değişiklikler içerisinde renal kitle büyüklüğünde azalma ile birlikte, renal yağ ve fibroziste artış gösterilmektedir (Tatar 2012). Sinus renalis'te, miktarı kişilere göre değişkenlik gösteren yağ dokusu yaşlanmaya bağlı olarak artmaktadır. Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu sonuçlar bulunmuştur. Yaş ile korteks hacmi arasında negatif yönde bir ilişki saptanırken, medulla hacmi ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bununla beraber, yaş ile renal sinus hacmi arasında pozitif yönde bir korelasyon tespit edilmiştir. Ayrıca yaşlanmaya bağlı olarak renal sinus'daki yağ birikiminde, yaşın VKİ'den daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

Rule ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, glomerüllerde sklerozun 30 yaşından itibaren artmaya başladığını belirtmektedir. Yine 18 ile 30 yaş arasında tamamen skleroze olmuş glomerül oranı ışık mikroskopisinde %3 iken, 70 yaşında bu oranın %70'lere ulaştığını tespit etmişlerdir. Yaşla birlikte artan glomerüllerdeki sklerozun nedeni tam olarak bilinmemekle beraber diyetdeki protein içeriğine, toksik maddelere ve immünolojik mekanizmalara dayandırılmaktadır (Brenner ve ark. 1982; Lindeman 1990). Yaşlanma ile birlikte böbrek fonksiyonlarında da önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler sodyum emiliminde ve atılımında bozukluk, konsantrasyon ve dilüsyon kapasitesinde azalma, idrar asidifikasyonunda ve potasyum atılımında bozukluk ve fosfat geri emiliminde azalma şeklinde tanımlanmaktadır (Diz ve Lewis 2008). Fuiano ve ark. (2001) yaptıkları çalışmalarında kan akımının kortekste daha belirgin olarak azaldığını buna karşılık

ise medullar kan akımının korunduğunu saptamışlardır. Glomerüler filtrasyon hızının (GFH) 30 yaşından itibaren her yıl 0,8 ml/dk/yıl azaldığı belirtilmiştir. Dolayısıyla serum kreatin'in değeri, yaşla azalan GFH'nın sağlıklı bir göstergesi olarak kabul edilememektedir (Diz ve Lewis 2008).

Obezite ile birlikte böbreklerde hem hemodinamik hem de morfolojik değişikliklerin olduğu belirtilmiştir (Hall ve ark. 1999). Obeziteye bağlı olarak oluşan morfolojik değişiklikler içerisinde glomeruler anomalilerin olduğu bilinmekle birlikte mekanizması kesin olarak bilinmemektedir. Ortak teori, glomerüler hiperfiltrasyon sonucu vasküler dilatasyon ve artmış mesangiyal komponent glomerülomegaliye ve glomeruloskleroza yol açtığı yönündedir (Hall ve ark. 1999; Hall ve ark. 2001). Hayvan deney çalışmalarında obezite varlığında glomerülomegali bulgusu kesin olarak saptanmaktadır. (Mathew ve ark. 2011). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak BH, KH, MH, RSH, BU ve BG ile VKİ arasında pozitif ilişki saptandı.

Çalışmamızda bazı kısıtlılıklar mevcuttu. Birincisi retrospektif bir çalışma olması ve sınırlı sayıda olgu içermesi, ikincisi tomografide BV ölçüm yöntemimiz farklı yöntemlerle konfirme edilemedi, üçüncüsü böbrek fonksiyon parametresi olarak sağlıklı popülasyonda güvenilir yöntem olan GFH ölçümü yapılamadı.

Sonuç olarak çalışmamızda ortaya konulan tüm değerlerin, daha önceden farklı planimetrik ölçüm yöntemleriyle yapılmış olan böbrek hacim ve morfometrik ölçümler arasında paralellik ve hemen hemen aynı aralıkta yer aldığı saptandı. Böbrekler üzerine yapılacak olan çalışmalarda diğer ölçüm yöntemlerine göre daha kesin sonuç isteniyor ise ve eğer korteks, medulla ve renal sinus hacimlerinin de ayrı ayrı hesaplanması gerekiyor ise Cavalieri prensibinin kullanılmasının daha faydalı ve doğru olacağı kanısındayız.

Böbrek hacminin organ büyüklüğünü değerlendirmede yeterli olduğu, sağ ve sol böbreklerin ayrı ayrı ölçülmesine gerek olmadığı, cinsiyetler arasındaki farklılıkların önemli olduğu ve vücut kompozisyonuna ait parametrelerden, vücut uzunluğunun böbrek büyüklüğü ile daha iyi korele olduğu sonuçlarına varıldı.

KAYNAKLAR

- ARSLAN, S. 2007. Şant yerleştirilmiş Hidrosefalili Yeni Doğanlarda Beyin Ventrikül Hacimlerinin Stereolojik Metodla Hesaplanması. Y.lisans tezi, Erciyes Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. sy. 22-31.
- ARTHUR, C., GUYTON, M.D. , JOHN, E. HALL, PH.D. 2007. *TIBBİ FİZYOLOJİ* Çeviri editörleri: CAVUSOĞLU H. - YEGEN B.C., 11.basım Nobel Tıp Kitapevleri. 327-332.
- BARKER, DJ., OSMOND, C., GOLDING, J., KUH, D., WADSWORTH, ME. 1989. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *BMJ*. 298:564-567.
- BARKER, DJ., BULL, A R., OSMOND, C., SIMMONDS, SJ. 1990. Fetal and placental size and risk of hypertension in adult life. *BMJ* 301:259-262.
- BRENNER, BM., GARCIA, DL., ANDERSON, S. 1988. Glomeruli and blood pressure. Less of one, more the other? *Am J Hypertens*. 1:335-347.
- BRENNER, B., MEYER, T., HOSTETTER, T. 1982. Dietary protein intake and the progressive nature of renal disease: The role of hemodynamically mediated glomerular injury in the pathogenesis of progressive glomerular sclerosis in aging. renal ablation. and intrinsic renal disease. *N Engl J Med*. 307:652-659.
- CALMON, G. , ROBERTS, N. 2000. Automatic measurement of changes in brain volume on consecutive 3D MR images by segmentation propagation. *Magn. Reson. Imaging*. 18: 439-53.
- CANAN, S., BAHADIR, A., YILDIRIM, Ş., ODACI, E., ŞAHİN, B., BAŞ, O. ÇOLAKOĞLU, S., BİLGİÇ S., KAPLAN S. 2004. Stereolojik Uygulamalarda kullanılan pratik gereçler ve bilgisayar destekli stereolojik analiz cihazları. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri*. 24: 672-680.
- CANAN, S., ŞAHİN, B., ODACI, E., ÜNAL, B., ASLAN, H., BİLGİÇ, S., KAPLAN, S. 2002. Toplam hacim, hacim yoğunluğu ve hacim oranlarının hesaplanmasında kullanılan bir stereolojik yöntem: Cavalieri prensibi. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri*. 22(1): 7-14.

- CHEONG, B., MUTHUPILLAI, R., RUBİN, M. F., & FLAMM S. D. 2007; Normal values for renal length and volume as measured by magnetic resonance imaging. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2(1), 38-45.
- CHRİSTOPHE, C., CANTRAINE, F., BOGAERT, C., COUSSEMENT, C., HANQUINET, S., SPEHL, M., PERLMUTTER, N. 1986. Ultrasound: a method for kidney size monitoring in children. *Eur J Pediatr*. Dec;145(6):532-8.
- CLATTERBUCK, R.E. , SIPOS, E.P. 1997. The Efficient Calculation of eurosurgically Relevant Volumes from Computed Tomographic Scans Using Cavalieri's Direct Estimator. *Neurosurgery*. 40: 339-342.
- ÇAGLAR, V., KURT O., UYGUR, R., SENER, U., OZÇAĞLAYAN, O., KASIRGA, Z.,TUGTAG B. 2014. Soliter Böbrek İle Normal Böbreğin Bt Görüntüleri Üzerinde Morfolojik Karşılaştırılması. *Int J Basic Clin Med*. 2(2):63-68.
- ÇOLAKOĞLU, S. 2006. Boyun Omurlarının (C3-C7) gövde hacimlerinin stereolojik yöntemlerle hesaplanması. Doktora tezi, Fırat Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ. sy. 5-51.
- DIAB, K.M., OLLMAR, S., SEVASTIK, J.A., WILLERS, U., SVENSSON, A. 1998. Volumetric determination of normal and scoliotic vertebral bodies. *Eur. Spine J*. 7(4): 282-8.
- DIAS, J., MALHEIRO, J., ALMEIDA, M., DIAS, L., SILVA-RAMOS, M., MARTINS, L. S., ... & CASTRO-HENRIQUES A. 2015. CT-based renal volume and graft function after living-donor kidney transplantation: Is there a volume threshold to avoid?.*International urology and nephrology*. 1-9.
- DINKEL, E., ERTEL, M., DITTRICH, M., PETERS, H., BERRES, M., SCHULTE-WISSERMANN, H. 1985. Kidney size in childhood: sonographical growth charts for kidney length and volume. *Pediatr Radiol*. 15:38-43.
- DIZ, DI. LEWIS, K. 2008. Dahl memorial lecture: the renin-angiotensin system and aging. *Hypertension*. 52:37-43.
- EMAMIAN, SA., NIELSEN, MB., PEDERSEN, JF., YTTE, L. 1993. Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 665 adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol*. 160: 83-6.

- EMIRZEOGLU, M., SAHIN, B., BILGIC, S., CELEBI, M., UZUN, A. 2007. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: A stereological study. *Auris Nasus Larynx*. 34: 191–195.
- ERTEN, S., GUNGOR, O., SEN, S., OZBEK, SS., KIRCELLI, F., HOSCOSKUN, C., TOZ, H., ASCI, G., BASCI, A., OK, E. 2011. Nephrosclerosis and carotid atherosclerosis: lessons from kidney donor histology. *Nephrology (Carlton)*. 16:720-724.
- FARGASON, R.A., JACQUES, S., RAND, R.W., SHELDEN, C.H. 1982. A three dimensional and volume determination of tumors of the cerebellopontine angle. *Surg. Neurol*. 18: 112-5.
- FRITZ, G.A., RICCABONA, M., BOHDAL, G., QUEHENBERGER, F. 2003. Accuracy of renal volume assessment in children by three-dimensional sonography. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr*. Apr;175(4):540-6.
- FUIANO, G., SUND, S., MAZZA, G., ROSA, M., CAGLIOTI, A., GALLO, G., NATALE, G., ANDREUCCI, M., MEMOLI, B., DE NICOLA, L., CONTE, G. 2001. Renal hemodynamic response to maximal vasodilating stimulus in healthy older subjects. *Kidney Int*. 59:1052-1058.
- GARCIA-FINANA, M., CRUZ-ORIVE, L.M. (2000a). Fractional trend of the variance in Cavalieri sampling. *Image Analysis and Stereology*. 19: 71-79.
- GARCIA-FINANA, M., CRUZ-ORIVE, L.M. (2000b). New approximations for the variance in Cavalieri sampling. *Journal of Microscopy*. 199: 224-238.
- GERAGHTY, E.M., BOONE, J.M., McGAHAN, J.P., JAIN, K. 2004. Normal organ volume assessment from abdominal CT. *Abdom Imaging*. 29: 482–490.
- GIRAL, M., NGUYEN, JM., KARAM, G., KESSLER, M., HURAUULT, DE LIGNY, B., BUCHLER, M., BAYLE, F., MEYER, C., FOUCHER, Y., MARTIN, ML., DAGUIN, P., SOULILLOU, JP. 2005. Impact of graft mass on the clinical outcome of kidney transplants. *J Am Soc Nephrol*. 16:261-268.
- GLASER, J.R., GLASER, E.M. 2000. Stereology, morphometry, and mapping: The whole is greater than the sum of its parts. *J. Cehm. Neuroanat*. 20: 115-26.

- GODA, K., SASAK, E., NAGATA, K., FUKAI, M., OHSAWA, N., HAHAFUSA, T. 2001. Pancreatic volume in type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Acta Diabetol.* 38: 145–149.
- GOH, S., PRICE, R.I., SONG, S., DAVIS, S., SINGER, K.P. 2000. Magnetic resonancebased vertebral morphometry of the thoracic spine: age, gender and level-specific influences. *Clin. Biomech.* 15(6): 417-25.
- GULPINAR, B. 2009. Normal Bireylerde Vücut Parametreleri ile Böbrek Volümü Arasındaki İlişki. Tıpta Uzmanlık Tezi. Ankara Üniversitesi ,Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Anabilim Dalı.
- GUNDERSEN, HJG., JENSEN, EB. 1987. The efficiency of systematic sampling in stereology and its prediction. *Journal of Microscopy.* 147:229-263.
- HALL, JE., BRANDS, MW., HENEGAR, JR. 1999. Mechanisms of hypertension and kidney disease in obesity. *Ann N Y Acad Sci.* 892:91-107.
- HALL, JE., HILDEBRANDT, DA., KUO, J. 2001. Obesity hypertension: role of leptin and sympathetic nervous system. *Am J Hypertens.* 14:103-115.
- HAN, BK., BABCOCK, DS. 1985. Sonographic measurements and appearance of normal kidneys in children. *AJR Am J Roentgenol.* 145: 611-6.
- HWANG, HS., YOON, HE., PARK, JH., CHUN, HJ., PARK, CW., YANG, CW., KIM, YS., CHOI, BS. 2011. Noninvasive and direct measures of kidney size in kidney donors. *Am J Kidney Dis.* 58:266-271.
- KAYAL, H., SATIRCIOGLU, G., TASYUREK, M. 1992. *İNSAN EMBRİYOLOJİSİ*. 7. Baskı Alfa Basın Yayınevi. 196-207,.
- KONUS, OL., OZDEMIR, A., AKKAYA, A., ERBAS, G., CELIK, H., ISIK, S. 1998. Normal liver, spleen, and kidney dimensions in neonates, infants, and children: evaluation with sonography. *AJR Am J Roentgenol.* Dec; 171(6):1693-8.
- LANG, T., AUGAT, P., MAJUMDAR, S., OUYANG, X., GENANT, H. K. 1998. Noninvasive Assessment of Bone Density and Structure Using Computed Tomography and Magnetic Resonance. *Bone.* 22(5): 149-53.

- LEE, JH, WON, JH, OH, CK. Impact of the ratio of graft kidney volume to recipient body surface area on graft function after live donor kidney transplantation. *Clin Transplant*. 2011; 25(6):E647–E655.
- LINDEMAN, RD., OVERVIEW. 1990. Renal physiology and pathophysiology of aging. *Am J Kidney Dis*. 16:275-282.
- MAKUSIDI, MA., CHIJOKE, A., BRAIMOH, KT., ADERIBIGBE, A., OLANREWAJU, TO., LIMAN, HM. 2014. Usefulness of renal length and volume by ultrasound in determining severity of chronic kidney disease. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 25:1117-21.
- MATHEW, AV., OKADA, S., SHARMA, K. 2011. Obesity related kidney disease. *Curr Diabetes Rev*. 7:41-49.
- MAZONAKIS, M., DAMILAKIS, J., VARVERIS, H. 1998. Bladder and rectum volume estimations using CT and stereology. *Comput. Med. Imaging Graph*. 22(3): 195-201.
- MILETIC, D., FUCKAR, Z., SUSTIC, A., MOZETIC, V., STIMAC, D., ZAUHAR, G. 1998. Sonographic measurement of absolute and relative renal length in adults. *J Clin Ultrasound*. May; 26(4):185-9.
- MOORTHY, HK., VENUGOPAL, P. 2011. Measurement of renal dimensions in vivo: a critical appraisal. *Indian J Urol*. 27(2):169–175.
- MUTO, NS., KAMISHIMA, T., HARRIS, AA., KATO, F., ONODERA, Y., TERAÉ, S., SHIRATO, H. 2011. Renal cortical volume measured using automatic contouring software for computed tomography and its relationship with BMI, age and renal function. *Eur J Radiol*. 78:151-6.
- NOORAFSHAN, A. 2001. Stereological study on the submandibular gland in hypothyroid rats. *Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica*. 109: 223-227.
- NYENGAARD, JR, BENDTSEN, TF. 1992. Glomerular number and size in relation to age, kidney weight, and body surface in normal man. *Anat Rec*. 232:194-201.
- ODACI, E., BAHADIR, A., YILDIRIM, Ş., ŞAHİN, B., CANAN, S., BAŞ, O., BİLGİÇ, S., KAPLAN, S. 2005. Cavalieri Prensibi Kullanılarak Bilgisayarlı Tomografi Ve Manyetik

- Rezonans Görüntüleri Üzerinden Hacim Hesaplanması Ve Klinik Kullanımı. Türkiye Klinikleri J. Med. Sci. 25: 421-428.
- ÖZDİKİCİ, M. 2006. Çocuklarda normal karaciğer, dalak ve böbrek boyutlarının ultrasonografi ile ölçümleri ve bunların cinsiyet, yaş, boy ve ağırlıkla olan ilişkileri. Doktora tezi, Atatürk üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü.
- PAKKENBERG, B., BOESEN, J., ALBECK, M., GJERRIS, F. 1989. Unbiased and efficient estimation of total ventricular volume of the brain obtained from CT-scans by a stereological method. *Neuroradiology*. 31: 413-417.
- PERSAUD, M. 2002. *KLİNİK YÖNLERİ İLE İNSAN EMBRİYOLOJİSİ*. 6.Baskı, Nobel Matbaacılık. 305-315.
- ROBERTS, N., PUDDEPHAT, M.J., McNULTY, V. 2000. The benefit of stereology for quantitative radiology. *The British Journal of Radiology*. 73: 679-697
- RULE, AD., AMER, H., CORNELL, LD., TALER, SJ., COSIO, FG., KREMERS, WK., TEXTOR, SC., STEGALL, MD. 2010. The association between age and nephrosclerosis on renal biopsy among healthy adults. *Ann. Intern. Med.* 152: 561–567.
- SADLER. T.W. 1996. *LANGMAN'S MEDICAL EMBRİYOLOJİ*. 7. Baskı, Williams Wilkins company/ Palme yayıncılık. 246-254.
- SAFAK, AA., SİMSEK, E., BAHCEBASİ, T. 2005. Sonographic assessment of the normal limits and percentile curves of liver, spleen, and kidney dimensions in healthy school-aged children. *J Ultrasound Med.* Oct;24(10):1359-64.
- SAHIN, B., EMIRZEOGLU, M., UZUN, A., INCESU, L., BEK, Y., BILGIC, S., KAPLAN, S. 2003. Unbiased estimation of the liver volume by the Cavalieri principle using magnetic resonance images. *European Journal of Radiology*. 47(2): 164-70.
- SAHIN, B., ASLAN, H., UNAL, B., CANAN, S., BILGIC, S., KAPLAN, S., TUMKAYA, L. 2001. Brain Volumes of The Lamb, Rat and Bird Do Not Show Hemispheric Asymmetry: A Stereological Study. *Imagine Anal. Stereol.* 20: 9-13.
- SALU, K.J., KNAAPEN, M.W.M., BOSMAS, J., VRINTS, C.J., BULT, H. 2002. A Three-Dimensional Quantitative Analysis of Restenosis Parameters after Balloon angioplasty:

- comparison between semi-automatic computer assisted planimetry and stereology. *Journal of Vascular Research*. 39: 437-446.
- SCHININA, V., RIZZI, E.B., ROVIGHI, L., CARLI, G., DAVID, V., BIBBOLINO, C. 2001. Infectious spondylodiscitis: Magnetic resonance imaging in HIV- infected and HIV-uninfected patients. *Clin. Imaging*. 25: 362-7.
- SEGEV, DL., MUZAALE, AD. 2010. Caffo BS et al Perioperative mortality and long-term survival following live kidney donation. *JAMA*. 303(10):959–966.
- SHIN, HS., CHUNG, BH., LEE, SE., KIM, WJ., HA, HI., YANG, CW. Measurement of kidney volume with multi-detector computed tomography scanning in young Korean. *Yonsei Med J*. 2009; 50: 262-5.
- SOWERS, JR. 2003. Obesity as a cardiovascular risk factor. *Am J Med*. 115:37–41.
- ŞEFTALIOĞLU, A. 1998. *GENEL VE ÖZEL İNSAN EMBRİYOLOJİSİ*, 3. Baskı, Ankara Üniversitesi Basım evi. 124-131.
- TATAR, E. 2012. Böbrek histolojisi ile tomografik olarak saptanan böbrek volümü arasındaki ilişki. Nefroloji uzmanlık tezi. Ege üniversitesi tıp fak. İç hastalıkları AD. Nefroloji bilim dalı.
- TAUCHI, H., TSUBOI, K., OKUTOMI, J. 1971. Age changes in the human kidney of the different races. *Gerontologia*. 17:87-97.
- TRACY, RE., ISHII, T. 2000. What is ‘nephrosclerosis’? lessons from the US, Japan, and Mexico. *Nephrol Dial Transplant*. 15(9):1357–1366.
- TROELL, S., BERG, U., JOHANSSON, B., WIKSTAD, I. 1988. Renal parenchymal volume in children. Normal values assessed by ultrasonography. *Acta Radiol Jan-Feb*; 29(1):127-30.
- TÜRK STEREOLOJİ DERNEĞİ. 2013. Radyolojik görüntülerin stereolojik işlenmesi kurs notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Samsun. Eylül.
- XUE, D., ALBRIGHT, JR, R.E. 1999. Microcomputer-based technique for 3-D reconstruction and volume measurement of computed tomographic images. Comparison of geometric and planimetry post-operative tumor volume effects on patient survival. *Computers in Biology and Medicine*. 29: 377-92.

- WEBB, J., GUIMOND, A., ELDRIDGE, P., CHADWICK, D., MEUNIER, J., THIRION, J.P., ROBERTS, N. 1999. Automatic Detection of Hippocampal Atrophy on Magnetic Resonance Images. *Magn. Reson. Imaging*. 17(8): 1149-61.
- WILLIAMS, A.J.K., CHAU, W., CALLAWAY, M.P., DAYAN, C.M. 2007. Magnetic resonance imaging: a reliable method for measuring pancreatic volume in Type 1 diabetes. *Diabet. Med.* 24: 35–40.
- WULFSOHN, D., GUNDERSEN, H.J.G., JENSEN, E.B.V., NYENGAARD, J.R. 2004. Volume estimation from projections. *Journal of Microscopy*. 215: 111-120.
- VELOSA, JA., OFFORD, KP., SCHROEDER, DR. 1995. Effect of age, sex, and glomerular filtration rate on renal function outcome of living kidney donors. *Transplantation*. 60: 1618–1621.
- VERSTRAETE, K.L., LANG, P. 2000. Bone and soft tissue tumors: the role of contrast agents for MR imaging. *European Journal of Radiology*. 34(3): 229-46.
- ZEIER, M., DOHLER, B., OPELZ G., RITZ, E. 2002. The effect of donor gender on graft survival. *J Am Soc Nephrol*. 13: 2570–2576.

