

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANA BİLİM DALI



PROSTAT VOLUM HESAPLAMASINDA ÜÇ BOYUTLU
GÖRÜNTÜLEME İLE ULTRASONOGRAFİ SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

ANATOMİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE ZELİHA BÜYÜKUYSAL

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Gamze Taşkın Şenol

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Sıddıka Halıcıoğlu

BOLU, ARALIK 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL tarafından hazırlanan ‘**PROSTAT VOLUM HESAPLAMASINDA ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEME İLE ULTRASONOGRAFİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**’ adlı tez çalışması jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalı Lisansüstü Eğitim Programında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir. 16/12/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL
BAİBÜ Tıp Fakültesi

.....

2. Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Sıddıka HALICIOĞLU
BAİBÜ Tıp Fakültesi

.....

Üye

Doç. Dr. İbrahim KÜRTÜL
BAİBÜ Tıp Fakültesi

.....

Üye

Doç. Dr. Hüseyin ERDEM
Çukurova Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir

Aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 2024/164 sayısı ile etik izin alınmıştır.

ECE ZELİHA BÜYÜKUYSAL

ÖZET

**PROSTAT VOLUM HESAPLAMASINDA ÜÇ BOYUTLU
GÖRÜNTÜLEME İLE ULTRASONOGRAFİ SONUÇLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ECE ZELİHA BÜYÜKUYSAL
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANA BİLİM DALI
ANATOMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. GAMZE TAŞKIN ŞENOL)
(İKİNCİ DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ SİDDİKA HALICIOĞLU)
BOLU, ARALIK - 2024
X + 38 sayfa**

Vesica urinaria'nın altında yer alan glandula prostatica spermatozoa' nın beslenmesinden, taşınmasından ve seminal sıvının üretiminden sorumludur. Bu sıvı, spermatozoa hücrelerinin sağlıklı çalışmasını sağlar dolayısıyla erkeklerde doğurganlık için önemlidir. Bu retrospektif çalışma, ultrason görüntülerinden elde edilen prostat bezi hacimlerini, ITK-SNAP programı ile elde edilen hacim değerleriyle karşılaştırmak amacıyla yapıldı. Bu amaçla, 20 ila 90 yaş arasındaki 150 erkek bireyin prostat bezi görüntüleri segmente edildikten sonra üç boyutlu olarak değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile analiz edilmiştir. Analizlerin yapımında Japs 0.18.3 programı, grafiklerin çiziminde Python 3.8.8 derleyicisi ve Jupyter Notebook 6.4.6 editörü kullanılmıştır. Sonuç olarak, ITK SNAP programının glandula prostatica hacim ölçümünde güvenilir ve hassas bir ölçüm yöntemi olarak kullanılabileceği ve ultrasonografi yöntemine kıyasla anlamlı bir avantaj sağladığı tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Prostat bezi, Ultrasonografi, ITK-SNAP, Hacim.

ABSTRACT

COMPARISON OF THREE-DIMENSIONAL IMAGING AND ULTRASONOGRAPHY RESULTS IN PROSTATE VOLUME MEASUREMENT

MSC THESIS

ECE ZELİHA BÜYÜKUYSAL

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

(SUPERVISOR: Assoc. GAMZE TAŞKIN ŞENOL)

(CO-SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. ÜYESİ SİDDİKA HALICIOĞLU)

BOLU, NOVEMBER 2024

X + 38 pages

The glandula prostatica, located under the vesica urinaria, is responsible for the nutrition, transportation of spermatozoa and the production of seminal fluid. This fluid ensures the healthy functioning of spermatozoa cells and is therefore important for fertility in men. This retrospective study was conducted to compare the prostate gland volumes obtained from ultrasound images with the volume values obtained with the ITK-SNAP program. For this purpose, the prostate gland images of 150 male individuals between the ages of 20 and 90 were evaluated three-dimensionally after being segmented. The conformity of the data to normal distribution was analyzed with the Shapiro-Wilk test. The Japs 0.18.3 program was used in the analysis, the Python 3.8.8 compiler and the Jupyter Notebook 6.4.6 editor were used in drawing the graphics. As a result, it was determined that the ITK SNAP program can be used as a reliable and sensitive measurement method in measuring the glandula prostatica volume and provides a significant advantage compared to the ultrasonography method.

KEYWORDS: Prosstate gland, Ultrasonography, ITK-SNAP, Volume.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	ix
TEŞEKKÜR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	3
1.1.1 Glandula Prostatica Anatomisi	3
1.1.2 Prostat ile İlgili Fasyal Oluşumlar	7
1.1.2.1 Capsula Prostatica.....	7
1.1.2.2 Glandula Prostatica Etrafındaki Fasyal Boşluklar.....	7
1.1.3 Prostat'ın Damar ve Sinir Ağları.....	8
1.1.3.1 Glandula Prostatica Arterleri.....	8
1.1.3.2 Glandula Prostatica Venleri.....	8
1.1.3.3 Glandula Prostatica Sinirleri.....	9
1.2 Glandula Prostatica ile İlgili Görülen En Yaygın Patolojiler.....	10
1.2.1 Benign Huylu Prostat Hiperplazisi.....	10
1.2.2 Prostat Kanseri.....	11
1.2.3 Prostatit.....	12
1.3 Prostat Hacim Ölçümünde Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri.....	13
1.3.1 Manyetik Rezonans Görüntüleme	13
1.3.2 Bilgisayarlı Tomografi	14
1.3.3 Ultrasonografi.....	14
1.3.4 ITK-SNAP.....	15
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3. BULGULAR	25
4. TARTIŞMA	30
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	35
KAYNAKLAR	36

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Glandula Prostatica komşulukları.....	4
Şekil 1.2. Glandula Porstatica ve Urethra	4
Şekil 1.3. Urethra Pars Spongiosa ve Urethra Komşuluğu.....	6
Şekil 1.4. Vesicula seminalis, ductus deferens, ureter konumlanması.....	6
Şekil 1.5. Glandula prostatica ve komşu yapıların sagittal kesiti.....	7
Şekil 1.6. Glandula prostatica arter ve venleri.....	9
Şekil 1.7. Glandula prostatica sinileri.....	10
Şekil 1.8. ITK-SNAP ara yüz görünümü.....	16
Şekil 1.9. Hatların çizimi ve iki nokta arası uzunluk ölçümü.....	16
Şekil 2.1. İndirilen görüntülerin ITK-SNAP'e yüklenmesi.....	20
Şekil 2.2. ITK-SNAP ana ekran görüntüsü.....	20
Şekil 2.3. Segmentasyon için kullanılan 'Segment 3D'	21
Şekil 2.4. Lower/Upper Threshold ayarı.....	21
Şekil 2.5. Bubble eklenmesi.....	22
Şekil 2.6. Glandula prostatica'nın boyanması.....	22
Şekil 2.7. Glandula prostatica'nın üç segmentte görüntüsü.....	23
Şekil 2.8. Glandula prostatica hacmi ile ilgili değerlere ulaşılması.....	23
Şekil 2.9. Glandula prostatica hacminin 'mm ³ ' cinsinden değeri.....	24
Şekil 3.1. Yaşın dekatlara göre dağılımı.....	25
Şekil 3.2. Ölçümlerin histogram grafikleri.....	26
Şekil 3.3. Ölçümlerin kutu grafiği.....	27
Şekil 3.4. Genç bireylerden alınan ölçümlerin histogram grafikleri.....	28
Şekil 3.5. Analiz sonuçlarının kutu grafiği	29
Şekil 3.6. Yaşlı bireylerden alınan ölçümlerin histogram grafikleri.....	29

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Yaşlar ve Dekatlar Tablosu.....	25
Tablo 3.2. Shapiro-Wilk Analizi Tablosu.....	26
Tablo 3.3. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Tablosu.....	26
Tablo 3.4. Shapiro-Wilk Analizi Tablosu.....	27
Tablo 3.5. Eşlenik Örneklem T-Testi.....	28
Tablo 3.6. Shapiro-Wilk Analizi Tablosu.....	29



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AFS	: Anterior Fibrovaksüler Stroma
BPH	: Benign Prostat Hiperplazisinde
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
HH	: Hemimandibular Hiperplazi
MÖA	: Makine Öğrenimi Algoritmaları
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
Max	: Maksimum
Min	: Minimum
mpMRI	: Multiparametrik Manyetik Rezonans Görüntüleme
NİFTİ	: Nörogörüntüleme Bilişim Teknolojisi Girişimi
Ort	: Ortalama
PACS	: Picture Archiving And Communication System
PZ	: Periferel Zon
PK	: Prostat Kanseri
PSA	: Prostat Spesifik Antijen
PSMA-PET	: Prostat Spesifik Membran Antijen Pozitron Emisyon Tomografisi
PRISMA	: Sistemik İncelemeler İçin Tercih Edilen Raporlama
SZ	: Santral Zon
SD	: Standart Sapma
TZ	: Transizyonel Zon
TRUS	: Transrektal Ultrasonografi
YZ	: Yapay Zekâ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında bana yol gösteren, bilgisini desteğini ve vaktini esirgemeyen ve tüm süreçlerde yanımda olan çok değerli hocam Doç. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli katkılarını esirgemeyen kıymetli hocalarım Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL, Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI ve Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI'ya şükranlarımı sunarım. Çalışmamın radyolojik görüntülerin analiz edilmesi aşamalarında bana yardımcı olup vaktini ayıran sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Sıddıka HALICIOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma süresince ve tüm hayatım boyunca hep yanımda olduklarını bildiğim, desteklerini esirgemeyen sevgili annem Melek KAPICI, canım babam Ferhat KAPICI, canım kardeşim Ege Oğuzhan KAPICI ve kıymetli eşim Dr. İbrahim BÜYÜKUYSAL' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL

1. GİRİŞ

Glandula prostatica, vesica urinaria ile urethra arasında bulunur. Üriner sistemin son kısmında yerleşmiş bir haldedir ve kestane büyüklüğünde bir organdır. Erkek üreme sisteminin en büyük aksesuar bezidir ve erişkin bir erkekte ortalama 18 20 gr ağırlığındadır. Bir tabanı, bir tepesi, ön, arka ve iki yan yüzü vardır. Doğumdan puberte dönemine kadar boyutlarında belirgin bir artış olmaz. Puberte döneminde ise önemli bir hacim artışı olur ve yıllar içinde giderek büyüme gösterir (Pekindil, 2018).

Glandula prostatica üretilen spermlerin iletilmesini sağlar. Ayrıca özel bir protein salgılama görevi de vardır. Bu özel protein, spermlerin beslenmesini sağlayan ve kadın üreme sistemine taşınırken spermlerin korunmasını sağlamaktadır (Coakley & Hricak, 2000).

Glandula prostatica ile ilgili en çok karşımıza çıkan klinik tablolar prostat kanseri, iyi huylu prostat hiperplazisi ve prostatit'tir. Prostat kanseri (PK), erkekler arasında kanser nedenli ölümler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Genetik, ileri yaş, zararlı alışkanlık gibi faktörler PK riskini artırır (Surasi et al., 2020). Benign prostat hiperplazisi ise (BPH) en kısa tanımla, glandula prostatica'nın büyümesidir. Etiyolojisi tam olarak bilinmemektedir ve erkeklerde genelde yaşa bağlı ortaya çıkar. Otoimmün hastalıklara sahip hastalarda BPH prevalansı ciddi ölçüde yüksektir (Koca-Çalışkan, Durbilmez, & Memiş, 2019). Prostatit ise enfeksiyon ya da enfeksiyon dışı nedenlerle glandula prostatica'nın iltihaplanmasıdır. Semptomları kişiden kişiye, birebir aynı olmasa da benzerlik gösterir. Bunlar; kısırlık, mide bulantısı, idrar miktarında ve sıklığında artıştır (Türkeri L., 2007).

Glandula prostatica hacminin klinisyenlere pek çok durum için referans olduğu bilinmektedir. Glandula prostatica hacim ölçümü; benign prostat hiperplazisinde (BPH) doğru tanı koymada, glandula prostatica cerrahisinin karar verilmesinde ve radyoterapide doz ayarlaması gibi tedavi basamaklarında oldukça önemlidir (Shan et al., 2022).

Glandula prostatica hacmi ölçülürken en çok tercih edilen görüntüleme yöntemleri; transabdominal ultrason, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografidir (BT) (Wong et al., 2016).

Transabdominal ultrason yüksek frekansta ses dalgalarının kullanıldığı bir görüntüleme yöntemidir. Prob bir jel yardımıyla hastanın karnı boyunca kaydırılarak ilgili iç organlara tarama yapılmaktadır (Pallwein et al., 2008) (Özden E. Göğüş Ç. Ecemiş O., 2006).

MRG yönteminde MRG cihazı sayesinde öncelikle güçlü bir manyetik alan oluşturulur. Daha sonra MR cihazından radyo dalgaları gönderilmektedir ve hastanın hemen hemen tüm iç yapısı detaylı olarak incelenebilmektedir. Ayrıca BT ve MRG nodal yapıları, yumuşak doku ve kemik yapılarının görüntülenmesi ve değerlendirilmesinde en çok tercih edilen yöntemlerdir (Wald, 2019, Surasi et al., 2020).

BT ise X-ışınlarının kullanıldığı, incelenen bölgenin kesitsel görüntüsünü oluşturmaya yarayan bir radyolojik görüntüleme yöntemidir. Yöntemde X ışını kullanıldığından radyasyon da içermektedir. Bu nedenle özellikle hamilelerde, 15 yaş altı çocuklarda ve kalp pili kullanan hastalarda kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Günümüzde üretilen yeni cihaz ve gelişmiş teknolojilerle radyasyon dozu mümkün olduğunca en aza indirgenerek görüntü elde edilebilmekte ve hasta güvenliği sağlanabilmektedir (Y. J. Lee et al., 2019).

Erken teşhis, doğru tanı koyma ve vakit kaybetmeden tedavi aşamalarına başlayabilmek adına kullanılan görüntüleme yöntemlerinin pratik olması, kolay uygulanabilmesi ve güvenilir sonuç vermesi oldukça önemlidir.

Çalışmamızda kullandığımız ITK-SNAP görüntüleme programı sahip olduğu temel manuel araçlar sayesinde ilgili yapının ana hatlarını, detaylı gösterebilme özelliğine sahiptir. Doğru segmentasyon ile vücutta görüntülenmesi istenen yapının incelenmesine olanak sağlamaktadır. Birçok görüntü veri kümesiyle aynı anda çalışmayı desteklemesi de avantajlarından biridir. Çok modlu görüntülerdeki anatomik yapıları doğru ve verimli bir şekilde segmentlere

ayırabiliyor oluşu da ITK-SNAP'in sahip olduğu yarı otomatik segmentasyon hattı sayesinde mümkün olur (Yushkevich & Gerig, 2017).

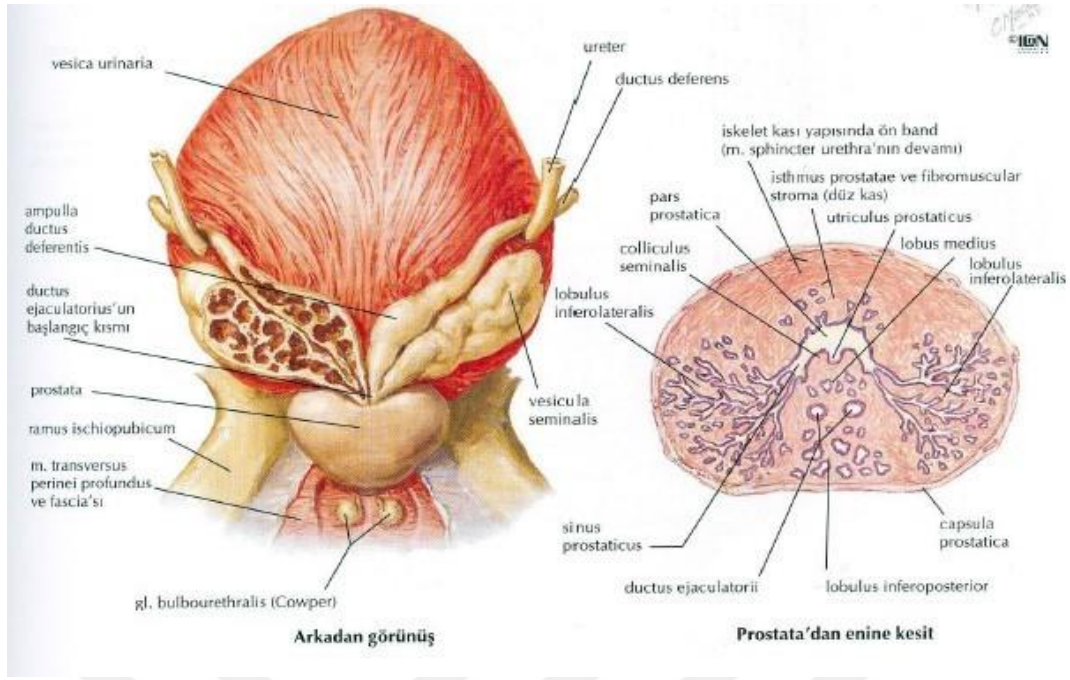
Literatüre bakıldığında glandula prostatica hacmi ile yetişkin erkeklerin yaşı arasındaki ilişkiyi analiz eden çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Kowalczyk et al., 2024; Sharkey et al., 2022; Zhang et al., 2013). Bu çalışmalar BPH ve PK ve prostatit teşhisinde önemlidir çünkü bu hastalıklar ile glandula prostatica hacmi arasında oldukça belirgin bir ilişki olduğu da literatürde gösterilmektedir (Amla et al., 2024; Giri et al., 2015; Kowalczyk et al., 2024). Aynı zamanda erişkinlerde yapılan tanı koyma amaçlı görüntülemelerde amaç sadece glandula prostatica'nın hacmini belirlemek değil aynı zamanda yapısal farklılıkları da değerlendirmektir.

Bu sebeplerden dolayı glandula prostatica hacim ölçümü sonucu elde edilen veriler oldukça kıymetli verilerdir. Bizim de bu çalışmadaki amacımız en kısa, en kolay ve en verimli ölçüm yöntemini bularak glandula prostatica hacmini doğru bir şekilde ölçmek, klinikte erken tanı ve doğru teşhisleri arttırmak ve tedavi kalitesini geliştirmektir.

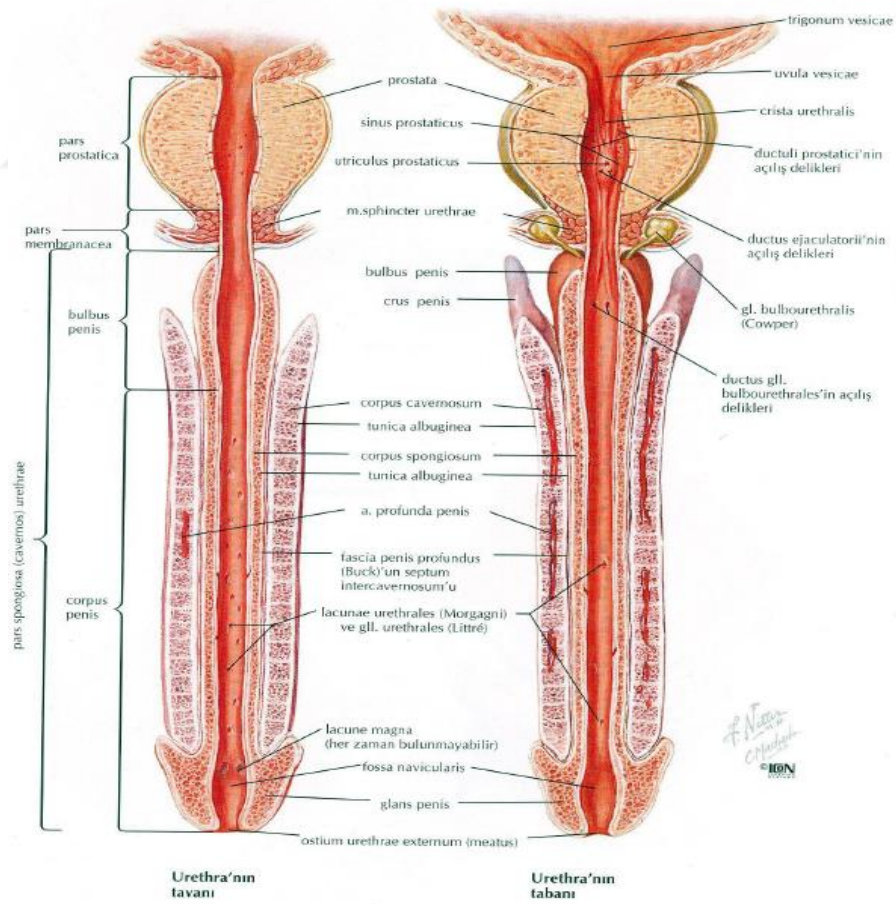
1.1 Genel Bilgiler

1.1.1. Glandula Prostatica Anatomisi

Glandula prostatica erkek bireylerde bulunan ve diaphragma urogenitale üzerine oturan bir eklenti bezidir. Yan taraflarda diaphragma pelvis kasları ile yakın komşuluğu bulunur. Önde symphysis pubis, arkada ampulla recti ve aşağıda membrana urogenitale ile komşudur. Üstte bulunan vesica urinaria ise glandula prostatica'nın basis kısmının üzerine oturmuş vaziyettedir. Glandula prostatica'nın üzerinde, preprostatic urethra bezin alt tarafında ise membranous urethrae bulunur. Glandula prostatica içindeki kısımda prostatic urethrae bulunur. Preprostatic urinae çevresinde vesica urinaria çıkışında m. sphincter urethra internus, membranous urethrae çevresinde ise m. sphincter urethra externus denilen ve sfinkter görevi gören kaslar bulunur. Glandula prostatica, urethra tarafından oblik olarak çaprazlanır. Bu çaprazlanma colliculus seminalis'in prominansı seviyesinde olur (Netter, 2023).



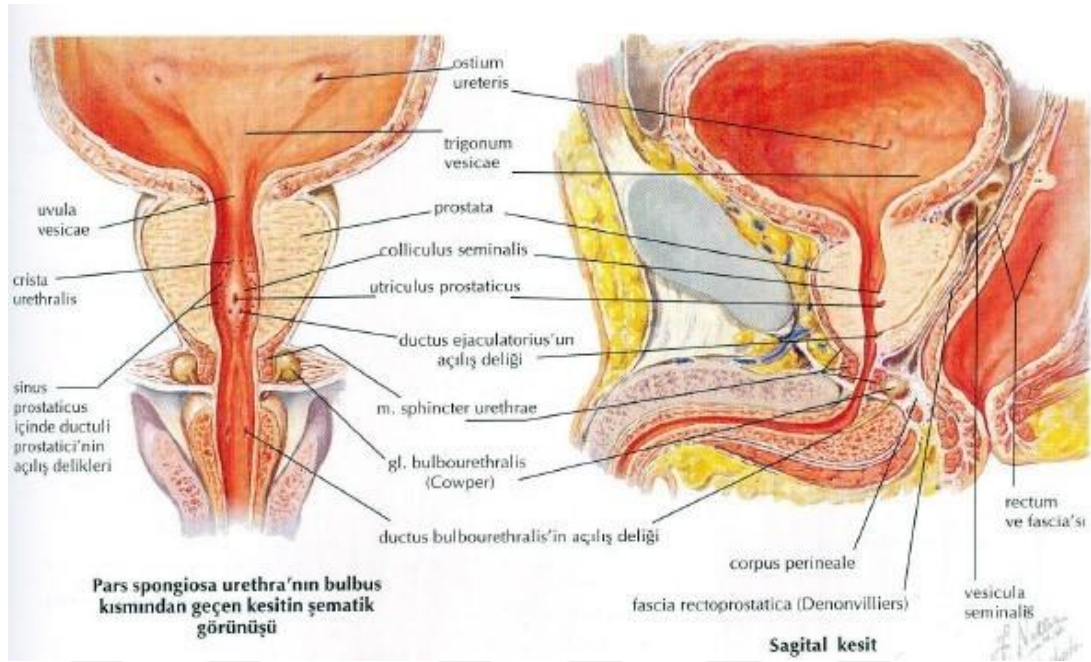
Şekil 1.1. Glandula prostatica ve çevre yapılarla olan komşulukları (Netter,2023).



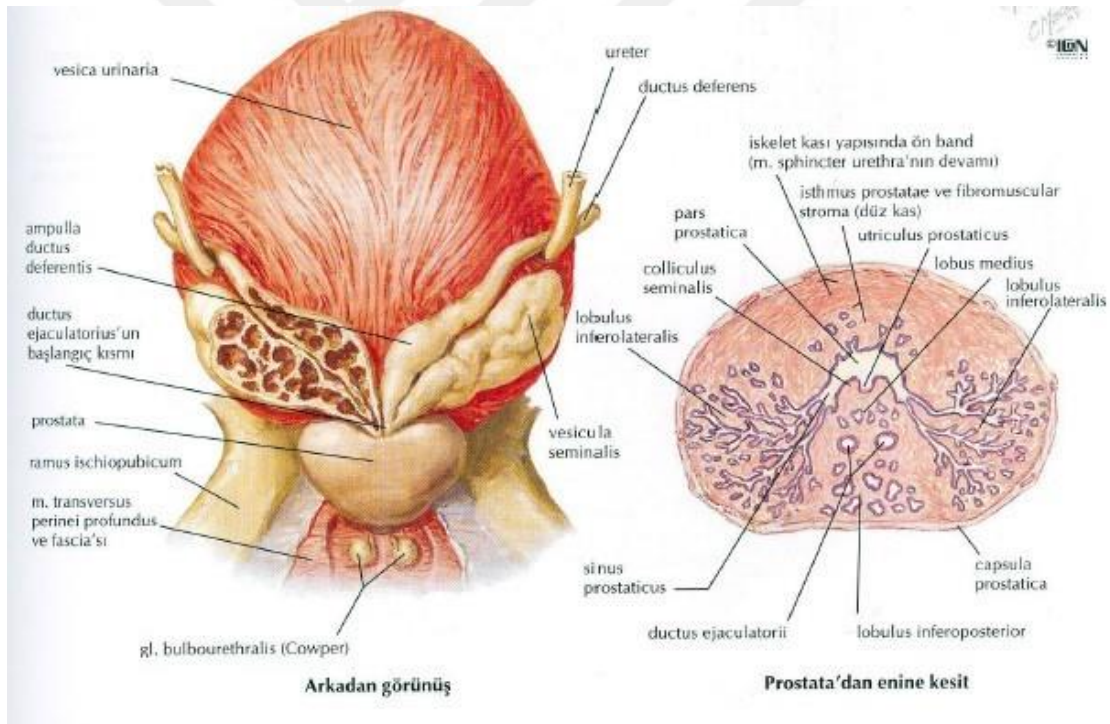
Şekil 1.2. Glandula prostatica ve urethra'nın vücutta konumlanması (Netter,2023).

Glandula Prostatica 4 zondan oluşur. Bunlar periferel zon (PZ), transizyonel zon (TZ), santral zon (SZ), ve anterior fibrovaksüler stroma'dır (AFS). PZ glandula prostatica'nın dış tabakasını oluşturur ve glanduler dokunun yaklaşık %70'ini oluşturur. Glandula prostatica'nın en büyük glanduler komponentidir. Glandula prostatica'nın embriyonik kökeni PZ'nin embriyonik kökeni ile benzerlik gösterir. TZ ejakülasyonu sağlayan kanalların proximal'inde bulunur ve glandula prostatica'nın urethra'yı saran kısmıdır. PZ'den daha fazla fibromusküler komponent içeren zonudur. Glanduler dokunun %5'inden azını oluşturmaya karşın glandula prostatica kanserlerinin yaklaşık %25'i burada bulunmaktadır. SZ ejakulasyondan sorumlu kanalları çevreleyen zondur. Vesica urinaria'nın basis'ine doğru projekte olmuş haldedir. BPH, prostatın daha çok SZ ve TZ gelişir. Prostat kanserleri ise prostatın daha çok PZ zonundan gelişir (Yacoub & Oto, 2018).

Glandula seminalis adı verilen diğer bir eklenti bezi de glandula prostatica ile oldukça yakın ilişkilidir. Cavitas pelvis içinde konumlanmıştır. Rectum'un önünde, vesica urinaria'nın arkasında ve basis prostatae'nin hemen üstünde bulunur. Sağ ve solda konumlanmış bu iki sakküler bezin her birinin görevi seminal sıvıyı boşaltmaktır. Bu bezin şekli armuta benzer. Bir üst- dış bir de alt- iç ucu bulunmaktadır. Üst -dış ucu daha kalın alt- iç ucu daha sivridir. Bu sivri ucu ayrıca ductus deferens ile seyrederek ductus ejaculatorius'u oluşturur. Ductus ejaculatorius, glandula prostatica'nın arka ve üst köşesinden glandula prostatica içerisine girer ve aşağıya doğru ilerleyerek pars prostatica urethra'nın arka duvarına açılır. Böylelikle hem ductus deferens içeriği ile vesicula seminalis salgısı karışmış hem de lümen içeriğinin atılımı sağlanmış olur. Bu eklenti bezleri aynı zamanda fruktoz açısından zengin alkali bir salgı üretirler. Bu salgının görevi sperm hareketliliğini desteklemek ve ejakulatın kalitesini arttırmaktır (Netter, 2023).



Şekil 1.3. Urethra'nın pars spongiosa kısmı ve glandula prostatica konumlanması (Netter, 2023).



Şekil 1.4. Vesicula seminalis, ductus deferens, ureter konumlanması (Netter, 2023).

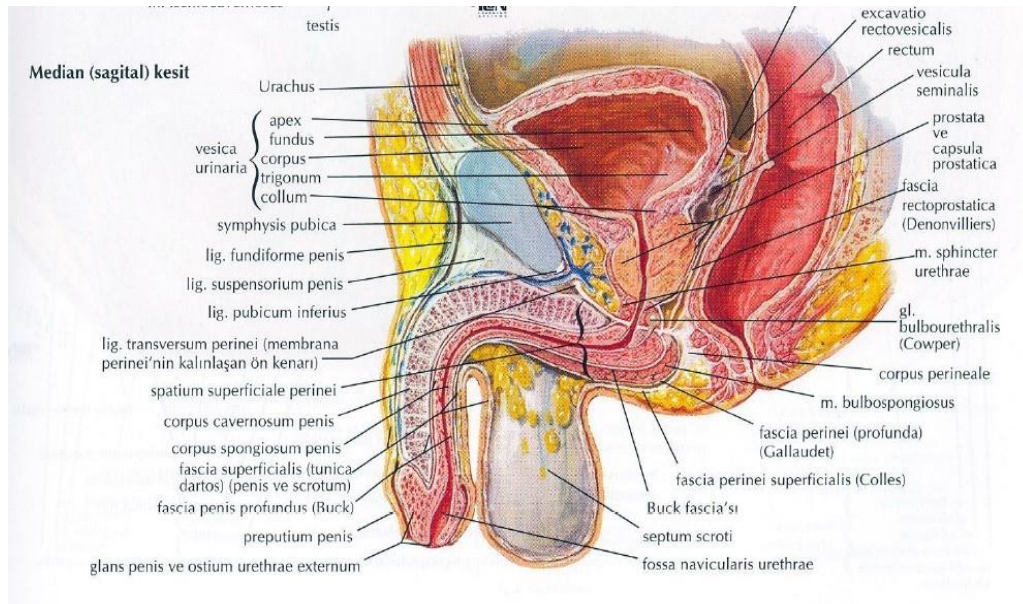
1.1.2 Prostat ile İlgili Fasyal Oluşumlar

1.1.2.1 Capsula Prostatica

Fibromusküler bir katman olan capsula prostatica düz kas lifleri içermektedir. Ayrıca prostat bezinin sınırlarını da belirler. Glandula prostatica'nın yalancı kapsülü olarak da adlandırılır çünkü gerçek bir fibröz kapsül değildir. Capsula prostatica, glandula prostatica'nın glanduler dokusu ile doğrudan temas halindedir ve prostat bezinin içine bölmeler göndererek bezin iç kısmında lobüller oluşturur (Netter, 2023).

1.1.2.2 Glandula Prostatica Etrafındaki Fasyal Boşluklar

Pelvis'te bulunan fasyalar arasında cerrahi açıdan önemli potansiyel boşluklar bulunur. Prostat bezinin ön tarafındaki os pubis ile arasında kalan potansiyel boşluk spatium retropubicum veya spatium prevesicale (Retzius aralığı) olarak adlandırılır. Spatium retropubicum'da plexus venosus prevesicalis (Santorini ven ağı) bulunur. Spatium retropubicum'un vesica urinaria'nın yanlarına doğru devamı ise spatium paravesicalis olarak isimlendirilir. Glandula prostatica'nın arkasında kalan boşluk spatium retroprostaticum olarak isimlendirilir. Bu bahsedilen potansiyel boşluklar cerrahi açıdan önem taşımaktadır (Netter, 2023).



Şekil 1.5. Glandula prostatica ve komşu yapıların sagittal kesitte görünümü (Netter, 2023).

1.1.3 Prostat'ın Damar ve Sinir Ağları

1.1.3.1 Glandula Prostatica Arterleri

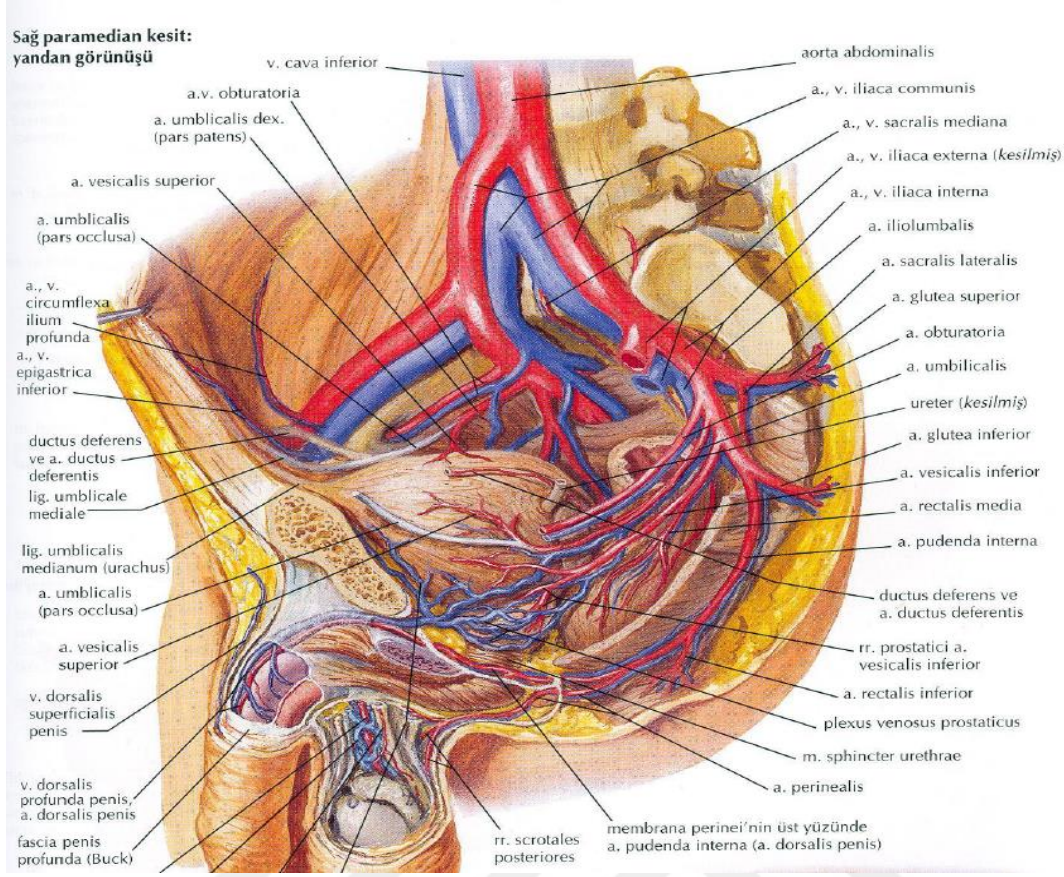
A. iliaca interna'nın visceral dalı olan a. vesicalis inferior, glandula prostatica'nın damarlanmasından esas olarak sorumlu olan arterdir. A. vesicalis inferior mesanenin boynu seviyesinde rr. uretherici ve rr. prostatici olarak adlandırılan dallarını verir. Rr. prostatici, prostat üzerinde ilerlerken capsula prostatica'yı delerler ve rr. capsulares dallarını verirler. Bu arterler bez dokusunda dağılırlar ve karşı taraftaki aynı isimli arterler ile anastomoz yaparlar. Rr. uretherici dalları ise preprostatic urethra' ya doğru ilerlerler ve prostatic ve membranous urethra'yı beslerler. Glandula prostatica bunların dışında a. pudenda interna ve a. rectalis media'nın dallarından da beslenir (Netter, 2023).

1.1.3.2 Glandula Prostatica Venleri

Prostat bezinden çıkan venler, bezin yan ve alt tarafında plexus venosus prostaticus olarak adlandırılan bir ven ağı oluştururlar. Plexus venosus prostaticus, capsula prostatica ile fascia prostatica arasında ayrıca prostat yanlarında bulunan fascia prostatica lateralis'in içinde bulunur (Netter, 2023).

V. dorsalis profunda penis, lig. pubicum arcuatum inferius ve symphysis pubica arasından geçerek apertura pelvis minor'e girer. Burada 3 dala ayrılır. Bu dallardan bir tanesi yüzeysel diğer ikisi lateral seyirlidir. Yüzeysel dal prostat ile mesanenin önünden yukarıya doğru yönelir lig. puboprostaticum'lar arasında ilerler. Yüzeysel dalın küçük dalları ise glandula prostatica ve uretraya ait fasyalarının önünden geçerek yukarıya doğru bir seyir gösterir ve Santorini ven ağı da denilen plexus venosus prevesicalis'e katılır (Netter, 2023).

V. dorsalis profunda penis'in lateral dalları ise yan taraflarda plexus venosus prostaticus ile bağlantı kurar. Plexus venosus prostaticus ise yukarıya doğru plexus venosus vesicalis ile bağlantıdadır. Bu ağlardan çıkan venler v. vesicalis inferior ile v. pudenda interna'ya drene olur (Netter, 2023).

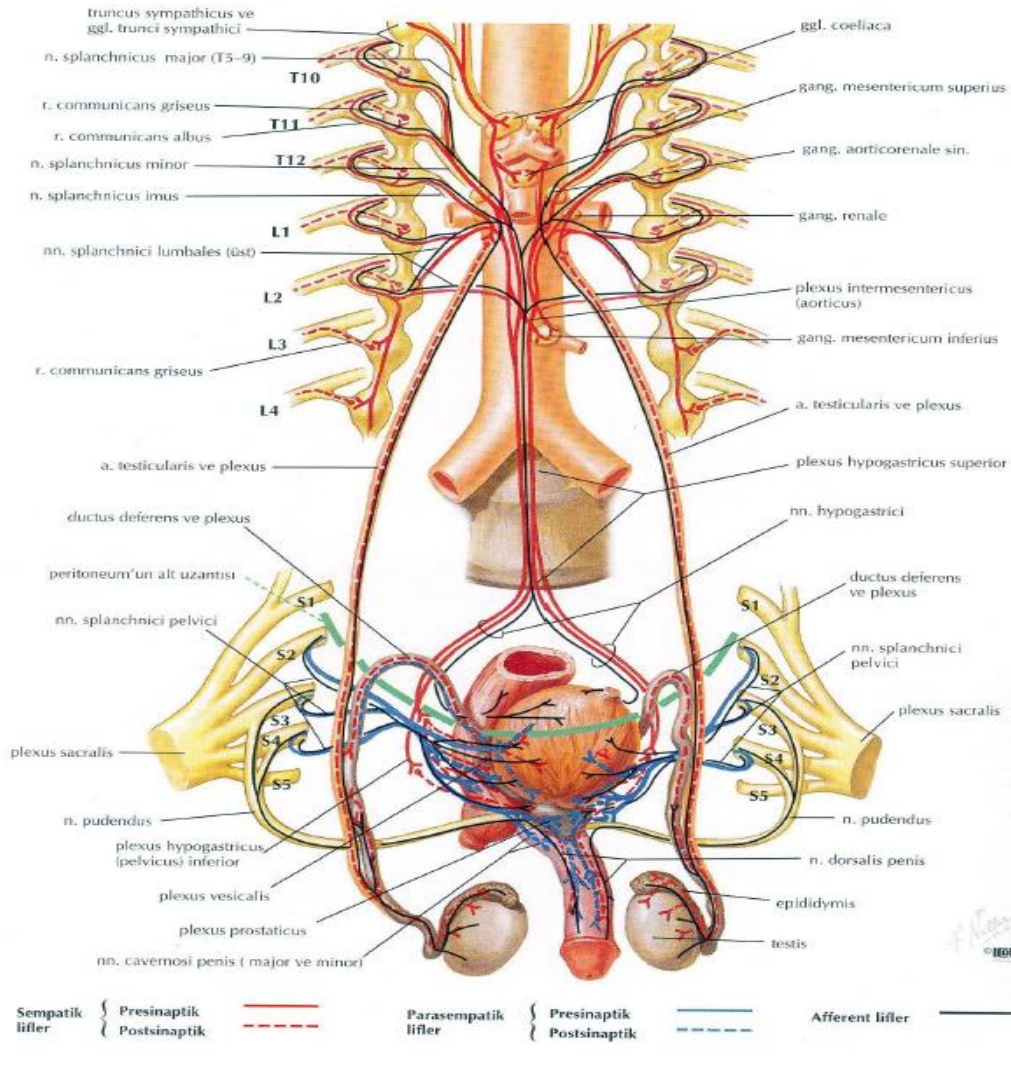


Şekil 1.6. Glandula prostatica arter ve venlerinin gösterimi (Netter, 2023).

1.1.3.3 Glandula Prostatica Sinirleri

Plexus pelvicius, pelvis duvarları ve pelviste bulunan organlar arasında bulunan sinir lifleri ve ganglion içeren bir oluşumdur. Uzun eksenini yaklaşık 4-5 cm'dir ve yelpaze şeklinde bir dağılım gösterir. Ekstraperitoneal bağ dokusu içinde bulunur. Şekli eşkenar dörtgene benzer. Plexus pelvicius, sempatik ve parasempatik afferent ve efferent liflerden oluşur (Netter, 2023).

T11-L2 spinal segmentlerden çıkan postganglionik simpatik lifler, plexus pelvicius'a, n. hypogastricus'lar aracılığı ile taşınır ve bu sempatik lifler esas olarak ejakulasyondan sorumludurlar. Parasempatik lifler, S2-4 spinal segmentlerden çıkarlar, nn. splanchnici pelvici (nn. erigentes) adını aldıktan sonra plexus pelvicius'a katılırlar. Bu lifler de esas olarak ereksiyondan sorumludur (Netter, 2023).



Şekil 1.7. Glandula prostatica sinirleri (Netter, 2023).

1.2 Glandula Prostatica ile İlgili Görülen En Yaygın Patolojiler

1.2.1 Benign Huylu Prostat Hiperplazisi

Erkeklerde glandula prostatica' nın büyümesidir ve genelde yaşa bağlı ortaya çıkar. Yaşlanan erkeklerde yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen en yaygın ürolojik hastalıktır. 50 yaş ve üzeri erkeklerde %50 ile %75, 70 yaş ve üzeri erkeklerde %80'e ulaşan bir prevalansı vardır (Bulut & Atan, 2023).

BPH bireylerde çeşitli şikayetlere yol açar ve bu şikayetler kişiden kişiye değişebilir. BPH' li bireylerde sık idrara çıkma, ani idrar yapma ihtiyacı ve buna engel olamama, geceleri de idrar yapmak için sık sık uyanma, mesanenin tam

boşalmadığı hissi, idrar yapma süresinin uzaması ya da idrar yapmaya başlamadan önce bekleme gibi belirtiler gözlenebilir. Ayrıca hastalar, kesikli ya da ıkmarak idrar yapma ihtiyacı duyarlar ve idrar miktarında azalma gözlenebilir (Bulut & Atan, 2023; Liedtke et al., 2024). Mesane çıkış tıkanıklığına sebep olabileceği için çeşitli alt idrar yolu enfeksiyonlarına da sebep olabilir (Koca-Çalışkan, Durbilmez, & Memiş, 2019).

Ayrıca otoimmün hastalık geçiren bireylerde BPH prevalansının da önemli ölçüde arttığı çalışmalarla kanıtlanmıştır ve bu hastalıkta majör patofizyolojik mekanizmalardan birinin de kronik inflamasyon olduğuna dikkat çekilmektedir. BPH için geleneksel tedavi seçeneklerinin sınırlı olması cerrahi yöntemleri nihai alternatif haline getirmektedir (Koca-Çalışkan, Durbilmez, & Memiş, 2019).

Alfa-bloker ilaçların glandula prostatica etrafında bulunan düz kasların gevşemesini sağlayarak idrar akışını düzenlediği bilinmektedir. Cerrahide ise asıl amaç hastanın mevcut şikayetlerinin azaltılması ve idrar akışının düzenlenmesi ve gerekiyorsa arttırılmasıdır. BPH hastaları için altın standart tedavi, glandula prostatica' nın transüretal rezeksiyonudur. Bu uygulamada amaç, belirtilere sebep olan glandula prostatica dokusunu minimal invaziv bir yöntemle uzaklaştırmaktır. Bu yöntemle kişilerde optimal düzelme gözlenmektedir (Bulut & Atan, 2023).

1.2.2 Prostat Kanseri

Erkek malign tümörü olan glandula prostatica kanserleri özellikle gelişmiş ülkelerde sık görülen bir hastalıktır. Yavaş seyirlidir olmasına rağmen kanser nedeni ölümünün en sık ikinci görülen nedenidir. Tanı için yaygın olarak serum prostat spesifik antijen (SPSA) düzeyinin tayini ve rektal tuşe uygulamaları kullanılmaktadır. SPSA glandula prostatica kanseri tanısında ve takibinde kullanılan en önemli belirteçlerdendir. Rektal tuşe uygulaması ise kimi durumlarda yetersiz kalabilen bir uygulama konumunda bulunmaktadır çünkü özellikle küçük tümörleri tespit etmede duyarlılığı oldukça düşüktür (Özdemir et al., 2017).

Ultrason ile çoğu olguda tümör görülemediğinden kör biyopsi tercih edilmektedir. Yanlış sonuç oranının %30 dan fazla olduğu bilinmesinden dolayı sonuç negatif çıksa bile tümör kesin olarak dışlanamamaktadır. Tümör tanısı

kesinleşmiş bir olguda evreleme amacıyla en sık başvuru alan görüntüleme yöntemleri BT ve MRG olmaktadır fakat genelde malignite derecesi sanılandan daha yüksek çıkmaktadır. Bunun sebebi tümörün tamamının örneklenememesinden kaynaklanmalıdır. Kanseri gibi erken teşhis ve tedavinin bu kadar önemli olduğu hastalıklar aslında görüntüleme yöntemlerinin önemini bize bir kez daha göstermektedir (Surasi et al., 2020).

Mevcut tedavi seçenekleri arasında aktif gözetim, kemoterapi, radyoterapi, hormonal tedavi ve cerrahi bulunmaktadır. Hastaya uygun tedavi seçeneğine, kişinin PSA düzeyine ve derecesine bakarak, tümörün doğasına, olası nüks ihtimallerini göz önünde tutularak karar verilmektedir. Radikal prostatektomi, düşük riskli glandula prostatica kanserinin tedavisinde radyasyon tedavisiyle birlikte kullanılmaktadır. Bu tedavi seçeneği, glandula prostatica' nın ve yakınındaki dokuların çıkarılmasını içeren cerrahi bir yöntemdir. Glandula prostatica' nın ötesine yayılmış ve tekrar ortaya çıkan kanserlerin tedavisi için androjen yoksunluğu tedavisi denilen hormonal bir tedavi kullanılmaktadır (Sekhoacha et al., 2022).

Günümüzde mevcut tedavi seçenekleri pahalıdır ve kişide ciddi yan etkiler oluşturabilir. Bu sebeplerden dolayı kişide az ya da hiç yan etkisi oluşturmayacak, daha yüksek etkinliğe sahip, ulaşılabilir ve uygun maliyetli yeni kemoterapötik ajanların keşfi oldukça elzemdir (Sekhoacha et al., 2022).

1.2.3 Prostatit

Prostatit, enfeksiyonlar nedeniyle ortaya çıkabileceği gibi herhangi bir enfeksiyon olmadan da ortaya çıkabilir. 'Prostat iltihabı' ya da 'prostat nezlesi' olarak kabul edilir. 20- 50 yaş arası erkeklerin yaklaşık yüzde beşinde bu hastalık gözlenirken, 50 yaşın üstündeki erkeklerde bu hastalık, en sık rastlanan üçüncü hastalık olarak karşımıza çıkmaktadır (Türkeri L., 2007).

Prostatit'e sahip kişilerde, idrar akışının yoğunluğunda azalma, mide bulantısı, sık idrara çıkma isteği, kısırlık gibi semptomlar en yaygın semptomlardandır. Bunların yanında kişi idrar yaparken yanma hissedebilir ve genital bölgelerinde ağrı duyabilir. Bu gibi yan etkiler de kişilerde psikolojik rahatsızlıkları da beraberinde getirmektedir (Türkeri L., 2007).

Prostatit en temelde enfeksiyon dışı ve bakteriyel prostatit olarak ikiye ayrılır. Enfeksiyon dışı prostatit'in nedeninin bilinmemesinden dolayı tedavisi de zordur. Akut ve kronik bakteriyel prostatit'in tedavisinde ise antibiyotiklerle ve anti-inflamatuar ilaçlarla başarı elde edildiği bilinmektedir. Özellikle prostat iltihabı akut seviyede ise tedavide yoğun antibiyotik tedavisi uygulanmaktadır. Bu durum ölümcül olabileceğinden acil ve yoğun bir bakım gerektirmektedir. Ayrıca prostatitin neden olduğu iltihabı hafifletmek adına sıcak oturma banyoları faydalı olabileceği gibi hastalığı tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Hastalarda kas gerginliğini azaltmak ve idrar akıntısını arttırmak adına kullanılan alfa blokerler' in ciddi yan etkilere sebep olduğu bilinmektedir (Gasmi et al., 2023).

1.3 Prostat Hacim Ölçümünde Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri

1.3.1 Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG cihazı çekim sırasında, vücuda radyo dalgaları gönderilir ve vücudumuzda bulunan protonların bulundukları hizadan çıkmalarını sağlayarak protonları aynı yönde hizalanır. Farklı dokularda bulunan protonların hareketleri de farklı hızda olduğundan her biri farklı sinyaller üretirler. Farklı dokulardan gelen farklı sinyaller bilgisayar yardımıyla birleştirilir. Böylece görüntülenmek istenen vücut bölümündeki dokuların detaylı görüntüsü oluşturulmuş olur. Bu şekilde MR cihazı kullanılarak vücuttaki farklı doku türlerini ve varsa dokulardaki hastalıklı bölümler incelenebilir (Knight et al., 2022; Yousaf et al., 2018).

Glandula prostatica iç yapısını değerlendirmede de en başarılı radyolojik yöntem MRG 'dir çünkü yüksek kontrast çözünürlüğü bulundurur. Hem patolojik bulguları hem detaylı anatomik yapıları ortaya koymada oldukça başarılıdır (Emmett et al., 2021; Yacoub & Oto, 2018) Glandula prostatica kanserinin saptanması için oldukça tercih edilen bir yöntemdir ancak negatif MRG bulunan hastalarda da yanlış teşhisleri engellemek adına biyopsi yapılır. Röntgen ya da BT yöntemlerinin aksine, MRG incelemesinde vücuda zararlı olan radyoaktif X ışınları kullanılmaması da avantajlarından bir tanesidir (Knight et al., 2022; Wald, 2019).

1.3.2 Bilgisayarlı Tomografi

BT, vücuda X ışınları göndererek ayrıntılı vücut görüntüleri elde edilmesini sağlayan radyolojik bir görüntüleme yöntemidir. Klinikte oldukça sık kullanılan görüntüleme yöntemlerinden biridir. Vücuttaki kemik, damar, yumuşak doku görüntülerini farklı pencere değerleri ile göstererek doku görüntülerini kesitler halinde birleştirilmesini sağlar. Bu elde edilen görseller bilgisayara aktararak organ ve dokular görüntülenmiş olur (Y. J. Lee et al., 2019).

Yumuşak doku ve kontrast çözünürlüğündeki yetersizliğinden dolayı, glandula prostatica'ya ait görüntülerde, detaylı görüntü ortaya koymada başarısızdır. Bilgisayarlı tomografi ile ölçülmüş glandula prostatica görüntülerinde, santral zon ile periferik zon ayrımı yapılamaz. Komşu yapılar veya benzer yoğunluktaki çevre oluşumlarla ayrımını yapmak bu ölçüm yöntemi ile zordur. Lenf nodlarını tespit etmede oldukça başarılı olsa da çoğu olguda glandula prostatica içerisinde bulunan herhangi bir tümörü lokalize etme ve nükslerin tespitinde oldukça yetersizdir. Sadece çok belirgin kanlanmalar varsa veya farkı gösteren tümör veya nüks odaklar tespit edilebilir (Akıncı T, 2011; Y. J. Lee et al., 2019).

1.3.3 Ultrasonografi

Ultrasonografi, birçok hastalığın ön teşhisinde kullanılan bir tanı yöntemidir. Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanarak iç organları görüntülemeye yarar ve eğitimleri sırasında ultrason eğitimi alan radyoloji uzmanı tarafından yapılır. Cihazdan gönderilen yüksek frekanslı ses dalgaları, hastanın vücudundan yansdıktan sonra yine aynı cihaz tarafından algılanır. Yansıma farklılıkları organdan organa değişir. Normal yapılar içinde bulunan bir tümör ya da kist varsa, yüksek frekanslı ses dalgaları farklı cihaza yansır ve radyoloji uzmanı tarafından tanı konulur. Bu tanı yönteminde X ışını kullanılmaz ve radyasyon yayılmaz. Bu nedenle gebelerde ve bebeklerde rahatlıkla kullanılabilen bir yöntemdir (Özden E. Göğüş Ç. Ecemiş O., 2006).

Transrektal ultrasonografi (TRUS) glandula prostatica'nın değerlendirilmesinde en sık kullanılan radyolojik yöntemdir ve glandula prostatica anatomisi, boyutu ve iç yapısı başarıyla değerlendirilebilmektedir. Her ne kadar

teknolojik gelişmelerle birlikte daha yüksek çözünürlüğe sahip incelemeler yapmayı mümkün kılsa da lezyonun boyutu küçüldükçe ultrasonografinin tümörü tespit etme başarısı da oldukça düşmektedir (Emmett et al., 2021; Özden E. Göğüş Ç. Ecemiş O., 2006).

TRUS, hacim ölçümünde, glandula prostatica içinde bulunan kalsifikasyonları veya kistleri görüntülemeye, glandula prostatica' nın ayrıntılı olarak anatomisini değerlendirmede için oldukça sık kullanılan popüler bir yöntemdir. Kolay erişilebilir olması ve çok yönlü bir yöntem olması da ayrıca avantajlarıdır (Y. J. Lee et al., 2019).

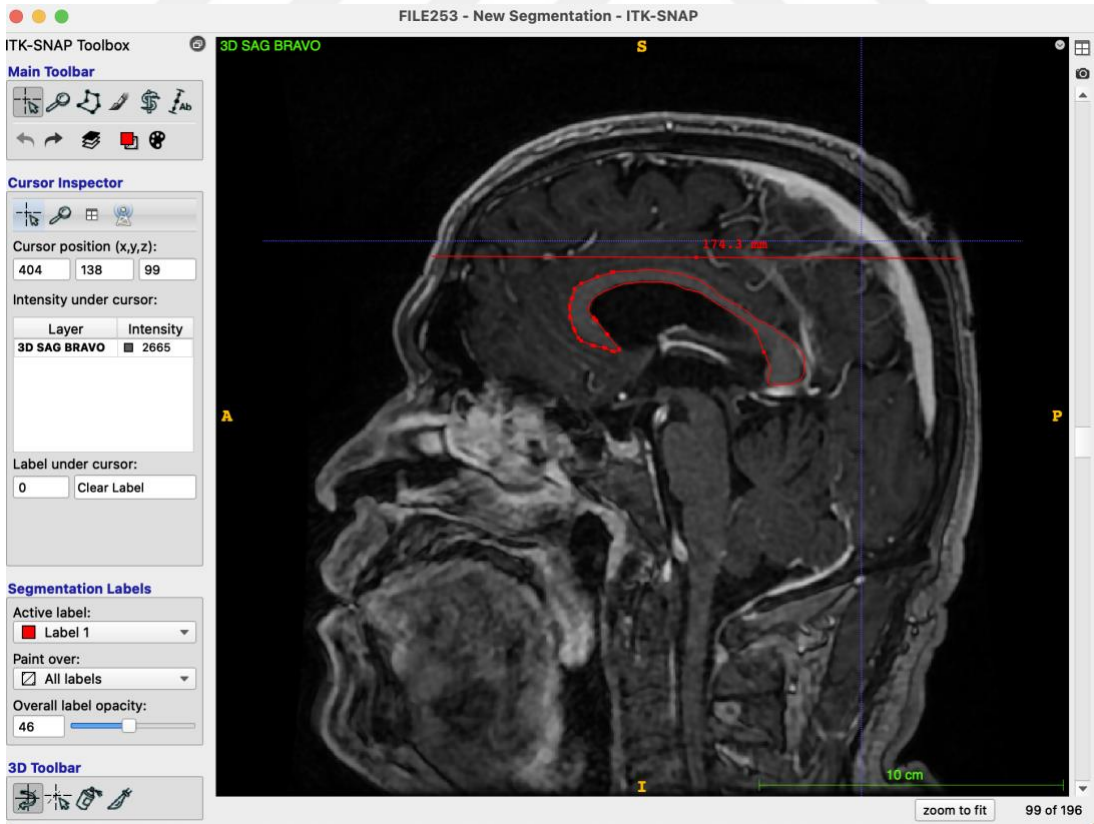
1.3.4 ITK-SNAP

ITK-SNAP, üç boyutlu medikal görüntülerde gözlenen yapıları bölmek için kullanılan bir yazılım uygulamasıdır. Ücretsiz, açık kaynaklı ve çok platformludur. Aktif kontur yöntemleri, manuel tanımlama ve görüntü navigasyon özellikleri sayesinde yarı otomatik segmentasyon sağlamanın yanında kullanıcıya birçok destekleyici yardımcı program da sunar (Yushkevich et al., 2019).

Aynı anda üç ortogonal düzlemde manuel segmentasyon sağlayabilmesinin yanında, modern bir grafik kullanıcı arayüzü içerir. DICOM dahil olmak üzere çok sayıda üç boyutlu görüntü formatının kullanımı için ve çoklu görüntülerin segmentasyonunu yapabilmeyi sağlar. Eş zamanlı ve bağlantılı görüntüleme yapabilir. Ayrıca üç boyutlu kesme düzlemi ve kapsamlı öğretici ve video belgeleri sağlayabilmek gibi birçok özelliği ve avantajı mevcuttur ki bunlar da segmentasyon sonuçlarının hızlı bir şekilde işlenmesini sağlayan ve kullanıcının iş yükünü oldukça azaltan ve zamandan tasarruf etmesini sağlayan kıymetli özelliklerindendir (Yushkevich et al., 2006).



Şekil 1.8. ITK-SNAP ara yüz görünümü.



Şekil 1.9. ITK SNAP ile yapıların ana hatları çizilmesi ve iki nokta arası uzunluk ölçümü.

ITK-SNAP aynı zamanda yaygın olarak kullanılan çeşitli üç boyutlu görüntü formatlarını okuyabilmekte ve yazabilmektedir. Ayrıca ITK-SNAP, Windows, Linux ve MacOS ile uyumlu açık kaynaklı bir uygulamadır. ITK-SNAP, içerdiği temel manuel araçlar sayesinde anatomik görüntülerin ana hatlarını çizmeyi ya da iki bölge arasında uzunluk ölçmeyi de sağlayan birçok özelliği bulunmaktadır (Yushkevich et al., 2019).

Zorlu veriler içeren çalışmalarda otomatik segmentasyon yöntemi hatalar içerebilir fakat ITK-SNAP uygulamasıyla yarı otomatik ölçme yöntemi kullanılarak üretilen segmentasyonların daha sonra manuel olarak düzenlenebilmesi için araçlar barındırır (Yushkevich et al., 2019).

ITK-SNAP'ın kullanıcılara sağladığı en büyük kolaylıklardan bir tanesi de bölümlere ayrılmış incelenen yapıların hacim ve yoğunluk özelliklerini içeren raporlar üretebilmesidir. Bu raporlar niceliksel ve istatistiksel analiz için kullanıcılar tarafından kolayca kullanılabilir (Acer, 2021).

Hacim karşılaştırmalarının temelde olduğu çalışmalarda, ITK-SNAP uygulamasının azaltılmış segmentasyon süresi ve daha verimli olması nedeniyle kullanıcıya hem uygulamada kolaylık sağladığı gibi zamandan da büyük tasarruf sağlamaktadır. Tüm bu avantajların yanında ITK-SNAP uygulamasının kayıt sürecinin akıcı olması ve doğrudan görüntü birleştirme yoluna sahip olması nedeniyle kayıt sonuçları kusursuz bir şekilde doğrulanabilmektedir (Amla et al., 2024; Yushkevich et al., 2006; Yushkevich & Gerig, 2017).

Kullanıcı arayüzü tamamen segmentasyon odaklıdır ve canlı geri bildirim kullanılarak tasarlanmıştır. Bu sayede parametre seçimi basitleştirilmiştir ve segmentasyonla ilgisi olmayan özelliklerin sayısı minimumda tutulmuştur. Barındırdığı bu özelliklerle kullanıcının zamanını en iyi şekilde değerlendirmesini sağlayarak kişiye sorunsuz bir öğrenme eğrisi sağlamayı amaçlamaktadır (Acer, 2021).

Yaptığımız bu tezin amacı, ITK-SNAP yazılımı ve ultrasonografi yöntemleri kullanılarak prostat hacmi ölçümlerini karşılaştırmak, ITK-SNAP'in doğruluk ve güvenilirlik açısından sunduğu avantajları değerlendirmek ve prostat

hacmi ölçümlelerinde elde edilen verilerin farklı yaş gruplarında (genç ve yaşlı bireyler) normal dağılıma uygunluğunu incelemek ve bu doğrultuda ölçüm yöntemlerinin etkinliğini tartışmaktır. Yukarıda bahsedilmiş birçok avantajının ve kolaylığının bulunmasının yanı sıra literatüre ciddi katkı sağlayacağını düşündüğümüzden çalışmamızda ITK-SNAP uygulamasını kullanmayı amaçladık.

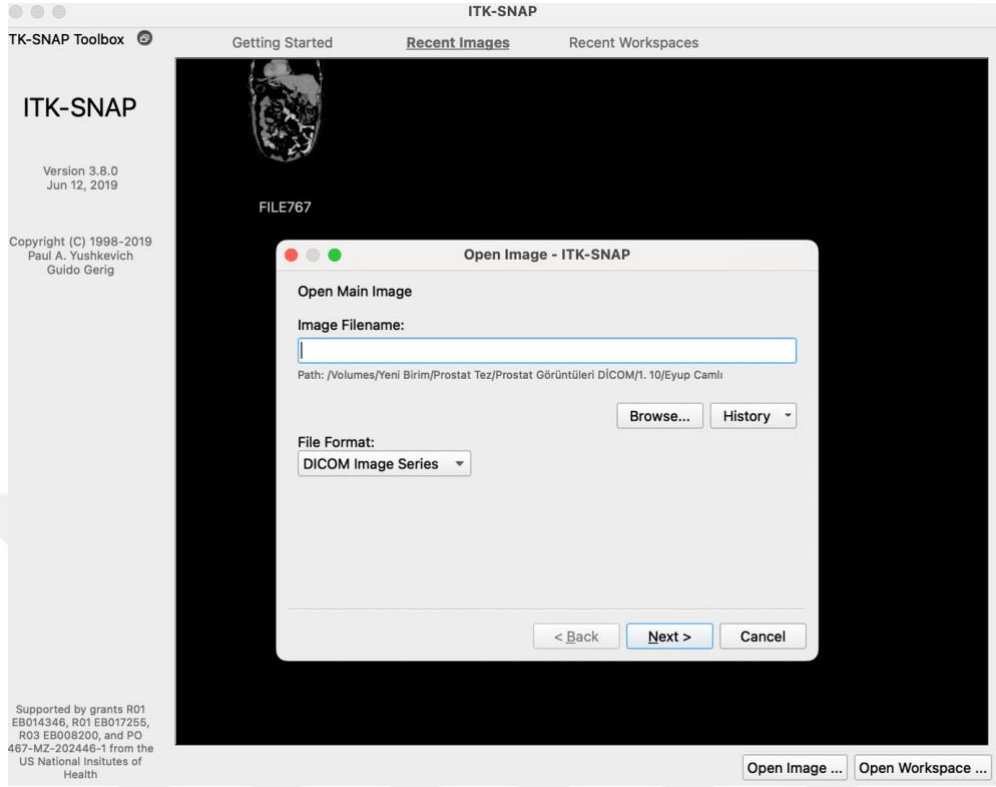


2. MATERYAL ve YÖNTEM

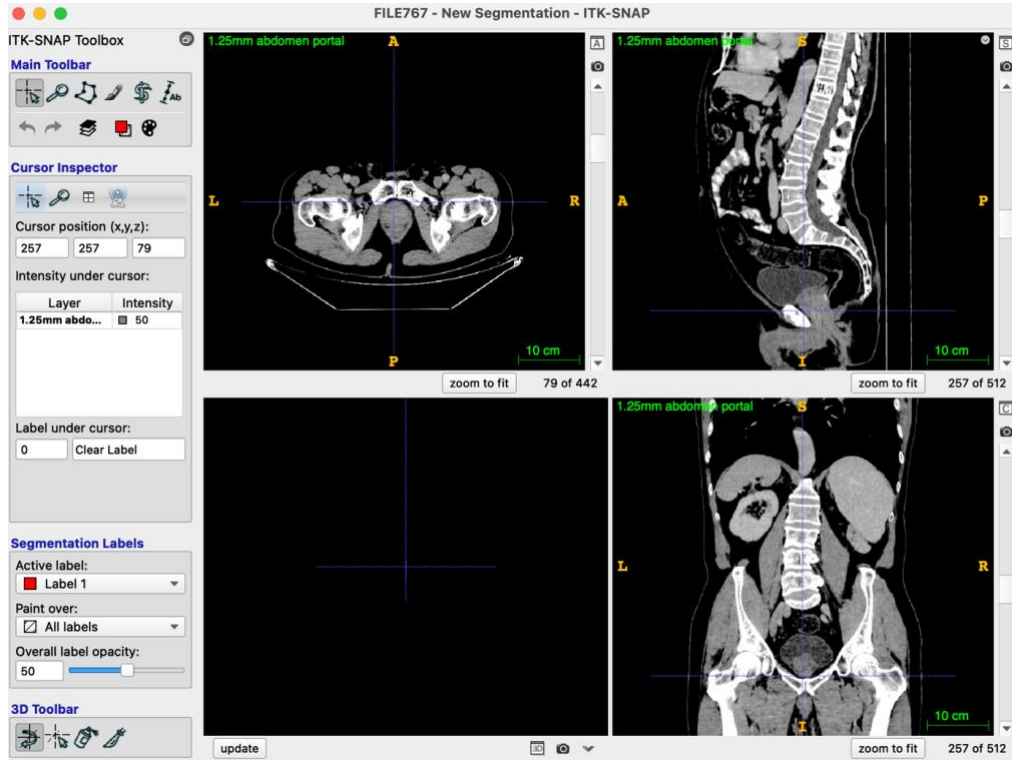
Çalışmada Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine 2020-2024 yılları arasında başvuran 20-90 yaş arası 150 erkek bireyin PACS (Picture Archiving And Communication System) sisteminde bulunan glandula prostatica'larına ait ultrason raporları ve kontrastlı abdomen bilgisayarlı tomografisi bulunan hastaların görüntüleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulundan 2024/164 sayısı ile etik izin alınmıştır. Herhangi bir patolojisi veya geçirilmiş bir cerrahi operasyonu olmayan bireyler randomize olarak seçilmiştir. 20 yaş altı ve 90 yaş üstü erkek bireyler ve herhangi bir patolojisi bulunan ve bunun sonucunda çevre yapıları da etkilenmiş sağlıklı hacim ölçümü yapılamayacak hastalar ile geçirilmiş cerrahi operasyon öyküsü bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Dâhil edilme kriterlerine uymayan 50 görüntü çalışmadan çıkarılmış ve toplam 100 bireyin glandula prostatica hacmi ITK-SNAP programı ile ölçülmüştür.

Glandula prostatica'sı ölçüm yapmaya uygun kriterleri sağlayan bireylerin görüntüleri daha sonra DICOM formatında indirilerek ITK-SNAP programına aktarılmıştır (Şekil 2.1). Glandula prostatica çerçeve içine alınıp, segmentasyon için ekranın sol tarafında bulunan 'Snake Inspector' bölümünde yer alan 'Segment 3D' tuşuna basılmıştır (Şekil 2.3). Çerçeve içine alınmış olan glandula prostatica için 'Lower / Upper Threshold' ayarı yapılmıştır (Şekil 2.4). Ölçülmek istenen alan beyaz bırakılmıştır. Çevre yapılar ise mavi bırakılarak boyanmamaları sağlanmıştır. Boyama işleminin gerçekleşmesi için glandula prostatica'nın ortasına 'Actions' bölümünden 'Bubble' eklenmiştir (Şekil 2.5). 'Next' ve 'Oynatma' tuşlarına basılarak 'Bubble' glandula prostatica yüzeyi boyunca yayılarak glandula prostatica'nın boyanması sağlanmış olur (Şekil 2.6). 'Finish' tuşuna basıldıktan sonra glandula prostatica üç farklı segmentte de gözlenebilmektedir (Şekil 2.7). Sol alt pencerede ise glandula prostatica üç boyutlu görüntüsü gözlenebilmektedir. Hacim ölçümü tamamlanan glandula prostatica'nın hacim değerine ekranın sol üst köşesinde yer alan 'Volume and Statistics' bölümünden ulaşılabilmektedir (Şekil 2.8). Glandula prostatica hacmini ölçmüş olan ITK SNAP değeri 'mm³' cinsinden hazır bir şekilde kullanıcılara sunulmaktadır

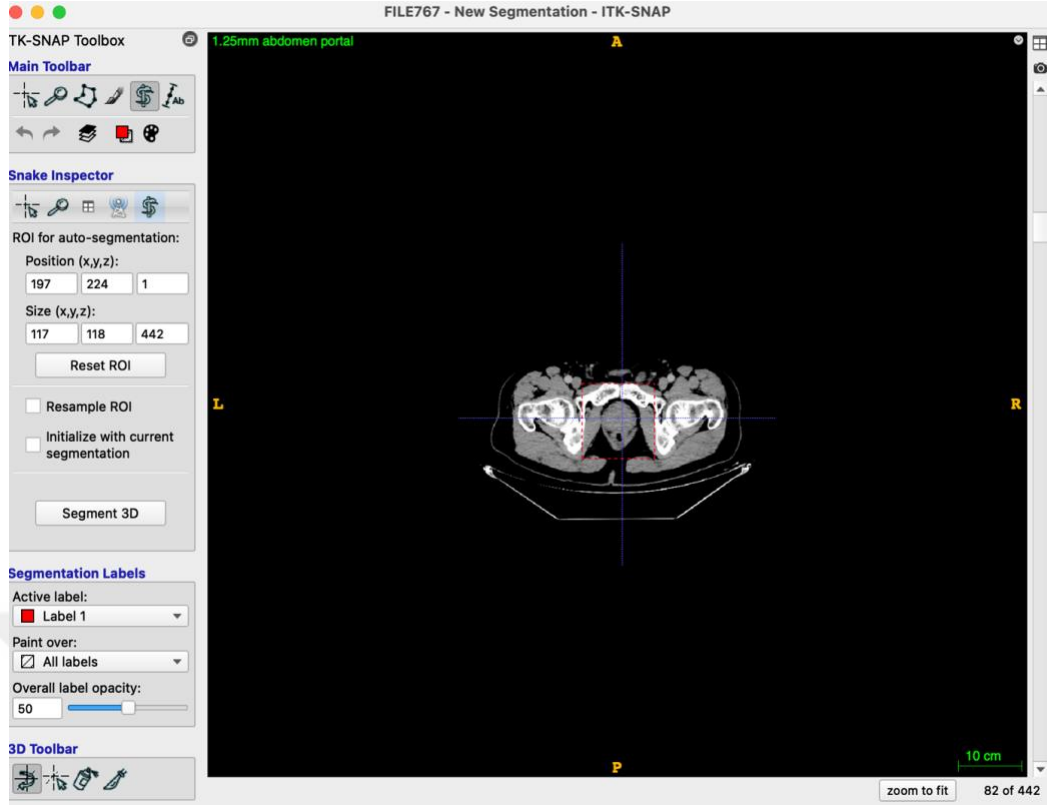
(Şekil 2.9). Tüm hastalardan elde edilen hacim sonuçları excel ortamında kayıt altına alınmıştır. Tüm ölçümler tek bir gözlemci tarafından yapılmıştır.



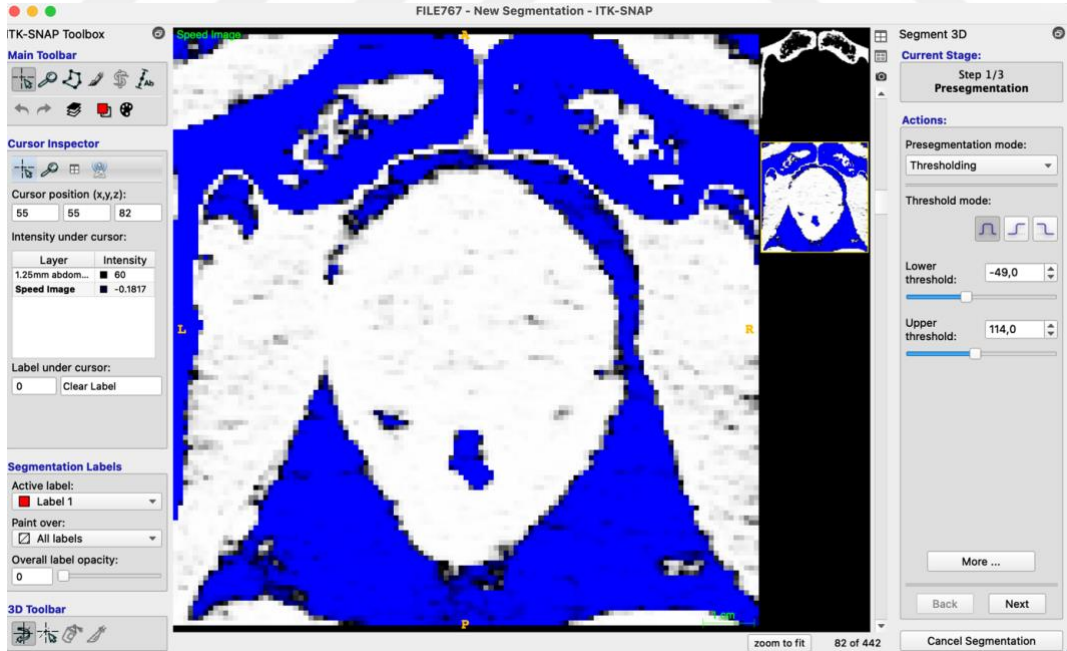
Şekil 2.1. DICOM formatında indirilen görüntülerin ITK-SNAP'e yüklenmesi.



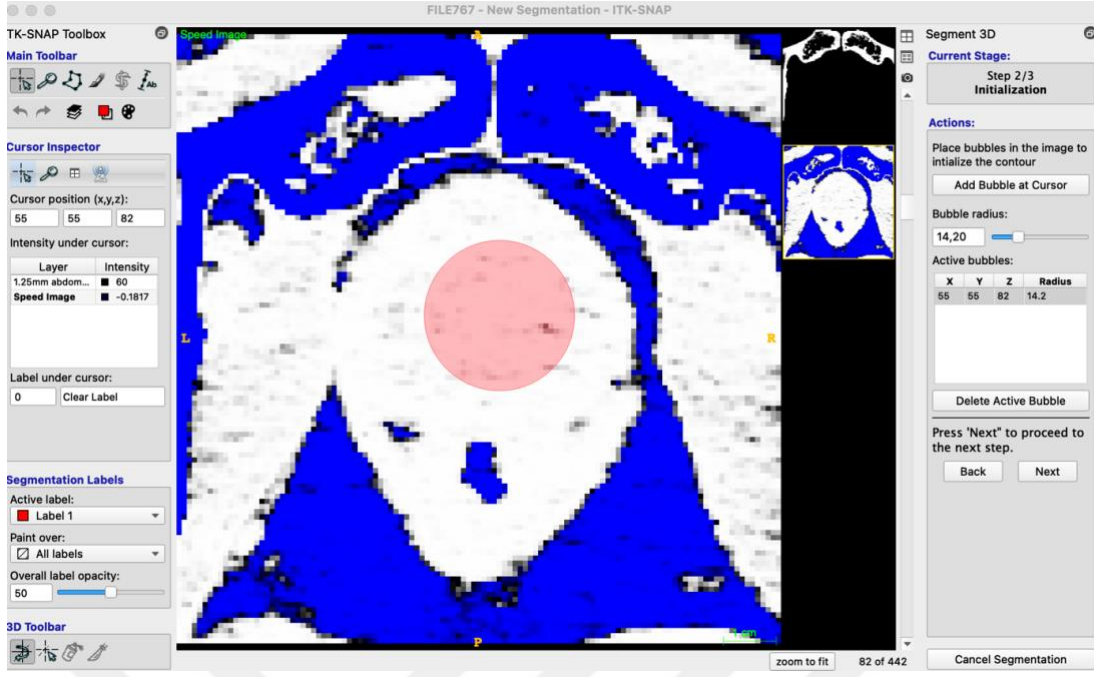
Şekil 2.2. ITK-SNAP ana ekran görüntüsü



Şekil 2.3. Glandula prostatica çerçeve içine alındıktan sonra segmentasyon sağlayan Segment 3D tuşu.



Şekil 2.4. Ölçülmek istenen alanın beyaz bırakılması ve Lower/Upper Threshold ayarının yapılması.



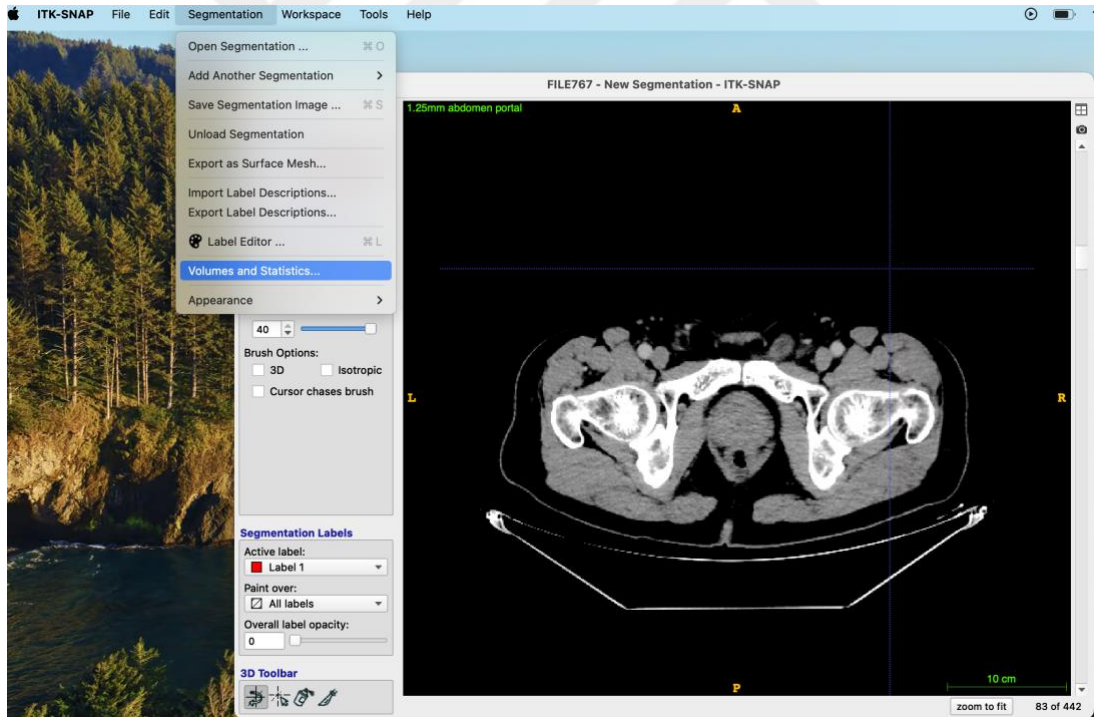
Şekil 2.5. Glandula prostatica'nın merkezine Bubble eklenmesi.



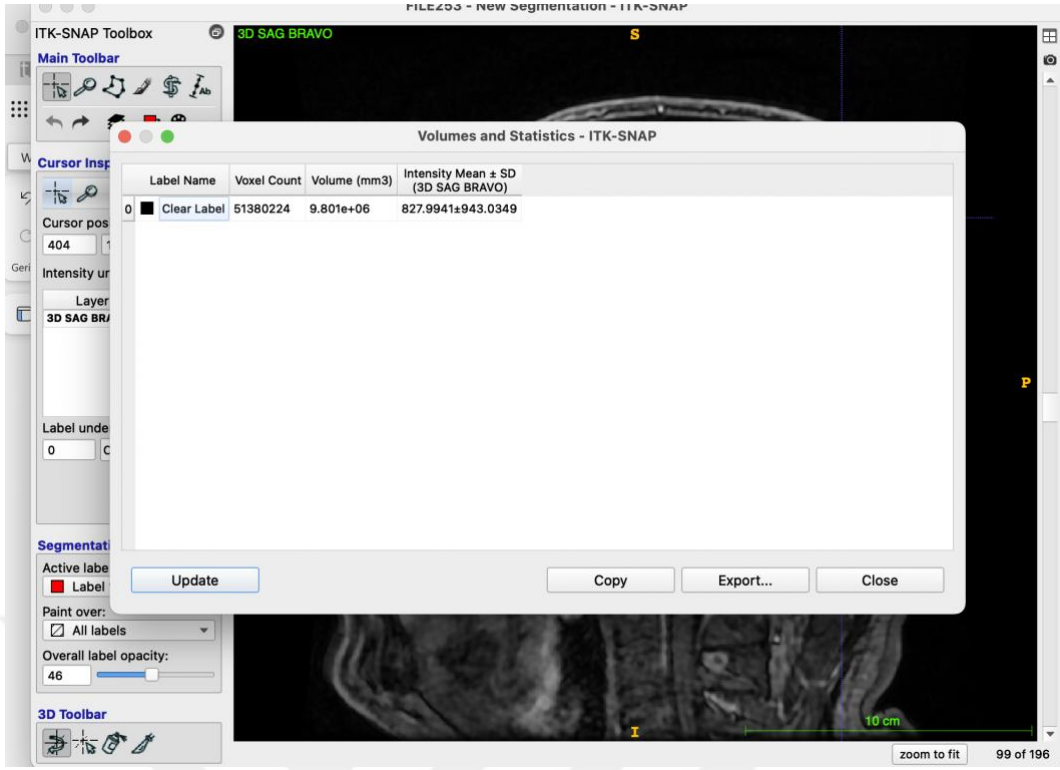
Şekil 2.6. Next ve Oynatma tuşlarına basılıp glandula prostatica' nın boyanması.



Şekil 2.7. Glandula prostatica'nın üç segmentte ve üç boyutlu görüntülenmesi.



Şekil 2.8. Volume and Statistics' bölümünden hacim değerlerine ulaşılması.



Şekil 2.9. Glandula prostatica hacminin ‘mm3’ cinsinden değerinin görülebilmesi.

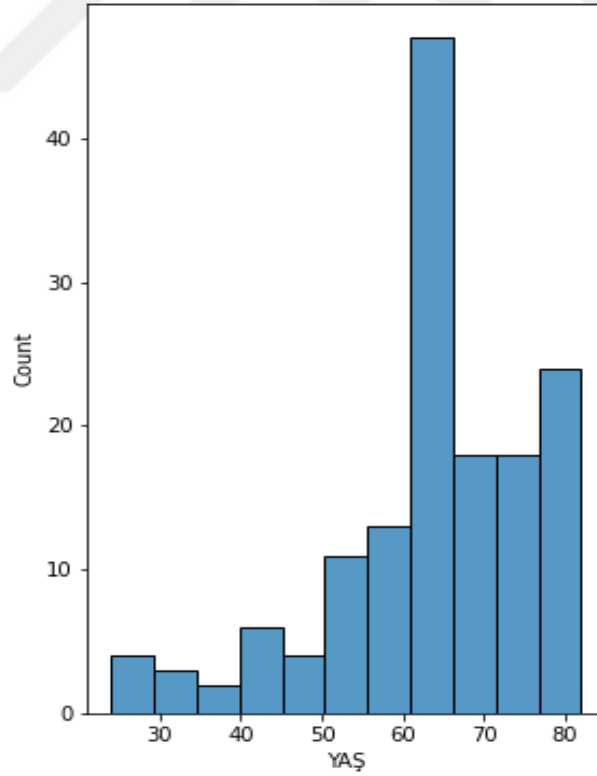
Glandula prostatica hacimleri ITK-SNAP ve USG yöntemleri ile ayrı ayrı ölçülmüş olup tüm veriler kaydedilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile analiz edilmiştir. Normal dağılıma uyan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri minimum (Min), maksimum (Max), ortalama (Ort) ve standart sapma (SD) ile gösterilirken normal dağılıma uymayan değişkenlerde ortanca ve çeyrekler arası açıklık kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan veriler, glandula prostatica hacim ölçümleri üzerinde yapılan Eşlenik Örneklem T-testi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın istatistiksel analizi için Eşlenik Örneklem T-Testi uygulanmıştır. Ayrıca, Cohen's d kullanılarak etkinin büyüklüğü de hesaplanmıştır. Analizlerin yapımında Japs 0.18.3 programı, grafiklerin çiziminde Python 3.8.8 derleyicisi ve Jupyter Notebook 6.4.6 editörü kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmamızda glandula prostatica görüntüleri toplanmış toplam 100 adet erkek bireyin yaşlarının dekatlara göre dağılımı incelendiğinde çoğunun 60-70 yaş arasında olduğu görüldü. Frekans tablosu Tablo 3.1’de, histogram grafiği ise Şekil 3.1’de verildi.

Tablo 3.1. Yaşların dekatlara göre dağılım tablosu.

DEKATLAR	FREKANS
20-30	4
30-40	5
40-50	10
50-60	22
60-70	60
70-80	34
80-90	15

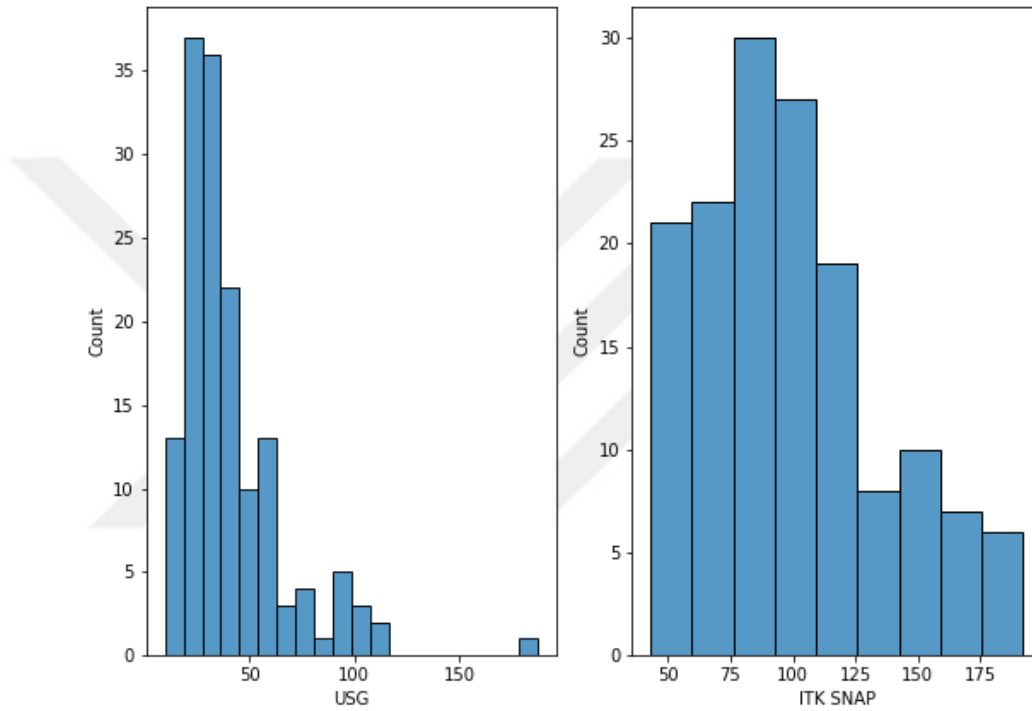


Şekil 3.1. Yaşın dekatlara göre dağılım grafiği.

Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Analizi test edildiğinde ITK SNAP ve USG ölçümlerinin nonparametrik dağıldığı görüldü. Analiz sonuçları Tablo 3.2’de histogram grafiği Şekil 3.2’de verildi.

Tablo 3.2. Shapiro-Wilk Analiz tablosu.

YÖNTEM	W	p
ITK SNAP	0,956	<0,001
USG	0,799	<0,001

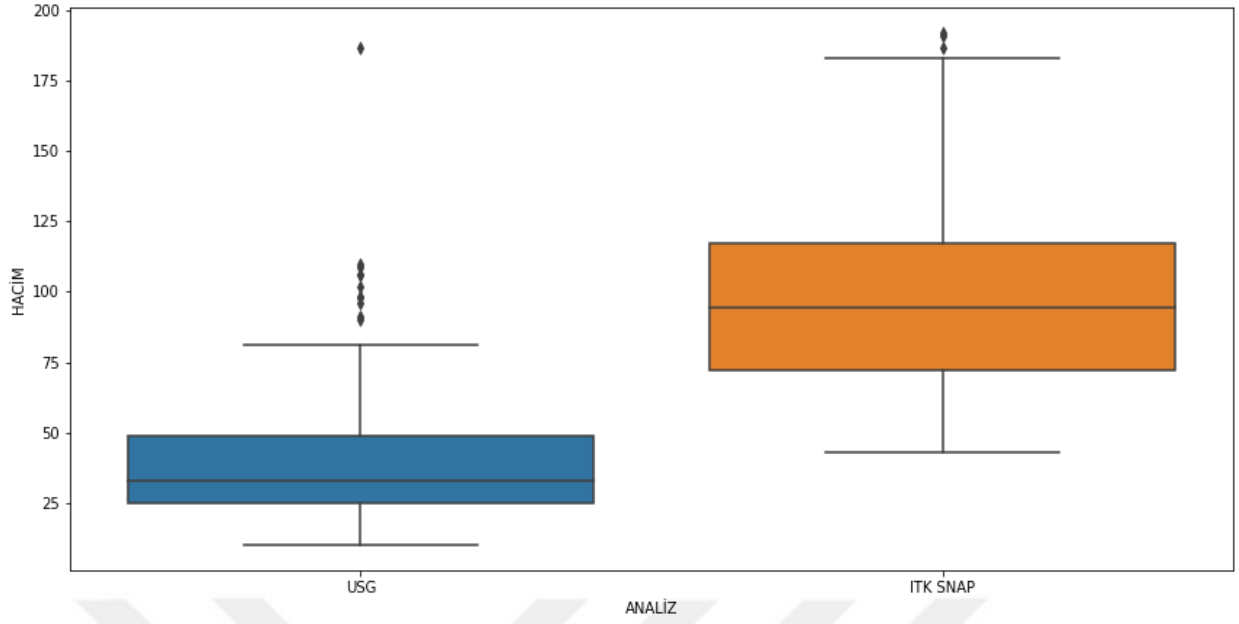


Şekil 3.2. Alınan ölçümlerin histogram grafikleri.

Ölçümler arasındaki farklılık Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırıldığında ITK SNAP ile saptanan hacimlerin istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü ($p < 0,001$). Analiz sonuçlarının tamamı Tablo 3.3’te, kutu grafikleri Şekil 3.3’te verildi.

Tablo 3.3. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz Tablosu.

YÖNTEM	ORTANCA	ÇAA	MİN	MAKS	W	z	p
ITK-SNAP	94,5	44,75	43	192	11325	10,624	<0,001
USG	33	24	10	187			



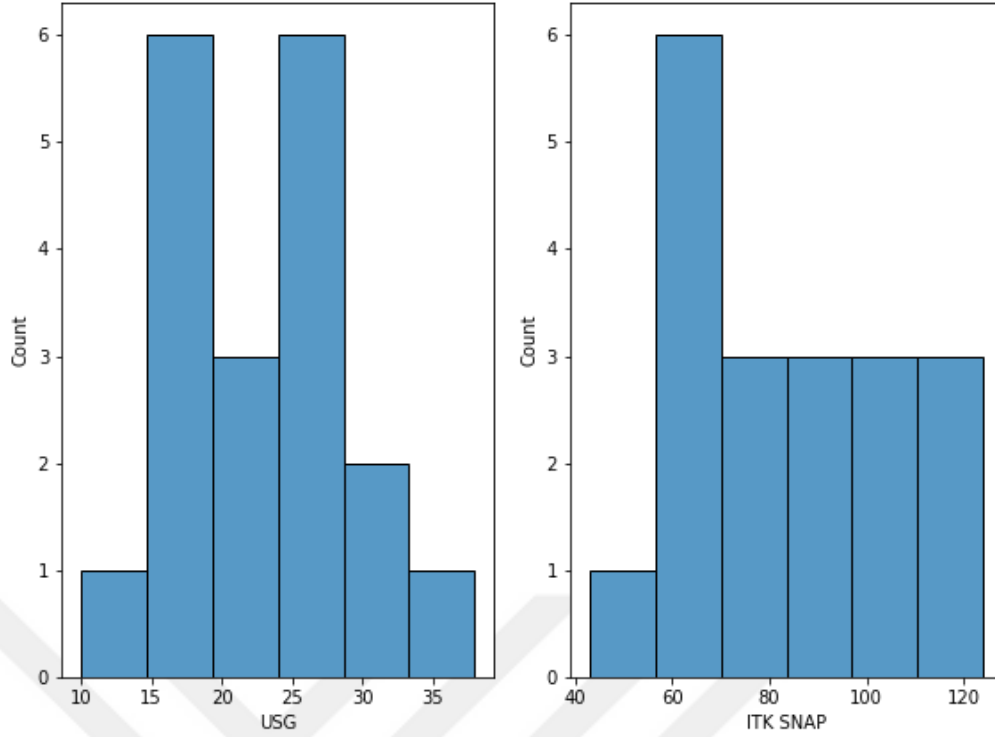
Şekil 3.3. Alınan ölçümlerin kutu grafiği.

Ölçümler arasındaki farkın tanı almamış glandula prostatica hipertrofilerinden kaynaklandığı düşünülerek hastalar, benign prostat hipertrofisinin ortalama başlangıç yaşı baz alınarak genç (24-49) ve yaşlı (51-82) olarak iki gruba bölündü (Atan, 2017).

Genç bireylerin verilerin normal dağılıma uygunluğu değerlendirildiğinde ITK SNAP ve USG ölçümlerinin parametrik dağıldığı görüldü. Analiz sonuçları Tablo 3.4'te histogram grafiği Şekil 3.4'te verildi.

Tablo 3.4. Shapiro-Wilk Analiz tablosu.

YÖNTEM	W	p
ITK SNAP	0,951	0,403
USG	0,950	0,399

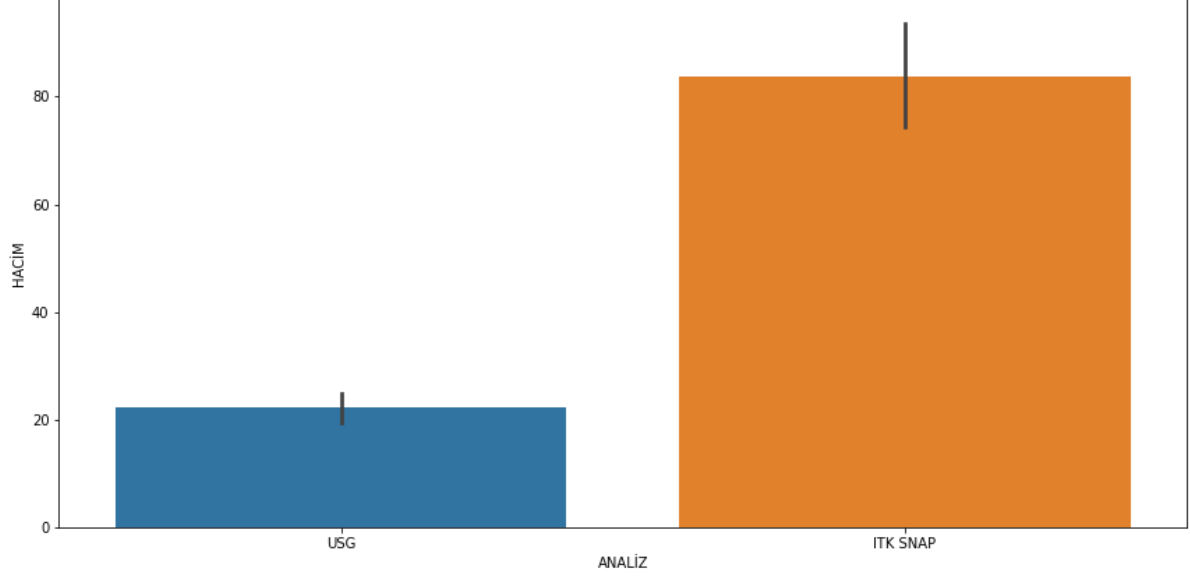


Şekil 3.4. Genç bireylerden alınan ölçümlerin histogram grafikleri.

Ölçümler arasındaki farklılık Eşlenik Örneklem T-Testi ile karşılaştırıldığında ITK SNAP ile saptanan hacimlerin istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü ($p < 0,001$). Analiz sonuçlarının tamamı Tablo 3.5'te, kutu grafiği Şekil 3.5'te verildi.

Tablo 3.5. Eşlenik Örneklem T-Testi Sonuçları.

YÖNTEM	ORTALAMA	STD	MİN	MAKS	t	p
ITK-SNAP	83,632	23,241	43	124	13,188	<0,01
USG	22,211	6,259	10	38		

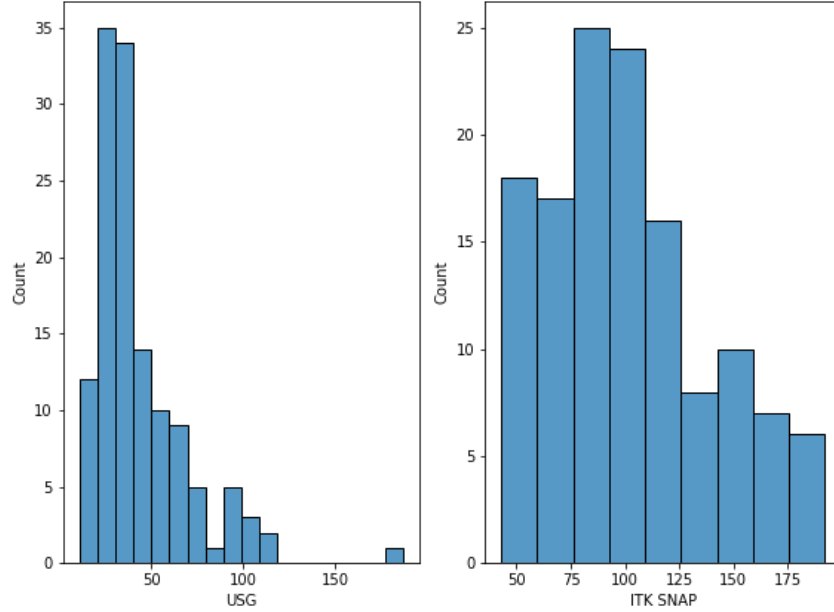


Şekil 3.5. Analiz sonuçlarının kutu grafiği.

Yaşlı bireylerin normal dağılıma uygunluğu değerlendirildiğinde ITK SNAP ve USG ölçümlerinin nonparametrik dağıldığı görüldü. Analiz sonuçları Tablo 3.6’da, histogram grafiği Şekil 3.6’da verildi.

Tablo 3.6. Shapiro-Wilk Analiz tablosu.

YÖNTEM	W	p
ITK SNAP	0,959	<0,001
USG	0,809	<0,001



Şekil 3.6. Yaşlı bireylerden alınan ölçümlerin histogram grafikleri.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada USG ile ölçülmüş olan glandula prostatica hacimleri ile ITK-SNAP programı aracılığıyla ölçümünü gerçekleştirdiğimiz glandula prostatica hacimlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

ITK SNAP'in glandula prostatica hacim ölçümünde güvenilir ve hassas bir ölçüm yöntemi olarak kullanılabileceği ve USG' ye kıyasla anlamlı bir avantaj sağladığı tespit edilmiştir.

Vücudun çeşitli bölümlerinin sağlıklı bireylerdeki hacim ölçüm sonuçları hem var olan anormal durumların belirlenebilmesi hem de normal yaşlanma süresinin belirlenebilmesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca belirlenen hacim ölçümü hakkındaki bilgiler, temel farklılıkları bulunan popülasyonların ırksal ve coğrafi açıdan karşılaştırılması ve araştırılmasına katkı sağladığı için diğer bilim dalları için de oldukça önemlidir (Acer, 2021). Sağlıklı bireylerin glandula prostatica hacimleri ortalama 15 – 25 ml'dir ve yaklaşık olarak iri bir ceviz büyüklüğündedir. Erkekler yaşlandıkça glandula prostatica hacminin de yavaş bir şekilde büyüdüğü bilinmektedir. Ayrıca PK, BPH ve prostatit gibi hastalıklar sonucu da bireylerde glandula prostatica hacminde büyüme gözlenmektedir (Bulut & Atan, 2023).

Daha önceki çalışmalar incelendiğinde ITK-SNAP ile çeşitli yapıların hacimlerinin değerlendirildiği araştırmalar olduğu görülmektedir. Fakat literatür incelendiği kadarıyla ITK-SNAP aracılığıyla glandula prostatica hacminin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Globocan adı verilen bir veri tabanından 184 ülke için PK insidans ve mortalite tahminlerinin alındığı bir çalışmada, PK ölüm oranlarının özellikle gelişmiş ülkelerde azalma eğiliminde olmasına karşın, çalışmaya katılmış çoğu ülkede PK insidans oranlarının arttığı sonucuna varılmıştır (Amla et al., 2024). Yaşlı nüfusun artma eğiliminde olması sebebiyle PK insidansının, ilerleyen yıllarda daha fazla artmaya devam etmesinin muhtemel olabileceği öngörülmüştür. Tarama yoluyla PK mortalitesini azaltılmasının da oldukça önem arz ettiğine dikkat çekilmiştir. Glandula prostatica hacim ölçümü sonucu elde edilen verilerin PK için

doğru tanı koyma, cerrahinin karar verilmesinde ve radyoterapide doz ayarlaması gibi birçok tanı ve tedavi basamaklarında oldukça önemli olduğunu ifade edilmiştir (Wong et al., 2016).

‘Sistemik İncelemeler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri’ (PRISMA) yönergelerine göre PubMed veri tabanında özel bir literatür araştırması yapılmış bir çalışmada, "Prostat Kanseri" ve "Manyetik Rezonans Görüntüleme" ve "Prostat Hacmi" anahtar kelimeleri aratılarak glandula prostatica hacmi ve biyopsiyle kanıtlanmış PK insidansı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Örneklem boyutları 33 ila 2767 hasta arasında değişmekte olan bu çalışma sonucunda glandula prostatica hacmi ile biyopsi ile kanıtlanmış PK insidansı arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Glandula prostatica hacminin BPH ve PK’nın teşhis ve tedavisi üzerinde önemli etkileri olabileceğine dikkat çekilmiştir (Knight et al., 2022).

Glandula prostatica hacmi 30 ml’den büyük olanlar ve 30 ml’den küçük olanlar şeklinde iki grup içeren bir çalışmada, glandula prostatica hacmi ile PK arasındaki ilişki incelenmiştir. Glandula prostatica hacmi 30 ml’den küçük olan grupta prostat spesifik antijene (PSA) dayalı tanısal parametrelerin PK için azalmış tanısal öneme sahip olduğu bulunmuşken glandula prostatica hacmi 30 ml ‘den büyük olan grupta, PK için tanısal anlamlılığın daha fazla olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda farklı glandula prostatica hacimleri için uygun tarama yöntemlerinin seçilmesinin PK’nın erken tanı ve tedavisine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Shan et al., 2022).

Kasım 2007’de Avrupa Radyoloji Dergi’sinde yayımlanmış bir çalışmada gelecekteki araştırmaların amacının rastgele biyopsileri önlenebilir hale getirmek ve görüntüleme tekniklerinin kullanım ve kalitesinin artmasıyla PK’nın görselleştirmesini ve lokalizasyon tespitinin artacağına böylece PK evrelemesi ve derecelendirilmesinin de iyileştirilebileceğine dikkat çekilmiştir (Mitterberger et al., 2007).

Ayrıca literatürde PK şüphesi bulunan hastalarda TRUS rehberliğinde biyopsi ve dijital rektal muayene yapılabileceğini, PK olan bireylerde kanserin tespitinde, lokalizasyonunda ve evrelenmesinde görüntüleme tekniklerinin merkezi bir rol oynadığı savunulmuştur (Pallwein et al., 2008).

Yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi algoritmaları (MÖA) tekniklerinin öneminin vurgulandığı bir çalışmada günümüzde iyice yaygınlaşan YZ ve MÖA tekniklerinin glandula prostatica kanseri için hem yeni sınıflandırmalarla sonuçlanabileceğini hem tanı koymada oldukça kolaylık sağlayabileceğine dikkat çekilmiştir (Surasi et al., 2020). Yeni moleküler belirteçlerin mevcudiyetinin yanı sıra multiparametrik manyetik rezonans görüntüleme (mpMRI) ve prostat spesifik membran antijen pozitron emisyon tomografisi (PSMA-PET) taramaları gibi gelişmiş görüntüleme tekniklerinin tanıtılması ve yaygınlaştırılması glandula prostatica kanseri tarama, tanı ve tedavi paradigmasına yeni bir soluk getireceği öngörülmüştür (Sekhoacha et al., 2022).

Bizim çalışmamıza benzer olarak glandula prostatica hacim ölçümü için iki farklı görüntüleme tekniği olan TAUS VE MRG kullanımının karşılaştırıldığı bir çalışmada, 106 hasta retrospektif olarak analiz edilmiştir. İki ölçüm yönteminin de glandula prostatica hacim ölçümünde güvenilir yöntemler olduğu fakat MRG'nin büyük glandula prostatica hacim ölçümleri için daha uygun bir seçim olabileceğine dikkat çekilmiştir (Guo et al., 2023).

ITK-SNAP son dönemlerde oldukça popülerleşen ve tercih edilen bir ölçüm yöntemi olmasının yanında, yeni sayılabilecek bir ölçüm yöntemidir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ITK-SNAP programı kullanılarak glandula prostatica hacim hesaplaması yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Günümüzde literatürde en sık karşılaşılan çalışmalar ITK-SNAP'in cortex ve cortex bölümlerini görüntülemeye kullanıldığı çalışmalardır (Zlotta et al., 2014).

Serebellar doku sınıflandırması için, şablon tabanlı bir yaklaşım içeren ve morfolojik işlemleri sırasıyla, tamamen otomatik olarak birleştirebilen yeni bir prosedürün önerildiği bir çalışmada, FreeSurfer ve ITK-SNAP yöntemlerinden gelen segmentasyon sonuçlarını ve bunların manuel altın standarttan farklarının gösterilmesi amaçlanmıştır. ITK-SNAP yönteminin, yarı otomatik segmentasyonu, aktif bir kontur algoritması kullanarak görüntüleme sağladığını belirtmektedirler. Manuel çizime kıyasla, serebellar yüzeyi hafife alma eğiliminde olduğu ve sınırların belirsiz olduğu bölgelerde nispeten zayıf performans gösterebildiği de çalışmada yer almaktadır. Çalışma sonucunda, FreeSurfer ve ITK-SNAP yönteminin tahmin edilenden az veya aşırı sonuçlar sergilediği belirtilirken,

çalışmacıların önerdiği yöntemin, esas olarak beyin sapının çıkarılmasını içerdiğinden daha iyi sonuçlar getirdiği belirtilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak önerdikleri yöntemin kıyasladıkları FreeSurfer ve ITK-SNAP yöntemlerinden daha iyi performans gösterdiğine dikkat çekmişlerdir (D. K. Lee et al., 2015).

Yaşları 17 ile 53 yaşları arasında değişen maloklüzyonlu 87 hastanın değerlendirildiği bir çalışmada, ITK-SNAP kullanılmış olup 174 mandibular kondilin hacimsel ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmacılar ITK-SNAP uygulamasının açık kaynaklı bir yazılım olması nedeniyle veri kümelerinin analizinde yerleşik ve doğrulanmış bir seçenek sunabildiğini belirtmişlerdir. Mandibular kondil gibi hassas hacimsel ölçüm gerektiren anatomik kraniyofasiyal yapıların ITK-SNAP kullanarak ölçülüp sunulabileceğini de belirtmişlerdir. ITK-SNAP' in doğrulanmış bir ölçüm yöntemi olmasının yanında tekrarlanabilir olmasının da büyük bir kolaylık sağladığına dikkat çekmişlerdir (Lentzen et al., 2022).

Büyüme çağındaki bireylerde hemimandibular hiperplazi (HH), erişkinlerde ortognatik cerrahi sonrası kondiler bölgenin yeniden şekillenmesi, hacimsel değişimleri ve uzun dönemde meydana gelen değişimlerin incelendiği bir çalışmada, 2013-2018 yılları arasında eş zamanlı ortognatik cerrahi geçiren HH klinik ve radyolojik özelliklerine sahip ardışık hastalar incelenmiştir. Kondiler bölgenin ipsilateral ve kontralateral taraflarının hacimsel farklılıkları ve değişimleri, yeniden şekillenmeleri ve ortognatik stabiliteleri ITK-SNAP ve 3D Slicer yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Kullanılan görüntüleme yazılımları sayesinde elde edilen üç boyutlu görüntüler ile kondiler ve ortognatik osteotomilerin miktarının ve yerinin doğru bir şekilde planlandığı belirtilmiştir (Abotaleb et al., 2021).

Hassas dijital kumpas, Arşimet prensibi, Cavalieri prensibi ve ITK-SNAP olmak üzere dört ölçüm yöntemini de kullanarak birbirleriyle karşılaştıran bir çalışmada, koyun beyinlerinin ventriküler sisteminin morfolojik ve yapısal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada koyun beyini incelenmesinin sebebi olarak koyunlarda BT ve MRG modelleme kullanımının kolaylığı olduğu vurgulanmaktadır. Sonuç olarak ITK-SNAP' in üç boyutlu biyomedikal görüntülerdeki yapıları segmentlemek için kullanılabilen çok platformlu bir yazılım

uygulamasını olduğunu ve bu yöntemin yaygın olarak MRG ve BT veri kümeleriyle çalışmak için kullanıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca ITK-SNAP görüntüleme yönteminin NİFTI (Nörogörüntüleme Bilişim Teknolojisi Girişimi), MRG ve DICOM gibi birçok farklı üç boyutlu görüntü biçimi için destek sağlayabildiği ve MRG'ye uygulanabilecek bu yöntemlerin hepsinin, tam olarak uygulandığında doğru ve kesin sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Kose & Duzler, 2023).

Literatüre bakıldığında ITK-SNAP'in nispeten yeni bir ölçüm yöntemi olmasının yanı sıra yapılan çalışmalardaki kullanımı açısından oldukça geniş bir yer tutmaktadır.

Yaptığımız bu çalışmada, ITK-SNAP, istatistiksel olarak daha tutarlı ve yüksek sonuçlar veren bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. ITK-SNAP yöntemi ile elde edilen verilerin ortalama ve medyan değerlerinin daha yüksek olması, verinin daha dar bir aralıkta toplanması ve az sayıda uç değer içermesi, bu yöntemin daha güvenilir ve avantajlı olabileceğini göstermektedir. USG yöntemi ile elde edilmiş veriler ise daha fazla uç değer içermektedir ve düşük bir medyan değeri bulundurmaktadır. USG yöntemi yapılan cihaz ve klinisyen tecrübesi gibi faktörlerden etkilenebilmesi en önemli dezavantajlarından biridir. Bu da bizlere USG yönteminden elde edilen verilerin daha fazla değişkenliğe sahip olduğunu ve sonuçların daha dengesiz olabileceğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, ITK-SNAP yöntemi hem ortalama sonuçlarının daha yüksek olması hem veri dağılımı daha tutarlı olması ve daha az uç değer içermesi bakımından USG yöntemine göre daha avantajlı görülmektedir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında yarı otomatik segmentasyon sağlama, kullanıcıya destekleyici birçok yardımcı program sunması ve kullanıcının iş yükünü azaltarak zamandan tasarruf etmesini sağlama sebebiyle, bilimin birçok alanında ITK-SNAP yönteminden faydalanılabileceğini düşünmekteyiz.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Glandula prostatica hacminin doğru bir şekilde hesaplanabilmesi, hastalığın teşhis ve tedavi süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir. ITK SNAP, BT ve MRG verilerini üç boyutlu olarak işleyerek glandula prostatica hacmini hesaplayan bir yazılımdır. Geleneksel USG ise yaygın kullanılan bir yöntem olmasına rağmen yapılan ölçümler sırasında gözlemciye bağlı hatalar ve hassasiyet sorunları yaşatabilme ihtimali bulunduran bir uygulamadır. Yaptığımız bu çalışmada Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesine ait PACS sisteminden ulaşılan glandula prostatica'ya ait USG hacim ölçümleri ile bizim ITK SNAP programı ile BT görüntüleri üzerinden ölçümünü gerçekleştirdiğimiz glandula prostatica hacimlerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ITK SNAP'in glandula prostatica hacim ölçümünde güvenilir ve hassas bir ölçüm yöntemi olarak kullanılabileceği ve USG'ye kıyasla anlamlı bir avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ITK SNAP' in uygulama kolaylığı ve zaman avantajı da göz önünde bulundurulmalıdır. USG yöntemi yoğun hastane ortamında ITK SNAP uygulamasına göre daha pratik bir yol olarak düşünülse de ITK SNAP uygulaması ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmesinin mümkün olduğu da unutulmamalıdır. Yine de çalışmanın doğruluğunun artırılması adına farklı hasta gruplarında ve daha geniş bir örneklem ile çalışılması gerektiği düşünülmektedir.

Literatürdeki bazı çalışmalar diğer ölçüm yöntemlerine kıyasla zayıf performans gösterdiğini ve az tahmin edilen veya aşırı sonuçlar verebilmesi sebebiyle yerine farklı yöntemler kullanılabileceğini söylese de, ITK-SNAP yönteminin araştırmacılara çalışmalarında hem kolaylık sağlayabilen bir uygulama olmasının yanında yeni bir uygulama yöntemi olması sebebiyle birçok çalışmayı bünyesinde barındırıp literatüre katkı sağlayabilecek bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

Elde edilen bu verilere dayanarak, ITK SNAP' in glandula prostatica hacim ölçümünde kullanılabilecek güvenilir bir yöntem olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, USG 'nin yaygın kullanımının göz ardı edilmemesi gerektiği ve bazı klinik koşullarda pratikliği nedeniyle hala tercih edilebileceği de unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Abotaleb, B., Bi, R., Telha, W., Zhao, W., Li, Y. ve Zhu, S. (2021). Treatment measures of hemimandibular hyperplasia and associated facial deformities. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 49(2), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2020.12.008>
- Acer, N. (2021). A comparison of automated segmentation and manual tracing for quantifying lateral ventricle volumes using MR imaging. *Erciyes Medical Journal*, 44(2), 148–155. <https://doi.org/10.14744/etd.2021.73920>
- Akıncı, T. (2011). *Mesane ve prostat kanserlerinde perfüzyon bilgisayarlı tomografi incelemesinin etkinliği* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ufuk Üniversitesi.
- Amla, Z., Khehra, P. S., Mathialagan, A. ve Lugez, E. (2024). Review of the free research software for computer-assisted interventions. *Journal of Imaging Informatics in Medicine*, 37(1), 386–401. <https://doi.org/10.1007/s10278-023-00912-y>
- Atan, A. (2017). BPH'nın progresyonunu öngörebilir miyiz? *Endoüroloji Bülteni*, 9(1), 18–20. <https://doi.org/10.5350/endo2016090104>
- Bulut, E. C. ve Atan, A. (2023). BPH patofizyolojisi. *Androloji Bülteni*. <https://doi.org/10.24898/tandro.2023.91328>
- Calışkan-Koca, U., Durbilmez, G. D. ve Memiş, G. (2019). Effects of phytotherapeutics on benign prostate hyperplasia. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 43(2), 173–196. <https://doi.org/10.33483/jfpau.459798>
- Coakley, F. V. ve Hricak, H. (2000). Radiologic anatomy of the prostate gland: A clinical approach. *Radiologic Clinics of North America*, 38(1), 15–30. [https://doi.org/10.1016/s0033-8389\(05\)70147-0](https://doi.org/10.1016/s0033-8389(05)70147-0)
- Emmett, L., Buteau, J., Papa, N., Moon, D., Thompson, J., Roberts, M. J., Rasiyah, K., Pattison, D. A., Yaxley, J., Thomas, P., Hutton, A. C., Agrawal, S., Amin, A., Blazeovski, A., Chalasani, V., Ho, B., Nguyen, A., Liu, V., Lee, J. ve Stricker, P. (2021). The additive diagnostic value of prostate-specific membrane antigen positron emission tomography computed tomography to multiparametric magnetic resonance imaging triage in the diagnosis of prostate cancer: A prospective multicentre study. *European Urology*, 80(6), 682–689. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2021.08.002>
- Gasmi, A., Björklund, G., Noor, S., Semenova, Y., Dosa, A., Pen, J. J., Menzel, A., Piscopo, S., Wirth, N. ve Costea, D. O. (2023). Nutritional and surgical aspects in prostate disorders. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(21), 5138–5154. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2013158>
- Giri, A., Edwards, T. L., Motley, S. S., Byerly, S. H. ve Fowke, J. H. (2015). Genetic determinants of metabolism and benign prostate enlargement: Associations with prostate volume. *Plos One*, 10(7), e0132028. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132028>
- Knight, A. S., Sharma, P. ve de Riese, W. T. W. (2022). MRI-determined prostate volume and the incidence of prostate cancer on MRI-fusion biopsy: A systemic review of reported data for the last 20 years. *International Urology and Nephrology*, 54(12), 3047–3054. <https://doi.org/10.1007/s11255-022-03351-w>
- Kose, F ve Duzler, A. (2023). An anatomical and volumetric study on brain ventricles in sheep using different techniques. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(5), 732–741. <https://doi.org/10.1111/ahc.12930>
- Kowalczyk, K., Gołuch, M., Armata, M., Rycielski, P., Jurkiewicz, E., Szarras-Czapnik, M., Gogolewski, M., Skobejko-Włodarska, L., Strulak, K., Oskroba, K., Felberg, K. ve Gastoł, P. (2024). Volume of the normal prostate gland in Polish boys, aged 1–17 years: Based on

- transabdominal ultrasound – Prospective study. *Journal of Pediatric Urology*, 20(3), 468–474. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2023.12.007>
- Lee, D. K., Yoon, U., Kwak, K. ve Lee, J. M. (2015). Automated segmentation of cerebellum using brain mask and partial volume estimation map. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2015(1), 167489. <https://doi.org/10.1155/2015/167489>
- Lee, Y. J., Kim, S. H., Kim, H., Lee, J. S., Piao, S. ve Oh, S. J. (2019). Value of computed tomography in calculating prostate volume when transrectal ultrasonography is not applicable. *Lower Urinary Tract Symptoms*, 11(2), 147–151. <https://doi.org/10.1111/luts.12236>
- Lentzen, M. P., Riekert, M., Buller, J., Grandoch, A., Zirk, M., Zoeller, J. E. ve Kreppel, M. (2022). A volumetric study of mandibular condyles in orthognathic patients by semiautomatic segmentation. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 26(2), 205–212. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-00976-6>
- Liedtke, V., Stöckle, M., Junker, K. ve Roggenbuck, D. (2024). Benign prostatic hyperplasia: A novel autoimmune disease with a potential therapy consequence? *Autoimmunity Reviews*, 23(3), 103501. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2023.103511>
- Mitterberger, M., Pelzer, A., Colleselli, D., Bartsch, G., Strasser, H., Pallwein, L., Aigner, F., Gradl, J. ve Frauscher, F. (2007). Contrast-enhanced ultrasound for diagnosis of prostate cancer and kidney lesions. *European Journal of Radiology*, 64(2), 231–238. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.07.027>
- Netter, F. H. (2023). *Netter Anatomi Atlası* (8. Baskı). Elsevier.
- Özden, E., Göğüş, Ç., Ecemiş, O., Karaboğa, R., Turkolmez, K. ve Kupeli, S. (2006). Transrektal ultrasonografinin prostat kanseri saptama başarı oranının serum PSA düzeylerine göre değerlendirilmesi. *Türk Üroloji Dergisi*, 32(1), 55–61. https://doi.org/10.1501/Tipfak_0000000208
- Pekindil, G. (2017). Prostatın radyolojik anatomisi. *Türk Radyoloji Seminerleri*, 5(3), 361–369. <https://doi.org/10.5152/trs.2017.538>
- Yücetaş, Ş. C. (2024). *Sağlık ve Bilim 2024: Güncel Tıp-I*. (1. Baskı). Efe Akademik Yayıncılık. <https://doi.org/10.59617/efepub2024110>
- Sekhoacha, M., Riet, K., Motloun, P., Gumenku, L., Adegoke, A. ve Mashele, S. (2022). Prostate cancer review: Genetics, diagnosis, treatment options, and alternative approaches. *Molecules*, 27(17), 5730. <https://doi.org/10.3390/molecules27175730>
- Shan, J., Geng, X., Lu, Y., Liu, Z., Zhu, H., Zhou, R., Zhang, Z., Gang, X., Zhang, D. ve Shi, H. (2022). The influence of prostate volume on clinical parameters in prostate cancer screening. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 36(10), e24700. <https://doi.org/10.1002/jcla.24700>
- Sharkey, C., Long, X., Wang, Z., Al-Faouri, R., Gershman, B., Tsai, L. L. ve Olumi, A. F. (2022). Zonal growth pattern of the prostate is affected by age and body mass index. *Journal of Urology*, 207(4), 876–884. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000002332>
- Surasi, D. S. S., Chapin, B., Tang, C., Ravizzini, G. ve Bathala, T. K. (2020). Imaging and management of prostate cancer. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 41(2), 207–221. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2020.02.001>
- Türkeri, L. (2007). Kronik prostatit, enflamasyon ve prostat kanseri. *Üroonkoloji Bülteni*, 7(3), 11–15.
- Wald, L. (2019). Ultimate MRI. *Journal of Magnetic Resonance*, 306, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.jmr.2019.07.016>

- Wong, M. C. S., Goggins, W. B., Wang, H. H. X., Fung, F. D. H., Leung, C., Wong, S. Y. S., Ng, C. F. ve Sung, J. J. Y. (2016). Global incidence and mortality for prostate cancer: Analysis of temporal patterns and trends in 36 countries. *European Urology*, 70(5), 862–874. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2016.05.043>
- Yacoub, J. H. ve Oto, A. (2018). MR imaging of prostate zonal anatomy. *Radiologic Clinics of North America*, 56(2), 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.10.003>
- Yousaf, T., Dervenoulas, G. ve Politis, M. (2018). Advances in MRI methodology. *International Review of Neurobiology*, 141, 31–76. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2018.08.008>
- Yushkevich, P. A. ve Gerig, G. (2017). ITK-SNAP: An interactive medical image segmentation tool to meet the need for expert-guided segmentation of complex medical images. *IEEE Pulse*, 8(4), 54–57. <https://doi.org/10.1109/MPUL.2017.2701493>
- Yushkevich, P. A., Pashchinskiy, A., Oguz, I., Mohan, S., Schmitt, J. E., Stein, J. M., Zukić, D., Vicory, J., McCormick, M., Yushkevich, N., Schwartz, N., Gao, Y. ve Gerig, G. (2019). User-guided segmentation of multi-modality medical imaging datasets with ITK-SNAP. *Neuroinformatics*, 17(1), 83–102. <https://doi.org/10.1007/s12021-018-9385-x>
- Yushkevich, P. A., Piven, J., Hazlett, H. C., Smith, R. G., Ho, S., Gee, J. C. ve Gerig, G. (2006). User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. *NeuroImage*, 31(3), 1116–1128. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.01.015>
- Zhang, S. J., Qian, H. N., Zhao, Y., Sun, K., Wang, H. Q., Liang, G. Q., Li, F. H. ve Li, Z. (2013). Relationship between age and prostate size. *Asian Journal of Andrology*, 15(1), 116–120. <https://doi.org/10.1038/aja.2012.127>