

**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TORAKS, ABDOMİNOPELVİK VE TORAKO-ABDOMİNOPELVİK BT  
TETKİKLERİNDE Z-AKSTA (KRANİOKAUDAL DÜZLEMDE)  
STANDART TARAMA UZUNLUĞUNDAN DAHA FAZLA MESAFE  
TARANMASININ NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Dr. Ozan YAR**

**UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA**

**2018**

**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TORAKS, ABDOMİNOPELVİK VE TORAKO-  
ABDOMİNOPELVİK BT TETKİKLERİNDE Z-AKSTA  
(KRANİOKAUDAL DÜZLEMDE) STANDART TARAMA  
UZUNLUĞUNDAN DAHA FAZLA MESAFE TARANMASININ  
NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Dr. Ozan YAR**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. M. Ruhi ONUR**

**UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA**

**2018**

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapımında büyük emeği olan, tez çalıőmam boyunca yardımlarını ve tecrübelerini esirgemeyen Doç. Dr. M. Ruhi Onur'a,

Başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Deniz Akata olmak üzere asistanlık dönemimde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım tüm hocalarıma,

Asistanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk ve gurur duyduğum araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca desteđini hissettiđim aileme,

Sonsuz teşekkürlerimle...

*Dr. Ozan YAR*

## ÖZET

**Yar O. “Toraks, Abdominopelvik ve Torako-abdominopelvik BT Tetkiklerinde z-Aksta (Kraniokaudal Düzlemde) Standart Tarama Uzunluğundan Daha Fazla Mesafe Taranmasının Nedenlerinin Araştırılması”, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2018.**

Bu çalışmanın amacı tek fazlı toraks BT, abdominopelvik BT, torako-abdominopelvik BT, taş protokollü abdomen BT ve pulmoner BT anjiyografi tetkiklerinin z-aksta fazla tarama sıklığını bulmak ve fazla tarama ile ilişkili olabilecek faktörleri değerlendirmektir.

Çalışmamıza 1 Mart 2018-1 Nisan 2018 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri’nde 24 saatlik süre boyunca çekilmiş yukarıda belirtilen BT tetkikleri dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilmiş olgu sayısı 1531, tetkik sayısı 2032’dir. BT tarama aralığının belirlenmesinde kabul görmüş referans noktalara göre fazla taranmış z-aks uzunlukları ölçülmüştür. Fazla tarama sıklığı, fazla taranmış uzunluğun taranması gereken uzunluğa oranı; olgunun cinsiyetine, yaşına, uygulanan tetkikin tipine, tetkikin uygulanma endikasyonuna, tetkikin uygulanma zamanına, topogramda çekim aralığının belirlenmesini etkileyebilecek bazı faktörlerin varlığına, tetkikin uygulandığı BT cihazının yoğunluğuna ve tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre değerlendirilmiştir.

Uygulanan tetkiklerin üst taraftan %80,2’si (1631) tam, %18,4’ü (373) fazla ve %1,4’ü (28) eksik çekilmiştir. Alt taraftan %51,2’si (1039) tam, %48,5’i (985) fazla ve %0,3’ü (8) eksik çekilmiştir. BT’de z-aksta fazla tarama sıklığı cinsiyetler arasında anlamlı farklılık göstermezken, yaş grupları, tetkik çeşitleri, tetkik endikasyonları, tarama alanını etkileyebilecek bazı durumlar, tetkik yapılma zamanı ve teknisyen tecrübesine göre anlamlı farklılık göstermektedir.

Fazla tarama sıklığının yüksek olduğu durumlara ve gruplara yönelik tedbirler alınması olguların maruz kalacağı efektif radyasyon dozunu azaltacaktır. Radyoloji bölümlerinde radyasyon güvenliği konusunda radyologlar ve teknisyenler için sürekli eğitim programları oluşturulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** BT, z-aksta fazla tarama, radyasyon güvenliği.

## ABSTRACT

**Yar O. “Investigation the Causes of Scanning Beyond the Standard Scanning Length in z-Axis (Cranio-caudal Plane) in Thorax, Abdominopelvic and Thoraco-abdominopelvic CT Examinations ”, Hacettepe University, Faculty of Medicine, Department of Radiology, Thesis in Radiology, Ankara, 2018.**

The aim of this study is to determine the frequency of excessive z-axis coverage of single-phase thorax CT, abdominopelvic CT, thoraco-abdominopelvic CT, stone protocol abdomen CT and pulmonary CT angiography examinations and evaluate the factors that may be associated with extra scanning in CT.

The above-mentioned CT examinations which performed in Hacettepe University Hospitals between March 1, 2018 and April 1, 2018 during 24 hours of day are included in our study. The number of cases included in the study is 1531 and the number of examinations is 2032. According to accepted reference points determined for CT examinations, the lengths of over-scanned z-axis are measured. Excessive scan frequency, the ratio of over-scanned length to the acceptable scan length are evaluated according to the gender, age, type of examination, indication of examination, the time of acquisition of the examination, the presence of some factors that may affect the determination of the scan range in topogram, the throughput of CT equipments, the experience of the attendant CT technicians.

In terms of the cranial side, 80.2% (n: 1631) of the examinations were scanned in acceptable range while 18.4% (n: 373) of the examinations were over-scanned and 1.4% (n: 28) of examinations were less-scanned in z-axis. %51,2 (n:1039) of the examinations were scanned in acceptable range in the caudal side, while %48,5 (n: 985) of the examinations were over-scanned and %0,3 (n: 8) of examinations were less-scanned in z-axis. While the frequency of over-scanning in z-axis was not significantly different between genders, statistically significant differences in terms of over-scanning in z-axis were obtained between the age groups, types of examinations, indications for examination, some conditions that may affect determination of the scan range in topogram, acquisition time of CT examination and technician's experience.

Taking measures for cases and settings with high over-scanning frequency will reduce the effective radiation dose of exposed cases. Continuous education programs for radiologists and technicians regarding radiation safety should be established in radiology departments.

**Keywords:** CT, extra z-axis coverage, radiation safety.



## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
TABLolar	x
ŞEKİLLER	xii
RESİMLER	xiii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
<b>2.1. Radyasyonun Tanımı, Etkileri ve Radyasyon Kaynakları</b>	<b>2</b>
<b>2.2. BT Tetkiklerinin Uygulanma Sıklığı ve Toplam Doza Katkısı</b>	<b>5</b>
<b>2.3. BT Tetkiki Kaynaklı Radyasyon ve Malignite İlişkisi</b>	<b>6</b>
<b>2.4. BT Tetkikinin Klinik Kullanımı</b>	<b>7</b>
<b>2.5. Doz Tanımları, Radyasyon Dozu ve Protokol Optimizasyonu İle İlişkili BT Parametreleri</b>	<b>8</b>
<b>2.6. BT Tetkikinde Doz Azaltma Teknikleri</b>	<b>9</b>
<b>2.6.1 Tetkik İsteğinin Sorgulanması</b>	<b>9</b>
<b>2.6.2. Pitch</b>	<b>9</b>
<b>2.6.3. Tüp Potansiyeli</b>	<b>10</b>
<b>2.6.4. Otomatik Tüp Akımı Modülasyonu (OTAM)</b>	<b>10</b>
<b>2.6.5. İteratif Rekonstrüksiyon</b>	<b>11</b>
<b>2.6.6. Çok Fazlı BT Çekimi ve Aynı Hastaya Birden Fazla Kez BT Çekimi</b>	<b>12</b>
<b>2.6.7. Hastaya Pozisyon Verme</b>	<b>13</b>
<b>2.6.8. Tarama Aralığı</b>	<b>13</b>

3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
<b>3.1. Kapsam ve Yöntem</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Ölçümler</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Çalışmanın Dizaynı</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Verilerin İstatistik Analizi</b>	<b>19</b>
5.BULGULAR	20
6.TARTIŞMA	38
<b>6.1. Çalışmanın Limitasyonları</b>	<b>44</b>
7.SONUÇ	46
8.KAYNAKLAR	47

## **EKLER**

### **Ek 1. Araştırma Projesi Değerlendirme Raporu**



## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ACR</b>	American Collage of Radiology
<b>ALARA</b>	As low as reasonably achievable
<b>BKİ</b>	Beden kitle indeksi
<b>BT</b>	Bilgisayarlı tomografi
<b>BTDİhacim</b>	Bilgisayarlı Tomografi Doz İndeksi hacim
<b>BEIR</b>	Biological Effects of Ionizing Radiation
<b>ICRP</b>	International Commision on Radiological Protection
<b>DUÜ</b>	Doz Uzunluk Ürünü
<b>ERD</b>	Efektif radyasyon dozu
<b>FDA</b>	Food and Drug Agency
<b>HU</b>	Hounsfield Unit
<b>İVKM</b>	İntravenöz kontrast madde
<b>kV</b>	kilovolt
<b>MRG</b>	Manyetik rezonans görüntüleme
<b>mAs</b>	miliampersaniye
<b>mGy</b>	miligray
<b>mSv</b>	milisievert
<b>OTAM</b>	Otomatik Tüp Akımı Modülasyonu
<b>PACS</b>	Picture archiving and communication system
<b>PMMA</b>	Polimetilmetakrilat
<b>T10</b>	10. torakal vertebra
<b>US</b>	Ultrasonografi

## TABLOLAR

<b>Tablo 1.</b> Mesleki maruziyet ve toplum maruziyeti için belirlenmiş doz limitleri .....	4
<b>Tablo 2.</b> Kümülatif efektif doza katkısı olan medikal görüntüleme teknikleri .....	5
<b>Tablo 3.</b> Çalışmaya dahil edilen tetkiklerin olgu cinsiyetine göre dağılımı.....	20
<b>Tablo 4.</b> Çalışmaya dahil tetkiklerin olgu yaş gruplarına göre dağılımı .....	20
<b>Tablo 5.</b> Tetkik tiplerinin dağılımı .....	21
<b>Tablo 6.</b> Tetkiklerin üst taraftan, alt taraftan z-aksına göre eksik, tam veya fazla taranma durumlarının dağılımı .....	22
<b>Tablo 7.</b> BT’de z-aksında üst taraftan taranma durumuna göre alt taraftan taranma durumunun dağılımı.....	23
<b>Tablo 8.</b> Tetkik tipine göre tam veya fazla taranma durumlarının dağılımı.....	25
<b>Tablo 9.</b> Tetkik endikasyonlarının ve uygulanma zamanının dağılımı .....	25
<b>Tablo 10.</b> Olgular ile ilgili demografik özelliklere, tetkik tipine, endikasyonuna ve tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek bazı durumlara göre BT’de tam ve fazla tarama durumlarının karşılaştırılması .....	27
<b>Tablo 11.</b> Tetkikin uygulandığı zamana, BT cihazının yoğunluğuna ve tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre BT’de olguların z-aksta tam ve fazla taranma durumlarının karşılaştırılması.....	28
<b>Tablo 12.</b> Olguların demografik özelliklerine, olgulara uygulanan tetkik tipi ve endikasyonuna, tetkikin uygulandığı zamana, tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlara, tetkikin uygulandığı BT cihazının yoğunluğuna, tetkiki uygulayan teknisyenin BT çekim tecrübesine göre üst taraftan, alt taraftan ve z-aksta fazladan taranmış ortalama z-aks uzunluk değerlerinin (milimetre olarak) karşılaştırılması	29
<b>Tablo 13.</b> Olgulara uygulanan BT tetkiklerinde üst taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının ve alt taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının taranan toplam z-aks uzunluğuna oranına göre tetkiklerin yüzdesel dağılımı .....	31
<b>Tablo 14.</b> z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken uzunluğa oranının yüzdesel dağılımı .....	31
<b>Tablo 15.</b> Olguların demografik özellikleri, olgulara uygulanan tetkik tipi ve endikasyonuna göre z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken z-aks uzunluğuna yüzdesel oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması .....	33
<b>Tablo 16.</b> Tetkiklerin uygulanma zamanına ve topogramda tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlara, tetkikin uygulandığı BT cihazlarının yoğunluğuna, tetkiki	

uygulayan teknisyenin tecrübesine göre BT’de z-aksta fazla taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa yüzdesel oranının ortalamalarının karşılaştırılması .....	34
<b>Tablo 17.</b> BT tetkiklerinde üstten fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi.....	35
<b>Tablo 18.</b> BT tetkiklerinde alttan fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi.....	36
<b>Tablo 19.</b> BT tetkiklerinde üstten veya alttan fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi .....	37



## ŞEKİLLER

<b>Şekil 1.</b> Elektromanyetik spektrum [5] .....	2
<b>Şekil 2.</b> Birleşik Devletler’de 2006 yılındaki yıllık maruz kalınan radyasyonun kaynaklarının dağılımı [2].....	3
<b>Şekil 3.</b> Çalışmaya dahil tetkiklerin olgu yaş gruplarına göre dağılımı.....	21
<b>Şekil 4.</b> Tetkik tiplerinin yüzdesel dağılımı .....	22
<b>Şekil 5.</b> Tetkiklerin üst taraftan, alt taraftan z-aksına göre eksik, tam veya fazla taranma durumlarının yüzdesel dağılımı .....	23
<b>Şekil 6.</b> BT’de z-aksında üst taraftan taranma durumuna göre alt taraftan taranma durumunun dağılımı.....	24
<b>Şekil 7.</b> z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken uzunluğa oranının yüzdesel dağılımı .....	32

## RESİMLER

**Resim 1.** Toraks BT tetkiki için ölçümlerin gösterilmesi (soldaki topogram, sağdaki koronal BT kesiti). Yeşil çizgiler referans noktaları, sarı çizgiler 2 cm'lik tolerans mesafelerini, kırmızı kutular fazla taranmış alanları göstermektedir. .... 17



## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

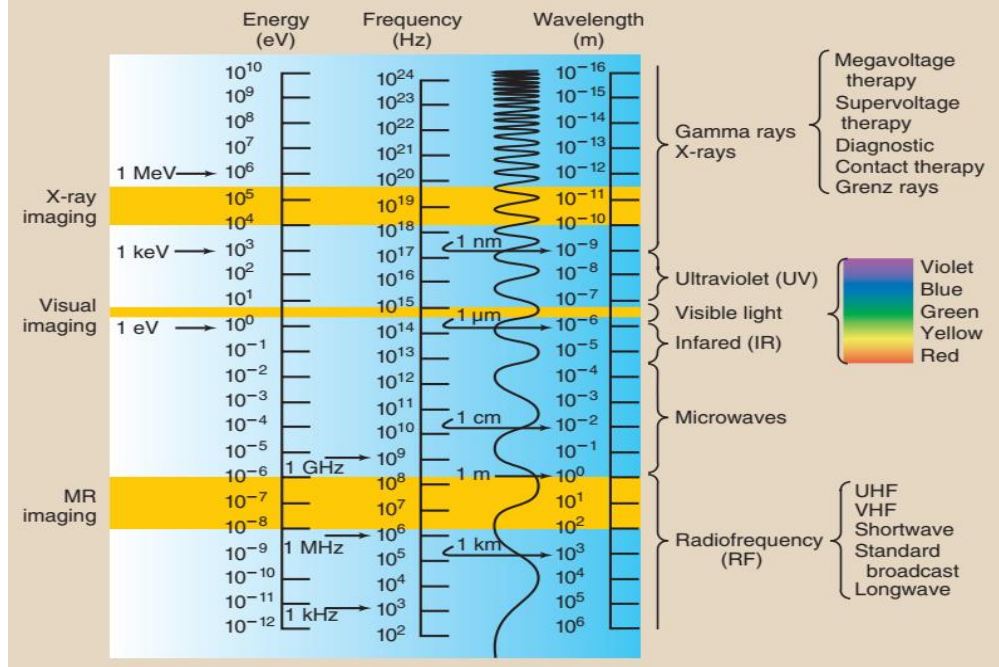
Klinik pratikte pek çok nedenle sık olarak kullanılan bilgisayarlı tomografi (BT) tetkiklerinin uygulanma sıklığı yıllar boyunca artış göstermiştir [1]. BT kullanımının medikal nedenli radyasyonun en önemli sebeplerinden olduğu anlaşılmıştır [2]. Bu nedenle radyasyonun zararlı etkileri ve radyasyon güvenliği konusundaki çalışmalar 2000’li yıllardan sonra hız kazanmıştır. Radyasyonun akut radyasyon sendromu, kemik iliğinde baskılanma, ciltte eritem, cilt nekrozu, kıl dökülmesi, sterilite, katarakt gelişimi; malignite gelişimi ve teratojenik etkiler gibi zararlı etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar başlatılmıştır [3-5]. BT cihazı üreten firmaların, teknisyenlerin ve radyologların katkılarıyla geliştirilmiş otomatik tüp akım modülasyonu, iteratif rekonstrüksiyon gibi radyasyon dozu verimliliğini artıran yazılımsal ve teknolojik yenilikler kullanıma sunulmuştur. Ayrıca hastaların klinik durumuna göre en uygun görüntüleme kararını vermede yol göstermesi için American Collage of Radiology (ACR) tarafından Uygunluk Kriterleri belirlenmiştir. Böylece klinik endikasyona uygun olan tetkik seçimi teşvik edilerek gereksiz BT tetkiki uygulamalarının azaltılması hedeflenmiştir [6].

Hastaların maruz kaldığı radyasyon dozunu düşürmek için kullanılacak en basit yöntemlerden biri, z-aksta taranan uzunluğu olabildiğince kısa tutmaktır. Radyasyon güvenliği konusundaki duyarlılığın dünyadaki artışı, literatüre bu konuda katkı sağlamak için bizi motive etmiştir. Bu çalışmadaki amacımız, çalışmaya dahil edilen tetkiklerde fazla taranma sıklığını ve derecesini belirlemek, fazla taramaya neden olan faktörleri ortaya koymaktır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Radyasyonun Tanımı, Etkileri ve Radyasyon Kaynakları

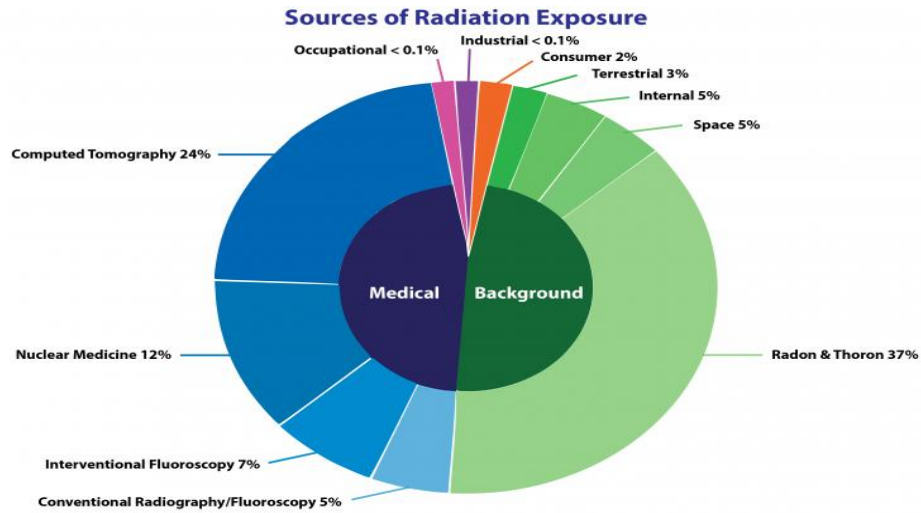
Radyasyon, enerjinin parçacık ya da elektromanyetik dalga halinde yayılmasıdır. Elektromanyetik dalganın dalga boyu küçüldükçe enerjisi artar. Buna göre elektromanyetik dalga spektrumu iyonizan ve iyonizan olmayan enerjiler olarak ikiye ayrılır. Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi dalgalar, görünür ışık ve düşük frekanslı ultraviyole dalgalar iyonizan olmayan radyasyonlardandır. Yüksek frekanslı ultraviyole dalgalar, X-ışını ve gama ışını iyonizan radyasyonlardandır. Şekil 1’de iyonizan ve iyonizan olmayan radyasyon çeşitleri detaylı olarak gösterilmiştir [5]. İyonizan radyasyonun enerjisi elektronun bağlanma enerjisinden yüksek olup elektronu atomdan koparabilir. İyonizan radyasyonun atomdaki enerji seviyesinden kopardığı elektron çevre dokulara; iyonize olan atom ise serbest radikal oluşturarak bulunduğu hücreye zarar verebilir. Serbest radikaller kimyasal bağlarla etkileşerek enzimlerde yapısal değişikliğe, DNA mutasyonuna ve hücre ölümüne neden olabilirler. Yapısı değişmiş hücrenin ve dokunun fonksiyonu etkilenebilir [7, 8].



Şekil 1. Elektromanyetik spektrum [5]

İnsanlar doğada var olan çevresel iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır. Doğada bulunan radyasyonun en önemli kaynakları yeryüzünden çıkan radon gazı ve uzaydan gelen kozmik dalgalarıdır. İnsan kaynaklı radyasyon nedenleri ise büyük bir bölümü medikal nedenli olmak üzere televizyon (TV), bilgisayar gibi elektronik cihazlar, güvenlik tarayıcıları ve yangın dedektörleridir. Radyografi, floroskopi, BT ve radyonüklid görüntüleme iyonizan radyasyonun kullanıldığı tanısal görüntüleme yöntemleridir. Ayrıca iyonizan radyasyon, radyasyon onkolojisi tarafından tedavi amaçlı da kullanılmaktadır [5].

2006 yılında Birleşik Devletler'deki medikal nedenli yıllık toplam efektif doz 899,000 kişi-Sv, bir kişinin bir yılda maruz kaldığı ortalama radyasyon dozu 6.2 mSv'dir. Bu ortalama radyasyon dozunun 3.1 mSv'si çevresel kaynaklı, 3 mSv'si medikal kaynaklıdır. Yıllık ortalama radyasyon dozunun %48'inin kaynağı medikal görüntülemedir (BT %24, nükleer tıp görüntülemeleri %12). Yıllık ortalama radyasyon dozunun %37'sinin nedeni olan radon ve toron, doğal radyasyonun en sık nedenidir. Birleşik Devletler'de 2006 yılındaki yıllık maruz kalınan radyasyonun kaynaklarının dağılımı Şekil 2'de detaylı olarak gösterilmiştir [2].



**Şekil 2.** Birleşik Devletler'de 2006 yılındaki yıllık maruz kalınan radyasyonun kaynaklarının dağılımı [2]

2010 yılındaki derleme yayına göre Birleşik Krallık'ta kişi başına düşen yıllık ortalama toplam doz 2,7 mSv'dir. Bu dozun 2,3 mSv'si çevresel nedenli radyasyon, 0,4 mSv'si medikal nedenli radyasyondur [9].



İyonizan radyasyonun insan vücudunda deterministik ve stokastik etkileri vardır. Deterministik etkiler, iyonizan radyasyon maruziyetine bağlı olarak aşırı hücre ölümüyle ilişkilidir. Bu etkiler belirli miktarda hücre ölümüne neden olan eşik değeri aşan, iyonizan radyasyon maruziyeti sonucunda gerçekleşir. Deterministik radyasyon etkileri: akut radyasyon sendromu, kemik iliğinde baskılanma, ciltte eritem, cilt nekrozu, kıl dökülmesi, sterilite ve katarakt gelişimidir [5]. İyonizan radyasyonun stokastik radyasyon etkileri ise ortaya çıkması için belirli bir eşik değerin olmadığı etkilerdir. Latent bir dönemden sonra ortaya çıkarlar. Stokastik etkilerin görülme olasılığı doz artışı ile artar; ancak bu etkilerin şiddeti deterministik etkilerden farklı olarak doz ile artmaz. Stokastik etkiler; malignite gelişimi ve teratojenik etkilerdir [5].

Radyasyona bağlı etkilerin gelişme olasılığını azaltmak için ALARA (as low as reasonably achievable) “mümkün olan en az radyasyon dozu ile tetkiklerin uygulanması” prensibi benimsenmelidir. Mesleki radyasyon maruziyeti ve toplumun radyasyon maruziyeti için International Commission on Radiological Protection (ICRP) tarafından belirlenmiş doz limit değerleri tablo 1’de yer almaktadır [10]. Doz limitleri, sorgulanmış ve optimize edilmiş medikal nedenli radyasyon maruziyeti için geçerli değildir [10].

**Tablo 1.** Mesleki maruziyet ve toplum maruziyeti için belirlenmiş doz limitleri

Doz limit türü	Mesleki maruziyet için doz limiti	Toplum maruziyeti için doz limiti
<b>Efektif doz</b>	5 yıllık dönem boyunca tanımlanmış ortalama doz 20 mSv/yıl’dır.  Herhangi bir yılda alınan doz 50 mSv’den fazla olmamalıdır.	Kişi başına ortalama 1 mSv/yıl’dır.  Özel koşullarda-durumlarda tek bir yıl için daha yüksek radyasyon alınabilir; ancak 5 yıllık dönemde yıl başına ortalama doz 1 mSv’yi geçmemelidir.

## 2.2. BT Tetkiklerinin Uygulanma Sıklığı ve Toplam Doza Katkısı

Bilgisayarlı tomografi kullanımı sıklığı, bu tetkikin kısa sürede çekilebilmesi, kolay uygulanması, sahip olduğu teknolojik yeniliklerin (dual enerji ile doku karakterizasyonu, organ perfüzyon analizi, sanal kolonoskopi) hasta sonuçlarını olumlu etkilemesi ve klinik kullanımda değerli bilgiler sağlaması nedeniyle giderek artmaktadır. 1980-2010 yılları arasında Birleşik Devletler’de çekilmiş BT tetkiki sayısı yıllık %10 artışla 80 milyona ulaşmıştır [1]. Bu durumun oluşmasında özellikle abdomen, toraks ve kraniyal BT tetkik sayılarındaki artış etkili olmuştur. BT tetkikleri iyonizan radyasyonun kullanıldığı tetkiklerin %17’sinin, bu tetkiklerden kaynaklanan toplam radyasyon dozunun ise %49’unun nedenidir. Kümülatif efektif doza katkısı olan medikal görüntüleme teknikleri tablo 2’de verilmiştir [11].

**Tablo 2.** Kümülatif efektif doza katkısı olan medikal görüntüleme teknikleri

Tetkik	Ortalama efektif doz	Yıllık kişi başına düşen ortalama efektif doz	Tüm işlemlerin neden olduğu total efektif doza oranı
	Milisievert (mSv)		%
Miyokard perfüzyon görüntülemesi	15.6	0.540	22.1
Abdomen BT	8	0.446	18.3
Pelvis BT	6	0.297	12.2
Toraks BT	7	0.184	7.5
Tanısal kardiyak kateterizasyon	7	0.113	4.6
Lomber spinal radyografi	1.5	0.080	3.3
Mamografi	0.4	0.076	3.1
Toraks BT anjiyografi (koroner dışı)	15	0.075	3.1
Kontrastlı üst gastrointestinal sistem tetkiki	6	0.058	2.4

Kraniyal BT	2	0.049	2.0
Perkütan koroner girişim	15	0.043	1.8
Kemik sintigrafisi	6.3	0.035	1.4
Abdomen radyografisi	0.7	0.028	1.1
Servikal spinal BT	6	0.020	0.8
Lomber spinal BT	6	0.018	0.7
Posterior anterior akciğer grafisi	0.02	0.016	0.7
Tiroid iyot tutulum tetkiki	1.9	0.016	0.7
İntravenöz ürografi	3	0.014	0.6
Boyun BT	3	0.014	0.6
Kardiyak dinlenme ventrikülografisi	7.8	0.014	0.6

### 2.3. BT Tetkiki Kaynaklı Radyasyon ve Malignite İlişkisi

BT tetkiki, medikal nedenli radyasyonun en önde gelen nedenlerinden biri haline gelmiştir. 1980 yılında medikal işlemlerden kaynaklanan kişi başına düşen yıllık ortalama efektif doz 0.5 mSv iken 2006 yılında bu değer 6 katına çıkarak 3 mSv olmuştur [12]. Bu durum radyasyonun potansiyel zararlı etkilerini gündeme getirmiş olup ACR tarafından akılcı ve güvenli BT kullanımı için kanıt dayalı öneriler sunulmuştur. Image Gently ve Image Wisely kampanyaları ile hasta yaşına ve tetkikin amacına göre en düşük radyasyon dozuyla yeterli kalitede BT görüntülerinin elde edilmesi için protokol optimizasyonları yapılması amaçlanmıştır [3, 4, 6].

Nükleer kazadan ve atom bombasından kurtulanların maruz kaldığı radyasyon temel alınarak yapılan bir çalışmaya göre BT kullanımı Birleşik Devletler’de gelecekte görülecek kanserlerin %1,5-2’sinin nedeni olabilir Aynı çalışmada akut dönemde tek seferde 50-100 mSv ya da daha fazla doza maruz kalan kişilerde kanser insidansında anlamlı artış saptanmıştır [13]. Pearce ve arkadaşlarına göre çocuklara uygulanan 2-3 kraniyal BT tetkiki beyin tümörü riskini yaklaşık 3 kat, 5-10 kraniyal BT tetkiki lösemi riskini yaklaşık 3 kat artırmaktadır [14]. Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VII çalışmasındaki modellemeye göre radyasyonun yaşlı hastalarda kanser

riskinde hafif artışa neden olduğu değerlendirilmiştir (%0.03-0.04). Bu çalışmadaki “doğrusal eşik değersiz” modelleme ile düşük radyasyon dozlarında bile kanser riskinin olabileceği hesaplanmıştır [15]. The International Commission on Radiological Protection (ICRP), BT tetkiki gibi iyonizan radyasyonun kullanıldığı tanısal görüntüleme yöntemlerinin tekrarlayan kullanımının neden olacağı efektif dozun kanser riskini artırabileceğini bildirmiştir [16]. Genç ve kadınlarda, iyonizan radyasyon maruziyeti ile malignite gelişimi arasındaki ilişkiyi kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır [15, 17, 18]. Birleşik Devletler’de BT incelemelerinin neden olduğu efektif doz görüntüleme dışı yıllık radyasyon maruziyetinden düşüktür. Yan etkilere neden olduğu kanıtlanmış radyasyon dozu seviyelerindense binlerce kat daha düşüktür [19]. Tek bir BT tetkikinın zararlı etkileri sınırlı olabilir. Ancak sık tekrarlanan görüntüleme uygulanan bir hasta popülasyonundaki bireysel dozların kümülatif etkisi, radyasyon kaynaklı malignite gibi riskler açısından halk sağlığı sorunu oluşturabilir.

#### **2.4. BT Tetkikinın Klinik Kullanımı**

Klinik olarak uygun kullanılan BT tetkikinın malignite, travma, akut batın gibi durumların tanı ve yönetiminde katkısı vardır. BT tetkiki hayatı tehdit eden pek çok durumun tanısının konması ya da dışlanması için artan bir şekilde kullanılmaktadır. Acil serviste BT tetkiki yapılmasının en sık nedenleri travma, inme ve pulmoner emboli şüphesi iken; acil servis dışındaki en sık kullanım nedeni onkoloji hastalarının görüntülenmesidir. Onkoloji hastalarının tedaviye yanıtlarının takibinde, tedavi değişikliği gerekliliğinin anlaşılmasında BT tetkiki önemlidir. Bahsedilen hasta gruplarının kısa dönemde altta yatan hastalıktan ölme riski, yaşamları boyunca medikal nedenli radyasyona bağlı kanser gelişmesi riskinden çok yüksektir [20, 21]. Tıpta olumlu temel değişimlere neden olan BT tetkikinın kullanımında, bireysel ve toplumsal olarak optimum kar/zarar oranını yakalayabilmek temel amaçlardandır.

## 2.5. Doz Tanımları, Radyasyon Dozu ve Protokol Optimizasyonu İle İlişkili BT Parametreleri [22]

**Bilgisayarlı Tomografi Doz İndeksi hacim (BTD<sub>hacim</sub>):** BT cihazındaki X-ışını tüpünün 360 derece dönüşü sırasında tüpten çıkan radyasyon dozunun ortalamasıdır. 16 cm ve 32 cm çaplı polimetilmetakrilat (PMMA) fantom ile ölçülür. Birimi miligray (mGy) dir.

**Doz Uzunluk Ürünü (DUÜ, Dose Length Product):** BT çekimi sırasında BT cihazından çıkan total radyasyon dozu ile doğru orantılı bir parametredir. Z-aksta (kraniokaudal) taranan uzunluk ve BTD<sub>hacim</sub>'in çarpımı ile bulunur. Birimi mGy-cm'dir.

**Efektif Doz:** Maruz kalan organların gerçekte aldığı doz ile aynı biyolojik sonuçları (özellikle malignite riski açısından) elde etmek için tüm vücuda verilmesi gereken radyasyon dozudur. DUÜ değerinin dönüşüm faktörü ile çarpılmasıyla bulunur. Birimi mSv'dir.

**Absorbe Edilen Doz:** Dokunun birim kütle başına absorbe ettiği iyonizan radyasyon enerjisidir. Joule/kg olarak hesaplanıp birimi mGy'dir.

**X-ışını Tüp Akımı:** Katot ve anot arasında akıma neden olan fotonların üretim hızıdır. Birimi miliamper (mA) dir.

**Tüp Akımı-Zaman:** Gantrinin bir dönüşü sırasında anot ve katot arasındaki akım miktarıdır. Miliamperin ışınlama süresi ile çarpılmasıyla bulunur. Birimi mAs'dir.

**X-ışını Tüp Voltajı:** X-ışını demetindeki en yüksek enerjiyi temsil eder. Birimi kV'dir.

**Pitch:** Gantrinin bir rotasyonu sırasında BT masasının ilerlediği mesafenin x-ışını demeti genişliğine oranıdır.

## 2.6. BT Tetkikinde Doz Azaltma Teknikleri

### 2.6.1 Tetkik İsteğinin Sorgulanması

Food and Drug Agency (FDA)'nin 2010 yılındaki değerlendirmesine göre BT, floroskopi ve nükleer tıp görüntüleme prosedürlerinin risklerini yönetmek radyasyon korumasının iki prensibine bağlıdır. Bunlar her bir prosedürün klinik endikasyonunun sorgulanarak değerlendirilmesi(gerekçelendirme) ve her prosedür sırasında kullanılan radyasyon dozunun dikkatli bir şekilde optimizasyonudur [23].

Gereksiz radyasyondan kaçınmak için ALARA prensibine uyulmalıdır. BT, sonuçların hasta yönetimini etkileyeceği durumlarda istenmelidir. Uygun endikasyonlarda ultrasonografi (US), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi iyonizan radyasyon içermeyen alternatif tetkiklerin kullanımı değerlendirilmelidir. Bu anlamda ACR'nin Uygunluk Kriterleri hastanın klinik durumuna göre en uygun görüntüleme kararı vermede bilimsel kanıta dayalı öneriler içerir [6]. Bu kriterlere göre en uygun tetkikin BT olduğuna karar verildiği durumda hasta yaşına, hastanın beden yapısına ve tetkikin yapılma nedenine göre radyasyon dozunu azaltmak için bazı teknikler kullanılabilir. Çocuklar ve erişkinler için kullanılan tekniklerde farklılıklar olabilmektedir.

### 2.6.2. Pitch

Helikal pitch, gantrinin bir dönüşü sırasında masanın ilerlediği uzunluğun X-ışını genişliğine oranıdır [24]. Masanın ilerleme hızının artışı ve X-ışının kolimasyonun azalması ile pitch artar, iyonizan radyasyona maruziyet (ışınlama, tetkik) süresi kısalarak doz azalır. Ancak bu durumda helikal artefaktlar gelişerek uzaysal çözünürlük azalabilir [25]. Modern BT cihazları, radyasyon dozunu ve gürültüyü optimize etmek için beden bölgesine göre otomatik helikal pitch ayarları ile çalışırlar. BT cihazlarının bir kısmında tüp akımı-zaman ve radyasyon dozu sabit olup pitch artırıldığında otomatik olarak tüp akımı da artmaktadır. Bir kısım BT cihazında ise tüp akımı helikal pitch değerinin değiştirilmesinden etkilenmez [26].

### 2.6.3. Tüp Potansiyeli

Tüp potansiyelinin yani çekimde kullanılan X-ışını foton enerjisinin azaltılması, radyasyon dozunu azaltır, kontrast çözünürlüğünü artırır. Ancak bu durumda artan gürültü ve doku kontrastlanmasındaki değişkenlik bu tekniğin yaygın kullanımını engellemektedir [25]. Radyasyon dozundaki azalma tüp potansiyelindeki azalmanın karesiyle doğru orantılıdır [27].

Son zamanlarda geliştirilmiş tüp potansiyelini (voltajını) otomatik olarak seçen yazılımlar BT cihazı üreticileri tarafından kullanıma sunulmuştur. Bu yazılımlar BT çekim planlama görüntüsünden (topogram) hastanın atenüasyon profiline ve çekilmesi planlanan BT tipine (rutin abdomen BT, BT anjiyografi gibi) göre BT çekimi için gerekli olan tüp potansiyeli değerini belirleyebilir. Bu teknikle daha düşük tüp potansiyeli ile çekilen BT tetkiklerinde görüntü kalitesi tanısal açıdan kabul edilebilir düzeyde olup radyasyon dozu önemli oranda azalmaktadır [28]. Tüp voltajı, hasta boyutuna ve tetkikin uygulanma nedenine göre değiştirilebilir.

### 2.6.4. Otomatik Tüp Akımı Modülasyonu (OTAM)

Modern BT cihazlarının birçoğunda bulunan OTAM, sabit tüp akımı ile BT çekimine alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde BT'ye entegre yazılım, BT topogram görüntüsünü referans alarak doku atenüasyonundaki farklılıklara göre tüp akımını ayarlar. Uygun ve kabul edilebilir görüntüyü oluştururken atenüasyonu düşük vücut kısımları daha az tüp akımı ile ışınlanır. Bu teknik kabul edilebilir gürültü düzeyini koruyarak, tüp akımını ve dolayısıyla total efektif radyasyon dozunun (ERD) azalmasını sağlar [25].

OTAM, açısız (x ve y düzlemlerinde) olarak ve/veya z düzleminde uygulanabilir. Açısız modülasyon, hastanın ön-arka düzlemi gibi düşük atenüasyonlu projeksiyonlarda tüp akımını azaltır, hastanın lateral düzlemi gibi yüksek atenüasyonlu projeksiyonlarda tüp akımını artırır [29]. Tüp akımı, z-aks modülasyonda belirlenmiş sabit bir gürültü seviyesine (gürültü indeksi) göre ayarlanır. Teknisyen, BT çekiminden önce gürültü indeksini, minimum kabul edilebilir görüntü kalitesini, maksimum ve minimum akım değerlerinin yer aldığı tüp akımı aralığını (terminoloji BT cihazı firmalarında değişmekle birlikte) belirleyebilir. Tercih edilen gürültü

indeksi sabit tutularak z-aksı (longitudinal aks) boyunca dokularda atenüasyon farkı saptandığında tüp akımı değiştirilir. Sabit tutulan gürültü indeksine, hastanın beden kitle indeksine (BKİ) göre bu teknikle ERD’de azalma sağlanabilir [30]. İnce kesitle taranan BT tetkiklerinde gürültü indeksinin yüksek tutulması hastanın alacağı radyasyon dozunu azaltacaktır. Yüksek gürültü indeksi ile elde edilmiş ince BT kesitleri, daha kalın kesitlere rekonstrükte edilerek görüntüdeki gürültü azaltılabilir [31]. Açısal modülasyon ile z-aksta modülasyonun birlikte kullanılması tek başına açısal modülasyon ya da tek başına z-aksta modülasyon kullanılmasına göre, çekim yapılan olgudaki kesitsel asimetri ve doku atenüasyonundaki fark nedeniyle ERD’de daha fazla azalma sağlayabilir [32]. Akım modülasyonu tekniği kullanılırken maksimum ve minimum akım değerlerinin belirlenmesi özellikle obez hastalarda radyasyon dozunun daha fazla artmaması için önemlidir [33].

#### 2.6.5. İteratif Rekonstrüksiyon

İteratif rekonstrüksiyon, düşük doz BT protokollerindeki gürültüyü efektif olarak azaltan yazılımsal matematiksel bir metottur. Yazılım ve donanımdaki gelişmelere paralel olarak tekrarlayan “düzeltme döngülerinin” daha efektif yapılarak, oluşturulan verilerin “ideal” görüntü ile karşılaştırılması ve son kesin görüntünün oluşturulması mümkün olmuştur [34]. Değişik markaların yazılımlarının kullanıldığı çalışmalarda iteratif rekonstrüksiyonun radyasyon dozunu düşürüp görüntü kalitesini artırmada uygun bir seçenek olduğu anlaşılmıştır [35, 36]. İteratif rekonstrüksiyon tekniği, radyasyon dozunu direkt olarak azaltmaz. Ancak birlikte kullanılabilecek düşük doz tekniklerinin (özellikle daha düşük kV değerleri ile çekimin yapılması) neden olacağı gürültüyü azalttığı için indirekt olarak radyasyon dozunu düşürebilmektedir. Bu avantajları nedeniyle güncel BT cihazlarında “*filtered back projeksiyon*” tekniğinin yerini çoğunlukla almıştır.



### 2.6.6. Çok Fazlı BT Çekimi ve Aynı Hastaya Birden Fazla Kez BT Çekimi

Dirençli şikayetlerle acil servise başvuran hastalara tekrarlayan BT çekimlerinin yapılması son yıllarda dikkat çekmeye başlamıştır. Griffey ve Sodickson'un çalışması acil serviste BT çekilmiş hastaların %2'sine 7 yıl içerisinde 3 veya daha fazla BT incelemesi yapılarak yaklaşık ortalama 120 mSv kümülatif ERD verildiğini ortaya koymuştur [37]. Broder ve arkadaşlarının renal kolik şüphesiyle çekilmiş BT tetkiklerini toplu olarak değerlendirdiği bir çalışmaya göre vakaların %79'una 2 veya daha fazla kez BT çekilmiştir [38]. Tekrarlayan BT çekimlerinde hastanın aldığı kümülatif ERD'nin artacağı açıktır.

Katz ve arkadaşları, bilinen kronik üriner sistem taşı olan hastaların değerlendirmesinde yatarak direkt karın grafisi ve US'nin birlikte kullanılmasını önermişlerdir [39]. Yatarak direkt karın grafisi ve US kombine edildiğinde BT ile karşılaştırılabilecek sensitivite ve negatif prediktif değer elde edilmiş olup klinik önemi olan tanılar atlanmamıştır. Şüpheli olgulara üriner sistem taşlarına yönelik düşük doz protokollü BT önermişlerdir [40].

Geliştirilmiş bir yazılım, yazılımın ağına dahil olan hastanelerde çekilmiş BT tetkiklerinin sayısı, tipi ve çekildiği tarih gibi bilgileri BT tetkiki isteği yaparken klinisyene göstererek bu sayede yakın tarihte çekilmiş BT tetkiklerinin gereksiz olarak yeniden istenip uygulanmasını engellemektedir [41]. Seviye 1 travma merkezinde yapılan bir çalışmaya göre başka merkezlerde elde edilmiş BT görüntülerini içeren CD'lerin, görüntülerin değerlendirildiği sisteme yüklenmesi yeniden BT çekilmesini %29 azaltmıştır [42].

Guite ve arkadaşlarının çalışmasında çok fazlı olma gerekliliği değerlendirilen çok fazlı abdomen BT tetkiklerinin birçoğunun ACR Uygunluk Kriterleri'ne göre gereksiz olarak çok fazlı uygulandığı ortaya konulmuştur. Gereksiz olarak multifazik BT tetkiki uygulanan hastalar, ortalama 13 mSv ERD'ye fazladan maruz kalmıştır [43]. Kronik hastalık ya da neoplazi öyküsü olmaksızın acil servise karın ağrısı şikayetiyle başvuran hastalarda, portal venöz fazda çekilmiş BT ile multifazik çekilmiş BT arasında tanısal fark saptanmamıştır [44]. Avrupa Ürogenital Radyoloji Derneği hematüri şikayeti olan genç hastalar için, nefrogram fazının ve ekskretuar fazın tek fazda elde edildiği split-bolus tekniği ile BT çekilmesini desteklemektedir [45]. Klasik

hematüri protokolündeki kontrastsız, kortikomedüller ve ekskretuar fazların yerine split-bolus tekniğinin uygulanması ERD'de %33 azalmaya neden olmaktadır. Hatta dual enerji BT ile sanal kontrastsız görüntüler elde edilerek tetkik tek faz çekim olarak uygulanabilir [46, 47]. Adrenal kitlenin karakterizasyonu için yapılan BT tetkiklerinde kitlenin ortalama dansitesi 10 HU veya daha az ise başka faz çekimi yapılmamaktadır [48].

Özetle, hastalara çekilecek çok fazlı BT tetkiklerinin ACR Uygunluk Kriterleri'ne göre belirlenmesi ve gereksiz olarak tekrarlanan BT tetkiklerinden kaçınılması hastanın alacağı toplam ERD'yi azaltacaktır.

### **2.6.7. Hastaya Pozisyon Verme**

Li ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada hastaların %95'inin BT gantrisinde teknisyen tarafından uygun olmayan şekilde pozisyonlandığı belirlenmiştir [49]. Horizontal ve/veya vertikal planda uygun olmayan pozisyon verme, görüntüdeki gürültü oranında ve hasta yüzey dozunda önemli bir artışa neden olmaktadır. Bir çalışmaya göre hastanın gantrinin santralinde olmaması, ortalama yüzey dozunu %23, görüntüdeki gürültüyü %7 artırmıştır [50]. Hastanın tüpe olan uzaklığı, olması gerekenden daha kısa olursa hasta bedeni OTAM yazılımı tarafından yanlışlıkla olduğundan daha büyük algılanacak olup tüp akımı ve radyasyon dozu artacaktır [29]. Hastalara gantrinin santralinde izomerkezde olacak şekilde pozisyon verilmelidir.

### **2.6.8. Tarama Aralığı**

BT tetkiklerinde taranacak alan, standart olarak belirlenmiş anatomik referans noktaları arasında olmalıdır. Kraniokaudal düzlemdeki inceleme uzunluğu ile ERD arasında doğrusal ilişki vardır. Kraniokaudal düzlemde taranan uzunluğun fazla olması dozu artırırken, klinik şüpheye göre bu hedefe yönelik daha sınırlı bir alana BT çekimi yapılması dozu azaltacaktır.

Jin ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada akut apandisit şüphesi ile BT çekilen çocuk hastalarda, L2 vertebra korpusunun süperioru ile pubik simfizisin süperioru arası taranarak ERD'de yaklaşık %46 azalma sağlanmıştır [51]. Bir başka çalışmada ise akut apandisit şüphesi ile acil servise başvuran hastalarda T10 vertebra korpusunun

inferioru ile pubik simfizisin süperioru arasındaki alan taranarak uygulanan BT incelemelerinde radyasyon dozunun standart abdominopelvik BT incelemeleri ile karşılaştırıldığında yaklaşık %23 oranında azaldığı tespit edilmiştir [52]. Apandisit, pulmoner emboli şüphesiyle çekilmiş BT tetkikleri ile kardiyak BT tetkikinde tarama alanını azaltmanın ERD'yi azalttığı gösterilmiştir [53-55].

Genel olarak, hastanın tarandığı uzunluk yani z-akstaki görüntüleme alanı ile hastanın aldığı efektif radyasyon dozu arasında doğrusal bir ilişki vardır [56]. OTAM, dokunun atenüasyonuna göre radyasyon dozunu değiştirerek bu doğrusal ilişkiyi etkileyebilir. Ancak genel olarak z-aksta taranan uzunluk arttıkça radyasyon dozu doğrusal olarak artar. Z-aksta minimum uzunluğun taranması, radyasyon dozunu azaltmadaki en basit yaklaşımlardandır.

## 3. GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. Kapsam ve Yöntem

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından etik olarak uygunluğu onaylanan (etik kurul karar numarası: 18/557-23) bu retrospektif çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri'nde 1 Mart 2018-1 Nisan 2018 tarihleri arasında günün 24 saati süresince çekilmiş tek fazlı kontrastlı toraks BT, tek fazlı kontrastlı abdominopelvik BT, kontrastlı torako-abdominopelvik BT, pulmoner BT anjiyografi, taş protokollü abdomen BT tetkikleri dahil edilmiştir. Tetkikler Lightspeed 16 (General Electric Healthcare), Optima CT540 (General Electric Healthcare), Sensation 16 (Siemens Healthcare), Perspective (Siemens Healthcare), Definition (Siemens Healthcare) ve Force (Siemens Healthcare) BT cihazlarında elde olunmuştur. Orta ve ileri derecede skolyozu olan olgulara uygulanan tetkiklerden 26 tanesi ve uygun şekilde elde olunmadığından tekrarlanmış 5 tetkik çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmaya dahil edilmiş olgu sayısı 1531, tetkik sayısı 2032'dir.

### 3.2. Ölçümler

Toraks BT, pulmoner BT anjiyografi tetkikleri için 1. kostanın süperioru ile kostofrenik sinüsler, abdominopelvik BT tetkiki için diyafram kubbesi ile tuber iskiadikum; torako-abdominopelvik BT tetkikleri için ise 1.kostanın süperioru ile tuber iskiadikum referans noktalar olarak belirlenmiştir [57, 58]. Taş protokollü BT tetkikinde ise kraniyal kesimde T10 vertebra korpusunun inferioru, kaudal kesimde tuber iskiadikum referans noktalar olarak belirlenmiştir [59]. Malignitesi olan hastalar gibi bazı hasta gruplarına birden fazla çekim protokolünden oluşan BT tetkikleri uygulanabilmektedir. İntravenöz kontrast madde (İVKM) verildikten sonra çekimin yapılacağı zaman dilimi (çekim fazı) farklı olduğundan çekim protokolü iki ayrı tetkik olarak uygulanmaktadır. Böyle bir durumda merkezimizde 1. kostanın süperioru ile kostofrenik sinüsler arasında toraks BT çekimi yapılır. Sonra BT'deki çekim masasına yeniden pozisyon verilir ve diyaframın kubbesi ile tuber iskiadikum arasında abdominopelvik BT çekilir. Çekim sırasında tetkiklerdeki referans noktalar ayrı ayrı belirlendiği için bu olguların değerlendirmesi toraks BT ve abdominopelvik BT olarak

ayrı ayrı yapılmıştır. Travma hastalarına ise tek bir topogram görüntüsünde 1.kostanın süperioru ve tuber iskiadikum referans noktaları belirlenerek tek kesintisiz torako-abdominopelvik BT taraması yapılmaktadır. Çalışmaya dahil bütün tetkiklerde, literatürdeki güncel çalışmaların tavsiye ettiği şekilde topogram elde edildikten çekim başlatılana kadar geçen zamandaki hasta hareketi, hastanın nefes tutma komutlarına uyumsuzluğu ve teknisyene bağlı faktörler göz önüne alınarak genel kabul görmüş standart referans noktalarının kraniyaldeki (üstteki) kesimi için 2 cm kraniyale, kaudaldeki (alttaki) kesimi için 2 cm kaudale tolerans mesafesi belirlenmiştir [57]. Bunun için çalışma istasyonunda picture archiving and communication system (PACS)'den yapılan değerlendirmede ilgili tetkiklerde en ince kesit kalınlıklı seriden koronal reformat yapılarak, kraniyal referans noktası ile kraniyalde görüntünün sonlandığı seviye arasındaki z-aks mesafesi (kraniokaudal) ölçülmüş olup bu değerden 20 mm çıkarılmıştır. Benzer uygulama kaudal referans nokta ve görüntünün sonlandığı kaudal düzey için de yapılmıştır. Bu şekilde standardın dışında fazla taranan üst ve alt taraftaki z-aks uzunlukları bulunmuştur. Koronal düzlemdeki toplam vertikal uzunluk z-aksta taranan toplam uzunluk olarak değerlendirilmiştir. Taranması gereken uzunluk, toplam z-aks uzunluğundan fazla taranan uzunluk çıkarılarak bulunmuştur. Ölçümler çalışma istasyonunda resim 1 'de gösterildiği gibi tek araştırmacı tarafından yapılmıştır (O.Y.)

### 3.3. Çalışmanın Dizaynı

Referans noktalardan en az birinin dahil olmadığı 36 tetkik eksik taranmış tetkikler olarak kabul edilmiş olup detaylı istatistiksel analize dahil edilmemiştir. Tetkikler; fazla taranan tetkikler ve tam taranan tetkikler olarak iki gruba ayrılmıştır. Fazla taranan tetkikler ise sadece üst taraftan fazla taranan, sadece alt taraftan fazla taranan, üst veya alt taraftan fazla taranan tetkikler olarak 3 gruba ayrılmıştır.



**Resim 1.** Toraks BT tetkiki için ölçümlerin gösterilmesi (soldaki topogram, sağdaki koronal BT kesiti). Yeşil çizgiler referans noktaları, sarı çizgiler 2 cm'lik tolerans mesafelerini, kırmızı kutular fazla taranmış alanları göstermektedir.

PACS'den tetkikin uygulanma zamanı, tetkikin uygulandığı cihazın adı, topogramda çekim aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar öğrenilmiştir.

Tetkiklerin elde olunduğu zaman dilimleri, gece (18.00-08.00) ve gündüz (08.00-18.00) olarak belirlenmiştir.

Topogramda çekim aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (faktörler) 4 gruba ayrılmıştır.

1. Grup 1, akciğer apeksi ya da diyafram komşuluğunda referans noktaların belirlenmesini güçleştiren patolojilerin, plevral patolojilerin (efüzyon, kalınlaşma), diyafram patolojilerinin (diyafram eventrasyonu, paralizisi) olduğu tetkikleri ve asitli olgulara yapılan tetkikleri temsil etmektedir.
2. Grup 2, nefes komutlarına uyamayan olguların tetkiklerini ya da hareketli elde olunmuş tetkikleri temsil etmektedir.
3. Grup 3, umbilikus düzeyinde karın ön duvarındaki cilt altı yağ doku kalınlığı 3 cm'den fazla olan olgulara yapılan tetkikleri temsil etmektedir.
4. Grup 4, tarama aralığının belirlendiği referans noktalar komşuluğunda medikal cihaz (kateter, port, kalp pili, vertebral enstrümantasyon, omuz ve

kalça protezi, drenaj kateteri gibi) bulunan olgulara yapılan tetkikleri temsil etmektedir.

5. Standart grup, yukarıdaki 4 durumdan hiçbirinin olmadığı olgulara yapılan tetkikleri temsil etmektedir.

Hastane bilgi arşiv sisteminden (NUCLEUS) hasta dosya numaraları girilerek hastanın yaşı, cinsiyeti, uygulanan tetkikin endikasyonu, hastanın bilinç durumu, tetkiki uygulayan teknisyenin adı, BT cihazlarında günlük uygulanan ortalama tetkik sayısı öğrenilmiştir. Hafta sonu veya gece çalışmayan BT cihazlarının bu durumu dikkate alınmıştır. Veriler Microsoft Excel çalışma dosyasına kaydedilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Başteknisyenliği'nden teknisyenlerin BT çekimi yaptıkları yıl sayısı öğrenilerek, Excel'deki değiştir fonksiyonu ile "BT çekim teknisyenlerinin isimleri" "teknisyenin BT çekimi yaptığı yıl sayısı" ile anonim olarak değiştirilmiştir.

Teknisyen tecrübesine göre 3 grup oluşturulmuştur. 5 yıl ve altında BT çekim tecrübesi olanlar "az tecrübeli", 6-9 yıl BT çekim tecrübesi olanlar "orta tecrübeli", 10 yıl ve üstünde tecrübesi olanlar "çok tecrübeli" olarak tanımlanmıştır.

BT cihazları çekim yoğunluğu açısından iki gruba ayrılmıştır. BT cihazlarından günlük ortalama çekim sayısı 40 ve daha az olanlar "az yoğun", BT cihazlarından günlük ortalama çekim sayısı 41 ve daha fazla olanlar "çok yoğun" olarak tanımlanmıştır.

Çalışmamızda yer alan tetkiklerden her bir tetkik türüne göre kraniokaudal düzlemde kraniyal ve kaudal yönde fazla taranan uzunluk ile tetkikte taranan toplam z-aks uzunluğu ölçümü yapılmıştır. Kraniokaudal düzlemde fazla taramayı etkileyen faktörleri bulmak için z-aksında fazla taranan uzunluk ile olgunun yaşı, cinsiyeti, tetkik türü, tetkikin uygulanma zamanı, tetkikin endikasyonu, topogramda tarama genişliğinin belirlenmesini etkileyen faktör varlığı, olgunun bilinç durumu, teknisyenin BT çekimi yaptığı yıl sayısı (BT çekim deneyimi), BT tetkiki yapılan cihazların yoğunluğu gibi faktörler arasındaki ilişki araştırılmıştır.

### 3.4. Verilerin İstatistik Analizi

Araştırma verisi SPSS (Statistical Package For Social Sciences for Windows v.22,0, SPSS Inc. Chicago, IL) aracılığıyla bilgisayar ortamına yüklenmiş ve değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma, ortanca (minimum-maksimum), frekans dağılımı ve yüzde olarak sunulmuştur. Tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra Ki-Kare Testi, Yates Düzeltmeli Ki-Kare Testi veya Fisher'in Kesin Testi uygulanmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov Testi veya Shapiro-Wilk Testi) kullanılarak incelenmiştir. Normal dağılıma uymadığı saptanan değişkenler için; iki bağımsız grup arasında istatistiksel anlamlılıklarda Mann-Whitney U Testi, üç ve daha fazla bağımsız grup arasında Kruskal Wallis Testi istatistiksel yöntem olarak kullanılmıştır. Çok değişkenli analizde, önceki analizlerde belirlenen olası faktörler kullanılarak fazla tarama sonucunu öngörmedeki bağımsız prediktörleri lojistik regresyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Teknisyen tecrübesi (yıl), üstten fazla taranan uzunluk ve alttan fazla taranan uzunluk arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde normal dağılıma uygunluk koşulu sağlanamadığından Spearman Korelasyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $P < 0,05$  kabul edilmiştir.



## 5.BULGULAR

Çalışmamıza 1 Mart 2018-1 Nisan 2018 tarihleri arasında elde olunmuş tek fazlı kontrastlı toraks BT, pulmoner BT anjiyografi, abdominopelvik BT, torako-abdominopelvik BT; kontrastsız taş protokollü abdomen BT tetkikleri dahil edilmiştir. 1531 olguya uygulanan 2032 tetkik çalışmaya dahildir. Tetkiklerin %50,3'ü (1023) erkeklere, %49,7'si (1009) kadınlara uygulanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Çalışmaya dahil edilen tetkiklerin olgu cinsiyetine göre dağılımı

	Sayı	%*
<b>Erkek</b>	1023	50,3
<b>Kadın</b>	1009	49,7
<b>Toplam</b>	2032	100,0

\*:Sütun yüzdesi

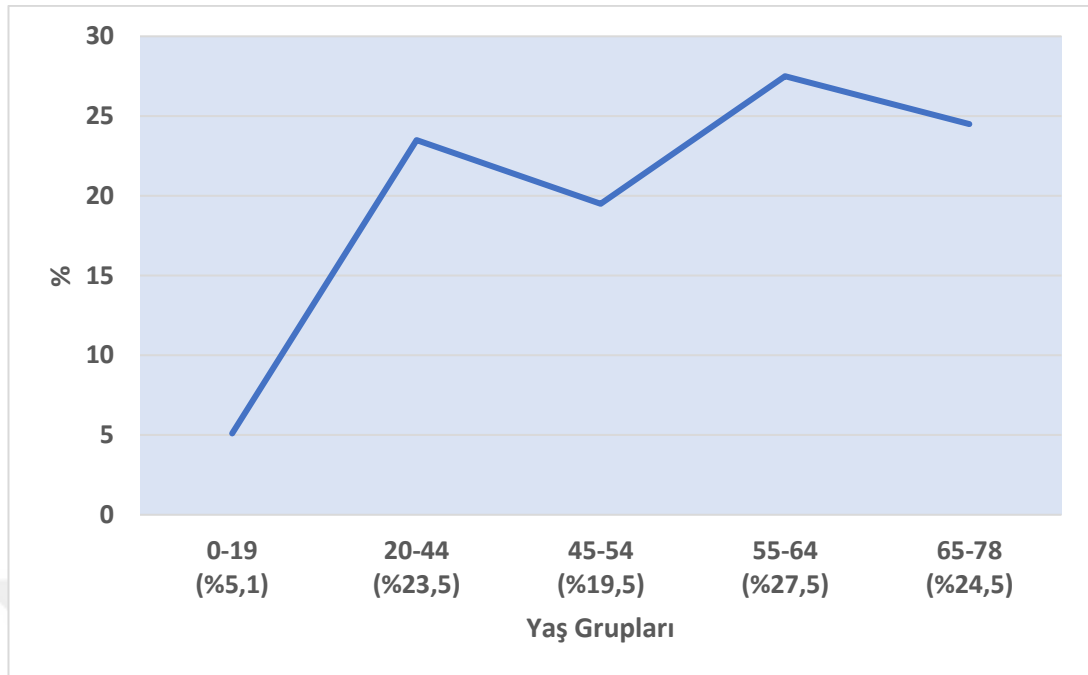
Tetkiklerin uygulandığı olguların yaş ortalaması  $51,88 \pm 16,37$  yıl, ortancası 55,00 (minimum 1 ve maksimum 77) yıldır.

Çalışmaya dahil tetkiklerin %5,1'i (103) 1-19 yaş, %23,5'i (477) 20-44 yaş, %19,5'i (396) 45-54 yaş, %27,5'i (558) 55-64 yaş, %24,5'i (498) 65 yaş ve üzerindeki olgu gruplarına uygulanmıştır (Tablo 4, Şekil 3).

**Tablo 4.** Çalışmaya dahil tetkiklerin olgu yaş gruplarına göre dağılımı

	Sayı	%*
<b>Yaş</b>		
<b>Grupları</b>		
<b>1-19</b>	103	5,1
<b>20-44</b>	477	23,5
<b>45-54</b>	396	19,5
<b>55-64</b>	558	27,5
<b>65 ve üzeri</b>	498	24,5
<b>Toplam</b>	<b>2032</b>	<b>100,0</b>

\*:Sütun yüzdesi



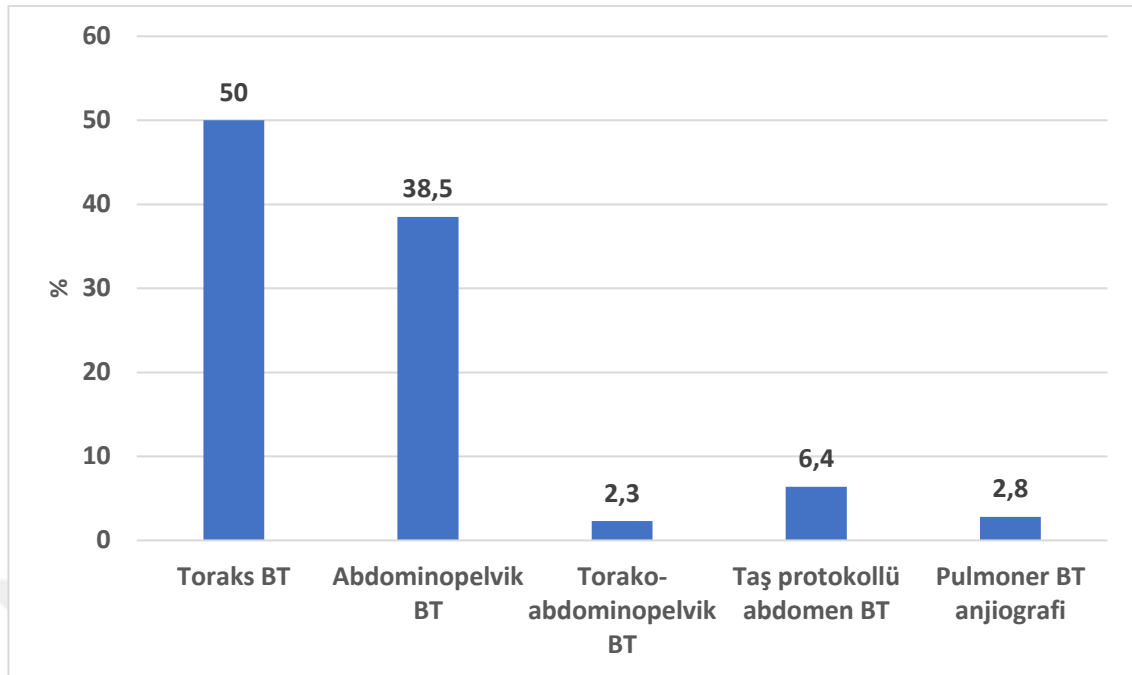
**Şekil 3.** Çalışmaya dahil tetkiklerin olgu yaş gruplarına göre dağılımı

Tetkiklerin %50'si (1017) toraks BT, %38,5'i (782) abdominopelvik BT, %2,3'ü (47) torako-abdominopelvik BT, %6,4'ü (130) taş protokollü abdomen BT, %2,8'i (56) pulmoner BT anjiyografi olarak uygulanmıştır (Tablo 5, şekil 4).

**Tablo 5.** Tetkik tiplerinin dağılımı

	Sayı	%*
<b>Toraks BT</b>	1017	50,0
<b>Abdominopelvik BT</b>	782	38,5
<b>Torako-abdominopelvik BT</b>	47	2,3
<b>Taş protokollü abdomen BT</b>	130	6,4
<b>Pulmoner BT anjiyografi</b>	56	2,8
<b>Toplam</b>	<b>2032</b>	<b>100,0</b>

\*:Sütun yüzdesi



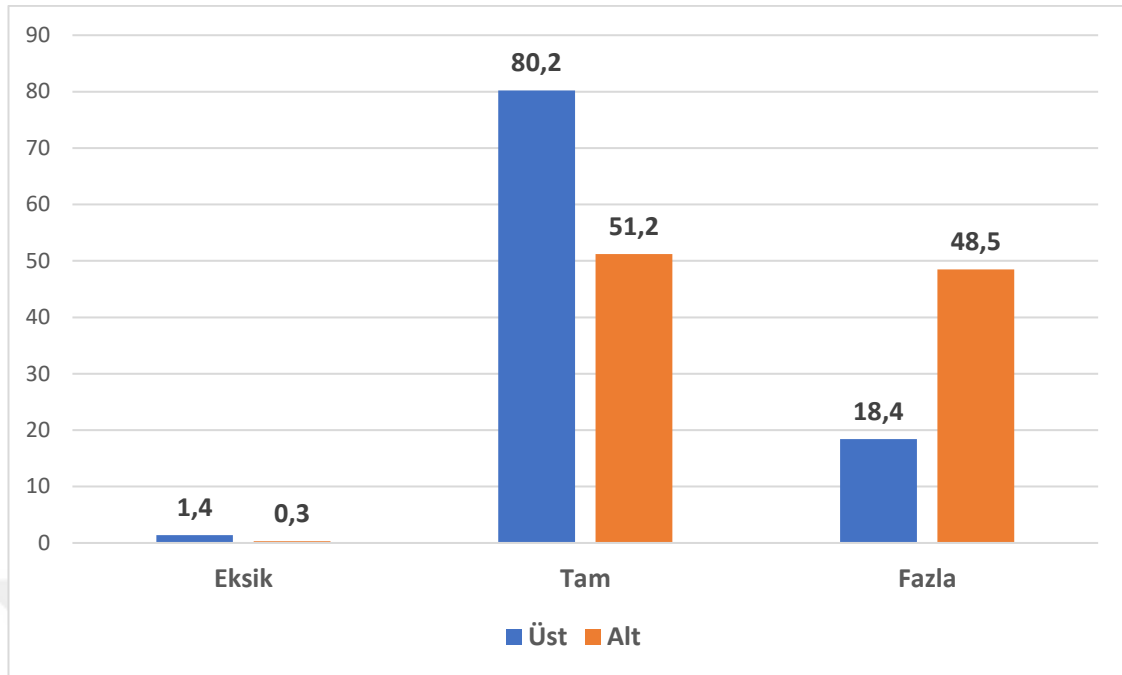
**Şekil 4.** Tetkik tiplerinin yüzdesel dağılımı

Uygulanan tetkiklerin üst taraftan %80,2'si (1631) tam, %18,4'ü (373) fazla ve %1,4'ü (28) eksik çekilmiştir. Alt taraftan %51,2'si (1039) tam, %48,5'i (985) fazla ve %0,3'ü (8) eksik çekilmiştir (Tablo 6, şekil 5).

**Tablo 6.** Tetkiklerin üst taraftan, alt taraftan z-aksına göre eksik, tam veya fazla taranma durumlarının dağılımı

	Sayı	%*
<b>Üst Tarafta (n=2032)</b>		
Eksik çekilmiş	28	1,4
Tam çekilmiş	1631	80,2
Fazla çekilmiş	373	18,4
<b>Alt Tarafta (n=2032)</b>		
Eksik çekilmiş	8	0,3
Tam çekilmiş	1039	51,2
Fazla çekilmiş	985	48,5

\*:Sütun yüzdesi



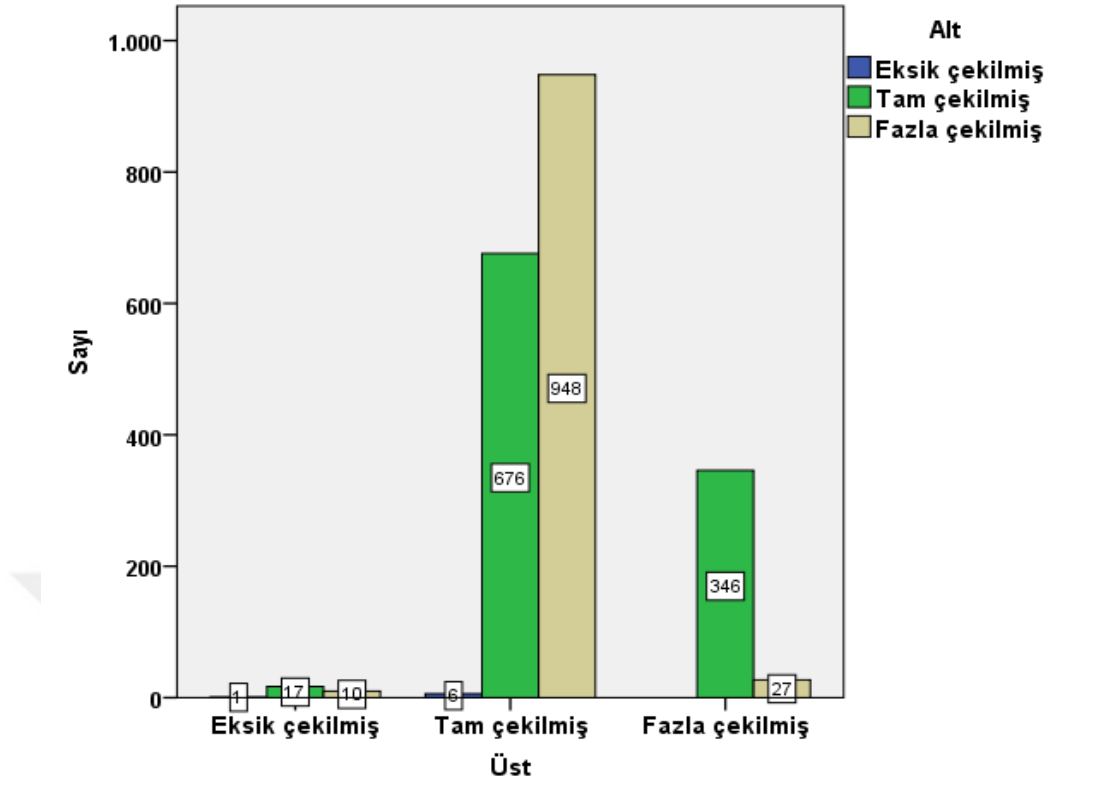
**Şekil 5.** Tetkiklerin üst taraftan, alt taraftan z-aksına göre eksik, tam veya fazla taranma durumlarının yüzdesel dağılımı

Üstten eksik taranmış tetkiklerin %60,7'si alttan tam, %35,7'si alttan fazla çekilmiştir. Üstten tam çekilmiş tetkiklerin %41,5'i alttan tam, %58,2'si alttan fazla çekilmiştir. Üstten fazla taranmış tetkiklerin %92,8'i alttan tam, %7,2'si alttan fazla çekilmiştir (Tablo 7, şekil 6).

**Tablo 7.** BT'de z-aksında üst taraftan taranma durumuna göre alt taraftan taranma durumunun dağılımı

Üstten tarama	Alttan tarama					
	Eksik		Tam		Fazla	
	Sayı	%*	Sayı	%*	Sayı	%*
<b>Eksik</b>	1	3,6	17	60,7	10	35,7
<b>Tam</b>	6	0,4	676	41,5	948	58,2
<b>Fazla</b>	0	0,0	346	92,8	27	7,2

\*:Satır yüzdesi



**Şekil 6.** BT’de z-aksında üst taraftan taranma durumuna göre alt taraftan taranma durumunun dağılımı

Çalışmaya dahil edilen tetkik türlerine göre z-aksında uygun şekilde (tam) tarama, üstten ya da alttan fazla tarama durumlarının dağılımı Tablo 8’de yer almaktadır. Bu bulgulara göre sadece üstten fazla tarama en sık abdominopelvik BT’de %42,6 (329/772), sadece alttan fazla tarama en sık toraks BT’de %88 (880/999), üstten ve alttan fazla tarama en sık torako-abdominopelvik BT’de %12,8 (6/47) gerçekleştirilmiştir. Z-aksta uygun (tam) tarama sıklığı en fazla taş protokollü BT’de %91,9 (114/124) sağlanmıştır.

**Tablo 8.** Tetkik tipine göre tam veya fazla taranma durumlarının dağılımı

	Sadece Üst Fazla		Sadece Alt Fazla		Üst ve Alt Fazla		İki Taraftan Tam		Toplam
	Sayı	%*	Sayı	%*	Sayı	%*	Sayı	%*	
<b>Toraks BT</b>	4	0,4	880	88	7	0,7	108	10,8	999
<b>Abdominopelvik BT</b>	329	42,6	9	1,2	14	1,8	420	54,4	772
<b>Torako-abdominopelvik BT</b>	2	4,3	12	25,5	6	12,8	27	57,4	47
<b>Taş protokollü abdomen BT</b>	10	8,1	-	-	-	-	114	91,9	124
<b>Pulmoner BT anjiografi</b>	1	1,9	46	85,2	-	-	7	13,0	54

\*: Satır Yüzdesi

BT tetkiklerinin endikasyona ve uygulanma zamanına göre dağılımı Tablo 9'da sunulmuştur. En fazla tetkik yapılan grup onkoloji tanı takip grubu %62,5 olup tetkiklerin %91,8'i gündüz elde olunmuştur.

**Tablo 9.** Tetkik endikasyonlarının ve uygulanma zamanının dağılımı

	Sayı	%*
<b>Endikasyon (n=2032)</b>		
Onkoloji tanı takip	1269	62,5
Benign patolojiler	462	22,7
Acil patolojiler	205	10,1
Travma	59	2,9
Postoperatif	18	0,9
Bilinç değişikliği	19	0,9
<b>Zaman (n=2032)</b>		
Gündüz	1865	91,8
Gece	167	8,2

\*: Sütun yüzdesi

BT tetkiki yapılan olguların demografik özelliklerine, tetkik tipine, endikasyonuna ve topogramda tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek bazı durumlara göre BT’de tam ve fazla tarama durumlarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasına ait veriler Tablo 10’da sunulmuştur. Bu sonuçlara göre BT’de fazla tarama sıklığı cinsiyetler arasında anlamlı farklılık göstermemektedir. Yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcut olup fazla tarama sıklığı %74 (406/549) ile en fazla 55-64 yaş aralığındadır. Toraks BT tetkiklerinin %88’i (891/999), abdominopelvik BT tetkiklerinin %45,6’sı (352/772), torako-abdominopelvik BT tetkiklerinin %42,6’sı (20/47), taş protokollü abdomen BT tetkiklerinin %8,1’i (10/124) ve pulmoner BT anjiyografi tetkiklerinin %87’si (47/56) z-aksta alttan ve/veya üstten fazla taranmıştır. Tetkik tipine göre z-aksta tam veya fazla tarama durumu arasında anlamlı farklılık vardır ( $P<0,001$ ). Tetkikin uygulanma endikasyonuna göre z-aksta tam veya fazla tarama durumu arasında anlamlı fark mevcut olup fazla tarama sıklığı %88,9 (16/18) ile en fazla bilinç değişikliği nedeniyle çekilmiş tetkiklerdedir ( $P=0,009$ ). Tarama alanını etkileyebilecek bazı durumlarla ilgili yapılan karşılaştırmalarda ise grup 1, 2 ve 4’te alt veya üst taraftan fazla tarama sıklığı standart gruba göre istatistiksel anlamlı şekilde daha fazla olmakla birlikte grup 3 ile standart grup arasında fazla tarama sıklığı bakımından istatistiksel anlamlı farklılık yoktur.

**Tablo 10.** Olgular ile ilgili demografik özelliklere, tetkik tipine, endikasyonuna ve tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek bazı durumlara göre BT’de tam ve fazla tarama durumlarının karşılaştırılması

	BT Tarama Durumu				P **
	Her İki Taraftan Tam		Üstten veya Altan Fazla		
	Sayı	%*	Sayı	%*	
<b>Cinsiyet (n=1996)</b>					
Erkek	349	34,7	657	65,3	0,433
Kadın	327	33,0	663	67,0	
<b>Yaş aralığı (n=1996)</b>					
1-19	36	36,7	62	63,3	
20-44	204	43,6	264	56,4	
45-54	139	35,8	249	64,2	<0,001
55-64	143	26,0	406	74,0	
65<	154	31,2	339	68,8	
<b>Tetkik tipi (n=1996)</b>					
Toraks BT	108	10,8	891	89,2	
Abdominopelvik BT	420	54,4	352	45,6	
Torako-abdominopelvik BT	27	57,4	20	42,6	<0,001
Taş protokollü abdomen BT	114	91,9	10	8,1	
Pulmoner BT anjiyografi	7	13,0	47	87,0	
<b>Endikasyon (n=1996)</b>					
Travma	23	39,0	36	61,0	
Bilinç değişikliği	2	11,1	16	88,9	
Onkoloji tanı-takip	419	33,7	826	66,3	0,009
Acil patolojiler	85	42,5	115	57,5	
Postoperatif	8	47,1	9	52,9	
Benign patolojiler	139	30,4	318	69,6	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=1047)</b>					
Standart grup	267	39,3	412	60,7	<0,001
Grup 1	86	23,4	282	76,6	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=1681)</b>					
Standart grup	267	39,3	412	60,7	0,003
Grup 2	323	32,2	679	67,8	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=884)</b>					
Standart grup	267	39,3	412	60,7	0,065
Grup 3	66	32,2	139	67,8	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=856)</b>					
Standart grup	267	39,3	412	60,7	<0,001
Grup 4	43	24,3	134	75,7	

\*: Satır yüzdesi \*\*: Pearson Ki kare uygulanmıştır.



Tetkikin uygulandığı zamana, BT cihazının yoğunluğuna ve tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre BT’de olguların z-aksta tam ve fazla taranma durumlarına ait sonuçlar Tablo 11’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre gündüz çekilen tetkiklerde gece çekilen tetkiklere göre z-aksta fazla taranma sıklığı istatistiksel anlamlı olarak yüksektir ( $P = 0,042$ ). Z-aksta fazla taranma sıklığı az yoğun BT cihazlarında uygulanan tetkiklerde, çok yoğun BT cihazlarındakine göre istatistiksel anlamlı olarak daha yüksektir ( $P < 0,001$ ). Çok tecrübeli teknisyenlerin uyguladığı tetkiklerin z-aksta fazla taranma sıklığı diğer gruplarda yer alan teknisyenlerin uyguladığı tetkiklerle karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı oranda düşük bulunmuştur ( $P < 0,001$ ).

**Tablo 11.** Tetkikin uygulandığı zamana, BT cihazının yoğunluğuna ve tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre BT’de olguların z-aksta tam ve fazla taranma durumlarının karşılaştırılması

	<b>BT Tarama Durumu</b>				<b><math>P^{**}</math></b>
	<b>Her İki</b>		<b>Üst veya Alttan</b>		
	<b>Taraftan Tam</b>		<b>Fazla</b>		
	<b>Sayı</b>	<b>%*</b>	<b>Sayı</b>	<b>%*</b>	
<b>Tetkik uygulanma zamanı (n=1996)</b>					
Gece	67	41,1	96	58,9	<b>0,042</b>
Gündüz	609	33,2	1224	66,8	
<b>BT cihazının yoğunluğu (n=1996)</b>					
Az yoğun	145	27,6	380	72,4	<b>&lt;0,001</b>
Çok yoğun	531	36,1	940	63,9	
<b>Teknisyen tecrübesi (n=1996)</b>					
Az tecrübeli	58	24,1	183	75,9	
Orta tecrübeli	89	24,8	270	75,2	<b>&lt;0,001</b>
Çok tecrübeli	529	37,9	867	62,1	

\*: Satır yüzdesi \*\*: Pearson Ki kare uygulanmıştır.

Olguların demografik özelliklerine, olgulara uygulanan tetkik tipi ve endikasyonuna, tetkikin uygulandığı zamana, tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlara, tetkikin uygulandığı BT cihazının yoğunluğuna, tetkiki uygulayan teknisyenin BT çekim tecrübesine göre üst taraftan, alt taraftan ve z-aksta fazladan taranmış ortalama z-aks uzunluk değerlerinin karşılaştırılmasına ait sonuçlar Tablo 12’de sunulmuştur. Alt taraftan fazla taranmış taş protokollü abdomen BT tetkiki yoktur.

**Tablo 12.** Olguların demografik özelliklerine, olgulara uygulanan tetkik tipi ve endikasyonuna, tetkikin uygulandığı zamana, tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlara, tetkikin uygulandığı BT cihazının yoğunluğuna, tetkiki uygulayan teknisyenin BT çekim tecrübesine göre üst taraftan, alt taraftan ve z-aksta fazladan taranmış ortalama z-aks uzunluk değerlerinin (milimetre olarak) karşılaştırılması

	Üst taraftan fazla taranan z-aks uzunluk değeri (mm) Ortalama+SS	Alt taraftan fazla taranan z-aks uzunluk değeri (mm) Ortalama+SS	Fazla taranan z-aks uzunluk değeri (mm) Ortalama+SS
<b>Cinsiyet</b>			
Erkek	13,22±11,23 (n=161)	36,69±22,58 (n=516)	31,77±22,78 (n=663)
Kadın	12,30±10,31 (n=212)	35,09±21,72 (n=469)	28,54±21,77 (n=668)
<b>Yaş aralıkları</b>			
1-19	8,84±5,02 (n=23)	37,76±26,94	31,40±25,99(n=63)
20-44	12,62±9,51(n=108)	33,75±23,35	26,21±22,00(n=267)
45-54	11,30±10,83(n=72)	37,67±24,38	31,18±24,51(n=252)
55-64	14,47±12,25 (n=100)	36,53±20,50	31,51±21,23(n=410)
65<	13,01±11,07(n=70)	35,05±20,78	30,61±21,18(n=339)
<b>Tetkik tipi</b>			
Toraks BT	6,77±4,35 (n=11)	36,20±21,29 (n=894)	36,12±21,36(n=898)
Abdominopelvik BT	12,72±10,72(n=343)	19,39±16,99 (n=24)	13,68±12,26(n=353)
Torako-abdominopelvik BT	11,75±6,08 (n=8)	18,88±22,05 (n=18)	21,70±21,22 (n=20)
Taş protokollü abdomen BT	20,10±14,60 (n=10)	-	18,63±14,67 (n=11)
Pulmoner BT anjiyografi	11(n=1)	46,25±31,37 (n=48)	45,40±31,60 (n=49)

<b>Endikasyon</b>			
Travma	11,42±6,14 (n=14)	25,78±30,98 (n=28)	27,50±24,86(n=36)
Bilinç değişikliği	3,75±1,25 (n=4)	28,91±18,42 (n=12)	22,62±19,38 (n=16)
Onkoloji tanı takip	12,55±11,04 (n=216)	32,66±19,98 (n=630)	27,99±20,18 (n=832)
Acil patolojiler	14,85±11,27 (n=56)	41,84±27,35 (n=65)	30,10±25,88 (n=118)
Postoperatif	14,14±12,97 (n=7)	44,33±27,22 (n=3)	23,20±22,12 (n=10)
Benign patolojiler	12,11±9,89 (n=76)	44,10±22,52 (n=247)	37,03±24,27 (n=319)
<b>Tetkik uygulanma zamanı</b>			
Gündüz	3,28±7,75 (n=1234)	36,50±22,32 (n=932)	21,25±16,26(n=1234)
Gece	7,11±10,47(n=97)	25,88±16,70 (n=53)	30,85±22,59(n=97)
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar</b>			
Grup 1	2,86±9,04 (n=286)	39,15±22,17(n=235)	35,02±23,17(n=286)
Grup 2	3,34±7,92 (n=684)	37,46±23,45 (n=509)	31,22±23,72(n=684)
Grup 3	5,19±10,62 (n=139)	36,41±19,63 (n=97)	30,60±20,40(n=139)
Grup 4	1,05±4,23 (n=136)	32,12±23,44 (n=126)	30,81±23,41(n=136)
Standart grup	4,16±8,11 (n=416)	34,45±20,66 (n=289)	28,09±20,73 (n=416)
<b>BT cihazının yoğunluğu</b>			
Az yoğun	2,86±6,31 (n=383)	44,08±24,50 (n=285)	35,66±26,16(n=383)
Çok yoğun	3,84±8,63 (n=948)	32,61±20,26 (n=700)	27,92±20,17(n=948)
<b>Teknisyen tecrübesi</b>			
Az tecrübeli	4,71±7,94 (n=184)	35,69±24,27(n=121)	28,19±23,60(n=184)
Orta tecrübeli	3,84±8,27 (n=270)	39,23±20,10 (n=195)	32,18±21,51(n=270)
Çok tecrübeli	3,22±7,97 (n=877)	35,01±22,30 (n=669)	29,94±22,28(n=877)

\*: Mann Whitney U testi uygulanmıştır \*\*: Kruskal Wallis Testi uygulanmıştır SS: Standart Sapma

Üst taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının ve alt taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının taranan toplam z-aks uzunluğuna oranına göre tetkiklerin yüzdesel dağılımı Tablo 13'te sunulmuştur. Üst taraftan fazla taranan z-aks uzunluğunun taranan z-aks uzunluğuna oranı tetkiklerin %88,7'sinde (331/373) %0-4,99 arasındadır. Alt taraftan fazla taranan z-aks uzunluğunun taranan z-aks uzunluğuna oranı tetkiklerin %74,1'inde (729) %0,01-14,99 arasındadır.

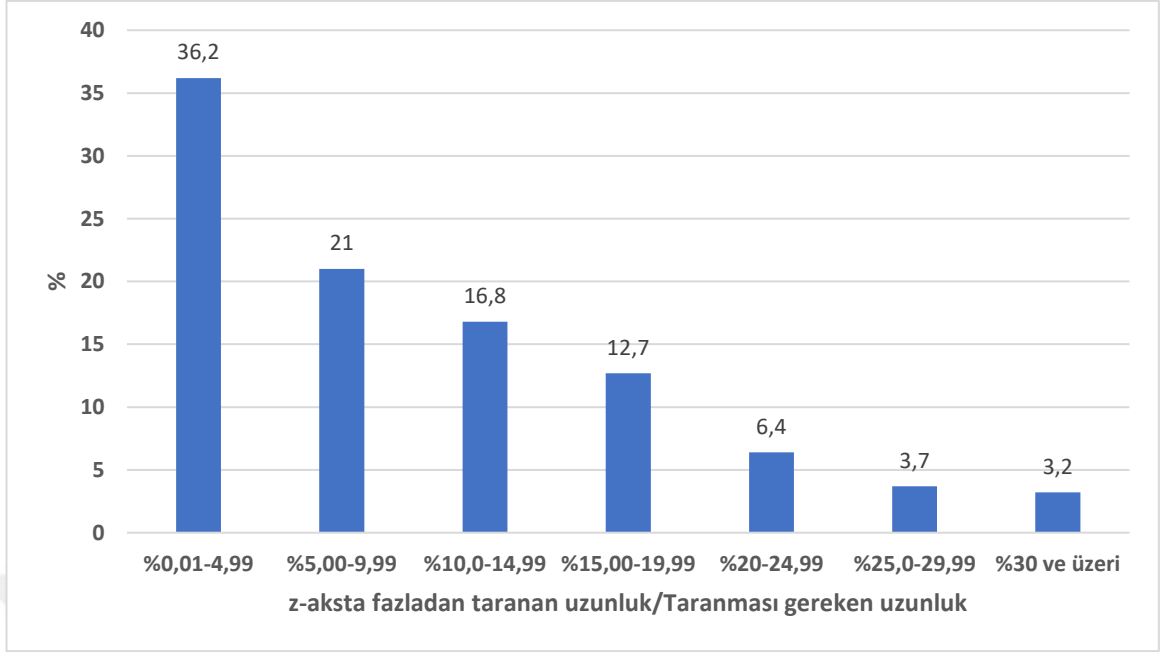
**Tablo 13.** Olgulara uygulanan BT tetkiklerinde üst taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının ve alt taraftan fazladan taranan z-aks uzunluklarının taranan toplam z-aks uzunluğuna oranına göre tetkiklerin yüzdesel dağılımı

	Sayı	%
<b>Üst taraftan fazla taranan uzunluk/Taranan z-aks uzunluğu (n=373)</b>		
%0,01-4,99	331	88,7
%5,00-9,99	39	10,5
%10,0 ve üzeri	3	0,8
<b>Alt taraftan fazla taranan uzunluk/Taranan z-aks uzunluğu (n=985)</b>		
%0,01-4,99	208	21,1
%5,00-9,99	260	26,4
%10,0-14,99	261	26,6
%15,01-19,99	163	16,5
%20-24,99	62	6,3
%25,0-29,99	19	1,9
%30 ve üzeri	11	1,1

BT tetkiklerinde z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken uzunluğa oranının yüzdesel dağılımı Tablo 14'te ve Şekil 7'de sunulmuştur. Buna göre tetkiklerin %13,3'ünde fazladan taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa oranı %20'den fazladır.

**Tablo 14.** z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken uzunluğa oranının yüzdesel dağılımı

	Sayı	%
<b>Z-aksta Fazladan Taranan Uzunluk/ Taranması Gereken Uzunluk (n=1331)</b>		
%0,01-4,99	482	36,2
%5,00-9,99	280	21,0
%10,0-14,99	223	16,8
%15,01-19,99	169	12,7
%20-24,99	85	6,4
%25,0-29,99	49	3,7
%30 ve üzeri	43	3,2



**Şekil 7.** z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken uzunluğa oranının yüzdesel dağılımı

Olguların demografik özelliklerinin, olgulara uygulanan tetkik tipinin ve endikasyonlarının z-aksta fazladan taranan uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğuna oranına etkilerini özetleyen bulgular Tablo 15'te sunulmuştur. Cinsiyetler arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Diğer değişkenler arasında yapılan karşılaştırmada z-aksta fazladan taranan uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğuna oranında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $P<0,001$ ).

**Tablo 15.** Olguların demografik özellikleri, olgulara uygulanan tetkik tipi ve endikasyonuna göre z-aksta fazladan taranan uzunluğun tetkiklerde taranması gereken z-aks uzunluğuna yüzdesel oranlarının ortalamalarının karşılaştırılması

	(z-aksta Fazla Taranan Uzunluk/Taranması Gereken z-Aks Uzunluğu)x100	P
	Ortalama+SS	
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek (n=663)	11,30±20,21	0,132*
Kadın (n=668)	10,09±8,83	
<b>Yaş aralıkları</b>		
1-19 (n=63)	11,77±10,09	
20-44 (n=267)	8,24±8,10	<0,001**
45-54 (n=252)	10,90±10,69	
55-64 (n=410)	11,86±24,36	
65<(n=339)	10,87±8,70	
<b>Tetkik tipi</b>		
Toraks BT (n=898)	13,67±17,72	
Abdominopelvik BT (n=353)	2,99±2,70	<0,001**
Torako-abdominopelvik BT (n=20)	3,33±3,42	
Taş protokollü abdomen BT (n=11)	5,03±3,39	
Pulmoner BT anjiyografi (n=49)	15,82±11,82	
<b>Endikasyon</b>		
Travma (n=36)	5,97±9,08	
Bilinç değişikliği (n=16)	8,43±7,60	
Onkoloji tanı-takip (n=832)	10,16±18,01	<0,001**
Acil patolojiler (n=118)	9,70±9,80	
Postoperatif (n=10)	5,76±5,30	
Benign patolojiler (n=319)	13,26±10,43	

\*: Mann Whitney U Testi uygulanmıştır. \*\*: Kruskal Wallis Analizi Uygulanmıştır. SS: Standart Sapma

Tetkiklerin uygulanma zamanı, topogramda tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar, tetkikin uygulandığı BT cihazlarının yoğunluğu, tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre z-aksta fazla taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa oranı Tablo 16’da karşılaştırılmış olup tüm değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır (sırasıyla  $P<0,001$ ,  $P <0,001$ ,  $P<0,012$ ,  $P <0,044$ ,  $P<0,029$ ,  $P <0,001$ ,  $P <0,018$ ).

**Tablo 16.** Tetkiklerin uygulanma zamanına ve topogramda tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlara, tetkikin uygulandığı BT cihazlarının yoğunluğuna, tetkiki uygulayan teknisyenin tecrübesine göre BT’de z-aksta fazla taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa yüzdesel oranının ortalamalarının karşılaştırılması

	(z-aksta Fazla Taranan Uzunluk/Taranması Gereken z-aks Uzunluğu)x100	P
	Ortalama+SS	
<b>Tetkik uygulanma zamanı</b>		
Gece (n=96)	6,45±6,41	<0,001*
Gündüz (n=1224)	11,03±16,04	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=702)</b>		
Standart grup (n=416)	10,28±24,26	<0,001*
Grup 1 (n=286)	12,38±9,44	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=1100)</b>		
Standart grup (n=416)	10,28±24,26	0,012*
Grup 2 (n=684)	11,03±9,57	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=555)</b>		
Standart grup (n=416)	10,28±24,26	0,044*
Grup 3 (n=139)	10,90±8,65	
<b>Tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumlar (n=552)</b>		
Standart grup (n=416)	10,28±24,26	0,029*
Grup 4 (n=136)	10,94±8,85	
<b>BT cihazının yoğunluğu</b>		
Az çoğun (n=383)	12,75±10,93	<0,001*
Çok yoğun (n=948)	9,86±17,04	
<b>Teknisyen tecrübesi</b>		
Az tecrübeli (n=184)	9,57±9,69	
Orta tecrübeli (n=270)	12,95±29,72	0,018**
Çok tecrübeli (n=877)	10,23±8,71	

\*: Mann Whitney U Testi uygulanmıştır      \*\*: Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır.

Tablo 17’de BT tetkiklerinde üstten fazla taranmayı etkileyen risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi sunulmuş olup hasta yaşının artması istatistiksel anlamlı şekilde üstten fazla taranma riski için koruyucu olmaktadır ( $P<0,005$ ). Abdominopelvik BT tetkikleri üstten fazla taranma riskini 55,842 kat ve torako-abdominopelvik BT tetkikleri 8,797 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır (sırasıyla  $P<0,001$  ve  $P=0,046$ ). BT tetkikinin az tecrübeli teknisyen tarafından uygulanması üstten fazla taranma riskini 3,465 kat, orta tecrübeli teknisyen tarafından uygulanması 1,748 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır (sırasıyla  $P<0,001$ ,  $P=0,002$ ).

**Tablo 17.** BT tetkiklerinde üstten fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi

	%95 Güven Aralığı		
	TRR	Alt-Üst	P
<b>Risk Faktörleri</b>			
Cinsiyet <sup>1</sup>	1,147	0,871-1,511	0,327
<b>Yaş</b>	<b>0,988</b>	<b>0,980-0,996</b>	<b>0,005</b>
Toraks BT <sup>2</sup>	0,761	0,095-6,130	0,798
<b>Abdominopelvik BT<sup>3</sup></b>	<b>55,842</b>	<b>7,540-413,590</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Torako-abdominopelvik BT<sup>4</sup></b>	<b>8,797</b>	<b>1,036-74,713</b>	<b>0,046</b>
Taş protokollü abdomen BT <sup>5</sup>	4,489	0,549-36,695	0,161
Zaman dilimi <sup>6</sup>	1,310	0,828-2,072	0,249
BT cihazı yoğunluğu <sup>7</sup>	0,898	0,640-1,259	0,532
<b>Az tecrübeli teknisyen<sup>8</sup></b>	<b>3,465</b>	<b>2,228-5,387</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Orta tecrübeli teknisyen<sup>9</sup></b>	<b>1,748</b>	<b>1,221-2,502</b>	<b>0,002</b>

TRR: Tahmini Rölatif Risk 1: Kadın olmanın erkek olmaya göre 2: Toraks BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 3: Abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 4: Torako-abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 5: Taş protokollü abdomen BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 6: Gecenin gündüze göre 7: Az yoğun BT cihazında çekilen tetkiklerin çok yoğun BT cihazında çekilen tetkiklere göre 8: Az tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre 9: Orta tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre



Tablo 18’de BT tetkiklerinde alttan fazla taranmayı etkileyen risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi sunulmuştur. Yaşın bir birim artması alttan fazla taranma riskini 1,022 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır ( $P<0,001$ ). Abdominopelvik BT, torako-abdominopelvik BT ve taş protokollü abdomen BT tetkikleri alttan fazla taranma için risk oluşturmayıp, diğer tetkiklere göre koruyucu olmaktadır ( $P<0,001$ ). Az yoğun BT cihazlarında çekilen tetkiklerde alttan fazla taranma riski 3,136 kat istatistiksel anlamlı şekilde artmaktadır ( $P<0,001$ ). Tetkiki uygulayan teknisyenin az tecrübeli olması alttan fazla taranma riskini 2,909 kat, orta tecrübeli olması 3,044 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır (sırasıyla  $P=0,002$ ,  $P<0,001$ ).

**Tablo 18.** BT tetkiklerinde alttan fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi

	%95 Güven Aralığı		
	TRR	Alt-Üst	P
<b>Risk Faktörleri</b>			
Cinsiyet <sup>1</sup>	0,991	0,703-1,397	0,960
<b>Yaş</b>	<b>1,022</b>	<b>1,012-1,033</b>	<b>&lt;0,001</b>
Toraks BT <sup>2</sup>	1,728	0,729-4,100	0,214
<b>Abdominopelvik BT<sup>3</sup></b>	<b>0,003</b>	<b>0,001-0,009</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Torako-abdominopelvik BT<sup>4</sup></b>	<b>0,163</b>	<b>0,058-0,452</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Taş protokollü abdomen BT<sup>5</sup></b>	<b>0,001</b>	<b>0,000-0,010</b>	<b>&lt;0,001</b>
Zaman <sup>6</sup>	1,116	0,546-2,280	0,763
<b>BT cihazı yoğunluğu<sup>7</sup></b>	<b>3,136</b>	<b>1,852-5,311</b>	<b>0,001</b>
<b>Az tecrübeli teknisyen<sup>8</sup></b>	<b>2,909</b>	<b>1,489-5,685</b>	<b>0,002</b>
<b>Orta tecrübeli teknisyen<sup>9</sup></b>	<b>3,044</b>	<b>1,773-5,226</b>	<b>&lt;0,001</b>

TRR: Tahmini Rölatif Risk 1: Kadın olmanın erkek olmaya göre 2: Toraks BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 3: Abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 4: Torako-abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 5: Taş protokollü abdomen BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 6: Gecenin gündüze göre 7: Az yoğun BT cihazında çekilen tetkiklerin çok yoğun BT cihazında çekilen tetkiklere göre 8: Az tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre 9: Orta tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre

Tablo 19’da BT tetkiklerinde üstten veya alttan fazla taramayı etkileyen risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi sunulmuştur. Abdominopelvik, torako-abdominopelvik ve taş protokollü abdomen BT tetkikleri alttan veya üstten fazla tarama için risk oluşturmayıp, diğer tetkiklere göre koruyucu olmaktadır ( $P<0,001$ ). Tetkiki uygulayan teknisyenin az tecrübeli olması tetkiklerin üstten fazla tarama riskini 3,044 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır ( $P<0,001$ ). Tetkiki uygulayan teknisyenin orta tecrübeli olması riski 2,170 kat istatistiksel anlamlı şekilde artırmaktadır ( $P<0,001$ ).

**Tablo 19.** BT tetkiklerinde üstten veya alttan fazla taranmayı etkileyen nedenlerin lojistik regresyon analizi

	%95 Güven Aralığı		
	TRR	Alt-Üst	P
<b>Risk Faktörleri</b>			
Cinsiyet <sup>1</sup>	1,095	0,872-1,376	0,434
Yaş	1,005	0,998-1,012	0,169
Toraks BT <sup>2</sup>	1,598	0,685-3,728	0,278
<b>Abdominopelvik BT<sup>3</sup></b>	<b>0,141</b>	<b>0,062-0,324</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Torako-abdominopelvik BT<sup>4</sup></b>	<b>0,115</b>	<b>0,042-0,318</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Taş protokollü abdomen BT<sup>5</sup></b>	<b>0,015</b>	<b>0,005-0,041</b>	<b>&lt;0,001</b>
Zaman <sup>6</sup>	1,430	0,942-2,171	0,093
BT cihazı yoğunluğu <sup>7</sup>	1,313	0,986-1,749	0,062
<b>Az tecrübeli teknisyen<sup>8</sup></b>	<b>3,044</b>	<b>2,023-4,581</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Orta tecrübeli teknisyen<sup>9</sup></b>	<b>2,170</b>	<b>1,581-2,977</b>	<b>&lt;0,001</b>

TRR: Tahmini Rölatif Risk 1: Kadın olmanın erkek olmaya göre 2: Toraks BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 3: Abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 4: Torako-abdominopelvik BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 5: Taş protokollü abdomen BT tetkiklerinin diğer tetkik tiplerine göre 6: Gecenin gündüze göre 7: Az yoğun BT cihazında çekilen tetkiklerin çok yoğun BT cihazında çekilen tetkiklere göre 8: Az tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre 9: Orta tecrübeli teknisyenlerin olmayanlara göre

## 6.TARTIŞMA

Günümüzde BT tetkiki ile hastaya verilen iyonizan radyasyonun azaltılmasına yönelik donanımsal ve yazılımsal pek çok teknik gelişme olmasına karşın BT tetkiklerinde hastanın tarama aralığının doğru belirlenmesi hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu azaltmada basit ve uygulanabilir bir yöntem olarak önemini korumaktadır. Literatürde z-akstaki fazla tarama sıklığını değerlendiren az sayıda ve çeşitlilikte tetkik ile çalışılmış yayınlar bulunmaktadır. Kalra ve arkadaşlarının çalışmasında 106 adet abdomen ve abdominopelvik BT tetkiki, Campbell ve arkadaşlarının çalışmasında 148 adet toraks BT tetkiki, Liao ve arkadaşlarının çalışmasında 442 adet toraks, abdomen ve abdominopelvik BT tetkiki BT’de z-aksta fazla tarama açısından değerlendirilmiştir [60-62]. Çalışmamız, literatür tarama sonuçlarından elde edilen verilere göre bildiğimiz kadarıyla uygulanan tetkikin endikasyonunun, topogramda tarama genişliğinin belirlenmesini etkileyen faktörlerin, BT çekiminde kullanılan cihazın yoğunluğunun, çekimi uygulayan teknisyenin BT çekimi tecrübesinin BT çekiminde z-aksta fazla taramaya olan etkisini değerlendiren literatürdeki ilk ve tek çalışmadır. Çalışmamız, dahil edilmiş tetkik sayısının ve çeşidinin fazlalığı açısından da diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Çalışmamıza dahil tetkiklerin %66,2’si fazladan taranmıştır. Önceki çalışmalarda tetkiklerin yaklaşık %98’inde standart olarak belirlenmiş çekim alanının dışında fazla taranmış görüntülerin olduğu gösterilmiştir [60, 61]. Campbell ve arkadaşlarının toraks BT tetkikleri ile yaptıkları çalışmasında tetkiklerin %97’sinde fazla supraapikal görüntülerin, %98’inde fazla infrapulmoner görüntülerin olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ekstra görüntüler nedeniyle sabit tüp akımı ile çekilmiş BT tetkiklerinde DUÜ’de %20,9, z-aksta otomatik tüp akım modülasyonu ile çekilmiş BT tetkiklerinde DUÜ’de %56,9 artış saptanmıştır [60]. Çalışmamızdaki tetkiklerin fazla taranma sıklığı, Campbell ve arkadaşlarının çalışmasındakinden düşüktür. Bunun nedenlerinden biri 2 cm kraniyalden ve 2 cm kaudalden belirlediğimiz tolerans mesafesinin Campbell ve arkadaşlarının çalışmasında dikkate alınmamasıdır. Diğer bir neden ise çalışmamıza dahil tetkik çeşidinin daha fazla olması olabilir. Fazla taranma sıklığı toraks BT tetkikine göre daha düşük olan taş protokollü abdomen BT gibi

tetiklerin de çalışmaya dahil edilmiş olması çalışmamızdaki fazla taranma sıklığının daha düşük olmasına katkıda bulunmuştur.

Kalra ve arkadaşlarının 2004 yılında yaptığı çalışmada abdominopelvik BT tetkiklerinin %97'si (103 tetkik) diyaframın süperior kesiminde, %94'ü pubik simfizisin inferiyorunda fazla taranmıştır [61]. Çalışmamızda ise abdominopelvik BT tetkiklerinin %44,4'ü üstten, %3'ü alttan, %45,6'sı üstten veya alttan fazla taranmıştır. Sonuçlarımızın Kalra ve arkadaşlarının çalışmasındaki sonuçlar ile farklılığını 2 cm'lik tolerans mesafesinin çalışmamızda hesaplamaya dahil edilmesi, aradan geçen 14 yılda radyasyon güvenliğinin öneminin radyologlar ve teknisyenlerce daha iyi anlaşılması açıklayabilir. Radyasyon güvenliği alanındaki farkındalığın ve bilgi birikiminin artışı, BT çekimlerinin daha dikkatli uygulanmasını sağlamış olabilir.

Çalışmamızda, literatürdeki tetkiklerin fazladan taranma sıklığının çalışıldığı en güncel yayınlardaki yöntemle benzer şekilde hasta nefes uyumundaki değişkenliği ve teknisyene bağlı faktörleri en aza indirmek için belirlediğimiz kraniyal ve kaudal taraftaki 2 cm'lik tolerans mesafelerinin dışında taranan z-aks uzunlukları fazladan taranan uzunluk olarak ölçülmüştür [57, 63]. Hastanemizde çalışmaya dahil edilmiş tetkiklerin fazla taranma sıklığının güncel literatür ile karşılaştırılabilmesi de bu sayede mümkün olmuştur.

Helikal BT çekimlerinde başlangıç ve sonlanma kısımlarının görüntüsünün oluşturulabilmesi için tarama aralığı otomatik olarak planlanan tarama aralığının dışına genişletilebilmektedir. Bu durum “*overranging*” olarak bilinir. Bu durum 64 veya daha fazla kesitli BT cihazlarındaki helikal çekimlerde görülmektedir. Pitch veya dedektör kolimasyonunun artmasıyla bu etki artar. 16 kesitli BT cihazlarında uygulanan tetkiklerde “*overranging*” uzunluğu 3 cm ile 6 cm arasında değişmektedir [64]. Çalışmamızda tarama aralığının doğru şekilde belirlenebilmesini etkileyebilecek faktörlere odaklandığımızdan bu durum ayrıca çalışılmamıştır.

Liao ve arkadaşlarının çalışmasında fazladan taranan tetkik sıklığı %99'dur. Sadece erişkin olgulara uygulanan tetkiklerin dahil edildiği bu çalışmada fazla taranmış ortalama z-aks uzunluğu 43.2 mm'dir. Bu çalışmada ekstra görüntüler nedeniyle sabit tüp akımı ile çekilmiş BT tetkiklerinde DUÜ'de %13,1, z-aksta otomatik tüp akım modülasyonu ile çekilmiş BT tetkiklerinde DUÜ'de %16,7 artış

saptanmıştır [62]. Bu incelemede bizimkinden farklı olarak alt ekstremitte BT tetkikleri de değerlendirilmiştir. Çalışmadaki tek veya çok fazlı abdominopelvik BT ve torako-abdominopelvik BT tetkiklerinde kaudal taraf için belirlenen referans nokta küçük trokanter olup çalışmamızda kabul ettiğimiz tuber iskiadikum referans noktasından farklıdır. Liao ve arkadaşlarının çalışmasındaki tetkiklerin bir kısmı ayırt edilmesi daha zor olan yumuşak doku, vasküler yapı referans noktalarına göre uygulanmıştır. Bizim çalışmamızda ise daha kolay ayırt edilebilen hava-yumuşak doku bileşkesi ve kemikler referans noktası olarak kullanılmıştır. Bu durum fazladan tarama sıklığındaki farka neden olmuş olabilir.

Tolerans mesafesi çalışmamızdakiyle benzer kabul edilen, Schwartz ve arkadaşlarının, 2018 yılında yayınlanmış, 6 ayrı merkezdeki, 600 toraks BT tetkikinin değerlendirildiği çalışmada tetkiklerin %36.8'i fazla taranmıştır. Aynı çalışmada fazla taranan tetkikin ilgili merkezde çalışmaya dahil edilmiş tetkik sayısına oranı %7 ile %60 arasında değişkenlik göstermektedir. Fazla tarama sıklığının en düşük olduğu yer akademik bir merkezken, en yüksek olduğu yer halka açık bir merkezdir [63]. Çalışmamızdaki toraks BT tetkiklerinin %89,2'si fazla taranmıştır. Pulmoner BT anjiyografi tetkiklerini de toraks BT tetkikleri ile birlikte değerlendirdiğimizde bu tetkiklerin %89'unun fazla tarandığını görmekteyiz. Bu bağlamda, çalışmamızdaki tetkiklerin fazla taranma sıklığı Schwartz ve arkadaşlarının çalışmasına dahil edilmiş merkezlerdekinden yüksektir. Onların çalışmasında toraks BT tetkiklerin %7.3'ü yalnızca kraniyalden, %24.5'i yalnızca kaudalden, %5'i hem kraniyalden hem kaudalden fazla taranmıştır. Çalışmamızda toraks BT tetkiklerinin %0,4'ü sadece kraniyalden, %88'i sadece kaudalden ve %0,7'si hem kraniyalden hem kaudalden fazla taranmıştır. Komşu yapıların süperpozisyonuna bağlı olarak kostofrenik sinüslerin ayırt edilememesi veya teknisyenin olası diyafram hareketini dikkate alarak tarama aralığını kaudale doğru genişletmesi çalışmamızda fazla taranan toraks BT sıklığının ve alt taraftan fazla taranan toraks BT sıklığının yüksek olmasının nedenleri olabilir. Toraks BT tetkikleri için alt taraftan fazla taranma sıklığının üst tarafa göre yüksek olması açısından her iki çalışma benzerlik göstermektedirler. Çalışmamıza dahil edilmiş, topogramda tarama aralığının belirlenmesini etkileyebilecek belirlediğimiz faktörlerin varlığında tetkiklerin fazla taranma sıklığı artmaktadır. Çalışmamızda fazla taranmış 1331 tetkikin 416'sında bu faktörler bulunmamaktaydı.

Schwartz ve arkadaşlarının çalışmasında ise toraks BT tetkikleri için bu ayırım yapılmamıştır.

2 cm'lik tolerans mesafesinin dikkate alındığı Zanca ve arkadaşlarının 2012 yılında toraks, abdomen, torakoabdomen BT tetkiklerini dahil ettiği çalışmasında tetkiklerin %80'inin fazla tarandığı belirtilmiştir [57]. Bizim çalışmamızda ise taş protokollü abdomen BT dışındaki tetkikleri birlikte değerlendirdiğimizde fazla taranan tetkik sıklığı %70 olmaktadır.

Çalışmamızda fazladan taranmış görüntülerde ek bulgu varlığını değerlendirmedik. Ancak Kalra ve arkadaşlarının çalışmasında fazladan elde olunmuş görüntülerin %82 (87/106)'sinde ek bulgu saptanmamıştır. Yalnızca bir tetkikte fazladan elde olunmuş görüntülerde izlenen bir bulgu, hastanın klinik yönetimini değiştirmiştir [61]. Campbell ve arkadaşlarının çalışmasında ise benign, malign ve bunların dışındaki endikasyonlar nedeniyle çekilmiş 148 tetkikin 45'inde ek bulgular saptanmıştır. Klinik önemi olan bulguların pek çoğu malignitesi olan olgulara uygulanan tetkiklerde bulunmuştur [60].

Çalışmamıza sadece tek fazlı tetkikler (pulmoner BT anjiyografi tetkikinin sadece toraks serisi değerlendirildi) dahil edilmiştir. Liao ve arkadaşlarının çalışmasında ise çok fazlı tetkikler de yer almaktadır. Bu çalışmada çok fazlı tetkiklerde tek fazlı tetkiklere göre fazladan elde edilen görüntü sayısı daha fazla olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır [62].

Liao ve arkadaşlarının çalışmasında BKİ'si yüksek olan olgularda fazla taranan ortalama uzunluğun belirgin fazla olduğu görülmüş olup bu durumu bu olgu grubunda BT topogramı üstünde seçilen referans noktaların daha az belirgin olmasıyla açıklamışlardır [62]. Retrospektif çalışmamızda hastane bilgi kayıt sisteminde olguların uzunluk ve ağırlık değerlerine ulaşamadığından abdominal cilt altı yağ doku kalınlığı dikkate alınmıştır. Abdominal cilt altı yağ doku kalınlığının 3 cm'den fazla olması fazla taranma sıklığında artışa neden olmamıştır. Ancak fazla taranan uzunluğun taranması gereken tarama uzunluğuna yüzdesel oranlarının ortalaması cilt altı yağ doku kalınlığı 3 cm'den fazla olan olgularda daha yüksektir.

Referans noktalar komşuluğunda akciğer, plevra, diyafram patolojileri veya asidi olan olgulara çekilmiş, ekspiryum fazında, hareketli elde olunmuş, referans noktalar komşuluğunda medikal cihaz bulunan olgulara uygulanan tetkiklerde fazladan taranan tetkik sıklığı standart gruptakinden daha fazladır. Teknisyenlerin çekimi uygulamadan önce hastayı nefes komutları için eğitmesi, tetkiklerin fazla taranma sıklığını azaltabilir. Ayrıca referans noktalar komşuluğunda tek taraflı akciğer, plevra veya diyafram patolojisi varsa teknisyen referans noktaları karşı (normal) tarafa göre belirleyebilir. Fazla taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa oranının ortalamaları, topogramda çekim aralığının belirlenmesini etkileyebilecek durumların varlığında çalışmanın planlama safhasında öngörüldüğü gibi daha yüksek bulunmuştur.

Alt taraftan fazla taranan z-aks uzunluğunun taranan z-aks uzunluğuna yüzdesel oranı fazla taranan tetkiklerin %21,1'inde %0,01-4,99, %26,4'ünde 5,00-9,99, %26,6'sında %10,0-14,99 arasındadır. Fazla taranan tetkiklerin %74,1'inde oran % 0,01-14,99 arasındadır. Bu durum özellikle toraks BT ve pulmoner BT anjiyografi tetkiklerindeki alttan fazla taranan uzunluktaki değişkenliğe işaret etmektedir. Üst taraftan fazla taranan z-aks uzunluğunun taranan z-aks uzunluğuna oranı fazla taranan tetkiklerin %88,7'sinde %0-4,99 arasındadır. Tetkiklerin büyük kısmındaki hata oranı üst taraf için görece azdır. Üst taraftan fazla taranan bu tetkiklerin büyük bölümünü abdominopelvik BT tetkikleri oluşturmaktadır.

Fazla taranan uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğuna oranı %20'den fazla olan tetkikler fazla taranan tetkiklerin %13,3'ü, %10'dan az olan tetkikler %57,2'sidir. Fazladan taranan tetkiklerdeki hata oranının görece düşük olduğu görülmektedir.

Fazla taranan tetkiklerin sıklığında kadınlar ve erkekler arasında fark yoktur. Fazla taranma sıklığı en az 20-44 yaş, en fazla 55-64 yaş aralığındadır. Sırasıyla fazla taranma sıklıkları % 56,4 ve %74; fazla taranan uzunluğun taranması gereken uzunluğa oranının ortalamaları sırasıyla %8,24±8,10 ve %11,86±24,36'dır. Kalra ve arkadaşlarının toraks BT tetkiklerini değerlendirdikleri çalışmada bizim çalışmamızın aksine hasta yaşı ile fazla taranmış ortalama görüntü sayısı arasında korelasyon saptanmamıştır [61]. 20-44 yaş aralığındaki olgular BT uygulanması sırasındaki nefes

komutlarına daha uyumlu olabileceğinden fazla taranma sıklığı bu gruba uygulanan tetkiklerde daha düşüktür.

Fazla taranma sıklığı %89,2 ile en fazla toraks BT tetkiklerinde, %8,1 ile en az taş protokollü abdomen BT tetkiklerindedir. Liao ve arkadaşlarının çalışmasında fazla taranan uzunluk, kemik referans noktalara göre belirlenen tetkiklerde en az, yumuşak doku ve vasküler yapı referans noktalarına göre belirlenen tetkiklerde en fazladır. Kemiklerden oluşan referans noktalar, yumuşak doku, vasküler yapı veya hava-yumuşak doku bileşkesindeki referans noktalara göre daha kolay belirlenebilir [62]. Çalışmamızdaki kemik referans noktalara göre uygulanan taş protokollü abdomen BT tetkiklerinde fazla taranan tetkik sıklığının daha az olmasının nedeni bu durum olabilir.

Bilinç değişikliği olan olgulara uygulanan tetkiklerin %88,9'u; postoperatif olgulara uygulanan tetkiklerin %52,9'u fazla taranmıştır. Nefes komutlarına uyabilme ihtimali düşük, bilinç değişikliği olan hastalardaki düzensiz solunum paterni fazla taramaya etki etmiş olabilir. Ayrıca bu hasta grubunun bir kısmına entübe durumdayken BT çekilmiştir. Bu durumlar bilinç değişikliği olan hastalardaki fazla taranma sıklığının diğer endikasyonlar nedeniyle çekilmiş tetkiklere göre yüksek oluşunu açıklayabilir. Postoperatif olgulara uygulanan tetkiklerde fazla taranma sıklığının düşük oluşu ise beklediğimizin tersi bir durumdur.

Çalışmamızda, gündüz çekilen tetkiklerde gece çekilenlere göre fazla taranma sıklığı daha fazladır. Liao ve arkadaşlarının çalışmasında fazla taranmış ortalama uzunluk ve görüntü sayısı 23.00-07.00 saatleri arasında çekilen tetkiklerde en azdır. Bu çalışmada gece şiftinde daha az tetkik uygulanmasının, gece şiftinde çalışan teknisyenlerin stresinin daha az olmasının ve daha az tipte tetkik uygulamalarının teknisyenin tarama aralığını daha uygun şekilde ayarlamasına katkıda bulunabileceği belirtilmiştir [62]. Çalışmalarda tanımlanmış zaman dilimleri farklı olmasına ( Liao ve arkadaşlarının çalışmasında 3 zaman dilimi, bizim çalışmamızda 2 zaman dilimi) rağmen sonuçlar benzerdir.

Az yoğun BT cihazlarında uygulanmış tetkiklerin, çok yoğundakilere göre fazla taranma sıklığı daha fazladır. Fazla taranmış uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğuna yüzdesel oranının ortalamasında da çok yoğun ve az yoğun BT cihazlarında çekilen tetkikler arasında benzer ilişki vardır. Yoğun cihazlarda daha



fazla BT çekimi uygulayan teknisyenlerin çekim tecrübesinin daha fazla artması ve yoğun çalışma koşullarına adapte oluyor oluşu bu sonucu açıklayabilir. Teknisyen tecrübesinin (teknisyenin BT çekimi yaptığı yıl sayısı) farklı olduğu az tecrübeli, orta tecrübeli ve çok tecrübeli teknisyenlerce uygulanan 3 grup tetkikin fazla taranma sıklığı teknisyen tecrübesi arttıkça çok tecrübeli teknisyen grubunun uyguladığı tetkiklerde daha belirgin olarak azalmaktadır. Az tecrübeli teknisyen grubunun uyguladığı BT tetkiklerinde fazla taranmış uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğuna oranının ortalaması ise diğerlerine göre daha düşüktür. Az tecrübeli teknisyenlerin hatalı olarak fazla taradıkları tetkik sıklığı daha fazla olmasına rağmen; fazla çekilmiş tetkiklerdeki hata oranı daha düşüktür.

Otomatik bir yazılım, bir çalışmada abdominopelvik BT tetkiki çekilen, erişkin hastaların kraniokaudal düzlemde fazla taranıp taranmadığını belirlemede %92.4 başarı göstermiştir. Ancak çocuk hastalarda, vücut boyutunun değişkenliği nedeniyle bu oranın daha düşük olacağı öngörülmüştür. Bu uygulama tanımlanmış referans noktalara göre BT tetkikleri için z-aksta fazla taranma durumunun kalite kontrolünü yapabilir [58].

Çalışmamızın en güçlü yönlerinden biri gerçek hayattaki radyoloji pratiğini yansıtmasıdır.

### **6.1. Çalışmanın Limitasyonları**

Çalışmamızın en önemli kısıtlılıklarından biri üç hastaneden oluşan tek merkezde uygulanmış tetkiklerin değerlendirilmesidir.

Çok fazlı tetkiklerde fazla taranmış uzunluğun ortalamasının tek fazlı tetkiklere göre daha fazla olacağı düşünülebilir. Ancak çalışmamızı tek fazlı tetkiklerle sınırladığımızdan bu konuda sonuca ulaşamadık. Liao ve arkadaşlarının çalışmasında, çok fazlı tetkiklerde tek fazlı tetkiklere göre fazla elde olunmuş görüntü sayısı daha fazla olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır [62]. Bu sonucun başka çalışmalarla da değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Çalışmamızda, çocuklar ve erişkinler için aynı referans noktaları ve tolerans mesafeleri dikkate alınmıştır. Literatürde z-aksta fazla taranan uzunluğu araştıran

çocuklara yönelik çalışma olmadığından çalışmamızdaki çocuklar için farklı bir ölçüm metodu kullanılmamıştır.

Orta ve ileri derecede skolyozu olan olgular çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu olgulara BT çekerken tarama aralığının doğru olarak ayarlanmasında güçlükler olabilir.

Kraniokaudal aksta fazla taranmış kesimde hastanın klinik yönetimini etkileme potansiyeli olan ya da klinik önemi olmayan insidental bulguların var olup olmadığı bu çalışmada değerlendirilmemiştir. Ancak Kalra ve arkadaşlarının 2004 yılındaki çalışmasında, malignitesi olan hasta grubunda fazla taranmış infrapulmoner alanda klinik olarak önemli bulgular saptanmıştır [60].

Çalışmamızdaki bütün hesaplamalarımız uzunluk ve oran şeklindedir. Tetkiklerin uygulandığı BT cihazlarında z-aksta otomatik tüp akımı modülasyonu kullanılmaktadır. Bu anlamda doz hesaplanmasındaki teknik zorluk nedeniyle efektif doz ve organ dozları hesaplanmamıştır. Fazla taranan uzunluğun taranması gereken z-aks uzunluğa oranının ortalaması olguların fazladan maruz kaldığı radyasyon dozu konusunda dolaylı olarak fikir vermektedir.

## 7.SONUÇ

Fazla taramanın, olgularda efektif dozu artıracığının farkında olmak çok önemlidir. Teknisyenlerin ve radyologların farkındalığı, teknisyenlerin devamlı eğitimi, belirli aralıklarla radyoloji bölümlerinin fazla taranan tetkik sıklığı konusunda veri toplayıp değerlendirmesi ve fazla taranma sıklığının yüksek olduğu gruplara yönelik çalışmalar yapılması hastaların maruz kalacağı dozu azaltmak için önemli adımlar olacaktır.



## 8.KAYNAKLAR


1. Brenner DJ, Hricak H. Radiation exposure from medical imaging: Time to regulate? *JAMA* 2010; 304:208-209
2. Schauer DA, Linton OW. NCRP REPORT NO. 160, IONIZING RADIATION EXPOSURE OF THE POPULATION OF THE UNITED STATES, MEDICAL EXPOSURE—ARE WE DOING LESS WITH MORE, AND IS THERE A ROLE FOR HEALTH PHYSICISTS? *Health Physics* 2009; 97:1-5
3. Alliance TIG. Image Gently. In, 2007
4. Radiology ACo. Image Wisely. In, 2010
5. Bushong SC. Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection. 2016:471-506
6. Radiology ACo. ACR Appropriateness Criteria. In, 2018
7. Bolus NE. Basic Review of Radiation Biology and Terminology. *J Nucl Med Technol* 2001; 29:67–73
8. Goodman TR, Amurao M. Medical Imaging Radiation Safety for the Female Patient: Rationale and Implementation. *RadioGraphics* 2012; 32:1829-1837
9. Oatway, Jones A, Watson Cabianca H. *Ionising Radiation Exposure of the UK population: 2010 Review*, 2016
10. 103 IP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2007; 37:2-4
11. Fazel R, Krumholz HM, Wang Y, et al. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures. *New England Journal of Medicine* 2009; 361:849-857
12. Fred A. Mettler J, Bhargavan M, Faulkner K, et al. Radiologic and Nuclear Medicine Studies in the United States and Worldwide: Frequency, Radiation Dose, and Comparison with Other Radiation Sources—1950–2007. *Radiology* 2009; 253:520-531
13. Brenner DJ, Hall EJ. Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. *New England Journal of Medicine* 2007; 357:2277-2284
14. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *The Lancet* 2012; 380:499-505
15. Council NR. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2*. Washington, DC: The National Academies Press, 2006:422
16. Tomography TGoCoRDIC. Managing patient dose in computed tomography. A report of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 2000; 30:7-45
17. Ron E. CANCER RISKS FROM MEDICAL RADIATION. *Health Physics* 2003; 85:47-59
18. Ronckers CM, Land CE, Miller JS, Stovall M, Lonstein JE, Doody MM. Cancer mortality among women frequently exposed to radiographic exams for spinal disorders. *Radiation research* 2010; 174:83-90
19. Durand DJ, Dixon RL, Morin RL. Utilization Strategies for Cumulative Dose Estimates: A Review and Rational Assessment. *Journal of the American College of Radiology* 2012; 9:480-485
20. Zondervan RL, Hahn PF, Sadow CA, Liu B, Lee SI. Body CT Scanning in Young Adults: Examination Indications, Patient Outcomes, and Risk of Radiation-induced Cancer. *Radiology* 2013; 267:460-469

21. Zondervan RL, Hahn PF, Sadow CA, Liu B, Lee SI. Frequent Body CT Scanning of Young Adults: Indications, Outcomes, and Risk for Radiation-Induced Cancer. *Journal of the American College of Radiology* 2011; 8:501-507
22. Mayo-Smith WW, Hara AK, Mahesh M, Sahani DV, Pavlicek W. How I Do It: Managing Radiation Dose in CT. *Radiology* 2014; 273:657-672
23. Initiative to Reduce Unnecessary Radiation Exposure from Medical Imaging. In: Administration CfDaRHUSFaD, ed., February 2010
24. Kubo T, Lin P-JP, Stiller W, et al. Radiation Dose Reduction in Chest CT: A Review. *American Journal of Roentgenology* 2008; 190:335-343
25. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT Radiation Dose Optimization. *Radiology* 2004; 230:619-628
26. Kalra MK, Sodickson AD, Mayo-Smith WW. CT Radiation: Key Concepts for Gentle and Wise Use. *RadioGraphics* 2015; 35:1706-1721
27. Hamberg LM, Rhea JT, Hunter GJ, Thrall JH. Multi-Detector Row CT: Radiation Dose Characteristics. *Radiology* 2003; 226:762-772
28. Lee KH, Lee JM, Moon SK, et al. Attenuation-based Automatic Tube Voltage Selection and Tube Current Modulation for Dose Reduction at Contrast-enhanced Liver CT. *Radiology* 2012; 265:437-447
29. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Techniques and Applications of Automatic Tube Current Modulation for CT. *Radiology* 2004; 233:649-657
30. Favazza CP, Yu L, Leng S, Kofler JM, McCollough CH. Automatic Exposure Control Systems Designed to Maintain Constant Image Noise: Effects on Computed Tomography Dose and Noise Relative to Clinically Accepted Technique Charts. *Journal of Computer Assisted Tomography* 2015; 39:437-442
31. Kanal KM, Stewart BK, Kolokythas O, Shuman WP. Impact of Operator-Selected Image Noise Index and Reconstruction Slice Thickness on Patient Radiation Dose in 64-MDCT. *American Journal of Roentgenology* 2007; 189:219-225
32. Mulkens TH, Bellinck P, Baeyaert M, et al. Use of an Automatic Exposure Control Mechanism for Dose Optimization in Multi-Detector Row CT Examinations: Clinical Evaluation. *Radiology* 2005; 237:213-223
33. Raman SP, Mahesh M, Blasko RV, Fishman EK. CT Scan Parameters and Radiation Dose: Practical Advice for Radiologists. *Journal of the American College of Radiology* 2013; 10:840-846
34. Raman SP, Johnson PT, Deshmukh S, Mahesh M, Grant KL, Fishman EK. CT Dose Reduction Applications: Available Tools on the Latest Generation of CT Scanners. *Journal of the American College of Radiology* 2013; 10:37-41
35. Desai GS, Uppot RN, Yu EW, Kambadakone AR, Sahani DV. Impact of iterative reconstruction on image quality and radiation dose in multidetector CT of large body size adults. *European Radiology* 2012; 22:1631-1640
36. Korn A, Fenchel M, Bender B, et al. Iterative Reconstruction in Head CT: Image Quality of Routine and Low-Dose Protocols in Comparison with Standard Filtered Back-Projection. *American Journal of Neuroradiology* 2012; 33:218-224
37. Broder J, Warshauer DM. Increasing utilization of computed tomography in the adult emergency department, 2000-2005. *Emergency Radiology* 2006; 13:25-30
38. Broder J, Bowen J, Lohr J, Babcock A, Yoon J. Cumulative CT Exposures in Emergency Department Patients Evaluated for Suspected Renal Colic. *The Journal of Emergency Medicine* 2007; 33:161-168
39. Katz SI, Saluja S, Brink JA, Forman HP. Radiation Dose Associated with Unenhanced CT for Suspected Renal Colic: Impact of Repetitive Studies. *American Journal of Roentgenology* 2006; 186:1120-1124

40. Catalano O, Nunziata A, Altei F, Siani A. Suspected Ureteral Colic. *American Journal of Roentgenology* 2002; 178:379-387
41. Lim JH, Zen Y, Nakanuma Y. Reply. *American Journal of Roentgenology* 2012; 198:W628-W628
42. Sodickson A, Opraseuth J, Ledbetter S. Outside Imaging in Emergency Department Transfer Patients: CD Import Reduces Rates of Subsequent Imaging Utilization. *Radiology* 2011; 260:408-413
43. Guite KM, Hinshaw JL, Ranallo FN, Lindstrom MJ, Lee FT, Jr. Ionizing Radiation in Abdominal CT: Unindicated Multiphase Scans Are an Important Source of Medically Unnecessary Exposure. *Journal of the American College of Radiology* 2011; 8:756-761
44. Hwang SH, You JS, Song MK, Choi J-Y, Kim M-J, Chung YE. Comparison of diagnostic performance between single- and multiphase contrast-enhanced abdominopelvic computed tomography in patients admitted to the emergency department with abdominal pain: potential radiation dose reduction. *European Radiology* 2015; 25:1048-1058
45. Van Der Molen AJ, Cowan NC, Mueller-Lisse UG, Nolte-Ernsting CCA, Takahashi S, Cohan RH. CT urography: definition, indications and techniques. A guideline for clinical practice. *European Radiology* 2007; 18:4
46. Chow LC, Kwan SW, Olcott EW, Sommer G. Split-Bolus MDCT Urography with Synchronous Nephrographic and Excretory Phase Enhancement. *American Journal of Roentgenology* 2007; 189:314-322
47. Mangold S, Thomas C, Fenchel M, et al. Virtual Nonenhanced Dual-Energy CT Urography with Tin-Filter Technology: Determinants of Detection of Urinary Calculi in the Renal Collecting System. *Radiology* 2012; 264:119-125
48. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Adrenal Imaging with Multidetector CT: Evidence-based Protocol Optimization and Interpretative Practice. *RadioGraphics* 2009; 29:1319-1331
49. Li J, Udayasankar UK, Toth TL, Seamans J, Small WC, Kalra MK. Automatic Patient Centering for MDCT: Effect on Radiation Dose. *American Journal of Roentgenology* 2007; 188:547-552
50. Habibzadeh MA, Ay MR, Asl ARK, Ghadiri H, Zaidi H. Impact of miscentering on patient dose and image noise in x-ray CT imaging: Phantom and clinical studies. *Physica Medica* 2012; 28:191-199
51. Jin M, Sanchez TR, Lamba R, Fananapazir G, Corwin MT. Accuracy and Radiation Dose Reduction of Limited-Range CT in the Evaluation of Acute Appendicitis in Pediatric Patients. *American Journal of Roentgenology* 2017; 209:643-647
52. Corwin MT, Chang M, Fananapazir G, Seibert A, Lamba R. Accuracy and radiation dose reduction of a limited abdominopelvic CT in the diagnosis of acute appendicitis. *Abdominal Imaging* 2015; 40:1177-1182
53. Fefferman NR, Roche KJ, Pinkney LP, Ambrosino MM, Genieser NB. Suspected Appendicitis in Children: Focused CT Technique for Evaluation. *Radiology* 2001; 220:691-695
54. Khan A NK, Khosa F, et al. Prospective gating with 320-MDCT angiography: effect of volume scan length on radiation dose. *AJR Am J Roentgenol* 2011; 196:407-411
55. Martillotti J, Silva N, Chhabra J, et al. Dose of reduced z-axis length of computed tomography angiography (CTA) of the chest for pulmonary embolism using 64-detector rows and adaptive iterative reconstruction techniques. *Emergency Radiology* 2013; 20:39-44

56. Rybicki FJ, Mather RT, Kumamaru KK, et al. Comprehensive Assessment of Radiation Dose Estimates for the CORE320 Study. *American Journal of Roentgenology* 2014; 204:W27-W36
57. Zanca F, Demeter M, Oyen R, Bosmans H. Excess radiation and organ dose in chest and abdominal CT due to CT acquisition beyond expected anatomical boundaries. *European Radiology* 2012; 22:779-788
58. Zhang M, Wellnitz C, Cui C, Pavlicek W, Wu T. Automated Detection of Z-Axis Coverage with Abdomen-Pelvis Computed Tomography Examinations. *Journal of Digital Imaging* 2015; 28:362-367
59. Corwin MT, Bekele W, Lamba R. Bony Landmarks on Computed Tomographic Localizer Radiographs to Prescribe a Reduced Scan Range in Patients Undergoing Multidetector Computed Tomography for Suspected Urolithiasis. *Journal of Computer Assisted Tomography* 2014; 38:404-407
60. Campbell J, Kalra MK, Rizzo S, Maher MM, Shepard J-A. Scanning Beyond Anatomic Limits of the Thorax in Chest CT: Findings, Radiation Dose, and Automatic Tube Current Modulation. *American Journal of Roentgenology* 2005; 185:1525-1530
61. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Kamath RS, Halpern EF, Saini S. Radiation from "Extra" Images Acquired with Abdominal and/or Pelvic CT: Effect of Automatic Tube Current Modulation. *Radiology* 2004; 232:409-414
62. Liao EA, Quint LE, Goodsitt MM, Francis IR, Khalatbari S, Myles JD. Extra Z-axis Coverage at CT Imaging Resulting in Excess Radiation Dose: Frequency, Degree and Contributory Factors. *Journal of computer assisted tomography* 2011; 35:50-56
63. Schwartz F, Stieltjes B, Szucs-Farkas Z, Euler A. Over-scanning in chest CT: Comparison of practice among six hospitals and its impact on radiation dose. *European Journal of Radiology* 2018; 102:49-54
64. Schilham A, Molen AJvd, Prokop M, Jong HWd. Overranging at Multisection CT: An Underestimated Source of Excess Radiation Exposure. *RadioGraphics* 2010; 30:1057-1067

## Ek 1. Araştırma Projesi Değerlendirme Raporu

  
**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-962  
Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

**Toplantı Tarihi** : 12 HAZİRAN 2018 SALI  
**Toplantı No** : 2018/15  
**Proje No** : GO 18/557 (Değerlendirme Tarihi: 12.06.2018)  
**Karar No** : GO 18/557-23

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Mehmet Ruhi ONUR'un sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Dr. Ozan YAR'ın uzmanlık tezi olan, GO 18/557 kayıt numaralı ve "Toraks, Abdominopelvik ve Torakoabdominopelvik BT Tetkiklerinde Z-Aksta (Kraniokaudal Düzlemde) Standart Tarama Uzunluğundan Daha Fazla Mesafe Taranmasının Nedenlerinin Araştırılması" başlıklı proje önerisi araştırmannın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Başkan)	10 Doç. Dr. Gözde GİRGİN (Üye)
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Üye)	11 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARAÇ (Üye)	12. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye)
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye)	13. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye)
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZGİÇLİ (Üye)	14. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ (Üye)
IZINLI	15. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR (Üye)
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye)	IZINLI
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN (Üye)
IZINLI	17. Av. Meltem ONURLU (Üye)
8. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye)	
9. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye)	

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
06100 Sıhhiye-Ankara  
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için: