



CVP-2 (CREATIVE VALUABLE PROTECTOR-2) RADYASYON FİLTRESİNİN C-KOLLU SKOPİ CİHAZI İLE KULLANILMASI

(RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME RAPORU)

HAZIRLAYANLAR

**Doç. Dr. Aydın PARMAKSIZ
SANAEM-SFB- Radyasyondan Korunma Birimi**

**Emine BULUR
SANAEM-SFB- Radyasyondan Korunma Birimi**

**Miray BAŞDOĞAN
SANAEM-SFB- Radyasyondan Korunma Birimi**

**Doç. Dr. Gökçe KAAN ATAÇ
Ufuk Üniversitesi-Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı**

**Ufuk TURPÇU
Ufuk Üniversitesi- Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı**

**Dr. Sema ŞEN
SANAEM-SFB-Doz İzleme Birimi**

Ankara-2018

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Başkanlığı'nın 20/12/2017 tarihli ve 78704445-000-E.254790 sayılı yazısı ile "Aymed Medikal Teknoloji San. ve Tic. Ltd. Şti" isimli firma tarafından piyasaya arz edilmek istenen "CVP-2 (Creative Valuable Protector-2) Radyasyon Filtresi" isimli ürünün C-kollu skopi cihazlarında kullanılması durumunda hastanın ve çalışanların radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasına yönelik olduğu belirtilen bir cihaz olarak tanımlandığı ve üreticisinin beyan ettiği dozimetrik çalışma dışında klinik veri veya değerlendirmenin bulunmaması nedeniyle ülkemizde kullanılması için beyan edilen işlevleri yerine getirip getirmediği, getiriyorsa radyasyondan korunma için dozimetrik testlerin yapılarak değerlendirilmesine ilişkin görüşlerimizin paylaşılması talep edilmiştir.

Bu raporda; Bayındır Sağlık Grubuna ait Söğütözü Bayındır Hastanesi ve Ufuk Üniversitesi Dr. Rıdvan Ege Hastanesi'nin ameliyathanelerinde kullanılan C-kollu skopi cihazlarına CVP-2 Radyasyon Filtresinin adaptörsüz olarak takılı olduğu ve takılı olmadığı durum senaryoları için ameliyathane koşullarında gerçekleştirilen ışınlamalar sonucunda; hasta ve personelin alabileceği radyasyon dozları ile CVP-2 Radyasyon Filtresinin kullanımına ilişkin radyolojik değerlendirmeler bulunmaktadır.

Doç. Dr. Aydın PARMAKSIZ
Uzman

Emine BULUR
Fizikçi

Doç. Dr. Gökçe KAAN ATAÇ
Radyoloji Uzmanı

Miray BAŞDOĞAN
Fizik Mühendisi

Ufuk TURPÇU
Radyoloji Teknikeri

Dr. Sema ŞEN
Fizikçi

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	3
1.1 <i>CVF-2 (Creative Valuable Protector-2) Radyasyon Filtresi</i>	5
2. GEREÇLER VE YÖNTEM	7
3. BULGULAR.....	12
3.1 <i>Hasta Dozu</i>	12
3.2 <i>Personel Dozu</i>	12
3.3 <i>Görüntü Kalitesi</i>	13
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	19
5. REFERANSLAR	22

1. GİRİŞ

Tıbbi radyasyon uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon X-ışınlarıdır. Ameliyathanelerde X-ışını kaynağı olarak kullanılan C-kollu skopi cihazları ile yapılan uygulamalar; hastanın ve radyasyon çalışanlarının maruz kaldıkları radyasyon dozlarının önemli bir kısmını oluşturur. Girişimsel radyoloji işlemlerinin yönlendirilmesi için 1980'lerde başlayan Floroskopinin kullanımı günümüzde oldukça yaygındır. Floroskopi ve Floroskopi rehberliğinde yapılan girişimsel işlemlerde, işlemi gerçekleştiren doktor, hastanın gerçek zamanlı görüntülerinin alındığı x-ışını görüntüleme tekniği ile vücudun iç yapısını ve organları çalışırken hareketli olarak izleyebilir. X-ışını tüpü ile hastaya olan mesafe ve yapısal zırhlamanın doktorun seçenekleri arasında olmadığı Floroskopi incelemelerinde ve Floroskopi rehberliğinde yapılan girişimsel işlemlerde, radyasyon kullanılırken hastayla yakın fiziksel temasın sürdürülmesi gerekir.

Hastaya sınırlı miktarda radyasyonun verilebilmesi için mümkün olan en düşük X-ışını alanının kullanılması ve tüp pozisyonlamasının doğru bir şekilde yapılması gerekir. X-ışını demetinin önündeki toplam filtrasyon ile demetin çok düşük enerjili kısmı hastaya ulaşmadan durdurulmaktadır. X-ışını demet kolimasyonunun gereğinden büyük olması ilave olarak saçılan radyasyon oluşturacağından görüntü kalitesi bozulur. Floroskopi tetkiklerinde ışınlama süresine bağlı olarak hasta dozu artar. Bazı basit önlemler alınarak hasta dozunda önemli miktarda azaltmalar yapılabilir.

Mesleki ışınlamada önemli bir faktör, X-ışını tüpünün ve görüntü alıcısının doğru yönlendirilmesidir. Ameliyathanede C-kollu skopi cihazı kullanılırken X-ışını tüpü masanın altında olmalıdır. Bu durumda iken birincil ve ikincil radyasyon dozları, masa seviyesine göre tüp masanın altında iken ($\approx 45\text{cm}$) yaklaşık 2-3 kat artar ve masa seviyesinin üzerinde yarıya düşer. X-ışını tüpünün masa altındaki yaklaşık dik açı (90°) yönlendirmeler için, operatörlerin mesleki maruz kalma düzeyleri hastadan saçılma en düşük olacağı için daha azdır. Benzer şekilde yakın yan projeksiyonlarda, X-ışını tüpünün karşısındaki hastanın yan tarafında durmak aynı nedenden dolayı mesleki maruziyetin daha da düşmesine neden olur. Bu tür prosedürleri uygulayan personelin, radyasyondan korunma eğitimi almış olması ve ilgili tüm faktörlerin etkilerini iyi anlamaları gerekir. Ayrıca, kişisel dozun izlenmesinin sürekli ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi de önemlidir. Saçılan radyasyon, personel tarafından giyilen kurşun önlükler, kurşun eşdeğeri gözlükler ve tiroid koruyucuları gibi koruyucu giysilerle ve hastayla personel arasında bulunan tavan askılı koruyucu ekranlar, masaya monte edilmiş kurşun koruyucu saçaklar (perdeler) veya (tekerlekli) hareketli kurşunlu paravanlar gibi koruyucu araçlar ile

zayıflatılabilir. Tipik olarak 0,25 mm ve 0,5 mm kurşuna eşdeğer önlüklerin, X ışınlarının enerjisine bağlı olarak cerrahın saçılan radyasyon dolayısıyla maruz kalabileceği dozu sırasıyla % 90 ve %99 oranında azalttığı bilinmektedir [1]. En yüksek radyasyon dozuna cihaza en yakın konumda koruyucu kurşun önlük giymeden çalışan doktor ve hemşirenin maruz kalması beklenir. Göz merceğinin radyasyona çok duyarlı olması [2] nedeniyle hastaya yakın çalışan kişiler için göz dozları kabul edilemez derecede yüksek olabilir. Bu amaçla koruyucu kurşun gözlük, özellikle de yan koruması olan gözlükler hastadan saçılmayı keserek, göz dozunda % 80'e kadar bir azalma sağlayabilir [3]. Tavan askıdaki koruyucu ekranların önemli oranda radyasyondan korunmayı sağlayabilmesi doğru şekilde konumlandırılmasına bağlıdır. Bu ekranlar vücudun yalnızca bir kısmına (tipik olarak üst gövde, baş ve gözler) koruma sağlarlar ve koruyucu giysiler giymenin yanı sıra bunların kullanımı da ayrı koruyucu gözlük kullanma ihtiyacını (gereksinimini) ortadan kaldıracaktır. Ancak bazen klinik nedenlerden dolayı koruyucu bir ekran kullanılamaz. Masa üzerine monte edilmiş koruyucu kurşun saçaklar (perdeler) ise gövdenin alt kısmına ve bacaklara ek koruma sağlarlar.

Kurşun paravan arkasında çalışan teknisyen ve diğer ameliyathane personelinin yüksek radyasyona maruz kalma olasılığı oldukça düşüktür. C-kollu skopi cihazı ile çalışan ameliyathane personelinin çekim sırasında radyasyondan koruyucu giysi, gonad, tiroid ve göz koruyucularını mutlaka kullanmaları, diğer personelin ise koruyucu paravanın arkasında çalışmaları çok önemlidir [4]. Radyasyondan korunmada kullanılan kişisel koruyucu ekipmanların mutlaka düzgün bir şekilde kullanılması gerekir.

Fluoroskopi ve Fluoroskopi rehberliğindeki girişimsel işlemlerde, operatörün elleri istemeden birincil X-ışını demeti alanında bulunabilir. Koruyucu eldivenlerin birincil demete maruz kalması durumu, radyasyon dozunun otomatik olarak yükselmesine neden olduğundan tehlikeli olabilir. Koruyucu eldivenler işlemi yavaşlatabilir ve yanlış bir güvenlik hissi oluşturabilir. Bu durumda ellerini birincil demetin dışında tutmak için personelin eğitilmesi gerekir. X-ışını tüpünün masanın altında olması durumu, birincil X-ışını demeti hasta vücudu tarafından zayıflatıldığı için, ellerin X-ışını alanının yakınında olması gerektiğinde en iyi şekilde korunmasını sağlar.

İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın tehlikelerine karşı korunmak için temel güvenlik standartlarını belirleyen 5 Aralık 2013 tarihli 2013/59/ Euratom Direktifinde, önceki Basic Safety Standard (BSS) Direktifinden bu yana gerçekleşen bilimsel gelişmeler ve Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi'nin (International Commission on Radiation Protection, ICRP) 2007 yılında yayımladığı 103 nolu dokümandaki yeni önerileri dikkate alınır

[2, 5]. Doku reaksiyonları hakkındaki yeni bilimsel bilgiler, radyasyon çalışanlarının göz merceğinin daha iyi korunması gerektiği şeklindedir. ICRP'nin yeni önerilerinin ardından yayımlanan 2013/59 numaralı yeni Direktif, göz merceği için mesleki doz sınırını 150 mSv/yıl değerinden 20 mSv/yıl olarak değiştirmiş, gerekçelendirilmedeki değişiklikler, hasta bilgileri, doz raporlamasının önemi ve tanısal referans seviyeleri açıklığa kavuşturulmuştur [6].

1.1 CVP-2 (Creative Valuable Protector-2) Radyasyon Filtresi

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Başkanlığı'nın 20/12/2017 tarihli ve 78704445-000-E.254790 sayılı yazı ekinde verilen dokümanda "CVP-2 radyasyon filtresi" isimli ürünün [Resim 1];

- X-ışını tüpü masa üstünde 90° iken hasta ve personelin maruz kaldığı radyasyon dozunu %72 oranında azalttığı,
- Koruyucu gözlük ve kurşun yelekler gibi konvansiyonel X-ışını koruyucu ekipmanlarının radyasyona karşı etkinliğini artırdığı ve oldukça güvenli bir çalışma ortamı sağladığı,
- X-ışını koruyucu ekipmanlarının koruyamadığı el, ayak, baş, cilt ve diğer bölgelerin korunmasını sağladığı,
- CVP-2 filtresi var iken olmadığı duruma göre daha yüksek kontrastlı görüntüler alındığı yani kontrastın arttığı,

iddia edilmektedir.



Resim 1. CVP-2 Radyasyon Filtresi

Bu alışma, yukarıda belirtilen iddiaları değerlendirmek amacıyla Bayındır Sağlık Grubuna ait Söğütözü Bayındır Hastanesi ve Ufuk Üniversitesi Dr. Rıdvan Ege Hastanesi'nde bulunan Floroskopi cihazlarına CVP-2 Radyasyon Filtresi adaptörsüz takılarak yapılmış olup, gerçek ameliyathane koşulları altında yapılan ışınlamalar sonucunda, hasta ve personelin alabileceği radyasyon dozları ölçölmüş ve bu ölçömlere ait değerlendirmeler raporlanmıştır.

2. GEREÇLER VE YÖNTEM

İlgili firma yetkilisi ile yapılan görüşme sonucunda CVP-2 filtresinin adaptörlü ve adaptörsüz takılabileceği C-kollu skopi cihazlarının listesi Ankara için belirlenmiştir. Bu çalışma Bayındır Sağlık Grubuna ait Söğütözü Bayındır Hastanesi ve Ufuk Üniversitesi Dr. Rıdvan Ege Hastanesi ameliyathanelerinde kullanılan GE Innova Marka iki adet skopi cihazı, hastayı simüle eden insan eşdeğeri rando fantom ile adaptörsüz CVP-2 radyasyon filtresi takılarak X-ışını tüpü masa altında (90°) kullanılarak gerçekleştirilmiştir [Resim 2]. Literatürde çalışanların radyasyondan korunmasına yönelik yapılmış olan çalışmalarda, X-ışını tüpünün masa altında kullanılmasının personel dozunu azaltması nedeniyle çalışma bu projeksiyonda (X-ışını tüpü masa altında 90° iken) yapılmıştır [7].



Resim 2. C-kollu skopi cihazı ve rando fantom

Ameliyathanede Floroskopi ve Floroskopi rehberliğindeki girişimsel işlemlerde hasta ve personelin durduğu yerler belirlenerek gereken ölçüm ekipmanları hazırlanarak yerleştirilmiştir [Resim 3]. Skopi yapan doktor, yardımcı doktor, anestezi uzmanı ve hemşire/teknisyen için ise dört adet manken kullanılmıştır [Resim-4].



Resim 3. Ameliyathanenin ölçüme hazırlık işlemleri

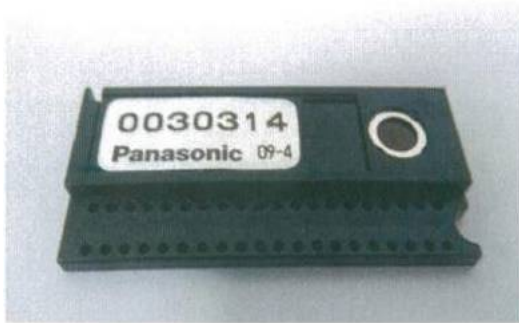


Resim 4. Ameliyathane personel ve hasta yerleşimi (Ufuk Üniversitesi)



Resim 5. Radcal 9015 İyon Odası

Radyasyon dozları ilk olarak 66 cc iyon odalı Radcal 9015 ile ölçülmüştür [Resim 5]. Standart hastayı temsil eden rando fantomun göz, tiroid, gonad, abdomen ve cilt giriş bölgelerine yerleştirilen yüzük dozimetreleri ile hastanın CVP-2 filtresinin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar için maruz kaldığı dozlar ölçülmüştür. Benzer şekilde ameliyathanede çalışan personelin gonad bölgesine ve tüm vücut dozunun hesaplanabilmesi için kurşun koruyucu önlük üstü ve altında göğüs bölgesine üçer adet Termoluminesans Dozimetreler (TLD) yerleştirilmiştir. Aynı zamanda personeli temsil eden mankenlerin göz ve tiroid için koruyucu donanım altı ve üstü ve el-ayak (ekstremiteler) bölgesindeki doz ölçümlerinde her bölge için üçer adet yüzük dozimetre kullanılmıştır (Resim 6). TI. çipleri uygulandıkları noktalarda gerçek radyasyon dozunun doğru bir şekilde ölçümünü sağlar.



Resim 6. TI. ve Yüzük Dozimetreleri

Ölçümlerde kullanılan Panasonic marka TL Dozimetrelerin içerisinde $\text{LiB}_4\text{O}_7:\text{Cu}$ ve $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ termoluminesans kristalleri ve enerjiden bağımsız olarak doz hesabı yapılabilmesi için uygun filtreler bulunmaktadır. Bu dozimetreler ile 0,1 mSv-10 Sv ve 20 keV-1,25 MeV enerji aralığında, gama (γ), X-ışınları, beta (β) ve nötron dozları; yüzük dozimetreleri ile 0,1 mSv-10 Sv ve 20 keV-1,25 MeV enerji aralığında gama (γ), X-ışınları ve beta (β) dozları ölçülebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan dozimetreler Panasonic marka, UD716 model TL okuyucusunda değerlendirilmiştir.

Dozimetrik ölçümlerin değerlendirmesinin yapıldığı Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM), Sağlık Fiziği Bölümü, TL Dozimetri Sistemi, 04 Mayıs 2009 tarihinde ve Yüzük Dozimetri Sistemi 28 Ağustos 2013 tarihinde TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir.

Oluşturulan senaryoda X-ışını tüpünün masa altında, CVP-2 filtresinin takılı olduğu ve olmadığı her iki durum için personelin konumları sabit tutularak ölçülmüş ve ışınlama parametreleri olarak 85 kV, 3 mA ve 10 dk alınmıştır. Floroskopi görüntü kalite fantomu [Resim 7] ile 45-110 kV aralığında (5'er kV arttırılarak) yapılan ölçümlerde, aynı ışınlama parametreleri kullanılarak, görüntülerin değerlendirilmesi klinik olarak yapılmıştır. Ayrıca görüntü kalite fantomu ile birlikte kullanılan 66 cc iyon odası ile dozlar ölçülmüştür.



Resim 7. Floroskopi Görüntü Kalite Fantomu

Bu çalışmada firma tarafından beyan edilen klinik araştırmalara göre CVP-2 uygulaması sonrası açılara bağlı olarak radyasyon etkisinin gösterildiği haritalama (ameliyathane çalışanlarının radyasyon dozları TL ve yüzük dozimetreleri kullanılarak ölçüldüğü için) ve tüp masa üzerinde (X-ışını tüpü masa altında kullanılmalı) iken hastadan saçılan radyasyon nedeniyle ameliyathane personelinin maruz kaldığı radyasyon dozlarının ölçülmesi gerekmediği için rapor içerisinde bu hususlara ilişkin herhangi bir ölçüm, tespit ve değerlendirme yapılmamıştır.

Bu rapordaki değerlendirme ve sonuçlar, CVP-2 radyasyon filtresinin C-kollu skopi cihazlarına adaptörsüz takılması durumu için geçerlidir. Bahse konu filtrenin C-kollu skopi cihazlarına adaptörlü takılması durumu için oluşturulacak yeni senaryo ile çalışmanın tekrarlanması öngörülmektedir.

3. BULGULAR

3.1 Hasta Dozu

X-ışını demetinin önündeki toplam filtrasyon ile demetin çok düşük enerjili kısmı hastaya ulaşmadan durdurulmaktadır. Hastayı temsil eden rando fantom ile 85 kV ve 8 mA kullanılarak toplam 600 saniye skopi yapıldığında birincil ışın demetine maruz kalan standart hastayı temsil eden rando fantomun bel bölgesine yerleştirilen yüzük dozimetre sonuçlarına göre; CVP-2 filtresi kullanılarak yapılan işlemlerde filtrenin kullanılmadığı duruma göre cilt giriş dozları %63.7 daha düşük bulunmuştur. Aynı işleme parametrelerinde 66 cc iyon odalı Radcal 9015 kullanılarak doğrudan yapılan ölçümlerde CVP-2 filtresi kullanılarak yapılan işlemlerde filtrenin kullanılmadığı duruma göre cilt giriş dozunun %70.8 daha düşük olduğu belirlenmiştir.

3.2 Personel Dozu

X-ışını tüpü masa altında (90° iken) CVP-2 filtresinin takılı ve takılı olmadığı durumda uygulanan aynı işlem (rando fantom ile 85 kV ve 8 mA kullanılarak toplam 600 saniye) sırasında radyasyon çalışanlarının dozları TL ve yüzük dozimetreleri ile ölçülmüştür. CVP-2 filtresinin takılı olduğu duruma göre ölçülen sonuçların radyasyon azaltma oranı % olarak Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. CVP-2 filtresi takılı iken radyasyon azaltma oranı (%)

Dozimetre yerleştirilen bölge	Skopi yapan doktor (Manken-1)						Yardımcı doktor (Manken-2)						Anestezi uzmanı (Manken-3)					
	Göz (sağ-sol ort.)	Tiroid	El (sağ-sol ort.)	Ayak (sağ-sol ort.)	Glomad	Tüm vücut	Göz (sağ-sol ort.)	Tiroid	El (sağ-sol ort.)	Ayak (sağ-sol ort.)	Glomad	Tüm vücut	Göz (sağ-sol ort.)	Tiroid	El (sağ-sol ort.)	Ayak (sağ-sol ort.)	Glomad	Tüm vücut
Radyasyonu azaltma oranı (%)	44.5	85.2	85.9	73.7	69.5	79.0	52.1	36.4	53.1	30.0	86.2	28.6	43.2	30.0	40.0	69.9	40.0	40.0

Koruyucu ekipmanların kullanılmadığı ekstremitelerinin CVP-2 filtresinin takılı olduğu durum takılı olmadığı duruma göre; skopi yapan doktorun (manken 1) sağ ve sol elinin maruz kaldığı radyasyon dozlarının sırasıyla %85.0 ve %86.8 azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde skopi yapan doktorun CVP-2 filtresi kullanıldığında sağ ve sol ayak dozlarının sırasıyla %85.3 ve %62.1 azaldığı tespit edilmiştir. CVP-2 filtresi kullanıldığında skopi yapan doktorun sağ ve sol gözünde sırasıyla %45.1 ve %43.9 oranında daha düşük doz ölçülmüştür. CVP-2 filtresi takılı iken skopi yapan doktorun tiroidinde filtrenin takılı olmadığı duruma göre %85.2

ve gonad bölgesinde %69.5 daha düşük doz ölçülmüş olup tüm vücut dozunun ise %79.0 azaldığı tespit edilmiştir.

CVP-2 filtresinin kullanıldığı durumda, filtrenin olmadığı duruma göre yardımcı doktorun (manken 2) sağ ve sol gözünde sırasıyla %48.3 ve %55.8 daha düşük doz ölçülmüştür. CVP-2 filtresinin takılı olduğu durumda yardımcı doktorun el ve ayak dozlarının sırasıyla %53.1 ve %30.0 azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde CVP-2 filtresinin takılı olduğu durumda yardımcı doktorun tiroidinde %36.4, gonad bölgesinde %86.2 ve tüm vücutta ise %28.6 daha düşük doz ölçülmüştür.

CVP-2 filtresinin takılı olduğu durumda, filtrenin kullanılmadığı duruma göre anestezi uzmanının (manken 3) sağ ve sol gözünde sırasıyla %46.4 ve %40.0 daha düşük doz ölçülmüştür. CVP-2 filtresinin takılı olduğu durumda anestezi uzmanının el dozunun %40.0; sağ ve sol ayak dozlarının ise sırasıyla %68.7 ve %71.1 azaldığı belirlenmiştir. CVP-2 filtresinin takılı olduğu durumda anestezi uzmanının tiroidinde %30.0, gonad bölgesinde %40.0 ve tüm vücutta ise dozun %40.0 azaldığı tespit edilmiştir.

Değerlendirilen dozimetre sonuçlarına göre CVP-2 filtresinin olmadığı durumda kişisel koruyucu ekipman olarak kullanılan kurşun eşdeğer gözlük, tiroid koruyucu ve kurşun önlüğün radyasyon dozunu azaltma oranı sırasıyla %83.5, %78.0 ve %93.0 bulunmuştur.

Bu çalışmada kullanılan hemşire/ teknisyeni temsil eden manken 4; ameliyathanedeki diğer personele göre X-ışın tüpüne en uzak mesafede olduğu için ölçülen radyasyon dozları nispeten düşük çıkmış olup, düşük radyasyon dozlarında ölçüm belirsizliklerinin yüksek olması nedeniyle hemşire/ teknisyen doz sonuçları verilememiştir.

3.3 Görüntü Kalitesi

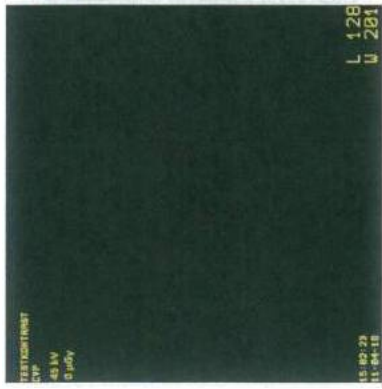
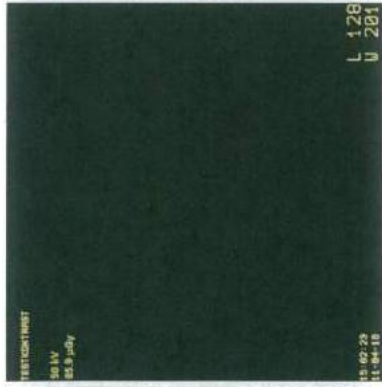
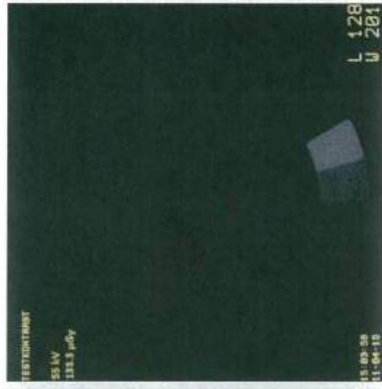
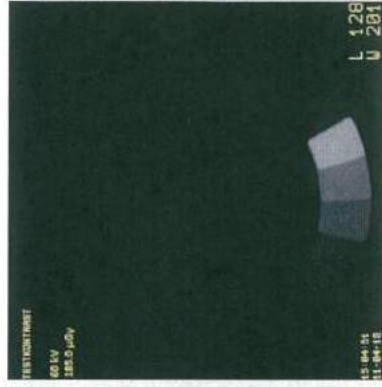
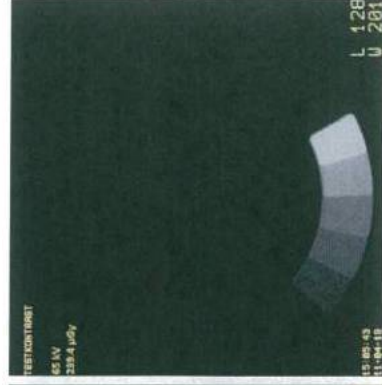
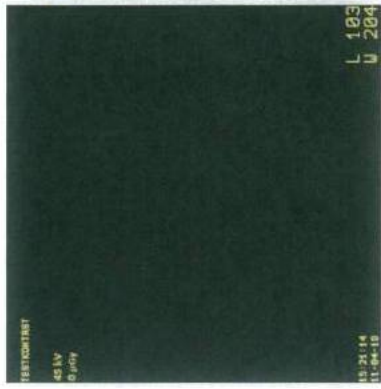
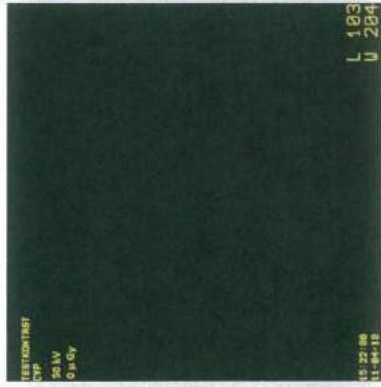
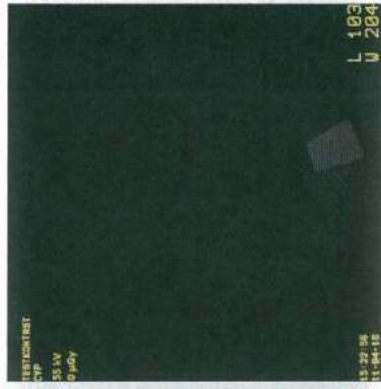

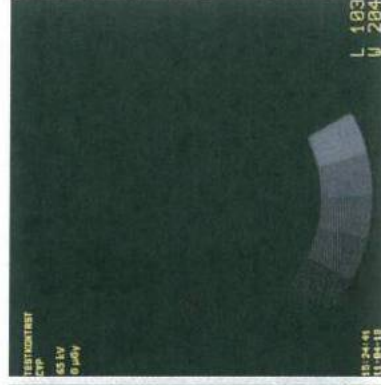
Hastanın radyasyondan korunmasında optimizasyon ilkesi, teşhis amaçlı görüntülemelerde radyasyon dozlarının mümkün olan en düşük değerde olmasını (ALARA) gerektirir [8]. Dolayısıyla, klinik uygulamayı yapan kişinin sadece hasta dozlarını azaltmayı değil, aynı zamanda görüntü kalitesini de koruması önceliklidir [9].

CVP-2'li ve CVP-2'siz olarak görüntü kalitesinin karşılaştırılabilmesi için 8 mA sabit, 45 kV'tan başlayarak 110 kV'a kadar 5'er kV arttırılarak görüntüler alınmış ve iyon odası ile hasta giriş dozları ölçülmüştür. Elde edilen görüntüler ve ölçülen giriş dozlarına ait karşılaştırmalar Tablo 2.'de verilmektedir.

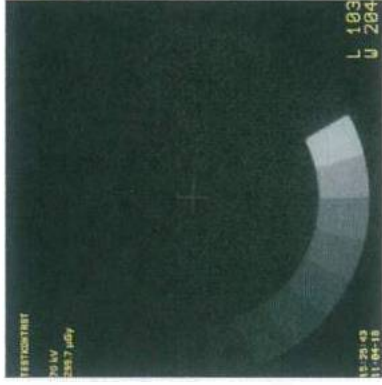
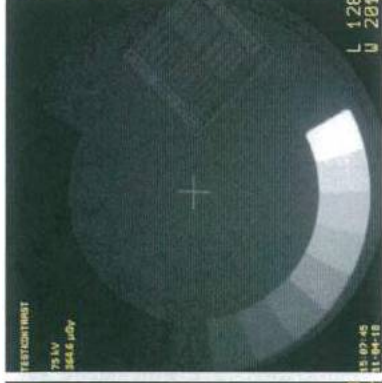
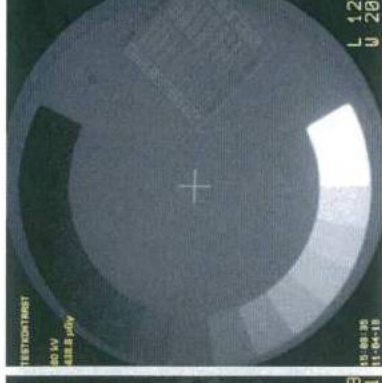
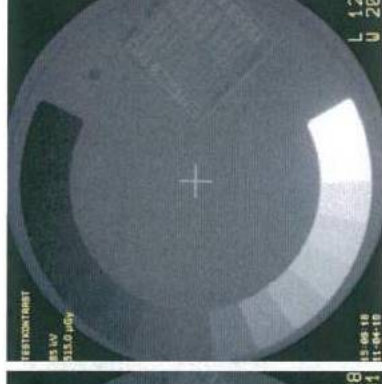
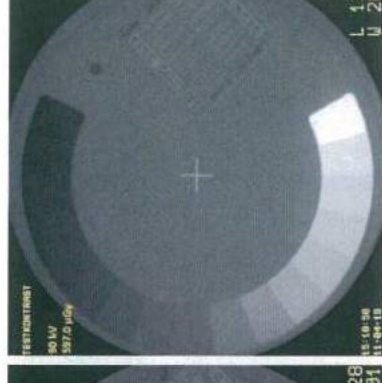
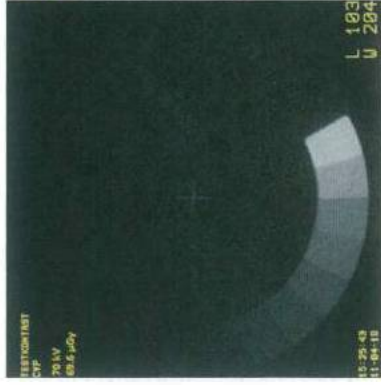
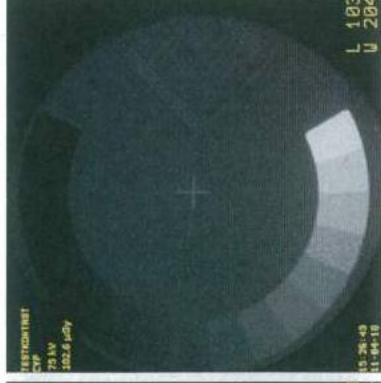
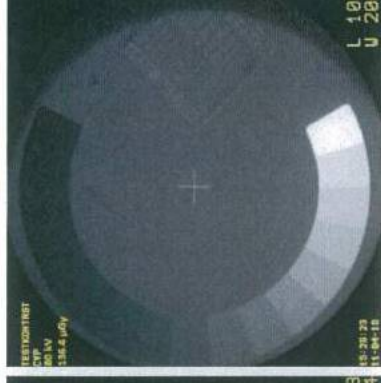
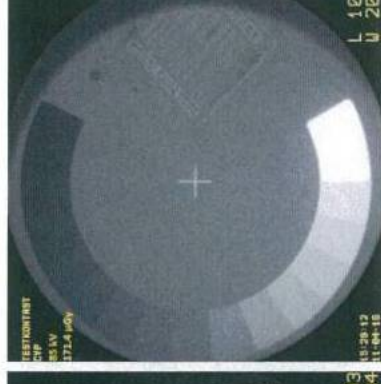
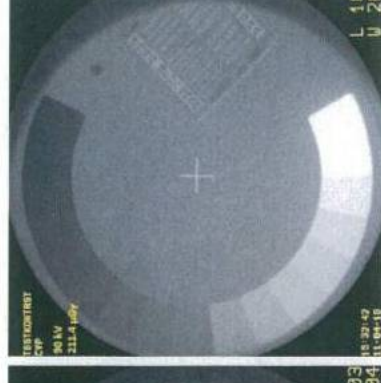
CVP-2 radyasyon filtresinin takılı olduğu ve olmadığı durumlar için aynı ışınlama parametrelerinde elde edilen görüntülerde, CVP-2 radyasyon filtresinin görüntü kalite fantomu skalasındaki 1nci ve 2nci görüntülerin yer aldığı bölgede kontrast çözünürlüğünü gözle görülür şekilde arttırdığı, diğer bölgelerde ise belirgin bir fark oluşturmadığı görülmektedir. Ayrıca görüntü kalitelerinin aynı olduğu ikişer görüntü belirlenerek iyon odası ile yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında CVP-2'li görüntünün elde edildiği doz değerlerinin, CVP-2'nin olmadığı duruma göre sırasıyla %71.9 ve %68.9 oranında azaldığı tespit edilmiştir [Tablo 3]. Bu çalışmada literatür ile uyumlu olarak, CVP-2 radyasyon filtresinin görüntü kalitesini bozmadan kontrast çözünürlüğünü arttırdığı tespit edilmiştir [10].

Kilovoltaja bağlı CVP-2 filtresiz ve filtreli doz değişimi grafiği Tablo 4'de verilmektedir. Tablo 4'de görüldüğü üzere CVP-2 radyasyon filtresinin takılı olmadığı durum için 45-110 kV; CVP-2 radyasyon filtresi takılı olduğu durum için 70-110 kV arasında iyon odası ile farklı radyasyon dozları ölçülmüştür. CVP-2 radyasyon filtresi kullanılarak yapılan ölçümlerde filtresiz duruma göre daha düşük radyasyon dozları ölçülmüştür.

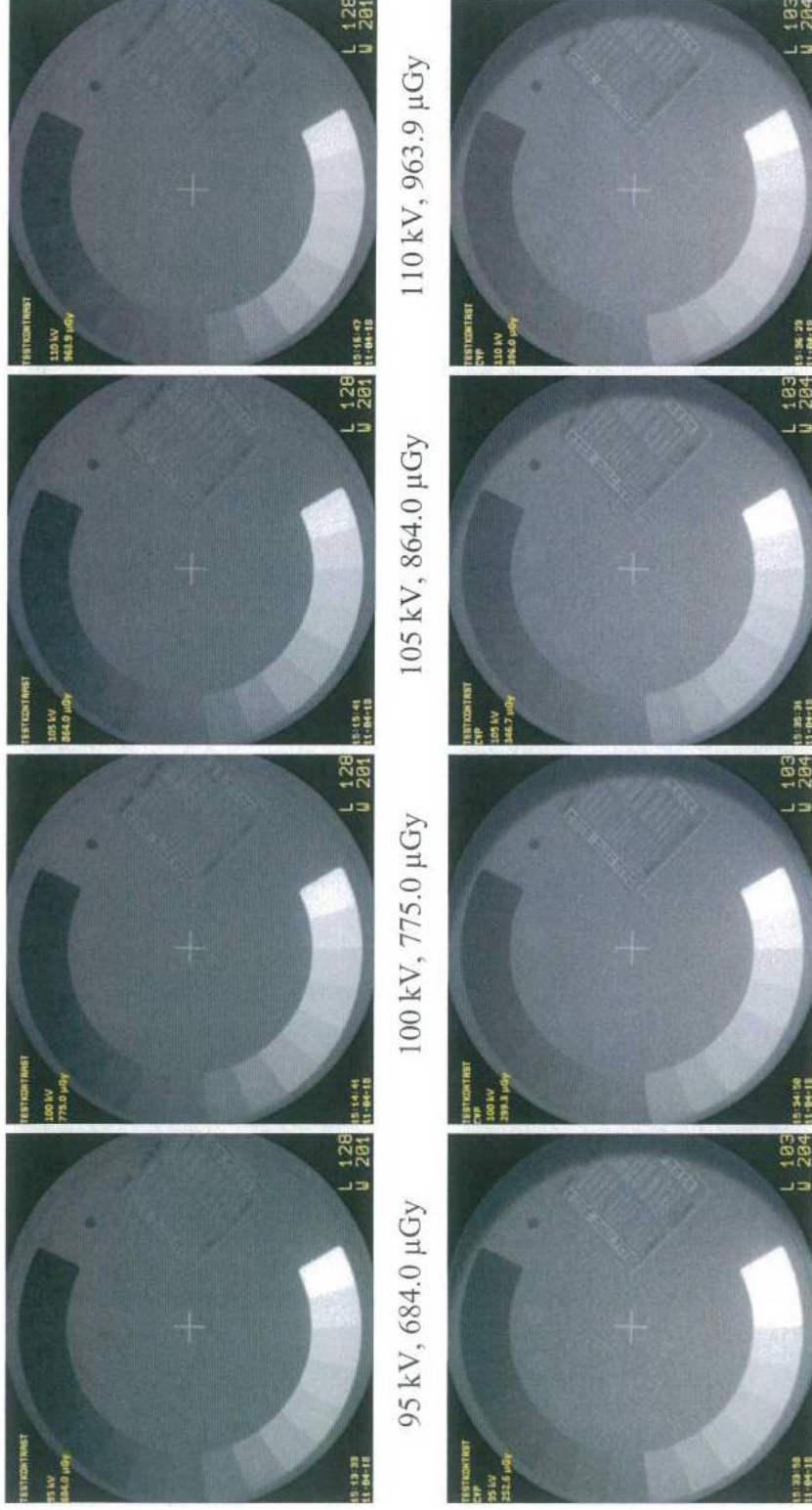
Tablo 2. CVP-2'li ve CVP-2'siz aynı ışınlama parametrelerindeki görünüş kalitesi ve ölçülen dozların karşılaştırılması

					45 kV, 0 µGy	50 kV, 85.9 µGy	55 kV, 133.3 µGy	60 kV, 185.0 µGy	65 kV, 239.4 µGy
					CVP-2'li 45 kV, 0 µGy	CVP-2'li 50 kV, 0 µGy	CVP-2'li 55 kV, 0 µGy	CVP-2'li 60 kV, 0 µGy	CVP-2'li 65 kV, 0 µGy

Tablo 2 (Devam). CVP-2'li ve CVP-2'siz aynı ışınlama parametrelerindeki görüntü kalitesi ve ölçülen dozların karşılaştırılması

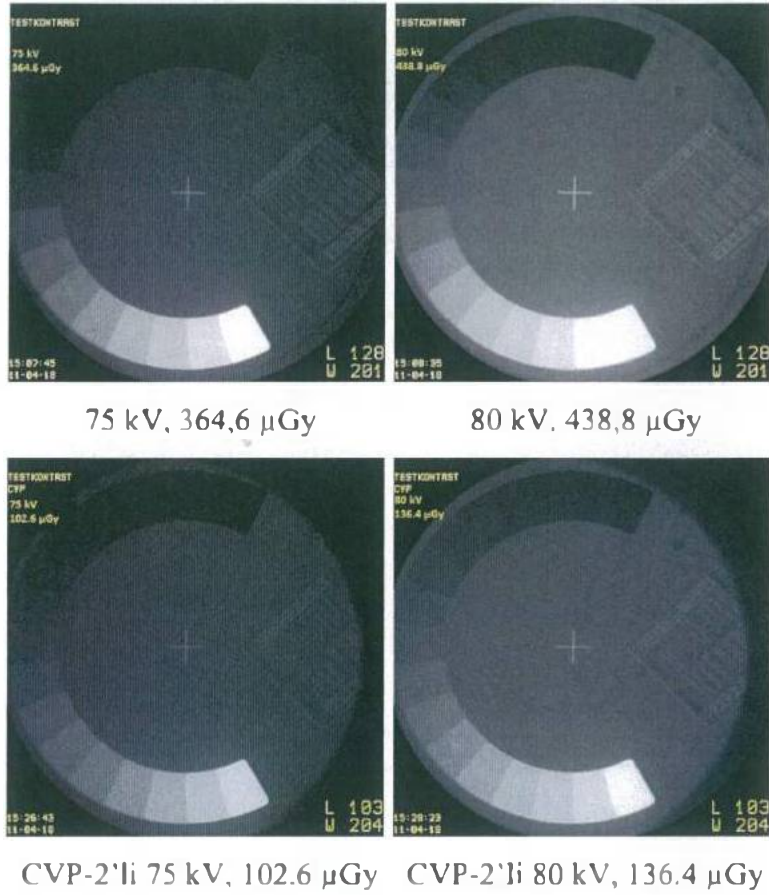
				
				

Tablo 2 (Devam). CVP-2'li ve CVP-2'siz aynı ışınlama parametrelerindeki görüntü kalitesi ve ölçülen dozların karşılaştırılması

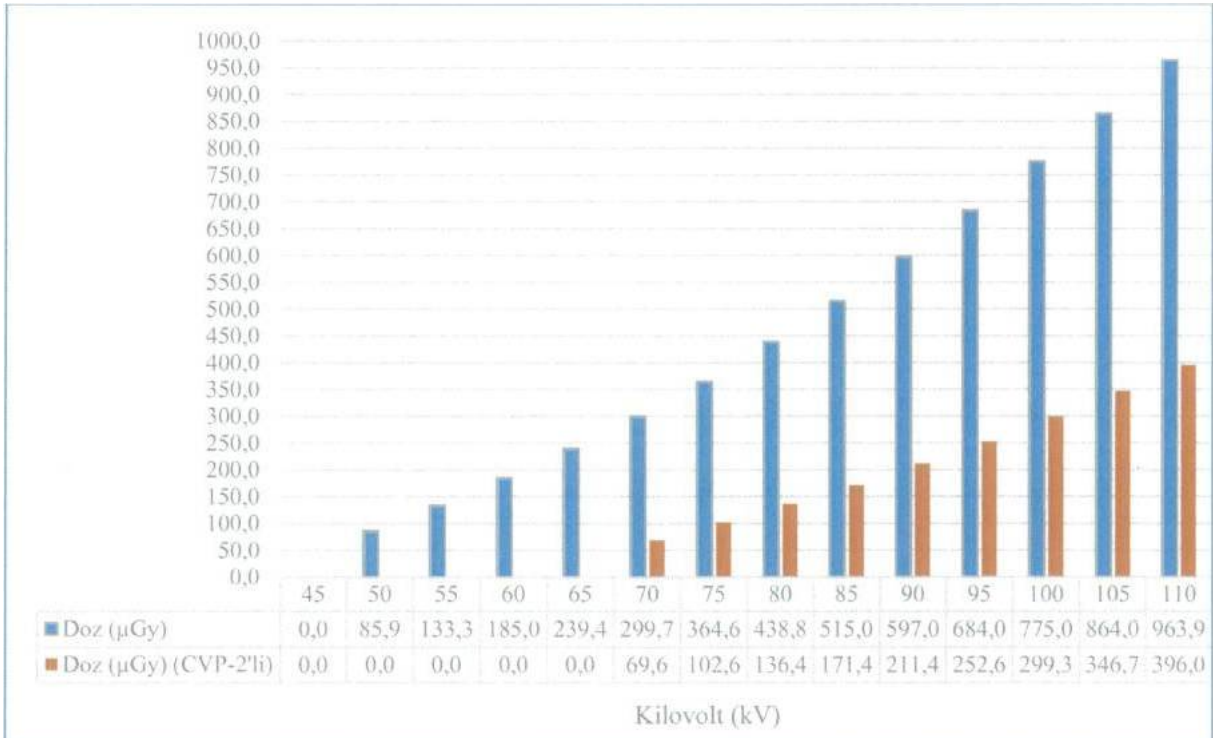


CVP-2'li 95 kV, 252.6 µGy CVP-2'li 100 kV, 299.3 µGy CVP-2'li 105 kV, 346.7 µGy CVP-2'li 110 kV, 396.0 µGy

Tablo 3. CVP-2'li ve CVP-2'siz aynı ışınlama parametrelerindeki görüntü kalitesi ve ölçülen dozların karşılaştırılması



Tablo 4. Kilovolta bağlı CVP-2 filtresiz ve filtreli doz değişimi



4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Floroskopi incelemeleri ve Floroskopi rehberliğinde yapılan girişimsel işlemlerde maruz kalınan radyasyon dozlarının bilinmesi, hastanın ve radyasyon çalışanlarının radyasyondan korunması açısından oldukça önemlidir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından yayımlanan Temel Güvenlik Standartları-GSR Part 3 ve Avrupa Komisyonu'nun 2013/59 numaralı Euratom Direktifinin 58inci maddesine göre hastanın radyasyon risklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda;

- CVP-2 filtresi kullanılarak yapılan ışınlamalarda, standart hasta (rando fantom) için; cilt giriş dozları CVP-2 filtresinin kullanılmadığı durumdan %63.7 daha düşük bulunmuştur. İyon odası ile yapılan ölçümlerde ise cilt giriş dozlarının CVP-2 filtresinin kullanılmadığı duruma göre %70.8 daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla tüp masa altında 90° konumda iken hem TL Dozimetreleri hem de iyon odası ile ölçülen hasta cilt giriş dozlarının CVP-2 filtresinin kullanımı ile önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. X ışınlarının CVP-2 filtresi takılı iken istenilen bölgede yoğunlaşmasından dolayı klinik uygulamalarda kullanımı hasta dozunu azaltmaktadır.
- X-ışını tüpü masa altında ve CVP-2 radyasyon filtresi takılı durumda iken;
 - Tüpe en yakın mesafede olan (40 cm) ve koruyucu kurşun önlükle skopi yapan doktorun TL Dozimetreleri ile ölçülen tüm vücut dozunun %79.0 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Skopi yapan doktorun sağ ve sol eli ile sağ ve sol ayağının maruz kaldığı radyasyon dozlarının sırasıyla % 85.0, %86.8, %85.3 ve %62.1 azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca sağ ve sol gözünde sırasıyla %45.1 ve %43.9 oranında; tiroidinde %85.2 ve gonad bölgesinde ise %69.5 daha düşük doz ölçülmüştür. Tüpe en yakın mesafede olduğu için hastadan saçılan radyasyona ve tüp sızıntı radyasyonuna en fazla maruz kalan kişi skopi yapan doktor olduğu için tüm vücut dozu diğer ameliyathane personeline göre daha fazladır.
 - Yardımcı doktorun sağ ve sol gözü ile el ve ayak dozlarının sırasıyla %48.3, %55.8, %53.1 ve %30.0 azaldığı belirlenmiştir. Tiroidinde %36.4 ve gonad bölgesinde ise %86.2 daha düşük doz ölçülmüştür.
 - Anestezi uzmanının sağ ve sol gözü ile el, sağ ve sol ayak dozlarının sırasıyla %46.4, %40.0, %40.0, %68.7 ve %71.1 azaldığı belirlenmiştir. Tiroidinde %30.0, gonad bölgesinde %40.0 ve tüm vücut dozunda ise %40.0 daha düşük doz ölçülmüştür.

Personelin maruz kaldığı radyasyon dozu, hastanın maruz kaldığı radyasyon dozuyla doğrudan ilişkili olduğundan personel dozuna en büyük katkı hastadan saçılan radyasyondan kaynaklanmaktadır [11]. Oluşturulan senaryolardaki diğer ameliyathane personelinin (yardımcı doktor, anestezi uzmanı ve hemşire/ teknisyen) ölçülen radyasyon dozlarının, skopi yapan doktora göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Skopi yapan doktor, çalışma pozisyonu X-ışını tüpüne ve saçılan radyasyon kaynağı olan hastaya en yakın olmasından dolayı ameliyathanede görevli diğer tıbbi personelden daha fazla radyasyona maruz kalmaktadır. CVP-2 radyasyon filtresi takılı iken birincil radyasyon demetini kolime ederek hastadan saçılan radyasyon miktarını azalttığı için, filtrenin takılı olmadığı duruma göre diğer ameliyathane personelinin radyasyon dozları da azalmaktadır.

- Literatürde yer alan çalışmalarda girişimsel işlemlerde işlemi yapan ve yardımcı personel için mesleki, ekstremiteler ve gözlerin radyasyon dozları belirlenmiş ve skopi yapan doktor için sol el bileğinin en yüksek dozu aldığı belirtilmiştir [12]. Bu çalışmada elde edilen skopi yapan doktorun sol el bileğindeki doz değeri literatür ile uyumludur. CVP-2 filtresi kullanılması durumunda sol el bileğinin maruz kaldığı radyasyon dozu %86.8 oranında azalmıştır. Dolayısıyla bahse konu filtrenin kullanıldığı durumda personelin en yüksek doza maruz kaldığı sol el bileğinin dozunu da düşürdüğü tespit edilmiştir.
- Değerlendirilen TL ve yüzük dozimetre sonuçlarına göre; CVP-2 filtresinin takılı olmadığı durumda kişisel koruyucu ekipman olarak kullanılan kurşun eşdeğer gözlük, tiroid koruyucu ve kurşun önlüğün radyasyon dozunu azaltma oranı sırasıyla %83.5, %78.0 ve %93.0 bulunmuştur. CVP-2 filtresi takılı iken X-ışınlarının istenilen bölgede yoğunlaşmasından dolayı filtrenin saçılan radyasyon miktarını azalttığı belirlenmiş olmasına rağmen, personelin halen kayda değer miktarda X-ışınına maruz kalmasından dolayı, CVP-2 radyasyon filtresi kullanılsa bile, radyasyonun biyolojik etkileri dikkate alındığında, filtrenin kişisel koruyucu donanımların koruma işlevinin yerini tutamayacağı, dolayısıyla bahse konu uygulamalarda CVP-2 filtresi ile birlikte mutlaka kişisel koruyucu ekipmanların da kullanılması gerektiği değerlendirilmektedir.
- Görüntü kalite fantomu ile yapılan CVP-2'li incelemede, fantomun görüntü skalasındaki 1inci ve 2nci görüntülerin yer aldığı bölgede kontrast çözünürlüğünün gözle görülür şekilde arttığı, diğer bölgelerde ise belirgin bir fark olmadığı belirlenmiştir. Floroskopi Kalite Kontrol Fantomunun kullanıldığı bu çalışmada klinisyen tarafından da görüntü kalitesinin tanısal amaçlı olarak yeterli olduğu değerlendirilmiştir. Klinik çekim parametrelerine en yakın parametreler kullanılarak yapılan işlemlerdeki CVP-2'li ve CVP-2'siz görüntüler

kendi aralarında karşılaştırılmış ve görüntü kalitelerinde belirgin bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Görüntü kalitelerinin aynı olduğu iki görüntünün iyon odası ile yapılan ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında CVP-2'li görüntünün elde edildiği doz değerlerinin CVP-2'siz duruma göre sırasıyla %71.9 ve %68.9 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla CVP-2 radyasyon filtresinin görüntü kalitesini bozmadan kontrast çözünürlüğünü artırdığı tespit edilmiştir.

- CVP-2 filtresinin takılı olmadığı durumlar için 45-110 kV; CVP-2 radyasyon filtresi kullanıldığı durumlar için 70-110 kV arasında radyasyon dozları ölçülmüştür. CVP-2 filtresiz ve filtreli doz değişimi grafiğine göre iyon odası ile ölçülen bu doz değerlerinin filtreli ve filtresiz durum için karşılaştırması yapıldığında, CVP-2 filtresi tarafından düşük enerjili istenmeyen X-ışınlarının soğurulduğu, dolayısıyla hasta ve çalışanın daha düşük radyasyona maruz kaldığı belirlenmiştir.

CVP-2 radyasyon filtresinin, hasta cilt giriş dozunu azalttığı, görüntüyü olumsuz etkileyen ve istenmeyen X-ışınlarını engelleyerek görüntü kalitesini bozmadan kontrast çözünürlüğünü artırdığı, hastadan saçılan radyasyon kaynaklı personel dozunu azalttığı belirlenmiştir. Bahse konu filtre yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı hasta ve personelin radyasyondan korunmasına yönelik olarak değerlendirildiğinde; personelin kişisel koruyucu ekipmanları da kullanması durumunda filtrenin faydalı bir ekipman olduğu öngörülmektedir.

5. REFERANSLAR

1. Bushberg J.T., Seibert. J.A., Leidholdt E.M.J., Boone J.M., "*The essential physics of medical imaging*". Williams and Wilkins. Baltimore. 1994.
2. International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 103, *The 2007 "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection."*, Ann ICRP. 37(2-4), 2007.
3. McVey S, Sandison A. and Sutton D.G., "*An assessment of lead eyewear in interventional radiology*", J Radiol Prot 33 3 pp 647-59, 2013.
4. Heye, S., Maleux, G., H. Oyen. R, Claes, K., R.J. Kuypers, D., "*Occupational Radiation Dose: Percutaneous Interventional Procedures on Hemodialysis Arteriovenous Fistulas and Grafts*" Radiology, Vol. 24, Num. 1, 2012.
5. International Commission on Radiological Protection (ICRP), "*Statement on Tissue Reactions and Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context*", ICRP Publication 118, 2012.
6. European Union (EU), Council Directive 2013/59/Euratom 2013/59, "*laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom*", 2014.
7. Schueler, B.A., Vrieze, T.J., Bjarnason, H., Stanson, A.W., "*An Investigation of Operator Exposure in Interventional Radiology*", RadioGraphics, RSNA, 2006.
8. IAEA Safety Standards, "*Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*", Vienna, 2014.
9. National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP), "*Radiation Dose Management for Fluoroscopically Guided Interventional Medical Procedures*", NCRP Report No:168, USA, 2010.
10. Sung, K.H. ve arkadaşları, "*Performances of a Protector against Scattered Radiation during Intraoperative Use of a C-arm fluoroscope*", J. Radiol. Prot., 36, 629-640, 2016.
11. Axelsson. B., "*Optimisation in Fluoroscopy*". Biomedical Imaging and Intervention Journal, 2007.
12. Efsthopoulos, F.P., ve arkadaşları, "*Occupational Radiation Doses to the Extremities and the Eyes in Interventional Radiology and Cardiology Procedures*", The British Journal of Radiology, 84, 70-77, 2011.