

**KOBALT 60 GAMMA KAYNAĞI İLE DOZ TELAFİ KAMASI VE
KURŞUN BLOK GEÇİRGENLİK FAKTÖRLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Halide AKPINAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞUSTOS 2009
ANKARA**

Halide AKPINAR tarafından hazırlanan KOBALT 60 GAMMA KAYNAĞI İLE DOZ TELAFİ KAMASI VE KURŞUN BLOK GEÇİRGENLİK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Şeref OKUDUCU

.....

Tez Danışmanı, Fizik Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Fizik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Şeref OKUDUCU

.....

Fizik, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Eyüp TEL

.....

Fizik, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Abdullah AYDIN

.....

Fizik, Kırıkkale Üniversitesi

Tarih: 24/08/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Halide AKPINAR

**KOBALT 60 GAMMA KAYNAĞI İLE DOZ TELAFİ KAMASI VE KURŞUN
BLOK GEÇİRGENLİK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Halide AKPINAR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ağustos 2009

ÖZET

Bu çalışmada, Dr. Abdurahman Yurtarlan Ankara Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde bulunan, Equinox model Co-60 gamma kaynağı ile yapılan ışınlamalarda; standart blok, fokalize blok ve doz telafi kamasının geçirgenlik faktörlerinin hesaplanmıştır. Bu amaçla, birim zamanda verilen doz miktarı için farklı alan ve derinliklerde SAD ve SSD teknikleri kullanılarak, her bir teknik için alan ve derinlik ikilileri oluşturularak ayrı ayrı ölçüm alınmıştır. Böylece SAD ve SSD teknikleri ile alan ve derinlik değişimlerinin geçirgenlik faktörü üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bilim Kodu : 202.1.008

**Anahtar Kelimeler : Radyoterapi, Radyasyon, Kobalt 60, Kama, Kurşun blok,
Geçirgenlik faktörü**

Sayfa Adedi : 44

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Şeref OKUDUCU

**DETERMINATION OF THE TRANSMISSION FACTORS OF WEDGE AND
LEAD (Pb) BLOCKS BY COBALT 60 GAMMA SOURCE**

(M.Sc. Thesis)

Halide AKPINAR

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

August 2009

ABSTRACT

In this study, it is intended for calculating standard block, cerrobend block and wedge filter transmission factor using the Co-60 Gamma source with Equinox model, existed in the Dr. Abdurahman Yurtarslan Ankara Oncology Education and Research Hospitals. Therefore, by using SAD and SSD techniques in different field and depth for radiated dose volume per second, it is separately measured for each technique building field and depth doublet. Consequently, it is investigated field and depth changes on the effect of transmission factor with SAD and SSD techniques.

Science Code : 202.1.008

**Key Words : Radiotherapy, Radiation, Cobalt 60, Wedge, Lead (Pb) block,
Transmission factor**

Page Number : 44

Adviser : Assoc.Prof. Dr. Şeref OKUDUCU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca destek ve yardımlarını gördüğüm değerli danışmanım Doç.Dr. Şeref OKUDUCU'ya, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu konuda uzmanlaşmamı sağlayan Dr. Abdurrahman Yurtarslan Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyasyon Fiziği Bölüm Sorumlusu sayın Uzman Fizik Mühendisi Adil DEMİR'e, yine çalışma süresi boyunca destek verip yardım eden Uzman Fizik Mühendisi Murat AVŞAR'a ve Fizik Mühendisi Mehmet ŞAN'a, her zaman desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen biricik eşim ve canım anneme, bu çalışmamda bir şekilde yardımcı dokunan isimlerini saymadığım tüm arkadaşlarıma en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Co-60 Teleterapi Cihazları	4
2.2. Koruma Blokları	8
2.2.1 Koruma blok geçirgenlik faktörü	8
2.2.2. Koruma bloklarının kalınlığı.....	9
2.2.3. Koruma bloklarının çeşitleri	10
2.3. Kama Filtre (doz telafi kaması) [10].....	13
2.3.1. Kama filtre kullanım amaçları.....	14
2.3.2. Kama filtre izodoz açısı	17
2.3.3. Kama filtre geçirgenlik faktörü.....	18
2.3.4. Kama filtre çeşitleri	18
2.4 Tedavi Teknikleri.....	20

	Sayfa
2.4.1 SSD teknik	20
2.4.2 SAD teknik.....	21
3. YÖNTEM, GEREÇLER, BULGULAR	23
3.1. Yöntem	23
3.2. Gereçler	23
3.2.1. Theatron equinox Co-60 tedavi cihazı.....	24
3.2.2. RW3 katı su fantom.....	24
3.2.3. Farmer iyon odası	25
3.2.4. Farmer dozimetre.....	27
3.2.5. Standart blok	28
3.2.6. Fokelize blok	28
3.2.7. Kama filtre	28
3.3 Bulgular	29
3.3.1. Kama filtre geçirgenlik faktörü.....	29
3.3.2. Fokelize blok geçirgenlik faktörü.....	33
3.3.3. Standart blok geçirgenlik faktörü.....	36
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	40
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Teleterapide kullanılan radyoaktif kaynakların karşılaştırılması.....	5
Çizelge 3.1. Kama geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD teknik.....	29
Çizelge 3.2. Kama geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	29
Çizelge 3.3. Kama geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik.....	30
Çizelge 3.4. Kama geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	30
Çizelge 3.5. Kama geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SSD teknik.....	30
Çizelge 3.6. Kama geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik.....	31
Çizelge 3.7. Kama geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik.....	31
Çizelge 3.8. Kama geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik.....	31
Çizelge 3.9. Kama geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik.....	32
Çizelge 3.10 Kama geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik.....	32
Çizelge 3.11. Kama geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik.....	32
Çizelge 3.12. Kama geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik.....	33
Çizelge 3.13. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD teknik.....	33
Çizelge 3.14. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	33
Çizelge 3.15. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik.....	34
Çizelge 3.16. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	34
Çizelge 3.17. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SSD teknik.....	34
Çizelge 3.18. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik.....	34
Çizelge 3.19. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik.....	35
Çizelge 3.20. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik.....	35

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.21. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik.....	35
Çizelge 3.22. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik	35
Çizelge 3.23. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik.....	36
Çizelge 3.24. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik	36
Çizelge 3.25. Standart blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD teknik	36
Çizelge 3.26. Standart blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	37
Çizelge 3.27. Standart blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik	37
Çizelge 3.28. Standart blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SAD teknik.....	37
Çizelge 3.29. Standart blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SSD teknik	37
Çizelge 3.30. Standart blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik.....	38
Çizelge 3.31. Standart blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik	38
Çizelge 3.32. Standart blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik.....	38
Çizelge 3.33. Standart blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik	38
Çizelge 3.34. Standart blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik.....	39
Çizelge 3.35. Standart blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik	39
Çizelge 3.36. Standart blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik.....	39

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Co-60 izotopunun bozunma şeması	6
Şekil 2.2. Co-60 cihazının şeması.....	7
Şekil 2.3. Radyoterapide kullanılan; a) Standart blok, b) Fokelize blok	10
Şekil 2.4. İzodoz dağılımı; a) Açık alan izodoz dağılımı, b) Kama filtreli izodoz dağılımı	13
Şekil 2.5. Kontur düzensizliklerinin kompanse edilmesi.....	14
Şekil 2.6. Sıcak noktaların elimine edilmesi; a) Açık alan, b) Kama filtreli alan	15
Şekil 2.7. Doz homojenitesinin sağlanması; a) Açık alan, b) Kama filtreli alan	16
Şekil 2.8. Kama filtre izodoz açısı; a) Co-60 için, b)Yüksek enerjiler için	17
Şekil 2.9. Dinamik kama filtre	19
Şekil 2.10. SSD teknik	21
Şekil 2.11. SAD teknik	22
Şekil 3.1. Farmer iyon odasının geometrisi.....	24
Şekil 3.2. Farmer iyon odasının ölçüm yerleşimi.....	26

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Standart bloklar.....	11
Resim 2.2. Fokalize bloklar.....	12
Resim 2.3. Standart kama filtre.....	19
Resim 2.4. Motorize kama filtre.....	20
Resim 3.1. Theatron Equinox Co-60 tedavi cihazı.....	24
Resim 3.2. RW3 katı su fantomu.....	25
Resim 3.3. Farmer iyon odası ve kablosu.....	27
Resim 3.4. NE 2570/1 tipi farmer dozimetre.....	27
Resim 3.5. Equinox Co-60 tedavi cihazındaki motorize kama filtre.....	28

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
^{60}Co	Kobalt-60
d_{maks}	Maksimum Doz Mesafesi
n	Yarı Tabaka Kalınlığı (HVL)
RW_3	Katı fantom
θ	Kama Açısı
Φ	Menteşe, dayanak açısı
γ	Gamma Işıması
β	Beta Işıması
Kısaltmalar	Açıklama
Ci	Curie(Aktivite birimi)
cm	Santimetre
Gy	Gray (Soğurulan Doz Birimi)
FBGF	Fokalize Blok Geçirgenlik Faktörü
KGF	Kama Geçirgenlik Faktörü
MeV	Mega (Milyon) Elektron Volt
MV	Mega (Milyon) Volt
nC	Yük Birimi
SAD	Kaynak Tümör Mesafesi (Source axis distance)
SSD	Kaynak Cilt Mesafesi (Source skin distance)

Kısaltmalar

Açıklama

SBGF

Standart Blok Geçirgenlik Faktörü

1. GİRİŞ

1895 yılında, Belçikalı bilim adamı W.C.Röntgen, yüksek voltajlı bir akımı radyo lambasından geçirme deneyi sırasında, elektromanyetik radyasyonun maddeyi delip geçebildiğini keşfetti. Ne olduğunu bilmediği için bunlara 'X ışınları' adını verdi [1].

Beş yıl sonra, 1900' de, bu ışınların insan dokusuna zarar verebildiğini, bu yüzden de, çok dikkatli kullanıldığı takdirde, kötü huylu tümörlerin küçültülmesinde, hatta tamamen yok edilmesinde kullanılabileceği anlaşıldı [1]. Böylece radyasyon tümör tedavisinde bir yöntem olarak kullanılmaya başlandı.

Kanser: Fizyolojik koordinasyonunu kaybetmiş hücrelerin sorumsuz çoğalmasdır. Bu anormal büyüme sonucu oluşan doku kitlelerine tümör adı verilir.Çoğalan kanser tümörleri iyi huylu (benign) yada kötü huylu (maling) olurlar. İyi huylu tümörler sınırlı bir büyüme potansiyeli taşırlar, geliştikleri yerde kalırlar ve ciddi etkiler göstermezler. Kötü huylu tümörler ise vücudun bütün dokularına kısa sürede yayılıp ölüm nedeni olurlar [2].

Kanser tedavisinde üç temel yöntem vardır. Bunlar cerrahi, radyoterapi ve kemoterapidir [7]. Radyasyon onkolojisi iyonizan radyasyonun tek başına veya diğer tedavi yöntemleri (cerrahi, kemoterapi) ile birlikte kanserli hastaların (diğer bazı kanser dışı habis olmayan hastalıklar da dahil) tedavisinde uygulandığı ve radyasyonun biyolojik ve fiziksel temelinin araştırıldığı bir disiplindir [18]. Radyasyon atom veya molekülden bir veya daha fazla elektronu kopartacak yeterli enerjiye sahipse iyonizasyon oluşur ve bu radyasyona iyonizan radyasyon denir iyonize radyasyonun önemli karakteristiği bölgesel olarak büyük miktarda enerjinin salınmasıdır [13].

Radyoterapi kanser tedavisinde kullanılan en önemli tedavi yöntemlerinden birisidir. Radyoterapi dışarıdan röntgen aletleriyle, içeriden de vücuda radyoaktif maddeler yerleştirilmesiyle uygulanabilir. Radyoterapi, özellikle radyasyona karşı duyarlı

olduğu tespit edilen tümörlerin yok edilmesinde kullanılır. Aynı zamanda, ameliyattan sonra kalabilen ve çevresindeki bezlere yayılma ihtimali olan kanserli hücrelerin öldürülmesinde ve ilerlemiş kanser vakalarında ıstırabı azaltmak, komplikasyonları önlemek veya tedavi etmek amacıyla da kullanılır [1]. Kanser hastalarının neredeyse %70' i radyoterapi alır [7].

Radyoterapi genelde, özel bir hızlandırma tüneline üretilen röntgen, sezyum, kobalt, gamma, ışınları gibi güçlü enerjiye sahip elektromanyetik ışınlar yada nötron ve elektronlar kullanılır [7].

Radyoterapi de ameliyat gibi lokal (bölgesel) bir tedavidir. Genellikle normal hücreler radyoterapiye, kanser hücrelerine oranla daha az duyarlıdır [6].

Radyoterapi uygulanırken amaç; tümör dokusunda mümkün olduğu kadar yüksek doza çıkarken tümör dokusu etrafındaki normal dokuları da radyasyondan korumak veya bu dokuların tolerans dozunun üstüne çıkmamaktır [7].

Radyasyon alanı içindeki kritik organların korunması, radyoterapinin en önemli konuları arasındadır. Radyasyon alanının hedef tümörünü (volümünü) yeterli derecede kaplaması istenirken, hayati organlara tolerans sınırının altında dozun ve normal dokulara minimal dozun temini gereklidir. Bunu sağlamak için açık alan (doz dağılımı) huzme izodozlarının şeklini değiştiren, istenen dozu istenen bölgeye verebilmeyi sağlayan filtrelerin radyasyon alanı içine konulabilmesi gerekir. Alandaki bu sınırlamalar için yüksek yoğunlukta soğurucu bloklar ve kama filtreler kullanılır [3,8].

Radyasyon alanı içine yerleştirilen soğurucu blokların ve kama filtrenin varlığı radyasyon ışınını zayıflatır. Sağlanan bu zayıflama miktarı, hasta tarafından alınan dozun hesaplanmasıyla bilinir. Zayıflama, radyasyon alanı içine ışın merkezi ekseninde bir iyon odası yerleştirilerek ölçülür ve bu tedavi hesaplamalarında göz önüne alınmalıdır. Bu etki geçirgenlik faktörü olarak karakterize edilir [8].

Geçirgenlik faktörü; ışın demet merkezi eksenini boyunca katı su fantomlarında kamalı ve kamasız doz oranı olarak tanımlanır (yada bloklu ve bloksuz doz oranıdır).

Tedavi volümüne verilmek istenilen dozun sağlıklı olarak verilebilmesi için tüm parametrelerin doğru olarak tayin edilmesi gerekir. Bu parametrelerden birisi geçirgenlik faktörüdür ve genellikle kliniklerde tek alan ve tek derinlik için tespit edilmiş geçirgenlik faktörü kullanılmaktadır.

Bu çalışmada ise alan ve derinlikteki değişimlerin geçirgenlik faktörü üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, Dr. Abdurahman Yurtarslan Ankara Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoterapi bölümünde bulunan Equinox model Co-60 gamma kaynağı kullanılarak; farklı alan ve derinliklerde birim zamanda verilen doz miktarı, SSD ve SAD teknik kullanılarak ölçülmesi amaçlanmıştır. Standart blok, fokalize blok ve doz telafi kaması γ demeti önüne konulmak suretiyle her bir “alan ve derinlik” ikilisi için ayrı ayrı ölçüm alınmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Co-60 Teleterapi Cihazları

Teleterapi uzaktan, yani vücut dışından deri ile ışın kaynağı arasında bir mesafe bırakılarak yapılan ışın tedavisi demektir [11].

Kanser tedavisinde röntgen cihazı yerine vücut dışından ve uzaktan gamma kullanmak maksadıyla radyum-226, sezyum-137 ve kobalt-60 radyoaktif kaynakları kullanıldı.

İlk cihaz modeli 1926 yılında Bruzau ve Feraux tarafından yapıldı. Bu cihazda ışın kaynağı olarak radyum kullanıldı. Daha sonraki yıllarda ışın kaynağı olarak sezyum kullanıldı. Fakat radyum ve sezyumun curie başına büyük radyasyon çıkışı ve ortalama foton enerjisinin daha yüksek olması sebebiyle ayrıca radyumun çok pahalı olması nedeniyle bu cihazlar teleterapi cihazları olarak kullanılmamış, bugün ki cihazlarda elde edilen üstün vasıflar sağlanamamıştır.

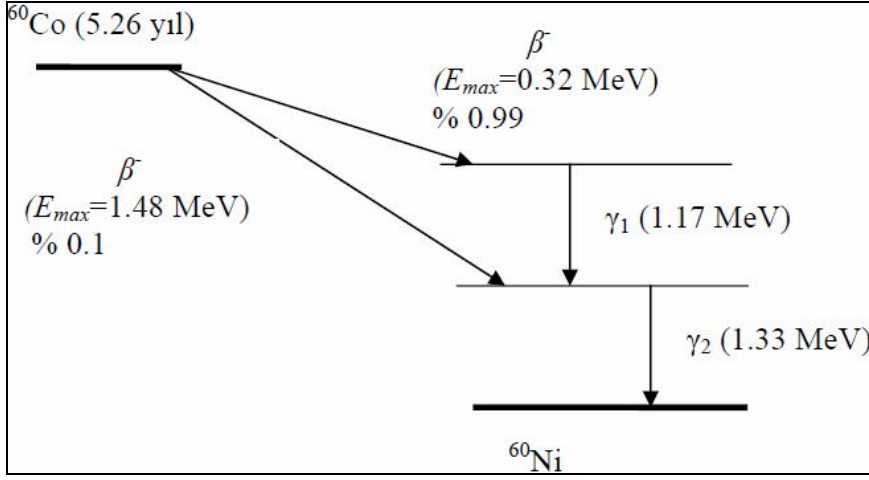
Daha sonraki yıllarda radyoaktif ışın kaynağı olarak radyum ve sezyumun yerine kobaltın kullanıldığı teleterapi cihazları ortaya çıktı. Bu tipte ilk tedavi cihazları Atomic Energy of Canada Limited şirketi tarafından 1951 yılında yapılmış olup, ilk kez Kanada’ da kullanıldı. Amerika’daki ilk Co-60 teleterapi cihazı da 1952 yılında Newyork’ da kuruldu. Daha sonra bütün ülkelerde büyük bir yayılım gösterdi. Böylece Co-60 terapi cihazları 1952 yılından beri radyoterapide süper voltaj tedavi cihazı olarak kullanılmaktadır [8,11,12].

Çizelge 2.1 Teleterapide kullanılan radyoaktif kaynakların karşılaştırılması [8].

Radyoaktif Kaynak	Yarı Ömür(yıl)	γ -Işınlarının Enerjisi MeV	Spesifik Aktivitesi(ci/g)
Radyum-226	1,622	0,83	~0,98
Sezyum-137	30,0	0,66	~50
Kobalt-60	5,26	1,17 ve 1,33	~200

Radyum, Sezyum ve Kobalt teleterapide radyoaktif gamma ışın kaynağı olarak kullanılmış. Bunlardan radyum çok pahalı ve güç bulunan bir madde olması sebebiyle kullanılmasından vazgeçilmiş. Sezyum ise Kobalt'a nazaran daha uzun olan yarı ömrü (30 yıl) dolayısıyla teleterapiye daha uygun bir izotop olduğu halde, gerek spesifik aktivitesi gerekse gamma enerjisinin düşük olması sebebiyle (0.66 MeV) süpervoltaj tedavisine uygun değildir [11]. Böylece teleterapide en yaygın olarak kullanılan radyoizotop Co-60'dır [3,12].

Co-60 radyoterapide yararlı radyasyon üreten yapay bir radyoaktif izotoptur [4,8,13]. Co-60 radyoaktif izotopu Co-59 elementinin nötronla bombardımanı ile elde edilebilmektedir (Şekil 2.1.) [3,4,5,8,11,12]. Tepkimededen elde edilen Co-60 radyoaktif izotopunun Ni-60' a bozduğunda Beta (β) tanecikleri ($E_{\max}=0,31$ MeV), 1,17 MeV ve 1,33 MeV enerjili iki tane gamma (γ) ışını yayınlanır. Bu gamma ışınlarının ortalama enerjileri 1,25 MeV' dir ve maksimum enerjileri derinin 0,5 cm altında absorbe olur. Bozunma sonucu oluşan gamma ışınları tedavide kullanılır [3-5,8,11-13,16]. Beta ışınları ise kaynak kapsülü ve kolimatör tarafından absorbe olur [8].



Şekil 2.1 Co-60 izotopunun bozunma şeması

Yarılanma ömrü, radyoaktif atomların sayısının yarıya düştüğü süredir ve Co-60 için 5,26 yıldır [3-5,12,19]. Bu nedenle tedavi seansının uzun sürmemesi için 4-5 yılda bir kaynağın yenilenmesi gerekmektedir [3-5,12].

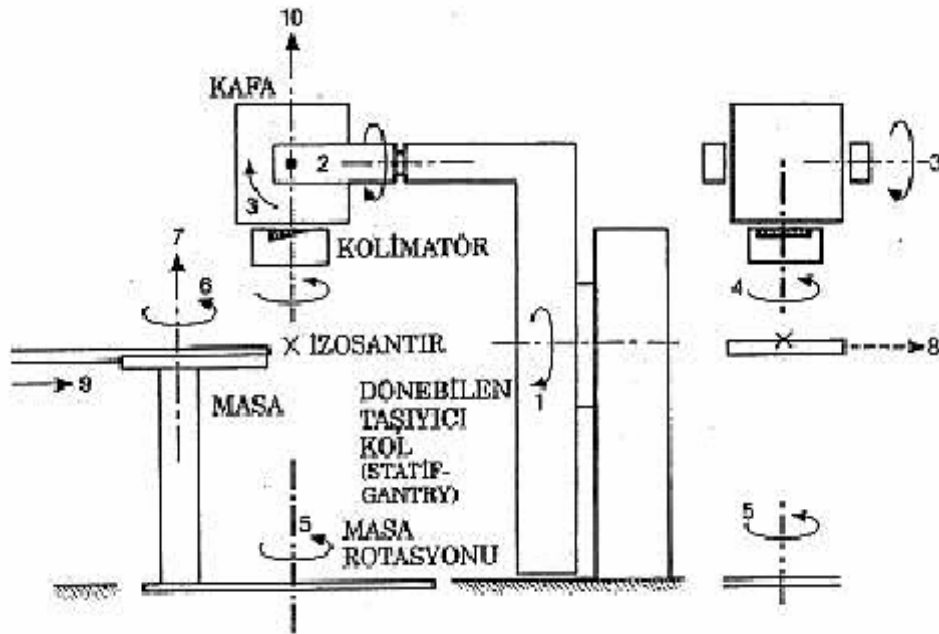
Co-60 teleterapi cihazı için SSD mesafesi 80-100 cm, doz hızı 1,5-2,0 Gy/dk' dir. 80 cm için maksimum tedavi alanı 40cmx40cm'dir [3,12].

Radyoaktif kaynak kafa tabiri edilen kısımda bulunur ve bir kol ile taşınır. Bu kol dirsek yaparak döşemeyi sabitleştiren taşıyıcı bölüme bağlıdır ve taşıyıcı bölüme bağlı olduğu aks etrafında dairesel olarak döndürülebilmektedir (izosentrik kol). Böylece hasta masada yatarken kafa, izosentrik etrafında belli bir çap dahilinde (80 cm) dönebilir ve hasta kıpırdatılmadan değişik açılardan ışınlanması mümkün olur (Şekil 2.2.).

Hasta uygun pozisyonda iken otomatik kapak açılarak belli bir zaman için tümöre önceden hesaplanan doz verilir [14].

Bu cihaz X ışını cihazları gibi elektrik enerjisinden yararlanılarak ışın üretmez, ışın radyoaktif kaynaktan devamlı olarak yayınlanmaktadır. X ışın cihazları elektrik kesilince ışın üretmeyi durdururlar. Bu nedenle Co-60 cihazlarında kaynak, ışın

sızdırmayan koruyucu bir blok içinde bulundurulur. Tedavi esnasında ise kaynak koruyucu bloktan çıkar ve açma kapama penceresi önüne gelir. Kolimatör ise pencerenin açılıp gamma ışınının koruyucu bloktan yayınlanması durumunda, ışın sahasının genişliğini ayarlamaya yarar. Bunun için genellikle disk sistemi veya çekmece sistemi kullanılır. Ancak kaynak kapalı iken de bozunma devam etmektedir [4].



Şekil 2.2. Co-60 cihazının şeması (4).

1. İzosentrik kolun dönüş eksenini (aks rotasyonu, gantry açısı)
2. Kafanın dönüş eksenini (iki yana)
3. Kafanın diğer dönüş hareketi (aşağı yukarı)
4. Kolimatörün rotasyon (dönüş) hareketi
5. Masa kaidesinin izosentrik dönüş eksenini
6. Masanın dönüş hareketi
7. Masanın yüksekliğinin ayarlanması (aşağı yukarı)
8. Masanın 2 yana kaydırılması
9. Masanın ileri geri kaydırılması
10. Kaynak aks (izosentir) mesafesi

Co-60 kaynağı 1 cm kalınlığında 1-2 cm çapında daire şeklinde diskler veya 2 cm uzunluğunda 1 cm çapında tüfek kurşunu veya birkaç hap şeklinde kaynakların gruplanmasıyla oluşan 1-2 cm çapında küre şeklindedir. Kaynak aktivitesi curie veya RHM cinsinden değerlendirilir.

Co-60 tedavi cihazları 10 cm derinliğe kadar yerleşmiş(=20 cm hasta kalınlığı) tümörlerin tedavisinde kullanılabilirler. Cilt dozları yüksektir, saha kenarındaki doz dağılımları çok iyi değildir. Tedavi planlamaları mutlaka bu özellikleri göz önüne alınarak yapılmalı ve kalınlığı 20 cm' den fazla olan hastaların özellikle karın, kalça bölgelerinde yerleşmiş tümörlerinde diğer bir eksternal radyoterapi cihazı olan lineer hızlandırıcılar kullanılmalıdır.

Co-60 tedavi cihazları günümüzde çocuk tümörleri, meme kanserleri ve baş boyun kanserleri gibi fazla derine yerleşmemiş tümörlerin tedavisinde kullanılmaktadır [8,15].

2.2. Koruma Blokları

Radyasyon alanı içindeki kritik organların korunması, radyoterapinin en önemli konuları arasındadır. Radyasyon alanının hedef volümünü yeterli derecede kaplaması istenirken, hayati organlara tolerans sınırının altında dozun ve normal dokulara minimal dozun temini gereklidir. Alandaki bu sınırlamalar için yüksek yoğunlukta soğurucu bloklar kullanılır [3,8].

2.2.1. Koruma blok geçirgenlik faktörü

Blokların radyasyon alanı içindeki konumunun doğru bir şekilde yerleştirilmesi için transparan plastik bir tepsi kullanılır [5,8,17]. Radyasyon alanı içine yerleştirilen bloklar radyasyon ışınını zayıflatır. Blok ile sağlanan bu zayıflama miktarı, hasta tarafından alınan dozun hesaplanmasıyla bilinir. Blok için zayıflama, radyasyon alanı içine ışın merkezi ekseninde bir iyon odası yerleştirilerek ölçülür.

Blok geçirgenlik faktörü; blok varken alınan iyon odası sinyalinin, blok yokken alınan iyon odası sinyalinin birbirine oranına eşittir

Blok Geçirgenlik faktörü(BGF) = Bloklı alan dozu / Açık alan dozu

Geçirgenlik; blok materyaline, blok kalınlığına, blok genişliğine, alan boyutuna ve enerjiye bağılıdır. Bu bloklar, ışın enerjisinin karakteristik özelliklerini değiştirirler.

2.2.2. Koruma bloklarının kalınlığı

Işın kalitesi ve bloktan izin verilen geçirgenlik oranına göre, korunacak alanlara yeterli koruma sağlayacak kurşun kalınlığı tespit edilir. Birçok kliniksel durumlarda, primer ışının, bloktan %5 geçirgenliği kabul edilebilir bir durumdur. Bu geçirgenliği sağlamak için, eğer HVL (yarı tabaka kalınlığı) sayısı n ise,

$$\frac{1}{2^n} = 0.05$$

$$2^n = \frac{1}{0.05} = 20$$

$$n \log 2 = \log 20$$

$$n = \frac{\log 20}{\log 2} = 4.32 \text{ ' dir.}$$

$n = 4.32$ olduğundan, 4.5-5 HVL kalınlığında kurşun ile %5' den az primer ışın geçirgenliği sağlanacaktır [8].

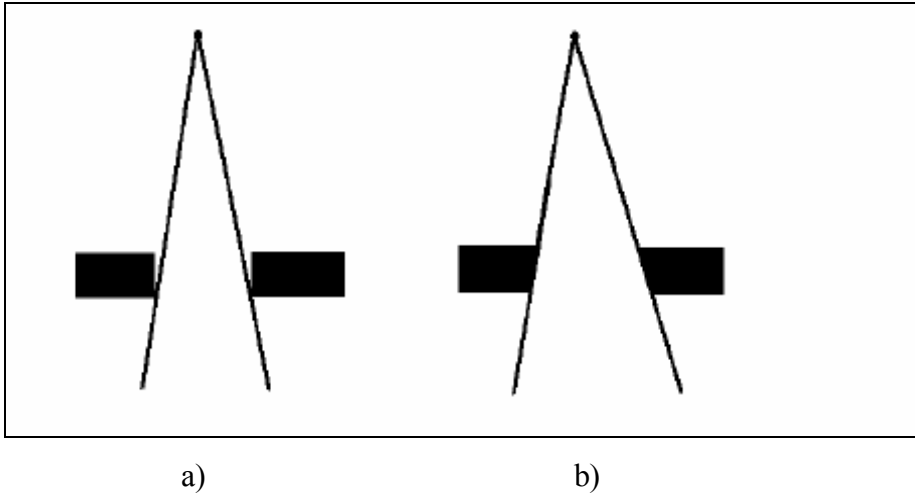
Koruma 5 HVL veya 6 HVL ile yapılır. Gerçek doz seviyesi tahmin edilen doz seviyesinden genellikle yüksektir. Bunun nedeni bloğun yüzeyinden alanın açık kısmına doğru saçılmanın olmasıdır [3].

2.2.3. Koruma bloklarının çeşitleri

Koruyucu bloklar, düz yanlı geometrik şekilli kurşun bloklar, huzme diverjansına göre şekillendirilen düşük erime sıcaklığına sahip serrobend alaşım bloklar olmak üzere ikiye ayrılır [3,4,8,17].

Serrobend alaşım bloklar, koruma bloğu içeren her alan için özel olarak hazırlanmakta ve ışının diverjans açısı ile gelmesi ve ışınlanan alanda oluşan yarı gölgeden dolayı fokalize olarak dökülmektedir. Yarı gölge tanım olarak ışınlanan alanda oluşan % 20 ile % 80'lik izodozlar arasında ki mesafedir .

Radyoterapide kullanılan bloklar genellikle standart şekilli bloklardır. Ancak radyasyonun diverjanslı yapısını düşünürsek, ideal olarak bloklara bu diverjansı takip edecek şekilde eğim verilmelidir. Bu yüzden blokların kenarlarındaki demetin kısmi geçişi minimuma indirilir [8].



Şekil 2.3. Radyoterapide kullanılan; a) Standart blok, b) Fokalize blok

Kenarları paralel olan standart koruma bloklarında, gölgelenen bölge kenarlarında geçirgenlik yarı gölgesinin önemli olması nedeniyle, doz düşüşü fokalize bloklardaki gibi ani olmaz. Bunun nedeni koruma bloğunun üst köşesine isabet eden ışınların

tüm kurşun kalınlığı katetmeden bloğu geçmesi, koruma bloğunda soğurulmadan ışınlanan alana daha fazla doz bırakılabilmektedir (Şekil 2.3.) [4,15].

Standart blok

Paralel kenarlı bir küp veya dikdörtgen prizma olabileceği gibi üçgen prizma, silindir veya böbrek şeklinde de olabilir. Hazır olarak satın alınır. Kurşundan dökülmüştür ve kalınlığı kullanılan ışın enerjisine göre ayarlanır. Kurşunun yoğunluğu $11.3g/cm^3$ dür ve erime sıcaklığı $327^{\circ}C$ dir. 5 HVL kurşun blok kullanılacağı enerji seviyesindeki foton için %94 oranında doz tutulması sağlar [4].



Resim 2.1. Standart bloklar

Fokelize blok

Bu bloklar her hasta için özel olarak hazırlanır. Hastanın ışınlanacak yüzeyine ve ışın diverjansına uygunluk gösterir. Biçimi ve pozisyonu, simülasyon grafilleri üzerinde tespit edilir [4,8].

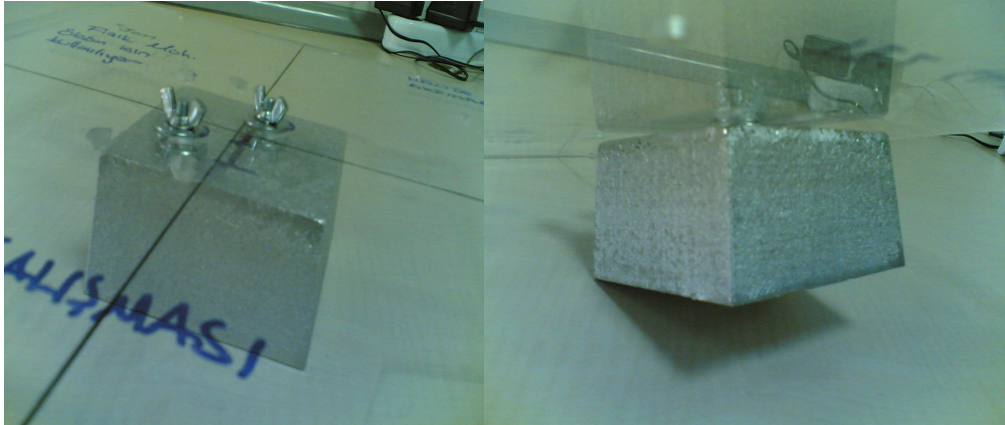
Bugüne kadar fokelize blok olarak birçok sistem kullanıldı. Bu sistemlerden biri, erime noktası düşük olan kadmiyumlu serrobend alaşım bloğudur. Yoğunluğu $20^{\circ}C$ ' de, $9.4g/cm^3$ (kurşun yoğunluğu~%83) tür. Bu serrobend alaşım blokların

%50' si bizmut, %26.7' si kurşun, %13.3' ü kalay, %10' u kadmiyumdur. Erime sıcaklığı 70°C ' dir [4,8].

Bir diğer fokalize blok olarak %52,5 bizmut, %32 kurşun, %15,5 kalay içeren kadmiyumsuz serrobend alaşım blok vardır. Erime sıcaklığı 95°C dir. Kadmiyumun zehirli olmasından dolayı, kadmiyum içermeyen alaşım tercih edilir.

Kurşun, foton soğurma katsayısı en yüksek olan elementtir. Fakat erime sıcaklığı serrobend alaşıma göre daha yüksektir (kurşunun erime noktası 327°C) ve ticari anlamda daha pahalıdır. Bu nedenle radyoterapi merkezlerinde saf kurşun yerine serrobend alaşım blokları kullanılmaktadır. Serrobend alaşım bloklar oda sıcaklığında kurşundan serttir (Resim 2.2.).

Bloklama için gerekli minimum serrobend kalınlığı, kurşuna göre yoğunluk oranı (kurşun kalınlığının 1.12 katı) tespit edilerek hesaplanır. Megavoltaj foton ışınlarında, 7.5 cm'lik serrobend kalınlığı 6 cm'lik saf kurşuna eşdeğerdir [8].

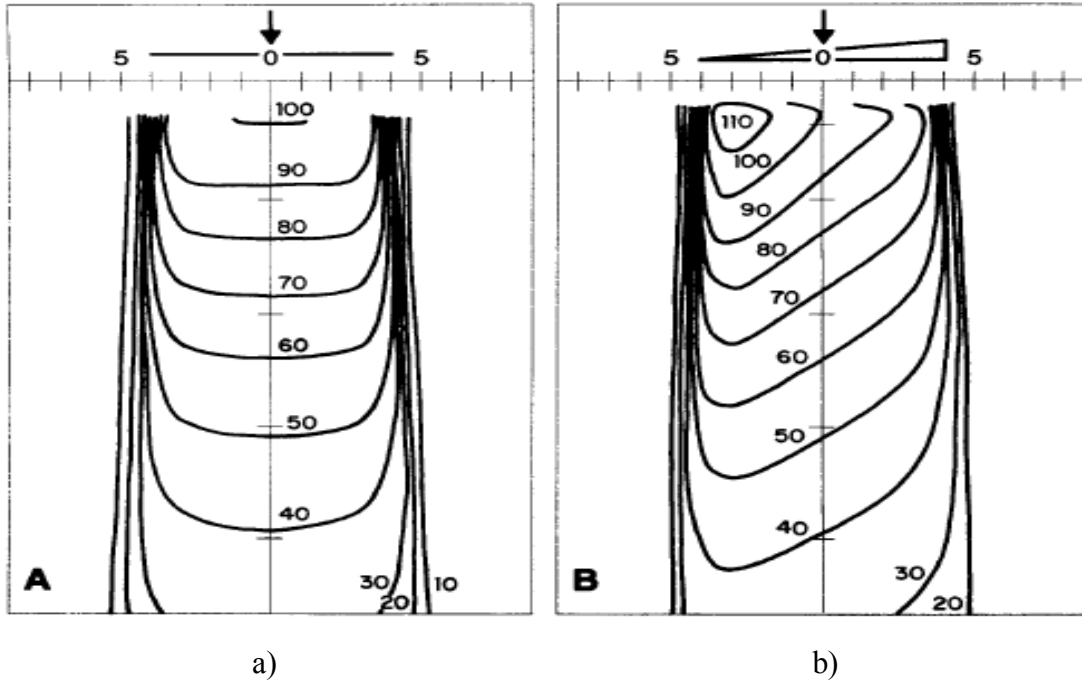


Resim 2.2. Fokalize bloklar

2.3. Kama Filtreler

İzodoz dağılımlarını değiştirmek için sıklıkla ışın demeti içine çeşitli filtre veya soğurucu bloklar konulur. En genel olarak kullanılan ışın demet düzenleyicileri kama filtrelerdir. Bu filtreler geçen ışık yoğunluğunun arttığı durumlarda soğurma yaparak ışınları düzenlerler [8].

Kama filtrelerin ince ve kalın uçları bulunur. İnce uçtan daha fazla ışın geçerken, kalın kenarda absorpsiyon artacağından ışın şekli değişir [5]. Sonuç olarak normal pozisyonlarda ki izodoz eğrileri kama filtrenin ince ucuna doğru bükülürler [8].

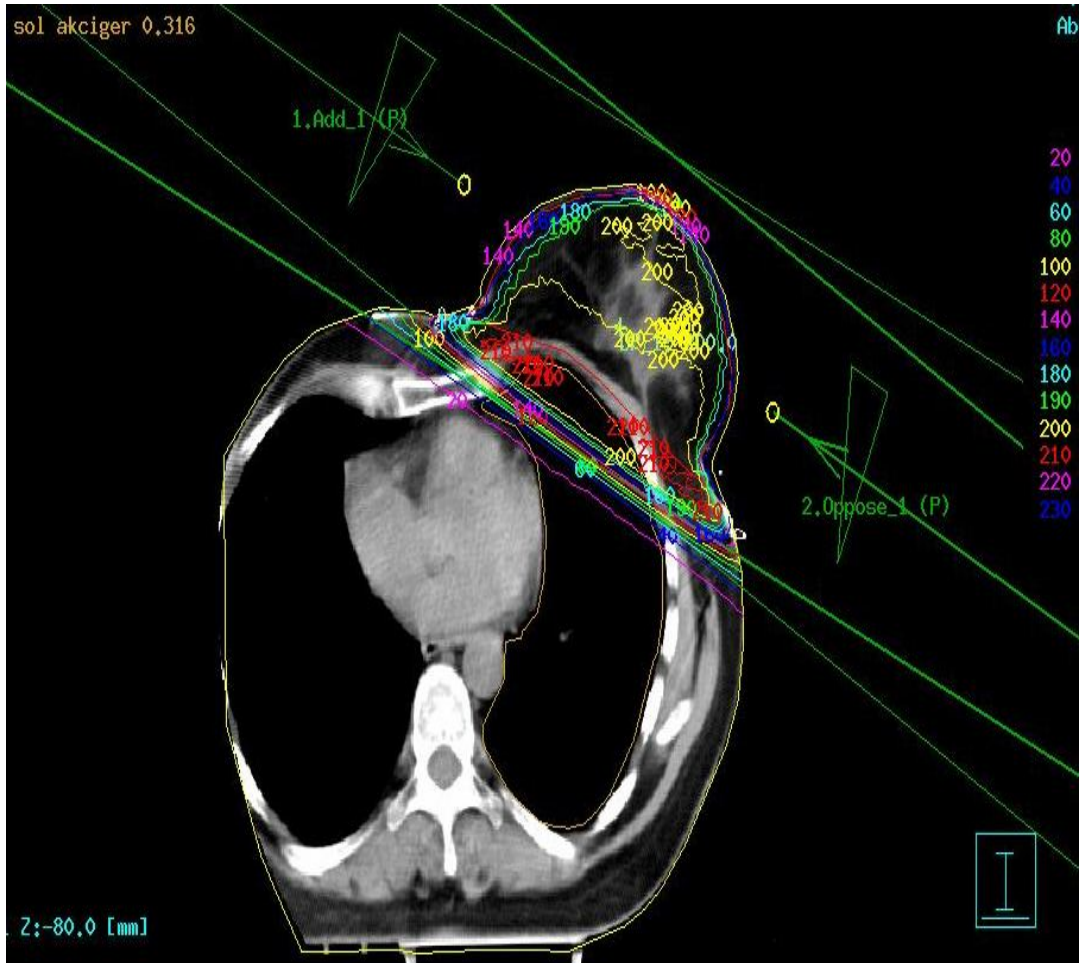


Şekil 2.4. İzodoz dağılımları; a) Açık alan izodoz dağılımı, b) Kama filtreli izodoz dağılımı

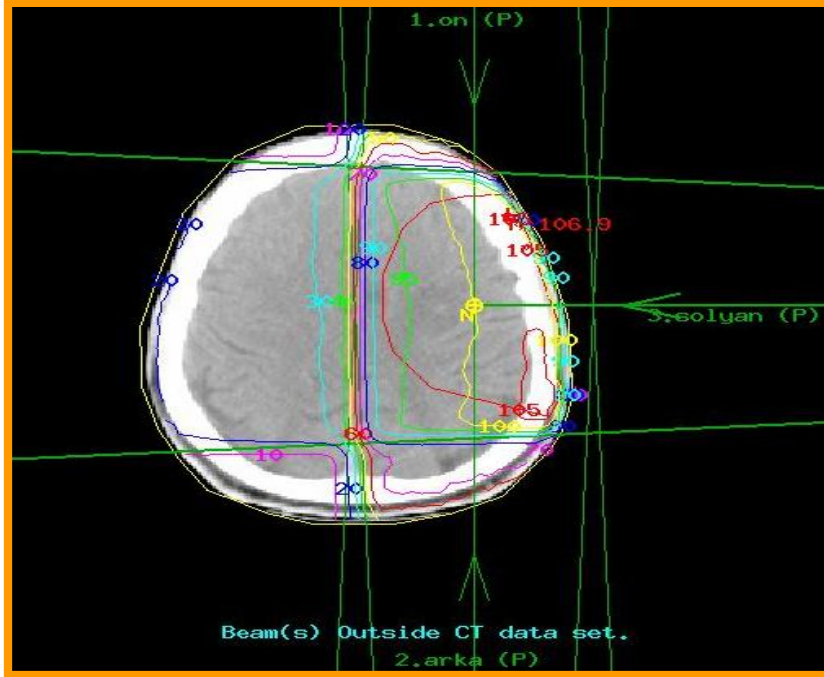
Kama filtrelerin genellikle yüksek atom numaralı materyallerden yapılması filtrenin daha ince olmasını sağlar. Bu nedenle kama filtre yapımında kurşun, çelik, volfram gibi yoğun materyaller kullanılır [8].

2.3.1 Kama filtre kullanım amaçları

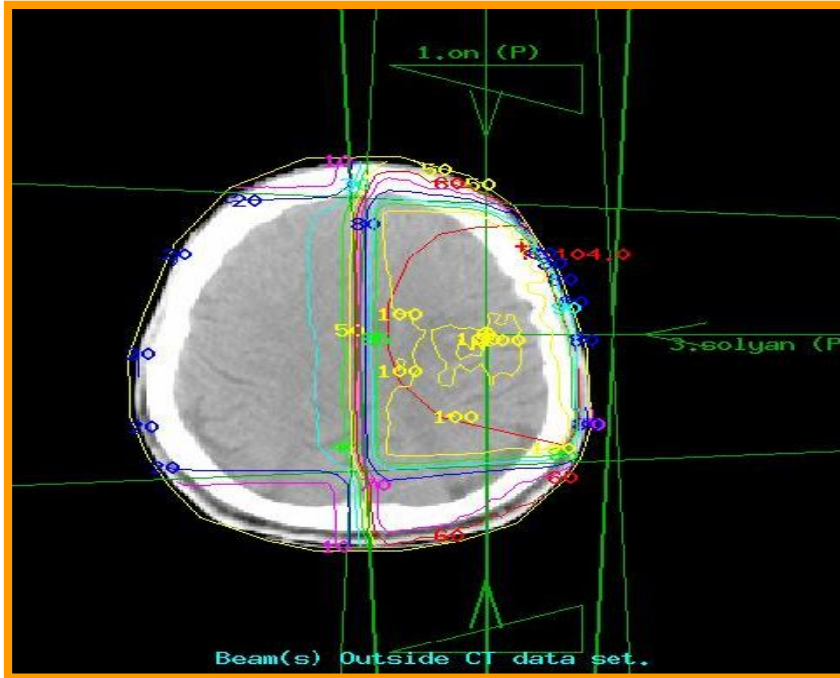
Kama filtre kullanımının amacı, vücut konturunda düzensizlikler, alan sayısına ve doğrultusuna bağlı çakışmalar olduğu zaman tümörde homojen doz dağılımı elde etmektir.



Şekil 2.5 Kontur düzensizliklerinin kompanse edilmesi

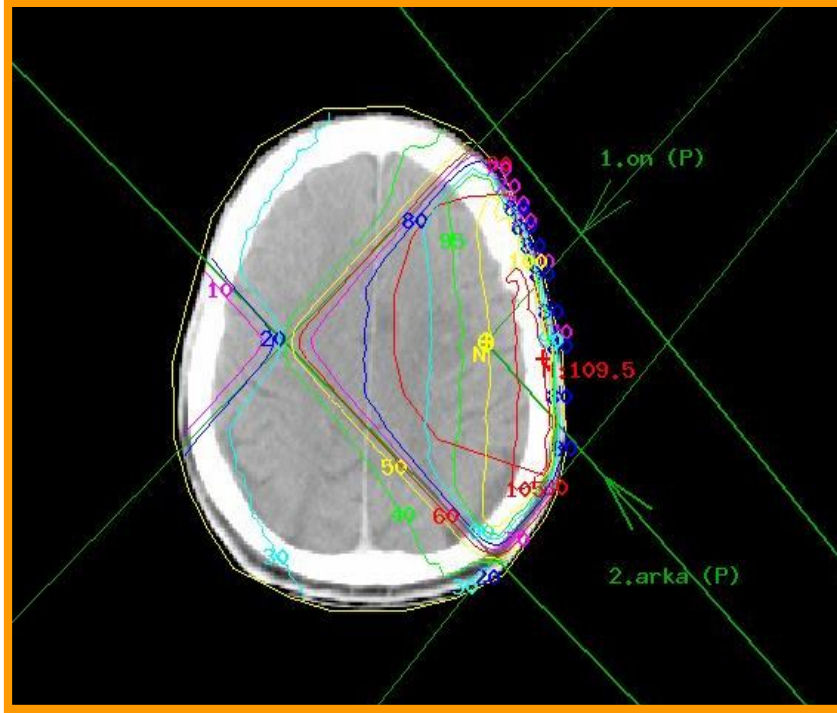


a)

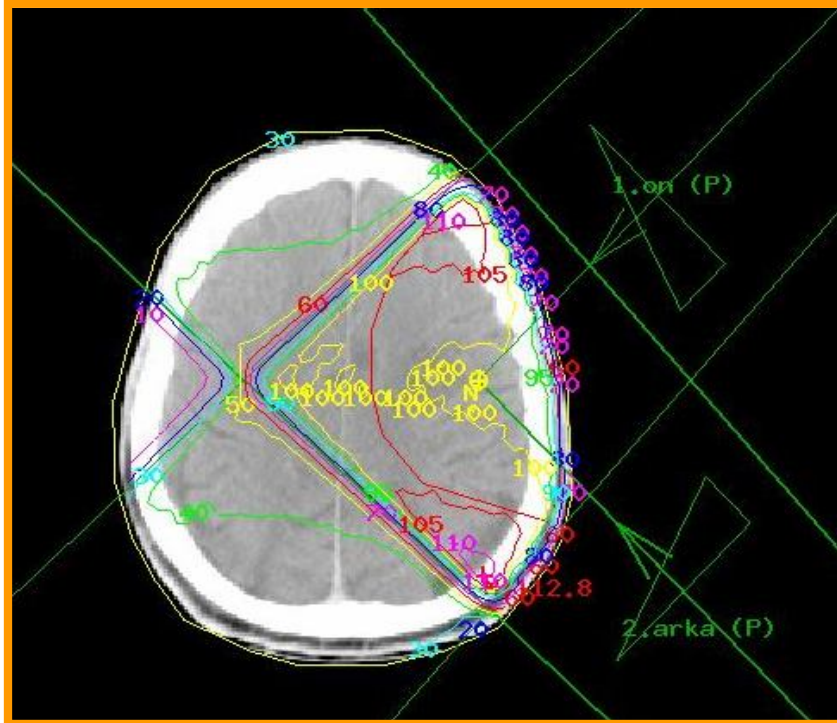


b)

Şekil 2.6. Sıcak noktaların elimine edilmesi; a) açık alan, b) kama filtreli alan



a)



b)

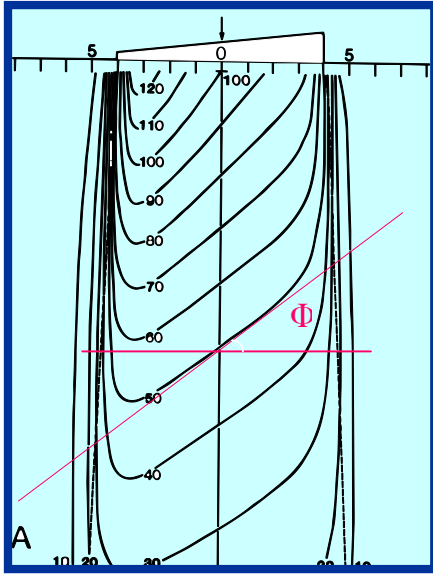
Şekil 2.7. Doz homojenitesinin sağlanması; a) açık alan, b) kama filtreli alan

2.3.2. Kama izodoz açısı

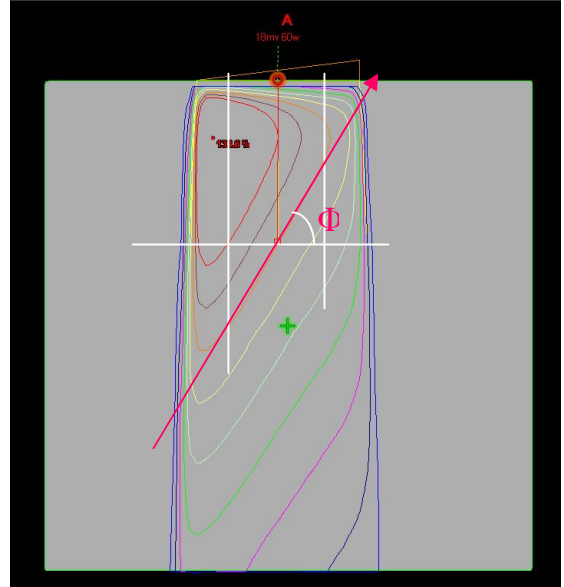
Kama filtrelerin değişik açıda olanları vardır ve açısına göre altındaki dokuda doz dağılımları değişir [5].

Kama filtre izodoz açısı, referans bir saha boyutunda veya spesifik bir derinlikteki izodoz eğrisinin merkezi eksenle çakıştığı yerdeki açıdır [4,5].

Kobalt için %50'lik izodoz derinliği, kama açısının belirlenmesi için seçilirken, yüksek enerjili ışınlarda %80'lik izodoz eğrileri gibi yüksek izodoz eğrileri, yada belli bir derinlikteki (örneğin 10 cm) izodoz eğrisi kullanılır (Şekil 2.8.) [3,5,9,17].



a)



b)

Şekil 2.8. Kama filtre izodoz açısı; a) Kobalt-60 için, b) Yüksek enerjiler için

Bir hastanın tedavisi planlandığında, kamalı sahalar öyle ayarlanır ki, ışınlar arasındaki açı (menteşe, dayanak açısı Φ), kama açısı, θ , aşağıdaki gibi ifade edilir [9].

$$\theta = 90^\circ - \Phi/2$$

Vücutun değişen konturuna ve tümörün eğilimine göre homojen doz dağılımı elde edebilmek amacıyla 15°,30°,45° ve 60°'lik sabit kama filtreler seçilir [3,5].

2.3.3. Kama geçirgenlik faktörü

Kama filtrenin varlığı cihazın çıkışını azaltmaktadır, bu tedavi hesaplamalarında göz önüne alınmalıdır. Bu etki kama geçirgenlik faktörü olarak karakterize edilir. Işın demet merkezi eksenini boyunca fantomlarda kamalı ve kamasız doz oranı olarak tanımlanır [8].

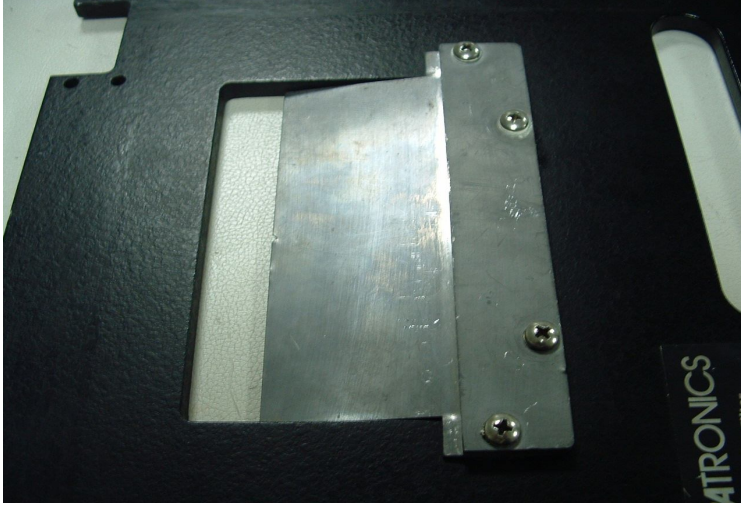
$KGF = \text{Kamalı alan dozu} / \text{Açık alan dozu}$

KGF, konvansiyonel olarak maksimum doz derinliğinde (d_{max}) tayin edilmektedir. Ancak Co-60 cihazında 5 cm derinlikte, lineer hızlandırıcılarda ise 10 cm derinlikte 10x10 cm² alan boyutunda tayin edilir [8].

2.3.4. Kama filtre çeşitleri

Standart kama filtre

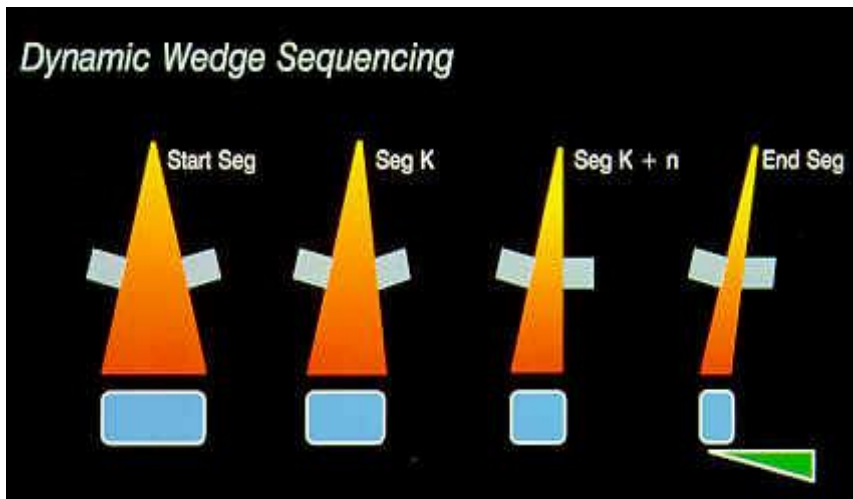
15°,30°,45° ve 60°'lik açılara sahiptir. Alan bağımlılıkları vardır, aynı derecede farklı alanlarda farklı kama filtreler kullanılmalıdır. Bu kama filtreler blok taşıma tepsinin üstüne yada altına elle yerleştirilir.



Resim 2.3. Standart kama filtre

Dinamik kama filtre

Bazı lineer hızlandırıcılarda kama filtre bulunmamaktadır. Kama filtre ile elde edilen izodoz dağılımları yerine, tedavi alanının, tedavi sırasında bilgisayar kontrolü ile küçülmesiyle doku içinde kamalı doz dağılımı elde edilmektedir. Bu tür kama filtre kavramına dinamik kama filtre denilmektedir.



Şekil 2.9. Dinamik kama filtre

Motorize kama filtre

Standart kama filtrenin ağırlığı, tedavi sırasında meydana gelebilecek teknisyen hataları ve uygulamadaki zorlukları da dikkate alınarak bilgisayar kontrollü kama filtreler yapılmıştır (Resim 2.4.). Lineer hızlandırıcıların baş kısımlarında bulunan 60° tek bir kama filtreden, değişik kama açıları elde edilmesi mümkündür. Bu sistemde kama filtre, herhangi bir kama açısı meydana getirebilmek için ışınlamanın bir bölümünde uzaktan kumandalı olarak huzme içine sokulur.



Resim 2.4. Motorize kama filtre

2.4 Tedavi Teknikleri

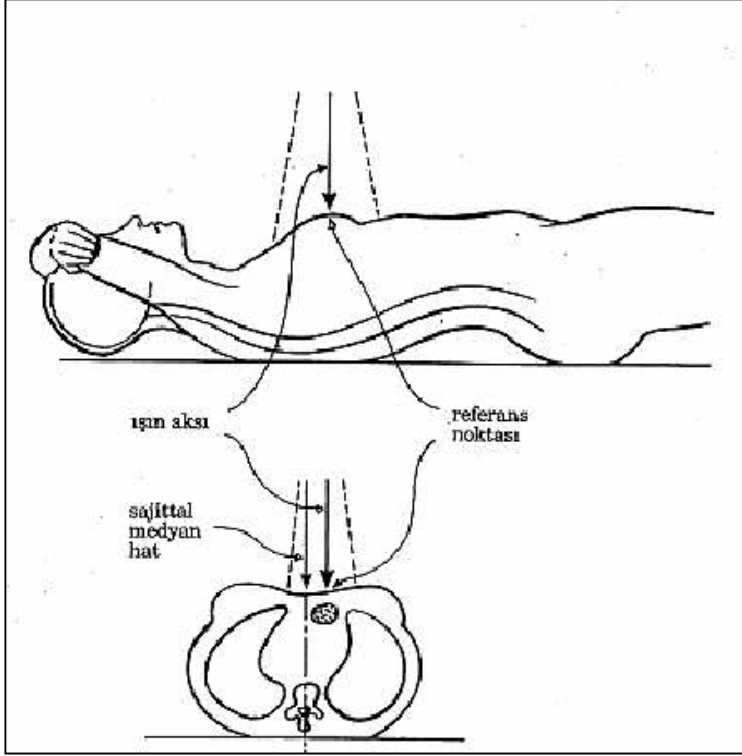
2.4.1 SSD teknik

Hastanın ışınlanacak tüm alanları cilt üzerine işaretlenir. Alan boyutları hastanın cildi üzerinde tanımlanır. Merkezi ışının cilde giriş noktası referans noktasıdır. Bu noktayla kaynak arasında ki mesafe (SSD) tedavi cihazının kaynak-aks mesafesine (SAD) eşit olması gerekir (Şekil 2.10.) [8].

Kobalt cihazı için $SSD = SAD = 80 \text{ cm}$

Lineer akseleratör için $SSD = SAD = 100 \text{ cm}$

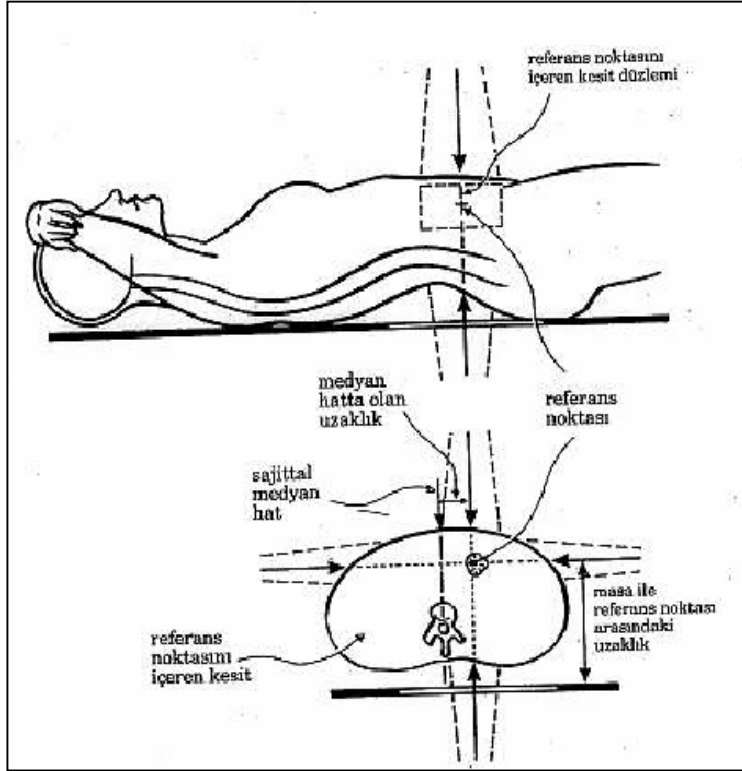
Genellikle tek sahadan yapılan foton ve elektron ışınlamaları için kullanılır.



Şekil 2.10. SSD tekniği

2.4.2 SAD teknik

Birden fazla foton sahasının kullanıldığı hallerde tercih edilir. SAD kaynak tümör mesafesidir ve cihazın SAD mesafesine getirilmesi ile izosentrik tedavi yapılır. Böylece her açıdan verilen ışın izosentra yerleştirilmiş olan tümörü hedeflemektedir (Şekil 2.11.) [8].



Şekil 2.11. SAD teknik

3. YÖNTEM, GEREÇLER, BULGULAR

3.1 Yöntem

Geçirgenlik faktörleri ölçümleri Theatron Equinox Co-60 tedavi ünitesi ile 60° lik motorize kama filtre, standart blok ve fokalize blok kullanılarak, 2581/893 seri numaralı PTW silindirik iyon odası, 2570/1116 seri numaralı Farmer dozimetre ile RW3 katı su fantomunda elde edildi.

Doz telafi kaması, standart blok ve fokalize blok ölçümleri, 0.5 cm, 1.5 cm, 3 cm, 5 cm, 10 cm ve 20 cm derinliklerinde SSD ve SAD teknik ile 5x5 cm' den sağladığı maksimum alan büyüklüğüne kadar çeşitli alanlarda (5x5, 8x8, 10x10, 15x15) yapıldı.

Sırasıyla önce açık alanda, sonra gamma demeti önünde (ışınlama alanına) doz telafi kaması, standart blok ve fokalize blok konulmak suretiyle gamma demetinin aktardığı enerji ölçümü yapıldı.

Her bir alan ve derinlik ikilisi için her bir ölçüm şartında, üç adet ölçümün ortalaması alındı. Her bir ölçümde 60 sn ışınlama yapılmıştır.

Geçirgenlik faktörü; gamma demeti önüne (ışınlama alanına) doz telafi kaması, standart blok ve fokalize blok konulmak suretiyle ölçülen, aktarılan enerji değerinin, aynı şartlarda açık alanda ölçülen aktarılan enerji değerine bölünmesiyle bulunmuştur.

3.2. Gereçler

3.2.1. Theatron equinox Co-60 tedavi cihazı

Bu çalışmada kullanılan Equinox model Co-60 cihazı yayınladığı gamma ışınlarının ortalama enerjisi 1,25 Mev olup, maksimum doz derinliği 0,5 cm' dir (Resim 3.1.).

^{60}Co Teleterapi cihazlarında kullanılan kaynağın yarıçapı 0,75 cm ve aktivitesi 6000-7000 Ci'dir



Resim 3.1. Theatron equinox Co-60 tedavi cihazı

3.2.2. RW3 katı su fantomu

Doz ölçümlerinde suya eşdeğer ölçü ortamı olarak kullanılmaktadır. Çalışmamda kullanılan RW3 katı su fantomu beyaz polystrenden 40x40 cm² boyutlarında ve 1, 2, 5 ve 10 mm kalınlıklarında plakalar şeklindedir (Resim 3.2.).

10 mm' lik fantomlardan bir tanesi iyon odasının fantom içine rahatlıkla yerleşebileceği şekilde imal edilmiştir. Bu fantomlar genellikle elektron dozimetresinde ve yüksek enerjili foton huzmelerinde kullanılır. Fiziksel yoğunluğu 1,045 g/cm³, elektron yoğunluğu 3,43x10²³ e/cm³' dür. Suyun yoğunluğu, kas ve yumuşak doku yoğunluğuna çok yakın yoğunluktadır. Bu yüzden, temel doz

dağılımları genellikle suda ölçülür. Her zaman su fantomu kullanmak zaman açısından pratik olmadığından katı fantomlar dizayn edilmiştir.



Resim 3.2. RW3 katı su fantomu

3.2.3. Farmer iyon odası

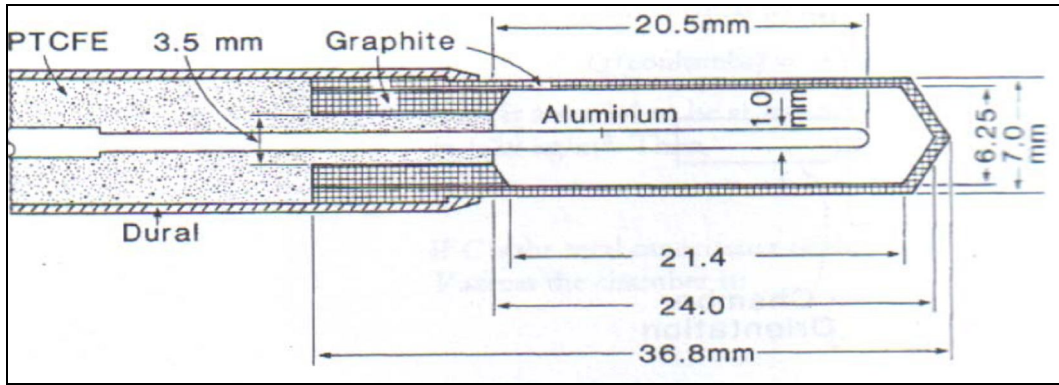
İyon odaları radyasyon enerjisini elektrik sinyaline çeviren cihazlardır. Radyoterapide foton ve elektrometre dozimetresinde kullanılır. İyon odası duvarının iç yüzeyi elektriksel iletme sahip bir malzeme ile kaplıdır. Bu bir elektroda karşılık gelir. Diğer elektrot çubuk şeklinde olup grafit veya alüminyum gibi daha düşük atom numarasına sahiptir ve elektriksel olarak izole şekilde iyon odasının ortasındadır.

Bir iyon odası temel anlamda 100 V ile 1000 V arasında çalışan iki adet elektrot arasında kapalı veya açık gaz hacmi içerir. Radyasyon bu gaz hacmi ile etkileşime girerek iyon çiftleri oluşturur. Bu artı ve eksi yükler yüksek voltaj sayesinde elektrotlara sürüklenirler, oluşan akım elektrometre tarafından okunur.

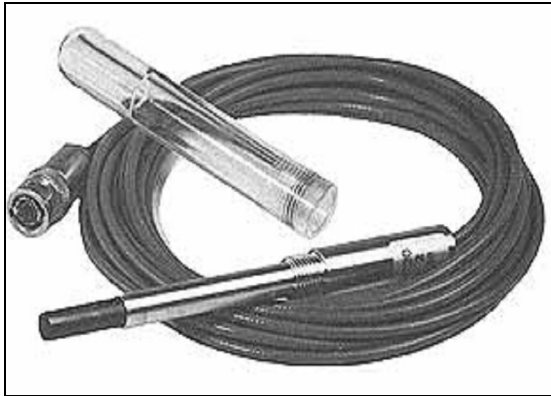
Farmer tipi iyon odası saf alüminyumdan yapılmış merkezi elektrotu , yüksek şeklinde saf grafitten ince bir duvardan oluşan dış elektrotu vardır. 10 metre

uzunluğunda düşük gürültülü triaksiyal TNC konnektörlü kablosu vardır (Resim 3.3.).

2581/893 seri numaralı PTW 0.6cc iyon odası, 0.15 MV-35 MV foton, 5 MeV- 35 MeV elektron enerji aralıklarının doz ölçümünde kullanılabilir . Dış elektrot iç yarıçapı 6.3 mm, iç elektrotu dış çapı 1.0 mm iç elektrot uzunluğu 20.6 mm'dir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1 Farmer iyon odasının geometrisi [8]



Resim 3.3. Farmer iyon odası ve kablosu



Şekil 3.2. Farmer iyon odasının ölçüm yerleşimi

Ölçüm esnasında silindirik iyon odası Şekil 3.2. deki gibi ışıma dik olarak yerleştirilmelidir.

3.2.4. Farmer dozimetre

NE Technology 2570/1 model 1116 seri numaralı dozimetre cihazı iki adet büyük pille çalışmaktadır. Cihazda batarya voltajı, test için 10V değeri ve polarizasyon voltajı görülebilmektedir. Polarizasyon voltajı $250V \pm \%1 V$ olmaktadır (resim).

Okuma hassasiyeti düşük ve yüksek olarak seçilebilmekte olup, sıfır ayarı yapılabilmektedir. Doz (Gy) ve yük biriminden (nC) olarak ölçüm alınabilmektedir. Basınç, sıcaklık ve düzeltme faktörü girilmekte olup, dozimetrenin arkasındaki voltaj bölücü (V, V/2, V/4, V/8) anahtarı bulunmaktadır (Resim3.4.).



Resim 3.4. NE 2570/1 tipi Farmer Dozimetre

3.2.5. Standart blok

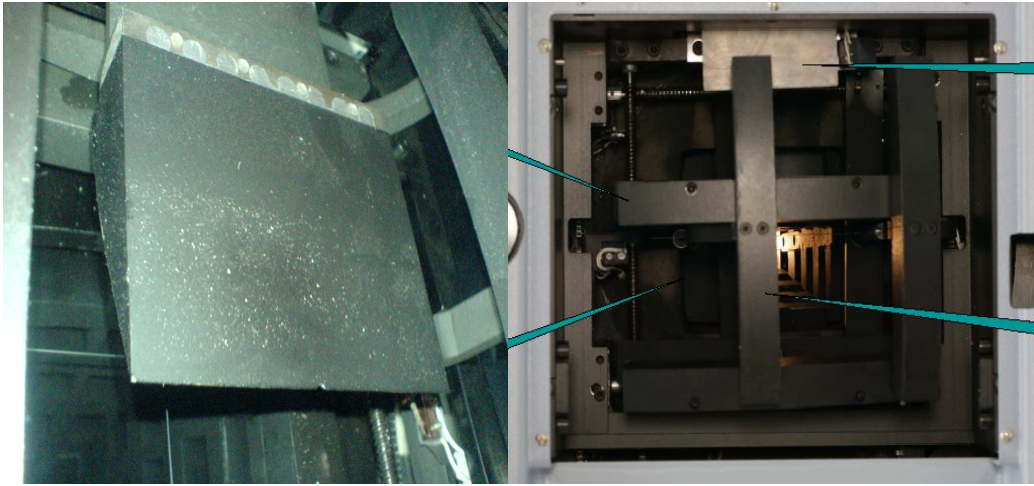
Standart blok olarak paralel kenarlı bir küp kullanılmıştır. Sağladığı maksimum alan büyüklüğü $8 \times 8 \text{cm}^2$ ' dir. 5 cm kalınlığındadır.

3.2.6. Fokalize blok

Fokalize blok 6 cm kalınlığında dökülmüştür. Sağladığı maksimum alan büyüklüğü $10 \times 10 \text{cm}^2$ ' dir.

3.2.7. Kama filtre

Equinox Co-60 tedavi cihazında bulunan 60° ' lik motorize kama filtre kullanılmıştır. Maksimum kama filtrelili alan boyutu $15 \times 15 \text{cm}^2$ ' dir (Resim 2.4.).



Resim 3.5. Equinox Co-60 tedavi cihazında ki motorize kama

3.3. Bulgular

3.3.1. Kama filtre geçirgenlik faktörü

$KGf = \text{KAMALI ALAN DOZ ORT.} / \text{AÇIK ALAN DOZ ORT.}$

Çizelge 3.1. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD tekniği

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,205	1,205	1,205	1,205	0,302	0,300	0,300	0,300	0,2491
8x8	1,250	1,250	1,250	1,250	0,317	0,317	0,317	0,317	0,2536
10x10	1,275	1,275	1,275	1,275	0,327	0,327	0,327	0,327	0,2565
15x15	1,322	1,322	1,322	1,322	0,350	0,350	0,350	0,350	0,2648

Çizelge 3.2. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD tekniği

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,212	1,212	1,212	1,212	0,302	0,302	0,302	0,302	0,2492
8x8	1,255	1,255	1,255	1,255	0,320	0,320	0,320	0,320	0,2560
10x10	1,280	1,280	1,280	1,280	0,330	0,330	0,330	0,330	0,2578
15x15	1,317	1,317	1,317	1,317	0,352	0,352	0,352	0,352	0,2673

Çizelge 3.3. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,142	1,142	1,142	1,142	0,285	0,285	0,285	0,285	0,2496
8x8	1,190	1,190	1,190	1,190	0,302	0,302	0,302	0,302	0,2538
10x10	1,215	1,215	1,215	1,215	0,312	0,312	0,312	0,312	0,2568
15x15	1,322	1,322	1,322	1,322	0,350	0,350	0,350	0,350	0,2659

Çizelge 3.4. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,182	1,182	1,182	1,182	0,295	0,295	0,295	0,295	0,2496
8x8	1,232	1,232	1,232	1,232	0,312	0,312	0,312	0,312	0,2532
10x10	1,257	1,257	1,257	1,257	0,325	0,325	0,325	0,325	0,2585
15x15	1,307	1,307	1,307	1,307	0,347	0,347	0,347	0,347	0,2655

Çizelge 3.5. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SDD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,040	1,040	1,040	1,040	0,260	0,260	0,260	0,260	0,25
8x8	1,092	1,092	1,092	1,092	0,280	0,280	0,280	0,280	0,2564
10x10	1,120	1,120	1,120	1,120	0,290	0,290	0,290	0,290	0,2589
15x15	1,172	1,172	1,172	1,172	0,312	0,312	0,312	0,312	0,2662

Çizelge 3.6. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,117	1,117	1,117	1,117	0,282	0,282	0,282	0,282	0,2525
8x8	1,175	1,175	1,175	1,175	0,300	0,300	0,300	0,300	0,2553
10x10	1,205	1,205	1,205	1,205	0,312	0,312	0,312	0,312	0,2589
15x15	1,260	1,260	1,260	1,260	0,337	0,337	0,337	0,337	0,2675

Çizelge 3.7. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,902	0,902	0,902	0,902	0,222	0,222	0,222	0,222	0,2461
8x8	0,965	0,965	0,965	0,965	0,242	0,242	0,242	0,242	0,2508
10x10	0,995	0,995	0,995	0,995	0,252	0,252	0,252	0,252	0,2533
15x15	1,050	1,050	1,050	1,050	0,277	0,277	0,277	0,277	0,2638

Çizelge 3.8. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,012	1,012	1,012	1,012	0,252	0,252	0,252	0,252	0,2490
8x8	1,082	1,082	1,082	1,082	0,272	0,272	0,272	0,272	0,2514
10x10	1,117	1,117	1,117	1,117	0,285	0,285	0,285	0,285	0,2551
15x15	1,180	1,180	1,180	1,180	0,312	0,312	0,312	0,312	0,2644

Çizelge 3.9. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,607	0,607	0,607	0,607	0,155	0,155	0,155	0,155	0,2559
8x8	0,670	0,670	0,670	0,670	0,172	0,172	0,172	0,172	0,2563
10x10	0,705	0,705	0,705	0,705	0,187	0,187	0,187	0,187	0,2652
15x15	0,765	0,765	0,765	0,765	0,207	0,207	0,207	0,207	0,2706

Çizelge 3.10. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,757	0,757	0,757	0,757	0,192	0,192	0,192	0,192	0,2536
8x8	0,837	0,837	0,837	0,837	0,217	0,217	0,217	0,217	0,2593
10x10	0,880	0,880	0,880	0,880	0,232	0,232	0,232	0,232	0,2636
15x15	0,957	0,957	0,957	0,957	0,265	0,265	0,265	0,265	0,2769

Çizelge 3.11. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,260	0,260	0,260	0,260	0,0680	0,0680	0,0680	0,0680	0,2615
8x8	0,301	0,301	0,301	0,301	0,0802	0,0802	0,0802	0,0802	0,2664
10x10	0,3247	0,3247	0,3247	0,3247	0,088	0,088	0,088	0,088	0,2710
15x15	0,3725	0,3725	0,3725	0,3725	0,1062	0,1062	0,1062	0,1062	0,2851

Çizelge 3.12. Kama filtre geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				KAMALI ALAN DOZU (Gy)				KGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,3870	0,3870	0,3870	0,3870	0,1012	0,1012	0,1012	0,1012	0,2615
8x8	0,4437	0,4437	0,4437	0,4437	0,1192	0,1192	0,1192	0,1192	0,2687
10x10	0,4787	0,4787	0,4787	0,4787	0,1312	0,1310	0,1310	0,1311	0,2739
15x15	0,5492	0,5492	0,5492	0,5492	0,1597	0,1597	0,1597	0,1597	0,2908

3.3.2. Fokalize blok geçirgenlik faktörü

FBGF=FOKALİZE BLOK ALAN DOZ ORT. / AÇIK ALAN DOZ ORT.

Çizelge 3.13. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD tekniği

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,207	1,207	1,207	1,207	0,042	0,042	0,042	0,042	0,0348
8x8	1,250	1,250	1,250	1,250	0,045	0,045	0,045	0,045	0,030
10x10	1,275	1,275	1,275	1,275	0,050	0,050	0,050	0,050	0,03921

Çizelge 3.14. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD tekniği

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,212	1,212	1,212	1,212	0,042	0,042	0,042	0,042	0,03465
8x8	1,255	1,255	1,255	1,255	0,047	0,047	0,047	0,047	0,03745
10x10	1,280	1,280	1,280	1,280	0,050	0,050	0,050	0,050	0,03906

Çizelge 3.15. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,142	1,142	1,142	1,142	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03503
8x8	1,190	1,190	1,190	1,190	0,042	0,042	0,042	0,042	0,03529
10x10	1,215	1,215	1,215	1,215	0,047	0,047	0,047	0,047	0,03868

Çizelge 3.16. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,182	1,182	1,182	1,182	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03384
8x8	1,232	1,232	1,232	1,232	0,045	0,045	0,045	0,045	0,03653
10x10	1,257	1,257	1,257	1,257	0,050	0,050	0,050	0,050	0,03978

Çizelge 3.17. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SDD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,040	1,040	1,040	1,040	0,035	0,035	0,035	0,035	0,03365
8x8	1,092	1,092	1,092	1,092	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03663
10x10	1,120	1,120	1,120	1,120	0,042	0,042	0,042	0,042	0,0375

Çizelge 3.18. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,117	1,117	1,117	1,117	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03581
8x8	1,175	1,175	1,175	1,175	0,042	0,042	0,042	0,042	0,03574
10x10	1,205	1,205	1,205	1,205	0,047	0,047	0,047	0,047	0,039

Çizelge 3.19. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,902	0,902	0,902	0,902	0,030	0,030	0,030	0,030	0,03326
8x8	0,965	0,965	0,965	0,965	0,035	0,035	0,035	0,035	0,03627
10x10	0,995	0,995	0,995	0,995	0,037	0,037	0,037	0,037	0,03718

Çizelge 3.20. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,012	1,012	1,012	1,012	0,035	0,035	0,035	0,035	0,03458
8x8	1,082	1,082	1,082	1,082	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03697
10x10	1,117	1,117	1,117	1,117	0,045	0,045	0,045	0,045	0,04029

Çizelge 3.21. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,607	0,607	0,607	0,607	0,022	0,022	0,022	0,022	0,03624
8x8	0,670	0,670	0,670	0,670	0,025	0,025	0,025	0,025	0,03731
10x10	0,705	0,705	0,705	0,705	0,027	0,027	0,027	0,027	0,03830

Çizelge 3.22. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,757	0,757	0,757	0,757	0,027	0,027	0,027	0,027	0,03567
8x8	0,837	0,837	0,837	0,837	0,032	0,032	0,032	0,032	0,03823
10x10	0,880	0,880	0,880	0,880	0,035	0,035	0,035	0,035	0,03977

Çizelge 3.23. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,260	0,260	0,260	0,260	0,0092	0,0092	0,0092	0,0092	0,0354
8x8	0,301	0,301	0,301	0,301	0,011	0,011	0,011	0,011	0,03654
10x10	0,3217	0,3217	0,3217	0,3217	0,0127	0,0127	0,0127	0,0127	0,03948

Çizelge 3.24. Fokalize blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				FOKALİZE BLOK ALAN DOZU (Gy)				FBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,3870	0,3870	0,3870	0,3870	0,0145	0,0145	0,0145	0,0145	0,0375
8x8	0,4437	0,4437	0,4437	0,4437	0,018	0,018	0,018	0,018	0,0406
10x10	0,4787	0,4787	0,4787	0,4787	0,021	0,021	0,021	0,021	0,04387

3.3.3. Standart blok geçirgenlik faktörü

SBGF=STANDART BLOK ALAN DOZ ORT. / AÇIK ALAN DOZ ORT.

Çizelge 3.25. Standart blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,205	1,205	1,205	1,205	0,050	0,050	0,050	0,050	0,04149
8x8	1,250	1,250	1,250	1,250	0,057	0,057	0,057	0,057	0,0456

Çizelge 3.26. Standart blok geçirgenlik faktörü; 0,5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,212	1,212	1,212	1,212	0,052	0,052	0,052	0,052	0,04291
8x8	1,255	1,255	1,255	1,255	0,057	0,057	0,057	0,057	0,04541

Çizelge 3.27. Standart blok geçirgenlik faktörü; 1,5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,142	1,142	1,142	1,142	0,047	0,047	0,047	0,047	0,04115
8x8	1,215	1,215	1,215	1,215	0,052	0,052	0,052	0,052	0,0428

Çizelge 3.28. Standart blok geçirgenlik faktörü; 1,5cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,182	1,182	1,182	1,182	0,050	0,050	0,050	0,050	0,04230
8x8	1,232	1,232	1,232	1,232	0,055	0,055	0,055	0,055	0,04464

Çizelge 3.29. Standart blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,040	1,040	1,040	1,040	0,045	0,045	0,045	0,045	0,04327
8x8	1,092	1,092	1,092	1,092	0,050	0,050	0,050	0,050	0,04579

Çizelge 3.30. Standart blok geçirgenlik faktörü; 3 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,117	1,117	1,117	1,117	0,047	0,047	0,047	0,047	0,04208
8x8	1,175	1,175	1,175	1,175	0,055	0,055	0,055	0,055	0,04681

Çizelge 3.31. Standart blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,902	0,902	0,902	0,902	0,037	0,037	0,037	0,037	0,04102
8x8	0,965	0,965	0,965	0,965	0,042	0,042	0,042	0,042	0,04352

Çizelge 3.32. Standart blok geçirgenlik faktörü; 5 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	1,012	1,012	1,012	1,012	0,042	0,042	0,042	0,042	0,0415
8x8	1,082	1,082	1,082	1,082	0,050	0,050	0,050	0,050	0,04621

Çizelge 3.33. Standart blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,607	0,607	0,607	0,607	0,027	0,027	0,027	0,027	0,04448
8x8	0,670	0,670	0,670	0,670	0,030	0,030	0,030	0,030	0,04478

Çizelge 3.34. Standart blok geçirgenlik faktörü; 10 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,757	0,757	0,757	0,757	0,035	0,035	0,035	0,035	0,04623
8x8	0,837	0,837	0,837	0,837	0,042	0,042	0,042	0,042	0,05018

Çizelge 3.35. Standart blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SSD teknik

ALAN	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,260	0,260	0,260	0,260	0,0115	0,0115	0,0115	0,0115	0,04423
8x8	0,301	0,301	0,301	0,301	0,0145	0,0145	0,0145	0,0145	0,04817

Çizelge 3.36. Standart blok geçirgenlik faktörü; 20 cm derinlik ve SAD teknik

ALAN (cm ²)	AÇIK ALAN DOZU (Gy)				STANDART BLOK ALAN DOZU (Gy)				SBGF
	1	2	3	ORT	1	2	3	ORT	
5x5	0,3870	0,3870	0,3870	0,3870	0,0117	0,0117	0,0117	0,0117	0,0302
8x8	0,4437	0,4437	0,4437	0,4437	0,023	0,023	0,023	0,023	0,0518

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Geçirgenlik faktörü, katı su fantomunda belli alan ve derinlikte standart blok, fokalize blok ve doz telafi kamasının radyasyon alanı içinde olması halinde ölçülen absorbe dozun; standart blok, fokalize blok ve doz telafi kamasının kaldırılması ile aynı noktada ölçülen doza oranıdır.

Bu çalışmada farklı alan (5×5 cm²'den sağladıkları maksimum alan büyüklüğüne kadar) ve derinliklerde (0,5, 1,5, 3, 5, 10, ve 20 cm) açık alan ve doz telafi kaması, standart blok ve fokalize bloklü alan, SSD ve SAD teknik kullanılarak birim zamanda verilen doz miktarı ölçülmüştür. Her bir alan ve derinlik ikilisi için ayrı ayrı ölçüm alınmıştır. Elde edilen ölçümlere göre;

1. Aynı derinlikte küçük alanlardan büyük alanlara doğru gidildikçe, geçirgenlik faktörü ölçümleri ~%1 oranında artmaktadır.
2. Büyük alanlarda (10×10 , 15×15 cm²) derinlik arttıkça geçirgenlik faktörü ölçümleri ~%1 oranında değişmektedir.
3. Küçük alanlarda (5×5 , 8×8 cm²) derinlik arttıkça geçirgenlik faktörü ölçümleri ~%1 oranında değişmektedir.
4. Aynı derinlikte alan arttıkça, SAD ve SSD teknikle alınan geçirgenlik faktörleri karşılaştırıldığında küçük alanlarda SAD ve SSD teknikle alınan ölçümler yaklaşık olarak aynı iken alan büyüdükçe SAD teknikle alınan ölçümler SSD teknikle alınan ölçümlerden ~%1 fazladır.
5. Aynı alanda derinlik arttıkça, SAD ve SSD teknikle alınan geçirgenlik faktörleri karşılaştırıldığında, ölçümler ~%1 oranında değişmektedir.

Geçirgenlik faktörü genellikle kliniklerde tek alan (10x10 cm²) ve tek derinlik (5cm) için SAD veya SSD teknik kullanılarak ölçülmektedir. Bu çalışmada alan ve derinlik ile SAD ve SSD tekniğın geçirgenlik faktörü üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Geçirgenlik faktörünün alan boyutuna bağımlılığı, standart blok, fokalize blok ve doz telafi kamasında saçılmış merkezi eksendeki doza katkıda bulunan primer fotonlarla açıklanabilir. Ayrıca kafadan ve fantomdan saçılan dozda alan bağımlılığı da etkilidir.

Sonuçta elde edilen verilere göre tek alan ve derinlikte tespit edilmiş geçirgenlik faktörünün diğer alan ve derinliklerde de kullanılabileceğini, ayrı ayrı geçirgenlik faktörü ölçümü alınmasına gerek olmadığı görülmüştür.

Aynı zamanda SSD tekniğı ile bulunan geçirgenlik faktörü yanlışlıkla SAD tekniğı ile yapılan tedavide kullanıldığında doz düzeyinde %1' in altında bir hata olacağı tespit edildi. Bu farkında tedaviye bir zararı olmayacağı anlaşıldı. Bu aynı şekilde SAD teknik kullanıldığında alınan geçirgenlik faktörü ölçümü içinde söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Baron, P., “KANSER, Doğal yollardan yaralanma kılavuzu”, Sirer, Z., *Alkım Yayınevi*, İstanbul, 70-90 (1999).
2. Sipahioğlu, H., “Onkoloji, Medikal onkolojide tedavi prensipleri ve protokollar”, *Öztek Matbaası*, 1-2 (1981).
3. Perez C.A., Brady L.W., “Principles and practice of radiation oncology 2nd ed”, *J.B. Lippincott Ed*, Londra, 138 ,188, 190 (1991).
4. Lauger, A., “Kanserde ışınlama teknikleri”, Uzal, C., *Öncü Limited Yayınları*, Ankara 31-100 (1995).
5. Akmansu, M., Bora, H., “Radyasyon onkolojisi genel bilgiler kitabı”, *Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi 20.Yıl Yayınları*, Ankara, 1-14, 15-30, 31-53 (1999).
6. Alican, F., “Kanser”, *Afa Matbaacılık*, İstanbul, 58-63 (1997).
7. Irmey, G., Jordan, A.-L., “Kanser tedavisinde 110 yöntem”, Usta, S., *Gelecek Atölyesi Yayıncılık ve Eğitim Hizmetleri*, İstanbul, 46-52 (2008).
8. Khan, F.M., “The Physics of Radiation Therapy 3rd”, Department of Therapeutic Radiology University of Minnesota Baltimore, *Williams and Wilkins*, Chapter 4, 38-58, Chapter 6, 78-96, Chapter 11, 199-227, Chapter 13, 272-296 (2003).
9. Chao, C.K.S., Perez, C.A., Brady, L.W., “Radyasyon Onkolojisi Tedavi Kararları”, Gemici, C., Mayadağlı, A., Parlak, C., *Nobel Tıp Kitabevleri*, İstanbul, 15-28 (2004).
10. Demir, A., “Lineer Hızlandırıcılarda Elde Edilen X-Işınlarıyla Kanser Tedavisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 125 (2002).
11. Kevenk, C., “Kobalt teleterapi”, **T.C. Başbakanlık Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği**, Ankara, 1-2 (1964).
12. Ünal, A., “Klinik Cerrahi Onkoloji”, *Özkan Matbaacılık*, Ankara, 236-243 (1997).
13. Güner, H., “Jinekolojik Onkoloji”, *Çağdaş Medikal- Kitapevi ve Yayıncılık Hizmetleri*, Ankara, 447-468 (2002)
14. Engizek, T., “Sağlık fiziği”, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım Evi*, İstanbul, 163-187 (1999)

15. Demir, B., Koca, A., Günhan, B., Karaçam, S., Öber, A., ., “Eksternal radyoterapi cihazlarına ait dozimetrik parametrelerin ölçüm ve fabrika değerlerinin karşılaştırılması”, *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 34(1) : 28-35 (2003)
16. Dutreix, A., Bjärngard, B.E., Bridier, A., Minjnheer, B., Show, E.J., Svensson, H., “Monitor unit calculation for high energy photon beams, Physics for clinical radiotherapy Booklet No 3.”, *ESTRO*, Belgium, 11-18 (1997)
17. Shahabi, S., “Blackburn’s Introduction to clinical Radiation Therapy Physics”, *Medical Physics Publishing Corporation*, Madisaon, 141-152 (1989)
18. Dirican, B., “1. Ulusal Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi”, *Radyoterapi Teknikleri*, TAEK, Ankara, 1-8 (2001)
19. Krane, S.K., “Nükleer fizik 1”, Şarer B., *Palme Yayıncılık*, Ankara, 160-188 (2001)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKPINAR, Halide
Uyruđu : T.C.
Dođum tarihi ve yeri : 03.05.1986 ANKARA
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (505) 918 06 86
e-mail : betul_halide@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Fizik Bölümü	2009
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Fizik Bölümü	2007
Lise	Ankara Cumhuriyet Lisesi	2003

Yabancı Dil

İngilizce