

30294

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ONKOLOJİ ENSTİTÜSÜ

PROSTAT KARSİNOMALARININ RADYOTERAPİSİNDE
ROTASYON TEKNİĞİ İLE KONVANSİYONEL TEDAVİ
TEKNİKLERİNDE PROSTAT LOJUNDA
DOZ DAĞILIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
VE OPTİMİZASYON

DOKTORA TEZİ

Tıbbi Radyofizik Uzmanı : Nazmi OĞUZ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nijad BİLGE

T.C. YÖK
DOKÜMAN T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İstanbul, 1993

İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa
Giriş	1
Genel Bilgiler	3
Araç ve Gereçler	16
Metod	23
Bulgular	30
Tartışma ve Sonuç	59
Özet	65
Kaynaklar	66

I- GİRİŞ

Gelişmiş batı ülkelerinde orta ve yaşlı erkek grubunda morbidite ve mortalite sebeplerinden önemli bir tanesi de prostat karsinomalarıdır. Her on erkekten bir tanesinde tüm yaşamı boyunca klinik prostat karsinoması gelişmesi beklenmektedir. Görülme sıklığı yaşla düzenli bir şekilde artar. Yakalanma yaşı ortalama 70'tir. Evli erkeklerde bekar erkeklere nazaran daha siktir (43). A.B.D. de Üçüncü Ulusal Kanser taramasında 85-89 yaş grubunda her yüzbin erkekte 872 gibi oldukça yüksek bir görülme sıklığı bulunmuştur (43). Çoğu prostat tümörlerinin selim olarak değerlendirilmesi veya hastanın ölümüne kadar semptom vermemesi ancak bunun otopsi sonucunda ortaya çıkması nedeniyle istatistiklerdeki değerler daima olması gerekenden daha az olmaktadır. (43)

Elli yaşın üstündeki erkeklerde akciğer kanserlerinden sonra en fazla görülen kanser tipi olan prostat karsinomalarının tedavisinde, gelişen tedavi teknikleri ile prognozun iyileşmesi zamanımızda "yaşam kalitesini nasıl yükseltiriz" tartışmasını gündeme getirdi. Erken evrelerde radikal prostatektomi veya radikal radyoterapi eşit derecede etkilidir. Bununla birlikte inpotans, inkontinans gibi tedavinin yan etkileri gözönüne alındığında radyoterapinin rolü önem kazanmaktadır (19,43). Radyasyon tedavisinin temel ilkesi; tümör

volümünde yüksek ve yeterli üniform doz bölgesi elde etmek, bunun yanında; tümör etrafındaki normal dokulara mümkün olduğu kadar az doz vermektir (10,16,21,31,44). Bu noktadan hareketle süper voltaj tedavi cihazlarının gelişmesiyle birlikte radyoterapide değişik tedavi teknikleri geliştirildi ve bunların neticesinde prostat karsinomalarının tedavi sonuçlarında pozitif gelişmeler oldu. Son zamanlarda yayınlanan detaylı radyoterapi sonuçlarında (6), sağlam dokuları koruyan radyoterapi tekniklerinin ilerlemesi ile gastrointestinal ve üriner sistem komplikasyonlarında daha az rastlandığı bildirilmektedir.

Bu çalışmada prostat karsinomalarının tedavisinde önemli bir yeri olan radyoterapide uygulanan radyasyon tedavi tekniklerinin doz dağılımları açısından avantaj ve dezavantajlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bunun için:

1- Genel bilgiler bölümünde bahsedilen altı tedavi tekniği için tedavi planlama bilgisayarı ile izodozları çizilerek doz dağılımları incelendi. Farklı enerjilerde izodoz dağılımlarının değişik olması nedeniyle izodozlar Co-60 Alcyon cihazı ve 18 MV foton neşreden Satürn cihazı için çizildi.

2- Tedavi planlama bilgisayarı ile kontur içerisinde 21 noktada (bir kesit için) nokta dozlar hesaplandı.

3- Doz dağılımları ve hesaplanan nokta dozların verifikasyonu amacıyla her tedavi tekniği için bir kesitte 10 nokta olmak üzere toplam 33 noktada termoluminesans dozimetri yöntemi ile ölçümler yapıldı. Bu ölçümler sadece Co-60 Alcyon cihazında yapıldı.

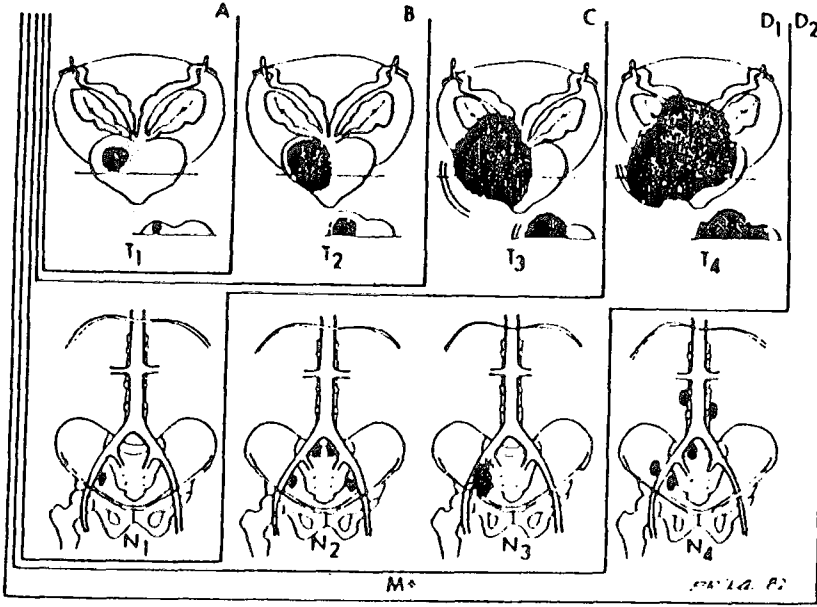
Böylece verifikasyonu yapılmış olan doz dağılımlarının hangi radyasyon tedavi metodunda daha iyi olduğu ve rotasyon tedavi tekniğinin diğer tekniklere bir üstünlüğünün olup olmadığı tartışıldı.

GENEL BİLGİLER

Prostat karsinoması, orta yaşın üstündeki erkeklerde en çok rastlanan kanser türüdür. Tedavi şansı, cerrahi ve kemoterapinin yanında radyoterapideki modern cihazların gelişmesi ile birlikte oldukça yükselmiştir. Tedavi seçimi hastalığın evresine, hastanın yaşına ve genel durumuna göre yapılır. Aşağıda tablo I'de UICC'nin prostat kanserlerinde TNM evrelemesi verilmiş (43) ve şekil I'de de buna karşılık gelen Amerikan evreleme sistemi (WHITMORE-JEWETT) österilmiştir(35).

- 0: Prostatta sınırlı olup, klinik olarak belirlenemeyen ve rastlantı sonucu prostat cerrahisi ile ortaya çıkan tümör.
- 1: Normal palpe edilen nodu ile çevrili intrakapsüler tümör.
- 2: Prostatta sınırlı tümör mevcut, ancak konturunu bozan ele gelen tek veya iki taraflı nodüller mevcuttur. Lateral sulkus ve vena seminalis tutulumu yoktur.
- 3: Lateral sulkus ve/veya seminal veziküllerin tutulumu ile kapsül dışına yayılım mevcuttur.
- 4: Tümör fiksedir ve komşu yapıların tutulumu vardır.
- 5, N2: Tek veya iki taraflı bölgesel lenf nodu tutulumu mevcuttur.
- 6: Uzak metastazlar mevcuttur.

Tablo I: Prostat karsinomasının TNM evrelendirilmesi



Şekil I: TNM ve A,B,C,D evrelendirilmesinin mukayesesi

Prostat karsinomalarının T₀ evresinde genellikle hasta takipte bırakılır. Bununla birlikte multipl indifferansiye T₀ tümör odakları bulunan genç hastalarda eksternal radyoterapi yapılabilir (43). T₁-T₂ evrelerinde radikal cerrahi ile radikal radyoterapi eşit derecede etkilidir. Ancak tedavinin yan etkileri gözönüne alındığında radyoterapinin popülaritesi artmaktadır. Çünkü radyoterapi ile yapılan tedavilerde idrar inkontinansı seyrekdir. İmpotans cerrahi ile % 100 olmasına rağmen radyoterapide bu oran oldukça düşüktür (2). Radyoterapiden sonra gelişen impotansların çoğu da psikolojik kökenlidir (20). Ayrıca radyoterapi, yaşlı kişilerde psikolojik olarak daha az sities yapar. T₃ evresindeki prostat kanserlerinde genellikle eksternal radyoterapi uygulanır (12,18,19). Bu hastalarda hormon tedavisi veya kemoterapinin kullanılmasını destekleyen kesin ve yeterli veriler yoktur (43). İnterstisyel radyoizotop implantasyonu tek başına veya eksternal radyoterapiye boost olarak uygulanabilir (6,34). Radyoizotop olarak genellikle Ir-192, Altın-198, İyod-125, Polladyum-103, Ytterbium-169 kullanılır (34).

ilerlemiş $T_3 - T_4$ olgularında lokal ve metastatik hastalığın kontrolünde palyatif radyoterapi önemli rol oynar.

Görüldüğü gibi prostat karsinomalarının hemen her evresinde external radyoterapi güvenli ve etkili bir tedavi yöntemi olarak kendisini kanıtlamıştır (2). Dr. Hanks "prostat kanserlerinin radyoterapisinde optimizasyon ve sonuçlar" adlı çalışmasında (18), prostat merkezine evrelere göre verilecek tablo II'de gösterilen dozlarla çok iyi lokal kontrol sağlandığını ve komplikasyonların azaldığını belirtmektedir.

Evre	Minimum doz (cGy)	Maksimum doz (cGy)
$T_0 - T_1$?	6000
T_2	6000	< 6499
T_3	6500	< 6999
T_4	> 7000	?

Tablo II: Evrelere Göre Prostat Lojuna Verilecek Dozlar.

A.B.D.'deki bazı merkezlerindeki radyoterapi sonuçları aşağıdaki tablo III'de verilmiştir (2).

Merkez	Evre	Hasta Sayısı	Lokal Kontrol (%)	Yaşam Süresi (Sene)		
				5 (%)	10	15
Stanford Üni.	B	348	91	77	57	39
	C	352		53	39	30
Washington Üni.	B	42	93	80		
	C	153	75	56		
M.D. Anderson Hast.	B	4	100	100		
	C	150	87	67		
Arizona Üni.	B	101	95	83		
	C	82	85	62		

Tablo III. A.B.D. 'deki bazı merkezlerdeki RT sonuçları

UICC, T₀ tümörlü hastalarda yaşam süresini genel popülasyona eşit T₁-T₂ tümörlü hastalarda ortalama 5 yıllık yaşam süresini % 80-95 T₃ tümörlü hastalarda % 60 T₄ tümörlülerde ise ortalama 3 yıl yaşam süresi bildirmektedir(10).

Radyasyon tedavisinde sorun prostat bölgesine yukarıda ifade edilen dozları homojen bir şekilde verirken rektum ve mesanenin alacağı dozu mümkün olduğu kadar az seviyeye indirmektir. Bu da iyi bir tedavi planlamasıyla sağlanabilir. Target volüme homojen doz verilmesi daha ziyade bir geometri sorunudur. Hassas dokuların korunması da bir ışın düzenlemesi ile sağlanabilir. Böylece bu sahalar ya ışından korunur ya da mutlaka ışın alacaksa bunun tümörden geçtikten sonra alması sağlanır. Prostat karsinomunun radyoterapisinde target volüm hastanın pozisyonu, hastalığın evresi ve tümörün cinsine bağlıdır (10). Target volüm daima prostat lojunu kapsamaktadır. Erken evre tümörlerde target volüm prostat bezi ve

seminal vesikalis ile sınırlıdır (10).

Prostat karsinomaların radyoterapisindeki yan etkilerin başında rektal ve mesane komplikasyonları gelmektedir. Bu komplikasyonlar dozlarla doğru orantılı olarak artmaktadır. 5500 cGy'de toplam %14 (5/35), 6500 cGy %23 (3/13), 7000 cGy için %20 (40/197) (37). Dozların yanında önemli bir faktör saha genişliğidir. Başlangıçtan itibaren küçük saha ışınlamalarında komplikasyon oranı %1.6, büyük saha ile başlayan ışınlamalarda %8.8 olarak verilmektedir (40). Literatürde buna benzer çalışmalarda hangi komplikasyonların geliştiği yüzdeleri ile birlikte ayrıntılı şekilde yayınlanmıştır (14,26, 35,36,38,45,46).

Prostat karsinomaların radyasyon ile tedavisinde maksimum kürü sağlamak ve komplikasyonları minimuma indirmek için değişik radyasyon teknikleri geliştirilmiştir. Radyasyon fizikçisinin ve Radyasyon onkoloğunun bütün hünerlerini göstereceği yer bu tedavi planlamasının yapılması ve simülasyon aşamasıdır. Yayınlanan bazı çalışmalarda simülasyon verilerinin CT ile karşılaştırıldığında üç boyuttan birinde yetersiz çizimler olduğu belirtilmektedir (3). Simülasyon teknikleri ve tedavi sahası boyutları bir çok çalışmada teferruatlarıyla anlatılmaktadır (5,7,8,10,21). Hemen hemen bütün çalışmalarda ön-arka geniş saha pelvis ışınlamasıyla 4000-4500 cGy doz verilip boost saha ile (6x6 - 8x8) 6000-7500 cGy'e tamamlanmaktadır (günlük doz 180-200 cGy). Genellikle 4-18 MV foton ışınları ve Co-60 gamma ışınları tercih edilmektedir. Bazı çalışmacılar, 43 MV ışın kullandıklarını bildirmektedirler (33).

Literatürde de Boost saha tedavisinde veya başlangıçtan itibaren küçük saha ışınlamalarında kullanılan belli başlı radyasyon tedavi teknikleri şunlardır:

lön + 120° iki post. oblik saha tekniği: Bu teknikte rektumun aldığı doz azalmaktadır (12,21).

1ön + 2yan Wedgeli 3 saha tekniği: Yan sahalarda 30° veya 45° wedge kullanılır. Wedge mesane dozunu azaltmak için kullanılır. Ancak yan sahalardan giriş dozları yüksek olmaktadır (12,36).

360° Tam rotasyon tekniği: Sık kullanılan boost tekniklerin başında gelir. Cildin ve çevre dokuların az doz alması ve set-up kolaylığı tekniğin avantajıdır (4,6,7,9,26,47).

4Saha(box) tekniği: Çok sık kullanılan ve Literatürde çok bahsedilen radyasyon tedavi tekniğidir. (1,5,21,26,47)

110° veya 120° iki lateral ark tekniği: Literatürde en sık rastlanan boost tekniğidir. Önden mesane, arkadan rektumu korumak için ışınlar iki lateral ark şeklinde verilir (1,4,5,6,7,12,17,21,26,47).

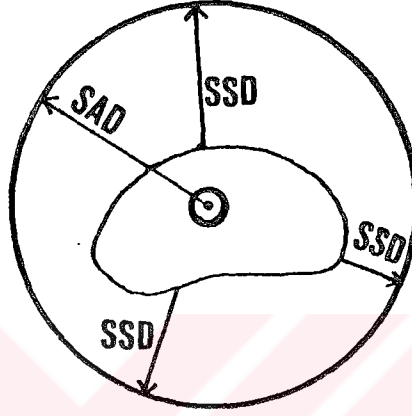
260° - 270° kısmi rotasyon tekniği: Rektum dozunu azaltmak için arkadan 90°-100° açık bırakılarak yapılan rotasyon tedavisidir (36,47).

Bunların yanında literatürde rektum koruma bloğu koyarak 4 saha (17), 4 saha ters oblik (7), 300° rotasyon (9) ve 6 saha ön-arka korunarak (41) tedavi tekniklerinden bahsedilmektedir.

Sabit saha tedavilerinin çoğunda ve rotasyon tedavi tekniklerinde izosantrik tedavi yöntemi kullanılmaktadır. İzosantrik tedavi yönteminin sabit SSD yöntemine göre gerek set-up açısından gerekse hata ihtimalini azaltmak açısından avantajları mevcuttur (13,15). Bunun için izosantrik tedavi tekniğinden, rotasyon tekniği ve bunların hesaplamalarında kullanılan TAR kavramından kısaca bahsedilecektir.

İZOSANTRİK TEDAVİ TEKNİĞİ (SAD TEKNİĞİ)

Modern tedavi cihazları sabit bir eksen etrafında dönecek şekilde tasarlanmıştır. Dönme eksenini, kaynak veya ışın



Şekil II. SAD, SSD Şeması

huzmesi merkezi eksenini ve yan ışın (laser) eksenlerinin kesiştiği referans noktası izosantr noktasıdır. Bu nokta ışın kaynağından sabit uzaklıktadır. SAD (Source Axis Distance) kobalt cihazları için genellikle 80 cm Lineer hızlandırıcılar için 100 cm dir.

Sabit SAD tekniği ile bir tedavi planlandığında, SSD her bir huzme için farklı olabilir (Şekil II). Ciltteki saha büyüklüğünde SSD ile değişir onun için izosantrik uygulamalarda saha izosantr'da tanımlanır (15,24,42). Kobalt cihazlarında izosantrik tedavi planlamasında:

$$\text{Hava Dozu} = \text{Doz Verimi (0.5 cm deki)} \div \text{BSF} \times \left(\frac{\text{SCD}}{\text{SAD}} \right)^2$$

$$\text{izosantrdaki doz verimi} = \text{Hava dozu} \times \text{TAR (d,A)} \text{ cGy/dk}$$

$$\text{Zaman} = \frac{\text{TD}}{\text{izosantrdaki doz verimi}}$$

TD

$$\text{Zaman} = \frac{\text{TD}}{\left[\text{Doz verimi (0.5 cm de)} \div \text{BSF} \right] \times \left(\frac{\text{SCD}}{\text{SAD}} \right)^2 \times \text{TAR (d,A)}}$$

SSD = Source Skin Distance (Kaynak Cilt Uzaklığı)

SCD = Source Chamber Distance (Kaynak İyon Odası Uzaklığı)

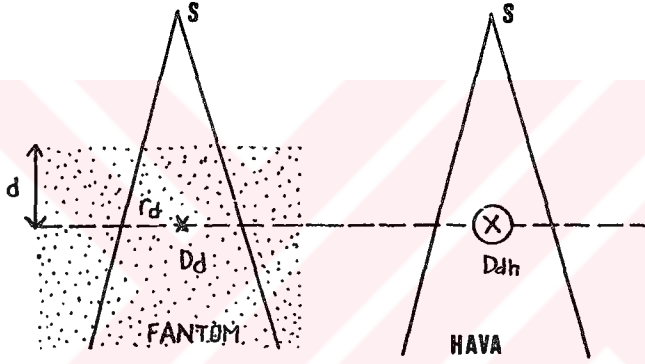
SAD = Source Axis Distance (Kaynak Merkez Uzaklığı)

$$\frac{\text{SCD}}{\text{SAD}} = \frac{80.5}{80} \text{ cm.}$$



TISSUE-AIR RATIO (TAR) KAVRAMI:

TAR, 1953 yılında rotasyon tedavisinin dozimetrisinde kullanmak amacıyla Johns tarafından geliştirilmiş bir kavramdır(24). Orjinal adı "Tumor-air ratio" dur. Bu kavram daha sonra "tissue-air ratio" ya dönüşmüş ve TAR olarak kısaltılmış, sadece rotasyon tedavisi hesaplarında değil sabit izosantrik tedavilerin doz hesabında kullanılmak üzere geliştirilmiştir (39).



Şekil: III TISSUE-AIR - RATIO (TAR)

TAR şekilIIIde görüldüğü gibi; dokuda (fantomda) ilgilenilen derinlikteki dozun, havada aynı yerdeki doza oranı olarak tarif edilebilir (42).

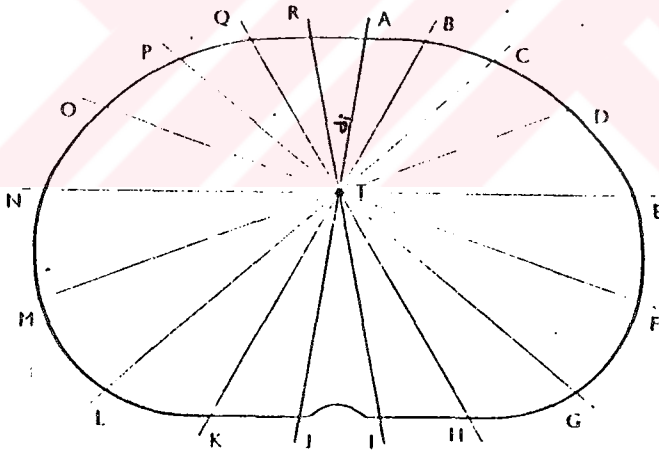
$$TAR(d, r_d) = \frac{D_d}{D_{dh}}$$

TAR , SSD'den bağımsız, d derinliğe ve bu derinlikteki rd alanına bağlıdır (39).

ROTASYON TEDAVİSİ TEKNİĞİ

Rotasyon tedavisi çok alan tedavisinin özel bir uygulamasıdır. Daha çok, derine yerleşmiş tümörlerin tedavisinde kullanılan bir tekniktir. Rotasyon kaynağı hastanın etrafında hareket ederken, huzmenin vücuda girişi farklı yüzeylerden fakat huzme eksenleri daima tümörün içinden geçer, tümörün merkezine fokuslanır. Tümör yeterli dozu alırken huzmenin vücuda girişi farklı yerlerden olduğu için tümör dışındaki sağlam dokular daha az radyasyon alır.

Rotasyon tedavisi; hastanın etrafında son derece çok sayıda küçük birbirine tıpatıp benzeyen alanlarda hastanın tedavisi olarak düşünülmelidir.



Şekil IV. Vücut konturu 20'lik sektörlere bölündüğünde tümör cilt mesafeleri (d_i)

Şekil IV de görülen d_i derinliğinde herbir küçük alan için TAR, $TAR(d_i, A)$ olacaktır. Bütün bu alanların ebadı aynı olmalıdır ve her bir alan için verilen doz eşit olmalıdır. Bütün bu alanlardan merkezde verilen doz D_{tot} olacaktır. Eğer N alan varsa herhangi bir alandan verilen doz $D_i = D_{tot}/N$ olmalıdır. Her bir alandan merkezde verilen tümör dozuna katılım

$$TD_i = \frac{D_{tot}}{N} TAR(d_i, A) \cdot F_{dokü}$$

Merkezde toplam absorbe doz $D_A = TD_1 + TD_2 + \dots + TD_N$

$$D_A = \frac{D_{tot}}{N} \left[TAR(d_1, A) + TAR(d_2, A) + \dots + TAR(d_N, A) \right] \cdot F_{dokü}$$

$D_A =$ Merkezde verilen toplam doz x N alanlar için ortalama
TAR x $F_{dokü}$

Gerçekten merkezde total doza dayanan hesaplama basit bir ortalama TAR metodudur. Buna benzer yaklaşık bir metod'da eşit açılı aralıklarda birçok alanlar farzederek bu alanlardan ortalama TAR elde edilmesi metodudur (23, 31, 44). İyi bir yaklaşımla ortalama TAR elde etmek için kaç alan gerektiği konusunda yapılan çalışmalarda 12'den fazla alanlar için ortalama TAR değerinin çok az değiştiği bulunmuştur (29, 31). Rotasyon tedavisinde doz hesaplamaları uzun ve zaman alıcıdır. Ancak bu dağılımlarla ilgili Tsien ve arkadaşlarının ileri bir doz atlası mevcuttur. Birçok bilgisayarlı tedavi sistemleri bu metodu içermektedir. (23)

Kısmi Rotasyon:

Rotasyon tedavisi, 360° den daha az açı ile yapılan bir rotasyon tedavisidir. Rotasyon tedavisi esnasında eğer radyoterapist belli bir bölgeyi saha dışında bırakmak isterse (Örneğin prostat ışınlamasında rektumu korumak için 90° - 100° 'lik bir saha) buna göre hesap yapıldığında avaraj TAR ve zaman çok fazla değişmez.

Rotasyon Tedavisinde Ark Açısının Etkisi :

Tam rotasyon kullanıldığı zaman izodoz eğrileri tümörün etrafında simetrik daireler şeklinde olur. Ancak kısmi rotasyon uygulanınca bu simetri bozulur ve yüksek doz alanı aks'tan ve rotasyona girmeyen bölgeden uzaklaşır. 180° 'den az kısmi rotasyon uygulanmak istenirse çok dikkatli inceleme yapmak gerekir (23).

Rotasyon Doz Dağılımlarında Işın Penumbrasının Etkisi:

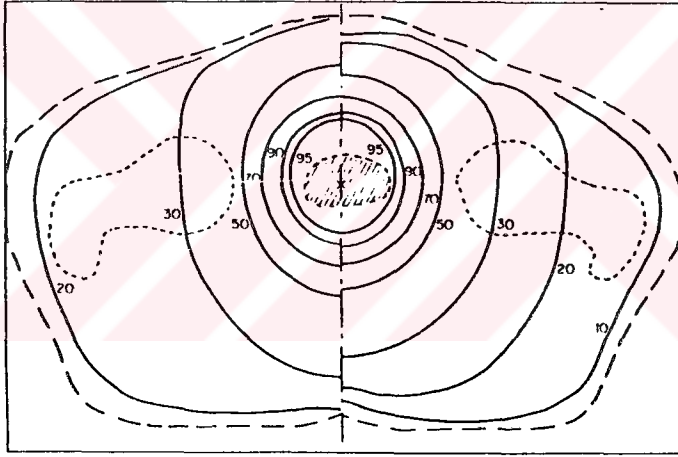
Rotasyon tedavisinde büyük penumbralardan kaçınılmalıdır. Küçük penumbralarda tümör bölgesi dışında doz düşüşü daha iyidir. Doz tümör bölgesinde daha homojendir.

Rotasyon Doz Dağılımlarında Alan Büyüklüğünün Etkisi:

Rotasyon tedavisinde saha genişliği arttıkça target volümün dışında kalan sahaya gelen doz önemli derecede artar. Onun için genellikle geniş saha kullanımı önerilmez.

SAD'nin rotasyon doz dağılımındaki etkisi azdır. Ancak mesafe kısalınca penumbra fazlalaşacağı için yukarıdaki gibi etkiler beklenir.

Rotasyon Doz Dağılımında Radyasyon Enerjisinin Etkisi:



Şekil V. 360° rotasyon tekniğinde Co-60 ve 10 MV foton ışınlarının doz dağılımları
sol taraf Co-60 (SAD = 80 cm sağ taraf 10 MV foton SAD = 100 cm

Şekil V'de 6x6 cm'lik, minimum penumbralı Co-60 ışını ile (SAD = 80cm) 10 MV'luk foton ışınlarının (SAD = 100cm) rotasyon tekniğinde doz dağılımları bize iki enerji arasındaki dağılım farkını göstermektedir. Her iki ışın türünde de izodoz eğrileri şekil olarak eliptiktir. Doz dağılımları benzer gözükmemektedir. Ancak 10 MV'luk fotonun doz dağılımı biraz daha iyi gözükmemektedir. Çünkü tümör dışında daha az doz dağılımı vardır. Cilt dozları her ikisi içinde

düşüktür. Işınlar arasında seçim yapmak klinik şartlara göre tercih edilebilir.



III-ARAÇ VE GEREÇLER

Bu çalışmada kullanılan arac ve gereçler

- 1- GE - MeV ALCYON II Co-60 teleterapi cihazı
- 2- GE - MeV Mecaserto simülatör cihazı
- 3- Alderson Rando Fantom
- 4- Theratronics Theraplan 500 Tedavi Planlama Sistemi
- 5- NE-2570 ̢ A470 Farmer dozimetre
- 6- NE-2571 ̢ 662 iyon odası
- 7- Theradose RFA-3 otomatik izodoz çizicisi
- 8- PTW RW-3 Katısu Fantomu
- 9- Harshow TLD Sistemi

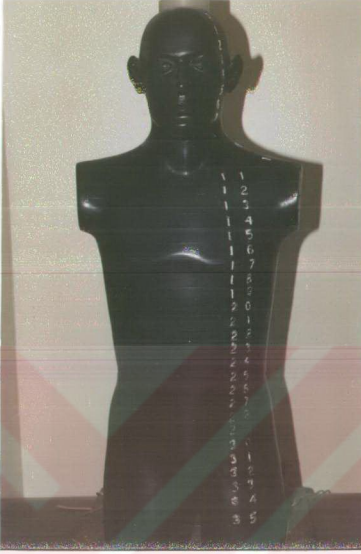
1- GE-MeV ALCYON II Teleterapi Cihazı

ALCYON cihazı 6100 RHM aktif kapasiteli 2 cm çapında bir C0-60 kaynağına sahiptir. Kaynağın aktivitesi 1993 haziran ayında yaklaşık 2880 RHM dir. Yayınladığı gamma ışınlarının ortalama enerjisi 1.25 MeV dir. SSD= 80 cm de izosantrik rotasyon tedavisi yapmaya elverişlidir. Rotasyon tedavisini minimum 10° , maks. 359° de yapabilir. Rotasyon hızı min. 18° /dakika, max. 360° /dakika dır. Cihazın kaynak kolimatör mesafesi 45 cm, kaynak-koruyucu blok tepsisi(tray) 55.3 cm dir. SSD= 80 cm de saha maks. 32x32 cm, minimum 4x4 cm SSD= 100 cm de maks. 38x40 cm, minimum 5x5 cm açılmaktadır.

2- GE-MeV Mecaserto Simülatör Cihazı

Bir radyoterapi departmanının temel ihtiyacı olan simülatör; X ışını tüpü (tanı amaçlı) ile çalışan, farklı tedavi cihazlarının geometrik, optik ve mekanik özelliklerini taşıyan bir görüntüleme cihazıdır. Üç boyutta hareket edebilen imaj şiddetlendirici tüpü sayesinde TV monitör sistemleri ile görüntüler izlenebilir, istenilirse lokalizasyon filmleri çekilebilir. Gantry 0° - 362° dönebilecek şekilde monte edilmiştir. Fokus-eksen uzaklığı (FSD) otomatik olarak 80-100-105 cm ayarlanabilir. Mesafeler optik göstergelerle ölçülmektedir.

3- Alderson Randofantom



Resim I: Alderson

Randofantom

Alderson Randofantom (humonoid fantom) insan şeklinde ve 2.5 cm'lik kesitler halinde sentetik izosiyonat maddesinden yapılmış TLD için ideal bir fantomdur (Resim 1). Fiziksel ve kimyasal olarak arzu edilen yoğunluk ve efektif atom numarasında yapılmıştır. Ortalama yoğunluğu $d = 0.985 \text{ gr/cm}^3$ atom numarası $Z = 7.5$ tur. Organ yoğunlukları gerçek insan organ yoğunluklarına uygundur. Kesitler üzerinde doz ölçümünü yapabilmek için uygun delikler mevcuttur.

4- Theratronics Theraplan 500 Tedavi Planlama Sistemi

Theraplan 500 (Theratronics), 2 boyutlu / 3 boyutlu planlama yapabilme kapasitesine sahip bir tedavi planlama sistemidir. Bu sistem, DEC 11/73 kompüter, yüksek çözünürlüklü grafik çalışma istasyonu, digitizer, printer ve plotterden ibarettir. 250kv-40Mv foton enerjilerinde sabit SSD, izosantrik (SAD), ark, rotasyon ve

yarılan blok teknikleriyle external huzme planlaması yapmaktadır. Irregular alan ve elektron tedavilerinde planlama yapabilen sistem, ayrıca brakiterapi planlaması ve brakiterapi ile external tedavi planlamasını kombine olarak yapabilmektedir. Sistem, CT, simulator, 3D sufantomu ve film dozimetri sistemlerine bağlanabilen modern bir donanıma sahiptir.



Resim II: Theraplan 500 Tedavi Planlama Sistemi

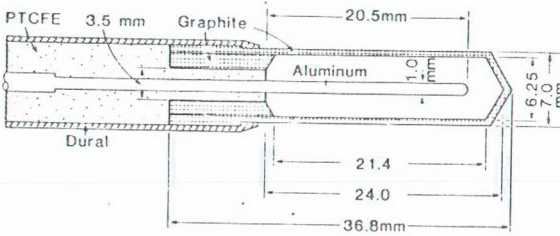
5- NE-2570 Farmer Dozimetre

NE-2570 # 470 A Farmer dozimetre pille çalışan bir radyasyon ölçüm cihazıdır. Okuma değerlerini röntgen veya basınç, sıcaklık, kalibrasyon gibi fiziksel parametreler girilirse cGy olarak verebilmektedir. Polarizasyon voltajı ≈ 250 Volt'tur. Genellikle - 250 voltta kullanılır. Polarizasyon voltajı 2,4,8'e bölünebilir. Bu dozimetre için önemli bir avantajdır. Foton ve elektron huzmelerinin recombination correction hesapları için kullanılır.

6- NE-2571 0.6 cc İyon Odası

NE-2571 # 662 seri nolu 0.6 cc iyon odası radyoterapide foton ve elektron dozimetrisinde kullanılır. İç elektrodu alüminyum dış

elektrodu grafitten yapılmıştır. Şekil VI de NE-2571 silindirik iyon odasının kesiti ve elektrod yapısı görülmektedir.)



Şekil VI. NE 2571 iyon odasının kesiti

Build-up Cap'i delrin materyalinden yapılmıştır. 100 KV-35MV enerjili ışınların doz ölçümünde kullanılır.

7- Theradose RFA-3 Otomatik İzodoz Çizicisi

Theradose RFA-3 Su Fantomu; 50x50x40 cm lük bir hacimde diodların veya iyon odasının 3 yönde hareketini servo motorlarla uzaktan sağlayan elektronik kumanda konsolu, perspeksten yapılmış bir su tankı, su deposu ve otomatik izodoz çizmek için plotteri olan bir cihazdır. Diodların koordinatları 0.5 mm hassasiyetle tayin edilebilmekte tekrar edilebilirliği ise 0.2 mm dir.

8- PTW RW-3 Katı Su Fantomu

RW-3 katı su fantomu 40x40 cm boyutlarında 1 mm den 2 cm'ye kadar değişik kalınlıklardaki levhalarda yapılmış suya eşdeğer kabul edilen bir katı fantomdur. Fiziksel yoğunluğu 1.045gr/cm elektron yoğunluğu ise $3.428 \times 10^{23} \frac{e}{g}$ (suyun elektron yoğunluğu $3.346 \times 10^{23} \frac{e}{g}$) Katı su fantomu, enerjisi 0.66-50 MV foton ışınları, 1.45-50 Mev elektron ışınları dozimetresinde kullanılır. Statik elektriği depolamaz.

9- TLD Sistemi

TLD Dozimetrisi

Bazı kristaller termolüminesans (TL) özelliği gösterirler. Bir kristal ışınlandığında absorblanan enerjinin küçük bir bölümü kristal kafeste toplanır. Kristal ısıtılırsa bu enerjinin bir kısmı görünür ışık olarak açığa çıkar. Termal yolla görünür fotonların açığa çıkması olayına termolüminesans denir (24). TLD'nin cevapları ile termal geçmişleri arasında çok yakın bir ilişki vardır. Bu nedenle dozimetrelerin aynı termal geçmişe sahip olmaları gerekir. Tekrarlanabilir soğutmayı sağlamak için alınacak önlemler TL materyalinin TL verimliliğini etkiler (28). Bu yöntem endirekt ölçü yöntemi olduğu için LiF çubukları bilinen bir dozla kalibre edilerek kullanılır.

a) Harshaw LiF-100 TLD çubukları

Lityum florür (LiF) içeren termolüminesans dozimetreler yüksek basınç altında ve yüksek sıcaklıkta üretilmiş bir "polycrystalline" dir. Çubuklar 1 mm çapında 6 mm boyunda ve yaklaşık 10 mgr ağırlığındadır. % 100 LiF içerir ve Lityumun % 7.5'ünü Li-6, % 92.5'ünü Li-7 oluşturmaktadır. Şeffaf ve serttir. 10^8 R/Sn doz hızı bağımsızlığı, 20 KeV ile birkaç MeV a kadar enerji bağımsızlığı gösterir. Yaklaşık doku eşdeğeridir. LiF-100 ile $100 \text{ mR} \cdot 10^5$ R arasında toplam doz ölçülebilmekte, çeşitli kalitede iyonizan ışınların (X, Alfa, Beta, Gamma, elektron, Proton, Nötron) dozimetrik çalışmalarında kullanılabilir. Nokta ve yüzeysel dozimetri çalışmaları için ideal bir dozimetredir. Defalarca kullanılabilir. Böyle durumlarda hassasiyetinin kontrol edilmesi lazımdır. Oda sıcaklığında bir senede % 5'den daha az lüminesans kaybına uğramaktadır. TLD ile çok temiz bir ortamda çalışılmalıdır. Kir okumayı etkileyen önemli bir faktördür. Onun için çalışma esnasında dozimetreleri poşet içine koymak lazımdır.

b) Horshaw 2000 A-B model TLD okuyucu ünitesi

Horshaw 2000 A-B model termolüminesans analizörü; 2000-A termolüminesans dedektörü ve 2000-B otomatik integral pikoamperetreden oluşur. Bu okuyucuyla 5×10^{-3} ile 10^5 R arasındaki dozlar okunabilir. 2000-A TL dedektör cihazı, dozimetreleri ısıtma bölümü (planchet), ısıtma devresi ve düşük karanlık akıma sahip olan bir fotomultiplifikatör (PM) tüpten ibarettir. Isıtma 50° - 400° C'ye kadar ayarlanabilir. Sisteme istenilirse ploter ve printer bağlanabilir. Cihazla okuma yapmadan önce PM tüpünün sabit sıcaklığa varması için birkaç saat beklemek gerekmektedir (Resim 3).



Resim III. TLD Sistemi

c) TLD fırınlama cihazları

Termolüminesans dozimetreleri görümlenmede (annealing) ve okuma öncesi ısıtmada kullanılan fırınlardır. Sıcaklıkları ayarlanabilir. Termostatlıdır. Fırının birisi 100° C'de diğeri 400° C'de tutulur.

4- YÖNTEM

Bu çalışmada; prostat karsinomlarının radyoterapisinin boost tedavisinde ve küçük alan ışınlamalarında İ.Ü. Onkoloji Enstitüsünde, yurtiçi ve yurtdışı diğer merkezlerde uygulanan konvansiyonel tedavi teknikleri ile rotasyon tedavisi ve kısmi rotasyon tedavi tekniklerindeki doz dağılımları ve bazı noktalardaki doz değerleri karşılaştırılmıştır. Bunun için yapılan işlemler sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

4-1. Co-60 Alcyon cihazında

4-1. a) Farmer dozimetre NE 2571 iyon odası ve RW-3 katı su fantomu kullanarak iyonizasyon yöntemi ile doz verimi ölçümü yapıldı. IAEA 277 protokolüne göre absorbe doz tayini yapıldı.

4-1. b) Farmer dozimetre, 2571 iyon odası ve RFA-3 sisteminin su fantomu kullanılarak;

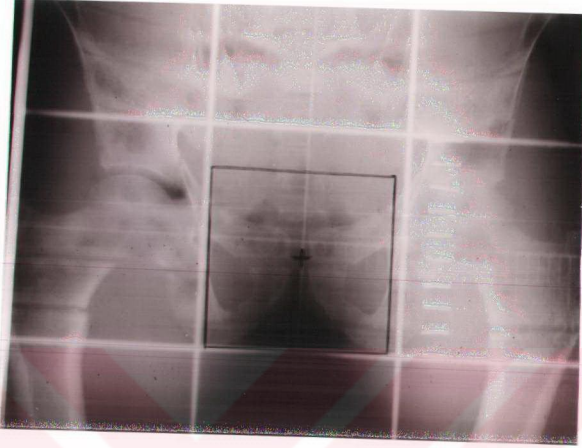
1- 6x6 cm, 7x7 cm, 8x8 cm, 10x10 cm sahalar için TAR ölçüsü yapıldı. 2- 7x7 cm saha için 0.5 cm, 9 cm ve 16 cm derinlikte doz profili eğrileri çizildi.

4-1. c) Rotasyon tedavisi zaman hesabını kontrol etmek amacıyla 35x35x20 cm boyutlarındaki polisitren fantomda, iyon odasını 10 cm derinliğe koyarak (izosantr noktasına) doz ölçümü yapıldı.

4-2. İnsan benzeri randofantom simülatörde tedavi şartlarında simüle edilerek lokalizasyon filmleri çekildi. Saha izosantr da 7x7 cm olarak çizildi.

4-3. a) Rando fantomun, üzerine çizilen sahasının orta hattından geçen kesitte, 1.8 cm üst kesitinde ve 3.5 cm üst kesitinde bilgisayarlı tomografileri çekildi. Lokalizasyon filmleri, BT'ler ve anatomik atlas (25) yardımıyla konturlar içerisine mesane prostat ve rektum yerleştirildi.

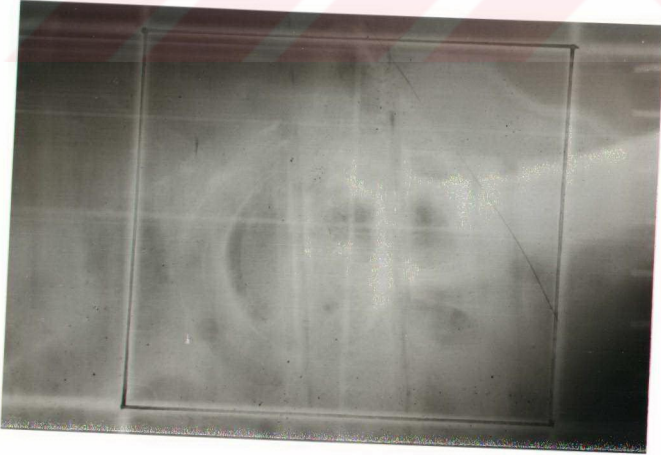
b) Tedavi alanı içerisindeki kemiklerin dansitesi bulundu.

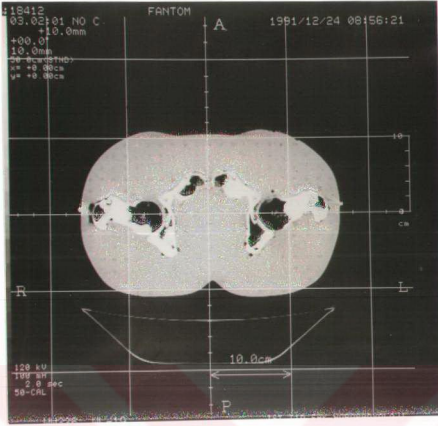


Resim IV: Lokalizasyon filmleri

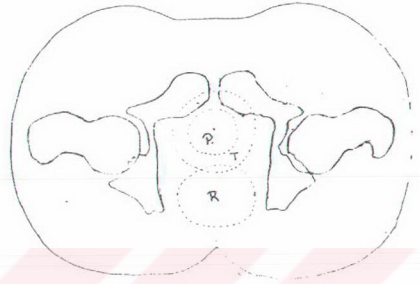
a: AP saha

b: lateral saha

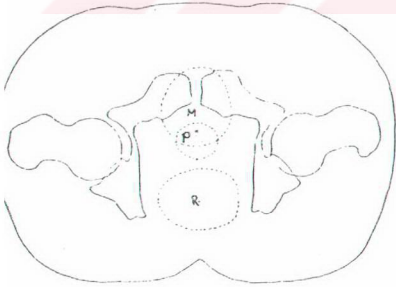




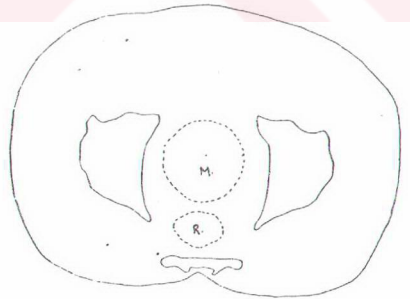
Resim V: Fantom'un merkezi
eksendeki BT'si



Şekil VII a: 0 kesit



Şekil VII b: 1.8 Cm üst kesit -
teki kontur



Şekil VII c: 3.5 cm üst kesit -
teki kontur

4-4. a) Prostat karsinomasının tedavisinde sık uygulanan aşığıdaki 6 tedavi tekniğinde Multidata RTP 123 ile izodozları çizildi. Daha sonra Enstitümüzün Tedavi Planlama Sistemi geldiğinde bu izodozlar Theraplan 500 ile yeniden çizildi. Bazı noktaların dozları hesaplandı. İzodozlar o plan, 1.8 cm üst plan ve 3.5 cm üst planda çizildi. 3.5 cm; saha kenarı olduğu için 1.8 cm ise sahanın merkezi ile üst kenarının ortası olduğu için tercih edildi.

Kullanılan Tedavi Teknikleri:

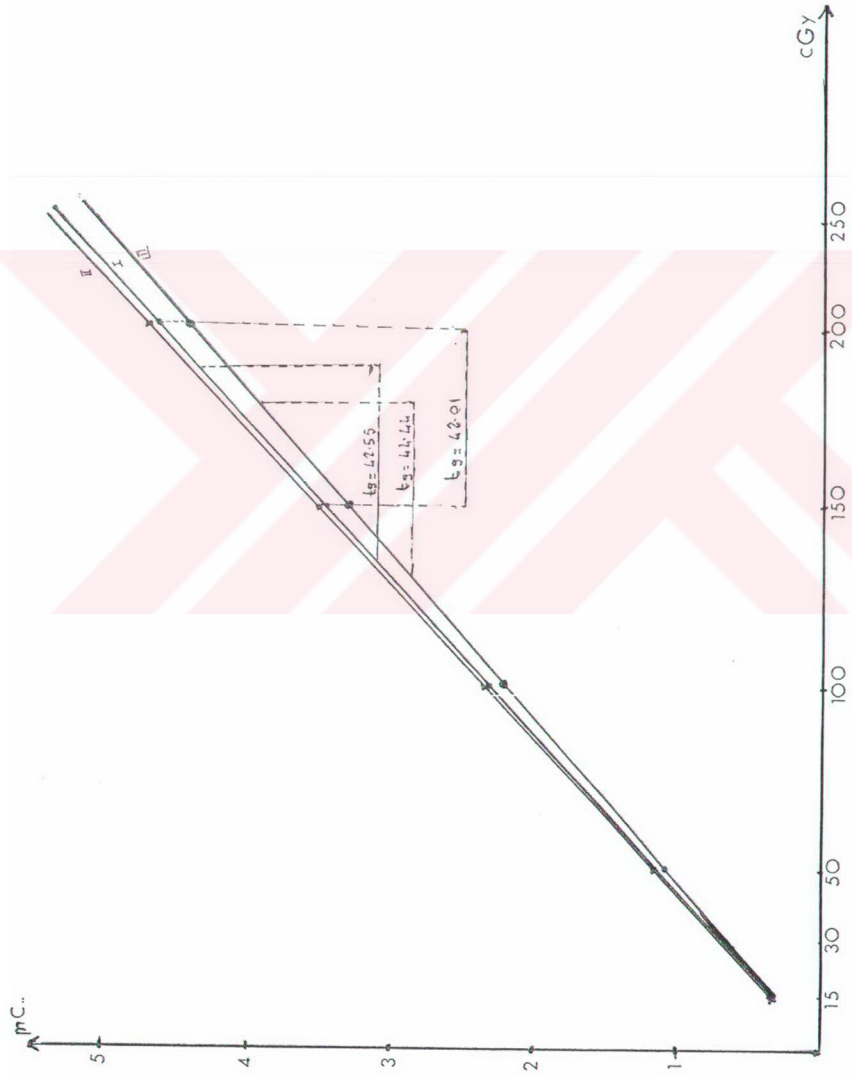
1. I ön + 120° iki post. oblik saha tekniğı
2. I ön + 2 Lateral 30° Wedge'li 3 saha tekniğı
3. Tam rotasyon (360°) tekniğı
4. 4 saha (Box) tekniğı
5. 110° iki lateral ark ($30^\circ-140^\circ$, $220^\circ-330^\circ$) tekniğı
6. 260° 'lik kısmi rotasyon tekniğı (arka saha rektumu korumak için 100 açık bırakılarak)

4-4. b) 8×10 sahada izosantr'da ön-arka ışınlama ile 4600 cGy + boost teknikleri ile 2000 cGy olmak üzere toplam 6600 cGy olacak şekilde kombine izodozlar çizildi, nokta dozları hesaplandı. Aynı izodozlar 18 MV'luk Satürn Lineer hızlandırıcı cihazı için çizildi. İzodozlar izosantrik (SAD) tedavi tekniğine göre çizildi.

4-5. TLD Sistemi

Kalibrasyon İşlemi :

Önce TLD çubuklarının gruplandırma işlemi yapılarak 3'lü gruplar haline getirildi. Gruplandırılmış TLD çubukları polisitren fantomda SSD= 80 cm. 10×10 saha ve 5 cm ölçü derinliğinde 15, 30, 50, 100, 150, 200, 230 cGy'lik dozlarla ışınlandı. Her TLD çubuğunun Coulomb değerleri okundu. Doz ile Coulomb değerleri arasında kalibrasyon eğrisi çizildi.(Şekil VIII)



ŞEKİL-III. TLD Kalibrasyon Eğrileri

LİF-100 çubukları 3'lü gruplar halinde fantomda şekil 9 da gösterilen 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 no'lu noktalara* kirlenmeyi önlemek amacıyla minik poşetler içinde yerleştirildi. Ayrıca sahanın 2 cm dışında 1-4-9 no'lu noktaların hizasında üç noktaya da TLD çubukları yerleştirildi. Herbir tedavi tekniği için izosantr noktasında 200 cGy verilecek şekilde fantom ışınlandı ve noktaların aldığı dozlar ölçüldü. Ölçüler her teknik için enaz 3 defa tekrarlandı.

* Noktaların yerleri şöyledir: (0 kesit için)

0. Nokta : Prostatın merkezi ve izosantr noktası.

I. Nokta : Prostatın içinde ve izosantr noktasının 1 cm arkasında

2. Nokta : Prostatın 1.5 cm sol tarafı

3. Nokta : prostatın arka kenarı

4. Nokta : Rektum ön duvarı

5. Nokta : Rektum sağ yan duvarı

6. Nokta : Rektum sol yan duvarı

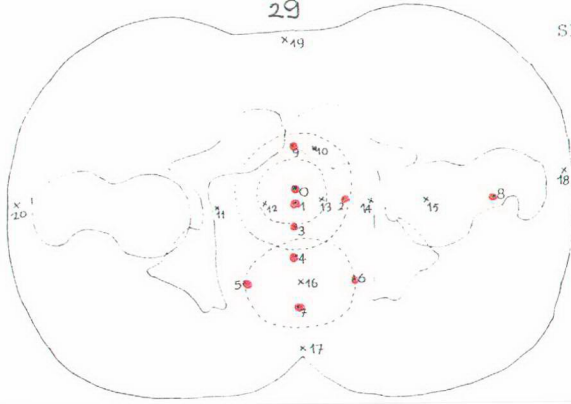
7. Nokta : Rektum arka duvarı

8. Nokta : Sol femur trokanter bölgesi

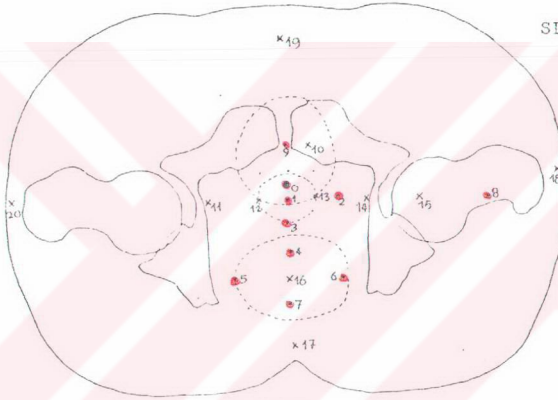
9. Nokta : Prostatın 1 cm ön tarafı ve izosantr noktasının 2.5 cm yukarısı pubis symphislerin önü

29

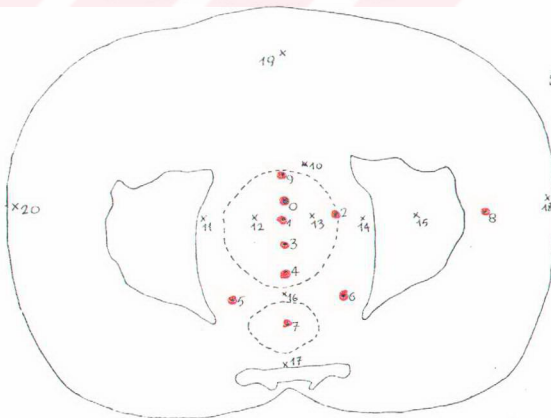
SLICE NO 1 0.0 cm



SLICE NO 2 1.8 cm↑



SLICE NO 3 3.5 cm↑



● : TLD ile ölçülen noktalar

x : Tedavi Planlama Bilgisayarı ile hesaplanan noktalar

5- BULGULAR

Co-60 Alcyon II cihazında yapılan çalışmalar sonucunda :

5-1. a) Doz verimi tayini için SSD= 80 cm, d= 5 cm de 4x4...
32x32 cm alanlarda yapılan ölçülerde, Enstitümüzde absorbe doz hesabında kullanılan IAEA 277 protokolüne (22) göre

$$\begin{aligned} Dw (Peff) &= Mu \cdot N_D \cdot Sw, air \cdot Pu \cdot P_{cel} \quad cGy/dk \\ Mu &= Mu^0 \cdot k_{PT} \cdot Ps \cdot k_n \quad div/dk \\ N_D &= N_k (1-g) \quad km \text{ katt} \end{aligned}$$

$$N_k = N_x \cdot \frac{w}{e} (1-g)^{-1} \cdot 2,58 \cdot 10^{-4} \quad c/kg$$

$$Dw (max) = Dw(Peff) / \%DD_B \text{ formüllerini kullanarak}$$

7x7 cm Saha için doz verimi 83.03 cGy/dk. bulundu (1.7.1992).

5-1. b) 6x6 cm, 7x7 cm, 8x8 cm, 10x10 cm alanlar için 20 cm derinliğe kadar TAR ölçüleri yapıldı ve British Journal of Radiology (BJR) Supplement 17'nin (11) TAR'ları ile mukayese edildi (Tablo IV).

7x7 cm sahanın 0.5 cm, 9 cm, 16 cm derinliklerde doz çıkarıldı. (Şekil: X-a) ve SSD=80 cm ile SSD=71 cm'de izodozları çizildi. (Şekil: X-b,c)

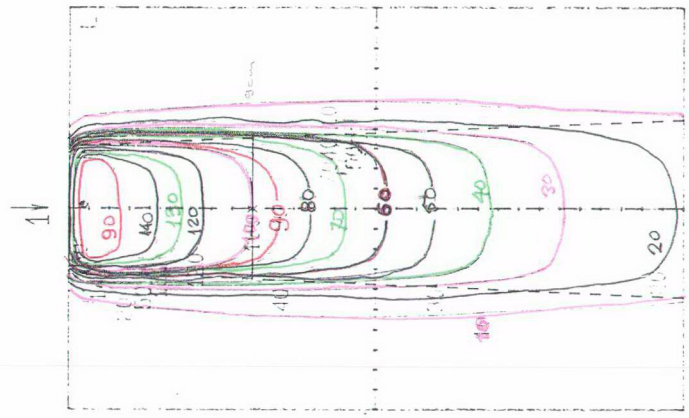
5-1. c) Rotasyon tedavisinde zaman hesabının verifikasyonu için 35x35x20 cm boyutlarındaki polisitren fantomu 15'er derecelik 24 sektöre (Şekil XI.) ayırarak ortalama derinlik 14.4 cm, ortalama TAR=0.533 bulundu.

Saha cm → Derinlik cm 	6 X 6		7 x 7		8 X 8		10 X 10	
	Ölçülen	BJR	Ölçülen	BJR	Ölçülen	BJR	Ölçülen	BJR
1	1.013	1.011	1.017	1.016	1.023	1.021	1.030	1.029
2	0.982	0.981	0.988	0.988	0.995	0.994	1.007	1.005
3	0.946	0.944	0.954	0.953	0.693	0.961	0.977	0.974
4	0.906	0.905	0.916	0.915	0.927	0.925	0.943	0.940
5	0.865	0.864	0.876	0.876	0.888	0.888	0.905	0.905
6	0.820	0.820	0.836	0.835	0.848	0.847	0.869	0.868
7	0.781	0.780	0.797	0.795	0.810	0.808	0.831	0.830
8	0.736	0.738	0.753	0.754	0.768	0.768	0.790	0.791
9	0.698	0.699	0.714	0.715	0.728	0.729	0.755	0.755
10	0.657	0.659	0.676	0.676	0.689	0.692	0.715	0.718
11	0.621	0.623	0.636	0.639	0.652	0.654	0.678	0.680
12	0.584	0.587	0.60	0.603	0.613	0.618	0.642	0.646
13	0.549	0.553	0.565	0.569	0.580	0.584	0.608	0.612
14	0.518	0.521	0.535	0.539	0.548	0.553	0.575	0.579
15	0.488	0.491	0.504	0.507	0.518	0.520	0.545	0.547
16	0.460	0.463	0.473	0.477	0.488	0.491	0.515	0.518
17	0.432	0.436	0.446	0.450	0.459	0.463	0.485	0.490
18	0.406	0.410	0.421	0.425	0.435	0.439	0.460	0.463
19	0.381	0.385	0.396	0.399	0.409	0.412	0.434	0.438
20	0.357	0.362	0.371	0.375	0.382	0.387	0.407	0.411

Tablo IV. Tissue Air Ratios (TAR)

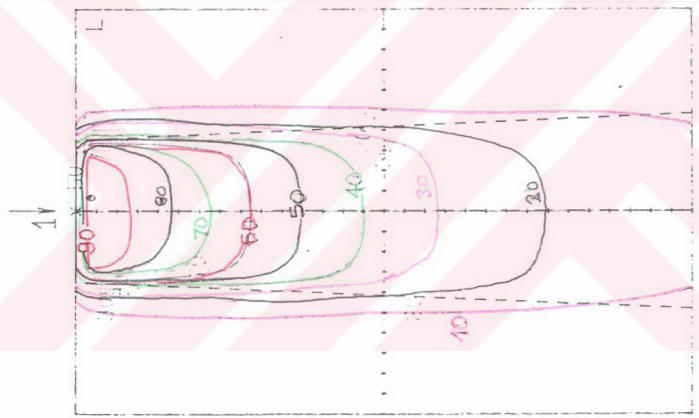
3lek

alcyon



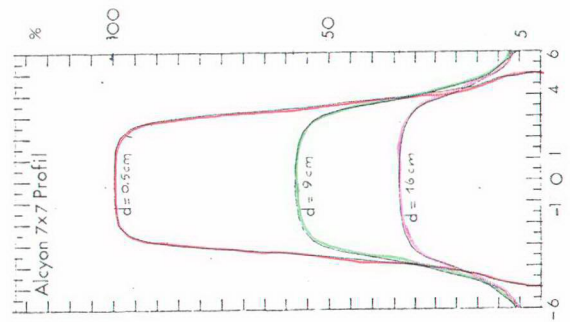
SSD 100% WIDE LONG ENTRY COLLM
71.0 9.0 7.0 7.0 0 0

alcyon



SSD 100% WIDE LONG ENTRY COLLM
80.0 0.5 7.0 7.0 0 0

Sekil-X

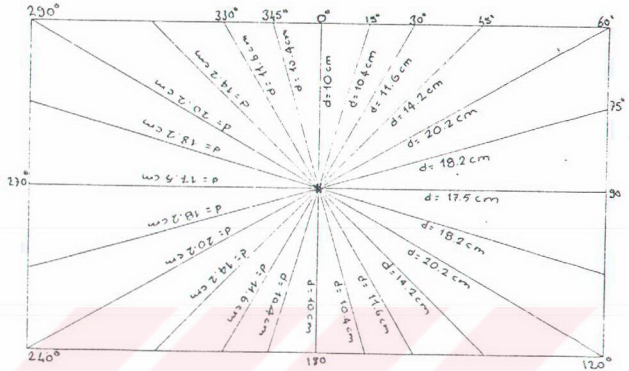


d

b

c

AÇI	Derinlik (cm)	TAR
0°	d ₁ =10	0.676
15°	d ₂ =10.4	0.660
30°	d ₃ =11.6	0.614
45°	d ₄ =14.2	0.529
60°	d ₅ =20.2	0.367
75°	d ₆ =18.2	0.416
90°	d ₇ =17.5	0.434
.	.	.
.	.	.
345°	10.4	0.660
Topl.	345.9	12.806
ort.	14.41	0.533



Şekil X1

Tablo V. Fantomda açılara karşılık gelen derinlikler ve TAR değerleri

Bulunan değerlere göre izosantr noktasında (10 cm) 100 cGy doz verilecek şekilde hesap yapıldı. İyon odası izosantr noktasına yerleştirilerek 360° rotasyon tekniğiyle ışınıldı ve 100.64 cGy okundu.

5-2. Rando fantomda, tedavi sahasının merkezinden geçen hatta tedavi alanı içerisindeki kemiklerin yoğunluğu (inhomojenite düzeltmelerini yapmak için) BT'de "Haunsfield Unit" (HU) olarak bulundu. Bu değerler fiziksel yoğunluğa dönüştürüldü (15) ve ortalama 1.130° gr/cm bulundu.

40 yaşın üstünde 5 erkek hastada prostatın ortasından geçen kesit üzerinde kemiklerin yoğunluğu aynı yöntemle ortalama 1.41 gr/cm³ bulundu.

5-3. a) Theraplan 500 Tedavi Planlama Bilgisayarı ile değişik tedavi tekniklerinde 0 plan, 1.8 cm üst plan ve saha kenarı olan 3.5

m üst planda izodoz eğrileri çizildi. (Co-60 Alcyon cihazı ve atürn için sahalar merkezde 7x7 cm). Bu izodozlar aşağıdaki şekil-erde gösterilmiştir.

Çizilen İzodozlar; Co-60 Alcyon ve Satürn Cihazı içindir.

- Şekil 12-a) I ön + 120° 2 post oblik 0 plan
 b) I ön + 120° 2 post oblik 1.8 cm üst plan
 c) " " " " 3.5 cm üst plan
- d) AP-PA 8x10 cm saha 4600cGy+2000cGy boost (I ön+120 yan oblik) kombine izodoz eğrileri

- Şekil 13-a) I ön + 30 Wedge'li iki lateral saha 0 plan
 b) " " " " " 1.8 cm üst plan
 c) " " " " " 3.5 cm üst plan
 d) AP-PA 8x10 cm saha 4600cGy+boost saha 2000cGy (I ön+30Wedge'li 2 lateral saha)kombine izodozu

- Şekil 14-a) 360° tam rotasyon tekniği 0 plan
 b) " " " " " 1.8 cm üst plan
 c) " " " " " 3.5 cm üst plan
 d) AP-PA 8x10 cm saha 4600+boost saha 2000cGy (tam rotasyon) kombine izodoz eğrileri

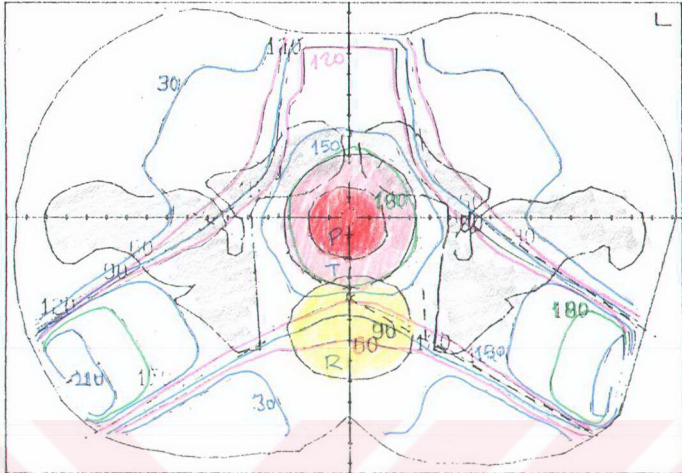
- Şekil 15-a) 4 saha (Box) tekniği 0 plan
 b) " " " " " 1.8 cm üst plan
 c) " " " " " 3.5 cm üst plan
 d) AP-PA 8x10 cm saha 4600cGy+boost saha 2000cGy (4 saha) kombine izodoz eğrileri

- Şekil 16-a) 110° iki lateral arc (30-140,220-330) 0 plan
 b) " " " " " 1.8 cm üst plan
 c) " " " " " 3.5 cm üst plan
 d) AP-PA 8x10 cm saha 4600cGy+boost saha 2000cGy (iki lateral arc) kombine izodoz eğrileri

- Şekil 17-a) 260° kısmi rotasyon tekniği (230-130) 0 plan
 b) " " " " " 1.8 cm üst plan
 c) " " " " " 3.5 cm üst plan
 d) AP-PA 8x10 cm saha 4600cGy+boost 2000cGy (260kısmi rotasyon) kombine izodoz eğrileri

ALCYON

SLICE NO. 1 00cm



10N+120°
İKİ POSTOBLUK
0 KESİT

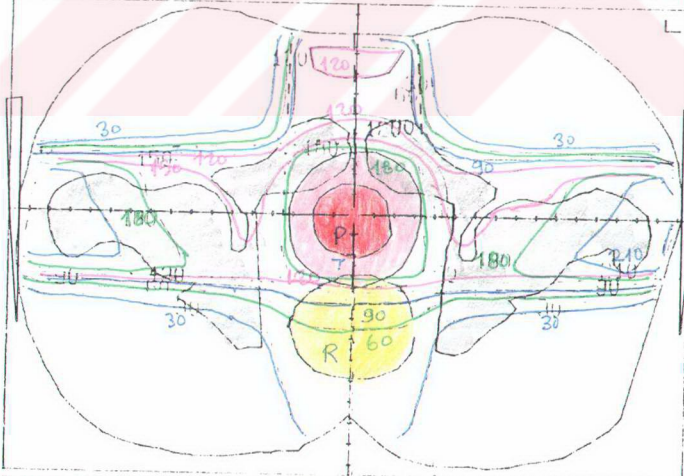
Isodoses
210
180
150
120
90
60
30

Target Min/Max/Avg 2931 (198 %) / 2968 (200 %) / 2951 (199 %)
Max: 3487 (235 %) at X=-14.8 Y= -6.8 100%=1484

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM
1	on	RCS*alcyon		71.0	9.0	7.0	7.0	0	0
2	sol oblik	RCS*alcyon		64.0	16.0	7.0	7.0	121	0
3	sag yan	RCS*alcyon		63.3	16.7	7.0	7.0	-120	0

ALCYON

SLICE NO. 1 00cm



Isodoses
210
180
150
120
90
60
30

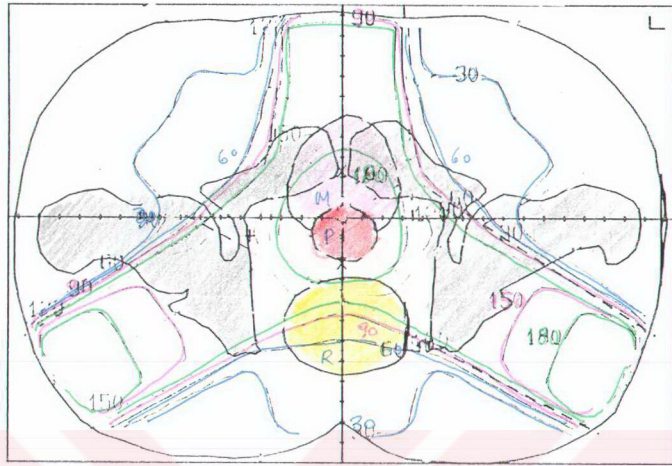
10N+24AN
30° WEDGE
0 KESİT

Target Min/Max/Avg 2894 (199 %) / 2959 (204 %) / 2914 (200 %)
Max: 3892 (268 %) at X=-15.5 Y= -2.1 100%=1454

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM
1	sag yan	RCS*alcyon		63.5	16.5	7.0	7.0	-90	0
2	on	RCS*alcyon		71.0	9.0	7.0	7.0	-1	0
3	sol yan	RCS*alcyon		63.8	16.2	7.0	7.0	90	0

1 ↓

SLICE NO. 2 1.8 cm ↑



10°N + 120°
İKİ POSTOBUK
1.8 KESİT

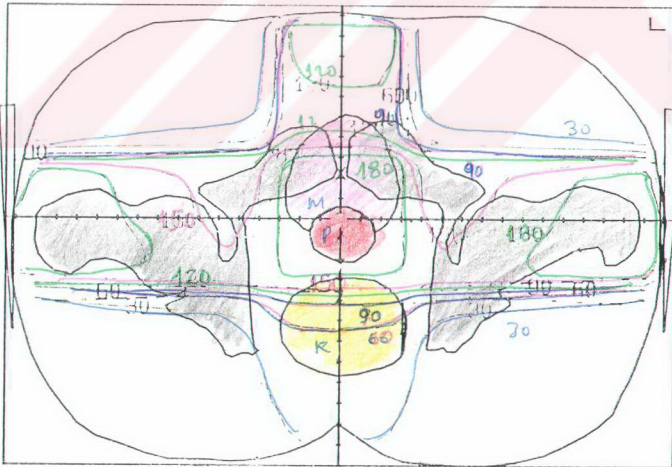
Isodoses

- 180
- 150
- 120
- 90
- 60
- 30

Max: 3393 (226 %) at X= -12.8 Y= -9.2 100%= 1500

1 ↓

SLICE NO. 2 1.8 cm ↑



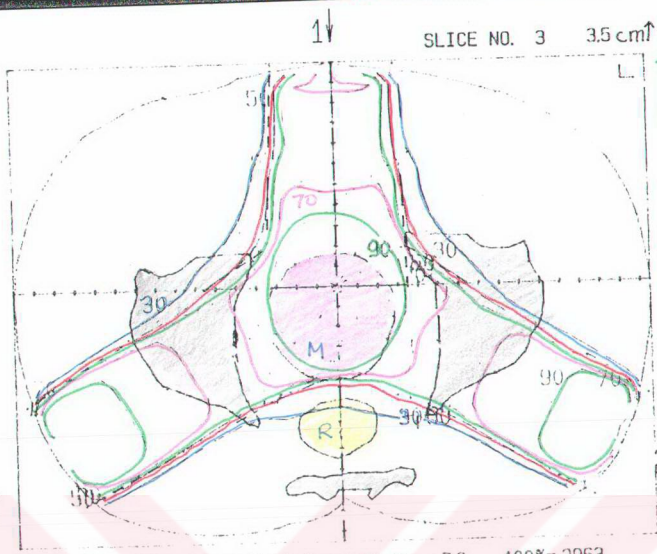
Isodoses

- 180
- 150
- 120
- 90
- 60
- 30

10°N + 2°YAN
30° WEDGE
1.8 KESİT

Max: 3753 (250 %) at X= 15.0 Y= -1.9 100%= 1500

Şekil: 13-b

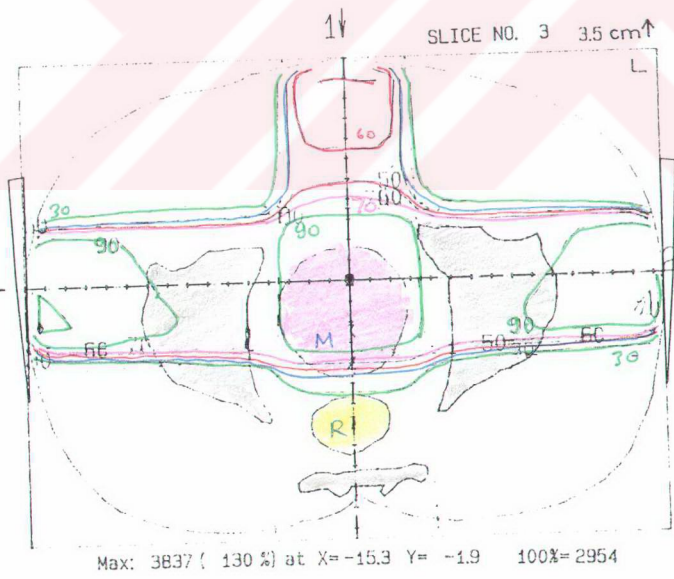


10N+120° İKİ
POST OBLİK
3.5 KESİT

Isodoses
90
70
60
50
30

Max: 3354 (113 %) at X=-13.9 Y= -7.2 100%=2963

Şekil: 12-c



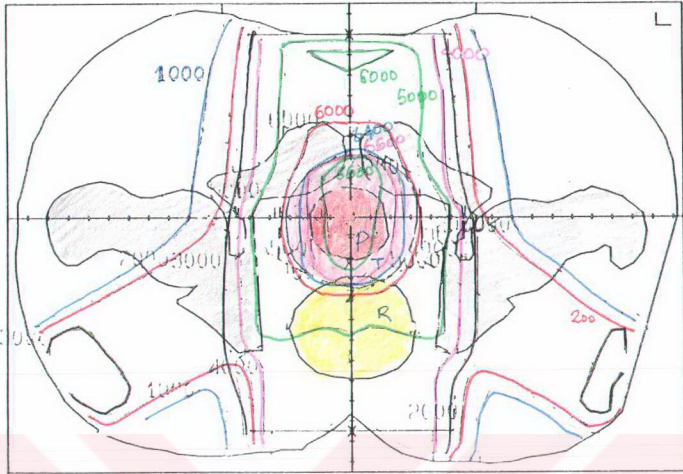
Isodoses
100
90
70
60
50
30

10N+2YAN
30° WEDGE
3.5 KESİT

Max: 3837 (130 %) at X=-15.3 Y= -1.9 100%=2954

Şekil: 13-c

1ÖN+120° İKİ
POST OBLİK
0 KESİT

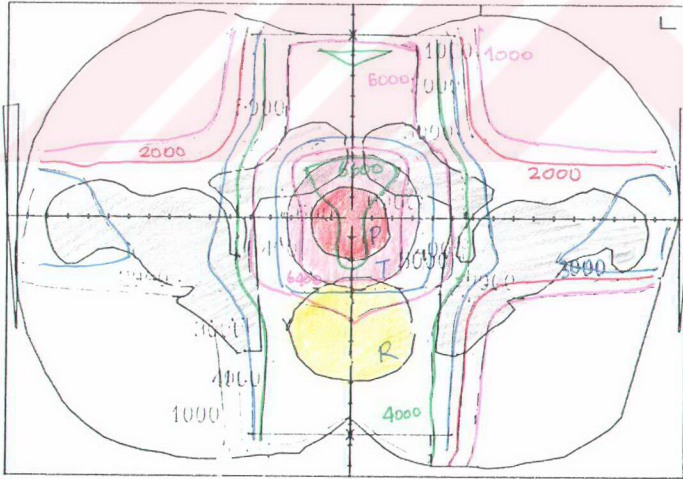


- Isodoses
- 6600
 - 6500
 - 6400
 - 6000
 - 5000
 - 4000
 - 3000
 - 2000
 - 1000

AP-PA 8x10 Saha 4600 + Boost 2000 cGy
(1ön 2yan Oblik)

- Isodoses
- 6600
 - 6400
 - 6000
 - 5000
 - 4000
 - 3000
 - 2000
 - 1000

1ÖN+2YAN
30° WEDGE
0 KESİT

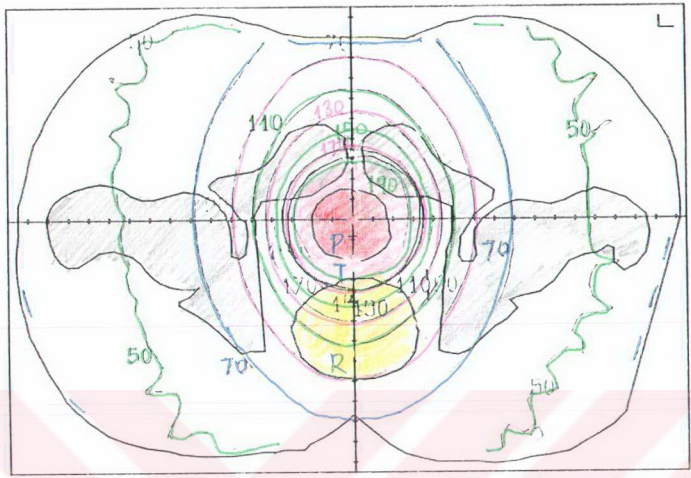


AP-PA 8x10 Saha 4600 + Boost 2000 cGy
(1ön+2 lat. 30° wedge'li)

Şekil: 14-0

1↓

SLICE NO. 1 0.0cm



Isodoses

- 190
- 170
- 150
- 130
- 110
- 90
- 70
- 50
- 30

360° ROTASYON
0 KESİT

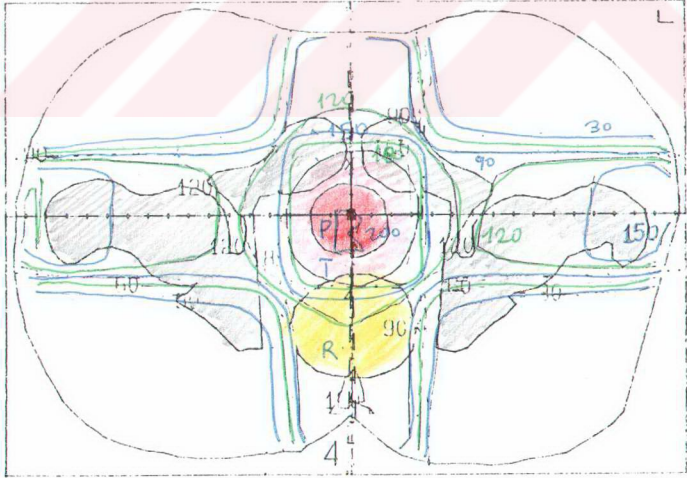
Target Min/Max/Avg 964 (196 %) / 994 (202 %) / 981 (199 %)

Max: 994 (202 %) at X= 0.1 Y= 1.3 100%= 492

UNIT SSD 100% WIDE LONG GENTRY COLLM STRT-STOP
alcyon SAD= 80.0 7.0 7.0 360 0 0 360

3↓

SLICE NO. 1 0.0cm



Isodoses

- 200
- 180
- 150
- 120
- 90
- 60
- 30

BOX TEKNİK
0 KESİT

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM
1	sol yan	RCS.	alcyon	63.8	16.2	7.0	7.0	90	0
2	sag yan	RCS.	alcyon	63.5	16.5	7.0	7.0	-90	0
3	on	RCS.	alcyon	71.0	9.0	7.0	7.0	1	0
4	arka	RCS.	alcyon	70.2	9.8	7.0	7.0	179	0

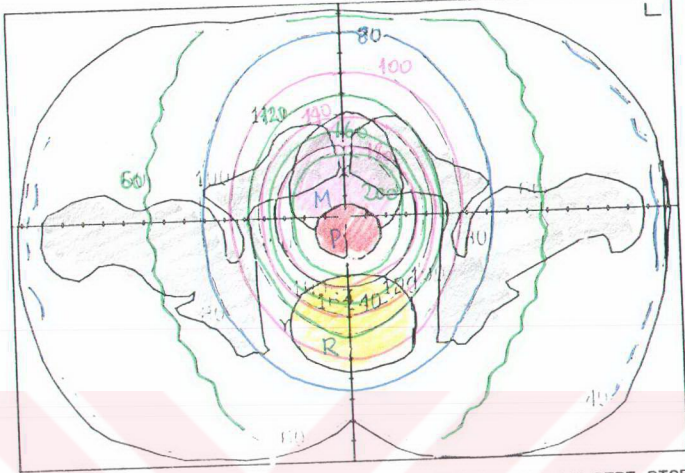
Target Min/Max/Avg 3944 (197 %) / 4015 (201 %) / 3980 (199 %)

Max: 4015 (201 %) at X= 0.1 Y= -1.6 100%= 2000

Şekil: 14-b

1↓

SLICE NO. 2 1.8cm↑



Isodoses

- 200
- 180
- 160
- 140
- 120
- 100
- 80
- 60
- 40
- 30

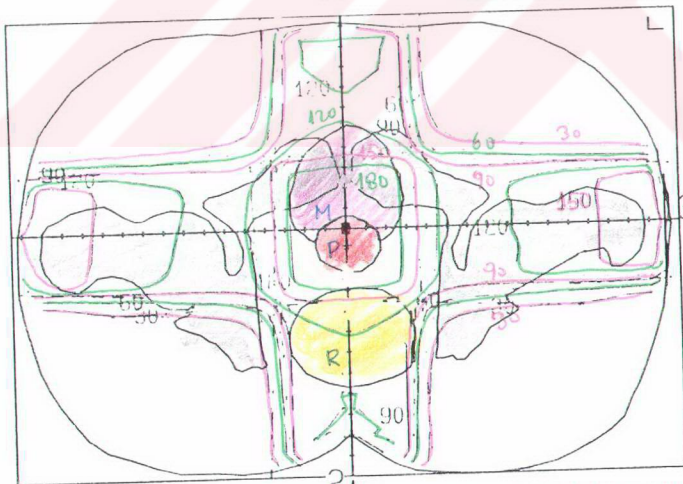
360° ROTASYON
1.8 cm
ÜST KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GENTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	360	0	0 360

Max: 993 (210 %) at X= 0.4 Y= 1.5 100%= 472

1↓

SLICE NO. 2 1.8cm↑



Isodoses

- 180
- 150
- 120
- 90
- 60
- 30

BOX TEKNİK
1.8 cm
ÜST KESİT

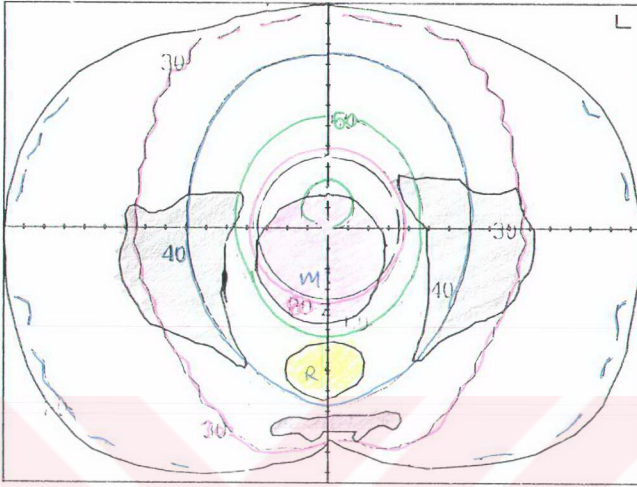
#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GENTRY	COLLM
1	on	alcyon	69.1	10.9	7.0	7.0	0 0
2	arka	alcyon	69.9	10.1	7.0	7.0	180 0
3	sol yan	alcyon	64.0	16.0	7.0	7.0	90 0
4	sag yan	alcyon	63.9	16.1	7.0	7.0	270 0

Max: 3909 (195 %) at X= 0.4 Y= 2.1 100%= 2000

Sekil: 14-c

1↓

SLICE NO. 3 3.5cm↑



Isodoses

100
80
60
40
30
20

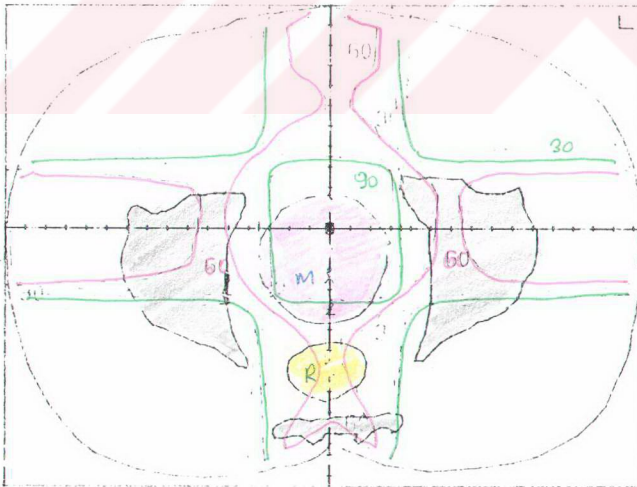
360° ROTASYON
3.5cm
ÜST KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GENTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	360	0	0 360

Max: 999 (101 %) at X= 0.1 Y= 1.6 100%= 991

1↓

SLICE NO. 3 3.5cm↑



Isodoses

90
60
30

BOX TEKNİK
3.5cm
ÜST KESİT

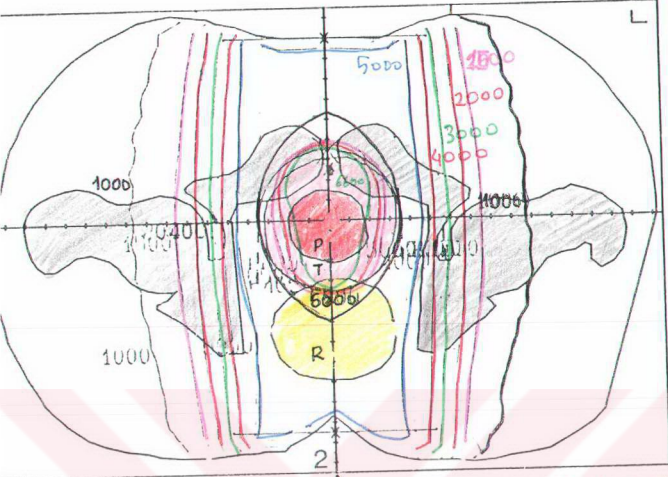
Max: 3969 (101 %) at X= 0.1 Y= 1.6 100%= 3944

Sekil: 15-c

Sekil: 14-d

3 1

SLICE NO. 1 0.0cm



- Isodoses
- 6600
 - 6500
 - 6400
 - 6000
 - 5000
 - 4000
 - 3000
 - 2000
 - 1500
 - 1000

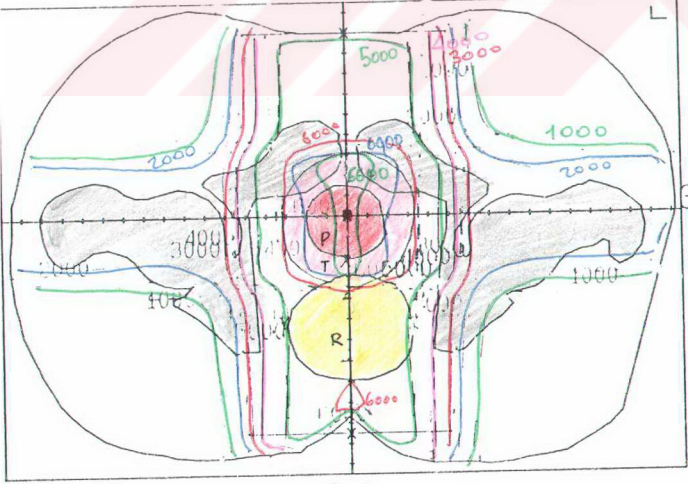
target Min/Max/Avg 2236 (6576 %) / 2318 (6818 %) / 2280 (6706 %)

Max: 2327 (6844 %) at X= 0.1 Y= 2.4 100%= 34

AP- PA 8x10 Saha 4600 cGy + Boost saha 2000 cGy
(Tam Rotasyon)

5 4

SLICE NO. 1 0.0cm



- Isodoses
- 6600
 - 6400
 - 6000
 - 5000
 - 4000
 - 3000
 - 2000
 - 1000

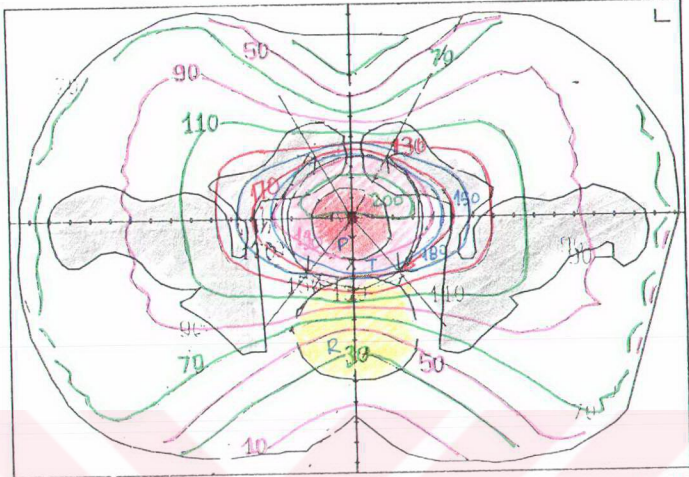
AP-PA 8x10 SAH
4600 CGY
BOOST SAH 2000
CGY
BOX TEKNIK

Target Min/Max/Avg 4458 (6461 %) / 4605 (6674 %) / 4530 (6565 %)

Max: 4631 (6712 %) at X= 0.1 Y= 1.9 100%= 69

Sekil: 15-d

Şekil:16-a 1 ↙ SLICE NO. 1 0.0cm



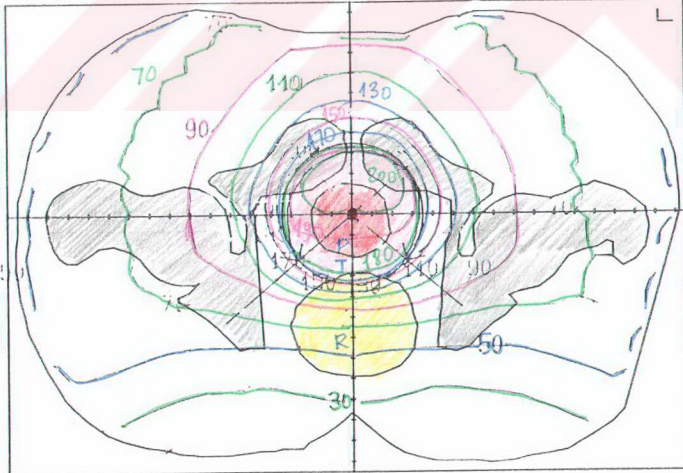
Isodoses
 200
 190
 180
 170
 150
 130
 110
 90
 70
 50
 30
 10

110° BILATERAL
 ARC
 0 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% SAD=	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	80.0	7.0	7.0	110	110	0	30 140 220 330

Target Min/Max/Avg 947 (192 %) / 995 (202 %) / 976 (198 %)
 Max: 995 (202 %) at X= 0.9 Y= 1.3 100%= 492

SLICE NO. 1 0.0cm



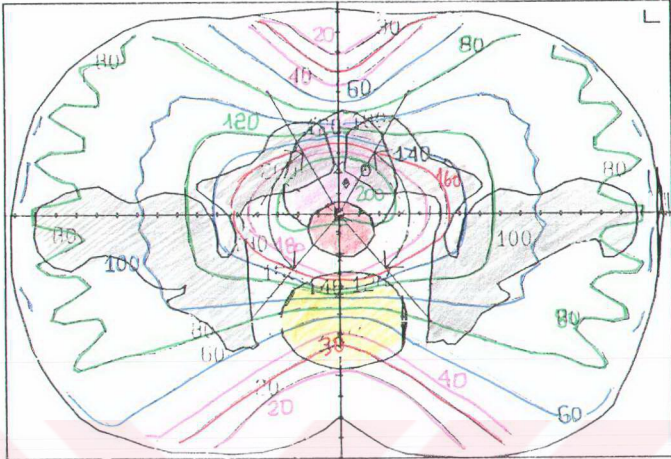
Isodoses
 200
 190
 180
 170
 150
 130
 110
 90
 70
 50
 30

260° ROTASYON
 0 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% SAD=	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	80.0	7.0	7.0	260	260	0	230 130

Target Min/Max/Avg 908 (185 %) / 1033 (210 %) / 973 (198 %)
 Max: 1060 (215 %) at X= 0.1 Y= 2.4 100%= 492

Şekil:17-a



Isodoses

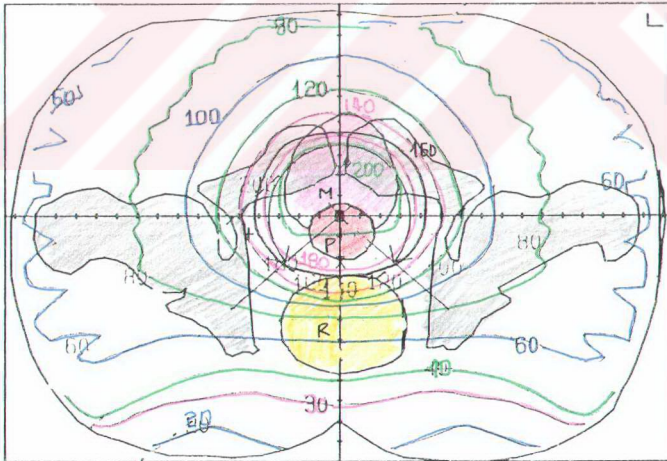
- 200
- 180
- 160
- 140
- 120
- 100
- 80
- 60
- 40
- 30
- 20

110° BILATERAL
ARC
1.8 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	110	0	30 140
						110		220 330

Max: 961 (204 %) at X= 0.4 Y= 1.5 100%= 472

SLICE NO. 2 1.8cm↑



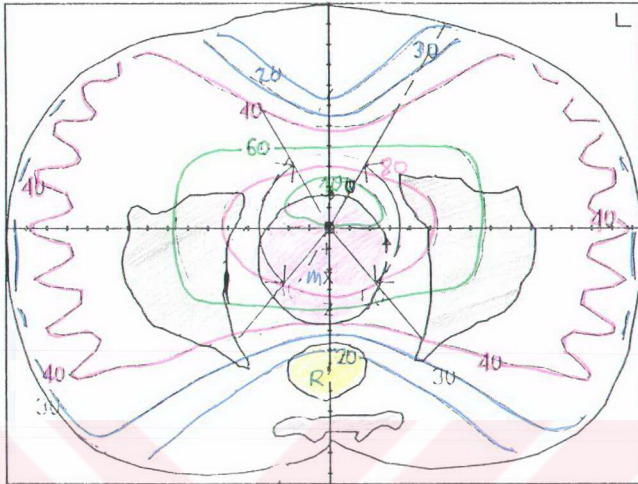
Isodoses

- 200
- 180
- 160
- 140
- 120
- 100
- 80
- 60
- 40
- 30
- 20

260° ROTASYON
1.8 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	260	0	230 130

Max: 1056 (224 %) at X= 0.4 Y= 2.6 100%= 472



Isodoses

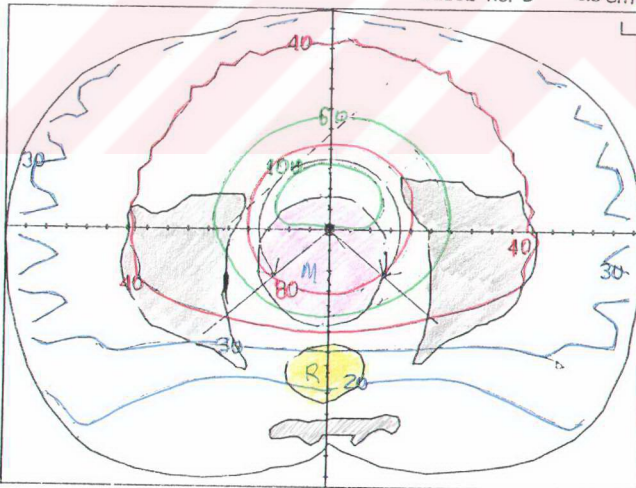
100
80
60
40
30
20

110° BILATERAL
ARC
3.5 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	alcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	110	0	30 140
						110		220 330

Max: 1007 (102 %) at X= 0.1 Y= 1.6 100%= 991

SLICE NO. 3 3.5cm↑



Isodoses

100
80
60
40
30
20

260° ROTASYON
3.5 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1	rotasyon	lcyon	SAD= 80.0	7.0	7.0	260	0	230 130

Max: 1063 (107 %) at X= 0.1 Y= 2.8 100%= 991

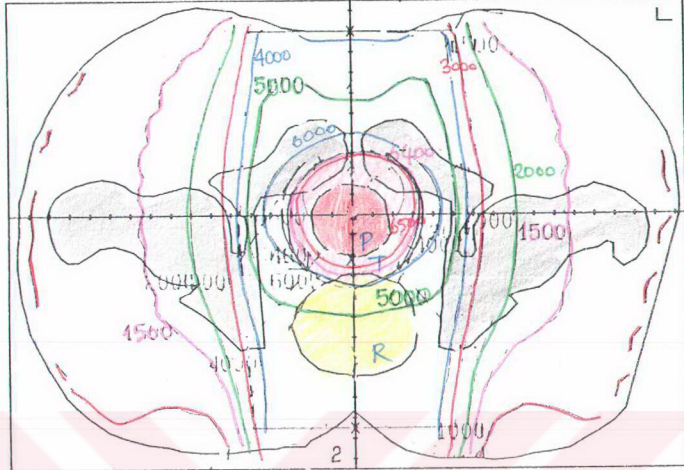
Sekil: 16-d



3/

SLICE NO. 1 0.0 cm

45



Isodoses

- 6600
- 6500
- 6400
- 6000
- 5000
- 4000
- 3000
- 2000
- 1500
- 1000

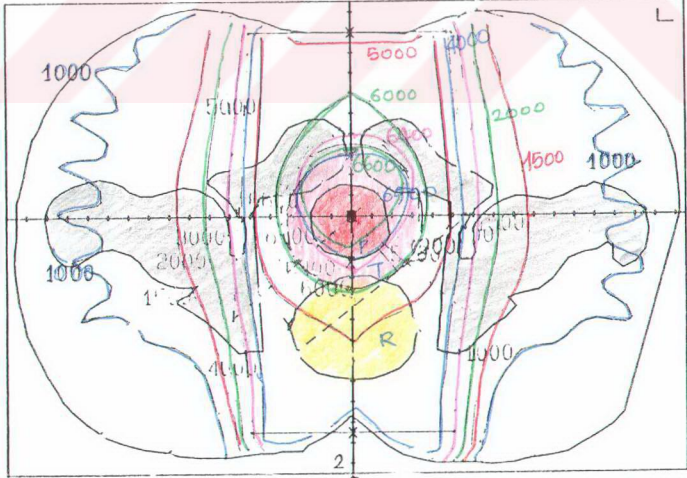
Target Min/Max/Avg 2222 (6535 %) / 2319 (6821 %) / 2275 (6691 %)

Max: 2325 (6838 %) at X= 0.1 Y= 1.9 100%= 34

AP-PA 4600 + Boost saha 2000 cGy
8x10 Saha (110° Bilateral Arc)



SLICE NO. 1 0.0 cm



Isodoses

- 6600
- 6500
- 6400
- 6000
- 5000
- 4000
- 3000
- 2000
- 1500
- 1000

AP-PA 8x10 cm
SAHA 4600 CGY
+ BOOST 2000 CGY
260° ROTASYON

Target Min/Max/Avg 2181 (6415 %) / 2357 (6932 %) / 2272 (6682 %)

Max: 2399 (7056 %) at X= 0.1 Y= 2.4 100%= 34

Sekil: 17-d

5-4. Yukarıda bahsedilen altı tedavi tekniğinde de merkezde (0 noktası) 200 cGy olacak şekilde ışınlama yapıldı- ğında şekil 9 a,b,c de görülen noktalarda tedavi planlama bilgisayarı ile hesaplanan dozlar tablo VI'da, AP-PA 10 cm sahada 4600 cGy + boost sahalarında 2000 cGy verildiğinde noktaların aldığı toplam dozlar tablo VII'de gösterilmiştir.

5-5. Termoluminesans dozimetre ile şekil 9'da görülen kesit-lerde

a) Merkezi eksen

b) Merkezden 1.8 cm üst kesitte

c) Merkezden 3.5 cm üst kesitte (saha kenarı)
0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 no'lu noktalarda

d) Merkezden 5.5 cm üst kesitte yani sahanın 2cm dışında 1,4,9 no'lu noktalarda her tedavi tekniğine göre dozlar ölçüldü. Ölçü işlemi en az 3 defa yapıldı. Tablo VIII, IX, X' da noktaların aldığı dozların ortalaması ve hesaplanan dozlar verilmiştir.

e) Merkezden 5.5 cm üst kesitte sahanın 2 cm dışında yapılan ölçülerde saçılmaya bağlı olarak

Merkez dozunun yaklaşık % 10'u ölçülmüştür

1 no'lu nokta $21\bar{7}$ 0.5 cGy

4 no'lu nokta $17\bar{7}$ 0.5 cGy

9 no'lu nokta $20\bar{7}$ 1 cGy

Ayrıca cilt dozları için yapılan ölçülerde merkez 200 cGy doz alırken ciltte: 4 saha tekniğinde ön saha $10\bar{7}$ | yan saha $24\bar{7}$ cGy 3 saha Wedgeli: ön saha $12\bar{2}+2$ cGyan sahalar $278\bar{3}$ cGy, 360° rotasyon tekniğinde: $45\bar{4}+2$ cGy, 110 iki lateral arc tekniğinde ise : $66\bar{7}$ cGy bulundu.

Teknikler		Noktalar cöy																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3 saha	O Kesit	200	199	192	198	151	122	118	52	13	197	195	145	196	199	150	96	73	37	12	106	31
	18cm Kes	196	197	187	196	147	118	107	52	13	195	192	146	195	197	146	97	71	37	4	132	9
	3.5cm Kes.	100	100	98	100	67	50	57	25	6	100	99	71	96	97	76	50	35	20	-	56	8
3 saha	O Kesit	200	200	192	198	116	54	56	49	212	204	205	156	199	199	159	169	65	36	224	108	216
	18cm Kes	192	191	182	188	109	53	53	48	201	199	200	151	191	192	152	160	61	35	193	131	210
	3.5cm Kes.	100	99	99	97	49	25	26	24	101	102	103	81	100	100	82	86	32	16	112	52	106
360°	O Kesit	200	200	186	197	167	102	99	104	51	200	199	121	196	198	124	73	125	79	40	76	36
	18cm Kes	201	200	183	197	165	100	101	102	51	201	199	123	198	198	127	73	121	79	42	83	42
	3.5cm Kes.	100	100	95	98	80	48	50	50	26	101	100	58	98	99	64	38	61	38	23	41	23
Box	O Kesit	200	200	184	199	147	75	86	118	149	196	196	121	196	196	124	122	123	124	167	109	157
	18cm Kes	193	193	173	191	145	78	86	118	143	195	194	118	190	190	118	116	118	122	145	123	141
	3.5cm Kes.	100	100	95	98	71	42	40	61	73	100	100	62	97	99	112	110	110	111	85	55	80
110° İKİ	O Kesit	199	197	195	188	130	75	71	28	90	199	199	170	197	198	173	121	56	10	72	14	62
	18cm Kes	200	197	195	189	128	75	70	28	89	201	200	170	197	198	189	120	52	10	73	16	76
	3.5cm Kes.	99	98	98	93	59	34	35	13	45	101	100	83	98	99	86	61	27	5	40	7	40
260°	O Kesit	200	193	184	179	128	72	70	51	70	215	212	137	191	193	137	95	71	70	55	80	51
	18cm Kes	208	201	191	187	131	72	70	52	73	223	220	144	200	200	143	99	73	30	64	96	63
	3.5cm Kes.	100	96	93	89	59	32	34	24	36	105	106	87	96	96	70	49	35	14	33	44	32

Tablo VI: Bir tedavide (İzosantr'da 200 cöy) noktaların aldığı dozlar.
(Tedavi planlama sistemi ile hesaplanmıştır)

Teknikler ↓	Noktaların aldığı dozlar: cGy																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3 Saha Ortalık	6790	6813	6890	6843	6177	6443	6500	4996	263	6780	6670	5369	6596	6673	6413	1803	5217	4880	107	6990	110
3 Saha Keseçe	6727	6730	6846	6717	6669	4497	4570	4943	3013	6897	6767	6417	6617	6690	6507	2766	6060	4897	6400	6143	6400
680° Kotesyon	6674	6460	6087	6668	6236	6042	6057	6668	774	6619	6607	4823	6346	6426	4639	1367	6737	6432	662	6142	677
680° 111 Let. A.B.	6740	6750	6203	6750	6127	4813	4897	6927	2170	6787	6700	4953	6460	6460	6007	2167	6900	6067	2646	6593	2643
680° Kotesyon	6666	6467	6074	6303	6616	4664	4642	4803	1042	6619	6703	6066	6261	6346	6067	1746	6010	4716	677	6129	780

Tablo VII: İzosantr AP-PA 8x10 cm sahada 4600 cGy+Boost saha 2000 cGy alırken noktaların aldığı toplam dozlar. (0 Kesitte)

Teknik ->	3 saha Oblik		3 saha Wedge'li		360° Rotasyon		Box Teknik		110° İki Lat. Ark.		260° Rotasyon	
	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.
3	203±2	200	206±3	200	205±3	200	205±4	200	203±3	199	202±3	200
	202±3	199	204±3	200	203±4	200	207±3	200	197±2	197	197±3	193
	192±1	192	196±3	192	186±3	186	189±4	184	196±1	195	191±4	184
	197±2	198	203±2	198	202±3	197	198±3	199	189±1	188	185±4	179
	157±2	151	116±2	116	165±4	167	141±2	147	130±4	130	130±3	128
	120±4	122	55±1	54	98±2	102	79±1	75	66±2	75	77±2	72
	123±3	118	56±1	56	95±1	99	84±3	86	65±2	71	77±3	70
	50±1	52	50±1	49	97±1	104	119±1	118	25±1	28	55±1	51
	11±0	13	216±6	212	51±4	51	157±1	148	88±0	90	68±1	70
	209±4	197	208±4	204	206±2	200	200±3	196	203±2	201	214±4	215

VIII. O kesitte TLD ile yapılan ölçülerin teadi planlama sistemi ile hesaplanan dozlarla mukayesesi (1 tedavi için alınan dozlar cGy)

NIK >	3 saha Oblik		3 saha Wedge'li		360° Rotasyon		Box Teknik		110° iki Lat. Ark.		260° Rotasyon	
	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.	Ölç. Ort.	Hes.
	199±3	196	206±4	192	198±3	201	200±3	193	198±3	200	201±4	208
	201±2	197	203±5	191	196±2	200	203±3	193	196±2	197	195±2	201
	191±1	187	194±3	182	180±2	183	183±4	173	196±3	195	185±2	191
	200±2	196	205±4	188	195±1	197	196±3	191	190±2	189	179±3	187
	150±3	147	110±2	109	159±3	165	139±3	145	134±4	128	122±4	131
	118±1	118	54±2	53	95±4	100	77±1	78	65±1	75	64±2	72
	118±3	107	55±1	53	90±3	101	74±3	86	66±1	70	61±3	70
	47±1	52	48±1	48	93±1	102	116±1	118	23±1	28	47±2	52
	10±0	13	215±5	201	49±2	51	151±2	143	82±1	89	65±1	73
	205±3	195	205±4	199	200±4	201	190±3	195	200±3	201	215±3	223

IX. 1.8 cm üst kesitte TLD ile yapılan ölçülerin tedavi planlama sistemi ile hesaplanan dozların mukayesesi.

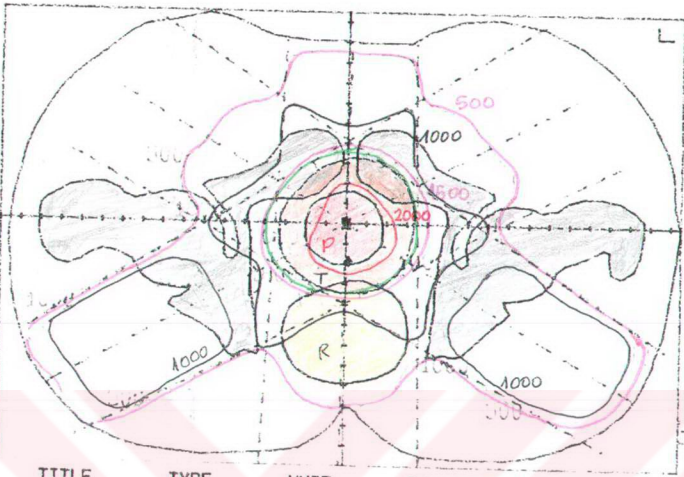
3 saha Oblik		3 saha Wedge'li		360° Rotasyon		Box Teknik		110° iki Lat. Ark.		260° Rotasyon	
Ölç.	Hes.	Ölç.	Hes.	Ölç.	Hes.	Ölç.	Hes.	Ölç.	Hes.	Ölç.	Hes.
105±3	100	93±5	100	96±5	100	95±5	100	104±3	99	97±4	100
117±4	100	95±6	99	90±3	100	93±5	100	98±2	98	92±1	96
104±3	98	96±7	99	103±4	95	88±4	95	93±3	98	98±3	93
101±3	100	94±5	97	95±3	98	87±4	98	90±1	93	93±2	89
81±2	67	48±2	49	70±4	80	63±3	71	62±4	59	62±2	59
61±2	50	26±1	25	40±1	48	35±2	42	34±0	34	39±3	32
58±1	57	26±1	26	39±2	50	34±1	40	30±2	35	37±1	34
33±1	25	25±1	24	35±1	50	52±2	61	16±1	13	26±1	24
7±0	6	105±5	101	13±2	26	55±1	73	--	45	16±1	36
104±4	100	103±4	102	109±6	101	97±5	100	117±3	101	104±3	105

3.5 cm üst kesitte TLD ile yapılan ölçülerin tedavi planlama sistemi ile hesaplanan dozlarla mukayesesi

18 MV Satürn için çizilen izodozlar

- Şekil 18-a 1 ön + 120° iki post. oblik
b 1 ön (Co-60) + 120° iki post. oblik (Satürn)
- Şekil 19-a 360° rotasyon 0 kesit
b " " 3.5 cm üst kesit
c AP-PA 8x10 cm saha 4600 cGy + boost saha 360° rotasyon ile 2000 cGy kombine izodoz eğrileri
- Şekil 20-a 4 saha Box teknik 0 kesit
b " " " " 3.5 cm üst kesit
c AP-PA 8x10 cm saha 4600 cGy + boost saha Box teknikle 2000 cGy kombine izodoz eğrileri
- Şekil 21-a 110° iki lateral ark tekniği
b AP-PA 8x10 cm saha 4600 cGy + boost saha 110 iki lateral ark ile 2000 cGy kombine izodoz eğrileri

1Y



Isodoses

- 2000
- 1800
- 1500
- 1000
- 500

3 Saha

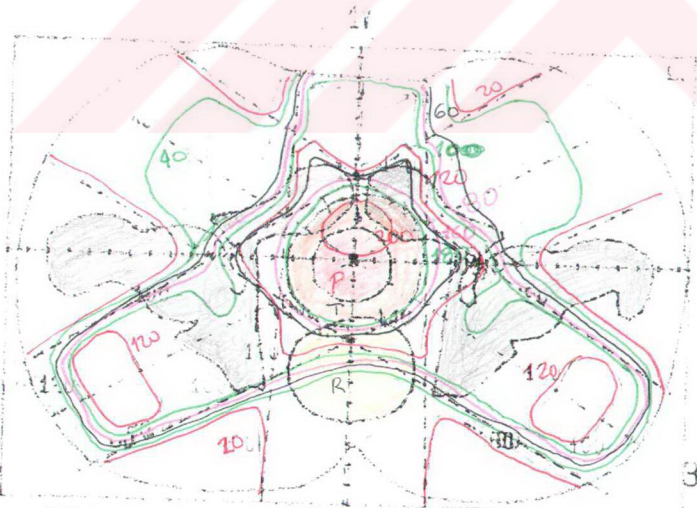
I ön t

120°

2 Post. oblik

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	ENTRY	COLLM
1	on	RCS* SATURN	18 MV	91.0	9.0	7.0	7.0	1	0
2	sag oblik	RCS* SATURN	18 MV	83.3	16.7	7.0	7.0	-119	0
3	sol oblik	RCS* SATURN	18 MV	83.4	16.6	7.0	7.0	121	0

Max: 868 (2019 %) at X= 0.1 Y= -1.9 100%= 43



Isodoses

- 200
- 180
- 160
- 140
- 120
- 100
- 80
- 60
- 40
- 20

3 Saha oblik

ÖN: ALCYON

OBLIK: SATURN

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	ENTRY	COLLM
1	on	RCS* alicyon		71.0	9.0	7.0	7.0	1	0
2	sag oblik	RCS* SATURN	18 MV	83.3	16.7	7.0	7.0	-119	0
3	sol oblik	RCS* SATURN	18 MV	83.4	16.6	7.0	7.0	121	0

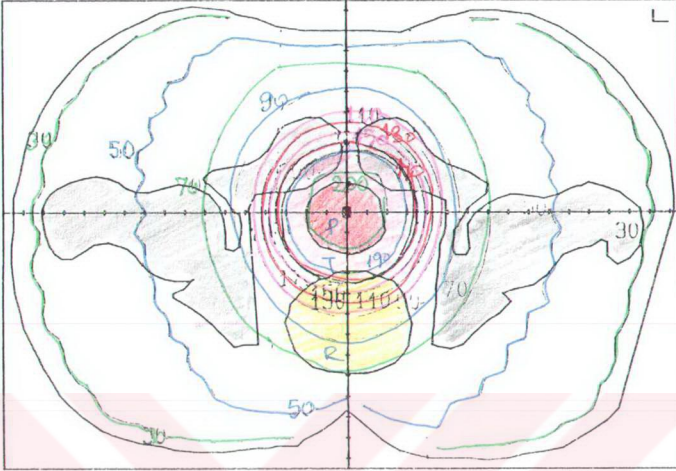
Max: 3037 (204 %) at X= 0.1 Y= 2.1 100%= 1488

Şekil: 19-a

1↓

SLICE NO. 1 0.0 cm

SATURN



Isodoses

200
190
170
150
130
110
90
70
50
30

360° ROTASYON
0 KESİT

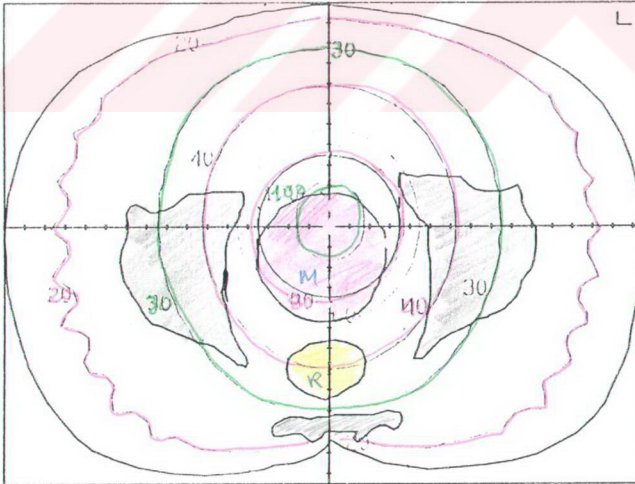
#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1 on	Rotasyon SATURN	18 MV	SAD=100.0	7.0	7.0	360	0	0 360

Target Min/Max/Avg 979 (199 %) / 997 (203 %) / 990 (201 %)

Max: 997 (203 %) at X= 0.1 Y= 1.3 100%= 492

1↓

SLICE NO. 3 3.5 cm↑



Isodoses

100
80
60
40
30
20

360° ROTASYON
3.5 ÜST KESİT

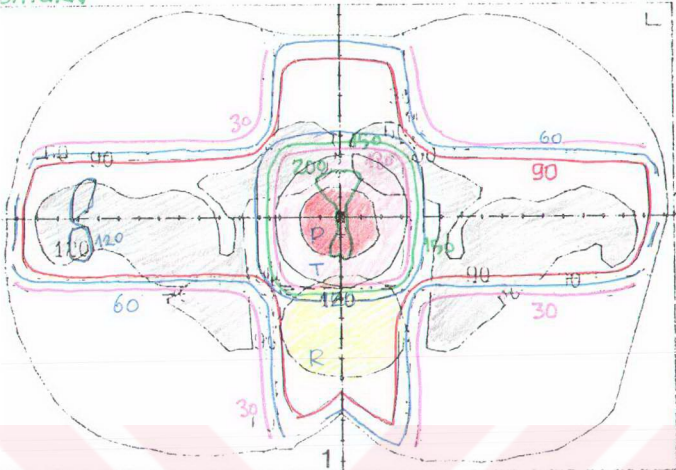
#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTRY	COLLM	START-STOP
1 rotasyon	SATURN	18 MV	SAD=100.0	7.0	7.0	360	0	0 360

Max: 998 (101 %) at X= 0.1 Y= 1.0 100%= 991

Şekil: 19-b

SATURN

SLICE NO. 1 0.0cm



Isodoses
 200
 180
 150
 120
 90
 60
 30

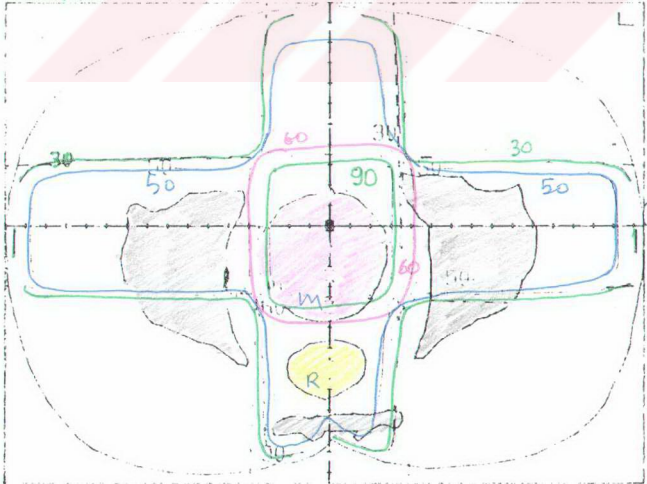
BOX TEKNİK
 0 KESİT

#	TITLE	UNIT	SSD	100% WIDE	LONG	GNTY	COLLM
1	arka	SATURN 18 MV	90.3	9.7	7.0	7.0	-180 0
2	sag yan	SATURN 18 MV	83.5	16.5	7.0	7.0	-90 0
3	sol yan	SATURN 18 MV	83.8	16.2	7.0	7.0	90 0
4	on	SATURN 18 MV	91.0	9.0	7.0	7.0	0 0

Target Min/Max/Avg 3901 (198 %) / 3966 (201 %) / 3933 (199 %)
 Max: 3975 (201 %) at X= 0.1 Y= 1.9 100%=1975

SATURN

SLICE NO.3 3.5cm



Isodoses
 90
 60
 50
 30

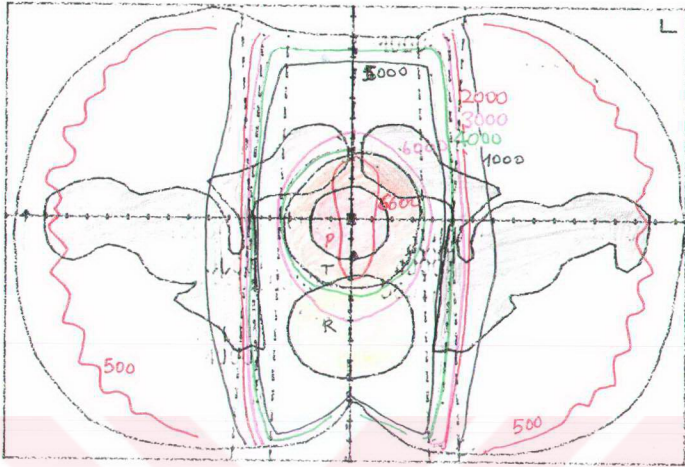
BOX TEKNİK
 3.5 ÜST KESİT

Max: 3994 (100 %) at X= 0.1 Y= 1.6 100%=3976

3#

Isodoses

- 6600
- 6300
- 6000
- 5000
- 4000
- 3000
- 2000
- 1000
- 500



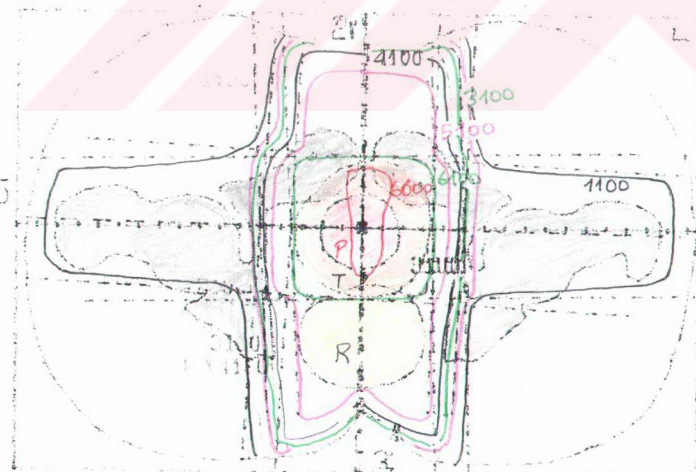
AP-PA 4600+
360° Rotasyon
2000 cGy

1

2

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	ENTRY	COLLM
1 on		RCS*	SATURN 18 MV	91.0	9.0	10.0	8.0	1	0
2 arka		RCS*	SATURN 18 MV	90.9	9.1	10.0	8.0	180	0
3 on		RCS*	SATURN 18 MV	SAD=100.0	7.0	7.0	360		0

Max: 2873 (6681 %) at X= 0.1 Y= -1.9 100%= 43



Isodoses

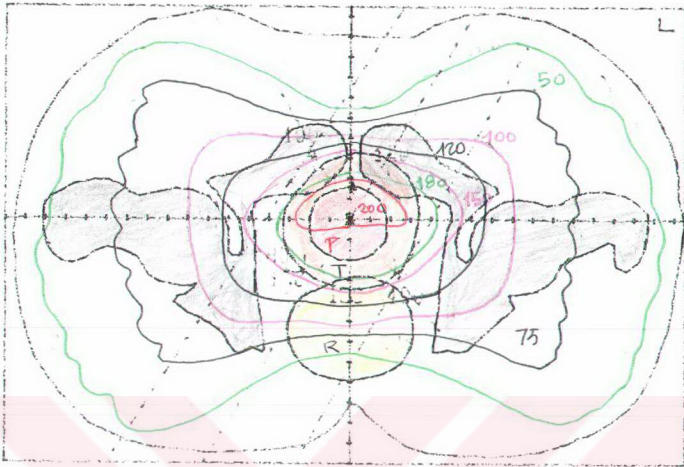
- 6000
- 6100
- 6100
- 5100
- 4100
- 3100
- 2400
- 1100

AP-PA 4600+
Box Teknik
2000 cGy

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	ENTRY	COLLM
on		RCS*	SATURN 18 MV	91.0	9.0	7.0	7.0	1	0
on		RCS*	SATURN 18 MV	91.0	9.0	10.0	8.0	1	0
arka		RCS*	SATURN 18 MV	90.9	9.1	10.0	8.0	180	0
arka		RCS*	SATURN 18 MV	90.9	9.1	7.0	7.0	179	0
bag yan		RCS*	SATURN 18 MV	83.6	16.4	7.0	7.0	-89	0
sol yan		RCS*	SATURN 18 MV	83.6	16.4	7.0	7.0	91	0

Sekil: 21-a

57



Isodoses

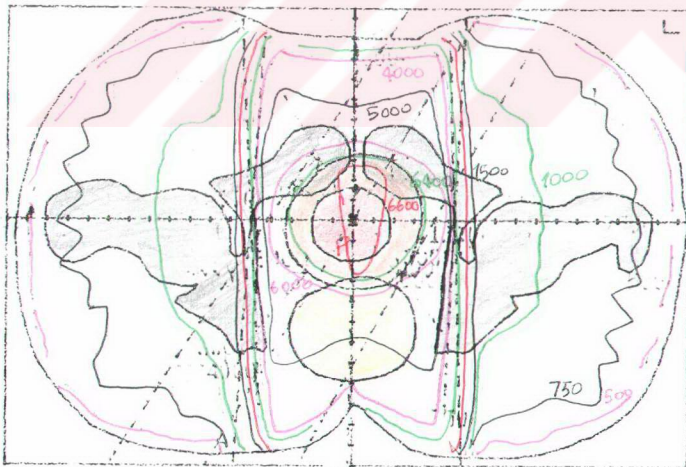
200
180
150
120
100
75
50

110° iki
Lat. Ark.

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	GENTRY	COLLM
1 on		RCS*	SATURN 18 MV	SAD=100.0	7.0	7.0	110	110	0

Max: 999 (202%) at X= 0.1 Y= 1.5 100%= 495

21 31



Isodoses

6600
6400
6000
5000
4000
3000
2000
1500
1000
750
500

AP-PA 4600+

110° iki Lat.

Ark.

2000 cGy

#	TITLE	TYPE	UNIT	SSD	100%	WIDE	LONG	GENTRY
1 on		RCS*	SATURN 18 MV	91.0	9.0	10.0	8.0	1
2 arka		RCS*	SATURN 18 MV	90.9	9.1	10.0	8.0	180
3 on		RCS*	SATURN 18 MV	SAD=100.0	7.0	7.0	110	110

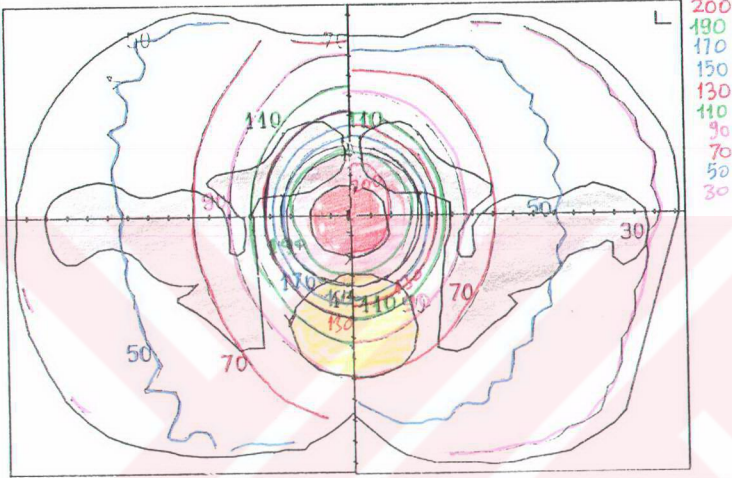
Max: 2873 (6681%) at X= 0.1 Y= 1.5 100%= 43

Rotasyon tedavi tekniği ile Co-60 Alcyon ile 18 MV Satürn cihazının izodoz eğrileri bize iki enerji arasındaki doz dağıllım farkını göstermektedir (Şekil XXII).

Co-60 alcyon



18 MV SATURN



Şekil XXII. Prostatın 360 rotasyon tekniği ile ışınlanmasında Co-60 Alcyon ve 18 MV Satürn'ün doz dağıllımları

360 rotasyon tekniğinde her iki cihaz için noktaların aldığı dozlar Tablo XI'de verilmiştir.

Target volum içersindeki dozlar birbirine yakındır. Target dışındaki noktalar da dozlar arasındaki fark AP-PA ışınlamasındaki enerjiler arasındaki farktan ileri gelmektedir.

Noktaların Aldığı Toplam Dozlar (cGy)															
Cihazlar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ALCYON	6574	6580	6097	6568	6236	5042	5087	5558	774	6619	6520	4823	6648	6426	4839
18MV fotom SATURN	6653	6658	6356	6651	6281	5426	5440	5356	595	6663	6607	4578	6488	6565	4956

Tablo XI: AP-PA 8x10 cm saha 4600 cGy+boost saha 360° rotasyon tekniği ile 2000 cGy verildiğinde Alcyon ve Saturn için noktaların aldığı toplam dozlar

6- TARTIŞMA VE SONUÇ

Co-60 Alcyon cihazında yapılan ölçülerden absorbe doz hesabına geçişte IAEA 277 protokolü (22) uygulanmıştır. Bu konu Türkiye'de absorbe doz protokolünün standartlaştırılması açısından önemlidir.

Yapılan TAR ölçülerinin BJR değerleri (11) ile mukayesesinde küçük sahalarda ve 15 cm'den daha büyük derinliklerde %1.4'e varan farklılıklar bulundu. Bütün sahalarda 5 cm. ile 10 cm. arasındaki derinliklerde değerler birbirine çok yakındı. Bulduğumuz TAR değerleri BJR değerlerine uygun kabul edilebilir seviyededir. (11)

Rotasyon tedavisi için yapılan zaman kontrol hesabında hesaplanan dozla, ölçülen doz arasında % 0.6 fark bulundu. Bu fark kabul edilebilir sınırlar içersindedir.

Inhomojenite düzeltmelerini yapmak için kemik dansitelerine bakıldığında büyük dansite farklılıklarına rastlanmıştır. CT'de bu sayılar -234HU ile +254HU arasında değişiyordu. Bunlar da 0.56 gr/cm^3 ile 1.4 gr/cm^3 lük yoğunluklara uyuyordu. Ortalama yoğunluk 1.13 gr/cm^3 bulundu. Literatürde bu yoğunluk 1.12 gr/cm^3 veriliyor. (16,48)

40 yaşın üstünde 5 erkek hastada CT'de kemik yoğunluğuna bakıldı ve ortalama 1.41 gr/cm^3 bulundu. Bu prostat ışınlamalarında izodozların fantomdakinden biraz daha değişik çıkmasına neden olur.

şık radyasyon tedavisi tekniklerinde çizdiğimiz izodozlar, rde bahsedilen tekniklerle ilgili izodozlarla şekil olarak rsindedir. (8,10,12,21,35,36)

ile yapılan ölçülerde;

Altı tedavi tekniğinde de target volüm içerisinde kalan 0,1,2,3 noktalarında hesaplanan doz ile ölçülen doz arasında ortalama %1.9

rk bulundu. Bu fark 4 no'lu noktada %1.76 dır TLD ile doz ptanmasında tahmin edilen belirsizlik %2.5-3'tür. (48)

Target volüm dışında kalan 5,6,7 no'lu noktalarda %4.7, %5, .4'tür. 8 no'lu noktada ise %5'tir.

9 no'lu noktada ölçülen dozlar hesaplanan dozdan ortalama %2.4 zla çıkmıştır. Bunun sebebi 9 no'lu noktanın hizasındaki kemik pıllarındaki yoğunluğun ortalama kemik yoğunluğundan düşük masıdır kanaatindeyiz.

Kullandığımız altı tedavi tekniğinde de target volüm %90'lık doz hattının içindedir. Literatürde Tümör volümü nün %90'lık doz hattının içinde (7,13,14,17,23,29,30,31,45) olması ve minimum mör dozunun, maksimum tümör dozunun %95'inden küçük olmaması rektiği belirtiliyor (7).

Bizim kullandığımız altı tedavi tekniğinde Targette n./Max./Avg. şöyledir :

knik :	Targette Min./Max./Avg.
ön + 120° iki post oblik	2931(%198)/2968(%198)/2951(%199)
ön + 2 yan Wedge'li	2984(%199)/2959(%204)/2914(%200)
0° Rotasyon	964(%196)/994(%202)/981(%199)
x Teknik	3944(%197)/4015(%201)/3980(%199)
0° Lateral arc.	947(%192)/995(%202)/976(%198)
0° Kısmi Rotasyon	908(%185)/1033(%210)/973(%198)

Merkezin 1.8 cm üst kesitinde yapılan ölçülerde, ölçülen şerhler ile hesaplanan değerler arasında target volüm içinde ortalama %3, volüm dışında ortalama % 8 fark bulundu. 5 ve 6 no'lu ktalar saha kenarına yakın olduğu için set-up'daki küçük bir lirsizlik bu oranı çok arttırmaktadır. Literatürde rotasyon davisinde merkezde ölçülen dozlarla hesaplanan dozların birbirine k yakın olduğu fakat merkezden uzaklaştıkça bu farkın % 10'ların erine çıktığı ifade edilmektedir (27).

Sahanın 3.5 cm üst kesitinde yapılan ölçülerde target volümdeki noktalar için ortalama % 5.5 target volüm dışındaki noktalar için ortalama % 11 fark bulundu. Buradan set-up'lardaki küçük dikkatsizliklerin saha kenarında büyük doz değişikliklerine neden olduğu izlenimine vardık.

Prostat'ın erken evre karsinomlarında radikal radyoterapi oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Target volüme verilecek 6000-7500 cGy'lik dozlar lokal kontrolü sağlar. Target volüm daima prostat lojunu kapsamalıdır. Prostat kanserinin erken evrelerinde radyoterapi için target volüm, prostat bezi ve seminal vesikalis ile sınırlıdır. Seçilecek radyoterapi tekniği ise target volümün şekline ve boyutuna bağlıdır (10-12). Tümörlü bölgede lokal kontrolü sağlarken kronik yan etkilerden kaçınmak başlıca hedeflerden birisidir. Bunun için de rektum ve mesane dozunu azaltmaya yönelik tedavi tekniklerini seçmek lazımdır. (4,5,7,8,9,12,17,41)

Bizim kullandığımız tekniklerde izosantr noktasına 200 cGy verilirken, rektum ön duvarı (4 no'lu nokta), rektum yan duvarları (5-6 no'lu noktalar) ve rektum arka duvarı (7 no'lu nokta) ile femur'un (8 no'lu nokta) aldığı dozlar aşağıdaki tablo XII' de verilmiştir.

Tabloda da görüldüğü gibi 1 ön + 120 post oblik ışınlamada izodoz dağılımı çok iyi çıkmaktadır. % 90'lık izodoz hattı tam targetle sınırlıdır. Rektum dozu ön duvarda % 78, yan duvarlarda % 60, arka duvarda ise % 25 tir. Rektum biraz daha küçük kabul edilirse dozlar daha da düşecektir. Ancak 1.8 cm üst kesite bakıldığında mesane dozunda bir azalma yoktur. Orta hat dozunu almaktadır. Ancak Kobaltta oblik ışınların giriş dozları yüksektir. 18 MV Satürn 'de giriş dozları azalmaktadır.

Noktaların Aldığı Dozlar (cGy)

Teknik	4	5	6	7	8
Ön+ 120° 2 post oblik	157 (%78)	120 (%60)	123 (%61)	50 (%25)	11 (%5)
Ön+ 2 yan wedge'li	116 (%58)	55 (%28)	56 (%28)	50 (%25)	216 (%108)
60° tam rotasyon	165 (%82.5)	98 (%49)	95 (%47.5)	97 (%48.5)	51 (%25.5)
Box teknik	141 (%70)	79 (%39.5)	84 (%42)	119 (%60)	157 (%78.5)
10° 2 lateral arc.	130 (%65)	66 (%33)	65 (%32.5)	25 (%12.5)	88 (%44)
60° kısmi rotasyon	130 (%65)	77 (%38.5)	77 (%38.5)	55 (%27.5)	68 (%34)

: Rektum Ön Duvarı
 : Rektum Sağ Yan Duvarı
 : Rektum Sol Yan Duvarı
 : Rektum Arka Duvarı
 : Femur

Tablo XII. Rektum ve femurun aldığı dozlar

Wedge'li 3 saha tekniğinde; rektum dozları yan duvarlarda % 28, ön duvarda % 58, arka duvarda % 25 tir. Ancak femur orta hat dozundan fazla % 108 doz almaktadır. Literatürde femur başı nekrozları(1) bildirilmektedir.

360 tam rotasyon tekniğinde azalmaktadır. Yan duvarlar % 49, %47, arka duvar % 48 ve ön duvar % 82.5 doz almakta; ancak mesane orta hat dozunun tamamını almaktadır. Rotasyon tedavisinde izodoz eğrileri tümör etrafında daireseldir ve şekil olarak daha yumuşaktır. Kobalt ve Satürn için izodozların şekli çok fazla değişmemektedir. Lineer hızlandırıcıların çok sık arızalandığı göz

nüne alınırrsa rotasyon tedavisini kobaltla yapmak daha uygun olacaktır kanaatindeyiz. Literatürde 360^0 rotasyon tekniğinde kobalt le lineer hızlandırıcıları birbirlerine pek üstünlüğü olmadığından ahsedilmektedir. (23,31,42,44)

Box tekniğinde; rektum yan duvarları % 40 alırken, arka duvar % 0 doz almaktadır. Mesane dozu da orta hat dozuna eşittir. Buna karşılık femurun aldığı doz % 78.5'tur.

110 iki lateral arc. tekniğinde doz dağılımları en uygunu gibi özükmetedir. ekil XVI' daki izodozda görüldüğü gibi % 180'lik zodoz hattı literatüre uygun olarak (23), ön-arka doğrultuda asıklaşmış ve yanlara doğru yayılmıştır. Buna bağlı olarakta mesane e rektum dozunun biraz daha düşmesi beklenir. Rektum ön duvarı % 5, yan duvarlar % 33 ve arka duvar % 12.5, femur ise % 44 doz lmaktadır.

260 kısmi rotasyon tekniğinde rektum dozları düşük fakat mesane ozu orta hat dozundan biraz daha yüksektir. Bunun sebebi şekil VII'deki izodozda da görüldüğü gibi % 200'lük hat orta hattın biraz zerinde oluşmaktadır. Literatürde kısmi rotasyon tedavilerinde üksek doz alanının aks'tan ve rotasyona girmeyen bölgeden uzak- aştığı bildirilmektedir (23).

Mesanenin aldığı dozlar hiçbir radyasyon tedavi tekniğinde is- eneilen düzeye indirilememektedir. Ancak, 110 iki lateral ark eknğinde izodozda mesane dozu biraz daha az gözükmetedir.

Cilt dozları için yapılan ölçüler göz önüne alındığında;

Cilt dozları: 360^0 rotasyon tekniğinde 45 cGy,

Box tekniğinde ön sahadaki cilt dozu 107 cGy, yan sahalarda 240

Gy.

Wedgeli 3 saha tekniğinde yan sahalarda 278 cGy.

110^0 iki lateral arc. tekniğinde 66 cGy olmaktadır.

Sabit saha tekniklerinde 18 MV foton kullanıldığı zaman cilt

dozları kobalta göre daha düşük olmaktadır. Bunun için sabit saha tedavilerinde 18 MV foton ışınları (Saturn) tercih etmek daha uygun olacaktır.

Bu tedavi modellerinin klinik sonuçlarını karşılaştırmak çok zordur. Fiks saha tedavilerinde bazı vücut bölgeleri hiç doz almazken tümör dışı bazı bölgeler rotasyon tedavisine göre daha fazla doz almaktadır. Buna karşılık rotasyon tedavisinde tümör etrafındaki bölge bir miktar yüksek doz almakta ve tüm çevre dokular bir miktar radyasyon almıştır. Bunun yanında rotasyon tedavisinde set-up daha çabuk ve daha kolaydır.

Karşılaştırmaya çalıştığımız bu altı teknikte bütün avantajlar ve dezavantajlar gözönüne alındığında target volümün aldığı homojen doz, rektum dozunun azlığı, kemiğin aldığı dozun azalması ve cilt dozlarının azlığı yanında set-up kolaylığıda pozitif puan sayılırsa sırasıyla :

110° iki lateral ark. tekniği

1 ön + 120° iki post oblik saha tekniği (ön saha kobalt, oblik sahalar Saturn ile)

360° tam rotasyon tekniği

4 saha (Box) tekniği

Prostatta küçük saha ışınlamaları için uygun tekniklerdir. Bu teknikler arasındaki seçim de klinik bir tercihtir kanaatindeyiz.

ÖZET

Prostat karsinomalarının radyasyonla tedavisinde, küçük alan ışınlamalarında çok kullanılan altı tedavi tekniği doz dağılımları açısından mukayese edildi. Bunun için tedavi planlama bilgisayarı ile izodoz eğrileri çizildi. Ayrıca belirli noktalarda TLD yöntemi ile nokta dozlar ölçüldü. Bunların sonucunda:

- Her tedavi tekniğinde de target volum %90 lık izodoz hattı içerisinde bulundu.

- Bütün tekniklerde mesane hemen hemen orta hat dozuna yakın doz almaktadır.

- Rektum yan duvarlarının aldığı dozlar tedavi tekniklerine göre prostat lojuna verilen dozun %30 ile %60'ı arasında değişmektedir. Rektum ön duvarı %65-%82, rektum arka duvarı %12,5 ile %60 arasında değişmektedir.

-Sabit saha tekniklerinde cilt dozları yüksektir. Kobalt yerine 18 MV foton kullanılırsa cilt dozları biraz daha azalmaktadır. Target volum dışındaki dozlar 18 MV fotonlarda daha azdır.

Karşılaştırdığımız altı tedavi tekniğinde doz dağılımları, set-up kolaylığı ve uygulama süresi gibi konular göz önüne alındığında sırasıyla;

- 110° iki laterel ark tekniği,

- 1 Ön (kobaltla)+120° iki post.oblik (18 MV fotonla) 3 saha tekniği,

- 360° rotasyon tekniği,

- 4 saha (box) tekniği,

Prostatda küçük saha ışınlamaları için uygun teknikler olarak bulunmuştur. Bu teknikler arasındaki seçim klinik bir tercihtir.

SUMMARY

The most frequently used five different treatment techniques for treating prostatic carcinomas with radiation therapy compared for their dose distributions. Isodose curves are prepared with the help of treatment planning computers and the point doses are measured with TLD dosimetries at particular points. These data showed that in all treatment techniques the target volume remained in 90% isodose distributions.

The bladder receives nearly the same midplane dose in all treatments. Lateral rectal walls receive doses changing between 30% and 60% of the midplane doses whereas the anterior wall receives 60% to 82% and the posterior rectal wall receives 12.5% to 60% of the midplane doses.

In fixed field techniques skin doses are high. When 18 MV photon beams are used instead of Co-60 skin doses are reduced slightly. Besides the absorbed doses out of the target volume are also lesser with 18 MV photon when compared with Co-60.

When considering the isodose distributions, set-up conditions and application period the below listed techniques are found to be useful in descending order for treating prostatic malignancies with small fields.

1. 110° 2 lateral arc rotation
2. 1 anterior (Co-60) + 2 posterior oblique (18MV photon); 3 field technique
3. 360° rotation technique
4. 4 field (box) technique

The choice between these should be a clinical preference.

K A Y N A K L A R

- 1- Amdur R.J, Parsans J.T, Fitzgerald L.T, Millian R.R Adeno Carcinoma the prostate treated. With external beam radiation therapy: 5 year minimum Follow-up. Radiotherapy And Oncology. 1990 (18), 235-246
- 2- Aristizobal S. Steinbronn D., Heusinkveld S. External beam radiotherapy in Cancer of the prostate Raditherapy And Oncology 1984 (1) , 09-315
- 3- Asbell S.O, Schlager B.A, Baker A.S. Revision of treatment plannig or carcinoma of the prostate Radiation Oncology Biol. Phys. 1980 (6), 51-865
- 4- Bagshaw M.A, Ray G.R, Pistenma D.A, Castellino R.A, Meares E.M External beam radiation therapy of primary carcinoma of the prostate Cancer: 975 (36), 723-728
- 5- Bagshaw M.A, Cox R.S, Ray G.R Status of radiation treatment of prostate cancer at stanford University NCI Monographs 1988 (7) , 47-60
- 6- Bagshaw M.A, Kaplan I.D., Cox R.C. Radiation therapy for localized disease Cancer 1993 (71) supl: 3, 939-952
- 7- Bagshaw M.A.: A technique for external beam irradiation of carcinoma of the prostate. In: Levitt S.H., Tapley N (Editors): Technological basis of Radiation Therapy: Practical Clinical Applications. Lea and ebiger Philadelphia 1984, Chapter 13, pp:244-270
- 8- Bagshaw M.A: Carcinoma of the prostate. In: Levitt S.H, Khan F.M., atish R.A (Editors): Levitt and Tapley's Technological Basis of Radiation Therapy: Practical Clinical Applications. Lea and Febiger Philadelphia-London 1992, C:20, pp: 300-
- 9- Beiler D.D., Wright J., Reeddy G.N Radical external radiotherapy for prostatic carcinoma Onc. Biol. Phys. : 1981 (7) , 885-890
- 10- Bentel G.C., Nelson C.E., Naell K.T.: Treatment Planning-Prostate Dose Calculation In Radiation Oncology Pergamen Press, NewYork, 1989 : Chapter: 7, pp:178-183
- 11- British Journal of Radiology: Supplement No: 17 Central axis dept Dose Data in Radiotherapy. Puplished by. The British Institute of Radiology London 1983 pp:50-51
- 12- Dobbs J., Barrett A., Ash D. :Prostate. Practical Radiotherapy Planning 2.edt. London 1992 Chapter 24 pp 214-221
- 13-Fleming J.C., Orchard P.G. Isocentrik radiotherapy treatment planning where the treatment axis is not horizontal British Journal of Radiology 1974 (7), 34-36
- 14- Forman J.D., Zinreich E., Lee D.J., Wharam M.D., Baumgardner R.A, and Order S.E. Improving the therapeutic ratio of external beam irradiation for carcinoma of the prostate Rad. Onc. Biol. Phys. 1985,(11), 2073-2080
- 15- Gardner A., Bagshaw M.A, Page V., Karzmark C.J. Tumor Localization, dosimetry, simulation and treatment procedures in radiotherapy: The isocentrik technique Britich Journal of Radiology 1972 114 (1), 163-171

- 16- Glasgow G.P, Sampiere V.A, Purdy J.A.: External beam dosimetry and treatment planning , In Perez C.A. Brady L.W (Editors): Principles And practice of Radiation Oncology. Philadelphia 1973 Chapter 8 pp: 175-177,186
- 17- Haase W., Schmid S. Treatment of Carcinoma of the prostate Siemens Proceedings First European Mevatron Users Conference Frankfurt,1987, pp: 119
- 18- Hanks G.E. Optimizing the radiation treatment and outcome of prostate Cancer. Rad. Onc. Biol. Phys 1985 (11), 1235-1245
- 19-Hanks G.E. Carcinoma of the prostate Patterns of Care Study Newsletter 1990-91 # 4
- 20- Heeringen C., Schryver A., Verbeek E. Sexual Function disorders after local radiotherapy for carcinoma of the prostate Radiotherapy And Oncology 1988 (13), 47-52
- 21- Hussey D.H. Carcinoma of the prostate. In: Fletcher G.H.(Editors): Textbook of Radiotherapy 3.Edt. Lea and Febinger , Philadelphia 1980 pp: 394-914
- 22- IAEA Absorbe Dose Determination In Photon And Electron Beam. An International Code of Practice Technical reports Series No: 277 Vienna 1987, pp:42-60
- 23- Johns H.E., Cunnigham J.R.: Radiation therapy-Tumor dose calculation In: The Physics of Radiology 4.Edition Charles C. Thomas, Springfield Illinois 1983 Chapter: 12 pp:435-451
- 24- Khan F.M. The Physics of Radiation Therapy Williams and Wilkins, Baltimore. 1984, pp: 169-226
- 25- Koritke J.G., Sick U. Atlas of Sectional Human Anatomy. Urban and Schwarzenberg Baltimore-Munich, 1983 (V:2) 126:128
- 26- Kurup P., Kramer T.S., Lee M.S., Phillips R. External beam irradiation of prostate Cancer , 1984 (53), 37-43
- 27- Kurup R.G., Hogstram K.R., Hwang C.C. Steps and extend of profile data on the Calculation of rotational X-Ray dose distributions Med. Phys. 1987, 14(6), 1053.
- 28- Lindskoug B.A, Lundberg M.L. : Thermoluminescence And Dosimetry: n, Horawitzys (Editors). CRC, Boca Raton FL, 1984 , (Vol:3)
- 29- Liu N.H., Miller M.P., Raeside D.E, Wizenberg M.S. Confirmation of speculation concerning average TAR determinations for rotational Co-60 radiation therapy treatment planning. Med. Phys. 1987, 8(6), 900
- 30- Mc Govan D.G., M.B, C.U.B, D.M.R.T., F.R.C.P. The value of extended field radiation therapy in carcinoma of the prostate Rad. Onc. Biol. Phys. 1987, (7), 1333-1339
- 31- Meredith W.J, Massey J.B. Fundamental Physics of Radiology John Wright-Sans Ltd., Bristol, 1971, pp: 476-491
- 32- Morin R.L., Raeside D.E., Wizerber M.J. Speculation concerning average TAR determinations for rotational Co-60 radiation therapy treatment planning Med. Phys.1981 8(2) 243-235
- 33- Nilsson I. Lindholm C.E., Lanberg T. Abrahams Jon P.A. Radical radiotherapy in prostatic Carcinoma Acta Oncologica 1988 28(2), 261-266
- 34- Overview A., Porter A.I., Forman J.D. Prostate brachytherapy Cancer

1993, Supl.(71), 3 , 953-958

35- Perez C.A., Fair W.R., Ihde D.C.: Carcinoma of the prostate. In: Devita C.T. Helman S. Rosenberg S.A. (Editors). Cancer: Principles And Practis of Oncology 3.Edt. Lippincott Company, Philadelphia 1989. pp: 1023-1053

36- Perez C.A, Brady L.W. Carcinoma of the prostate Principlesand Practice of Radiation Oncology. J.B. Lipincott Company Philadelphia-1992 Chapter 51 pp:1067-1116.

37- Pilepich M.V., Perez C.A., Walz B.J., Zivavska F.R. Complications of definitive radiotherapy for carcinoma of the prostat. Rad. Onc. Biol. Phys. 1981,(17), 1341-1348

38- Pilepich M.V., Abell S.O., Krall J.M., Baerwold W.H., Sause W.T. Rubin P. Emami B.N. Pidcacok G.M., R.T.T. Correlation of radiotherapeutic parameters and treatment related morbidity analysis of RTOG Study 77-06 Radiation Onc. Biol. Phys. 1978,(13), 1007-1012

39- Rajan Govinda K.N. Developament of Concepts For isocentric treatments, the concept of TAR. Advanced Medical Radiation Dosimetry. Prentice-Hall Of India, Private Limited. New Delhi-1992 pp: 82-96

40- Rosen E., Cassady R., Connolly J., Chaffey T. Radiotherapy for prostat carcinoma: The JCRT experience (1968-1978) Factors related to tumor control and complications. Rad. Onc. Biol. Phys. 1985 (11), 725-730

41- Sandler H.M., Mc Shan D.L., Lichter A.S. Potential Improvement in the results of irradiation for prostate carcinoma using improved dose distribution Rad. Onc. Biol. Phys. 1991 (22), 361-367

42- Shahabi S.: Arc Therapy. Blackburn's Introduction To Clinical Radiation Therapy Physics. Med.Phys.Puplishing Corparation, Wisconsin 1989 Chapter 13 pp: 153-160

43- Sherman C.D., Calman K.C., Eckhardt S., Elsabal I., Firat D., Hossfeld D.K., Paunier J.P., Salvadori B. Erkek Genital Organ Kanserleri: Prostat. Klinik Onkoloji 4.Baski WICC, edt: Türk Kanser Araştırma ve Savaş Kurumu, 1990 pp: 197-199

44- Selman Joseph: Radiation Therapy The Basic Physics of Radiation Therapy, p: 244-265, 1960-U.S.A Charles C. Thomas, Springfield, Illinois 1960 Chapter 9 pp: 244-265

45- Smit W.G.S.M., Helle P.A, Vanputten W.L.J. Wijnmaalen A.J Seldenrath J.J., Van Der Werf-messing B.H.P. Late radiation damage in prostate cancer Patients treated by high dose external radiotherapy in relation to rectal dose Radi. Onc. Biol. Phys. 1990 (18), 23-29

46- Taylor W.s, Richardson R.E., Haferman M.D., Radiation terapi for localized prostat cancer Cancer 1979 (43) 1123-1127

47- Vaeth J.M., Meursk L., Wang D. Treatment planning in the external beam radiotherapy of cancers the genitourinary system Radiation Onc. 1987 (21), 195-220

48- Wittkamper F.W., Minjheer B.J., Kleffens H.J. Dose Intercomparison at the radiotherapy centres in the Netherhands. I photon beams under reference conditions and for prostatic cancer treatment. Radiotherapy and Oncology. 1987 (9), 33-34