

BRAKİTERAPİ



T.C. Sağlık Bakanlığı

**Kamu Hastaneleri
Genel Müdürlüğü**



T.C. Sağlık Bakanlığı
Kamu Hastaneleri
Genel Müdürlüğü

BRAKİTERAPİ’NİN

**MİMARİ ve TEMEL ALTYAPI
GEREKSİNİMLERİ**



UYARI

İçerik © 2018 T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü.

Bu eserin telif hakkı vardır. Bu materyal sadece tarafınızdan kişisel, ticari olmayan kullanımlar için (bu uyarıyı saklı tutarak) değiştirilmemiş haliyle çoğaltılabilir, indirilebilir, görüntülenebilir. 5846 sayılı fikir ve sanat eserleri kanununca izin verilen herhangi bir kullanım dışında diğer tüm haklar saklıdır. Çoğaltma ve haklar ile ilgili talepler ve sorular için aşağıda bulunan adresle iletişime geçilmelidir.

Sağlık Bakanlığı;
Bilkent yerleşkesi , Üniversiteler mah.
Dumlupınar bulvarı 6001. Cad. No:9
Çankaya/Ankara 06800
Tel. +90 (312) 565 03 64
URL: <http://khgm.saglik.gov.tr/>

Bu yayının içeriği ile ilgili bilgi talepleri, T.C. Sağlık Bakanlığı, Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü, Tedarik planlama, Stok ve Lojistik Dairesi, Biyomedikal Mühendisliği birinden sağlayabilirsiniz ya da khgm.biyomedikal@saglik.gov.tr adresine mail atabilirsiniz.

Editörler

Prof. Dr. Murat ALPER
Uzm. Ecz. İrem MÜHÜRÇÜ

Hazırlayan

İç Mimar Mert Can YILDIZ,

Grafik Tasarım - Mizanpaj

Merve Seher OKU

Katkıda Bulunanlar

B.M.M. Kemal Tolga ÇETİN

B.M.M. Bilal BECEREN

B.M.M. Caner Niyazi OKU

Uzm. Dr. Öznur SARI

ISBN Numarası

ISBN-978-975-590-680-5

Referans Numarası

Ref : KHGM-KMY-MCY-004.V01

Eylül 2018'de T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanmıştır.

ÖNSÖZ

Klinik Mühendisliği'nin görev ve sorumluluklarından biri klinik alanların mimari ve temel altyapılarına yönelik Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü tarafından standart ve buna bağlı kılavuzlar hazırlanmaktadır.

Kamu Hastaneleri klinik alanlarında verilen hizmet kalitesinin ve verimliliğinin artmasını ve sürdürülebilirliğin sağlanması için oluşturulan Radyasyon Onkolojisine bağlı klinik alanların mimari ve mühendislik altyapılarını oluşturmaktır.

Bu kılavuz ile Kamu Hastanelerindeki klinik alanların mimari ve temel altyapı özelliklerinin biyomedikal alanla birleşerek, Kamu Hastaneleri perspektifinde uygulanmasına yönelik referans bir kaynağın oluşturulması amaçlanmıştır. Mimari ve mühendislik biliminin biyomedikal alandaki çalışmalara ve Klinik Mühendislik hizmetlerine katkıda bulunmasına, böylece Sağlık Hizmetlerine yeni bir mimari vizyonun geliştirilmesinde katkıda bulunmasını dilerken büyük emek ürünü olan bu eseri hazırlayan, İç mimar Mert Can YILDIZ'a, tasarımını yapan Merve OKU'ya ve destek veren Tedarik Planlama Stok ve Lojistik Yönetimi Dairesinin tüm ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Prof. Dr. Murat ALPER
Kamu Hastaneleri Genel Müdürü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
PLANLAR DİZİNİ	x
KESİTLER DİZİNİ	xi
GİRİŞ	xii
1. Fizibilite	1
2. Brakiterapi Sistemi	3
2.1. Brakiterapi Çeşitleri	4
2.1.1. Geçici Doz Brakiterapi	4
2.1.2. Kalıcı Doz Brakiterapi	5
2.1.3. Yüksek Doz Brakiterapi	5
2.1.4. Düşük Doz Brakiterapi	5
3. Temel Altyapı Gereksinimleri	7
3.1. Radyasyon Koruması	7
3.1.1. Radyasyon Korumasında Kullanılan Malzemeler	8
3.1.2. Brakiterapi Ünitesi Radyasyon Koruması	10
3.1.2.1. Örnek Tedavi Odası Zırhlama Planı	12
3.2. Havalandırma Tesisatı ve Özellikleri	12
3.3. Zemin Özellikleri	14
3.4. Elektrik Tesisatı ve Özellikleri	14
3.4.1. TAB için Elektrik Enerji ihtiyacı	14
3.4.2. TİK için Elektrik Enerji İhtiyacı	15
3.4.3. Tedavi Odası Enerji Çıkışları	15

3.4.4.	Kontrol Odası Enerji Çıkışları	15
3.4.5.	Elektrik Topraklaması	15
3.4.6.	Kablo Kanalları.....	16
3.5.	Yangın Koruması ve Özellikleri.....	18
4.	Brakiterapi Tedavi Ünitesi Mekân Tasarımı	20
4.1.	Önerilen Minimum Tedavi Ünitesi Ölçüleri	20
4.2.	Tedavi Odası Özellikleri	24
4.3.	Tedavi Odası Brakiterapi Birimleri	26
4.3.1.	Tedavi Aktarma Birimi	26
4.3.2.	TAB için Güç Prizi	27
4.3.3.	TAB için Sistem Bağlantı Kutusu	27
4.3.4.	Kaynak Konumu Kontrol Cetveli.....	28
4.3.5.	CCTV Kamera.....	28
4.3.6.	Radyasyon Detektörü.....	29
4.3.7.	İnterkom	29
4.3.8.	Başlatma Modülü	29
4.3.9.	Radyasyon Göstergesi	29
4.3.10.	Tedavi Durum Göstergesi	29
4.3.11.	Acil Durum Butonu	30
4.4.	Kontrol Ünitesi Özellikleri.....	31
4.5.	Brakiterapi Ünitesi Kontrol Ünitesi Birimleri	32
4.5.1.	Tedavi Kontrol Paneli	32
4.5.2.	Oda Radyasyon Konsolu	33
4.5.3.	Yalıtım Kutusu	33
4.5.4.	Bağlantı Kutusu	33
4.5.5.	Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS)	34
4.5.6.	Ağ Bağlantı Anahtarları	34
KAYNAKÇA	V	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>HDR</u>	: High Dose Radiotherapy
<u>LDR</u>	: Low Dose Radiotherapy
<u>TAB</u>	: Tedavi Aktarma Birimi
<u>SBK</u>	: Sistem Bağlantı kutusu
<u>BT</u>	: Bilgisayarlı Tomografi
<u>TKP</u>	: Tedavi Kontrol Paneli
<u>TİK</u>	: Tedavi İletişim Konsolu
<u>CCTV</u>	: Kapalı Devre Televizyon
<u>UPS</u>	: Türk Standartları Enstitüsü
<u>TKK</u>	: Tedavi Kontrol Konsolu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 microSelectron Digital® (ExBxG) (800 x 980-1380 x 460 mm)	26
Şekil 4.2 Flexitron® Brakiterapi tedavi aktarım birimi	27
Şekil 4.3 Kaynak Konumu kontrol Cetveli (E x B x G) (410 x 10 x 60).....	28
Şekil 4.4 CCTV Kamera.....	28
Şekil 4.5 Başlama Modülü	29
Şekil 4.6 Tedavi Durum Göstergesi.....	30
Şekil 4.7 Acil Durum Göstergesi.....	30
Şekil 4.8 Tedavi Kontrol Paneli (ExBxG) (210x200x150 mm)	33
Şekil 4.9 Oda radyasyon konsolu.....	33

PLANLAR DİZİNİ

Plan 3.1 Brakiterapi ünitesi tedavi odası planı (Ölçeksiz)	12
Plan 3.2 Brakiterapi ünitesi havalandırma planı (Ölçeksiz)	13
Plan 4.1 Brakiterapi tedavi ünitesi planı (Ölçeksiz)	21
Plan 4.2 Brakiterapi tedavi ünitesi planı (Ölçeksiz)	22
Plan 4.3 Tedavi odası yerleşim planı (Ölçeksiz)	24
Plan 4.4 Brakiterapi, Kontrol ünitesi bölümü (Ölçeksiz)	31

KESİTLER DİZİNİ

Kesit 3.1 Kontrol ünitesi kablo kanalı yerleşimi (Ölçeksiz)	17
Kesit 3.2 Tedavi ünitesi kablo kanalı yerleşimi (Ölçeksiz)	17
Kesit 4.1 A – A KESİTİ (Ölçeksiz).....	23
Kesit 4.2 B – B KESİTİ (Ölçeksiz).....	23
Kesit 4.3 A – A KESİTİ (Ölçeksiz).....	25
Kesit 4.4 Kontrol Ünitesi (Ölçeksiz).....	32

GİRİŞ

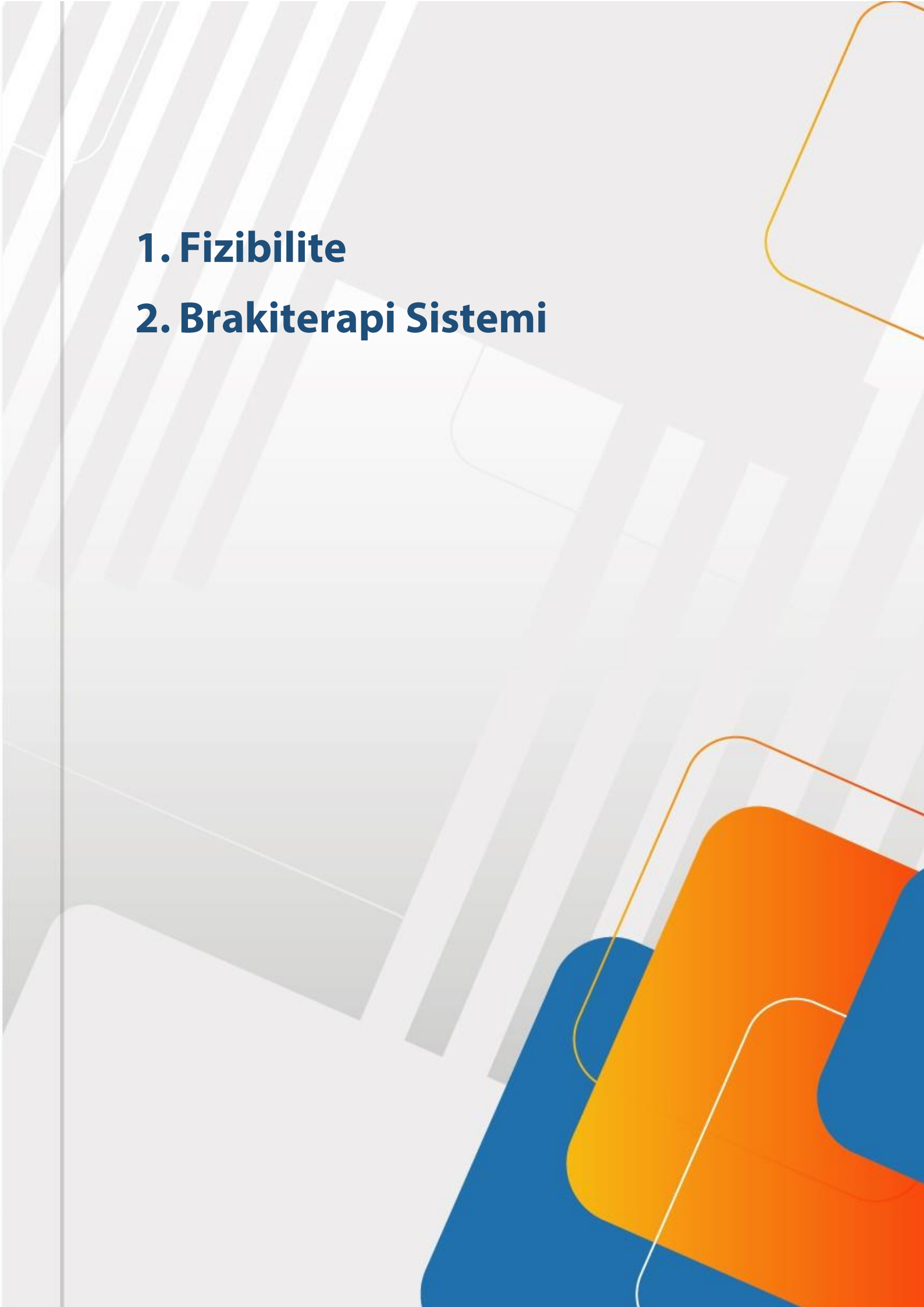
Radyoterapi sistemi, dünya çapında kanser tedavisinde etkili bir yöntem olarak bilinmektedir. Kanser tedavisinde, %50'den fazla hastalara ışın tedavisi uygulanmaktadır. Bu hastaların %5-15'ne brakiterapi, tek veya kombine yöntemle uygulanıp tedavi işlemi gerçekleştirilmektedir¹.

Brakiterapi dokulara ya da boşluklara, tümör yataklarına radyoaktif kaynak kullanılarak yakından yapılması esasına dayanan ışın tedavi sistemidir. Brakiterapi sırasında radyoaktif kaynaklar geçici ya da kalıcı olarak uygulanabilmektedir. Geçici uygulanması durumunda uygulama sonrasında radyoaktif kaynak hastadan uzaklaştırılacağı için herhangi bir radyasyon saçılma olmaması büyük bir avantaj sağlamaktadır. Brakiterapinin faydaları hastaya, önceliklerine ve tercihlerine bağlı olarak değişir, ancak minimal girişimsel bir tedavi yöntemi olarak cerrahiden kaçınmanın faydaları evrenseldir.

Son olarak, brakiterapi başlangıçta sadece kanser tedavisinde kullanılırken, malign² olmayan hastalıklarda yararlı olduğu görülmüştür. Brakiterapinin çevresindeki normal dokuları koruyarak konformal radyoterapiyi tümörün şekline göre en uygun şekilde uyguladığı kanıtlanmıştır.

¹International Journal of Health & Allied Sciences • Vol. 4 • Issue 2 • Apr-Jun 2015

² Malign tümör, kötü huylu tümör yani kanser anlamına gelmektedir.



1. Fizibilite

2. Brakiterapi Sistemi

1. Fizibilite

Brakiterapi neredeyse bir asırdır kanser tedavisinin ayrılmaz bir parçası olarak kullanılmaktadır. Yükleme sonrası cihazların ve yeni radyoizotopların geliştirilmesi ile brakiterapi uygulamaları ve sisteminde yenilikler yaşanmıştır. Brakiterapi tedavi sisteminin zaman içerisinde kaydedilen yenilikler ile zaman içerisinde karakterize edilip geliştirilmiştir. Geliştirilen bu hususlar;

- Uzaktan boşaltma ünitelerinde kanal sayısını arttırılması;
- Radyoaktif mikro kaynakların geliştirilmesi;
- Bilgisayarlı tedavi planlaması ve dozimetresi için yeni algoritmalar geliştirilmesi;
- Görüntüleme yöntemlerinin iyileştirilmesi ve kesitsel görüntülemenin tanıtılması gibi hususlarda gelişmeler yaşanmıştır.

Bu ilerlemeler, brakiterapi tedavi sistemini ayakta tedavi yönetimine kaydırması ve tek bir günde gerçekleştirilebilecek tedavi sayısını artırmıştır. Bu kısa süre içerisinde gerçekleşen tedavide operatörlerin doğrudan radyasyona maruz kalmalarını önlemek için yeterince korumalı bir oda, uzaktan boşaltma cihazını içeren bir HDR ünitesine ihtiyaç vardır.



Resim 1.1 Örnek Brakiterapi Ünitesi

Brakiterapi tedavi ünitesi tasarımı hakkında yapılması gereken birçok husus vardır. Bunlar, Brakiterapi ünitesine uygun oda boyutları, şaşırtma koridoru uygululuğu, radyasyon koruması, havalandırma, mekanik, elektrik tesisatları ve zemin özelliği gibi hususlardır.



Resim 1.2 Örnek Brakiterapi Ünitesi

2. Brakiterapi Sistemi

Brakiterapi kelimesi, antik Yunanca brachios (kısa mesafe) ve tedavi anlamına gelen (terapi) kelimelerinin birleşmesinden türemiştir. Tümör içinde veya yakınında kapsüllenmiş radyonüklidlerin terapötik³ kullanımını ile tedavi işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işleme bazen tohum implantasyonu da denir ve farklı kanser türlerinin tedavisinde kullanılan bir ayakta tedavi prosedürü olarak bilinmektedir.

Derin tümörler için yüksek voltajlı teleterapinin ortaya çıkması ve yüksek enerjili radyonüklidlerden radyasyona maruz kalınması ile ilgili problemler, geçen yüzyılın ortalarına doğru brakiterapi kullanımında bir düşüşe yol açmıştır. Bu durumun aksine, son otuz yıldır çeşitli nedenlerle brakiterapinin kullanımı konusunda bir artış ortaya çıkmıştır. Yapay radyoizotopların keşfedilmesi ve uzaktan boşaltma tekniklerinin gelişmesi, radyasyona maruz kalma tehlikelerini azaltmıştır. Daha yeni görüntüleme yöntemleri (*BT taraması, manyetik rezonans görüntüleme, transrektal ultrasonografi*) ve sofistike bilgisayarlı tedavi planlaması, doğruluk oranını arttırmış, optimize doz dağılımını sağlamıştır.

Brakiterapinin etkinliği, dış ışınlama etkinliği ile karşılaştırıldığında, radyoaktif implantların dokulara daha yüksek bir konsantrasyonda radyasyon dozunu verme yeteneğine bağlıdır.

Dış ışınlama sistemlerinin aksine, brakiterapi invazivdir, sedasyon ya da anestezi altında, bölgeye özgü aplikatörlerin eklenmesini gerektirir. Bazen bu prosedürlere dâhil olan cerrah, özellikle aplikatörlerin yerleştirilmesi için laparotomi⁴ ya da kraniotomi⁵ uygulamaktadır. Aplikatör yerleştirmeden önce tümör rezeksiyonu gerekiyorsa, brakiterapi endikasyonlarının ve ilgili tekniklerin farkında olunması gerekmektedir.

Brakiterapi, radyoaktif kaynakların yerleştirildiği kateterlerin kullanılması yoluyla kalıcı bir şekilde veya geçici bir şekilde uygulanan dâhili bir radyasyon tedavisidir. Radyoaktif maddeler (*tohumlar veya kateterler*) vücuda hastalığa etki edecek şekilde yerleştirilir. Kalıcı brakiterapi kullanıldığında, radyoaktif "tohumlar" vücudun içinde bırakılır. Kullanılan

³ Tedaviye ait, tedavi edici anlamına gelmektedir.

⁴ **Laparotomi**, teşhis veya operatif amaçla karın boşluğunun cerrahi yöntemlerle açılmasıdır. Abdominal ensizyon olarak da bilinmektedir.

⁵ Beyine ulaşmak amacı ile bir parça kemiğin blok olarak bazı özel aletler yardımı ile yapılması işlemidir. Öncesinde kafa derisi (skalp) açılarak bu işlem yapılır. Beyindeki işlemler bittikten sonra çıkarılan kemik yerine konulup bütün katlar kapatılır.

radioaktif izotopun yarı ömrü, (*tohumların radyoaktivitesi zamanla azaldığından*) vücutta kaldığı süre ile doğru orantılı olacak şekilde hesaplanmaktadır. Geçici brakiterapide genellikle radyoaktif kaynaklar hastalığı tedavi ederken, hastanın birkaç gün yatakta yattığı hasta türü durumda (*düşük doz brakiterapi veya LDR*) ya da hastaneye yatış durumunda (*yüksek doz oranı brakiterapi, veya HDR*) hastaya genellikle kısa bir süre içinde çeşitli radyasyon tedavileri uygulanmaktadır.

Brakiterapi ile tedavi edilen hastalıklar arasında prostat kanseri, serviks kanseri, baş ve boyun kanseri, endometriyal kanser ve koroner arter hastalığı bulunmaktadır. Brakiterapinin, prostat, göğüs ve serviksin cerrahi olarak çıkarılmasına iyi bir alternatif sağlayarak, çok etkili ve güvenli olduğu kanıtlanmıştır; bazı uzun vadeli yan etkiler riskini de azaltmaktadır.

2.1. Brakiterapi Çeşitleri

Doz oranı ve radyobiyolojik sonuçlarına göre brakiterapi üç kategoride sınıflandırılmıştır. Düşük doz oranlı (*LDR, 0,4-2 Gy / saat*), orta doz oranlı (*MDR; 2-12 Gy / saat*) ve yüksek doz oranlı (*HDR > 12 Gy / saat*) brakiterapidir⁶. Günümüzde, Ir-192 radyonüklidinin, kaynak gücü düşük yaygın olarak kullanılan izotop olduğu durumlarda, brakiterapiden sonra HDR'den alınan brakiterapi yaygın olarak kullanılmaktadır⁷.

2.1.1. Geçici Doz Brakiterapi

Geçici brakiterapide, radyoaktif madde belirli bir süre boyunca bir tümörün içine veya yakınına yerleştirilir ve daha sonra geri çekilir. Düşük doz oranı (*LDR*) veya yüksek doz oranı (*HDR*) ile uygulanabilir. Bir kateter, iğne veya aplikatör gibi bir iletme cihazı, pozisyonlandırılmasına yardımcı olması için floroskopi, ultrasound veya BT kullanılarak tümöre yerleştirilir. Doktor, radyoaktif malzemeyi tedavi ünitesi aracından el ile hastaya uygulayabilmektedir.

Alternatif olarak hastaya brakiterapi uygulaması, tedavi ünitesi aracının uzaktan kumandalı bir makineye bağlandığı ve radyoaktif materyali tümör bölgesine iten bir

⁶International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) Report 38: Dose and volume specification for reporting intracavitary brachytherapy in gynecology, 1985.

⁷ Khan FM. The physics of radiation therapy. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2010.

tedavi ünitesinde işlemi gerçekleştirmektedir. Belirli bir süre sonra, radyoaktif malzeme makineye geri çekilir ve tedavi ünitesi aracından çıkarılır. Daha sonra aplikatör hastadan çıkarılarak tedavi işlemi gerçekleştirilir.

2.1.2. Kalıcı Doz Brakiterapi

Çekirdek implantasyonu olarak da adlandırılan kalıcı (*LDR*) brakiterapi, tümörün içine veya yakınında radyoaktif tohumun yerleştirilmesi ve yerleştirildiği yerde kalıcı olarak bırakmasıyla oluşan bir tedavi sistemidir. Birkaç hafta veya ay sonra, implantların radyoaktivite seviyesi önemsizmeyecek derecede azalmaktadır. Tohumlar daha sonra vücutta kalıcı olarak kalır ve hasta üzerinde herhangi bir etki kalmayacaktır.

2.1.3. Yüksek Doz Brakiterapi

Yüksek doz oranı (*HDR*) brakiterapi genellikle bir ayakta tedavi işlemidir. Belirlenen bir radyasyon dozu, uzaktan kumandalı bir makine aracılığıyla kısa bir sürede tümöre gönderilir ve bu işlem birkaç dakika sürer. Bu, aplikatör çıkartılmadan ve hasta eve dönmeden bir gün içinde birkaç kez tekrarlanabilmektedir. Hastalar bir veya daha fazla hafta boyunca 12 ayrı HDR brakiterapi tedavisi alabilmektedir.

2.1.4. Düşük Doz Brakiterapi

Kalıcı olmayan bir LDR brakiterapi prosedüründe, hasta birkaç saat veya günde sürekli bir hızda verilen radyasyon ile tedavi edilir. Bu tedavi manuel veya uzaktan yüklemekten sonra uygulanabilir. LDR brakiterapi alan bir hasta hastanede bir gece kalır, böylece aplikatör tedavi süresi boyunca yerinde kalabilmektedir.

3. Temel Altyapı Gereksinimleri

3. Temel Altyapı Geret

Bu bölümde Brakiterapi sisteminin ihtiyaç duyduğu radyasyon koruması, havalandırma, mekanik, elektrik tesisatı, zemin ve tavan özelliklerinden bahsedilmektedir.

3.1. Radyasyon Koruması

Bir radyoterapi odalarının duvarları maksimum iletim miktarını hesaplamak için, haftalık iş yükü, kaynaktan kontrol alanına olan uzaklık, kullanım faktörü gibi birkaç parametre hesaba katılması gerekmektedir. Normalde radyoloji klinik alanlarında ki kaynaklar için yerine yönelik iş yükü, doluluk faktörü ve haftalık doz eşdeğeri veya toplu doz eşdeğeri bakımından koşullara dikkat edilmesi gerekmektedir.

20-25 cm arası kalınlıktaki sıradan betondan yapılmış duvar uygulamaları genellikle düşük doz oranlı radyoterapi uygulamaları için yeterli koruma sağlayacaktır. Yüksek doz oranlı brakiterapi tedavilerinde ortama yayılan doz oranını düşürmek için daha fazla koruyucu gerekebilir. Düşük doz oranı brakiterapi için kullanılan gücünün 1000 katı kadar olan kaynakların kullanımını gerektiren bu tür tedaviler, standart hastane servislerinde yapılamamaktadır. HDR⁸ brakiterapi için kullanılan alanların mekânsal düzenleri, dışsal ışın tedavi sistemi olan ⁶⁰CO tedavisi için gerekli olan alanla mukayese edilebilir.

Klinik alanlarında kullanılacak olan temel zırhlama malzemeleri diğer radyoloji klinik alanlarında olduğu gibi bürüt beton, kurşun ve çelik plakalardır. Sonuç olarak, radyasyon korumasında zırhlama kalınlıkları, diğer faktörlerin yanı sıra her zırhlama yapılan oda için radyasyon koruması tasarım kriterlerine bağlıdır⁹.

Brakiterapi kaynaklarına maruz kalınmasından dolayı dozun azaltılması aşağıdaki ilkelerin bir kombinasyonu ile başarılabilir:

- Toplam alınan dozu zamana göre orantılı olduğu için radyasyona maruz kalma süresi azaltılmalıdır. Kaynak hazırlığında kullanılan araçlar hazır olmalıdır. Deneyim elde etmek için tedavi prosedürleri aktif olmayan, gerçek dışı materyal ile uygulanmalıdır. Potansiyel engeller, kaynaklar kabından çıkarılmadan önce ayrılmalıdır.

⁸ High dose rate

⁹ Bu kriterler TAEK tarafından belirlenmesi gerekmektedir.

- Radyasyon ile kontrol noktasının arasındaki mesafe olabildiğince geniş tutulmalıdır. Radyasyon kaynaklarına elle dokunulmamalıdır. Kaynağı değiştirmek için uzun forseps veya cımbız kullanılması önerilmektedir. Ters kare yasası¹⁰, doz azalımının en etkili yöntemidir.
- Radyasyon kaynağı miktarı azaltılmalıdır. Hastanın tedavisinde genellikle birçok kaynak kullanılır, bu nedenle aynı anda manipüle edilmeyen kaynaklardan gelen maruziyeti azaltmak için önlemler alınmalıdır. Her bir kaynak ayrı olarak manipüle edilmelidir; diğer kaynaklar radyasyon açısından zırhlanmış bir kapta saklanıp ve bir miktar uzakta bırakılmalıdır.

Radyoaktif malzemenin kontaminasyondan dolayı dozunun belirlenmesi, harici radyasyona bağlı olarak dozdan daha zordur. Kirlenme riskini en aza indirmek için önlem alınmalıdır. Brakiterapide radyasyon kontaminasyon riskinin en fazla olduğu bölgeler deri (özellikle el ve avuç içi), yutkunma nedeniyle sindirim sistemi, gözler ve solunum yoluyla akciğerlerdir. Kimyasal maddelere bağlı olarak, diğer organlar dahil olabilir.

3.1.1. Radyasyon Korumasında Kullanılan Malzemeler

Kurşun; yüksek atomik parçacıklara ve yüksek yoğunluğa (11.350 kg/m^3) sahip, zırhlamada çokça tercih edilen bir malzemedir. Her ne kadar kurşun rulo halinde satın alınabilse de, kurşun yumuşaktır ve genellikle kurulum için kontraplak veya alçı panel üzerine yapıştırılmalıdır. Kurşun kaplamalı kapı aksesuarları, koruyucu ekranlar ve panjurlar da zırhlama yapılmasında kullanılan ek ürünlerdir.

Uygulamada, yuvarlamalardan kaynaklanacak hataları önlemek için gerekli kodu belirtmek tercih edilmektedir. Kurşun levhalar BS EN 12588 standartlarına uygun olarak yapılmaktadır. Kalınlığında % ± 5 tolerans gösterilebilmektedir (BRI, 2000).

¹⁰ Fizikte, **ters kare** kanunu belirli bir fiziksel miktar veya şiddeti o fiziksel büyüklüğün kaynağından uzaklığın karesiyle **ters** orantı olduğunu belirten herhangi bir fiziksel kanundur.

Beton ve beton bloklar; genelde zırhlama malzemesi olarak yüksek yoğunluklu bürüt beton şeklinde kullanılmalıdır¹¹. Katı beton bloklar uygun vibrasyon sağlanmadığı sürece iç boşluklara meydana gelecektir. Bu nedenle uygulanırken çok dikkatli olunmalıdır. Zırlamada hafif beton bloklar (2200 kg/m^3) kullanılıyorsa, beton kalınlığı buna göre ölçeklendirilmelidir. Beton blokların yüzeylerine radyasyon korumasını güçlendirmek için ek malzemeler (*baritli hazır sıva, borla ve lityumla güçlendirilmiş plakalar*) uygulanabilmektedir. Yaklaşık olarak 6.9 cm kalınlığında yüksek dozlu beton, 1 mm (70 kVp) kurşuna eşdeğerdir¹².

Boşluklu beton bloklar, düşük enerjili veya düşük dozlu uygulamalar (*Mamografi, dış radyolojisi*) dışında, genellikle radyasyon korumasına uygun değildir. Diğer zırhlama ürünleriyle birlikte kullanıldığında uygulanması mümkündür.

Baritli hazır sıva; barit¹³ agregalarını¹⁴ içeren alçı sıva olup beton bloklar yüzeyine uygulanmaktadır. X-ışınlarını emme özellikleri, baritle büyük ölçüde arttırılmıştır. Baritli hazır sıva, 2.5 cm kalınlığında yüzeye uygulanmalıdır (*BIR, 2000*). Bu uygulama maliyetli olup periyodlarda kurutulması gerekmektedir¹⁵.

İngiliz Gypsum tarafından üretilen baritli hazır sıva karışımını, % 15 ile % 30 arasında radyasyon yayılımında azalma gerçekleştirmiştir. Baritli hazır sıva, BT ve yüksek kVp göğüs birimleri gibi yüksek kVp¹⁶ tesislerini korumak için yetersizdir.

Tuğla; 1600 kg/m^3 kadar düşük fiziksel özelliklere ve yoğunluklara sahip çok sayıda tuğla çeşidi vardır. Eğer radyasyon korumasında tuğla kullanılacaklarsa, tuğlanın koruyucu özellikleri iyice değerlendirilmelidir. Ayrıca, tuğlaların arasındaki boşlukları unutmamak önemlidir; bu boşluklar, aynı yoğunlukta bir harçla doldurulmalıdır. Tuğla genellikle kurşun alçı panel dâhil diğer koruyucu malzemeler için destek sağlamaktadır.

¹¹ (2350 kg/m^3), (3500 kg/m^3)

¹² WHO, 1975

¹³ Barit, Ba, 56

¹⁴ **Agrega**, çeşitli büyüklüklerde kırılmış veya kırılmamış, yapay veya her iki cins yoğun mineral malzemelere denilmektedir.

¹⁵ Bir kat sıva uygulamasından sonra 24 ile 48 saat arası bekletildikten sonra ikinci kat sıva uygulaması yapılmalıdır.

¹⁶ Kilovolt doruğu, (Kilovolts peak) X-ışını tüpünün ulaştığı maximum doruk noktası anlamına gelmektedir.

Alçı panel; genellikle bir karkas sistemine vida veya çivi yardımıyla monte edilen bina yapılarında kullanılan alçı esaslı bir malzemedir. Yüksek ışın enerjilerinde nispeten daha az koruma sağlar, ancak mamografide kullanılan daha düşük enerjilerde etki göstermektedir.

Kurşun cam; yüksek kurşun ve barit içermektedir. Genellikle operatörün ekranları, tavan askılı koruyucu cihazları ve röntgen odasında pencereleri izlemek için kullanılır. Radyofarmasi ve radyoloji laboratuvarlarda kullanılmaktadır. Normal camdan daha yumuşaktır ve kolayca zarar görebilir. Aynı zamanda lekelenmeye duyarlıdır ve kuru tutulmalıdır.

Kurşun akrilik; kurşun eşdeğeri kalınlığı aralığında üretilen şeffaf bir koruyucu malzemedir. Kurşun, camdan daha yumuşaktır ve sıklıkla düşük kVp ortamında (*mamografi*) pencereler veya ekranlar için kullanılır.

%5 Borlu polietilen; Yüksek hidrojen içeriğine ve bora sahip polietilen kombinasyonlu, JC201'i düşük ve orta nötron akışı alanlarında çok kullanışlı bir koruyucu malzeme olarak kullanılmaktadır.

Lityum polietilen; Nötron kaynaklarının yakınında kullanılan gamma ışınına duyarlı radyasyon dedektörleri, yakalama gama ışınlarından ve nötron kaynağından korumayı sağlamaktadır.

3.1.2. Brakiterapi Ünitesi Radyasyon Koruması

Brakiterapi tedavi odası için gerekli olan radyasyon koruma miktarı her zaman her oda için ayrı olarak hesaplanması gerekmektedir. Hesaplama dikkat edilecek faktörler, tedavi odasının içinde ki tedavi aktarma biriminin konumu, oda boyutları, odaya bitişik olan odaların doluluk boşluk oranları ve tahmini tedavi süresidir. Koruyucu hesaplamaların kullanılan koruyucu malzemeler bölüm 3.1.1'de belirtilmektedir.

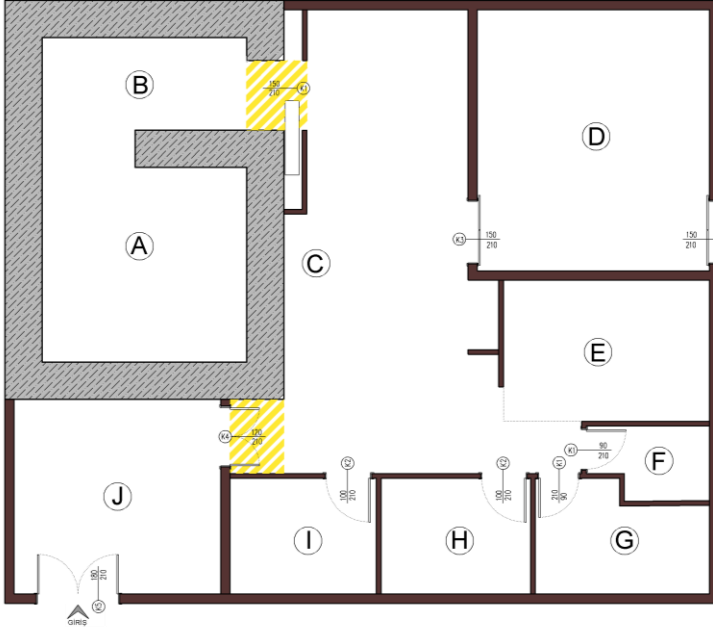
Tedavi Aktarma Birimi arkasında bulunan duvar kalınlıkları kaynağın duvara olan mesafesine bağlı olarak değişmektedir. Bu oranlar aşağıda bulunan tabloda belirtilmektedir.

Tablo 3.1 Brakiterapi ünitesi duvar kalınlıkları

MESAFE	DUVAR KALINLIĞI
< 2 metreden az ise	80 cm
2 – 3 metre	70 cm
3 – 4 metre	60 cm
> 4 metreden fazla ise	50 cm

Diğer radyoloji kliniklerinde olduğu gibi HDR brakiterapi tedavi odalarında da tedavi odası girişini radyasyon koruması için şaşırtma koridoruna ihtiyaç vardır. Bu koridorun sonunda da bir radyasyon korumalı kapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Korunması gereken tüm alanları tanımlanmalıdır. İlgili radyasyon yönetmeliklerini kullanarak, bu kurulum için geçerli sınırlamaları belirlenmelidir.

3.1.2.1. Örnek Tedavi Odası Zırlama Planı



Plan 3.1 Brakiterapi ünitesi tedavi odası planı (Ölçeksiz)

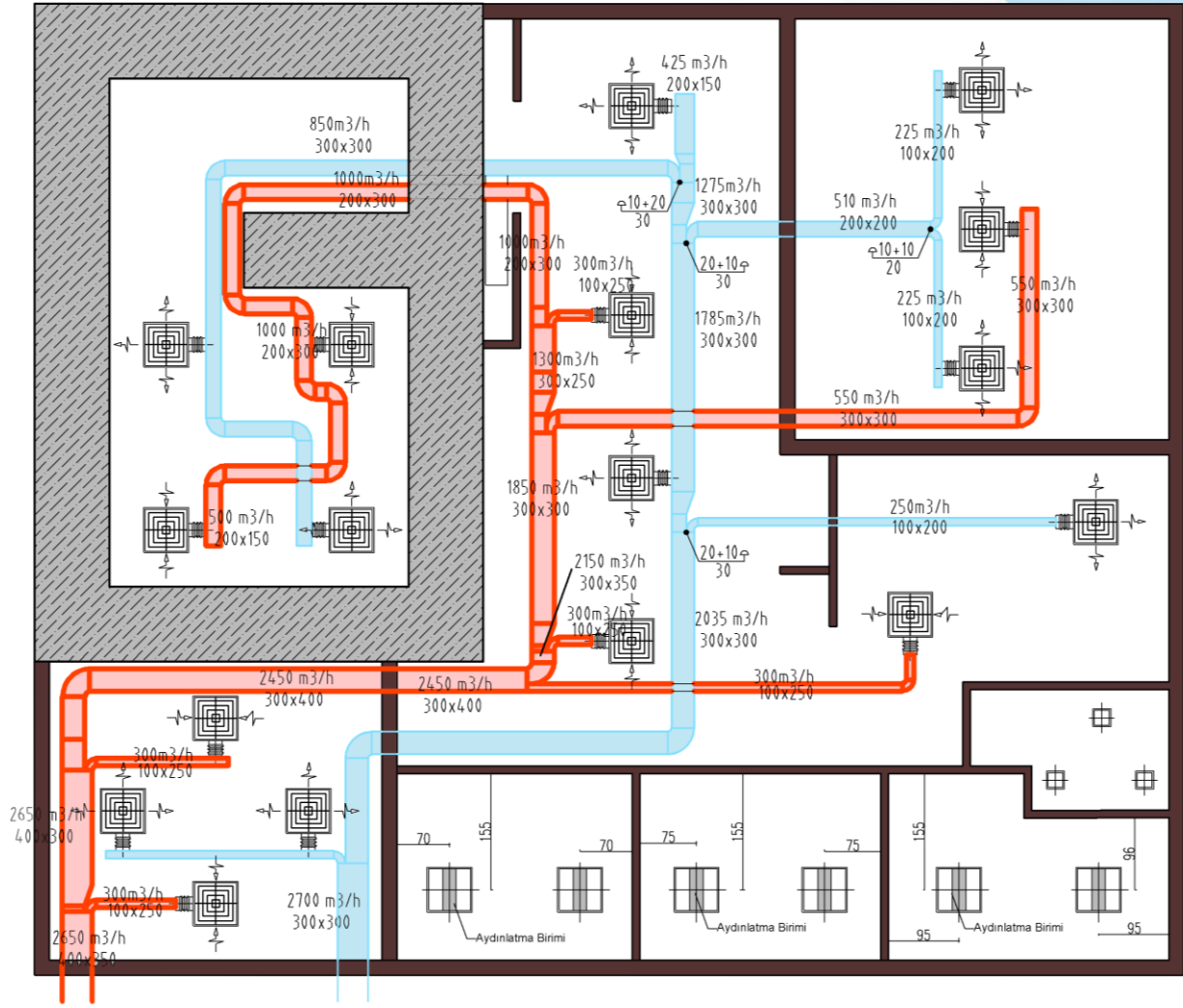
A	Tedavi Odası
B	Şaşırtma Koridoru
C	Kontrol Bölümü
D	Hazırlık Odası
E	Uyandırma Odası
F	WC
G	Dezenfektasyon ve Tıbbi Atık Odası
H	Karanlık Oda
I	Depo
J	Bekleme Alanı

3.2. Havalandırma Tesisatı ve Özellikleri

Alanların ısıtılması, soğutulması ve havalandırılması için klima sistemleri kullanılmalıdır. Ünite içerisinde bulunan kişi sayısı, iş yükü gibi özellikler klima kapasitesini belirtmeye etki edecektir.

Brakiterapi ünitesinin havalandırması spesifik herhangi bir ihtiyaca gerek duyulmamaktadır. Yapılacak hastanede bulunan merkezi havalandırma sistemine bağlı olacak şekilde yapılması gerekmektedir.

Brakiterapi ünitesi tedavi odası, oda sıcaklığı 10 – 35 °C arasında olmalıdır. Oda içi nem oranı %30 – 75 arasında olmalıdır. Bu koşullar günün her saati haftanın her günü aynı olmak zorundadır.



Plan 3.2 Brakiterapi ünitesi havalandırma planı (Ölçeksiz)
(Mavi kanallar üfleme, kırmızı kanallar emiş)

Brakiterapi tedavi odasında ki hava değişim oranı saatte 6-10 kez olmalıdır¹⁷. Tedavi ünitesinde uygun atmosferi sağlayabilmek için hava üfleme gücü, hava emiş gücünden yüksek olmalıdır. Yani oda içerisinde pozitif yönlü bir hava dolaşımı oluşmalıdır. Ünite, yaklaşık 2650 m³/sa. hava deşarj etmektedir. Tedavi odası içerisine üflenmesi edilmesi gereken hava miktarı 2700 m³/sa. olmalıdır.

¹⁷ **Kaynak:** TAEK; Tıbbi Radyoloji Laboratuvarlarının havalandırılmasına ilişkin kılavuzu(RSGD-KLV-012)

3.3. Zemin Özellikleri

Radyoloji ünitelerinde, zemin malzemesi seçilirken kaymaya, leke tutmaya, neme karşı dayanıklı ve temizliği kolay malzemeler seçilmesi gerekmektedir.

Brakiterapi diğer radyoloji tedavi ünitelerinin zemin özellikleri belirlenirken zemine temas edecek birimlerin özelliklerini bilmek gerekmektedir. Birçok bilgisayar parçalarında olduğu gibi, brakiterapi de statik elektriğe karşı duyarlıdır. Bu yüzden statik elektriğe karşı korumalı zemin kaplamaları seçilmesi gerekmektedir. Zemin kaplaması olarak halı kaplaması kullanılırsa, karo halı kullanılması kirlenen bölümlerin yeniden değişmesine ve müdahale kapaklarına ulaşılmasına olanak sağlamaktadır.

3.4. Elektrik Tesisatı ve Özellikleri

Brakiterapi sistemi için gerekli olan elektrikli malzemeler ve duyulan enerji miktarları hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca, tedavi aktarım birimi enerji ihtiyacı, Enerji (güç) çıkışları, interlock sistemleri, kablo kanalları hakkında da bilgi verilmektedir.

3.4.1. TAB¹⁸ için Elektrik Enerji ihtiyacı

Tedavi ünitesi aktarma birimi, tedavi işlemi olmasa dahi aktif olarak çalışması gerekmektedir. Bu durumun ana sebebi elektrik ünitesi iletim birimi için kullanılan bataryaların sürekli şarj da kalma ihtiyacının olmasıdır.

Tablo 3.2 *Tedavi ünitesi enerji aktarma birimi*

Voltaj	220 - 240 V
Güç	370 W
Güç Dağılımı	< 300 W

¹⁸ Tedavi ünitesi aktarım birimi (*Treatment Delivery Unit*)

3.4.2. TİK¹⁹ için Elektrik Enerji İhtiyacı

Tedavi iletişim konsolunun ihtiyaç duyduğu enerji miktarı altta bulunan tabloda bulunmaktadır. (Kontrol odası enerji ihtiyacı olarak ta bilinmektedir.)

Tablo 3.3 Tedavi iletişim konsolu enerji ihtiyacı

Voltaj	190 - 250 V, 50/60 Hz
Güç	Masa bilgisayar: 350W Monitör: 100 W

3.4.3. Tedavi Odası Enerji Çıkışları

Tedavi odası güç kaynağı kabloları, en son hazırlanan oda planı tasarımı ışığı altında şekillenmesi gerekmektedir. Tedavi Odasında dört adet mono-faze elektrik priz olması gerekmektedir. Bu dört adet priz çıkışı;

- 1 adet priz TİB için 370 W (yedek / tedavi işlemi)
- 1 adet priz mümkünse TİB depolama ünitesi için
- 2 adet boşta bulunması gerekmektedir.

3.4.4. Kontrol Odası Enerji Çıkışları

Kontrol ünitesi sekiz adet mono-faze elektrik priz olması gerekmektedir. Bu sekiz adet priz çıkışı;

- 3 adet priz TİK, monitör, UPS ve printer (1000 W maksimum)
- 2 adet priz tedavi planlama sistemi için
- 2 adet priz boşta bulunması gerekmektedir.

3.4.5. Elektrik Topraklaması

Güvenlik için tüm Brakiterapi birimleri topraklamasının olması gerekmektedir. TİB topraklama işlemi prizden gerçekleştirilmektedir. Diğer sistem

¹⁹ Tedavi iletişim konsolu (*Treatment Communication Console*)

bileşenleri (acil durum kutusu kutuları, bağlantı kutusu vs.) sinyal kablolarının iletilmesi yoluyla TİB topraklarına bağlanması gerekmektedir.

3.4.6. Kablo Kanalları

Brakiterapi ünitesi için kullanılacak kablo kanalları şu maddeleri içermektedir.

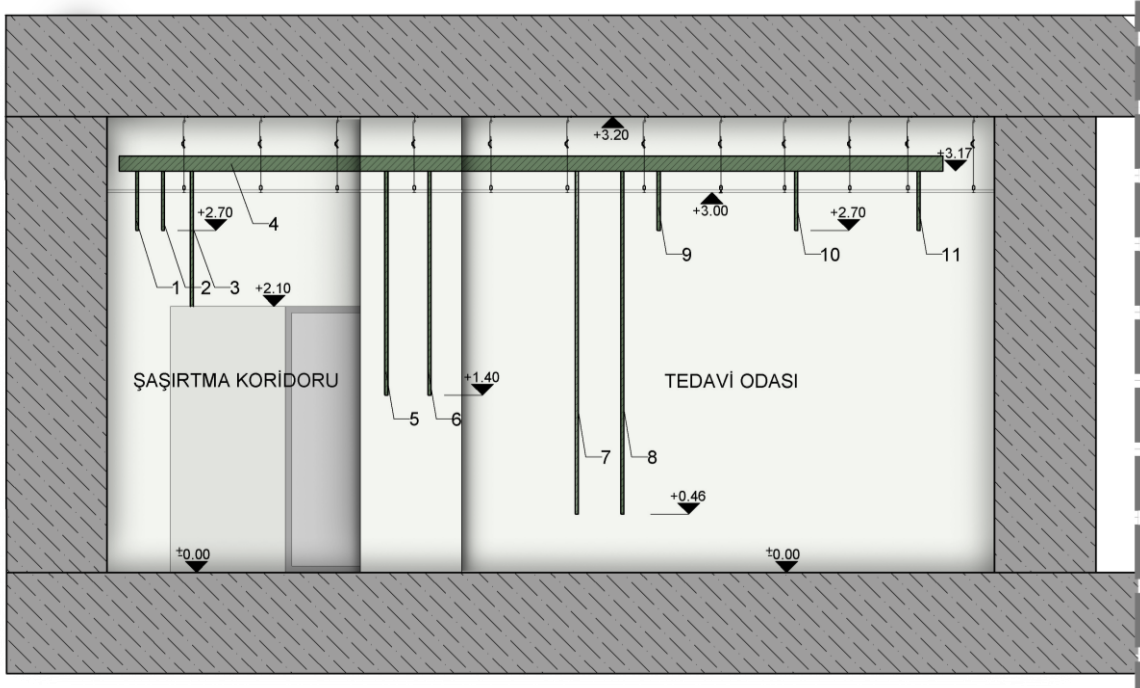
- Kablo kanalları galvaniz veya paslanmaz sac veya PVC den yapılması gerekmektedir.
- Kablo kanalları kapağı müdahale için sökülebilir şekilde olması gerekmektedir.
- Eğer kablo kanalının malzemesi sacdan ise mutlaka kanallara topraklama yapılması gerekmektedir.
- Kablo kanallarının kenarlarının keskin olmaması gerekmektedir.

Bu kabloların yönlendirilmesi aşağıda bulunan kriterler dahilinde olması gerekmektedir.

- Kanalların kablo çıkış noktaları oda içerisinde doğru konumda olması gerekmektedir.
- Kanallar, odanın radyasyon korumasını tehlikeye sokmaması gerekmektedir.



Kesit 3.1 Kontrol ünitesi kablo kanalı yerleşimi (Ölçeksiz)



Kesit 3.2 Tedavi ünitesi kablo kanalı yerleşimi (Ölçeksiz)

	AÇIKLAMA	MİN. ÖLÇÜ EXD (MM)
1	Tedavi Durumu Göstergesi	25 x 15
2	Oda içi Radyasyon Göstergesi	25 x 15
3	Kapı interlock sistemi	25 x 15
4	Tedavi odası kablo kanalı	120 x 65
5	Acil durum butonu	25 x 15
6	Başlama düğmesi	25 x 15
7	Sistem bağlantı kutusu	25 x 15
8	Güç soketi	25 x 15
9	İnterkom	25 x 15
10	Radyasyon sensörü	25 x 15
11	Kamera	25 x 15

3.5. Yangın Koruması ve Özellikleri

Proje ekibi ve yangın koruma ekibi, tesis yönetimi ile yazılı bir yangın önleme planı koordine etmeleri gerekmektedir.

Yangın tesisatında dikkat edilmesi gereken hususlar, kaçış kapıları, tabela, duman / ısı dedektörlü yangın alarm sistemleri, gösterge panelleri, çağrı kutuları, elektronik sirenler ve engelli kişiler için kablolama ve kaçış tesisleri, yangın musluklarının sağlanması, sabit yangın söndürme tesisatları, taşınabilir yangınla mücadele ekipmanı vb. ekipmanlar içermesi gerekmektedir.

4. Brakiterapi Tedavi Ünitesi Mekân Tasarımı

4. Brakiterapi Tedavi Ünitesi Mekân Tasarımı

Tedavi ünitesi, brakiterapi sisteminin gereksinimlerine uygun olarak tasarlanacak mekândır.

4.1. Önerilen Minimum Tedavi Ünitesi Ölçüleri

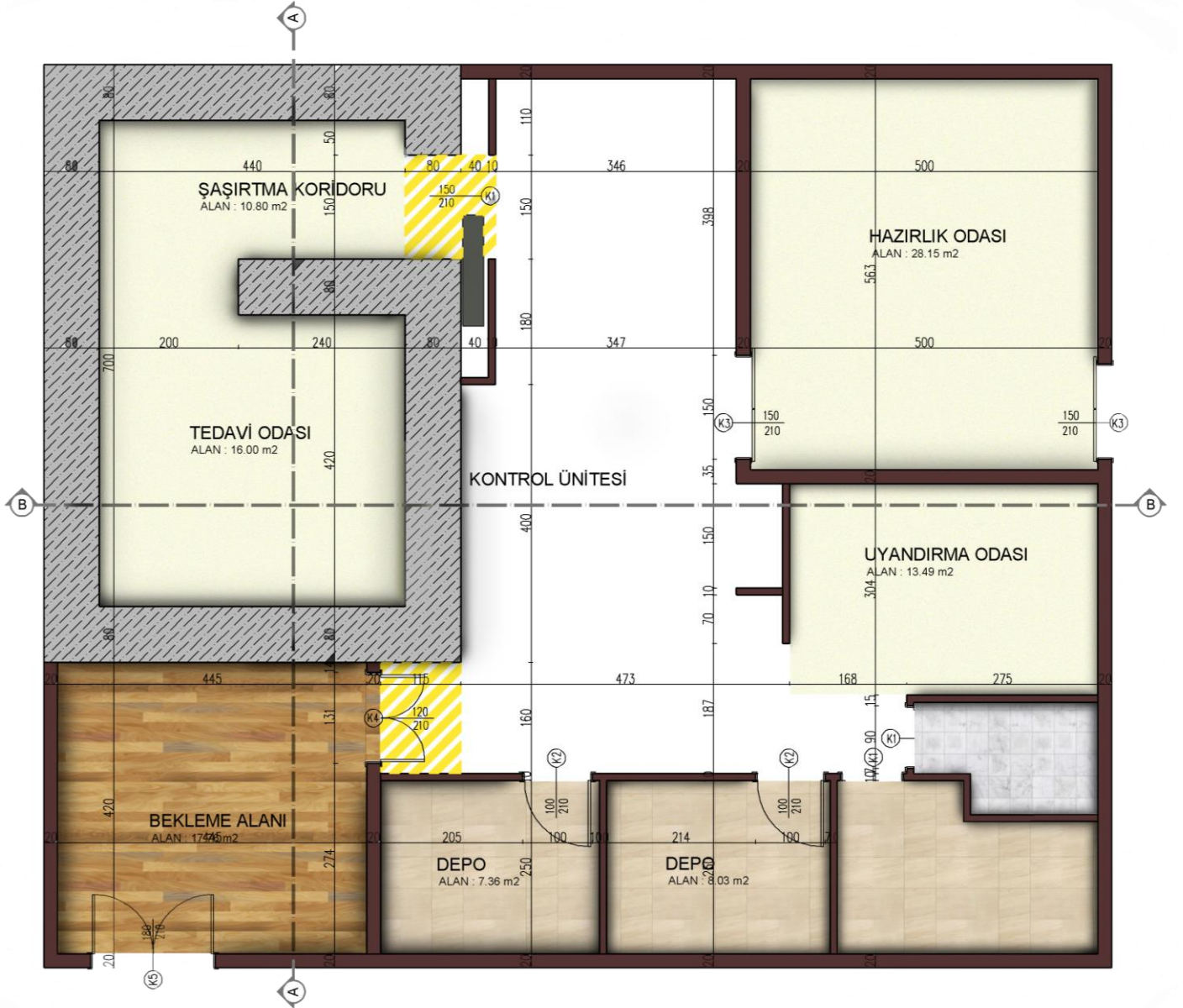
Brakiterapi ünitesi, radyasyon açısından zırhlanmış tedavi odası, kontrol alanı, hazırlık odası, tuvalet, dezenfektasyon ve tıbbi atık odası, görüntüleme ve film hazırlama odası bulunması gerekmektedir. Brakiterapi tedavi ünitesi, yaklaşık 110 m² olmalıdır (*Plan 4.1*). Üniteyi oluşturan bu odalar *Plan 4.1*'de görüldüğü gibi kırmızı hattın arkasında bulunması gerekmektedir. Hastayı tedaviye hazırlama işlemi tedavi odasında gerçekleştirilebilmektedir; fakat ayrı bir hasta hazırlama odasında hastanın tedaviye hazırlanması tercih edilmektedir (*Plan 4.1*). Hastalar ayrı bir odada hazırlanırsa, genellikle hareketli, değiştirilebilir hasta yatakları kullanılmalıdır; böylece hasta, aplikatör yerleştirme ve tedavi işlemi arasında gereksiz yere hareket ettirilmemiş olur. Aplikatör yerleştirilmesi için genelde bir C kolu gereklidir ve bu nedenle yerel uygulamaya bağlı olarak hazırlık odasında veya tedavi odasında konumlanması gerekmektedir. 3 Boyutlu teknikler kullanarak jinekolojik uygulamaların yüksek bir iş yükü olduğunda, tedavi odasına bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme tarayıcı ve kontrol konsolu kullanarak tedavi işlemini hızlandırmış olacaktır.

Brakiterapi tedavi odası, günümüzde mevcut en yüksek brakiterapi enerji kaynağı olan ⁶⁰CO için yeterli koruma sağlayacak durumda olması gerekmektedir. Duvar ve tavan kalınlıkları en az 50 cm olan ve şaşırtma koridoruna sahip olan yapıda olmalıdır²⁰. *Plan 4.1*'de görüldüğü gibi şaşırtma koridoru acil bir durumda müdahale için 180 cm genişliğinde ve radyasyon korumalı bir kapı ile kontrolünün sağlanması gerekmektedir.

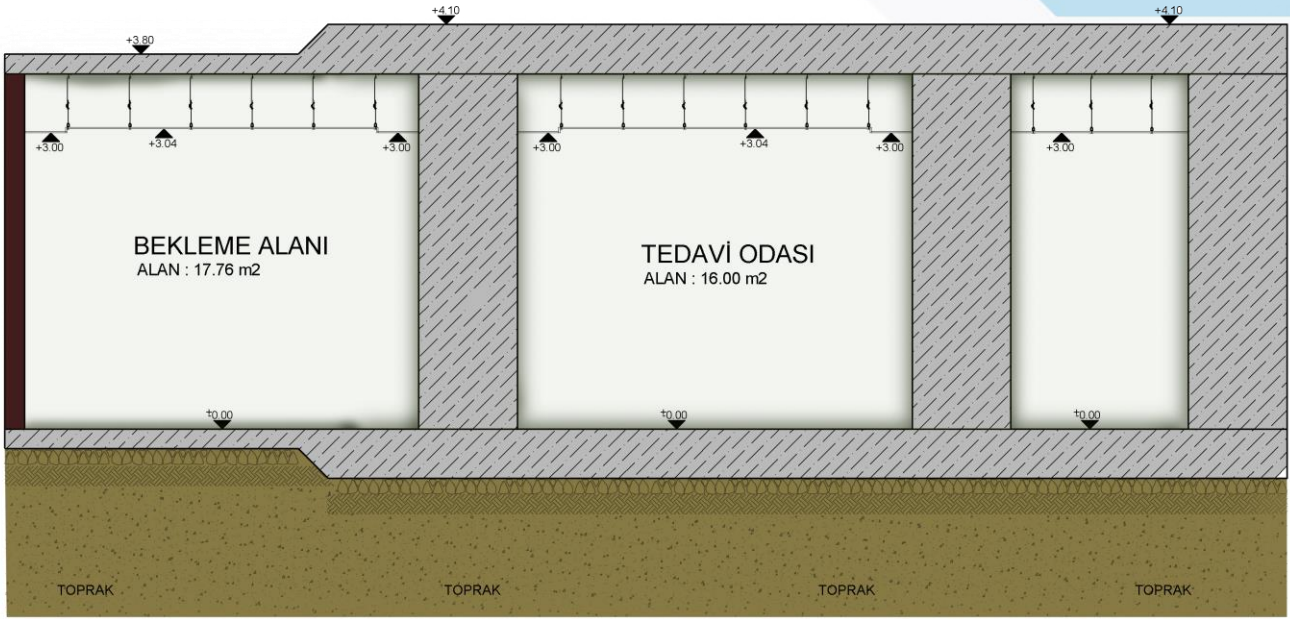
Oda iç ölçüleri minimum 4 m x 4 m x 3.6 m yüksekliğinde (*asma tavan dâhil 3 metre*) olmalı ve eğer hazırlık aşaması tedavi odasında olacak ise C - kollu röntgen aracı ve tedavi masasının hareket alanını kısıtlamayacak şekilde olmalıdır. Tedavi kontrol bölgesi tedavi odasında olduğu gibi operatörler için de aynı şartlara sahip

²⁰ Birincil ve ikincil koruma kavramları izotropik radyasyon uygulamaları için bir alakasıdır.

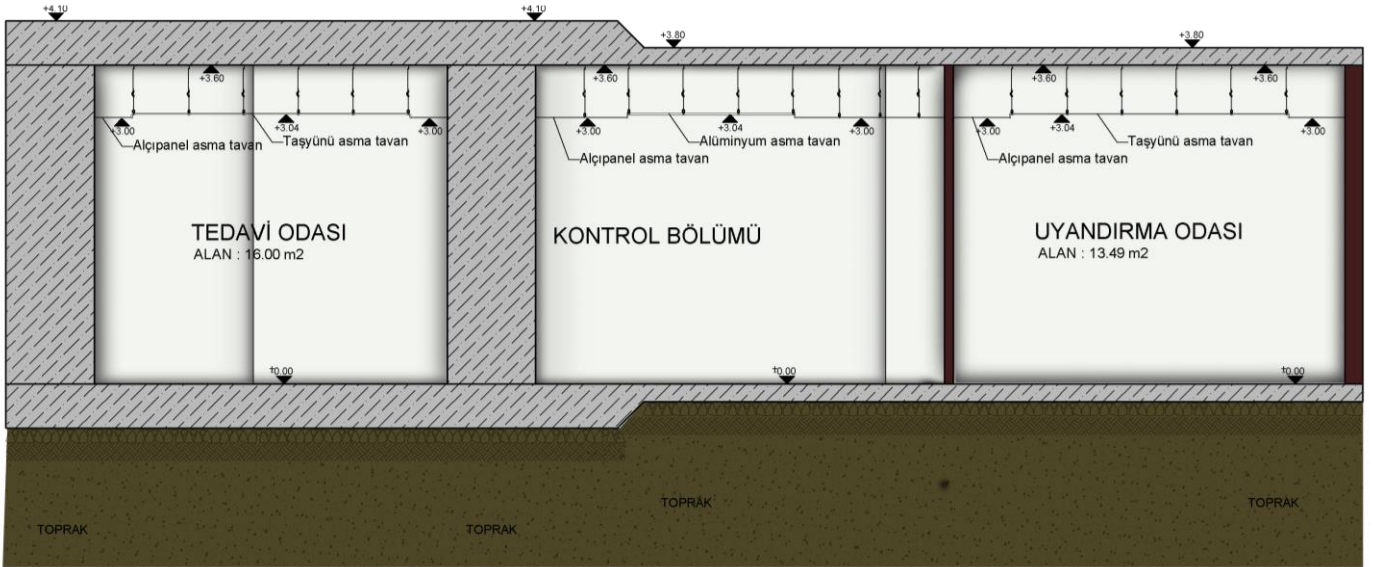
olmalıdır ancak on-line tedavi planlama sistemi için alan gerekmektedir. Eğer, tedavi planlamada 3 boyutlu teknikler kullanılıyorsa, radyasyon onkolojisi ve fizik mühendisi ekipleri, gerçek tedavi planlamasını yapmak için bu bölgede daha fazla zaman harcamak zorunda kalacaklardır bu yüzden kontrol odası için ayrı bir alan tahsis edilmesi gerekmektedir.



Plan 4.1 Brakiterapi tedavi ünitesi planı (Ölçeksiz)



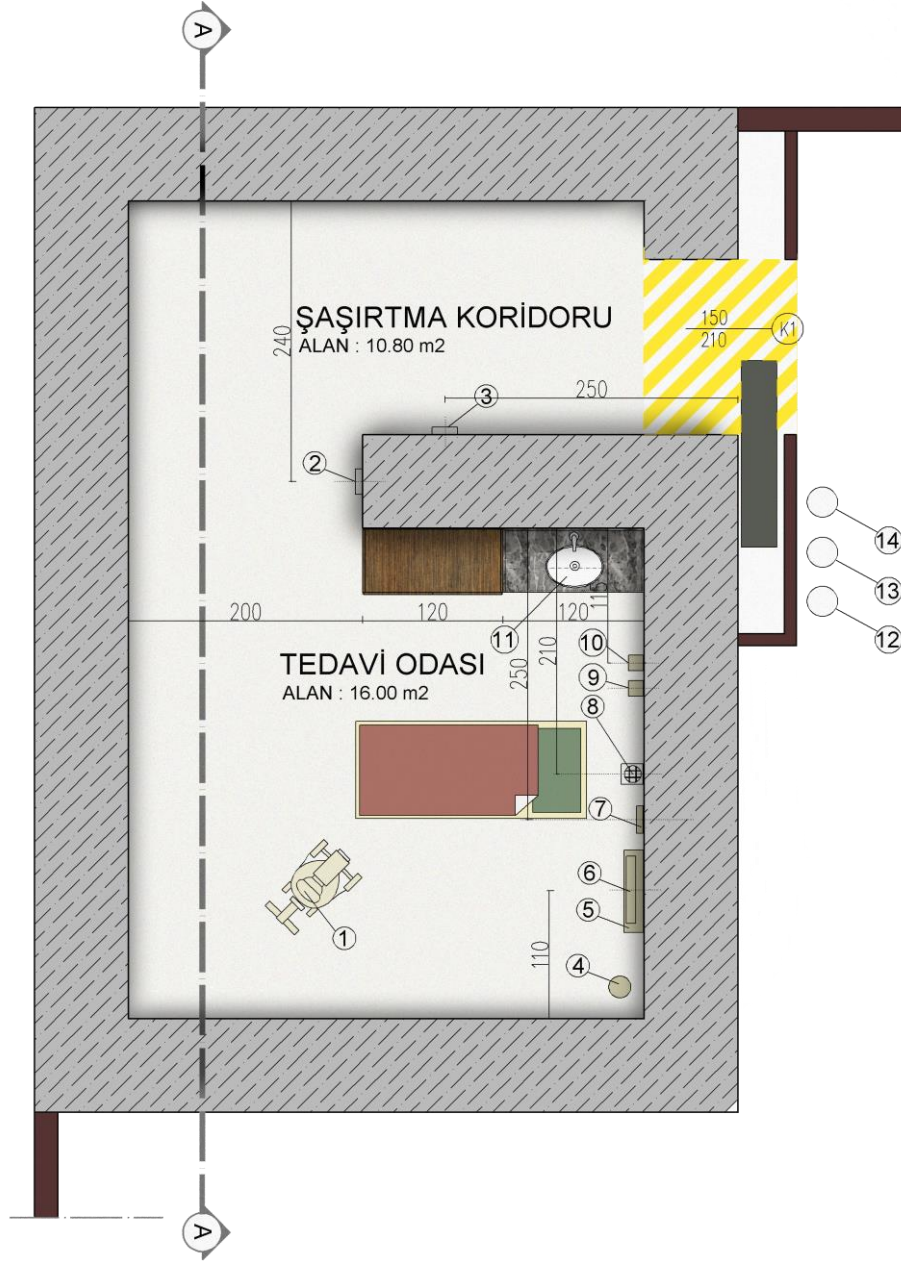
Kesit 4.1 A – A KESİTİ (Ölçeksiz)



Kesit 4.2 B – B KESİTİ (Ölçeksiz)

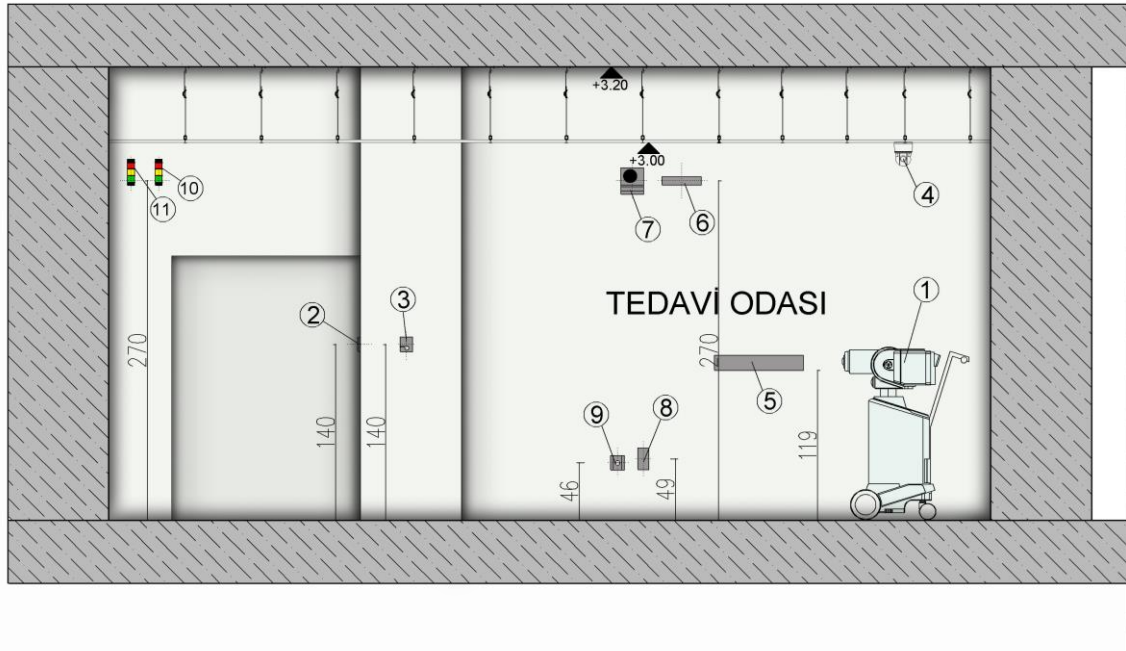
4.2. Tedavi Odası Özellikleri

Tedavi odası, brakiterapi tedavi birimlerinin ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanmış alandır. Bu alanda Brakiterapi tedavi iletim birimine ek olarak, tedavi hazırlık ve tedavi esnasında duyulacak ihtiyaçlar doğrultusunda bulunması gereken şalterler, kamera sistemleri, acil durum kabinleri, lavabo ve dolap grupları ve sensorlar bulunması gerekmektedir.



Plan 4.3 Tedavi odası yerleşim planı (Ölçeksiz)

1	Tedavi Aktarım Birimi	8	İnterkom Sistemi
2	Başlatma Modülü	9	Priz
3	Acil Durum Butonu	10	Sistem Bağlantı Kutusu
4	Yangın Tüpü	11	Lavabo
5	Kaynak Konumu Kontrol Cetveli	12	Tedavi Durum Göstergesi
6	Kamera	13	Radyasyon Göstergesi
7	Radyasyon Detektörü	14	Kapı İnterlock Sistemi



Kesit 4.3 A – A KESİTİ (Ölçeksiz)

1	Tedavi Aktarım Birimi	7	İnterkom Sistemi
2	Acil Durum Butonu	8	Sistem Bağlantı Kutusu
3	Başlatma Modülü	9	Priz
4	Kamera	10	Radyasyon Göstergesi
5	Kaynak Konumu Kontrol Cetveli	11	Tedavi Durum Göstergesi
6	Radyasyon Detektörü		

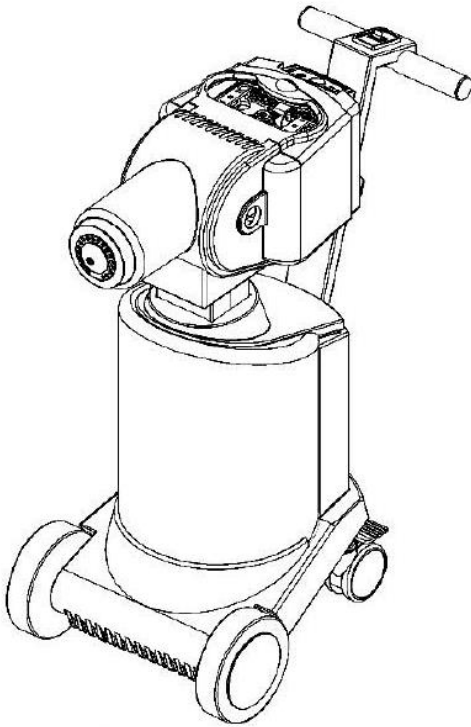
4.3. Tedavi Odası Brakiterapi Birimleri

Bu bölümde tedavi odasında bulunması gereken üniteler ve özelliklerinden bahsedilmektedir.

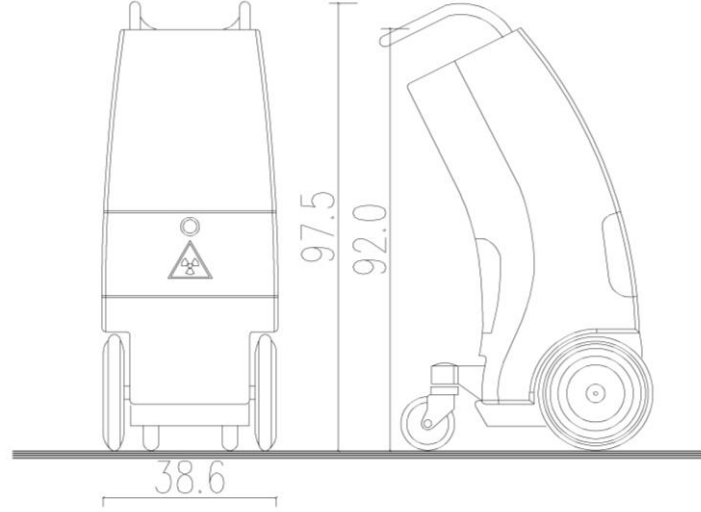
4.3.1. Tedavi Aktarma Birimi

Tedavi aktarma ünitesi hareketlidir, tedavi odasında herhangi bir yere yerleştirilebilir. TAB standart güç kablosu kullanmaktadır. Kablo uzunluğu 4 m veya ihtiyaca bağlı olarak 6 m olarak değişmektedir. Klinik uygulamalar için hastaya göre en uygun pozisyon dikkate alınması gerekmektedir. Tedavi ünitesinin hastaya göre konumu, uygulama türüne bağlıdır. Transfer tüplerinin uzunluğu *(aplikatörü hasta ünitesine tedavi ünitesine bağlayan kısım)* yaklaşık olarak 100 cm'dir

Bazı hastanelerde *(yerel yönetmeliklere göre)* tedavi aktarma ünitesi, tedavi süresince kilitli bir depoda saklanmaktadır.



Şekil 4.1 microSelectron Digital® (ExBxG) (800x 980-1380 x 460 mm)



Şekil 4.2 Flexitron® Brakiterapi tedavi aktarım birimi

4.3.2. TAB²¹ için Güç Prizi

TAB Pillerini tamamen şarj etmek için, TAB'nin hem kullanım sırasında hem de kullanılmadığında kendine özel olarak ayrılmış bir elektrik prizine bağlanması gerekmektedir.

Sinyal kablosu bir güç duvar çıkışının yanında bulunan (*tercihen 50-100 cm'den daha fazla olmayan*) sistem bağlantı kutusuna bağlanması gerekmektedir.

TAB'nin Kilitli bir odada depolanması durumunda, depoda ilave bir elektrik prizi bulunması gerekmektedir.

4.3.3. TAB için Sistem Bağlantı Kutusu

SBK - TAB, bağlantı kutusundan TAB'yi kontrol odasındaki Tedavi Kontrol Paneline (TKP) ve Tedavi İletişim Konsoluna (TİK) bağlamaya yarar. TAB kullanılmadığı zaman sistem bağlantı kutusu TAB'nin bağlantısını kesmektedir. Tedavi sırasında SBK - TAB ve TAB arasındaki mesafe 4 m'den (*isteğe bağlı olarak 6 m*) fazla olmaması gerekmektedir.

²¹ Tedavi ünitesi aktarım birimi (*Treatment Delivery Unit*)

4.3.4. Kaynak Konumu Kontrol Cetveli

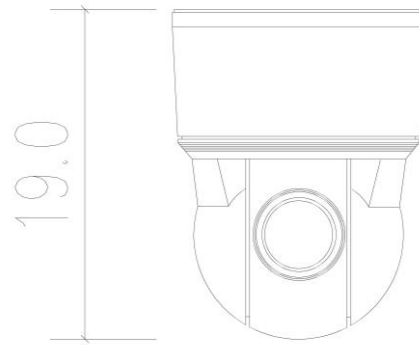
Kaynak Pozisyon Kontrolü Cetveli, destek düzeneği kullanılarak duvara monte edilmelidir. Kaynak konumu kontrol cetveli ile TAB ile arasında hizalama esnasında maksimum 1 metre olması gerekmektedir.



Şekil 4.3 Kaynak Konumu kontrol Cetveli (E x B x G) (410 x 10 x 60)

4.3.5. CCTV Kamera

CCTV kamera, isteğe bağlı CCTV kamera sisteminin bir parçasıdır. Duvar veya tavan montaj aksesuarlarıyla birlikte teslim edilir. Kamerayı yerleştirirken, kaynak konumu kontrol cetvelini engellenmeden dikey olarak görüntüleyebildiğinden emin olunması gerekmektedir. Kamera hastanın ve operatörün ulaşamayacağı bir yere konumlandırılmalıdır.



Şekil 4.4 CCTV Kamera

4.3.6. Radyasyon Detektörü

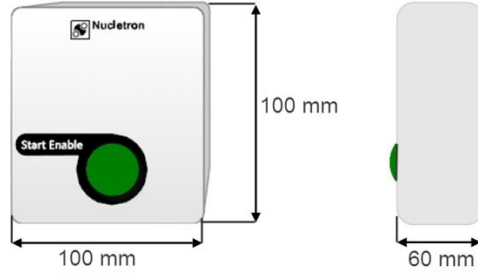
Radyasyon dedektörü, oda radyasyon monitör sisteminin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Dedektör tercihen hasta ile hastanın ulaşamayacağı bir yerde konumlandırılmalıdır (*Plan 4.3*) (*Kesit 4.3*).

4.3.7. İnterkom

Kontrol odası ile tedavi odası arasında iletişim kurmak için bir sistemdir. Tedavi odasına yerleştirilen modül, hastanın ulaşamayacağı bir yere yerleştirilmelidir.

4.3.8. Başlatma Modülü

Başlangıç etkinleştirme modülü, tedavi odası alanına monte edilmelidir. Başlatma düğmesi tedavi odasının girişinde veya şaşırtma koridoruna yerleştirilmelidir (*Plan 4.3*) (*Kesit 4.3*).



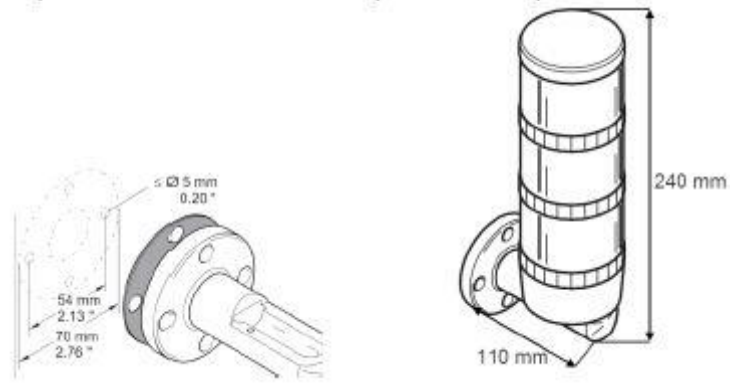
Şekil 4.5 Başlama Modülü

4.3.9. Radyasyon Göstergesi

Radyasyon göstergesi isteğe bağlı, oda radyasyon monitör sisteminin bir parçası olarak konumlanmaktadır.

4.3.10. Tedavi Durum Göstergesi

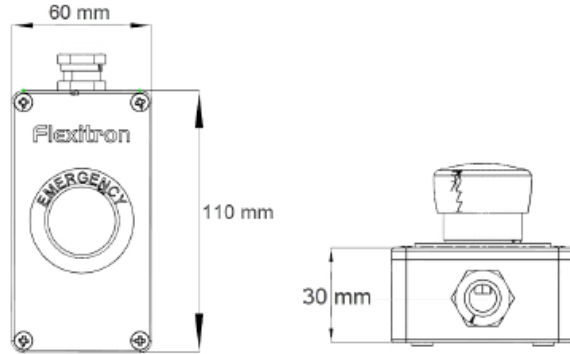
Brakiterapi ünitesi tedavi durum göstergesini, tedavi aktarım birimine bağlı olarak sağlamaktadır. Doğrudan bağlantı kutusuna bağlanması gerekmektedir. Tedavi durum göstergesi tedavi odasında bulunması gerekmektedir (*Plan 4.3*) (*Kesit 4.3*).



Şekil 4.6 *Tedavi Durum Göstergesi*

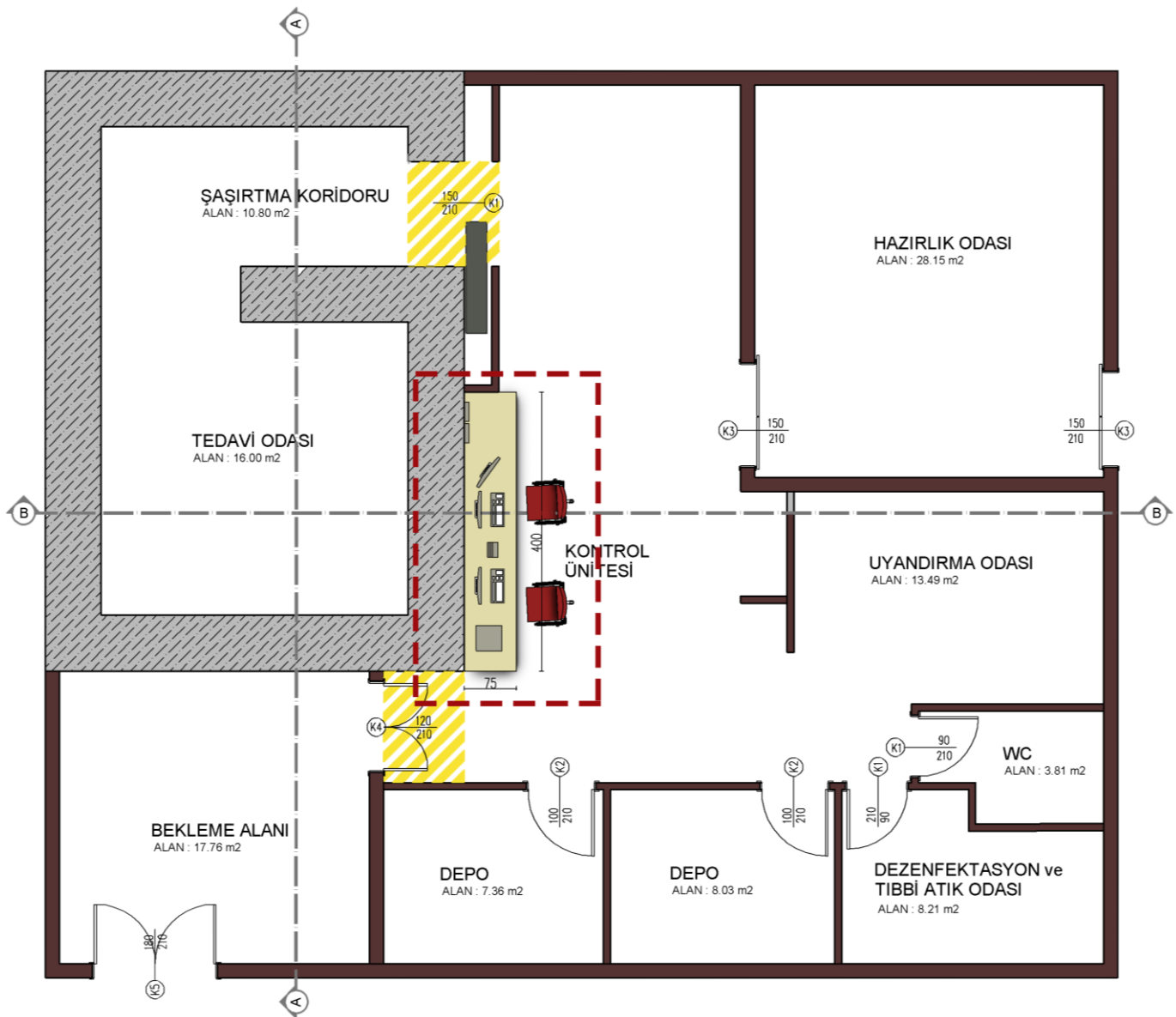
4.3.11. Acil Durum Butonu

Brakiterapi ünitesi 2 adet acil durum butonu içermektedir. Bir adet acil durum butonu Tedavi kontrol paneline bağlıdır. Bir diğer acil durum butonu tedavi odası giriş kapısına yakın bir yere veya şaşırtma koridorunda konumlanmalıdır. Her iki acil durum butonu da bağlantı kutusuna bağlanmalıdır.



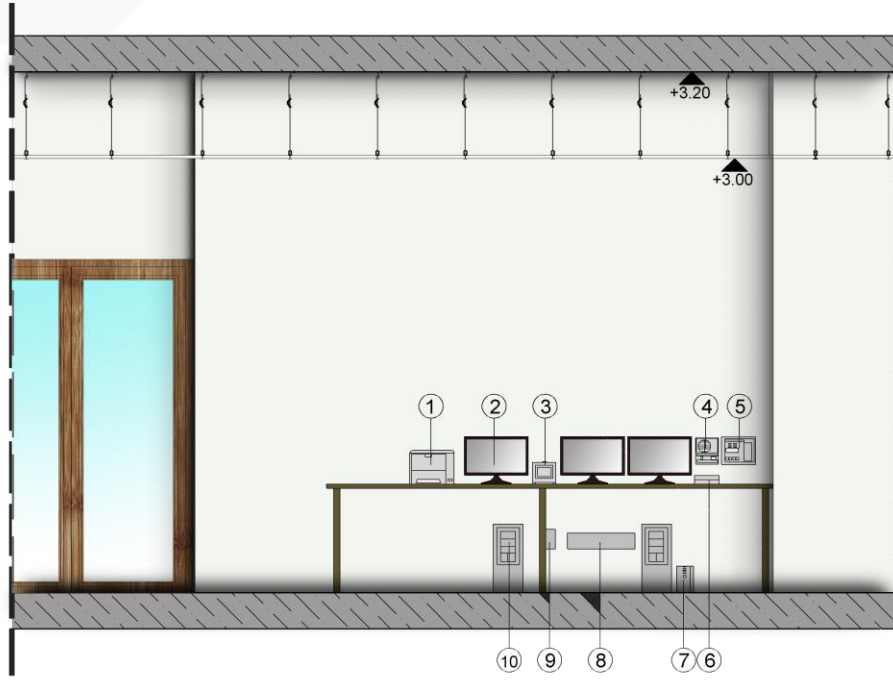
Şekil 4.7 *Acil Durum Göstergesi*

Brakiterapi kontrol birimleri bir oda da veya brakiterapi ünitesi tasarımına bağlı olarak bir koridorda yerleştirilmesi gerekmektedir (*Plan 4.4*).



Plan 4.4 Brakiterapi, Kontrol ünitesi bölümü (Ölçeksiz)

4.5. Brakiterapi Ünitesi Kontrol Ünitesi Birimleri

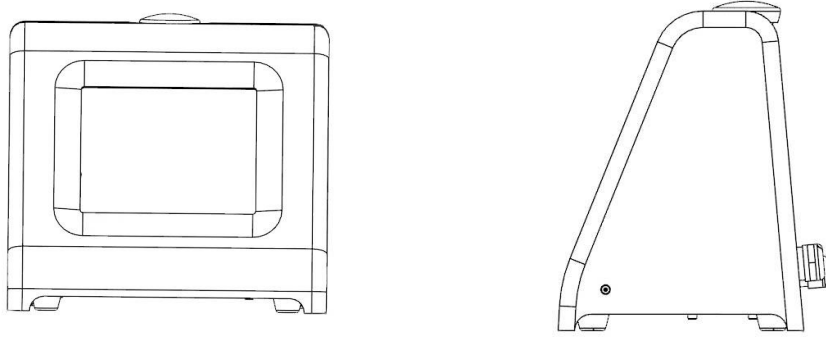


Kesit 4.4 Kontrol Ünitesi (Ölçeksiz)

1	Printer	6	Network Bağlantısı
2	Monitor	7	UPS
3	Tedavi Kontrol Panali	8	Bağlantı Kutusu
4	İnterkom Sistemi	9	Yalıtım Kutusu
5	Oda Radyasyon Seviyesi Monitörü	10	Sistem Bilgisayarı

4.5.1. Tedavi Kontrol Paneli

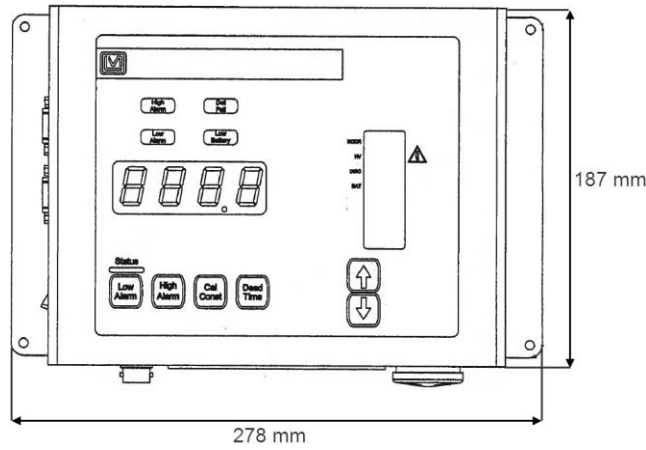
Tedavi Kontrol Paneli, tedavi oturumlarını başlatmak ve bitirmek için bir dokunmatik ekran ara yüzüdür. Tedavi kontrol paneli, kontrol masasında, Tedavi iletişim konsolu yanında (*maksimum 1.5 m*) kontrol masasına yerleştirilir ve doğrudan bağlantı noktasına (*maksimum 3 m*) bağlanır.



Şekil 4.8 Tedavi Kontrol Paneli (ExBxG) (210x200x150 mm)

4.5.2. Oda Radyasyon Konsolu

Oda radyasyon konsolu, isteğe bağlı herhangi bir konuma yerleştirilebilen radyasyon monitör sisteminin bir parçasıdır.



Şekil 4.9 Oda radyasyon konsolu

4.5.3. Yalıtım Kutusu

Sistem kilitler veya uyarı göstergesi harici olarak çalıştırıldığında yalıtım kutusuna ihtiyaç vardır.

4.5.4. Bağlantı Kutusu

Bağlantı kutusu, bir dizi sistem bileşenini birbirine bağlar. Bağlantı kutusu, arıza tespiti sırasında sinyalleri izlemek için kullanılacak şekilde tedavi kontrol ünitesinin bulunduğu alada kolay erişilebilir bir konumda görünür bir şekilde monte edilmesi gerekmektedir.

4.5.5. Kesintisiz Güç Kaynağı (UPS)

Güç kesildiğinde güvenilir bir çalışma sağlamak için Tedavi Kontrol konsolu bilgisayar ve monitörü bir UPS'e bağlıdır. UPS, Brakiterapi sisteminin bir parçası olarak teslim edilir ve TKK'ya ait PC'nin ve monitörünün yanına yerleştirilmesi gereklidir.

4.5.6. Ağ Bağlantı Anahtarları

Kontrol odasında hastane ağı bulunmadığında, kontrol odasında bulunan farklı ağ bileşenlerini bağlamak için bir ağ anahtarı kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Ji, Y.H., Kim, M.S., Ryu, S.R., Yoo, D.H., Choi, M.S. and Jeong, H.J. Current status of radiation oncology department in Korea. J. Korean Soc. Ther. Radiol. 2, 131-133 (2008).
- AIFM 1997. Piermattei, A., Arcovito, G., Fontan, L., Galelli, M. and Toni, M.P. "Protocollo per la dosimetria di base nella radioterapia con sorgenti brachitherapiche".
- ASQC, American Society for Quality Control. Website, <http://www.asqc.org>, 1998.
- Bencomo, J., Lowenstein, J., D. Davis, Davis C., and Hanson, W. "Analysis of Radiological Physics Center Remote Tools Program Data". Abstract AAPM Annual Meeting Program, Med. Phys. 26, 1161, 1999.
- Carlsson, Å. and Ahnesjö, A. "Accounting for high Z shields in brachytherapy using collapsed cone superposition for scatter dose calculations". Med. Phys. 30, 2206-2217, 2003.
- IAEA, International Atomic Energy Agency. "Absorbed dose determination in photon and electron beams. An international code of practice Second Edition". Technical Report Series No. 277, IAEA, Vienna, 1997 .
- ICRP, International Commission on Radiological Protection. "Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine". ICRP Publication 33, Pergamon Press 1982.
- ISO, International Standard. "The ISO 9000 Handbook". ISO Report 8402, McGraw-Hill, New York, 1994.
- ASTM International. ASTM C 1615-05 Standard Guide for Mechanical Drive Systems for Remote Operation in Hot Cell Facilities.
- IAEA Safety Series 1, Safe Handling of Radioisotopes: Code of Practice (1973).
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; Vienna (1998); Design and Implementation of a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects, IAEA-TECDOC-1040.
- Brachytherapy Nucletron Site Planning Guidline, Doc. No. 190.054 ENG
- TAEK; Tıbbi Radyoloji Laboratuvarlarının Havalandırılmasına İlişkin Kılavuz; RSGD-KLV-012
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Geneva (2000); Medical Electrical Equipment: Requirements for the Safety of Treatment Planning Systems, Publication IEC-62083, IEC,

- WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva (1988); Quality Assurance in Radiotherapy.
- World Heath Organization, 2011; Core Medical Equipment.
- Brakiterapi klinik personeli ve firma personeli ile kişisel iletişim.
- TAEK; Tibbi Radyoloji Uygulamalarının Yapıldığı Odaların Tasarımında Dikkat Edilecek Hususlara Ve Zırhlama Koşullarına İlişkin Kılavuz; RSGD-KLV-007.
- TAEK; Radyasyon Alanlarının Sınıflandırılmasına İlişkin Kılavuz; RSGD-KLV-005.



T.C. Sağlık Bakanlığı

**Kamu Hastaneleri
Genel Müdürlüğü**