

## TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ RADYOTERAPİ BÖLÜMÜ CO<sup>60</sup> VE ORTA VOLTAJ ODALARININ ZIRHLAMA HESAPLARI

M. SARI<sup>1</sup>

Ö. YİĞİTBAŞI<sup>2</sup>

Ç. ALGÜNEŞ<sup>2</sup>

### ÖZET

Canlı dokularda iyonizasyon meydana getiren ışınlar yayan radyoaktif maddelerin ve x-ışınlarının keşfinden sonra, bu ışınların canlılarda çeşitli zararlı etkiler meydana getirdikleri tesbit edilmiş ve radyasyonla çalışanların ve çalışmayanların korunması için bazı sınırlamalar getirilmiştir. Radyoaktif madde ve radyasyon kaynakları ile çalışılmadan önce bu kaynakların etrafı çevrede bulunacak kimselere zarar vermeyecek şekilde zırhlamaları gerekmektedir.

Bu çalışmada ICRP kuruluşunun sınırlamalarına bağlı kalınarak Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesinde kurulması planlanan CO<sup>60</sup> kaynağının konulacağı odanın ve orta voltaj odasının zırhlama hesapları yapılmıştır. Ayrıca ilâve zırh için kullanılması gereken kurşun kalınlıkları da hesaplanmıştır.

### SUMMARY

Shielding calculations of CO<sup>60</sup> and medium voltage rooms in T.Ü. school of Medicine.

After the discovery of radioactivity emitting substances that cause ionisation in live tissue it was found that these rays had various harmful effects on the living. Hence, some restrictions are brought forward for protection of those working and not working with radioactive material. Radioactive substances and radiation sources should be so shielded that no harm is done on those who are in close vicinity.

In this study shielding calculations for CO<sup>60</sup> and medium voltage rooms in T.Ü. school of medicine are done in accordance with the restrictions of ICRP. Further more, lead thickness for additional shielding is also calculated.

### GİRİŞ

Bugün bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de Nükleer Radyasyonların ve radyoaktif maddelerin kullanılması hızlı bir gelişme göstermekte ve radyoizotoplar için hergün yeni uygulama alanları ortaya çıkmaktadır. Tıpta teşhis ve tedaviden, nükleer santraller aracılığı ile elektrik enerjisi elde

1 Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü. -EDİRNE.

2 Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi. -EDİRNE.

edilmesine kadar çok geniş kullanım alanına sahip olan radyasyonların zararlı biyolojik etkileri de vardır. Radyasyonların biyolojik etkilerinin varlığı Röntgen'in 1895 yılında x-ışınlarının keşfinden sonraya rastlar.

Nükleer enerjiden yararlanma olanakları geliştikçe, insanlar radyasyon ve radyoaktif maddelerle doğrudan doğruya temas haline geldikleri gibi daha geniş insan toplulukları da dolaylı bir şekilde radyasyon ve radyoaktif maddelerin zararlı biyolojik etkilerine maruz kalmaktadırlar.

Radyasyonların en önemli tehlikesi canlılar üzerinde zararlı biyolojik etkiler meydana getirmeleridir. Radyasyonların canlı yapıda biyolojik etki meydana getirebilmesi için bu yapıda absorplanması ve enerjisini yapıya aktarması gerekir. Radyasyonların doku içinde absorplanması, hücre içinde pozitif ve negatif iyonların oluşması yani iyonizasyon meydana getirmesidir. Böylece radyasyonlar hücrelerin normal fonksiyonlarını bozmak suretiyle etkisini gösterirler. Bu nedenle özellikle "iyonizan radyasyonlar" korunmayı gerektirirler.

Bütün canlılar kozmik ışınlarla, çevre ve kendi vücutlarındaki doğal radyasyon kaynaklarından olmak üzere sürekli olarak iyonlaştırıcı radyasyonların etkisine maruz kalmaktadırlar. Bu nedenlerle radyasyondan korunmada ilk belirlenmesi gereken kriter, radyasyonla çalışan ve çalışmayanları da kapsamına alan "Maksimum Müsaade Edilen Doz"un tesbit edilmesi olmuştur. Maksimum müsaade edilen dozlar, özel şekilde tarif edilmiş bazı şartlar altında radyasyonla çalışanların ve bunların dışındaki insanların maruz kalabilecekleri doz değerleridir.

Radyasyon kaynaklarının bulunduğu yerleri ve bu yerlerin özelliklerini de göz önüne alarak yapılan zırhlama hesaplamaları radyasyon korunmasında büyük önem taşır. Dış radyasyonlardan korunmanın en önemli yolu zırhlamadır.

Zırhlama, radyasyon kaynakları çevresine etkili engeller yerleştirmek suretiyle orada çalışan ve çevrede bulunan kişilerin tehlikeli radyasyonlardan korunmasıdır.

İki türlü koruyucu engel kalınlık hesabı vardır.

Bunlar; primer koruyucu engel kalınlığı ve sekonder koruyucu engel kalınlığıdır. Primer koruyucu engel kalınlık hesabı faydalı radyasyon ışın demetini müsaade edilen seviyeye kadar zayıflatabilmek için yapılır. Sekonder koruyucu engel kalınlık hesabı, saçılmış ve sızıntı radyasyonu müsaade edilen seviyeye kadar zayıflatacak gerekli kalınlık için yapılır (1, 4).

## YÖNTEM VE GEREÇLER

Bu çalışmada Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesinde Projelendirilmiş ve kısmen yapılmış bulunan Radyoterapi ünitesinin CO<sup>60</sup> ve yüksek voltaj odalarının ICRP nin önerilerine bağlı kalınarak zırhlama problemi esas alındı.

Mimari yapıdaki cihaz montaj dizaynına sadık kalınarak CO<sup>60</sup> odası için B duvarı öncelikle primer engel kabul edildi. A duvarının arkasında kumanda ünitesinin, D duvarının arkasında koridorun bulunması nedeni ile hesaplamalarda bu duvarlarda primer engel olarak düşünüldü ve hesaplar bu duvarlar için primer ve sekonder olarak üzere yapıldı. C ve F duvarları sekonder engel olarak tanımlandı.

Orta voltaj odası için E duvarı öncelikle primer engel kabul edildi. K duvarının arkasında kumanda ünitesinin, H duvarının arkasında koridorun bulunması nedeni ile hesaplamalarda bu duvarlarda primer engel olarak düşünüldü ve hesaplar bu duvarlar için primer ve sekonder olmak üzere yapıldı. G ve F duvarları sekonder engel olarak tanımlandı.

Hesaplarımızda primer engeller için

$$B = \frac{P \cdot d^2}{W \cdot U \cdot T}$$

sekonder engeller için

$$B = \frac{1000 \cdot P \cdot d^2}{W \cdot T}$$

formüllerini kullandık (6).

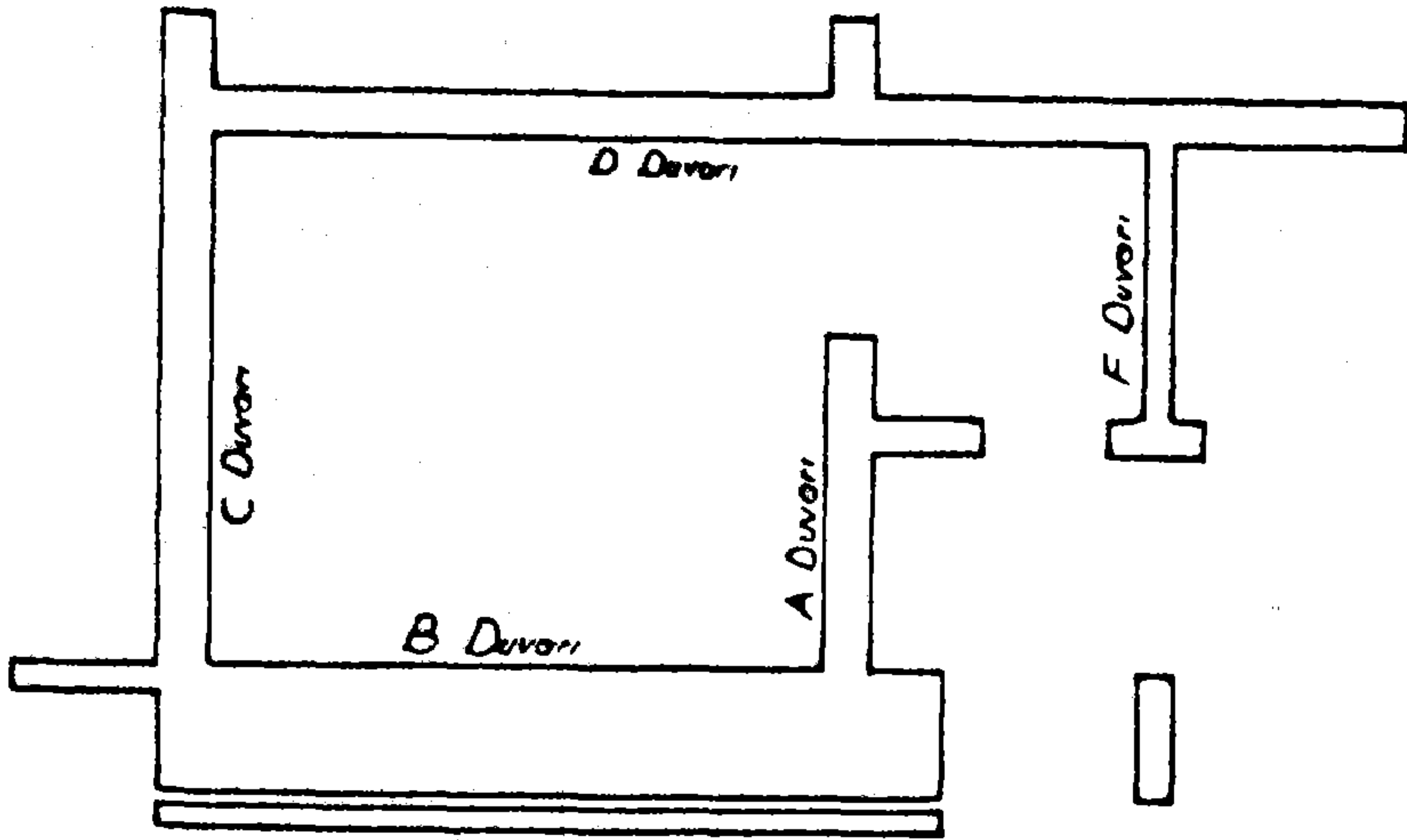
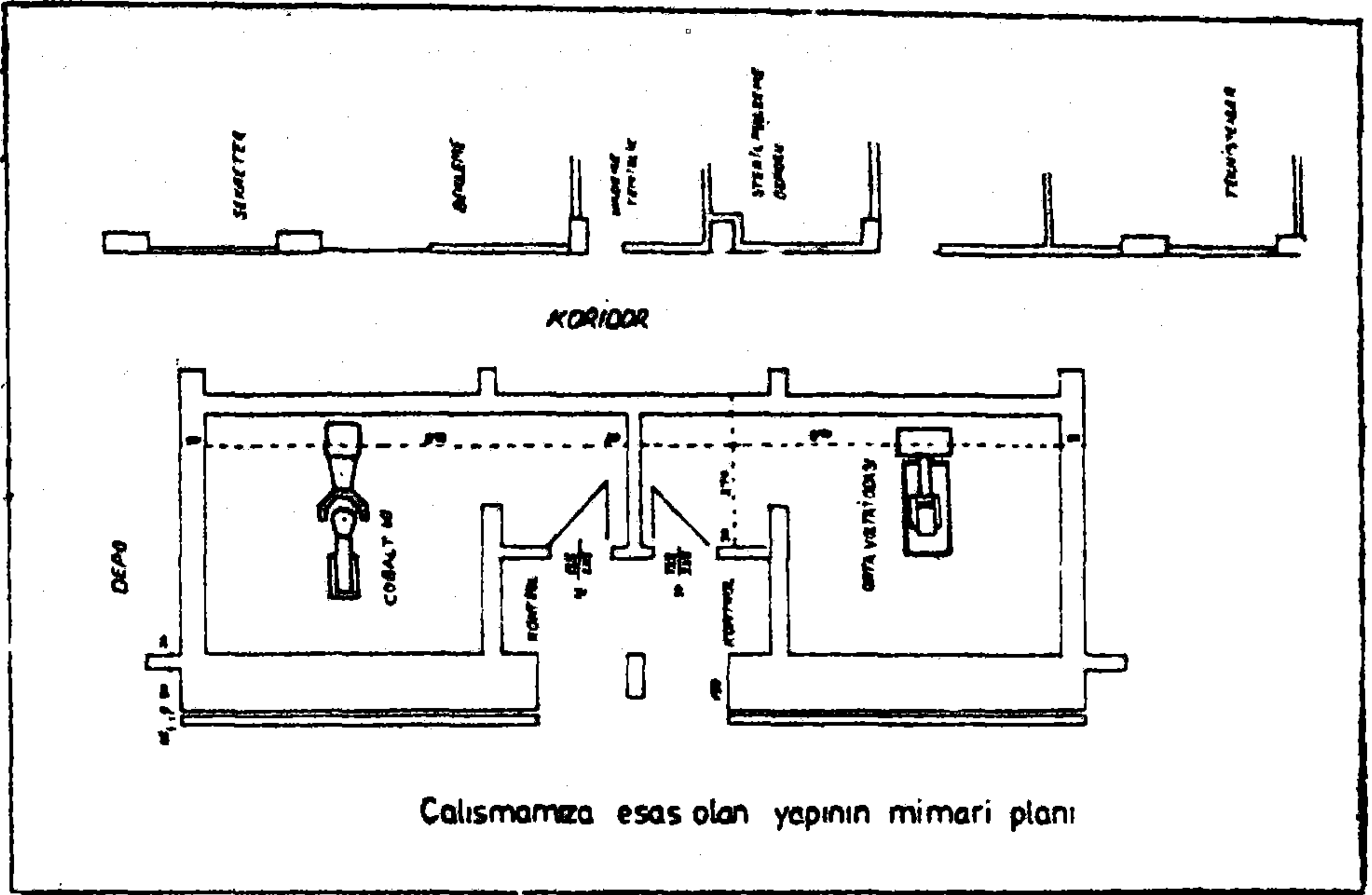
- d : Metre cinsinden radyasyon kaynağı ile engel arasındaki mesafe.
- W : Radyasyon kaynağının haftalık çalışma yükü.
- T : Meşguliyet faktörüdür ve radyasyon kaynağının bulunduğu odaya komşu olan mekanların işgal edilmelerine göre 1, 1/4, 1/16 olmak üzere üç kademeye ayrılmıştır (2, 7).
- U : Huzmenin engele düşme oranını göstermektedir. Sekonder engeller için 1 olarak kabul edilir.
- P : En fazla müsaade edilen dozdur. P değeri radyasyonla çalışan kişiler için 5 rem/yıl olup, 0,1 rem/haftaya radyasyonla çalışmayan kişiler için ise 0,5 rem/yıl olup 0,01 rem/haftaya eşdeğerdir (3, 5, 8).

Yer CO <sub>2</sub> Odası	Engel Cinsi	Çalışma yükü (MA / dak-haf.) (R / hafta)	Kaynaktan Mesafe (m)	Engel Arkası Doz (R / hafta)	Mesgüliyet Faktörü	Kullanma Faktörü	Engel Kalınlıkları		
							Planlanan		Hesaplanan
							Beton Kalınlığı (cm)	Beton (cm)	Kurşun (cm)
A Duvarı	Primer	30 x 10 <sup>3</sup>	2,9	0,1	1	1/4	40	82,5	8,79
A Duvarı	Sekonder	"	"	"	"	1	40	31,2	"
B Duvarı	Primer	"	2,8	"	"	1/4	120	85	"
C Duvarı	Primer	"	2,9	"	1/4	"	50	75	5,17
C Duvarı	Sekonder	"	"	"	"	1	50	19,2	"
D Duvarı	Primer	"	2,1	0,01	1	1/4	60	115	11,38
D Duvarı	Sekonder	"	"	"	"	1	60	57	"
F Duvarı	Sekonder	"	5,8	0,1	"	"	30	19,2	"
Tavan	Sekonder	"	4	0,01	1/16	"	20	21	0,2
Zemin	Toprak Altında Olduğundan Hesaplanmadı.								

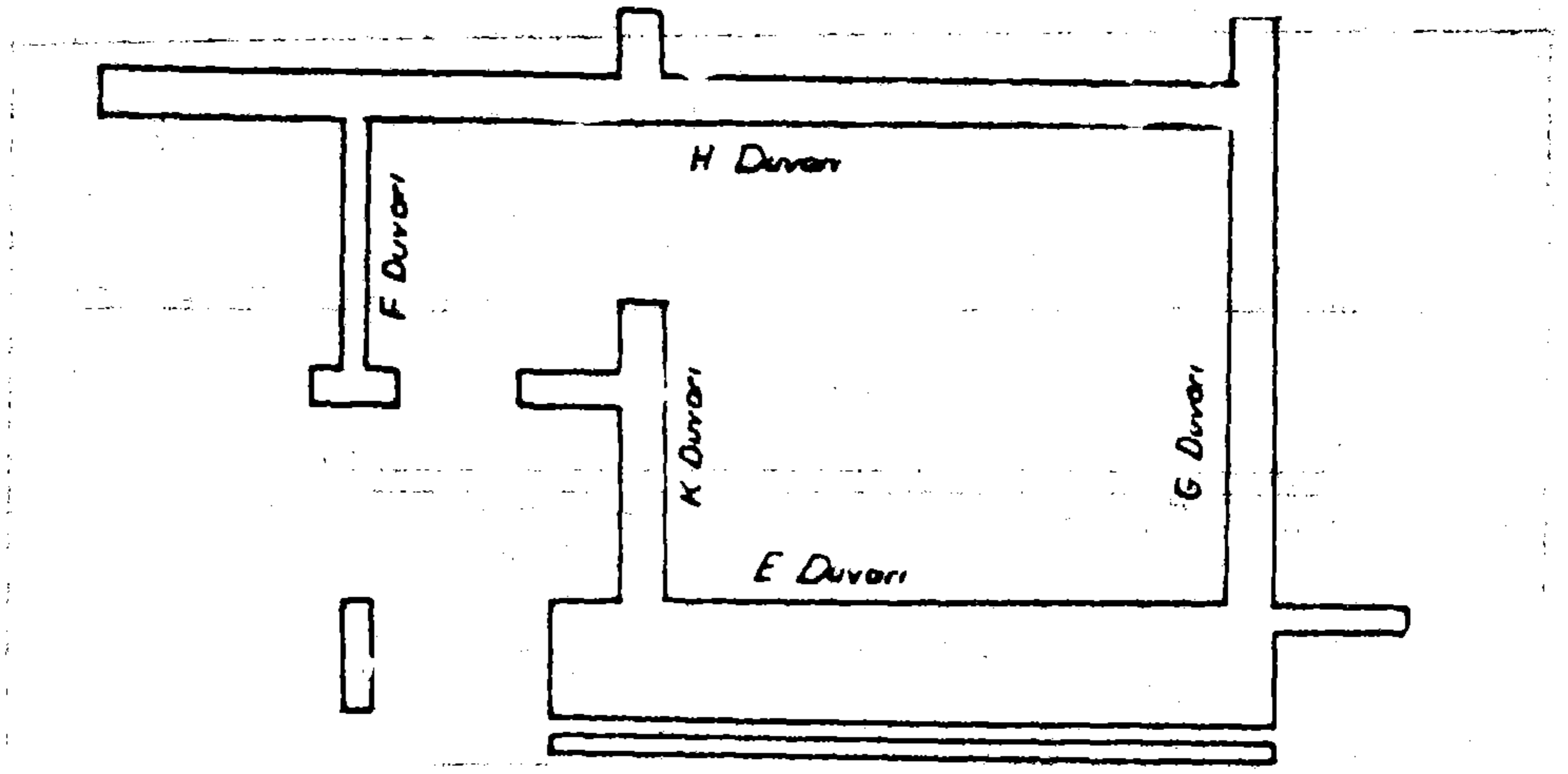
30 x 10<sup>3</sup> R / haftalık çalışma yükü için hesaplanan engel kalınlıkları.

Yer Orta Voltaj	Engel Cinsi	Çalışma Yükü (MA / dak-haf.)	Kaynaktan Mesafe (m)	Engel Arkası Doz (R / hafta)	Mesgüliyet Faktörü	Kullanma Faktörü	Engel Kalınlıkları		
							Planlanan		Hesaplanan
							Beton Kaynağı	Beton (cm)	Kurşun (cm)
E Duvarı	Primer	15 x 10 <sup>3</sup>	2,9	0,1	1	1/4	120	38,1	"
F Duvarı	Sekonder	"	5,8	"	"	1	30	10,16	"
G Duvarı	Primer	"	2,8	0,01	"	1/4	50	49,53	"
G Duvarı	Sekonder	"	"	"	"	1	50	24,13	"
H Duvarı	Sekonder	"	2,1	"	"	"	60	33,02	"
K Duvarı	Primer	"	2,7	0,1	"	1/4	40	39,37	"
K Duvarı	Sekonder	"	"	"	"	1	40	15,24	"
Tavan	Sekonder	"	4	0,01	1/4	"	20	17,78	"
Tavan	Sekonder	"	"	"	1/16	"	20	12,7	"
Zemin	Toprak Altında Olduğundan Hesaplanmadı								

15 x 10<sup>3</sup> R / haftalık çalışma yükü için hesaplanan engel kalınlıkları.



Co<sup>60</sup> Odasının genel durumu



Orta voltaj odasının genel durumu

Çalışma yükü için, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesine radyoterapi için gelecek hasta sayısının az olacağı varsayımı ile  $CO^{60}$  için 30.000 R/hafta orta voltaj odası için 15.000 R/hafta'lık doz değerleri esas alındı. Ayrıca İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyoterapi bölümünün hasta kapasitesi gözönüne alınarak bu kurum için ÇNAEM (Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi) sağlık fiziği bölümünün kriter olarak aldığı  $CO^{60}$  için 90.000 R/hafta, orta voltaj odası için 40.000 R/hafta'lık doz değerleri içinde ayrıca duvar zırhlama hesapları yapıldı. Hesaplamalarda beton ve kurşun özgül ağırlıkları sırası ile  $2.35 \text{ gr/cm}^3$  ve  $11.35 \text{ gr/cm}^3$  olarak alındı.

Ek zırhlama gerektiren yerlerde beton karşılığı kurşunla zırhlama düşünüldü. Bunun için,

$$\text{Kurşun kalınlığı} = \text{Beton kalınlığı} \times \frac{\text{Beton özgül ağırlığı}}{\text{Kurşun özgül ağırlığı}}$$

ifadesi kullanıldı.

## SONUÇLAR

Yapılan hesaplarda  $CO^{60}$  odasının 30.000 R/hafta'lık çalışma yükü için A, C, D duvarları primer engel olarak gözönüne alındığında planlanan duvar kalınlıkları yeterli olmamaktadır. Bu duvarlar için zırhlaması gereken kurşun kalınlıkları hesaplandı. Ve Tablolar da görüldüğü gibidir.

Aynı odanın A, C, D duvarları 90.000 R/haftalık çalışma yükü için primer olarak gözönüne alındığında yetersiz olmaktadır.

Orta voltaj odası için 15.000 R/haftalık çalışma yüküne göre hesaplanan engel kalınlıkları duvarların primer veya sekonder engel olarak düşünülmesi halinde plânlanan duvar kalınlıkları yeterli olmaktadır. Aynı oda için çalışma yükünü 40.000 R/hafta almak suretiyle ile yapılan hesaplarda plânlanan duvar kalınlıklarının yeterli olduğu görülmektedir. Ayrıca bu duvarlar için herhangi bir ilave zırha gerek yoktur.

Sonuç olarak bu çalışmada CO<sup>60</sup> ve orta voltaj odaların zırhlama problemleri Uluslararası emniyet standartlarına bağlı alınarak zırhlama hesapları yapılmıştır. Ancak radyasyonların güvenilir doz değerleri olmadığına göre, radyasyon kaynaklarının bulunduğu yerlerde çalışan personelin mümkün olduğu kadar az radyasyona maruz kalmaları için gerekli dikkat ve özeni göstermeleri gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. **Çiftçioğlu, Ö.:** *Gamma Fotonlarının Toprak Ortamda Saçılmasının Araştırması ve Toğunluk-Nem Ölçülmesinde Kullanılması.* İ.T.Ü. Elektrik Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi (1976).
2. **Göksel, S.:** *Radyasyonların Biyolojik Etkileri ve Radyasyondan Korunma.* İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü Genel yayın. No: 9 İstanbul (1973).
3. **Karadeniz, C.:** *Biyofiziğe Giriş; Çağlayan Kitabevi* (1981).
4. **Price, B.T., Horton, C.C. and Sinney, K.T.:** *Radiation Shielding.* Pergamon Press (1957).
5. *Radyasyon Korunması.* Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayınları No: 5 (1978).
6. **Rees, D.J.,** *Health Physics. Principle of Radiation Protection,* M.I.T Press, Massachusetts (1967).
7. **Soyberk, Ö.:** *Yonlaştırıcı Işınlara Karşı Zırhlamanın Pratik Uygulamaları.* Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Yayınları (1969).
8. *Tıp ve Biyolojik Bilimlerde Radyasyon Korunması Kurs notları.* Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Teknik Raporu No: 32 (1986).