



SUDA ABSORBLANAN DOZ KALİBRASYON YÖNTEMİ

Doğan Yaşar, PhD

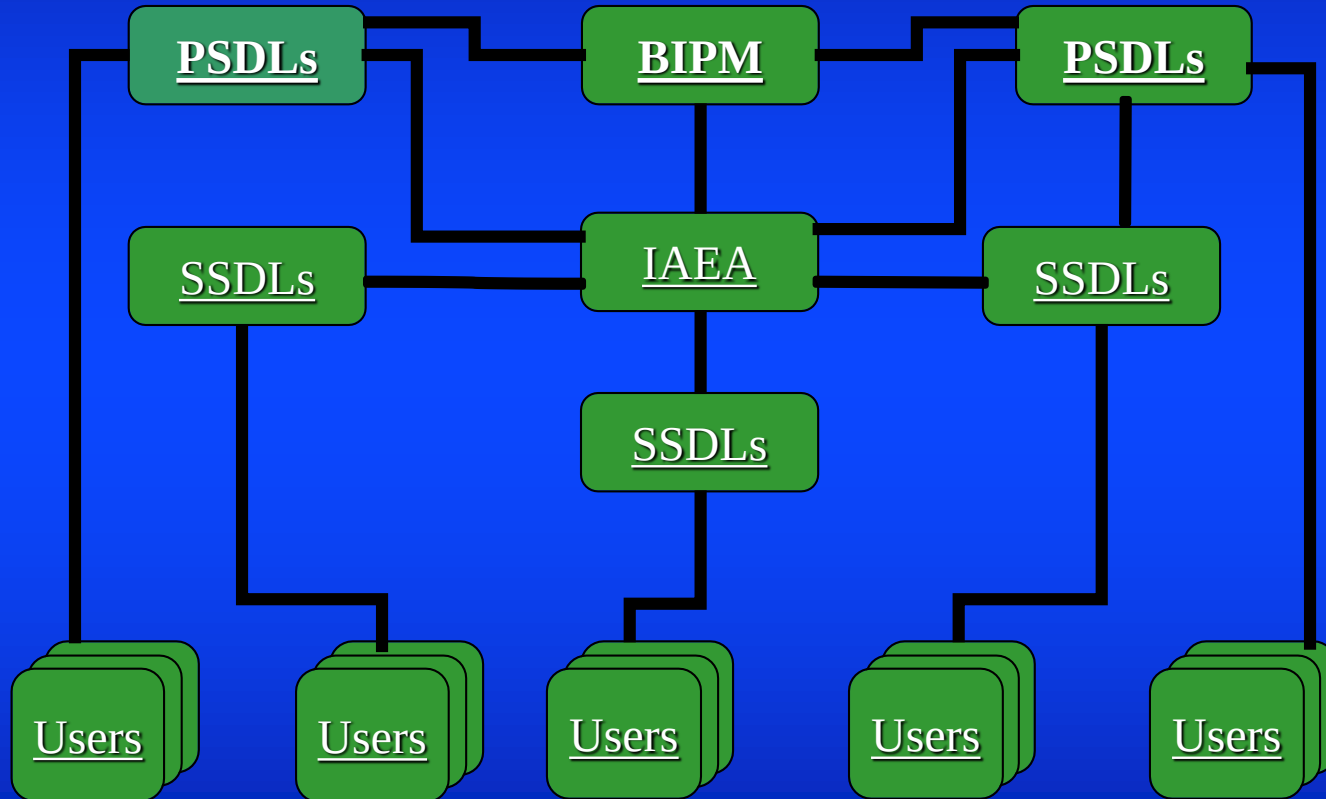
Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi

Sekonder Standard Dozimetri Laboratuvarı

dogan.yasar@taek.gov.tr



Metroloji Ölçüm Ağı





Kalibrasyon Uygulamaları

- **Kalibrasyon Talebi**
 - Kalibrasyon talepleri ilgili kuruluş tarafından **www.taek.gov.tr** adresinden temin edilecek olan “*Tedavi Düzeyli Dozimetre Kalibrasyon İstek Formu*” doldurulması gerekmektedir.
- **Dozimetre Kabulü**





Kalibrasyon Öncesi Ön Testler

Elektrometre ve iyon odası sızıntı testleri

- Sızıntı $< \%1$ olmalı
- Etüv'de 40°C de 24 saat bekletilmeli





Kalibrasyon Öncesi Ön Testler

- İyon odasının atmosfere açıklık testi
 - Genelde iyon odaları atmosfere açık olarak üretilmektedir.
 - İyon odası nasıl muhafaza edilmeli?
 - Atmosfere açıklık deliği tozdan, kirden tıkanmamalı
 - Deliği tıkanmış bir iyon odası ile alınan okumalar hataya sebep olabilir mi?





Kalibrasyon Öncesi Ön Testler

- Standart kontrol kaynağı ile iyon odasının doz okuma kararlılığı testi
- Düşük aktiviteli Sr-90 standart kaynağı kullanılmakta,
- Kalibrasyon öncesi ve sonrası okuma kararlılığı testi yapılmalı,
- Kararlılık toleransı nedir?



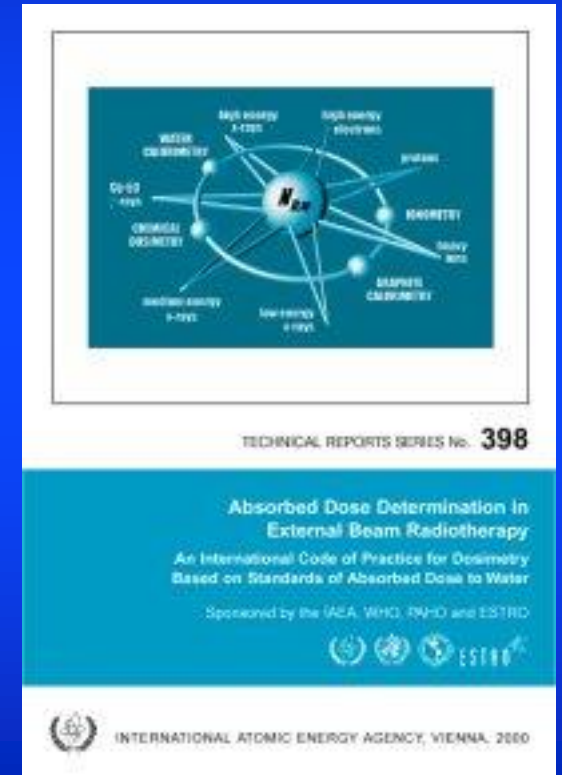


N_{DW} Kalibrasyonu

- Tedavi düzeyli dozimetrelerin suda absorblanan doz kalibrasyonlarında IAEA TRS-398 protokolü uygulanmaktadır
- 1996 yılında SSDL-Network bilimsel komitesi tarafından bir araştırma projesi hazırlanarak koordinasyonunu üstlendi.
- 1997 –1999 yılları arasında uygulanan proje sonucu Suda Absorblanan Doz Standartlarını esas alan uluslararası uygulama kodu olan “**Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy**” oluşturuldu.

N_{DW} Kalibrasyonu

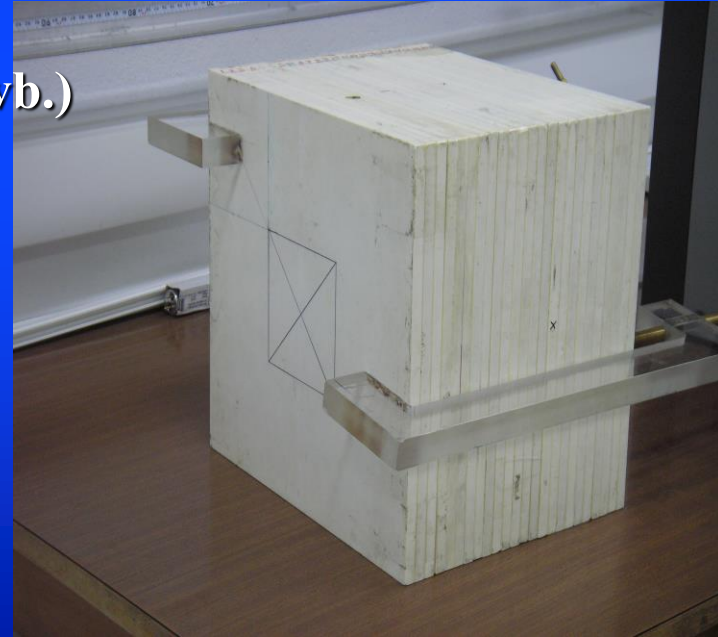
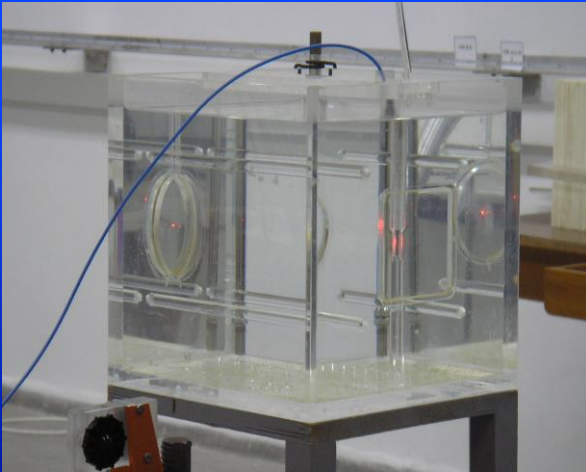
- 2000 yılında yayınlanan uluslararası uygulama kodu nötronlar hariç diğer external radyoterapi radyasyon demetlerinin tamamı için absorblanan doz protokolü esasında sunulan ve geniş bir iyon odası tiplerini kapsayan veriye sahip bir protokoldür.



N_{DW} Kalibrasyonu

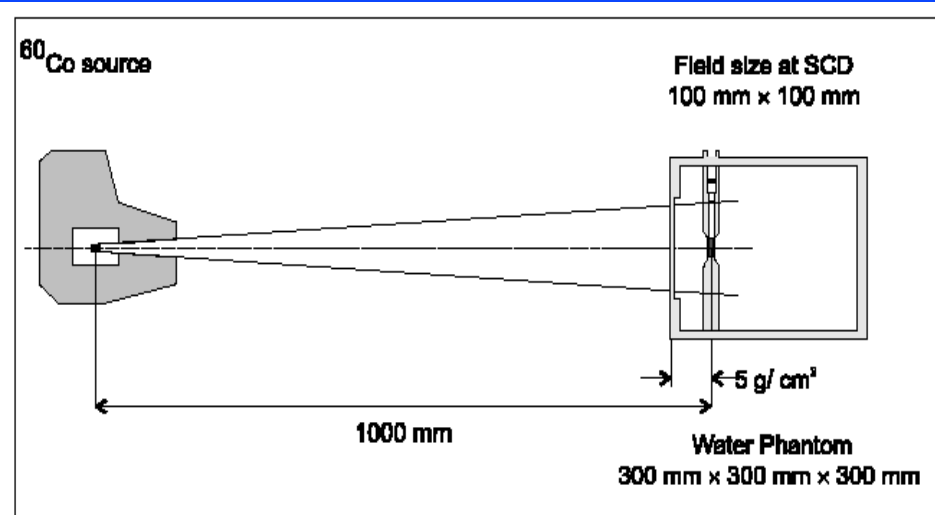
- **Fantom**

- Suda absorblanan doz kalibrasyonunda kullanılan iyon odası hacmine ve geometrik yapısına bağlı olarak farklı malzemeli fantomlar kullanılmaktadır
- Su fantomu
- Katı fantomlar (RW3, Akrilik vb.)





N_{DW} Kalibrasyonu





	Referans değerler ve karakteristikleri
Fantom malzemesi	Kalibrasyonda ve absorbanmış doz ölçümünde kullanılan fantom su fantomu olmalı
Fantom boyutu	30x30x30 cm ³ radyasyon alan boyutundan en az 5 cm daha geniş olmalı. Fantomun ön pencere kalınlığı 2 mm ila 5 mm arasında olmalıdır.
Kaynak-iyon odası mesafesi	100 cm
İyon odası referans noktası pozisyonundaki alan boyutu	10 cm x 10 cm
İyon odasının referans noktası	İyon odasının referans noktası silindirik iyon odasının merkezi eksenine, Paralel yüzey iyon odasının ön penceresinin iç yüzeyi alınmaktadır. Bu referans noktalar su fantomunun referans derinliğinde oluşturulmaktadır
İyon odası referans noktasının fantomdaki derinliği	5 gcm ⁻²
Ortam sıcaklığı	20 °C
Hava Basıncı	1013 mbar (101. 3 kPa)
Rutubet	% 50



Atmosferik Şartların Etkisi

- Şayet su fantomu kullanılacaksa ve su fantom içerisinde en az 24 saat beklemesi gerekmekte,
- Su içerisine iyon odası yerleştirildikten sonra termal dengeye gelmesi için en az 5 dk beklemek gerekmekte,
- Aynı şekilde cıvalı termometre kullanılıyor ise termometre su içerisine yerleştirildikten sonra kararlı hale gelebilmesi için en az 10 dk beklemek gerekmektedir



Atmosferik Şartların Etkisi

- Bu şartlarda working standart ve kullanıcı iyon odaları ayrı ayrı aynı geometride yerleştirilerek okumalar alınmaktadır.
- Her iki iyon odası okumaları öncesi ve okumalar sonrası sıcaklık ve basınç okumaları alınmaktadır.

$$P_{TP} = \frac{T_1 + 273.2}{T_0 + 273.2} * \frac{P_o}{P_1}$$



Atmosferik Şartların Etkisi

- Hava basıncını doğru ölçen, kalibrasyonu yapılmış bir barometre gerekmektedir.
 - 10 mbar lık bir hatalı ölçüm kalibrasyonda % 1 hataya yol açmaktadır
- Kaliteli ve kalibrasyonu yapılmış bir termometre gerekmede,
 - 3 °C lik bir hatalı ölçüm yine kalibrasyonda % 1 hataya yol açacaktır



N_{DW} Kalibrasyon Katsayısı Hesabı

- Working standart ile alınan okumaların ortalaması hesaplanmakta,
 - $N_{D,W}$ kalibrasyon katsayısı ve sıcaklık-basınç düzeltme faktörü ile çarpılarak D_{W,Q_0} hesaplanmaktadır.
- Kullanıcı dozimetresi ile alınan okumaların ortalaması hesaplanmakta,
 - Sıcaklık-basınç düzeltme faktörü ile çarpılarak M_{u,Q_0} hesaplanmaktadır.



Hava Kerma Kalibrasyon Katsayısı Hesabı

- Kullanıcı dozimetresi kalibrasyon katsayısı ;

$$N_{D,W} = \frac{D_{W,Q_0}}{M_{U,W}}$$





IAEA TRS-398

- Referans kalitedeki bir şua, Q_0 (Co-60), ile ışınlanan bir fantom içerisinde ve referans noktadaki bir iyon odasının suda absorblanan doz,

$$D_{w,Q} = M_{corr,Q} N_{D,w,Q_0}$$

referans kalitedeki şuadan farklı şualar için eşitlik,

$$D_{w,Q} = M_{corr,Q} N_{D,w,Q_0} k_{Q,Q_0}$$







IAEA TRS-398

- k_{Q,Q_0} radyasyon demeti kalite düzeltme faktörüdür
- İdeal olarak k_{Q,Q_0} her iyon odası için kullanıcının radyasyon demetine bağlı olarak direkt ölçülmelidir.
- Direkt olarak ölçmenin birçok zorlukları vardır.
- Referans radyasyon kalitesindeki kalibrasyon faktörü ve klinik radyasyonu kalitesindeki kalibrasyon faktörünün oranı olarak deneysel saptanabilmektedir.

$$k_{Q,Q_0} = \frac{N_{D,W,Q}}{N_{D,W,Q_0}}$$



IAEA TRS-398

- Veya k_{Q,Q_0} Bragg-Gray teorisi uygulamak suretiyle hesaplanabilmektedir.

$$k_{Q,Q_0} = \frac{(S_{W,air})_Q}{(S_{W,air})_{Q_0}} \frac{(w_{air})_Q}{(w_{air})_{Q_0}} \frac{P_Q}{P_{Q_0}}$$

- Bu eşitlik bütün yüksek enerjilerde geçerlidir. Tedavi düzeyli elektron ve foton enerjileri için $(w_{air})_Q = (w_{air})_{Q_0}$ kabulü yapılmaktadır.

$$k_{Q,Q_0} \approx \frac{(S_{W,air})_Q}{(S_{W,air})_{Q_0}} \frac{P_Q}{P_{Q_0}}$$



IAEA TRS-398

- Düşük ve orta enerjili X-ışınlarında Bragg-Gray şartları uygulanamamakta, bu radyasyon kaliteleri için formalizm ya direkt olarak ölçülen N_{D,w,Q_0} kullanılmalı yada kullanıcı iyon odaları için k_{Q,Q_0} faktörlerinin kullanılması esas alınmalıdır.



TRS–398 AVANTAJI

- D_w un elde edilmesi esnasında oluşan belirsizlikler,
- Zincirdeki başlıca belirsizlik hastanede kullanıcı tarafından sağlanan dönüşüm faktörlerinden (k_m ve k_{att}) meydana gelmektedir.