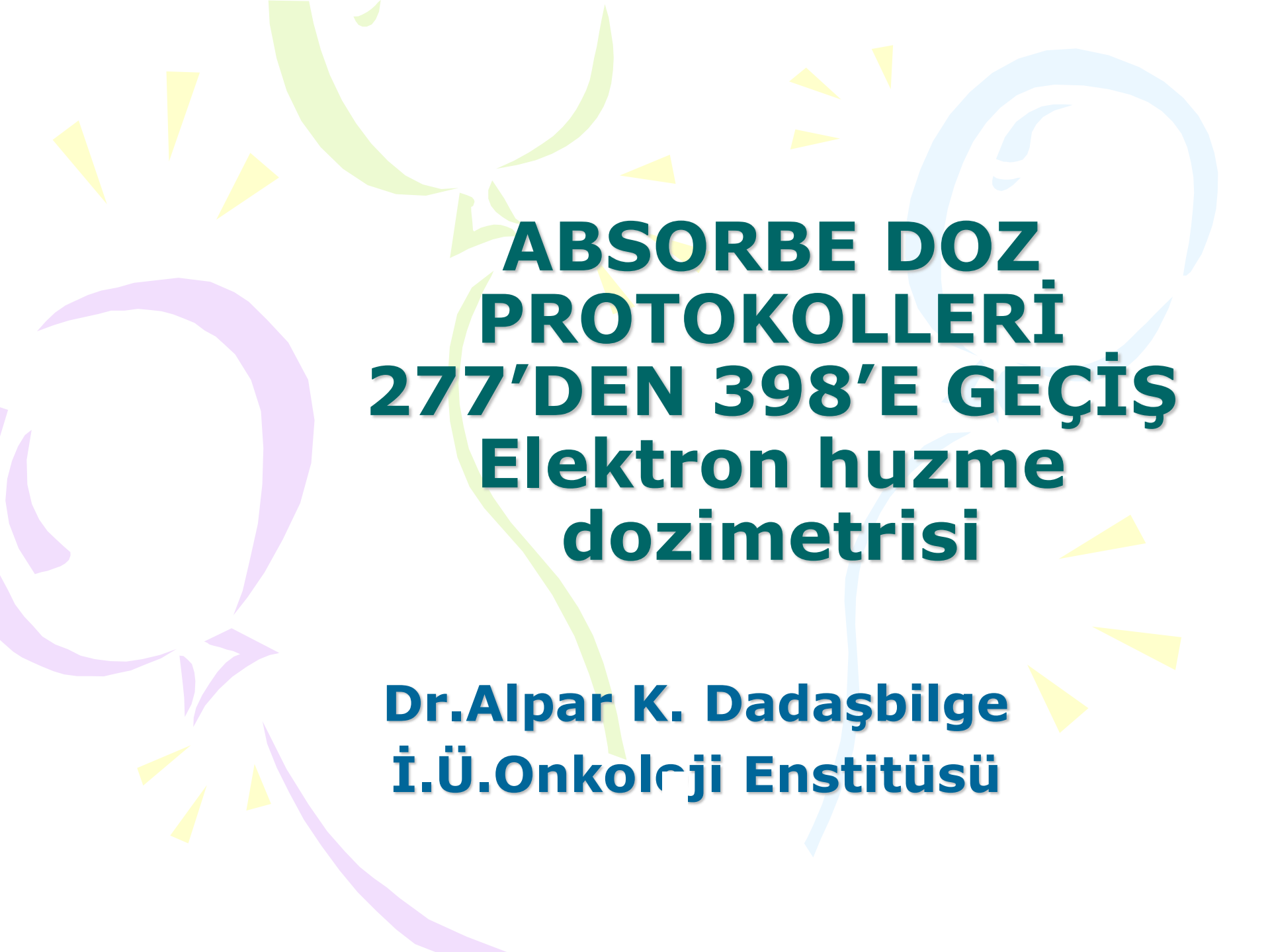
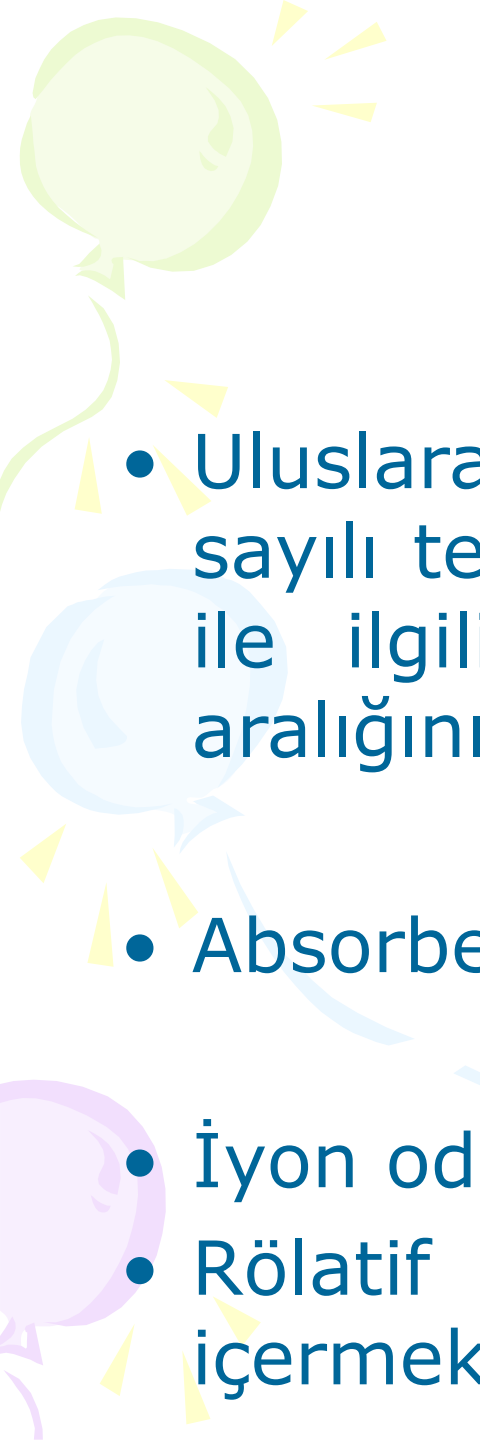
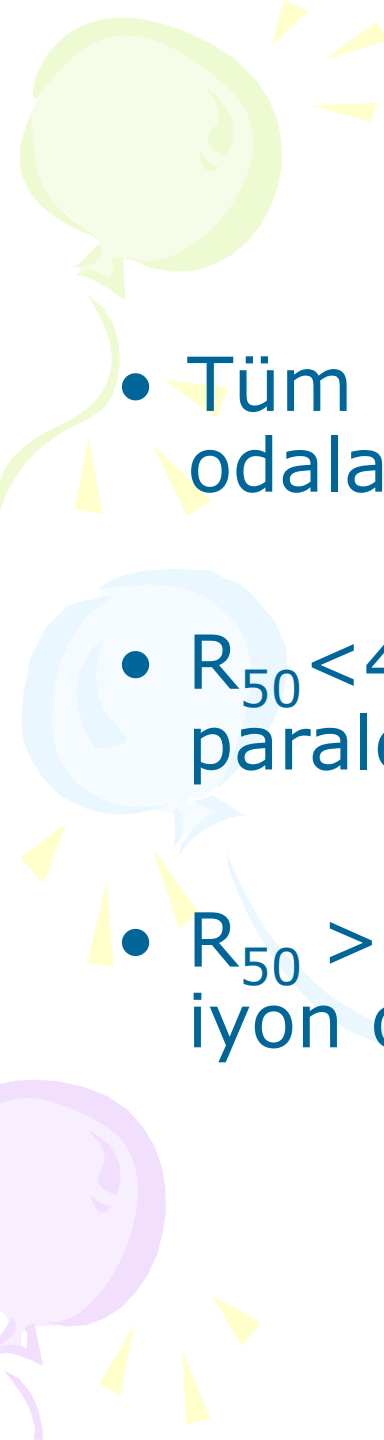




ABSORBE DOZ PROTOKOLLERİ 277'DEN 398'E GEÇİŞ Elektron huzme dozimetrisi

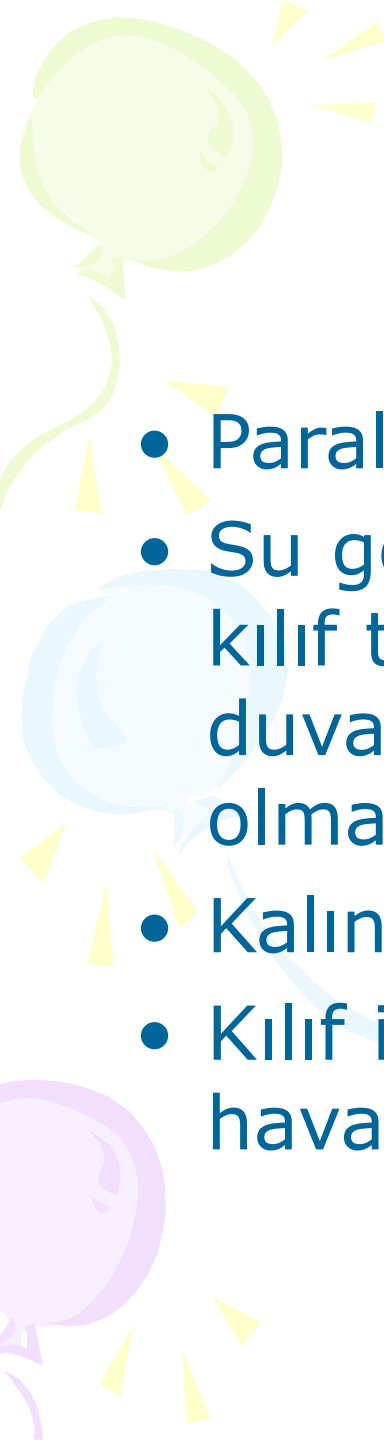
**Dr.Alpar K. Dadaşbilge
İ.Ü.Onkoloji Enstitüsü**

- 
- Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, 398 sayılı teknik raporunun elektron huzmesi ile ilgili bölümü 3 – 50 MeV enerji aralığını kapsamaktadır.
 - Absorbe doz tayini,
 - İyon odası kalibrasyonları,
 - Rölatif ölçümler için önerileri içermektedir.



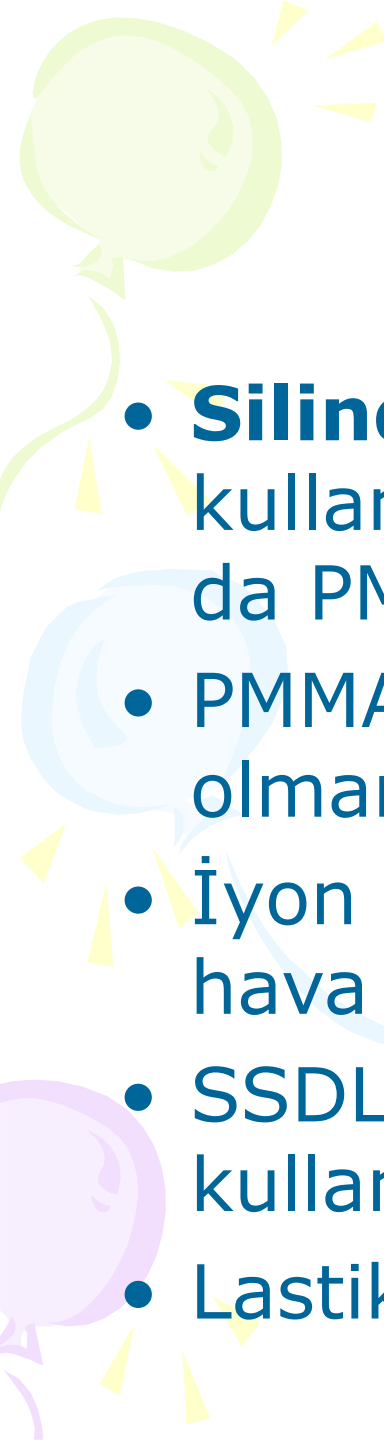
Önerilen iyon odaları

- Tüm huzme kalitelerinde paralel plan iyon odalarının kullanılması önerilmektedir.
- $R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ ($E_0 \leq 10 \text{ MeV}$) ise mutlaka paralel plan iyon odaları kullanılmalıdır.
- $R_{50} > 4 \text{ g/cm}^2$ ($E_0 \geq 10 \text{ MeV}$) ise silindirik iyon odası da kullanılabilir.



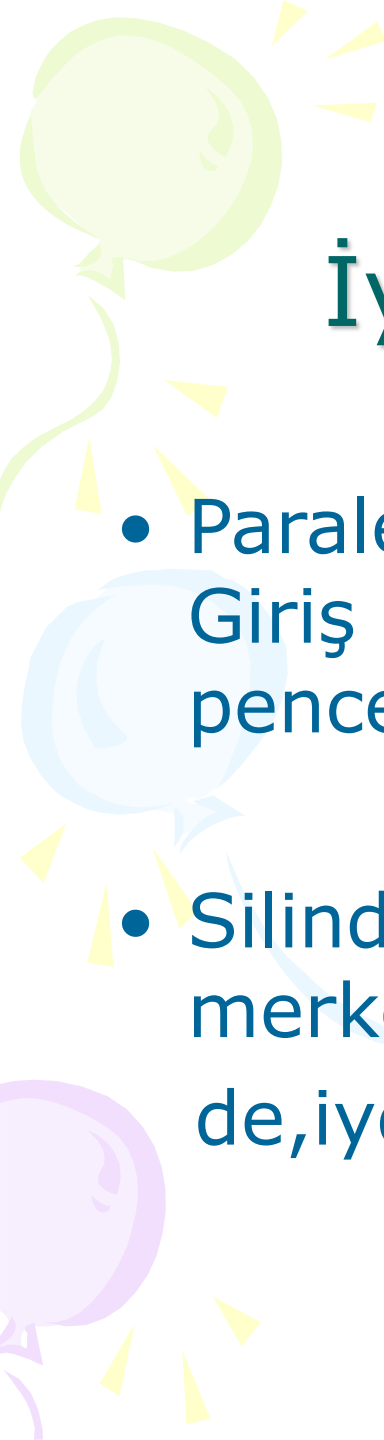
İyon odaları

- Paralel plan iyon odası su geçirmez olmalı,
- Su geçirmez kılıf içine yerleştiriliyor ise kılıf tercihen PMMA veya iyon odası duvarına uygun materyalden yapılmış olmalı,
- Kalınlık ise 1 mm'den fazla olmamalıdır.
- Kılıf ile iyon odası arasında 0.1- 0.3 mm hava boşluğu bulunmalıdır.



İyon odaları

- **Silindirik iyon odaları** PMMA kılıf içinde kullanılmalıdır. Su geçirmez iyon odaları da PMMA kılıf ile kullanılabilir.
- PMMA kılıf kalınlığı 1.0mm'den büyük olmamalıdır.
- İyon odası ile kılıf arasında 0.1-0.3 mm hava olmalıdır.
- SSDL kalibrasyonu sırasında benzer kılıf kullanılmalıdır.
- Lastik kılıflar **kullanılmamalıdır.**



İyon odası referans noktası

- Paralel plan iyon odalarında: Giriş penceresinin iç yüzeyinde ve pencerenin merkezinde,
- Silindirik iyon odalarında: Kavite hacminin merkezin-
de, iyon odası ekseninin üzerinde alınır.



Fantomlar

- Ölçülerin suda yapılması önerilmektedir.
- $R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ ($E_0 \leq 10 \text{ MeV}$) su eşdeğeri fantomlar da kullanılabilir.
- Su eşdeğeri plastik fantomların sadece kalite kontrol amacı kullanılması tercih edilir.

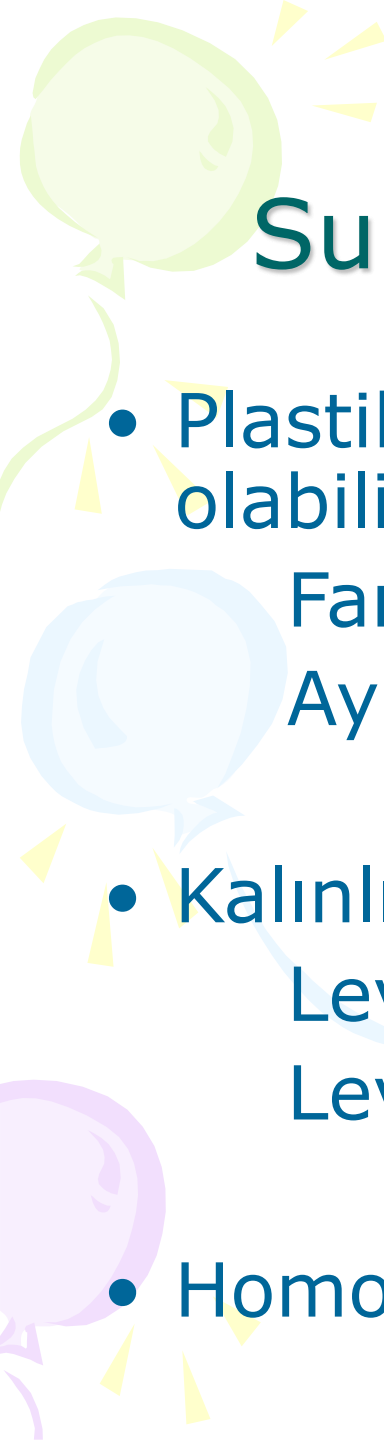
Fantomlar

- Fantom boyutu alan kenarlarından 5 cm büyük olmalı,
- Fantom derinliği,en büyük ölçü derinliğinden 5 cm daha büyük olmalıdır.



Su eşdeğeri plastik fantomlar

- Bazı plastik fantomlarda yük birikmesi söz konusudur. Levha kalınlığı 2 cm'den büyük olmamalıdır. (PMMA, polistren)
- Yük birikmesi hatalı okumalara neden olmaktadır.
- Reçine ve benzeri maddeden yapılmış fantomlarda yük birikmesi yoktur.



Su eşdeğeri plastik fantomlar

- Plastik fantomların yoğunlukları farklı olabilir.

Farklı üretimlerde,
Aynı fantomun farklı levhalarında,

- Kalınlık farklılıkları,
Levhalar arasında,
Levha içinde,
- Homojen olmayan yapı,



Su eşdeğeri plastik fantomlar

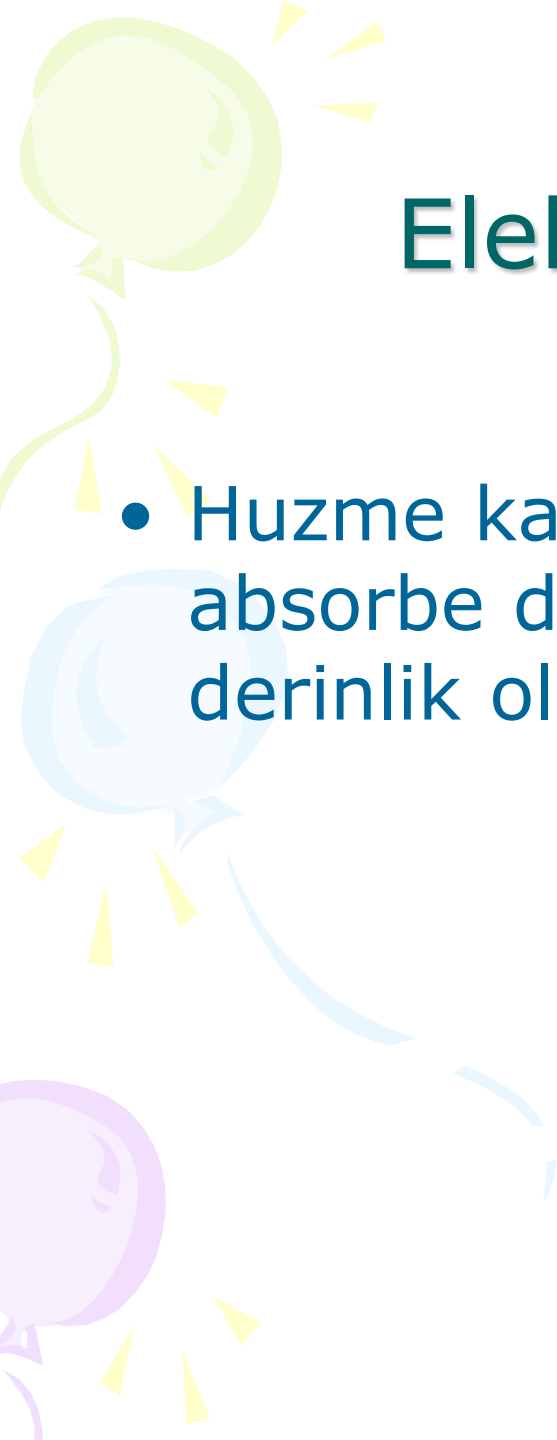
- Plastik fantomlar önemli belirsizlik kaynağıdır,
Referans ölçülerinde kullanılmamalıdır.
- Plastik fantom, su ile dozimetrik karşılaştırma yapılarak kullanılmalıdır.



Su eşdeğeri plastik fantomlar

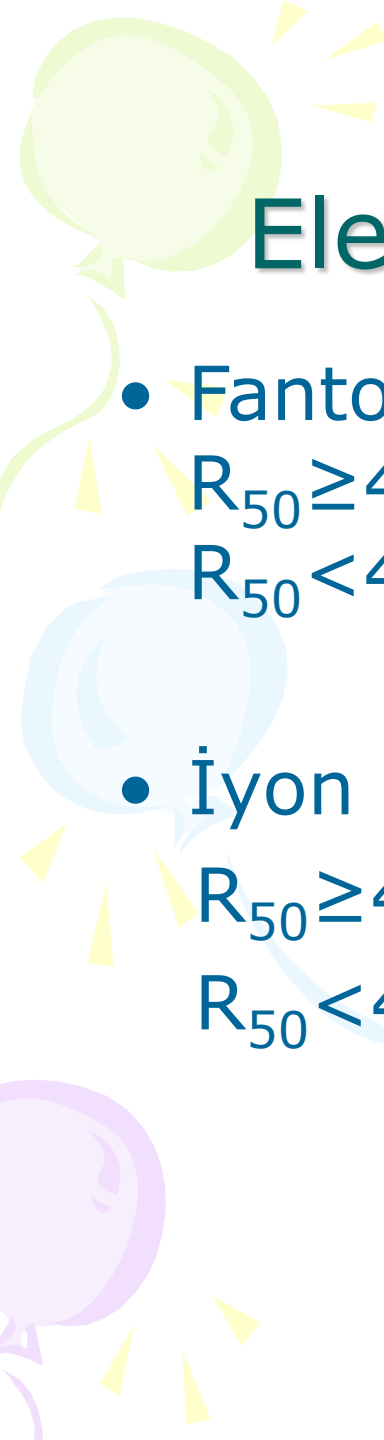
- Plastik fantomlar kullanılırken
- Derinlik,
- Fluence düzeltmesi,

C_{pl} ve h_{pl} faktörleri



Elektron huzme kalitesi

- Huzme kalite indeksi, **R_{50}** , maksimum absorbe doz değeri nin %50'ye ulaştığı derinlik olarak tanımlanmaktadır.



Elektron huzme kalitesi tayini

- Fantom materyali:

- $R_{50} \geq 4 \text{ g/cm}^2$ su

- $R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ su veya plastik

- İyon odası:

- $R_{50} \geq 4 \text{ g/cm}^2$ paralel plan ve silindirik

- $R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ paralel plan

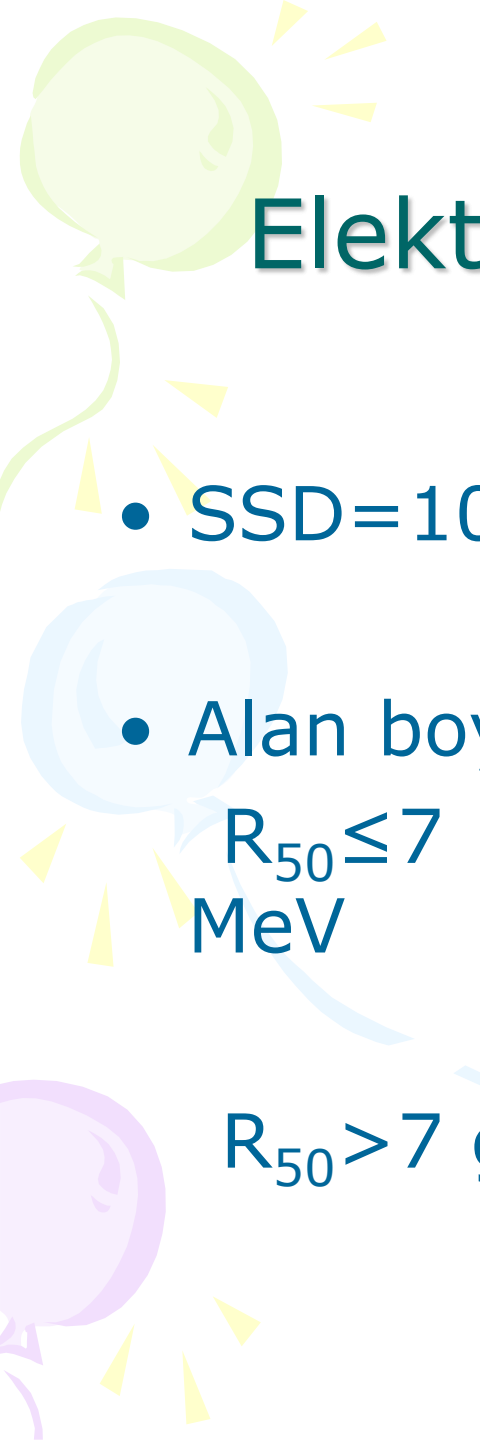


Elektron huzme kalitesi tayini

- İyon odası referans noktasının yeri

Paralel plan iyon odaları için : Ölçü yapılan noktadır.

Silindirik iyon odaları için : Ölçü yapılan noktadan $0.5r_{sil}$ kadar derindedir.



Elektron huzme kalitesi tayini

- SSD=100 cm,

- Alan boyutu:

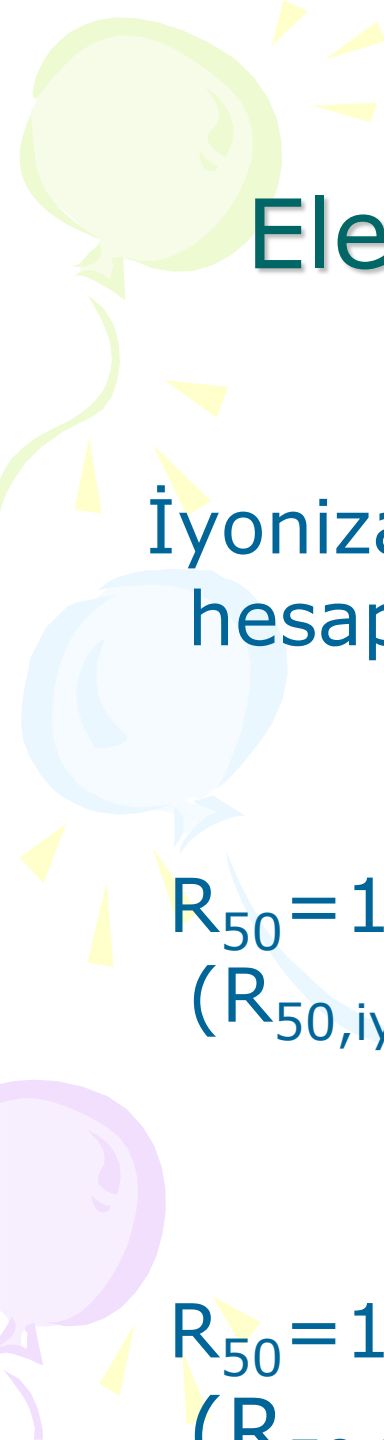
$R_{50} \leq 7 \text{ g/cm}^2$ en az 10x10 cm, $E_0 \leq 16 \text{ MeV}$

$R_{50} > 7 \text{ g/cm}^2$ en az 20x20 cm



Elektron huzme kalitesi tayini

- Su fantomunda, düşey huzmelerde iyon odası hareketi su yüzeyine doğru olmalıdır.
- İyon rekombinasyon ve polarite düzeltmeleri incelenmeli ve gerekli ise yapılmalıdır. (Yüzeye yakın, %100, %90, %50)



Elektron huzme kalitesi tayini

İyonizasyon değerinden R_{50} nin hesaplanması

$$R_{50} = 1.029 R_{50, \text{iyon}} - 0.06$$

$(R_{50, \text{iyon}} \leq 10 \text{ g/cm})$

$$R_{50} = 1.059 R_{50, \text{iyon}} - 0.37$$

$(R_{50, \text{iyon}} > 10 \text{ g/cm})$

Elektron huzme kalitesi

277

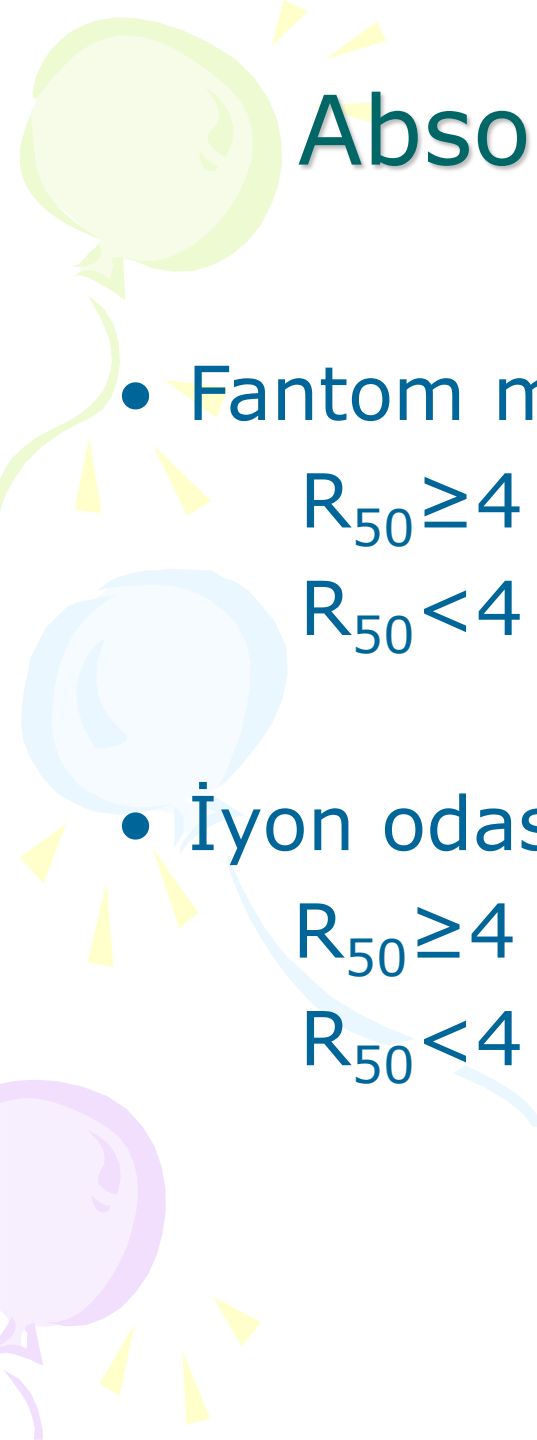
- E_0 :Fantom yüzeyindeki enerji.
- $E_0 = 2.33 R_{50}$

Tablo

398

- R_{50}

Aynı yöntem ile ölçü yapılmaktadır.



Absorbe doz tayini referans koşulları

- Fantom materyali:

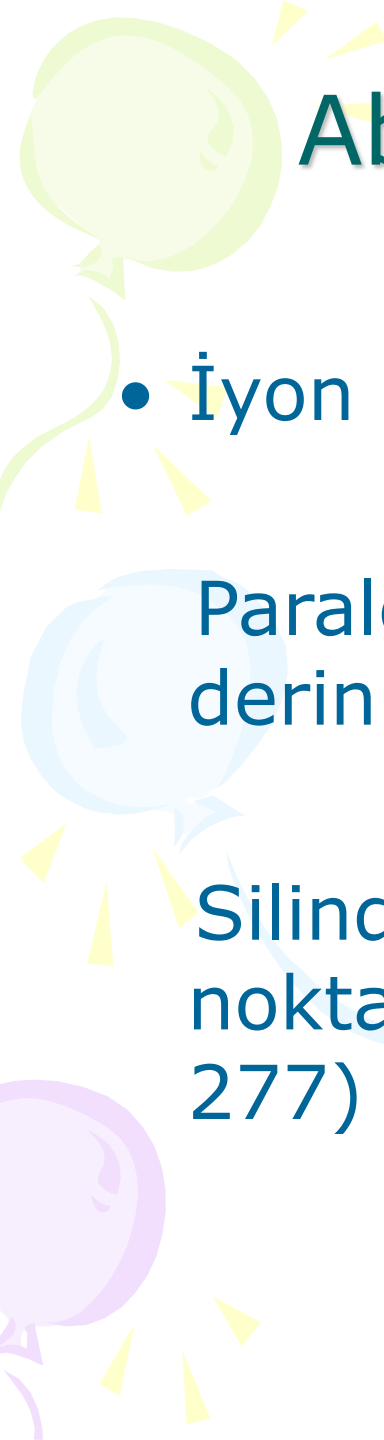
$R_{50} \geq 4 \text{ g/cm}^2$ su

$R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ su veya plastik

- İyon odası:

$R_{50} \geq 4 \text{ g/cm}^2$ paralel plan veya silindirik

$R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ paralel plan



Absorbe doz tayini referans koşulları

- İyon odası referans noktasının yeri

Paralel plan iyon odaları için :Ölçü derinliğinde olmalıdır.

Silindirik iyon odaları için:Ölçü yapılan noktadan $0.5r_{sil}$ kadar derindedir. (d_{eff} 277)



Absorbe doz tayini referans koşulları

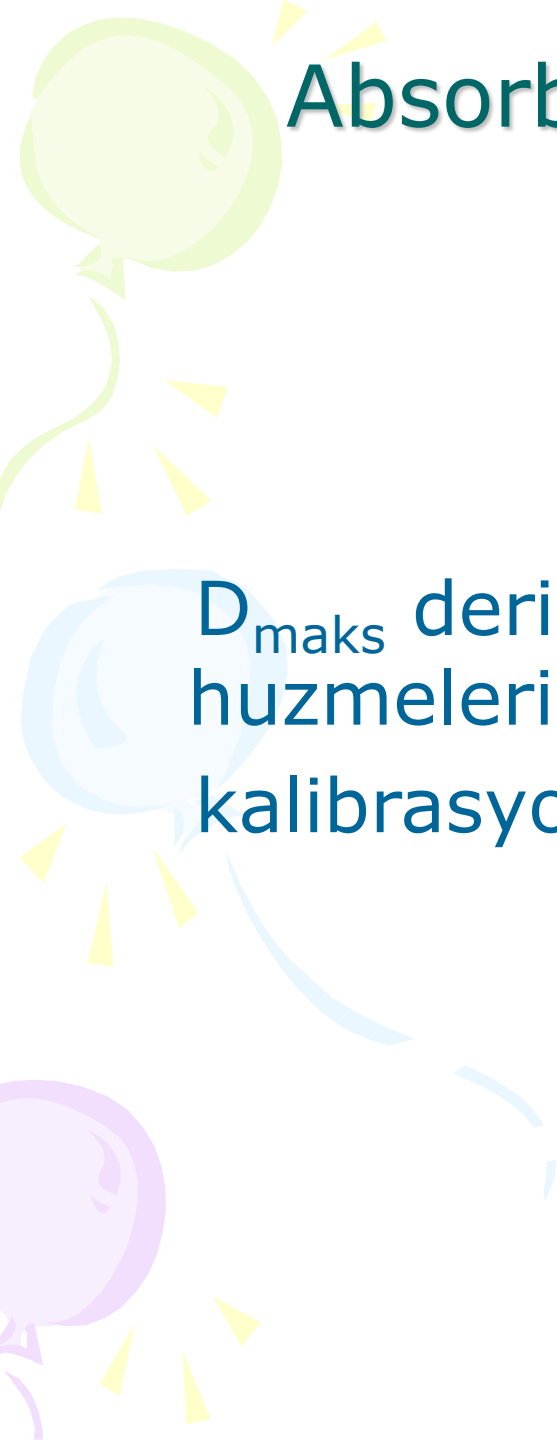
398

- Referans derinliği

$$z_{\text{ref}} = 0.6 R_{50} - 0.1 \text{ g/cm}^2 \quad (R_{50} \text{ g/cm}^2)$$



$R_{50} < 4 \text{ g/cm}^2$ ($E_0 < 10 \text{ MeV}$) Maksimum absorbe doz derinliğine yakındır. Ancak daha büyük enerjili huzme kalitesinde maksimum doz derinliğinden daha derindedir.



Absorbe doz tayini referans koşulları

398

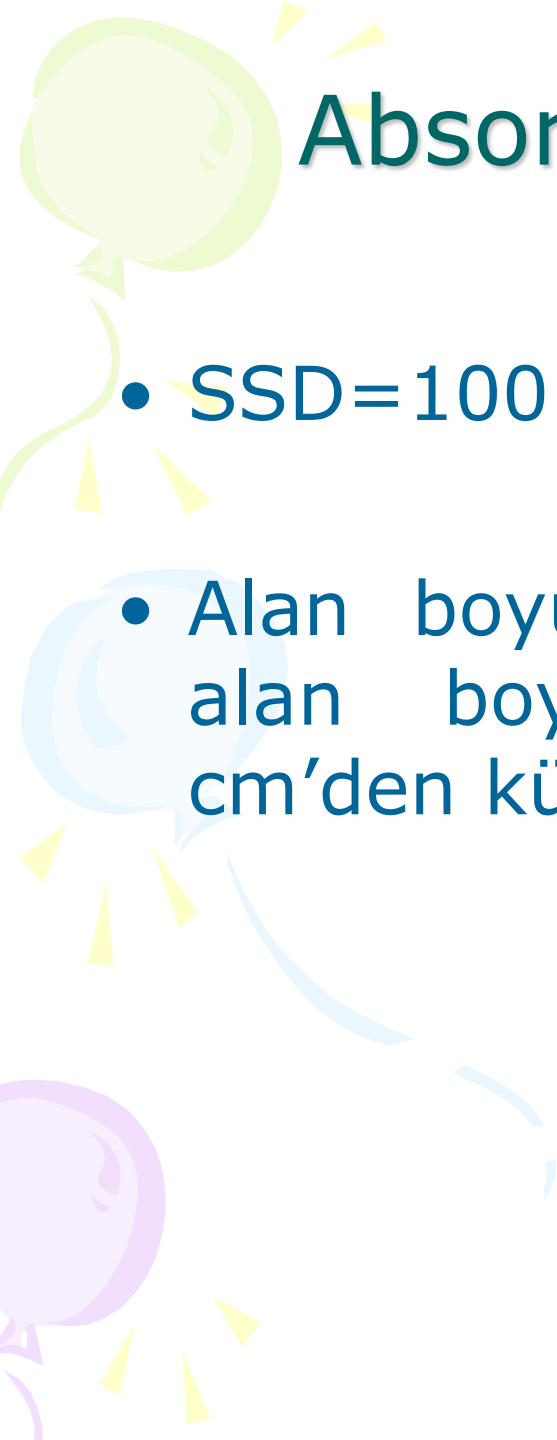
D_{maks} derinliği farklı, R_{50} değeri aynı
huzmelerin
kalibrasyon derinliği aynı olmaktadır.



Absorbe doz tayini referans koşulları

277

- Maksimum doz derinliğindedir.



Absorbe doz tayini referans koşulları

- SSD=100 cm,
- Alan boyutu: Verimin normalize edileceği alan boyutu, fantom yüzeyinde 10x10 cm'den küçük olmamalıdır.

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- $D_{w,Q} = M_Q N_{DwQ_0} k_{QQ_0}$

- M_Q

Düzeltilmiş okumalar

- N_{DwQ_0}
suda

Referans huzme kalitesinde

faktörü

absorbe doz kalibrasyon

- k_{QQ_0}

Huzme kalite farkı düzeltme faktörü,

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- M_Q Düzeltilmiş okumalar

- Basınç,sıcaklık $k_{pt} = \frac{273,2 + t}{273,2 + 20} \frac{P_0}{P}$

- Polarite

$$k_{pol} = \frac{|M_+| + |M_-|}{2M}$$

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- İyon toplama verimi veya iyon rekombinasyonu

Silindirik iyon odaları

$$k_s = a_o + a_1 \left[\frac{M_1}{M_2} \right] + a_2 \left[\frac{M_1}{M_2} \right]^2$$

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- İyon toplama verimi veya iyon rekombinasyonu

Paralel plan iyon odaları

Çalışma voltajı ?

Satürasyon ?

$$p_s = 1 + 0.54D \frac{d^2}{V}$$

D Puls başına ort.doza

d Elektrotlar arası uzaklık

V Gerilim

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- $N_{D,w}$ tayini sırasında polarizasyon ve iyon toplama verimi ölçüldü mü?
- Ölçülen değerler, $N_{D,w}$ faktörüne dahil edildi mi?

Absorbe dozun referans koşullarda tayini

- $D_{w,Q} = M_Q N_{DwQ_0} k_{QQ_0}$
- $D_{w,Q} = M_Q N_{DwQ_0} k_Q$
- Kalibrasyon enerjisinin Co-60 olması halinde k_Q değeri tablolardan bulunabilir.

Silindirik iyon odaları k_Q değerleri

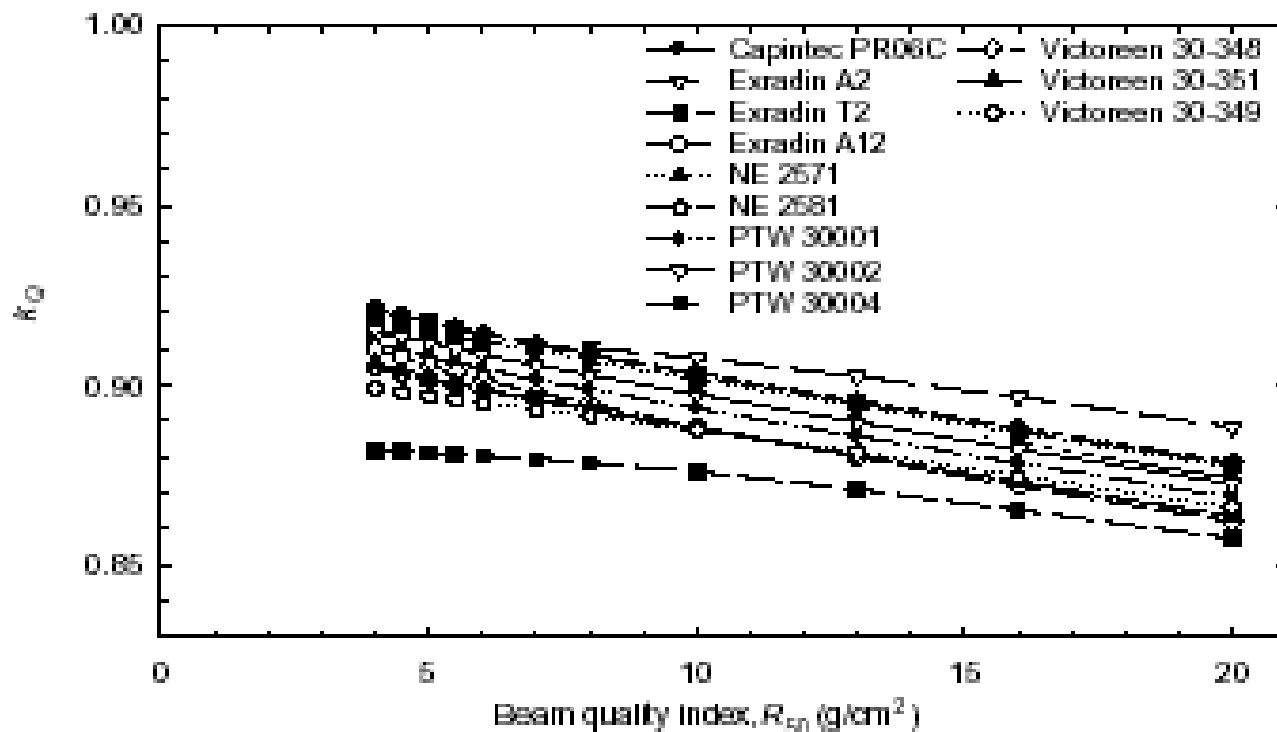


FIG. 9. Calculated k_Q values for electron beams, for various cylindrical chamber types calibrated in ^{60}Co gamma radiation.

Paralel plan iyon odaları k_Q değerleri

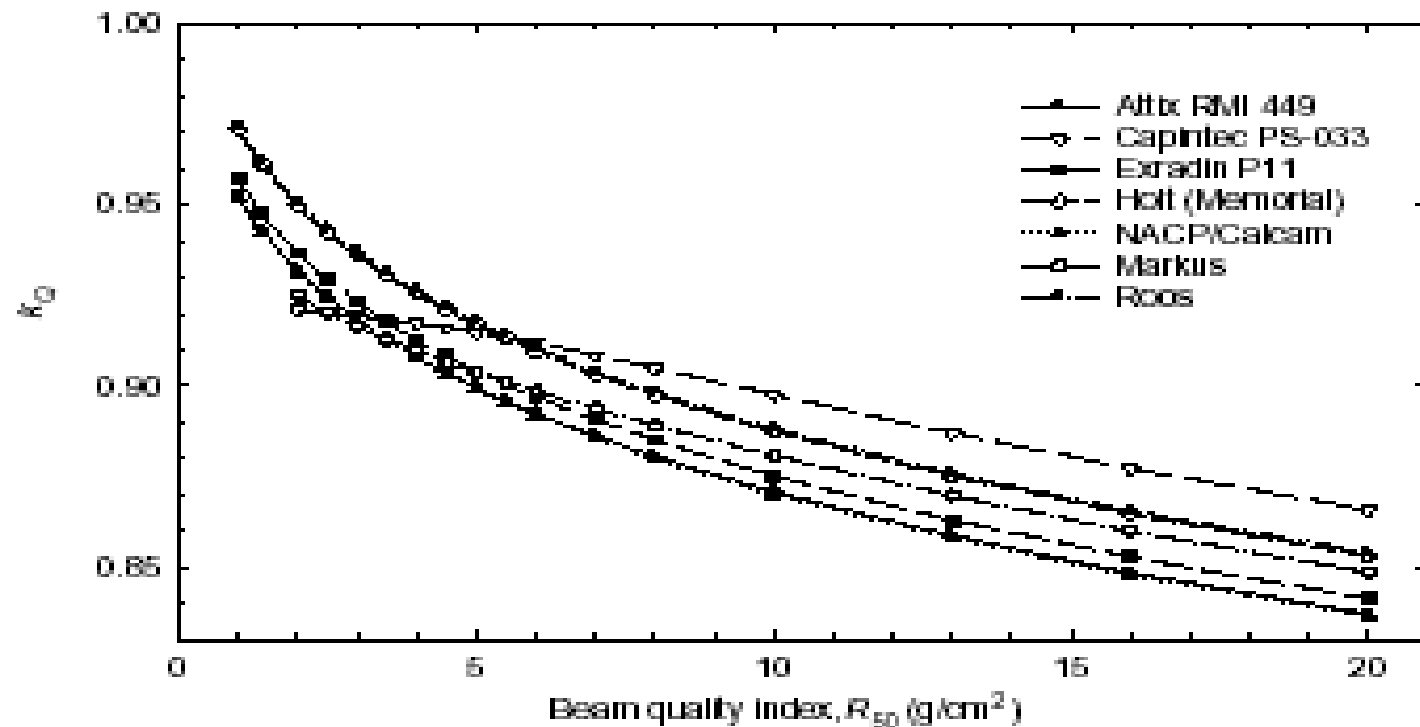
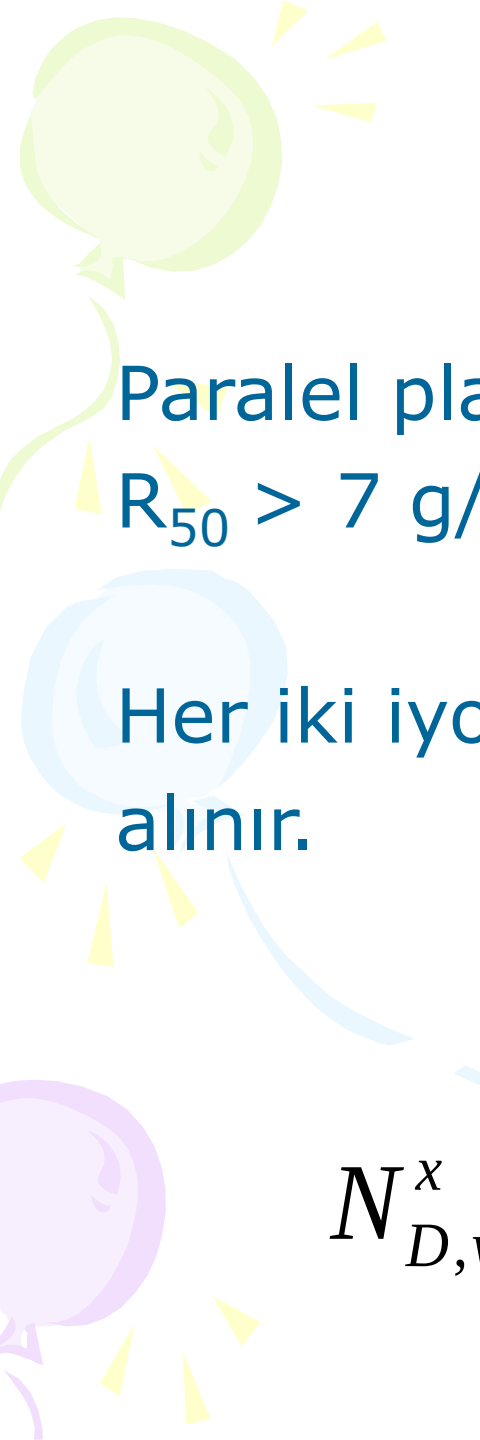


FIG. 8. Calculated k_Q values for electron beams, for various plane-parallel chamber types calibrated in ^{60}Co gamma radiation.



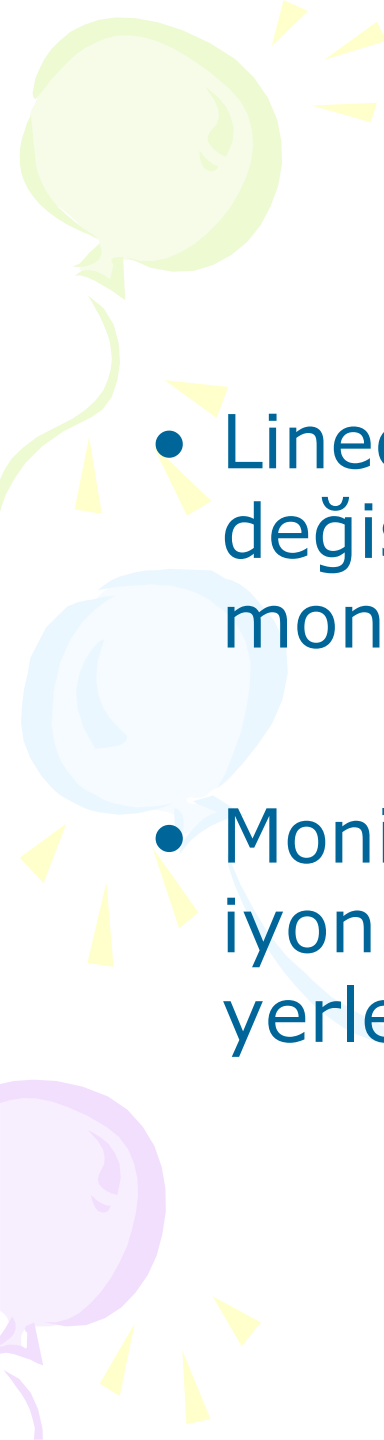
Çapraz kalibrasyon

Paralel plan iyon odası kalibrasyonu

$R_{50} > 7 \text{ g/cm}^2$ önerilir.

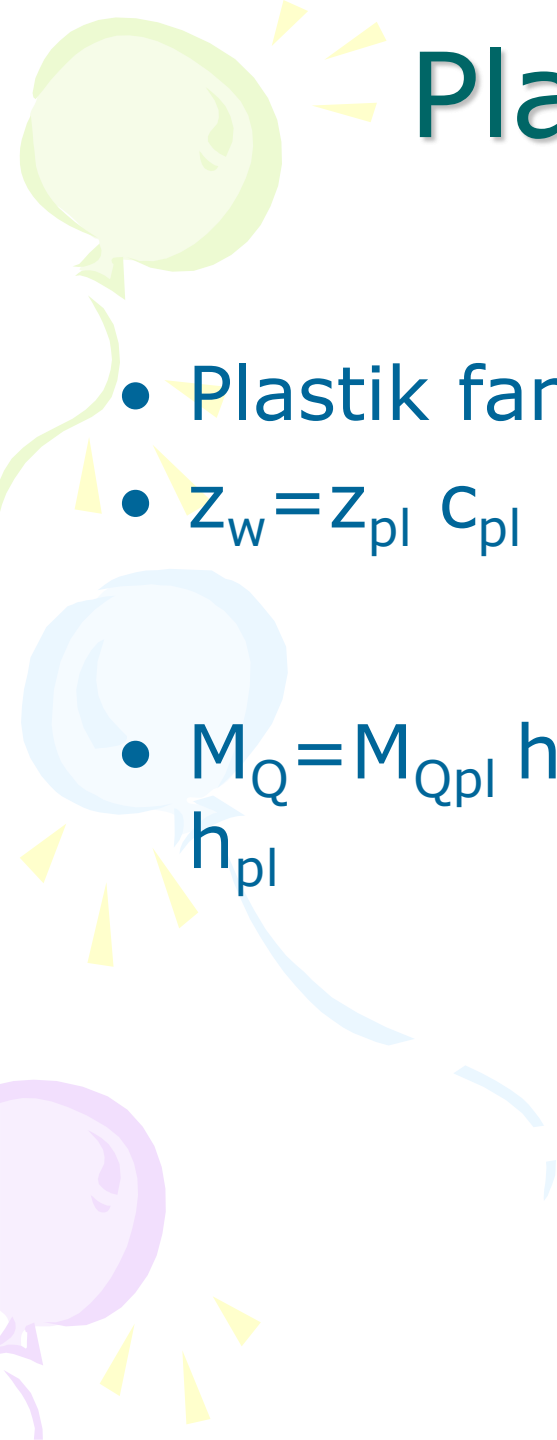
Her iki iyon odası ile z_{ref} derinliğinde ölçü alınır.

$$N_{D,w,Q_{\text{cross}}}^x = \frac{M_{Q_{\text{cross}}}^{\text{ref}}}{M_{Q_{\text{cross}}}^x} N_{D,w,Q_0}^{\text{ref}} k_{Q_{\text{cross}}Q_0}^{\text{ref}}$$



Çapraz kalibrasyon

- Lineer hızlandırıcının verimindeki değişimlerin etkisini en aza indirmek için monitor iyon odası kullanılması önerilir.
- Monitör iyon odası, z_{ref} derinliğinde ve iyon odasından 3-4 cm kenara yerleştirilir.

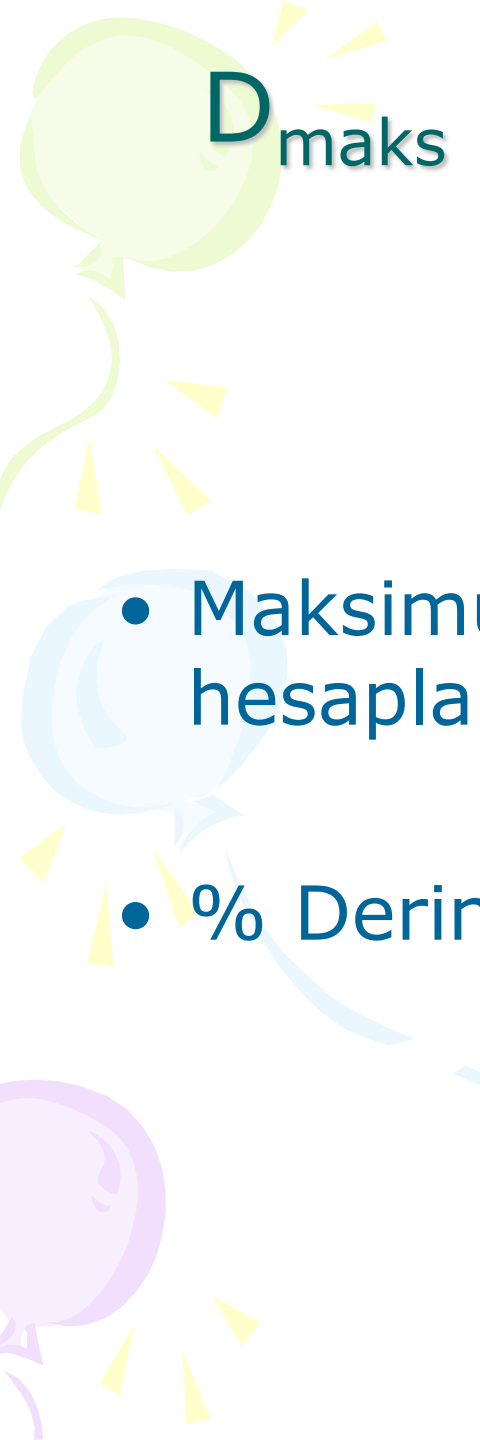


Plastik fantomların kullanılması

- Plastik fantom için derinlik hesaplanır.

- $z_w = z_{pl} \cdot c_{pl} \cdot g/cm^2$

- $M_Q = M_{Qpl} \cdot h_{pl}$



D_{maks} derinliğindeki absorbe doz

- Maksimum doz derinliğindeki doz hesaplanmalıdır.
- % Derin doz tabloları

D_{maks} derinliğindeki absorbe doz

- **277 ve 398** kütle durdurma gücü değerleri farklıdır.
- 398 'deki değerler klinikte kullanılan huzmelere benzer elektron demetleri için hesaplanmıştır.

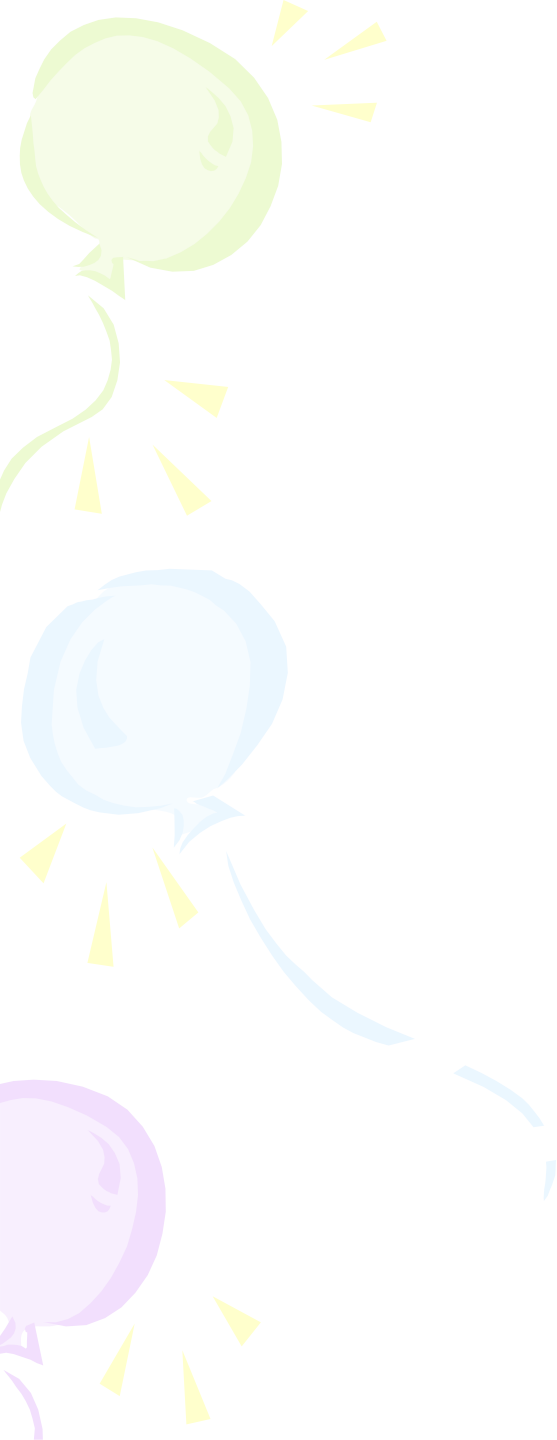
$$S_{w,\text{air}}(z_{\text{ref}}) = 1.253 - 0.1487(R_{50})^{0.214}$$

- z / R_{50} ile R_{50} arasında hazırlanan tablo ile verilmiştir.

A decorative graphic on the left side of the slide featuring three balloons: a green one at the top, a light blue one in the middle, and a purple one at the bottom. Each balloon has a string and several small yellow triangular flags attached to it.

277 / 398

- Kullanım kolaylığı ve hataların azalması,
- Daha fazla dozimetrik çalışma gerekli olacaktır.



Teşekkür ederim.



277 / 398

- Referans ölçü derinliği,

$$z_{\text{ref}} > d_{\text{maks}}$$

$$R_{50} > 4$$

g/cm^2

- D_{maks} değerlerinin hesaplanması,
- D_{eff}
- E_0 yerine R_{50} derinliği kullanılması,