

# Polaritenin alan ve enerji bağımlılığı

## Energy and field size dependence of polarity

Hilal ACAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü, Klinik Onkoloji Anabilim Dalı, Radyasyon Onkolojisi Bilim Dalı*

### AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, farklı enerjideki elektron demetlerinin polarite etkisinin araştırılmasıdır.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Philips SL-25 lineer hızlandırıcı cihazında 6 MeV, 8, 10, 12, 15 ve 18 MeV elektron enerjileri için,  $d_{MAX}$ 'ta SSD 95 cm'de polarite hatasının enerji bağımlılığı araştırıldı. Ayrıca bu çalışmada, Philips SL-25 lineer hızlandırıcı cihazında 6, 8, 10, 12, 15 ve 18 MeV elektron enerjilerinde,  $d_{MAX}$ 'ta SSD 95 cm'de her bir enerji için 6x6 cm<sup>2</sup>, 10x10 cm<sup>2</sup>, 14x14 cm<sup>2</sup> ve 20x20 cm<sup>2</sup> standart elektron konuları kullanılarak polaritenin alan bağımlılığı araştırıldı.

### BULGULAR

Polarite hatasının elektron demetinin enerjisi arttıkça azaldığı görüldü. Yüksek enerjilerde polarite hatası %0.52 iken düşük enerjilerde bu değer %4.5'e kadar çıkabilmektedir. Ayrıca, polarite hatasının aynı elektron enerjisi için alan genişliği büyüdükçe arttığı görüldü.

### SONUÇ

Sonuç olarak, özellikle paralel plak odalar için düşük enerjilerde ve büyük alanlarda polarite etkisi ölçülmeli ve soğurulan doz hesaplamalarında dikkate alınmalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Alan boyutu; polarite etkisi; enerji; elektron demeti.

### OBJECTIVES

The aim of this study was to investigate polarity effects of electron beams with different energies.

### METHODS

Energy dependence of polarity error was investigated at  $d_{max}$  and SSD=95 for 6, 8, 10, 12, 15 and 18 MeV electron beams from Phillips SL-25 LINAC. Field size dependence of polarity effect was investigated at  $d_{max}$  and SSD=95 cm using 6x6, 10x10, 14x14 and 20x20 cm<sup>2</sup> standard electron cones for 6, 8, 10, 12, 15 and 18 MeV electron beams from Phillips SL-25 LINAC.

### RESULTS

Polarity effect decreased as electron beam energy increased. While polarity error was 0.52% for high energies, it increased up to 4.5% for low energies. Moreover, polarity error increased as field size increased for the same electron energy.

### CONCLUSION

In conclusion, especially for low energies and wide field sizes, polarity error is measured and used in absolute dose calculations for parallel plate chambers.

**Key words:** Field size; polarity effect; energy; electron beam.

Bu çalışmada, Phillips SL-25 lineer hızlandırıcı cihazında 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, 15 MeV ve 18 MeV elektron enerjileri için,  $d_{MAX}$ 'ta SSD 95 cm'de polarite hatasının enerji bağımlılığı araştırıldı ve polarite hatasının enerjiye bağlı grafikleri de çizildi.

Ayrıca bu çalışmada, Phillips SL-25 lineer hızlandırıcı cihazında 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, 15 MeV ve 18 MeV elektron enerjilerinde,  $d_{MAX}$ 'ta SSD 95 cm'de her bir enerji için 6x6 cm<sup>2</sup>, 10x10 cm<sup>2</sup>, 14x14 cm<sup>2</sup> ve 20x20 cm<sup>2</sup> standart elektron konları kullanılarak polaritenin alan bağımlılığı araştırıldı.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Paralel plak iyon odaları, elektron kalibrasyonunda ve dozimetresinde çok kullanılmasına rağmen polarite etkisi fazladır. Bu çalışmada polaritenin farklı alan büyüklükleri ve enerjiler için değişimi araştırıldı. Polarite hatasının ölçümü daha sonraki ölçümlerde elektron dozimetre ve kalibrasyonu yaparken harcanacak zamanı en aza indirmek için düzeltme faktörleri geliştirmekte kullanılır. Bu düzeltme faktörleri oda voltajını tersine çevirmeye gerek duymadan doğru okumayı hesaplamak için kullanılır ve böylelikle yapılacak ölçüm sayısı azalır.

Çalışmamızda lineer hızlandırıcı cihazında 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, 15 MeV ve 18

MeV elektron enerjilerinde,  $d_{MAX}$ 'ta SSD 95 cm'de her bir enerji için 6x6 cm<sup>2</sup>, 10x10 cm<sup>2</sup>, 14x14 cm<sup>2</sup> ve 20x20 cm<sup>2</sup> standart elektron konları kullanılarak pozitif ve negatif polaritede ölçüm yapıldı. Her polarite değişim sonrası cihaz yeniden ısıtıldı ve 10 okumanın ortalaması alındı. Ölçümler RW3 katı su fantomunda, markus iyon odası ile yapıldı. Kullanılan  $d_{MAX}$  derinlikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Polarite faktörünün formülü kullanılarak her bir enerji ve alan için polarite faktörü hesaplanmıştır. Ayrıca, Williams ve Agarwal<sup>[1]</sup> tarafından tanımlanmış aşağıdaki polarite hata formülü kullanılarak,

$$Polarite\ hata = \frac{|M_+| - |M_-|}{|M_+| + |M_-|}$$

polarite hatası hesaplanmıştır. Polarite hatasının enerjiye bağlı grafikleri de çizilmiştir.

### BULGULAR

Polaritenin alan bağımlılığı 6 MeV için Tablo 2, 8 MeV için Tablo 3, 10 MeV için Tablo 4, 12 MeV için Tablo 5, 15 MeV için Tablo 6, 18 MeV için ise Tablo 7'de verilmiştir.

Polarite hatasının enerji bağımlılığı 6x6 cm<sup>2</sup> alan için Şekil 1'de, 10x10 cm<sup>2</sup> alan için Şekil 2'de, 14x14 cm<sup>2</sup> alan için Şekil 3'de, 20x20 cm<sup>2</sup> alan için Şekil 4'de verilmiştir.

**Tablo 1**

Elektron enerjilerinin  $d_{MAX}$  derinlikleri

Enerji	6 MeV	8 MeV	10 MeV	12 MeV	15 MeV	18 MeV
$d_{MAX}$ (cm)	1.2	1.6	2.2	2.5	2.9	3.0

**Tablo 2**

6 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	2.801	2.729	0.987	%1.30
10x10	3.319	3.181	0.979	%2.13
14x14	3.325	3.100	0.966	%3.50
20x20	3.346	3.058	0.957	%4.50

**Tablo 3**

8 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	3.187	3.131	0.991	%0.88
10x10	3.394	3.327	0.990	%1.00
14x14	3.415	3.334	0.988	%1.20
20x20	3.383	3.224	0.977	%2.40

**Tablo 4**

10 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	3.374	3.344	0.996	%0.44
10x10	3.384	3.350	0.995	%0.50
14x14	3.342	3.296	0.993	%0.69
20x20	3.318	3.252	0.990	%1.00

**Tablo 5**

12 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	3.532	3.516	0.9978	%0.22
10x10	3.438	3.418	0.9971	%0.29
14x14	3.43	3.399	0.9954	%0.46
20x20	3.419	3.378	0.9940	%0.60

**Tablo 6**

15 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	3.615	3.601	0.998	%0.20
10x10	3.495	3.478	0.997	%0.25
14x14	3.446	3.423	0.997	%0.34
20x20	3.334	3.297	0.994	%0.56

**Tablo 7**

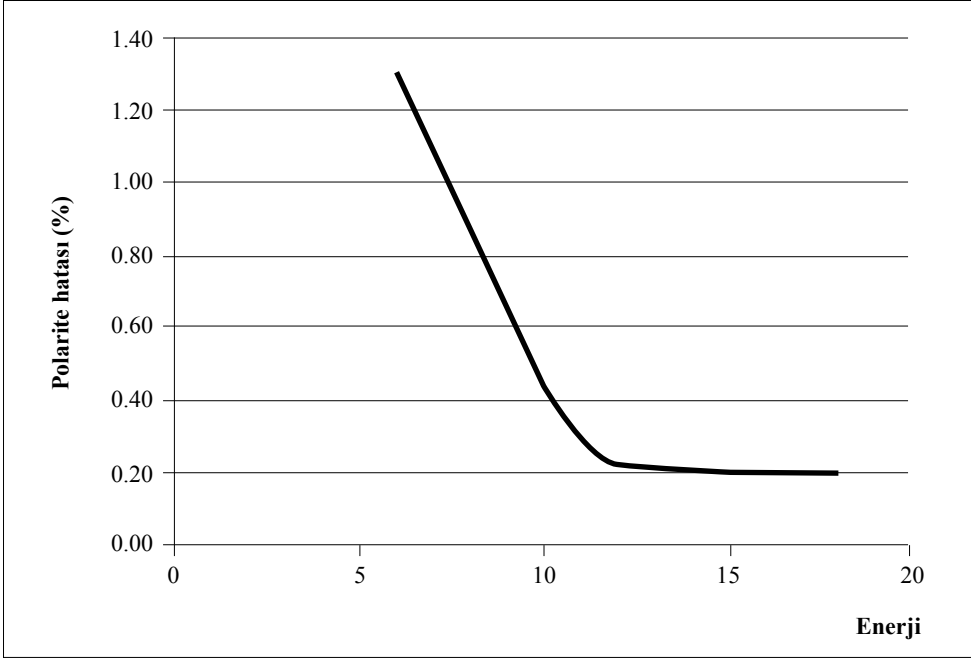
18 MeV enerji için polaritenin alan bağımlılığı

Alan boyutu (cm <sup>2</sup> )	(+) Okuma	(-) Okuma	Polarite	Polarite hatası
6x6	3.825	3.810	0.998	%0.19
10x10	3.561	3.544	0.998	%0.24
14x14	3.471	3.450	0.997	%0.30
20x20	3.412	3.377	0.995	%0.52

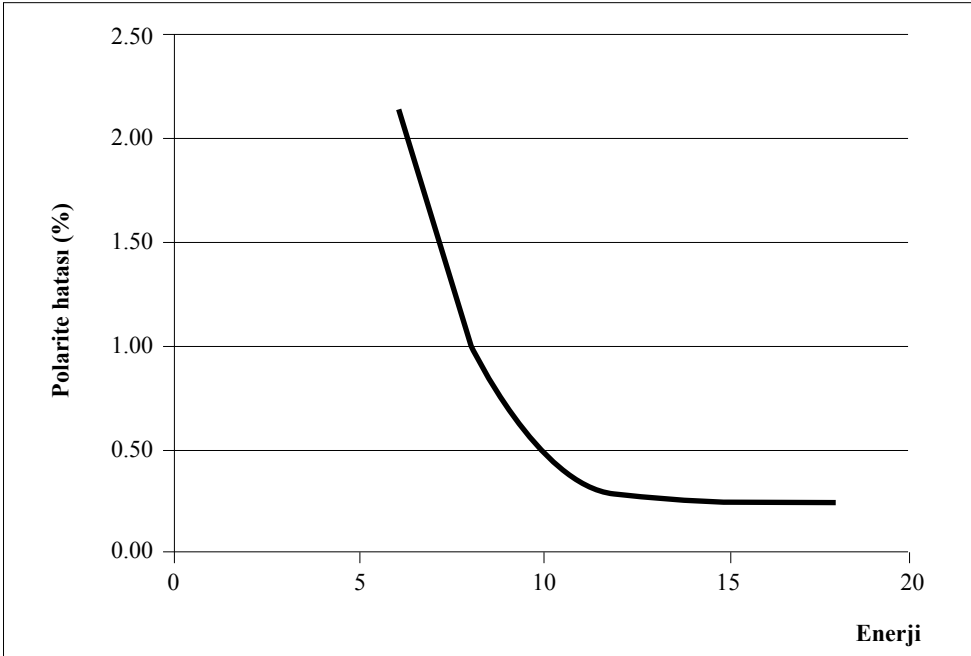
## TARTIŞMA

Oda kavitesi içerisindeki iyon toplama özelliği uygulanan polarizasyon voltajının işaretine göre değişebilir. Aynı ışılama koşulları altında, polarize voltajın polaritesini tersine çevirirsek farklı

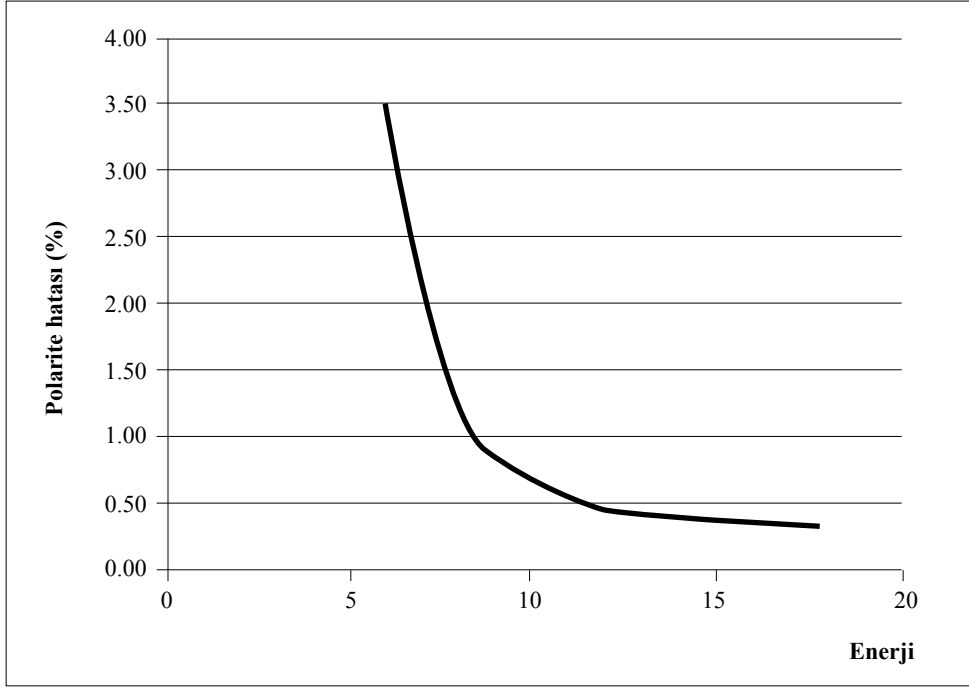
bir okuma yaparız. Bu olaya polarite etkisi denir. Yüksek enerjili foton demetleri için bu faktör pek çok iyon odasında ihmal edilse de mutlaka kontrol edilmesi gerekir. Ancak elektron demetlerinde özellikle düşük enerjilerde polarite düzeltme faktörü önemlidir.



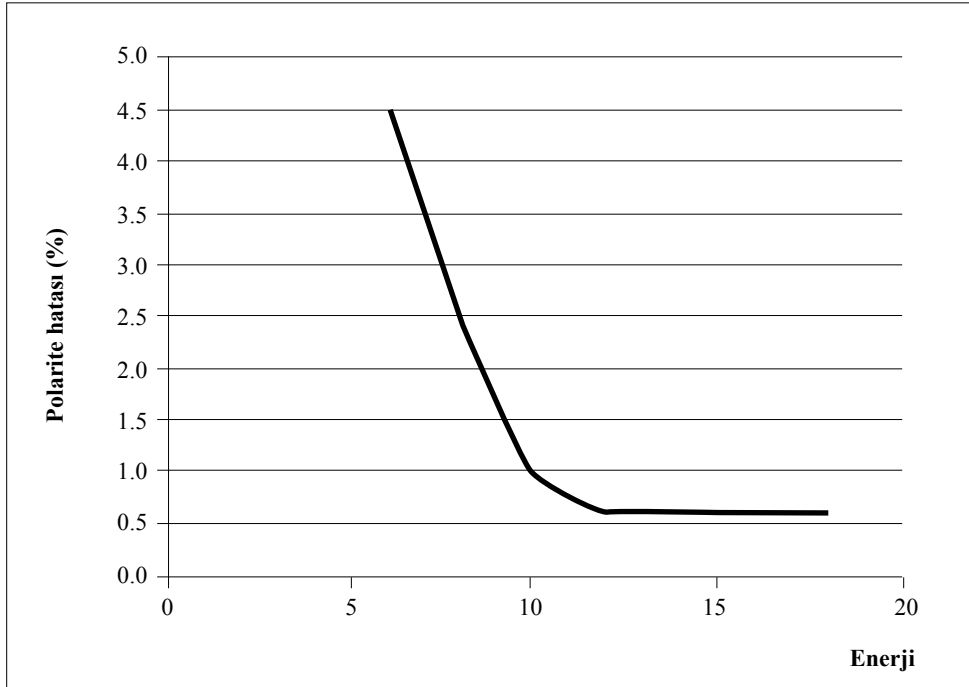
Şekil 1. 6x6 cm<sup>2</sup> alan için polaritenin enerji bağımlılığı.



Şekil 2. 10x10 cm<sup>2</sup> alan için polaritenin enerji bağımlılığı.



Şekil 3. 14x14 cm<sup>2</sup> alan için polaritenin enerji bağımlılığı.



Şekil 4. 20x20 cm<sup>2</sup> alan için polaritenin enerji bağımlılığı.

Paralel plak iyon odaları, elektron kalibrasyonunda ve dozimetresinde çok kullanılmasına rağmen polarite etkisi fazladır. Bu çalışmada polaritenin farklı alan büyüklükleri ve enerjiler için değişimi araştırılmıştır.

Polarite hatasının elektron demetinin enerjisi arttıkça azaldığı görülmüştür. Yüksek enerjilerde polarite hatası %0.52 iken düşük enerjilerde bu değer %4.5'e kadar çıkabilmektedir. Sonuç olarak, özellikle paralel plak odalar için düşük enerjilerde

polarite etkisi ölçülmeli ve soğurulan doz hesaplamalarında dikkate alınmalıdır.

Ayrıca, polarite hatasının aynı elektron enerjisi için alan genişliği büyüdükçe arttığı görülmüştür. Sonuç olarak özellikle büyük alanlarda polarite etkisi soğurulan doz hesaplamalarına mutlaka dahil edilmelidir.

Farklı iyon odalarının polarite etkileri 4 MeV'den 18 MeV'ye kadar pek çok farklı kademedeki elektron enerjisi için Havercroft ve ark.<sup>[2]</sup> tarafından ölçülmüş paralel plak iyon odaları için düşük enerjili elektron demetlerinde polarite düzeltme faktörünün daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Polaritenin alan ve enerji bağımlılığının araştırılması Ramsey ve ark.<sup>[3]</sup> tarafından yapılmış olup

polarite hatasının alan arttıkça arttığı enerji arttıkça ise azaldığı görülmüştür. Bu koşullarda çalışmamızdan elde ettiğimiz değerler bu yayımla uyumaktadır.

#### KAYNAKLAR

1. Williams JA, Agarwal SK. Energy-dependent polarity correction factors for four commercial ionization chambers used in electron dosimetry. *Med Phys* 1997;24:785-90.
2. Havercroft JM, Klevenhagen SC. Polarity effect of plane-parallel ionization chambers in electron radiation. *Phys Med Biol* 1994;39:299-304.
3. Ramsey CR, Spencer KM, Oliver AL. Ionization chamber, electrometer, linear accelerator, field size, and energy dependence of the polarity effect in electron dosimetry. *Med Phys* 1999;26:214-9.