



T.C.

ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI SU FANTOMLARI KULLANILARAK LİNEER  
HIZLANDIRICI MODELLEME PARAMETRELERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

MUSTAFA BÜYÜKKÖSE  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAĞLIK FİZİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Fulya Ağaoğlu

İSTANBUL-2019





T.C.

ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI SU FANTOMLARI KULLANILARAK LİNEER  
HIZLANDIRICI MODELLEME PARAMETRELERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

MUSTAFA BÜYÜKKÖSE  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAĞLIK FİZİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Fulya Ağaoğlu

İSTANBUL-2019

Anabilim Dalı: Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı  
Program: Sağlık Fiziği  
Tez Başlığı: Farklı su fantomları kullanılarak lineer hızlandırıcı  
modelleme parametrelerinin karşılaştırılması  
Öğrencinin Adı- Soyadı: Mustafa Büyükköse  
Savunma Sınavı Tarihi: 20/08/2019

Bu tez çalışması jürimiz tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Başkanı

Prof. Dr. Enis Özyar  
Acıbadem Mehmet Ali  
Aydınlar Üniversitesi



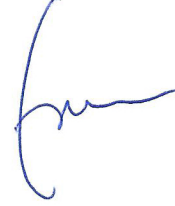
Tez Danışmanı/Üye

Prof. Dr. Fulya Ağaoğlu  
Acıbadem Mehmet Ali  
Aydınlar Üniversitesi



Üye

Prof. Dr. Enis Özyar  
Acıbadem Mehmet Ali  
Aydınlar Üniversitesi



Üye

Prof. Dr. Hatice Bilge  
Becerir İstanbul  
Üniversitesi



## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

20/08/2019

MUSTAFA BÜYÜKKÖSE



## **İTHAF**

Bu tez çalışmasını sevgili eşim Emine BÜYÜKKÖSE' ye ithaf ediyorum.

Mustafa BÜYÜKKÖSE



## TEŞEKKÜR

Tez hazırlığım boyunca ilgi ve sevgisini her zaman yanımda hissettiğim kıymetli hocam Prof. Dr. Fulya AĞAOĞLU'na

Tez hazırlığım süresince bilgi ve tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen, ihtiyacım olduğunda değerli tecrübesiyle gece gündüz yanımda olan değerli hocam Med. Fiz. Uzm. Gökhan AYDIN'a,

Lisansüstü eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini bizimle paylaşan, ihtiyaç duyduğumuzu hissettikleri her an yanımda olan hocalarım Prof. Dr. Enis Özyar' a, Prof. Dr. Banu ATALAR'a, Med. Fiz. Uzm. Bülent YAPICI'ya ve Med. Fiz. Uzm. Görkem Güngör'e,

Tüm lisansüstü eğitimim süresince, sıkılmadan, usanmadan yanımda olan değerli dostlarım ve ağabeylerim, Med. Fiz. Uzm. Mehmet Orbay ASKEROĞLU'na ve Med. Fiz. Uzm. Nazmi CAN'a,

Klinikte eğitim aldığım zaman zarfında destek ve tecrübeleri ile yanımda olan değerli hocam Uzm. Dr. Bilgehan ŞAHİN'e,

Tezimin veri işleme bölümünde gece gündüz demeden tüm zamanı, bilgi ve tecrübesi ile bana destek olan, değerli arkadaşım Mustafa YANCI'ya,

Aldığım tüm karar ve adımlarımda hep yanımda olan annem Gülfizar BÜYÜKKÖSE'ye, babam İbrahim BÜYÜKKÖSE'ye tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
BEYAN.....	i
İTHAF.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	1
SUMMARY.....	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Lineer Hızlandırıcıların Dozimetrik Karakteristikleri.....	4
2.2. Doz Hesaplama Algoritmaları.....	4
2.3. Temel Parametrelerin Hesaplanması İçin Gerekli Ölçüm Tipleri.....	4
2.3.1. Yüzde derin doz.....	4
2.3.2. Profil.....	6
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	12
3.1. Gereç.....	12
3.1.1. Varian Truebeam Hızlandırıcı.....	12
3.1.2. PTW MP3 su fantomu tankı.....	13
3.1.3. PTW Beamscan su fantomu.....	14
3.1.4. Sun Nuclear 3D su fantomu.....	15
3.1.5. PTW Semiflex iyon odası.....	16
3.1.6. Sun Nuclear Snc 125c iyon odası.....	17
3.1.7. MEPHYSTO mcc 1.6 su fantomu ölçüm programı.....	18
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Sun Nuclear SNC Dosimetry su fantomu ölçüm programı.....	20
3.2.2. Su fantomlarının belirlenmesi.....	20
3.2.3. Output kontrollerinin yapılması.....	20
3.2.4. Su fantomlarının kurulumu.....	21

3.2.5. PDD ölçümlerinin yapılması.....	22
3.2.6. Profil ölçümlerinin yapılması.....	22
3.2.7. Verilerin analiz edilmesi .....	22
4. BULGULAR .....	24
4.1. PDD Verilerinin Sistemler Arası Karşılaştırılması .....	24
4.2. PDD Verilerinin Sistemlerin Kendi İçerisinde Karşılaştırılması .....	28
4.3. Profil Verilerinin Sistemlerin Kendi Arasında Yapılan Analizi .....	35
4.4. Profil Verilerinin Sistemler Arasında Karşılaştırılması .....	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	69
5.1. Tartışma.....	69
5.2. Sonuç.....	73
5.3. Öneriler.....	74
6. KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ .....	77

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Farklı enerjilerde 10x10 kare alandaki PDD grafikleri.....	5
Şekil 2.2. Kalite indeksi için kullanılan örnek gösterim. ....	6
Şekil 2.3. 10x10 kare alanda farklı enerjilerin profil grafiği.....	8
Şekil 2.4. Radyasyon demetinin düzlüğü.....	9
Şekil 2.5. Foton profilinde ışın simetrisinin gösterimi.....	10
Şekil 2.6. Foton profilinde penumbranın gösterimi .....	11
Şekil 2.7. Varian Truebeam Lineer hızlandırıcı.....	13
Şekil 2.8. PTW MP3 su fantomu .....	14
Şekil 2.9. PTW Beamscan su fantomu.....	15
Şekil 2.10. Sun Nuclear 3D su fantomu.....	16
Şekil 2.11. Semiflex iyon odası.....	17
Şekil 2.12. Sun Nuclear Snc 125c iyon odası .....	18
Şekil 3.13. Mephysto ölçüm programı .....	19
Şekil 3.14. Sun Nuclear ölçüm programı.....	20

## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 4.1. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	24
Tablo 4.2. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	25
Tablo 4.3. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	26
Tablo 4.4. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	27
Tablo 4.5. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması. ....	28
Tablo 4.6. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması. ....	29
Tablo 4.7. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması. ....	30
Tablo 4.8. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	31
Tablo 4.9. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	32
Tablo 4.10. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması. ....	33
Tablo 4.11. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin PDD karşılaştırılması. ....	34
Tablo 4.12. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. .	35
Tablo 4.13. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	36
Tablo 4.14. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS su fantomunun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	37
Tablo 4.15. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. .	38
Tablo 4.16. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	39
Tablo 4.17. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	40
Tablo 4.18. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	41
Tablo 4.19. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	42
Tablo 4.20. 10X10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	43
Tablo 4.21. 10X10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	44

Tablo 4.22. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	45
Tablo 4.23. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	46
Tablo 4.24. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	47
Tablo 4.25. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	48
Tablo 4.26. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	49
Tablo 4.27. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	50
Tablo 4.28. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	51
Tablo 4.29. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	52
Tablo 4.30. 4x4 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	53
Tablo 4.31. 10x10 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	54
Tablo 4.32. 30x30 cm <sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması. ....	55
Tablo 4.33. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması. ....	56
Tablo 4.34. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması. ....	57
Tablo 4.35. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması. ....	58
Tablo 4.36. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması. ....	59
Tablo 4.37. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması. ....	60

Tablo 4.38. BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.....	61
Tablo 4.39. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.....	62
Tablo 4.40. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.....	63
Tablo 4.41. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.....	64
Tablo 4.42. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.....	65
Tablo 4.43. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.....	66
Tablo 4.44. BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.....	67

## KISALTMALAR LİSTESİ

**TPS** : Tedavi Planlama Sistemi

**MLC** : Çok yapraklı kolimatör

**Kw** : Kilowatt

**kV** : Kilovolt

**MV** : Megavolt

**FFF** : Düzleştirici filtresiz

**FF** : Düzleştirici filtreli

**dmaks**: Dozun maksimum olduğu derinlik.

**HD** : High Definition

**SSD** : Source Skin Distance

**VMAT**: Volumetric Modulated Arc Therapy

**Set-up**: Kurulum

**IGRT**: Görüntü Rehberliğinde Radyoterapi (Image Guided Radiotherapy)

**IMRT**: Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (Intensity Modulated Radiotherapy)

**BS** : PTW Beamscan Su fantomu

**SN** : Sun Nuclear 3D Su Fantomu

**MP** : PTW MP3 Su Fantomu

**IN** : Inplane

**CR** : Crossplane

**TAR** : Tissue Air Ratio (Doku Hava Oranı)

**TPR** : Tissue Phantom Ratio (Doku Fantom Oranı)

**QI** : Quality Index

## ÖZET

Su fantomları; cihaz parametrelerinin değerlendirilmesinde ve tedavi planlama sistemlerinin oluşturulmasında önemli yere sahiptir. Bu çalışmanın amacı, farklı su fantomları kullanarak lineer hızlandırıcıların temel enerji parametrelerini karşılaştırmaktır. Çalışmada PTW Beamscan, PTW MP3 ve Sun Nuclear 3D Scanner marka/ model su fantomu kullanılmıştır. Bu çalışmada lineer hızlandırıcınının 6 MV, 10MV düzleştirici filtreli foton enerjileri, 6 MV ve 10 MV düzleştirici filtresiz foton enerjilerinde 4x4, 10x10 ve 30x30 cm<sup>2</sup> kare alanlar için ölçüm yapılmıştır. Bu enerji ve alanlarda, PTW marka su fantomları için 0.125 cc hacimli Semiflex model iyon odası kullanıldı. Sun Nuclear marka su fantomunda SNC 125c iyon odası kullanılmış olup, PDD ve Profil değerleri ölçüldü. Bu ölçümler su fantomlarının teknik özelliklerine göre iki ayrı grupta analiz edildi. Tüm su fantomlarında adımlı ölçümler alındı. PTW Beamscan ve Sunnuclear 3D Scanner' da ek olarak sürekli ölçümler alındı. Kullanılan üç ayrı fantomun hazırlığı aynı koşullar altında yapıldı. Bu çalışmada kullanılan su fantomları kurulum kolaylığı, tekrarlanabilir olmaları ve tanklarının yapısı bakımından farklılık göstermektedir. Ancak PDD ve profil parametrelerine ait ölçümler benzer sonuçlar vermiştir.

**Anahtar Sözcükler:** PDD, Profil, Su fantomu, Tps

## **SUMMARY**

### **Comparision of Linear Accelerator Modeling Parameters By Using Different Water Phantoms**

Water phantoms have an important place on evaluating device parameters and generating treatment planing systems. The purpose of this study is comparing modeling paremeters of linear accelerators by using different water phantoms. Three different water phantoms were used in the study, PTW Beamscan, PTW MP3 and Sunnuclear 3D Scanner. In the study, the measurements were taken on 4x4, 10x10 and 30x30 cm<sup>2</sup> fields for the photon energies of 6MV and 10 MV with flattening filter and 6 MV and 10 MV without flattening filter. Semiflex ion chamber with the volume of 0.125 cc were used on PTW water phantoms and SNC ion chamber with the volume of 0.125 cc were used on Sun Nuclear water phantoms wtih these energies and fields. PDD and profile values were measured and analyzed in two seperate groups according to the technical specifications of the water phantoms. Stepwise measurements were taken on all water phantoms. Additionally, continuos measurements were taken on PTW Beamscan and Sunnuclear 3D Scanner. Setup of the three phantoms used in this study were done under the same conditions. The water phantoms used in this study differ in terms of ease of installation, reproducibility and the structure of the tanks. But similar results were obtained on the PDD and profile measurements.

**Key Words:** PDD, Profile, Water phantom, Tps

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Radyoterapi, iyonlaştırıcı radyasyon kullanarak kanser hastalığının tedavi edilmesidir. Radyoterapinin temel amacı, reçetelendirilen dozun, hedef dokuya homojen bir şekilde verilerek tümörün yok edilmesi, aynı zamanda kritik organların ve sağlıklı dokuların mümkün olan en az dozu alarak korunmasıdır.

Lineer hızlandırıcılar, radyoterapi tedavilerinde etkin olarak kullanılan cihazlardır. Hastalara doğru bir tedavi uygulanabilmesi için, cihazlara yönelik olan ışının kalitesi ifade eden temel parametrelerinin doğru bir şekilde ölçülmesi gerekir.

Lineer hızlandırıcıların temel parametrelerinin ölçümünde fantomlar kullanılır. Fantomlar insan vücudunu taklit eden malzemelerdir. İnsan vücudunun büyük bir bölümü sudan oluşur. Vücudun diğer bölümleri olan yumuşak doku ve kasların atom numarası, suyun atom numarasına oldukça yakındır. Bu nedenle temel parametrelerin ölçümünde su fantomu kullanılır.

Bu çalışmanın amacı, lineer hızlandırıcı temel parametreleri olan yüzde derin doz eğrileri ve doz profil eğrilerini, farklı su fantomları kullanarak ölçüp, elde edilen sonuçları karşılaştırmaktır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Lineer Hızlandırıcıların Dozimetrik Karakteristikleri**

Lineer hızlandırıcıların kurulum aşamasında kabul testlerinden geçmesi gerekir. Bu testlerin amacı, radyasyon kalitesinin belirlenen referanslara uygunluğu kontrol etmek ve gelecekteki dozimetrik ölçümlerin yapılabilmesi için bir taban çizgi oluşturmaktır. Cihazın mekanik olarak işlevsel olduğundan ve AAPM (Amerikan Medikal Fizikçiler Birliği) TG-142' de belirtilen tolerans değerler içinde çalıştığından emin olunması gerekir. Bu ölçümler, ileri tarihlerde periyodik olarak yapılacak olan kalite güvence ölçümleri sırasında kontrol edilecek temel parametre değerlerini belirler (1, 2, 3).

### **2.2. Doz Hesaplama Algoritmaları**

Tedavi planlama sistemleri üç boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT) ve yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) tekniklerine cevap verecek şekilde üç boyutlu doz hesabı yapabilen doz hesaplama algoritmaları ile çalışmaktadır. Doz hesaplama algoritmalarının, kabul edilebilir doğrulukta doz hesaplarını yapması gerekmektedir (4). Algoritmaların doğru hesap yapabilmesi için yüzde derin doz eğrileri ve doz profili eğrileri olarak ifade edilen temel parametrelere ihtiyacı vardır (10, 11). Bu parametrelerin ölçülebilmesi için, su fantomu ve iyon odası gibi dozimetrik ekipmanların bulunması gereklidir (5, 6, 7, 8, 9).

### **2.3. Temel Parametrelerin Hesaplanması İçin Gerekli Ölçüm Tipleri**

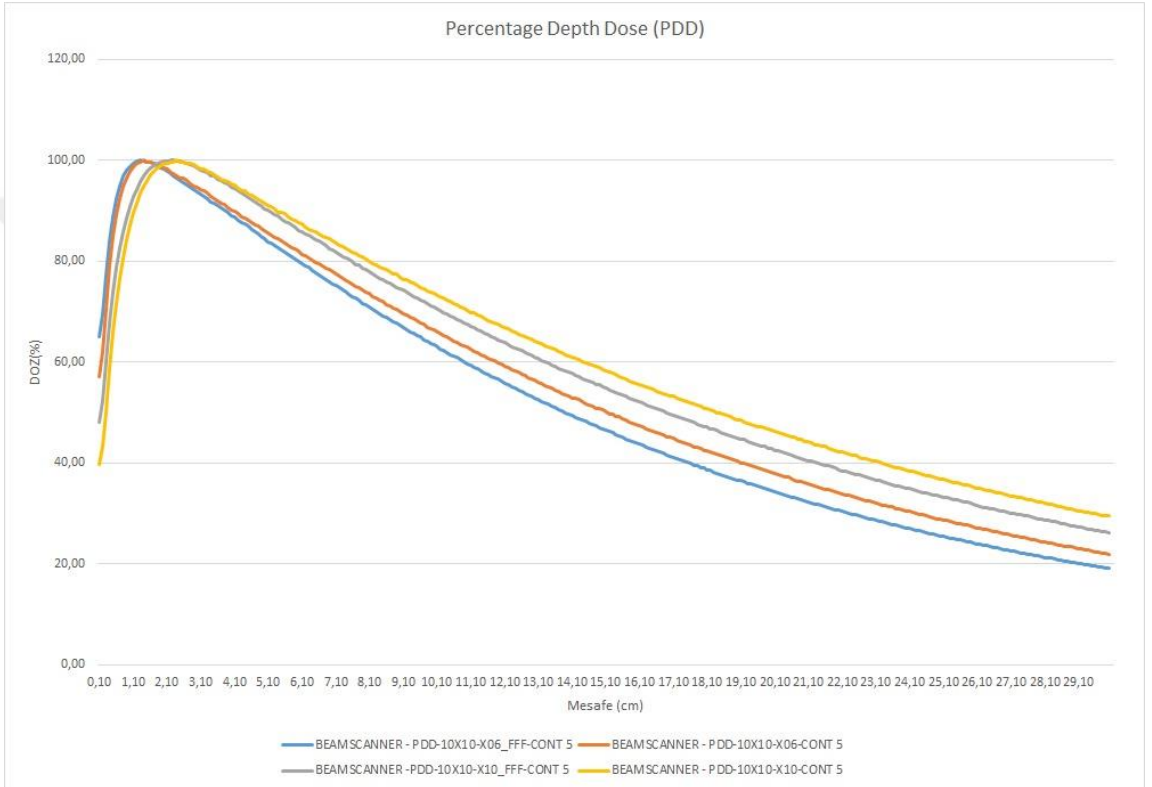
#### **2.3.1. Yüzde derin doz**

Doz değerindeki değişimi, radyasyon üreten cihazların kalibre edildiği referans koşullara göre düzenleyebilmek için kullanılan tanımlardan biri Yüzde Derin Doz (YDD; PDD, Percentage Depth Dose)`dur.

PDD, herhangi bir derinlikte absorbe edilen dozun, referans derinlikte absorbe edilen doza oranının yüzde (%) cinsinden değeri olarak tanımlanır. PDD değerleri

ölçümlerle elde edildiğinden dolayı, küçük alanlarda alınan ölçümlerin hassas ve doğru olması oldukça önemlidir (13).  $D_d$ , herhangi bir derinlikte absorbe edilen dozu,  $D_{maks}$  ise referans derinliği ifade etmektedir.

$$PDD = \frac{D_d}{D_{maks}} \times 100$$



**Şekil 2.1.** Farklı enerjilerde 10x10 kare alandaki PDD grafikleri

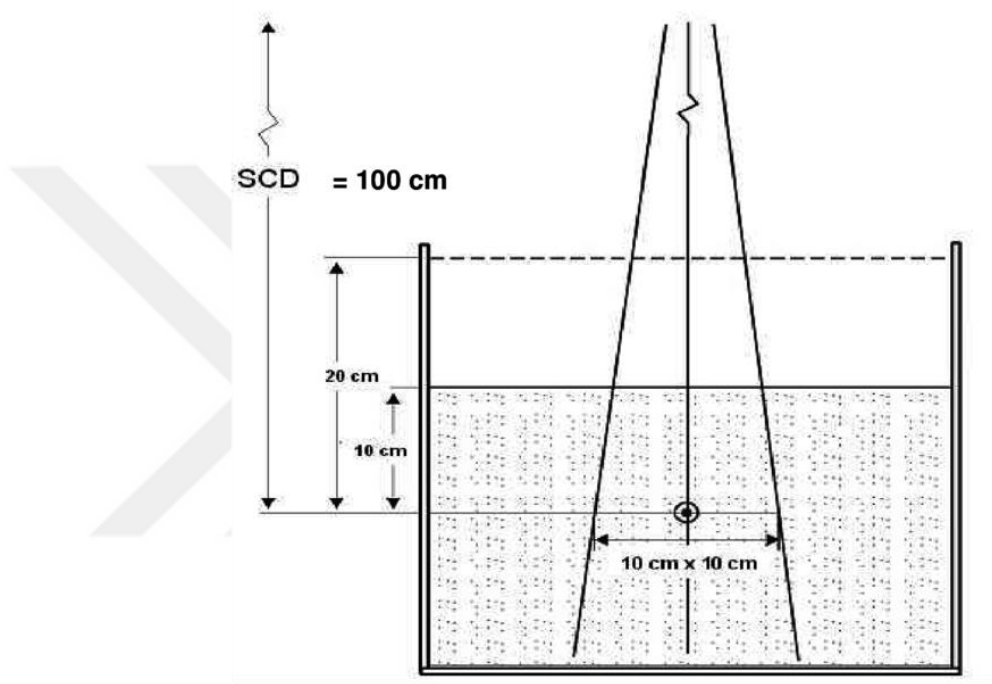
**Kaynak:** 10x10 alanda PDD grafiği. [https://www.researchgate.net/figure/Example-of-percentage-depth-dose-PDD-curves-created-by-X-ray-beam-obtained-with-6-MeV\\_fig1\\_258541278](https://www.researchgate.net/figure/Example-of-percentage-depth-dose-PDD-curves-created-by-X-ray-beam-obtained-with-6-MeV_fig1_258541278)

### 2.3.1.1. Kalite indeksi

Kalite indeksi, foton radyasyonunun kalitesini ifade eden bir parametredir. Bu çalışmada IAEA TRS 398 ve DIN 6800-2 (2008)' e göre kalite indeksi hesaplatıldı (13).

$Q_i = 1,2661 \times \frac{D_{200}}{D_{100}} - 0,0595$  formülü kalite indeksi hesabında kullanıldı.

Formülde belirtilen  $D_{200}$ , 20 cm derinlikte alınan,  $D_{100}$  ise 10 cm derinlikteki yüzde derin doz değerini ifade etmektedir.



Şekil 2.2. Kalite indeksi için kullanılan örnek gösterim.

**Kaynak:** Kalite indeksi nedir? [https://www.researchgate.net/figure/Experimental-set-up-for-the-determination-of-the-beam-quality-index-TPR-20-10\\_fig1\\_292739045](https://www.researchgate.net/figure/Experimental-set-up-for-the-determination-of-the-beam-quality-index-TPR-20-10_fig1_292739045)

### 2.3.2. Profil

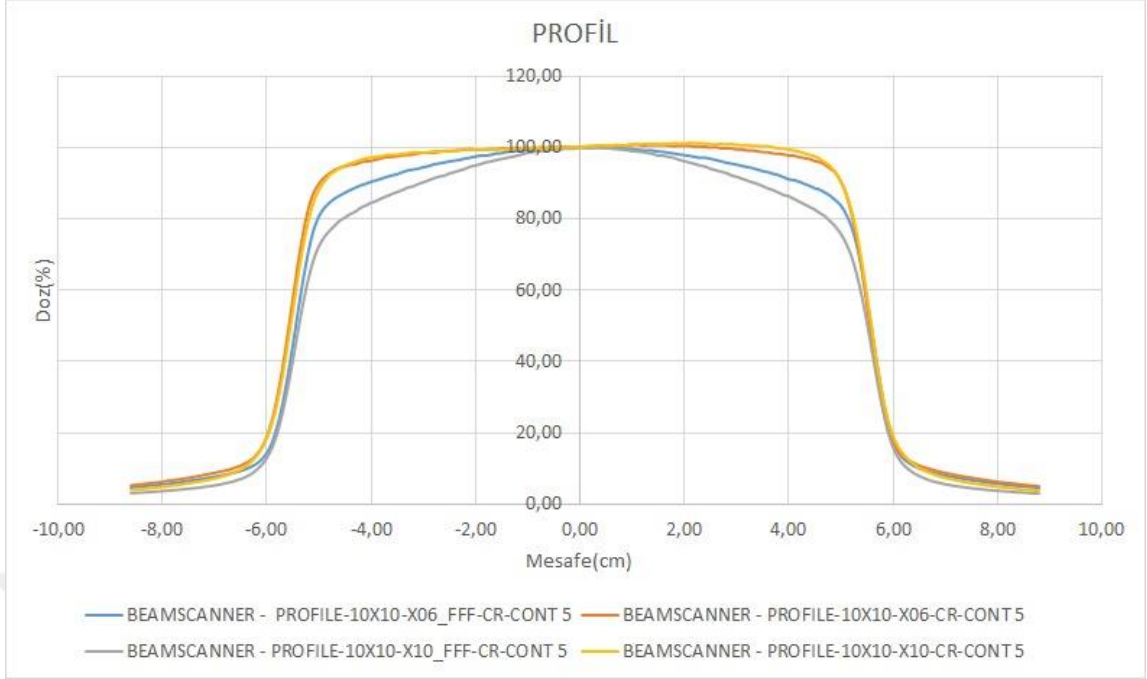
Demet merkezi eksenini boyunca alınan doz dağılımları, bize gerekli olan hasta içindeki doz dağılım bilgilerinin sadece bir bölümünü vermektedir. 2 ve 3 boyutlu doz dağılımları, merkezi eksen datalarının merkez eksenini dışı profil verileriyle birleştirilerek hesaplanabilmektedir (13).

Eksen dışı veriler, merkezi eksen demetine dik olarak, herhangi bir derinlikte su fantomunda ölçülebilir. Genel olarak bu derinlikler dmaks (dozun maksimum olduğu derinlik), 10 cm ve tedavi sisteminin gereksinimleri ile cihaz özelliklerine bağlı olarak farklı derinliklerde alınabilir. Eksen dışı bir noktadaki dozun merkezi eksenindeki doza oranı "eksen dışı oranı" (off-axis ratio, OAR) olarak tanımlanır. Megavoltaj X-ışını profilleri, merkez, penumbra ve umbra olarak 3 ayrı bölgeden oluşur.

Merkezi bölge, geometrik alanın demet merkezi eksenine doğru 1-1.5 cm içeriye girilerek sınırlandırılan bölge olarak tanımlanır. Geometrik alan ise % 50`lik doz noktalarının dağılım bölgesidir (13).

Penumbra bölgesi ise, doz dağılımının % 80`den % 20`ye hızlıca düştüğu bölgedir. Bu düşüş, kolimatörlerle belirlenen alan kenarlarına, kaynak genişliğine ve lateral elektron saçılımlarına da bağlıdır (13)

Umbra ise radyasyon alanının dışındaki bölgedir. Saçılmalardan kaynaklı dozlar bu bölgede ölçülür (13).



**Şekil 2.3.** 10x10 kare alanda farklı enerjilerin profil grafiği

Kaynak: Linac twins in radiotherapy. <https://www.intechopen.com/books/evolution-of-ionizing-radiation-research/linac-twins-in-radiotherapy>

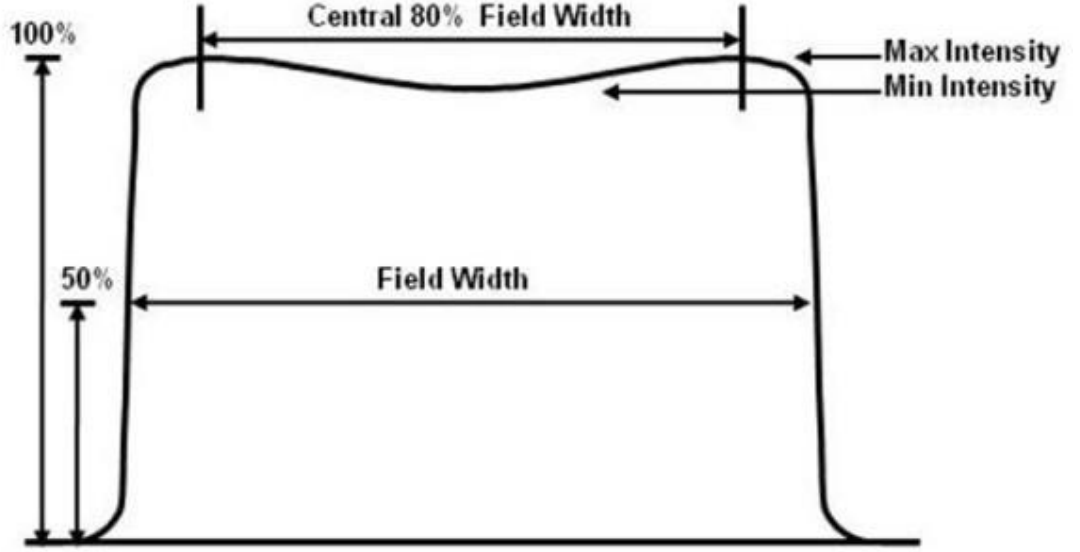
### 2.3.2.1. Düzlük

Radyasyon demeti düzlüğü (Flatness), merkezi ekseninde %80`lik doz alanının içerisinde pozitif ve negatif yöndeki maksimum okuma noktalarının sayısal değerleri ile hesaplanarak bulunur.

Standart lineer hızlandırıcı cihaz özelliklerine göre, 10cm derinlikte SSD 100cm`de (düzleştirici varsa) açılacak maksimum alan boyutunda (genellikle 40x40cm<sup>2</sup>) ölçüldüğünde %3`ten az olmalıdır (13).

$$F = 100 \times \frac{D(+\text{maks}) - D(-\text{maks})}{D(+\text{maks}) + D(-\text{maks})}$$

formülü ile hesaplanır.



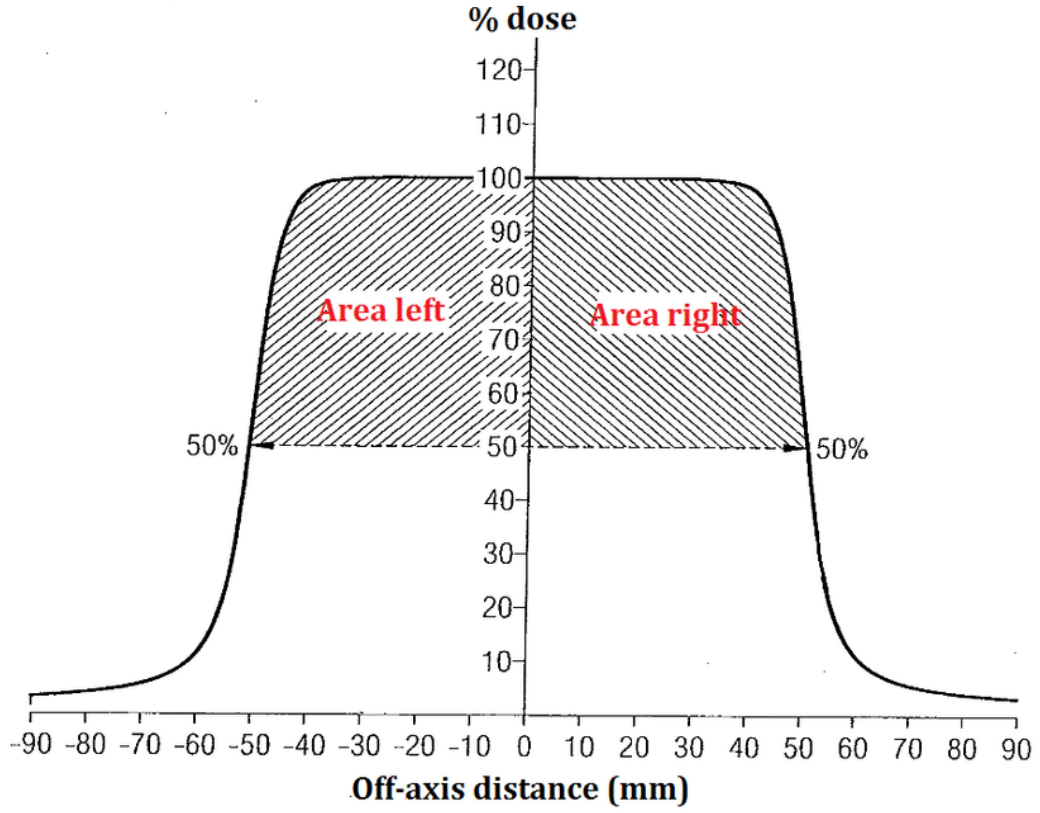
**Şekil 2.4.** Radyasyon demetinin düzlüğü

**Kaynak:** Radyasyon demetinin düzlüğü nedir? Able, C. M., Hampton, C. J., Baydush, A. H., & Munley, M. T. (2011). Initial investigation using statistical process control for quality control of accelerator beam steering. *Radiation Oncology*, 6(1), 180.

### 2.3.2.2. Simetri

Radyasyon demetinin simetrisi, merkezden eşit uzaklıktaki iki ayrı doz profil alanının büyüklüklerinin karşılaştırılmasıdır. Değerlendirme açısından en hassas derinlik olan  $d_{maks}$  derinliğinde ölçüm alınmalıdır. Standart lineer hızlandırıcılarda simetri değerinin %2'nin altında olması gerekmektedir (13).

Simetri =  $(D(x) - D(-x))_{maks}$ , formülü kullanıldı.

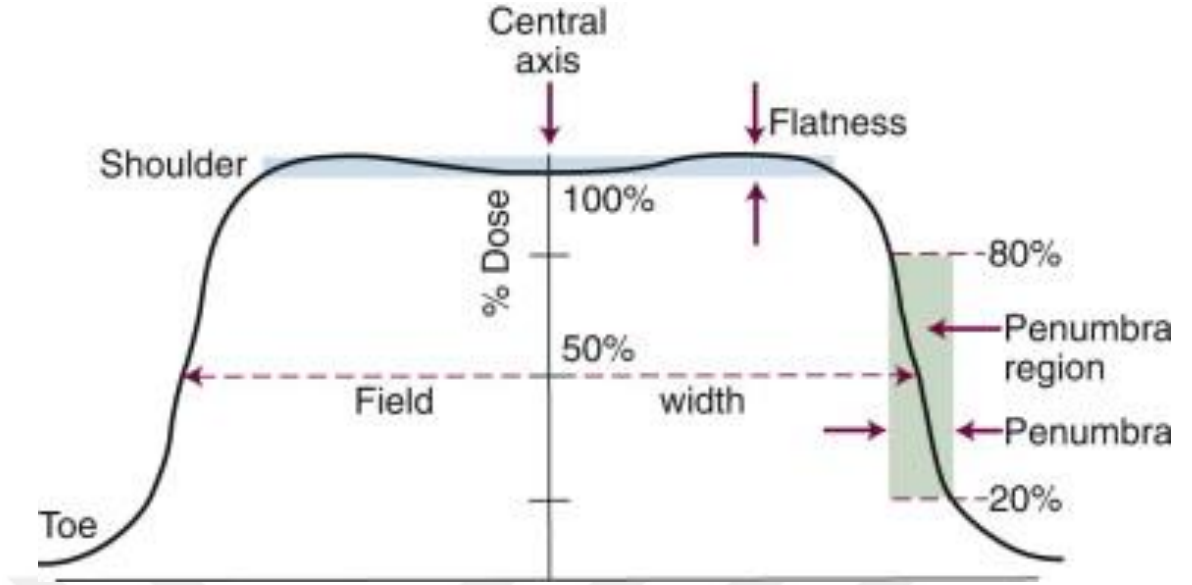


Şekil 2.5. Foton profilinde ışın simetrisinin gösterimi

**Kaynak:** Mahuvava, C, & Du Plessis, F. C. P. (2015). Monte Carlo evaluation of the dose perturbation effect of hip prostheses for megavoltage photon radiotherapy. *Physica Medica*, 31, S7. doi:10.1016/j.ejmp.2015.07.108

### 2.3.2.3. Penumbra

Penumbra, doz dağılımının %80`den %20`ye indiği bölgedir. Radyasyon ışını kenarındaki doz oranının, ışın merkezine olan uzaklığın bir fonksiyonu olarak hızla değiştiği alandır. (13).



Şekil 2.6. Foton profilinde penumbranın gösterimi

**Kaynak:** By Sonja Dieterich, PhD, Eric Ford, PhD, Daniel Pavord, BS, MS and Jing Zeng, MD A Companion to Gunderson & Tepper's Clinical Radiation Oncology Copyright 2016

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

Tüm ölçümler Acıbadem Maslak Hastanesi'nde yapılmıştır. Listelenmiş olan cihazlar ve programlar ölçüm sırası ve sonrasında kullanılmıştır.

1. Varian TrueBeam lineer hızlandırıcı
2. PTW MP3 su fantomu
3. PTW BeamScan su fantomu
4. Sun Nuclear 3D su fantomu
5. PTW Semiflex iyon odası
6. Sun Nuclear Snc 125c iyon odası
7. PTW MEPHYSTO mcc 1.6 su fantomu ölçüm programı
8. Sun Nuclear SNC Dosimetry su fantomu ölçüm programı

##### 3.1.1. Varian Truebeam Hızlandırıcı

Bu tez çalışmasında 6, 9, 12 MeV elektron enerjisine ve 6-10 MV ve 6-10MV FFF foton enerjilerine sahip Varian Truebeam<sup>TM</sup> lineer hızlandırıcı kullanılmıştır. Elektron ışınlamasında kullanılan aplikatörler 6x6, 10x10, 15x15, 20x20 ve 25x25 cm<sup>2</sup> büyüklüğündedir. Foton enerjilerinde doz hızı aralığı FF enerjileri için 100-600MU/dk, FFF enerjileri için 1400-2400MU/dk'dır. Milenium MLC ve Milenium HD MLC özelliğine sahiptir. Milenium MLC'de içerde 0,5 cm, dışarıda 1 cm olmak üzere 120 adet lif bulunmaktadır. Alan boyutları Source Skin Distance (SSD) 100 cm'de minimum 0,5x0,5 cm<sup>2</sup>, maksimum 40 x 40 cm<sup>2</sup> 'dir. Milenium HD MLC'de içerde 0,25 cm, dışarıda 0,5 cm olmak üzere 120 adet lif bulunmaktadır. Alan boyutları Source Skin Distance (SSD) 100cm'de minimum 0,3x0,3 cm<sup>2</sup>, maksimum 40 x 22 cm<sup>2</sup> 'dir.

On Board Imager (OBI) ve Portal Vision (PV) görüntüleme sistemine sahip cihazda kV ve MV mertebelerindeki enerjilerde radyolojik görüntü alınabilmektedir.

Ayrıca OBI sistemi gantrinin 360° dönebilme yeteneğiyle Cone Beam Computed Tomography (CBCT) görüntüsü de alabilmektedir. Bu sistemler sayesinde alınan görüntülerle organ hareketleri ve pozisyon belirsizlikleri belirlenir ve görüntü kılavuzluğunda 3 Boyutlu Konformal RT (3DCRT) , IMRT, VMAT, tüm beden veya yarı beden ışınlamaları, SBRT tedavileri yapılabilmektedir (12).



Şekil 2.7. Varian Truebeam Lineer hızlandırıcı.

### 3.1.2. PTW MP3 su fantomu tankı

MP3 su tankı, ölçümlerin çok geniş alanlarda, dikine, enine ya da eğik bir düzlemde alınmasına olanak sağlamaktadır. Detektörün yatay (horizontal) hareket mesafesi 600x500 mm , dikey (vertikal) hareket yüksekliği ise 407.5 mm`dir. 20 mm kalınlığındaki akrilik duvarlar, tankı çarpmalara karşı dayanıklı hale getirmektedir. Tankın, cihaz merkezine yerleştirilebilmesine yardımcı olan merkez çizgileri, ölçüm öncesi kurulumu oldukça kolaylaştırmaktadır.

Paslanmaz Çelik mekanizması, hem su içerisindeki pertürbasyonu en aza indirmekte hem de ölçüm esnasındaki pozisyon hassasiyetinin devamını sağlamaktadır. Detektörler bu mekanizma üzerinde 50 mm/saniye hız ile yer değiştirebilmektedir. Tankın kullanımı için MEPYSTO yazılımı gerekmektedir (14).

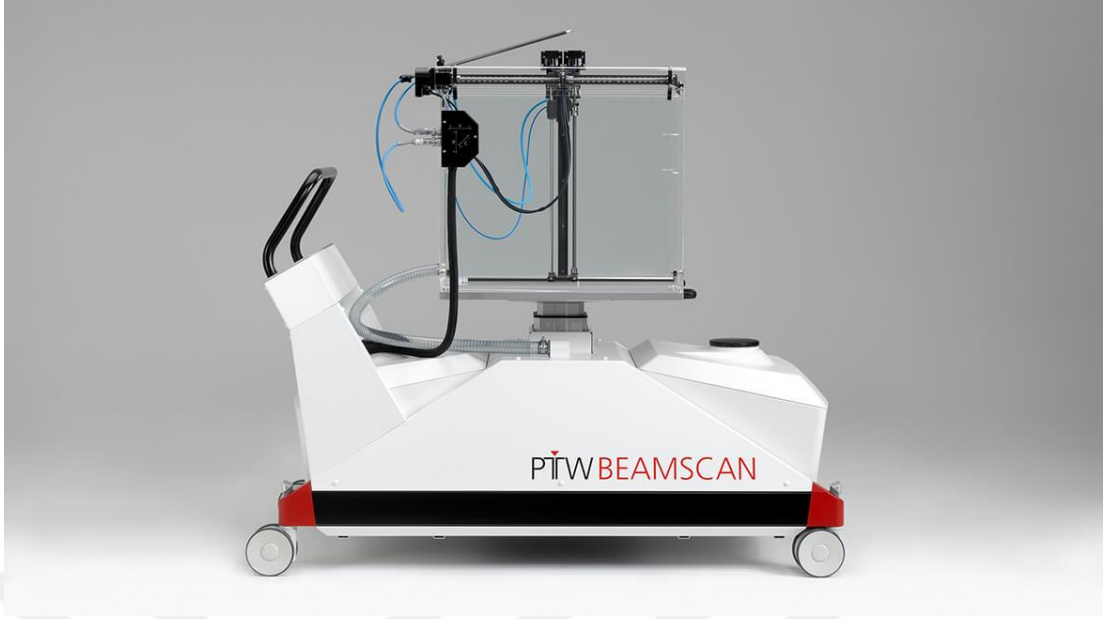


**Şekil 2.8.** PTW MP3 su fantomu

**Kaynak:** PTW MP3 su fantomu. [http://www.ptw.de/mp3-t\\_water\\_phantom.html](http://www.ptw.de/mp3-t_water_phantom.html)

### **3.1.3. PTW Beamsan su fantomu**

MP3 su fantomundan farklı olarak Beamsan hepsi bir arada üç boyutlu bir su fantomudur. Yeni geliştirilen teknolojisiyle, kablosuz işlem yapma olanağı sağlar. Otomatik kurulum yapabilme özelliği kullanıcı için büyük ölçüde kolaylık sağlar (15).



Şekil 2.9. PTW Beamscan su fantomu.

**Kaynak:** PTW Beamscan su fantomu. User Manual Beamscan, PTW-Freiburg, 2016

#### 3.1.4. Sun Nuclear 3D su fantomu

Bu fantomu diğer fantomlardan ayıran özellik silindirik yapıya sahip olmasıdır. Su haznesinin yan tarafına monte edilmiş kompakt bir elektrometre kullanır ve oda uzatma kablolarına olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Elektrometre, tarama koşulları değiştikçe, örneğin alan büyüklüğü, doz oranı, vs. gibi ayarlama gerektirmeyen geniş bir dinamik aralığa sahiptir (17).



**Şekil 2.10.** Sun Nuclear 3D su fantomu

**Kaynak:** Sun Nuclear 3D su fantomu. Users Guide 3D WATER TANK, SUN NUCLEAR, 2013

### **3.1.5. PTW Semiflex iyon odası**

Semiflex 0.125 cm<sup>3</sup> etkin ölçüm hacimli iyon odası, daha çok su fantomlarında doz dağılımı ölçmek için dizayn edilmiştir. Tavsiye edilen enerji ölçüm aralığı foton enerjileri için 30 kV ile 50 MV arasında iken elektron enerjilerinde 6 MeV ile 50 MeV aralığındadır. Havadaki ölçümler için (yığılma kapağı) build-up cap ile kullanılmalıdır. Küresele yakın şekli itibari ile su fantomunda 3D (3-boyutlu) ölçümler için uygundur (19).



**Şekil 2.11.** Semiflex iyon odası

**Kaynak:** <http://www.ptw.de/1853.html?&cId=245>

### **3.1.6. Sun Nuclear Snc 125c iyon odası**

SNC125c, 0.125 cc hacimli, profil ve derinlik ölçümleri sırasında yüksek doz gradient (eğim) bölgelerinin yayılımını azaltan bir tasarıma sahip, su geçirmez, tam korumalı, silindirik bir iyon odasıdır. Tarama, alan ve referans dozimetresi ölçümlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır (18).

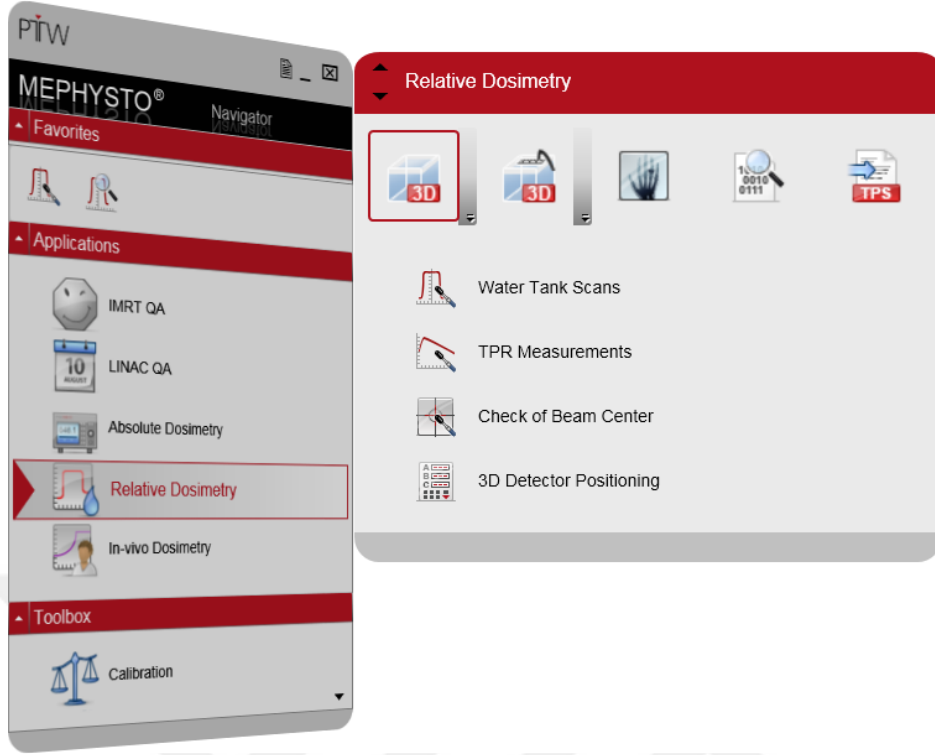


**Şekil 2.12.** Sun Nuclear Snc 125c iyon odası

**Kaynak:** Sun Nuclear Snc 125c iyon odası. Users Guide Snc 125c Detector, SUN NUCLEAR, 2013

### **3.1.7. MEPHYSTO mcc 1.6 su fantomu ölçüm programı**

PTW su fantomu tankı ile ölçüm alınırken gerekli olan MEPHYSTO mcc yazılımı, değişken enerjilerde, alan şekillerinde ve derinliklerde; ölçüm hızı ve süresini ayarlamayı mümkün kılan; output, PDD, düzlük (flatness) ve simetri gibi kalibrasyon ve kontrol amaçlı ölçümlerin sayısal ve grafiksel ölçüm değerlerini veren bilgisayar programıdır. Bu çalışmada, MEPHYSTO mcc 1.6 © 2007 versiyonu kullanılmıştır (16).



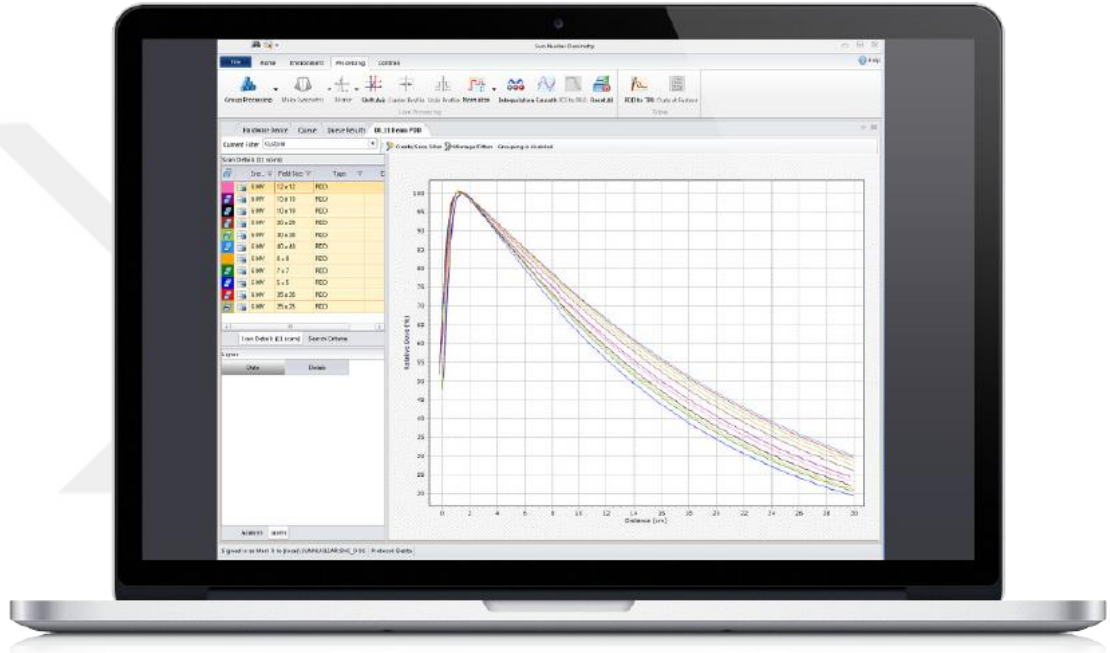
Şekil 3.13. Mephysto ölçüm programı

**Kaynak:** User Manual MEPHYSTO®mc2, PTW-Freiburg, 2012

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Sun Nuclear SNC Dosimetry su fantomu ölçüm programı

SNC Dosimetry ölçüm programı 3D fantom ile ölçüm alınırken gerekli olan uygulamadır. PDD, düzlük (flatness) ve simetri gibi kalibrasyon ve kontrol amaçlı ölçümlerin sayısal ve grafiksel ölçüm değerlerini veren bilgisayar programıdır (17).



Şekil 3.14. Sun Nuclear ölçüm programı.

**Kaynak:** Users Guide 3D WATER TANK, SUN NUCLEAR, 2013

### 3.2.2. Su fantomlarının belirlenmesi

Bu çalışmada karakterleri bakımından incelendiğinde teknolojik olarak farklı özelliklere sahip olan, ancak temelde aynı görevi üstlenen PTW Beamscan, PTW MP3 ve Sunnuclear 3D Scanner marka ve model su fantomları kullanıldı.

### 3.2.3. Output kontrollerinin yapılması

Çalışmada yapılan analizler, rölatif olmasına rağmen, su fantomu ölçümlerine

başlamadan önce, Truebeam lineer hızlandırıcısının katı fantom kullanılarak dozimetrik ölçümleri yapıldı.

#### **3.2.4. Su fantomlarının kurulumu**

Ölçümlere başlamak üzere ilk olarak, PTW MP3 su fantomu için hazırlıklar yapıldı. Kurulumu başlamadan önce su fantomunun rezervuar bölümü saf su ile dolduruldu. Cihazın kafa bölümü sıfır derece konumuna getirildi ve kare alanlar maksimum boyutlarına açıldı. Su fantomunun hizalama çizgileri, odada bulunan lazerler ile kesişecek şekilde hizalandı. Kolimatörün çapraz kıl çizgileri, su fantomunun hizalama çizgileri ile enine ve boyuna olacak şekilde hizalandı ve su fantomu bulunduğu konuma sabitlendi. Dijital su terazisi kullanılarak su fantomunun yere olan paralelliği kontrol edildi. Mekanik olarak hizalama işlemi tamamlandıktan sonra, hareket mekanizmasının kontrol edebilmek, gerekli voltaj değişimlerini yapabilmek ve alınan ölçümleri bilgisayar yazılımına aktarabilmek için tandem ve elektrometre bağlantıları yapıldı. Detektörün fantom duvarlarına çarpmasını engellemek için, ölçüm yapılacak kare alanlara göre, detektörün hareket edebileceği güvenli mesafeler belirlendi. Su fantomunun tank bölümüne rezervuar ile gerekli hortum bağlantısı kurularak, ölçüm yapılacak yere kadar su dolduruldu. Hareket mekanizmasının düzlüğü, su fantomuna uygun olarak üretilen yardımcı donanım kullanılarak kontrol edildi. Eksenler birbirine dik olacak şekilde ayarlandı. Semiflex model iyon odası, fantom için üretilen sabitleme ekipmanları kullanılarak, çapraz kıl yardımıyla suyun yüzeyine paralel olacak şekilde konumlandırıldı. Suyun yüzeyi, kaynak yüzey mesafesi 100 cm olarak ayarlandı. Su fantomu ile bilgisayar yazılımı arasında bağlantı kurulduğu yazılım ile kontrol edildi. Işın merkez kontrolü yapıldı. İyon odasının efektif okuma noktası merkez ışına denk gelecek şekilde hizalandı ve sistem ölçüm için hazır duruma geldi.

PTW Beamscan ve 3D Scanner su fantomlarında tandem ve elektrometre bölümleri, fantomlara tümleşik olarak imal edilmiştir. Bu yüzden MP3 su fantomunda olduğu gibi kablo bağlantıları gerektirmezler. Ayrıca bu fantomlarda otomatik kurulum özelliği bulunmaktadır. Fantomların mekanik olarak hizalama ve tanklarına su doldurma işlemi tamamlandıktan sonra MP3 su fantomunda elle yapılan tüm

işlemler bu fantomlar tarafından otomatik olarak tamamlanır. 3D Scanner su fantomunda 0.125 cc hacimli Snc 125c model iyon odası kullanıldı.

### **3.2.5. PDD ölçümlerinin yapılması**

PDD ölçümleri, 6 MV, 10 MV, 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde, 30 cm derinlikten başlayan ve su yüzeyine kadar, belirlenen tarama hızlarında ve noktalarında yapıldı. 4x4 cm<sup>2</sup>, 10x10 cm<sup>2</sup> ve 30x30 cm<sup>2</sup> açık alanlar kullanıldı. Tüm su fantomlarında adımlı ölçümler alındı. Ölçümler için dedektör hareket adımı 2 mm olarak belirlendi. Her adımda 0,25 ve 0,50 s sinyal toplama süresi olacak şekilde ölçümler alındı. PTW Beamscan ve 3D Scanner Su fantomunda ise adımlı ölçümlere ek olarak, her 1 mm' de okuma alınacak şekilde sürekli ölçümler alındı.

### **3.2.6. Profil ölçümlerinin yapılması**

Su fantomlarının kurulum aşaması tamamlandıktan sonra MEPHYSTO ve Do uygulamaları kullanılarak her fantom için ışın merkez kontrolleri yapıldı. 10 cm derinlik kullanılarak, 6 MV, 10 MV, 6 FFF ve 10 FFF enerjiler kullanıldı. 4x4 cm<sup>2</sup>, 10x10 cm<sup>2</sup> ve 30x30 cm<sup>2</sup> açık alanlarda ölçümler alındı. Tüm su fantomlarında adımlı ölçümler alındı. Ölçümler, dedektörlerin her adımda 2 mm ilerleyeceği, her adımda 0,25 ve 0,50 saniye bekleyerek ölçüm toplayacağı şekilde ayarlandı. PTW Beamscan ve 3D Scanner Su fantomunda ise adımlı ölçümlere ek olarak, her 1 mm' de okuma alınacak şekilde sürekli ölçümler alındı.

### **3.2.7. Verilerin analiz edilmesi**

PDD verileri üç farklı fantom kullanılarak elde edildi. Ham veriler fantom yazılımlarının kendi formatı ile kaydedildi. Verilerin analiz edilmesi için, tüm veriler aynı formata dönüştürüldü. Bu dönüşümü sağlamak için farklı formattaki kayıtlardan doz ve konum bilgileri alındı ve yeni dosyalar oluşturuldu. Bu dosyaların içindeki veriler aynı formatta olacak şekilde düzenlendi. Ölçüm verileri aynı enerji, alan ve ölçüm tipleri olacak şekilde gruplandırıldı. Ölçümler adımlı ve sürekli olarak alındığı

için konum ve doz bilgileri arasında farkların giderilmesi için gerekli interpolasyon işlemi uygulandı. Tüm PDD verileri dmaks noktalarına normalize edildi. Karşılaştırma; sistemler kendi içinde olacak şekilde ve sistemler birbirleri arasında olacak şekilde yapıldı. 1 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm ve 20 cm derinliklerde alınan yüzde derin doz okumaları karşılaştırıldı ve aralarındaki yüzde farklar tablolar halinde düzenlendi.

Profil verileri; 6 MV, 10 MV, 6 FFF, 10 FFF enerjiler, 10 cm derinlik, 4x4, 10x10 ve 30x30 kare alanlarda ölçüldü. Verilerin düzenlenmesi için ilk olarak; enine yapılan ölçümlerden x ve doz sütunları, boyuna ölçümlerde ise y ve doz sütunları ölçüm dosyalarından alındı. Sütunlar her bir enerji, alan ve ölçüm tipine göre gruplandırıldı.

Veriler enine ve boyuna olarak iki ayrı şekilde gruplandırıldı. PDD verileri gibi profil verileri de, adımlı ve sürekli olarak alındı. Verilerin konum ve doz bilgileri arasında farkın standardize edilmesi için tüm verilere aynı aralıklara sahip olacakları şekilde interpolasyon işlemi uygulandı. İnterpolasyon uygulanan veriler 0 cm' deki merkezi okuma değerlerine normalize edildi. Profil verilerinde temel parametre olarak düzlük, simetri ve penumbra hesaplamaları yapıldı.

Profil verilerinin karşılaştırmaları, sistemler kendi içerisinde ve sistemler birbiri arasında olacak şekilde yapıldı. 4x4 alan boyutu için, -4, 4 cm aralığında 1 cm aralıklı alınan okumalar karşılaştırıldı. 10x10 alan boyutu için, -8, 8 cm aralığında 2 cm aralıklı alınan okumalar karşılaştırıldı. 30x30 alan boyutu için -15,15 cm aralığında 5 cm aralıklı alınan okumalar karşılaştırıldı.

Sistemler kendi arasında karşılaştırılırken Beamscan su fantomu için sürekli tarama tipinde yapılan ölçümlerde BS-C5 ölçüm tipi referans ölçüm olarak kullanıldı. Adımlı ölçüm tipinde ise; Beamscan için BS-SW25, Sun Nuclear için SN-SW25, MP3 su fantomu için ise MP-SW25 ölçümleri referans olarak kullanıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. PDD Verilerinin Sistemler Arası Karşılaştırılması

Tablo 4.1. 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

6 MV	4x4 cm <sup>2</sup>			10x10 cm <sup>2</sup>			30x30 cm <sup>2</sup>		
Der.(cm)	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK
1	97.20	96.03	-1.22%	97.91	97.17	-0.76%	99.10	98.89	-0.22%
5	83.61	83.94	0.39%	86.17	86.46	0.34%	88.06	88.18	0.14%
10	61.79	61.89	0.17%	66.41	66.58	0.24%	71.02	71.17	0.21%
15	45.28	45.42	0.31%	50.47	50.51	0.08%	56.57	56.57	0.01%
20	33.44	33.46	0.06%	38.15	38.15	-0.01%	44.48	44.44	-0.09%
10 MV	4x4 cm <sup>2</sup>			10x10 cm <sup>2</sup>			30x30 cm <sup>2</sup>		
Der.(cm)	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK
1	84.85	82.55	-2.79%	87.18	85.74	-1.68%	93.91	92.63	-1.38%
5	90.93	90.85	-0.09%	91.49	91.79	0.33%	91.72	91.78	0.07%
10	70.87	70.85	-0.03%	73.69	73.70	0.01%	75.93	76.13	0.26%
15	55.01	55.09	0.13%	58.53	58.59	0.10%	62.31	62.27	-0.06%
20	42.90	43.01	0.24%	46.46	46.37	-0.21%	50.90	50.85	-0.11%
6 FFF	4x4 cm <sup>2</sup>			10x10 cm <sup>2</sup>			30x30 cm <sup>2</sup>		
Der.(cm)	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK
1	98.60	98.00	-0.61%	98.76	98.27	-0.50%	99.20	98.94	-0.27%
5	81.65	81.88	0.27%	84.46	85.01	0.65%	86.35	86.67	0.36%
10	58.34	58.59	0.44%	63.46	63.76	0.47%	67.47	67.68	0.30%
15	41.67	41.86	0.47%	46.80	47.04	0.52%	51.93	52.03	0.20%
20	29.97	30.21	0.80%	34.55	34.71	0.44%	39.63	39.74	0.29%
10 FFF	4x4 cm <sup>2</sup>			10x10 cm <sup>2</sup>			30x30 cm <sup>2</sup>		
Der.(cm)	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK	BS-C5	SN-C5	FARK
1	89.48	87.70	-2.04%	90.93	88.87	-2.32%	92.61	91.23	-1.51%
5	89.24	89.55	0.34%	90.33	90.72	0.43%	90.91	91.23	0.35%
10	67.68	68.01	0.49%	70.84	71.32	0.67%	72.78	73.14	0.48%
15	51.42	51.68	0.52%	55.07	55.34	0.49%	57.77	58.19	0.72%
20	39.31	39.58	0.69%	42.83	43.00	0.40%	45.91	46.11	0.44%

Farklı alan ve enerjilerde alınan sürekli okumalar, sistemler arasında karşılaştırıldı. Sistemler arasında en yüksek fark 4x4 kare alanda, 10 MV enerjisinde dmaks yüzey arası bölgede görüldü.

**Tablo 4.2.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK2	BS-SW50	SN-SW50	FARK1	MP-SW50	FARK2
1	97.50	96.31	-1.23%	95.94	-1.62%	97.14	96.34	-0.83%	96.49	-0.67%
5	83.80	83.95	0.17%	84.04	0.28%	83.88	83.99	0.14%	83.77	-0.13%
10	61.84	61.93	0.15%	61.65	-0.30%	61.83	61.93	0.16%	62.01	0.29%
15	45.40	45.46	0.13%	45.38	-0.05%	45.39	45.40	0.03%	45.43	0.09%
20	33.51	33.49	-0.07%	33.40	-0.33%	33.53	33.52	-0.01%	33.42	-0.31%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK1	MP-SW25	FARK2	BS-SW50	SN-SW50	FARK1	MP-SW50	FARK2
1	85.31	82.98	-2.81%	82.47	-3.44%	84.86	83.00	-2.23%	83.04	-2.19%
5	91.04	91.07	0.03%	91.07	0.03%	90.72	91.13	0.45%	91.15	0.47%
10	70.97	71.11	0.19%	70.65	-0.45%	70.98	71.08	0.14%	70.71	-0.37%
15	55.12	55.24	0.21%	55.10	-0.04%	55.11	55.28	0.31%	55.15	0.07%
20	42.95	43.09	0.32%	42.78	-0.39%	42.88	43.10	0.52%	42.82	-0.13%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK1	MP-SW25	FARK2	BS-SW50	SN-SW50	FARK1	MP-SW50	FARK2
1	98.52	98.12	-0.41%	97.56	-0.99%	98.63	98.08	-0.56%	97.64	-1.01%
5	81.60	81.90	0.36%	82.09	0.59%	81.73	81.91	0.21%	82.04	0.37%
10	58.28	58.51	0.40%	58.52	0.41%	58.40	58.58	0.30%	58.46	0.10%
15	41.60	41.88	0.66%	41.82	0.53%	41.77	41.91	0.34%	41.78	0.03%
20	29.96	30.22	0.88%	30.02	0.22%	30.05	30.22	0.56%	30.13	0.26%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	89.32	87.94	-1.57%	86.69	-3.04%	89.35	87.92	-1.63%	87.29	-2.35%
5	89.31	89.59	0.30%	89.49	0.19%	89.24	89.55	0.34%	89.54	0.33%
10	67.80	68.12	0.48%	67.85	0.08%	67.80	68.09	0.42%	68.21	0.59%
15	51.44	51.76	0.62%	51.64	0.40%	51.47	51.73	0.49%	51.59	0.23%
20	39.26	39.58	0.82%	39.36	0.27%	39.28	39.57	0.74%	39.44	0.40%

Farklı enerjiler seçilerek 4x4 kare alanda adımlı okumalar alınmıştır. Sistemler birbiri arasında karşılaştırılmıştır. Sistemler arasında en belirgin fark 0,25 saniye süreyle alınan okumalarda dmaks yüzey arası bölgede, 10 MV enerjisinde görülmüştür.

**Tablo 4.3.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	98.09	97.08	-1.03%	96.77	-1.36%	97.89	97.19	-0.72%	97.22	-0.69%
5	86.17	86.45	0.32%	86.11	-0.07%	86.05	86.46	0.47%	86.28	0.27%
10	66.40	66.67	0.40%	66.40	0.00%	66.34	66.69	0.52%	66.60	0.40%
15	50.35	50.55	0.39%	50.34	-0.03%	50.37	50.58	0.40%	50.43	0.12%
20	38.12	38.21	0.24%	37.92	-0.53%	38.03	38.22	0.51%	38.03	0.01%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	88.34	85.96	-2.77%	85.47	-3.35%	88.06	86.01	-2.39%	86.48	-1.82%
5	91.77	91.97	0.23%	91.90	0.14%	91.49	91.92	0.47%	91.83	0.37%
10	73.65	73.88	0.32%	73.48	-0.24%	73.44	73.83	0.53%	73.57	0.18%
15	58.63	58.65	0.03%	58.56	-0.12%	58.50	58.74	0.40%	58.52	0.03%
20	46.48	46.60	0.25%	46.52	0.08%	46.38	46.51	0.28%	46.21	-0.37%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	98.88	98.23	-0.66%	97.47	-1.44%	98.96	98.24	-0.74%	97.92	-1.06%
5	84.55	84.88	0.40%	84.97	0.50%	84.62	85.03	0.49%	85.06	0.52%
10	63.37	63.65	0.43%	63.71	0.52%	63.31	63.68	0.59%	63.67	0.57%
15	46.83	47.02	0.39%	46.92	0.19%	46.83	47.09	0.56%	46.97	0.30%
20	34.52	34.68	0.46%	34.64	0.34%	34.47	34.74	0.79%	34.65	0.54%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	90.75	88.94	-2.04%	87.17	-4.11%	90.73	88.77	-2.20%	88.07	-3.02%
5	90.53	90.85	0.36%	90.93	0.44%	90.40	90.89	0.54%	90.80	0.44%
10	70.94	71.24	0.42%	71.00	0.08%	70.75	71.31	0.78%	71.16	0.57%
15	55.18	55.39	0.38%	55.09	-0.16%	55.00	55.39	0.70%	55.20	0.35%
20	42.71	43.07	0.84%	42.82	0.26%	42.74	43.12	0.88%	42.92	0.42%

Farklı enerjiler seçilerek 10x10 kare alanda adımlı okumalar alınmıştır. Sistemler birbiri arasında karşılaştırılmıştır. Sistemler arasında en belirgin fark 0,25 saniye süreyle alınan okumalarda dmaks yüzey arası bölgede, 10 FFF enerjisinde görülmüştür.

**Tablo 4.4.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	99.20	98.81	-0.40%	98.69	-0.52%	99.16	98.82	-0.34%	98.81	-0.35%
5	88.02	88.09	0.08%	87.95	-0.09%	87.93	88.09	0.18%	87.92	-0.01%
10	71.03	71.08	0.07%	70.83	-0.29%	70.99	71.10	0.15%	70.74	-0.35%
15	56.43	56.47	0.08%	56.16	-0.47%	56.46	56.48	0.03%	56.16	-0.54%
20	44.48	44.50	0.03%	44.35	-0.29%	44.49	44.45	-0.09%	44.38	-0.25%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	94.08	92.79	-1.39%	92.77	-1.42%	93.88	92.74	-1.24%	93.35	-0.57%
5	91.60	91.94	0.37%	91.97	0.41%	91.65	91.91	0.27%	92.00	0.38%
10	75.81	76.10	0.38%	76.15	0.45%	75.87	76.06	0.25%	75.87	0.00%
15	62.21	62.37	0.27%	62.26	0.09%	62.24	62.37	0.21%	61.96	-0.45%
20	50.74	50.91	0.34%	50.66	-0.17%	50.74	50.88	0.27%	50.67	-0.13%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	99.34	98.95	-0.39%	98.99	-0.36%	99.23	98.97	-0.26%	99.01	-0.22%
5	86.53	86.63	0.11%	86.58	0.06%	86.48	86.67	0.22%	86.50	0.02%
10	67.52	67.67	0.22%	67.65	0.19%	67.53	67.66	0.19%	67.48	-0.08%
15	51.95	52.03	0.16%	51.84	-0.22%	51.94	52.02	0.16%	51.81	-0.24%
20	39.67	39.76	0.22%	39.67	0.00%	39.69	39.75	0.15%	39.63	-0.16%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>										
Der.(cm)	BS-SW25	SN-SW25	FARK 1	MP-SW25	FARK 2	BS-SW50	SN-SW50	FARK 1	MP-SW50	FARK 2
1	92.46	91.42	-1.14%	91.21	-1.37%	92.51	91.38	-1.24%	91.55	-1.05%
5	90.84	91.18	0.37%	91.36	0.57%	90.85	91.24	0.43%	91.24	0.43%
10	72.89	73.16	0.37%	73.03	0.20%	72.83	73.13	0.41%	72.98	0.21%
15	57.98	58.15	0.30%	57.97	-0.01%	57.86	58.16	0.51%	57.98	0.20%
20	45.91	46.14	0.50%	46.02	0.23%	45.88	46.13	0.54%	45.82	-0.12%

Farklı enerjiler seçilerek 30x30 kare alanda adımlı okumalar alınmıştır. Sistemler birbiri arasında karşılaştırılmıştır. Sistemler arasında en belirgin fark 0,25 saniye süreyle alınan okumalarda dmaks yüzey arası bölgede, 10 MV enerjisinde görülmüştür.

## 4.2. PDD Verilerinin Sistemlerin Kendi İçerisinde Karşılaştırılması

Tablo 4.5. 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması.

<b>BEAMSCAN 4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
Der.(cm)	BS-CON5	BS-CON10	FARK 1	BS-CON20	FARK 2
1	97.20	97.30	0.10%	97.43	0.23%
5	83.61	83.86	0.29%	83.74	0.16%
10	61.79	61.82	0.05%	62.02	0.38%
15	45.28	45.43	0.33%	45.26	-0.04%
20	33.44	33.49	0.13%	33.60	0.46%

<b>BEAMSCAN 4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
Der.(cm)	BS-CON5	BS-CON10	FARK 1	BS-CON20	FARK 2
1	84.85	84.80	-0.06%	84.83	-0.02%
5	90.93	90.72	-0.23%	90.72	-0.24%
10	70.87	70.75	-0.16%	70.72	-0.20%
15	55.01	55.01	-0.01%	54.99	-0.04%
20	42.90	42.73	-0.39%	42.70	-0.46%

<b>BEAMSCAN 4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
Der.(cm)	BS-CON5	BS-CON10	FARK 1	BS-CON20	FARK 2
1	98.60	98.83	0.24%	98.45	-0.15%
5	81.65	81.88	0.27%	81.66	0.01%
10	58.34	58.49	0.27%	58.32	-0.03%
15	41.67	41.79	0.29%	41.74	0.18%
20	29.97	30.06	0.29%	29.99	0.05%

<b>BEAMSCAN 4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
Der.(cm)	BS-CON5	BS-CON10	FARK 1	BS-CON20	FARK 2
1	89.48	89.53	0.06%	89.31	-0.20%
5	89.24	89.25	0.01%	89.39	0.16%
10	67.68	67.61	-0.11%	67.79	0.16%
15	51.42	51.35	-0.14%	51.35	-0.14%
20	39.31	39.16	-0.37%	39.29	-0.05%

Beamsan su fantomunda 4x4 kare alanda, farklı hızlarındaki sürekli ölçümler karşılaştırıldı. 6 MV enerjisinde 20 mm/s tarama hızında kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.6.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması.

<b>BEAMSCAN 10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	97.91	98.32	0.42%	97.89	-0.02%
5	86.17	86.06	-0.12%	86.15	-0.02%
10	66.41	66.61	0.29%	66.37	-0.06%
15	50.47	50.44	-0.05%	50.49	0.04%
20	38.15	38.14	-0.04%	38.19	0.10%

<b>BEAMSCAN 10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	87.18	87.39	0.24%	87.04	-0.16%
5	91.49	91.85	0.40%	91.24	-0.28%
10	73.69	73.79	0.13%	73.45	-0.33%
15	58.53	58.54	0.02%	58.49	-0.06%
20	46.46	46.62	0.33%	46.29	-0.37%

<b>BEAMSCAN 10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	98.76	98.82	0.06%	98.84	0.07%
5	84.46	84.42	-0.04%	84.62	0.19%
10	63.46	63.28	-0.28%	63.42	-0.06%
15	46.80	46.75	-0.10%	46.98	0.37%
20	34.55	34.51	-0.14%	34.56	0.01%

<b>BEAMSCAN 10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	90.93	90.61	-0.35%	90.46	-0.53%
5	90.33	90.30	-0.03%	90.19	-0.15%
10	70.84	70.78	-0.09%	70.61	-0.33%
15	55.07	54.92	-0.27%	54.56	-0.94%
20	42.83	42.65	-0.42%	42.62	-0.49%

Beamscan su fantomunda 10x10 kare alanda, farklı tarama hızlarındaki sürekli ölçümler karşılaştırıldı. 10 FFF enerjisinde 20 mm/sn tarama hızında ölçüm geneline göre kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.7.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçümlerinin karşılaştırılması.

<b>BEAMSCAN 30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	99.10	99.09	-0.01%	99.01	-0.09%
5	88.06	87.98	-0.10%	87.64	-0.47%
10	71.02	70.97	-0.08%	71.08	0.08%
15	56.57	56.41	-0.28%	56.30	-0.47%
20	44.48	44.49	0.03%	44.43	-0.09%

<b>BEAMSCAN 30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	93.91	93.68	-0.24%	93.81	-0.11%
5	91.72	91.66	-0.06%	91.70	-0.02%
10	75.93	75.88	-0.06%	75.71	-0.28%
15	62.31	62.22	-0.13%	62.16	-0.24%
20	50.90	50.81	-0.18%	50.82	-0.16%

<b>BEAMSCAN 30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	99.20	99.29	0.09%	99.24	0.04%
5	86.35	86.51	0.18%	86.47	0.13%
10	67.47	67.56	0.13%	67.50	0.05%
15	51.93	51.93	0.00%	52.00	0.15%
20	39.63	39.65	0.07%	39.59	-0.08%

<b>BEAMSCAN 30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için farklı ölçüm tipinde aynı derinlikteki relatif doz okumaları</b>					
<b>Der.(cm)</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK 1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK 2</b>
1	92.61	92.81	0.21%	92.51	-0.11%
5	90.91	90.89	-0.02%	90.65	-0.28%
10	72.78	72.76	-0.04%	73.02	0.32%
15	57.77	57.91	0.24%	57.98	0.36%
20	45.91	45.91	0.01%	45.85	-0.12%

Beamskan su fantomunda 10x10 kare alanda, farklı tarama hızlarındaki sürekli ölçümler karşılaştırıldı. 6 MV enerjisinde 20 mm/s tarama hızında ölçüm geneline göre kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.8.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
<b>Der. (cm)</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
1	97.50	97.14	-0.37%	96.31	96.34	0.03%	95.94	96.49	0.56%
5	83.80	83.88	0.09%	83.95	83.99	0.06%	84.04	83.77	-0.33%
10	61.84	61.83	-0.01%	61.93	61.93	0.00%	61.65	62.01	0.58%
15	45.40	45.39	-0.03%	45.46	45.40	-0.13%	45.38	45.43	0.11%
20	33.51	33.53	0.04%	33.49	33.52	0.11%	33.40	33.42	0.06%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
<b>Der. (cm)</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
1	85.31	84.86	-0.53%	82.98	83.00	0.03%	82.47	83.04	0.69%
5	91.04	90.72	-0.36%	91.07	91.13	0.06%	91.07	91.15	0.09%
10	70.97	70.98	0.01%	71.11	71.08	-0.04%	70.65	70.71	0.09%
15	55.12	55.11	-0.02%	55.24	55.28	0.07%	55.10	55.15	0.09%
20	42.95	42.88	-0.17%	43.09	43.10	0.03%	42.78	42.82	0.09%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
<b>Der. (cm)</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
1	98.52	98.63	0.11%	98.12	98.08	-0.04%	97.56	97.64	0.09%
5	81.60	81.73	0.16%	81.90	81.91	0.01%	82.09	82.04	-0.06%
10	58.28	58.40	0.21%	58.51	58.58	0.11%	58.52	58.46	-0.10%
15	41.60	41.77	0.40%	41.88	41.91	0.07%	41.82	41.78	-0.10%
20	29.96	30.05	0.30%	30.22	30.22	-0.02%	30.02	30.13	0.34%
<b>4cm<sup>2</sup> x 4cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
<b>Der. (cm)</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
1	89.32	89.35	0.03%	87.94	87.92	-0.03%	86.69	87.29	0.69%
5	89.31	89.24	-0.08%	89.59	89.55	-0.05%	89.49	89.54	0.06%
10	67.80	67.80	0.01%	68.12	68.09	-0.05%	67.85	68.21	0.52%
15	51.44	51.47	0.07%	51.76	51.73	-0.05%	51.64	51.59	-0.10%
20	39.26	39.28	0.05%	39.58	39.57	-0.03%	39.36	39.44	0.19%

Üç farklı su fantomunda 4x4 kare alanda, farklı bekleme süresi olan adımlı ölçümler kendi içinde karşılaştırıldı. MP3 su fantomunda 10 MV ve 10 FFF enerjisinde kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.9.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	98.09	97.89	-0.20%	97.08	97.19	0.11%	96.77	97.22	0.46%
5	86.17	86.05	-0.14%	86.45	86.46	0.02%	86.11	86.28	0.20%
10	66.40	66.34	-0.10%	66.67	66.69	0.02%	66.40	66.60	0.30%
15	50.35	50.37	0.04%	50.55	50.58	0.05%	50.34	50.43	0.19%
20	38.12	38.03	-0.25%	38.21	38.22	0.02%	37.92	38.03	0.29%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	88.34	88.06	-0.31%	85.96	86.01	0.06%	85.47	86.48	1.17%
5	91.77	91.49	-0.30%	91.97	91.92	-0.06%	91.90	91.83	-0.07%
10	73.65	73.44	-0.29%	73.88	73.83	-0.07%	73.48	73.57	0.13%
15	58.63	58.50	-0.22%	58.65	58.74	0.15%	58.56	58.52	-0.07%
20	46.48	46.38	-0.20%	46.60	46.51	-0.17%	46.52	46.21	-0.65%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	98.88	98.96	0.08%	98.23	98.24	0.01%	97.47	97.92	0.45%
5	84.55	84.62	0.09%	84.88	85.03	0.18%	84.97	85.06	0.11%
10	63.37	63.31	-0.11%	63.65	63.68	0.05%	63.71	63.67	-0.06%
15	46.83	46.83	0.00%	47.02	47.09	0.16%	46.92	46.97	0.11%
20	34.52	34.47	-0.16%	34.68	34.74	0.18%	34.64	34.65	0.04%
<b>10cm<sup>2</sup> x 10cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	90.75	90.73	-0.02%	88.94	88.77	-0.18%	87.17	88.07	1.02%
5	90.53	90.40	-0.14%	90.85	90.89	0.04%	90.93	90.80	-0.14%
10	70.94	70.75	-0.27%	71.24	71.31	0.09%	71.00	71.16	0.22%
15	55.18	55.00	-0.32%	55.39	55.39	0.00%	55.09	55.20	0.19%
20	42.71	42.74	0.08%	43.07	43.12	0.13%	42.82	42.92	0.24%

Üç farklı su fantomunda 10x10 kare alanda, farklı bekleme süresi olan adımlı ölçümler kendi içinde karşılaştırıldı. MP3 su fantomunda 10 MV ve 10 FFF enerjisinde kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.10.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS, SN ve MP fantomların karşılaştırılması.

<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	99.20	99.16	-0.04%	98.81	98.82	0.02%	98.69	98.81	0.13%
5	88.02	87.93	-0.11%	88.09	88.09	-0.01%	87.95	87.92	-0.03%
10	71.03	70.99	-0.06%	71.08	71.10	0.02%	70.83	70.74	-0.12%
15	56.43	56.46	0.07%	56.47	56.48	0.01%	56.16	56.16	0.00%
20	44.48	44.49	0.03%	44.50	44.45	-0.09%	44.35	44.38	0.07%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 MV foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	94.08	93.88	-0.21%	92.79	92.74	-0.06%	92.77	93.35	0.63%
5	91.60	91.65	0.06%	91.94	91.91	-0.03%	91.97	92.00	0.03%
10	75.81	75.87	0.08%	76.10	76.06	-0.04%	76.15	75.87	-0.36%
15	62.21	62.24	0.06%	62.37	62.37	0.00%	62.26	61.96	-0.48%
20	50.74	50.74	0.00%	50.91	50.88	-0.06%	50.66	50.67	0.04%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 6 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	99.34	99.23	-0.11%	98.95	98.97	0.02%	98.99	99.01	0.02%
5	86.53	86.48	-0.06%	86.63	86.67	0.05%	86.58	86.50	-0.10%
10	67.52	67.53	0.02%	67.67	67.66	-0.01%	67.65	67.48	-0.25%
15	51.95	51.94	-0.03%	52.03	52.02	-0.02%	51.84	51.81	-0.04%
20	39.67	39.69	0.06%	39.76	39.75	-0.01%	39.67	39.63	-0.10%
<b>30cm<sup>2</sup> x 30cm<sup>2</sup> kare alanda 10 FFF foton enerjisi için relatif doz okumaları</b>									
Der.(cm)	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
1	92.46	92.51	0.05%	91.42	91.38	-0.04%	91.21	91.55	0.37%
5	90.84	90.85	0.01%	91.18	91.24	0.07%	91.36	91.24	-0.13%
10	72.89	72.83	-0.08%	73.16	73.13	-0.04%	73.03	72.98	-0.07%
15	57.98	57.86	-0.21%	58.15	58.16	0.01%	57.97	57.98	0.00%
20	45.91	45.88	-0.07%	46.14	46.13	-0.03%	46.02	45.82	-0.42%

Üç farklı su fantomunda 30x30 kare alanda, farklı bekleme süresi olan adımlı ölçümler kendi içinde karşılaştırıldı. MP3 su fantomunda 10 MV ve 10 FFF enerjisinde kısmen bir fark görüldü.

**Tablo 4.11.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin PDD karşılaştırılması.

KARŞILAŞTIRMA	QI			
	6MV	10 MV	6FFF	10 FFF
BS-C5	0,6678	0,7388	0,6299	0,7059
BS-C10	0,6654	0,7404	0,6308	0,7033
BS-C20	0,6689	0,7384	0,6303	0,7046
SN-C5	0,6659	0,7371	0,6296	0,7038
BS-SW25	0,6674	0,7394	0,6301	0,7026
SN-SW25	0,6662	0,7389	0,6303	0,7058
MP-SW25	0,6635	0,7420	0,6289	0,7039
BS-SW50	0,6663	0,7401	0,6298	0,7053
SN-SW50	0,6662	0,7381	0,6312	0,7061
MP-SW50	0,6635	0,7357	0,6295	0,7041

Farklı enerjilerde ve ölçüm tiplerinde, 10x10 alan boyutunda yapılan ölçümler yapıldı. Ölçümler sonucunda hesaplatılan kalite indeksleri su fantomlarında benzer sonuçlar vermiştir.

### 4.3. Profil Verilerinin Sistemlerin Kendi Arasında Yapılan Analizi

**Tablo 4.12.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.81	3.81	-0.05%	3.86	1.34%
-3.00	7.41	7.40	-0.12%	7.41	-0.04%
-2.00	76.66	76.40	-0.35%	76.58	-0.11%
-1.00	98.89	98.84	-0.06%	98.78	-0.11%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.79	99.74	-0.05%	99.70	-0.08%
2.00	74.38	74.56	0.24%	74.62	0.32%
3.00	7.04	7.09	0.69%	7.05	0.12%
4.00	3.76	3.71	-1.33%	3.76	0.12%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.18	3.22	1.26%	3.22	1.22%
-3.00	7.89	7.96	0.77%	7.92	0.26%
-2.00	71.32	71.42	0.14%	71.43	0.16%
-1.00	98.07	97.88	-0.19%	98.02	-0.05%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.47	99.47	0.00%	99.54	0.07%
2.00	75.26	75.32	0.08%	75.20	-0.09%
3.00	8.33	8.38	0.62%	8.38	0.57%
4.00	3.27	3.22	-1.36%	3.22	-1.52%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.60	3.61	0.18%	3.60	0.04%
-3.00	6.43	6.44	0.08%	6.40	-0.46%
-2.00	67.54	67.48	-0.10%	67.45	-0.13%
-1.00	98.37	98.23	-0.14%	98.38	0.00%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.91	99.04	0.12%	98.95	0.04%
2.00	80.13	80.13	0.00%	80.10	-0.04%
3.00	7.47	7.47	0.13%	7.50	0.40%
4.00	3.72	3.72	0.00%	3.75	0.59%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	2.62	2.62	-0.07%	2.61	-0.48%
-3.00	6.30	6.30	-0.08%	6.30	0.02%
-2.00	64.99	65.02	0.04%	64.98	-0.02%
-1.00	96.84	96.97	0.13%	96.98	0.14%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.23	98.19	-0.04%	98.23	0.00%
2.00	75.88	75.77	-0.14%	75.96	0.11%
3.00	7.66	7.71	0.69%	7.68	0.24%
4.00	2.76	2.74	-0.61%	2.73	-1.14%

Beamscan su fantomunda 4x4 alan boyutunda enine yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede tüm ölçümlere kıyasla yalnızca alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.13.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	6.15	6.14	-0.15%	6.15	0.09%
-6.00	18.71	18.63	-0.39%	18.58	-0.71%
-4.00	96.14	96.15	0.01%	96.38	0.25%
-2.00	99.30	99.17	-0.13%	99.54	0.24%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.36	100.27	-0.09%	100.28	-0.08%
4.00	97.69	97.89	0.20%	97.93	0.24%
6.00	17.17	17.17	-0.03%	17.20	0.14%
8.00	6.15	6.20	0.71%	6.20	0.72%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.04	5.04	-0.08%	5.04	0.08%
-6.00	18.66	18.58	-0.47%	18.68	0.08%
-4.00	97.13	96.89	-0.24%	97.17	0.04%
-2.00	99.22	99.30	0.08%	99.55	0.33%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	101.03	100.90	-0.13%	101.06	0.04%
4.00	99.43	99.30	-0.13%	99.63	0.20%
6.00	19.30	19.29	-0.08%	19.28	-0.13%
8.00	5.12	5.12	0.00%	5.12	0.00%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.50	5.51	0.21%	5.52	0.40%
-6.00	14.25	14.26	0.04%	14.32	0.43%
-4.00	90.31	90.22	-0.09%	90.30	-0.01%
-2.00	97.37	97.48	0.11%	97.41	0.04%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	97.77	97.92	0.15%	98.07	0.30%
4.00	91.01	91.27	0.29%	91.33	0.35%
6.00	17.71	17.73	0.14%	17.71	0.01%
8.00	5.70	5.70	0.04%	5.73	0.51%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	3.55	3.58	0.76%	3.61	1.56%
-6.00	12.81	12.83	0.12%	12.87	0.40%
-4.00	84.45	84.40	-0.06%	84.35	-0.12%
-2.00	94.91	94.71	-0.22%	95.07	0.16%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	96.14	96.14	0.00%	96.32	0.19%
4.00	86.29	86.12	-0.20%	86.19	-0.11%
6.00	15.86	15.93	0.43%	15.94	0.48%
8.00	3.68	3.68	-0.17%	3.67	-0.22%

Beamscan su fantomunda 10x10 alan boyutunda enine yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede tüm ölçümlere kıyasla yalnızca alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.14.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS su fantomunun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	93.15	93.46	0.33%	93.48	0.36%
-10.00	99.40	99.44	0.04%	99.64	0.24%
-5.00	99.92	100.40	0.48%	100.16	0.24%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	101.88	101.88	0.00%	102.16	0.28%
10.00	101.12	101.12	0.00%	101.40	0.28%
15.00	94.82	94.89	0.08%	95.16	0.36%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	95.40	95.64	0.25%	95.51	0.11%
-10.00	100.50	100.85	0.35%	100.77	0.27%
-5.00	100.62	100.90	0.28%	100.81	0.19%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	102.75	102.96	0.21%	103.14	0.38%
10.00	102.62	102.63	0.01%	102.70	0.07%
15.00	97.19	97.35	0.16%	97.10	-0.09%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	62.01	61.92	-0.15%	62.00	-0.02%
-10.00	77.50	77.62	0.15%	77.67	0.21%
-5.00	91.58	91.57	-0.01%	91.76	0.20%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	92.56	92.62	0.07%	92.54	-0.02%
10.00	78.62	78.74	0.15%	78.59	-0.03%
15.00	62.95	63.00	0.07%	62.95	-0.01%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	48.80	48.80	0.00%	48.86	0.13%
-10.00	64.39	64.50	0.18%	64.39	0.00%
-5.00	83.02	83.19	0.19%	83.16	0.16%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	84.74	84.83	0.10%	84.92	0.21%
10.00	65.52	65.82	0.45%	65.66	0.21%
15.00	49.77	49.99	0.44%	49.98	0.42%

Beamscan su fantomunda 30x30 alan boyutunda enine yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede tüm ölçümlere kıyasla alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.15.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.97	3.91	-1.41%	3.95	-0.35%
-3.00	7.04	7.09	0.69%	7.08	0.55%
-2.00	69.04	68.94	-0.14%	69.00	-0.05%
-1.00	99.09	98.86	-0.24%	98.61	-0.48%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.63	99.61	-0.02%	99.43	-0.20%
2.00	75.92	76.04	0.16%	75.87	-0.07%
3.00	7.63	7.62	-0.20%	7.60	-0.43%
4.00	4.13	4.18	1.36%	4.17	1.14%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.49	3.50	0.17%	3.49	-0.19%
-3.00	7.71	7.77	0.87%	7.73	0.28%
-2.00	67.61	67.76	0.22%	67.68	0.10%
-1.00	98.00	98.11	0.12%	98.28	0.28%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.33	99.28	-0.05%	99.37	0.05%
2.00	73.81	73.84	0.04%	73.88	0.10%
3.00	8.44	8.48	0.41%	8.52	0.94%
4.00	3.63	3.64	0.28%	3.63	0.17%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.84	3.82	-0.48%	3.85	0.24%
-3.00	7.34	7.36	0.18%	7.31	-0.45%
-2.00	77.14	77.30	0.22%	77.12	-0.02%
-1.00	98.83	98.94	0.11%	98.92	0.10%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.38	98.49	0.10%	98.54	0.16%
2.00	65.52	65.64	0.17%	65.58	0.08%
3.00	6.48	6.52	0.59%	6.50	0.23%
4.00	3.67	3.71	0.91%	3.67	-0.03%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	2.71	2.72	0.40%	2.72	0.32%
-3.00	6.88	6.93	0.76%	6.91	0.45%
-2.00	70.60	70.56	-0.06%	70.70	0.14%
-1.00	97.79	98.07	0.29%	98.18	0.41%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	97.18	97.19	0.01%	97.33	0.16%
2.00	66.51	66.56	0.08%	66.80	0.44%
3.00	6.54	6.58	0.63%	6.56	0.38%
4.00	2.68	2.67	-0.50%	2.70	0.52%

Beamscan su fantomunda 4x4 alan boyutunda boyuna yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede tüm ölçümlere kıyasla yalnızca alan dışında farklar görüldü

**Tablo 4.16.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	6.66	6.65	-0.15%	6.61	-0.75%
-6.00	15.83	15.79	-0.27%	15.88	0.29%
-4.00	96.18	96.22	0.04%	96.20	0.03%
-2.00	99.35	99.38	0.03%	99.05	-0.30%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.02	100.26	0.25%	100.07	0.06%
4.00	97.33	97.58	0.26%	97.33	0.00%
6.00	17.48	17.45	-0.18%	17.41	-0.43%
8.00	6.93	6.94	0.14%	6.88	-0.72%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.76	5.77	0.16%	5.81	0.87%
-6.00	16.79	16.75	-0.24%	16.79	0.00%
-4.00	96.97	97.17	0.21%	96.89	-0.08%
-2.00	99.18	99.50	0.33%	99.46	0.29%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.65	100.57	-0.08%	100.61	-0.04%
4.00	98.73	98.89	0.16%	98.85	0.12%
6.00	18.22	18.23	0.08%	18.29	0.38%
8.00	6.05	6.07	0.33%	6.05	0.08%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.82	5.82	0.10%	5.81	-0.11%
-6.00	16.00	15.94	-0.40%	15.97	-0.24%
-4.00	90.99	90.90	-0.09%	90.84	-0.16%
-2.00	97.85	97.65	-0.21%	97.72	-0.13%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	97.60	97.39	-0.21%	97.37	-0.23%
4.00	90.28	90.07	-0.23%	90.24	-0.04%
6.00	13.28	13.24	-0.30%	13.26	-0.15%
8.00	5.71	5.67	-0.71%	5.68	-0.59%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	3.75	3.77	0.60%	3.74	-0.19%
-6.00	13.23	13.22	-0.04%	13.25	0.16%
-4.00	85.92	85.95	0.04%	85.99	0.08%
-2.00	96.14	96.32	0.18%	96.31	0.17%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	94.93	95.04	0.12%	95.00	0.06%
4.00	84.44	84.44	0.01%	84.35	-0.11%
6.00	12.09	12.12	0.23%	12.07	-0.12%
8.00	3.68	3.69	0.33%	3.70	0.41%

Beamscan su fantomunda 10x10 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede tüm ölçümlere kıyasla yalnızca alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.17.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS fantomun farklı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	93.10	93.15	0.04%	93.14	0.04%
-10.00	99.56	99.60	0.04%	99.64	0.08%
-5.00	100.24	100.32	0.08%	100.28	0.04%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	101.43	101.64	0.20%	101.47	0.04%
10.00	100.56	100.72	0.16%	100.60	0.04%
15.00	94.54	94.42	-0.13%	94.46	-0.08%
<b>10 MV</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	95.55	95.60	0.05%	95.61	0.06%
-10.00	100.90	100.97	0.07%	101.03	0.13%
-5.00	100.83	101.10	0.27%	101.09	0.26%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	102.53	102.74	0.20%	102.85	0.31%
10.00	102.00	102.26	0.25%	102.11	0.10%
15.00	96.79	96.94	0.15%	96.75	-0.04%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	62.59	62.53	-0.10%	62.57	-0.04%
-10.00	78.23	78.13	-0.13%	78.15	-0.10%
-5.00	92.42	92.24	-0.20%	92.30	-0.13%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	91.91	91.73	-0.19%	91.67	-0.26%
10.00	78.08	77.71	-0.46%	77.89	-0.23%
15.00	62.23	62.22	-0.03%	62.10	-0.22%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-CON5</b>	<b>BS-CON10</b>	<b>FARK1</b>	<b>BS-CON20</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	49.68	49.60	-0.16%	49.71	0.07%
-10.00	65.42	65.48	0.10%	65.44	0.03%
-5.00	84.59	84.66	0.09%	84.63	0.05%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	83.26	83.17	-0.11%	83.35	0.11%
10.00	64.57	64.44	-0.20%	64.59	0.04%
15.00	49.06	49.00	-0.11%	49.05	-0.02%

Beamscan su fantomunda 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde yapılan sürekli ölçümler, sistemin kendi içerisinde, tarama hızları açısından karşılaştırıldı. Yapılan incelemede merkezden uzaklaşıldıkça fark olduğu gözlemlendi.

**Tablo 4.18.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

6 MV	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-4	3.84	3.85	0.24%	3.81	3.84	0.82%	3.59	3.69	2.79%
-3	7.61	7.62	0.13%	6.82	6.82	0.03%	7.08	7.09	0.13%
-2	76.54	76.64	0.14%	74.89	74.93	0.06%	72.04	72.04	0.01%
-1	98.83	98.87	0.04%	98.9	98.79	-0.11%	99.66	99.8	0.14%
0	100	100	0.00%	100	100	0.00%	100	100	0.00%
1	99.9	99.71	-0.20%	99.73	99.73	0.00%	99.05	99.27	0.23%
2	74.18	74.08	-0.13%	81.37	81.32	-0.06%	78	78.04	0.05%
3	7.24	7.26	0.29%	7.29	7.28	-0.12%	7.79	7.8	0.13%
4	3.76	3.75	-0.25%	3.95	3.93	-0.58%	3.68	3.68	0.17%
10 MV	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-4	3.21	3.2	-0.23%	3.19	3.19	0.05%	3.12	3.13	0.48%
-3	8.19	8.15	-0.43%	7.19	7.17	-0.26%	8.18	8.23	0.59%
-2	71.5	71.36	-0.19%	69.3	69.29	-0.01%	72.86	72.9	0.05%
-1	98.16	97.77	-0.39%	98.24	98.18	-0.06%	99.38	99.59	0.20%
0	100	100	0.00%	100	100	0.00%	100	100	0.00%
1	99.61	99.18	-0.43%	99.63	99.63	0.00%	98.13	98.66	0.54%
2	75.09	74.84	-0.33%	80.95	80.9	-0.07%	73.37	73.42	0.06%
3	8.58	8.52	-0.70%	8.61	8.58	-0.32%	8.46	8.51	0.68%
4	3.26	3.24	-0.48%	3.43	3.43	-0.21%	3.11	3.13	0.62%
6 FFF	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-4	3.6	3.6	-0.04%	3.49	3.48	-0.09%	3.7	3.66	-0.90%
-3	6.54	6.54	-0.01%	5.99	5.99	0.00%	7.48	7.5	0.28%
-2	67.57	67.52	-0.08%	64.41	64.37	-0.06%	77.83	77.99	0.21%
-1	98.21	98.16	-0.05%	98.3	98.26	-0.04%	98.51	98.71	0.20%
0	100	100	0.00%	100	100	0.00%	100	100	0.00%
1	98.95	98.7	-0.26%	99.08	99.07	-0.01%	98.44	98.44	0.00%
2	79.84	79.56	-0.35%	86.5	86.43	-0.08%	70.48	70.64	0.22%
3	7.68	7.66	-0.28%	7.54	7.54	0.05%	6.67	6.69	0.24%
4	3.73	3.72	-0.27%	3.84	3.82	-0.56%	3.46	3.47	0.17%
10 FFF	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-4	2.61	2.6	-0.20%	2.55	2.57	0.64%	2.72	2.71	-0.31%
-3	6.48	6.5	0.30%	5.75	5.74	-0.12%	7.46	7.52	0.80%
-2	65.06	65.19	0.19%	62.21	62.2	-0.01%	73.26	73.52	0.36%
-1	96.91	97.04	0.14%	96.91	96.8	-0.12%	97.56	97.97	0.42%
0	100	100	0.00%	100	100	0.00%	100	100	0.00%
1	98.1	98.22	0.12%	98.42	98.34	-0.08%	97.11	97.24	0.13%
2	75.57	75.69	0.16%	81.3	81.3	0.00%	67.77	67.98	0.30%
3	7.93	7.92	-0.23%	7.83	7.83	-0.08%	6.79	6.78	-0.19%
4	2.73	2.73	0.07%	2.88	2.87	-0.34%	2.37	2.37	0.00%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.19.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-4.00	3.95	3.97	0.29%	4.27	4.29	0.30%	4.11	4.12	0.16%
-3.00	7.19	7.18	-0.11%	7.45	7.49	0.51%	7.60	7.61	0.06%
-2.00	69.05	69.17	0.17%	75.33	75.33	0.00%	72.98	73.11	0.17%
-1.00	98.75	98.93	0.19%	99.52	99.57	0.06%	99.39	99.77	0.38%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
1.00	99.46	99.61	0.14%	98.85	98.99	0.14%	98.54	99.22	0.68%
2.00	75.43	75.62	0.24%	70.54	70.59	0.07%	70.91	71.04	0.18%
3.00	7.83	7.79	-0.52%	7.15	7.15	0.02%	7.08	7.09	0.15%
4.00	4.11	4.17	1.38%	4.15	4.17	0.37%	4.11	4.12	0.16%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-4.00	3.52	3.50	-0.72%	3.80	3.78	-0.57%	3.59	3.57	-0.45%
-3.00	7.85	7.91	0.81%	8.25	8.25	0.08%	8.34	8.30	-0.49%
-2.00	67.60	67.85	0.36%	73.31	73.32	0.02%	70.85	70.52	-0.47%
-1.00	97.96	98.31	0.36%	99.36	99.37	0.02%	99.20	99.04	-0.15%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
1.00	99.22	99.54	0.32%	98.25	98.17	-0.08%	98.59	98.22	-0.38%
2.00	73.74	73.76	0.02%	68.50	68.49	-0.02%	69.50	69.20	-0.44%
3.00	8.67	8.70	0.28%	7.78	7.78	0.05%	8.04	8.31	3.14%
4.00	3.67	3.67	-0.03%	3.64	3.64	-0.20%	3.58	3.57	-0.38%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-4.00	3.84	3.82	-0.45%	3.72	3.72	0.10%	3.65	3.47	-5.32%
-3.00	7.51	7.55	0.52%	6.37	6.36	-0.01%	6.35	6.37	0.21%
-2.00	76.91	77.07	0.21%	64.35	64.32	-0.05%	61.95	62.29	0.53%
-1.00	98.67	98.85	0.18%	98.31	98.34	0.04%	98.33	98.21	-0.11%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
1.00	98.22	98.41	0.20%	98.89	98.84	-0.05%	99.01	98.94	-0.07%
2.00	65.17	65.25	0.12%	78.59	78.55	-0.06%	78.40	78.11	-0.37%
3.00	6.56	6.57	0.19%	7.32	7.31	-0.03%	7.63	7.65	0.22%
4.00	3.68	3.67	-0.33%	3.91	3.91	-0.02%	3.70	3.71	0.12%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-4.00	2.73	2.71	-0.86%	2.76	2.77	0.24%	2.45	2.43	-0.61%
-3.00	7.10	7.09	-0.16%	6.39	6.37	-0.25%	6.28	6.35	1.04%
-2.00	70.60	70.58	-0.03%	65.81	65.73	-0.13%	63.50	63.36	-0.21%
-1.00	98.07	98.00	-0.08%	97.07	97.10	0.04%	97.05	96.94	-0.11%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
1.00	97.14	97.06	-0.09%	97.97	98.06	0.10%	98.20	98.16	-0.04%
2.00	66.32	66.36	0.06%	71.59	71.64	0.07%	71.93	71.88	-0.06%
3.00	6.70	6.68	-0.33%	6.93	6.93	-0.03%	7.27	7.25	-0.15%
4.00	2.69	2.68	-0.53%	2.84	2.85	0.32%	2.72	2.72	-0.08%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.20.** 10X10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-8.00	6.19	6.15	-0.59%	6.11	6.11	0.10%	6.24	5.95	-4.91%
-6.00	19.28	19.27	-0.06%	15.96	15.94	-0.13%	17.24	16.91	-1.96%
-4.00	96.19	96.05	-0.15%	96.11	96.17	0.06%	97.78	97.73	-0.05%
-2.00	99.30	99.05	-0.25%	99.30	99.30	0.00%	100.00	100.00	0.00%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	100.21	100.13	-0.07%	100.31	100.35	0.03%	99.45	99.04	-0.41%
4.00	97.79	97.61	-0.18%	97.77	97.84	0.08%	96.24	96.18	-0.07%
6.00	17.57	17.56	-0.07%	17.59	17.59	-0.01%	18.32	18.33	0.05%
8.00	6.18	6.18	-0.14%	6.33	6.35	0.32%	5.77	5.76	-0.11%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-8.00	5.07	5.06	-0.16%	5.02	5.02	0.16%	5.16	5.15	-0.34%
-6.00	19.11	19.13	0.11%	16.10	16.12	0.12%	19.04	18.98	-0.30%
-4.00	96.94	97.05	0.11%	97.01	97.01	0.01%	99.37	98.79	-0.59%
-2.00	99.24	99.23	-0.01%	99.26	99.31	0.06%	101.16	100.88	-0.28%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	101.05	100.94	-0.11%	100.91	100.91	0.00%	99.11	98.78	-0.33%
4.00	99.37	99.36	-0.01%	99.24	99.26	0.02%	97.06	96.72	-0.35%
6.00	19.75	19.75	0.02%	19.87	19.88	0.05%	18.30	18.26	-0.23%
8.00	5.10	5.11	0.11%	5.30	5.30	0.12%	4.74	4.73	-0.23%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-8.00	5.54	5.53	-0.04%	5.41	5.41	0.03%	5.68	5.79	2.01%
-6.00	14.68	14.68	-0.03%	12.67	12.66	-0.12%	18.27	18.24	-0.17%
-4.00	90.33	90.26	-0.08%	90.23	90.18	-0.05%	91.17	90.98	-0.21%
-2.00	97.51	97.43	-0.08%	97.44	97.43	-0.01%	98.00	97.71	-0.30%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	97.88	97.91	0.04%	98.06	98.04	-0.03%	97.59	97.24	-0.36%
4.00	91.37	91.25	-0.13%	91.45	91.41	-0.04%	90.62	90.32	-0.33%
6.00	18.43	18.36	-0.38%	18.20	18.20	-0.04%	14.54	14.65	0.75%
8.00	5.73	5.71	-0.21%	5.79	5.79	-0.06%	5.47	5.45	-0.30%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-8.00	3.60	3.61	0.34%	3.56	3.57	0.28%	3.71	3.70	-0.28%
-6.00	13.23	13.20	-0.23%	11.18	11.18	0.01%	16.29	16.08	-1.31%
-4.00	84.55	84.47	-0.09%	84.35	84.36	0.01%	85.96	86.07	0.13%
-2.00	95.04	95.07	0.03%	94.95	94.97	0.02%	96.29	96.26	-0.03%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	96.23	96.27	0.04%	96.48	96.48	0.00%	95.17	95.24	0.07%
4.00	86.32	86.31	-0.01%	86.48	86.48	0.00%	84.54	84.73	0.22%
6.00	16.39	16.44	0.29%	16.40	16.41	0.06%	13.33	13.39	0.47%
8.00	3.69	3.70	0.23%	3.81	3.82	0.08%	3.54	3.50	-0.95%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.21.** 10X10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

6 MV	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-8.00	6.69	6.64	-0.63%	6.96	6.96	0.00%	6.69	6.69	0.03%
-6.00	16.27	16.26	-0.06%	16.76	16.78	0.15%	16.68	16.69	0.06%
-4.00	96.20	96.12	-0.09%	97.36	97.38	0.02%	97.18	97.19	0.01%
-2.00	99.47	99.34	-0.13%	100.06	100.10	0.04%	100.05	100.01	-0.04%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	100.26	100.04	-0.22%	99.23	99.26	0.03%	99.14	99.18	0.04%
4.00	97.51	97.49	-0.02%	96.15	96.18	0.03%	96.30	95.90	-0.42%
6.00	17.91	17.80	-0.62%	16.27	16.26	-0.06%	16.24	16.25	0.05%
8.00	6.93	6.92	-0.20%	6.78	6.77	-0.15%	6.68	6.40	-4.41%
10 MV	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-8.00	5.80	5.82	0.40%	6.14	6.15	0.19%	5.95	5.98	0.43%
-6.00	17.13	17.15	0.14%	17.61	17.60	-0.04%	17.38	17.45	0.41%
-4.00	97.06	97.03	-0.03%	98.94	98.95	0.01%	98.87	99.10	0.24%
-2.00	99.36	99.38	0.02%	100.76	100.79	0.03%	100.54	100.88	0.34%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	100.80	100.70	-0.10%	99.24	99.24	0.00%	99.20	99.68	0.48%
4.00	98.98	99.00	0.01%	97.02	97.11	0.09%	97.05	97.02	-0.03%
6.00	18.60	18.62	0.07%	17.02	17.05	0.16%	17.38	17.44	0.35%
8.00	6.04	6.05	0.12%	5.95	5.96	0.15%	5.69	5.71	0.34%
6 FFF	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-8.00	5.81	5.82	0.22%	5.65	5.64	-0.04%	5.60	5.60	0.03%
-6.00	16.53	16.54	0.06%	12.91	12.88	-0.23%	12.88	12.89	0.09%
-4.00	90.83	91.03	0.22%	90.25	90.17	-0.09%	90.18	90.16	-0.02%
-2.00	97.63	97.82	0.19%	97.51	97.44	-0.06%	97.48	97.54	0.06%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	97.40	97.49	0.09%	97.87	97.72	-0.15%	97.86	97.93	0.07%
4.00	90.18	90.26	0.09%	90.96	90.89	-0.07%	91.01	91.11	0.11%
6.00	13.44	13.49	0.38%	16.35	16.32	-0.19%	16.98	16.98	0.00%
8.00	5.68	5.69	0.13%	5.87	5.86	-0.10%	5.81	5.81	0.04%
10 FFF	BS-SW25	BS-SW50	FARK	SN-SW25	SN-SW50	FARK	MP-SW25	MP-SW50	FARK
-8.00	3.73	3.75	0.56%	3.75	3.75	-0.24%	3.72	3.71	-0.48%
-6.00	13.58	13.60	0.15%	11.73	11.71	-0.17%	11.71	11.80	0.73%
-4.00	85.85	85.94	0.10%	84.54	84.52	-0.02%	84.04	84.24	0.24%
-2.00	96.06	96.31	0.26%	95.10	95.12	0.02%	94.86	94.87	0.02%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
2.00	94.84	94.94	0.10%	96.25	96.31	0.07%	96.28	96.41	0.13%
4.00	84.25	84.54	0.34%	85.97	85.93	-0.05%	85.85	86.22	0.43%
6.00	12.27	12.34	0.63%	13.49	13.50	0.04%	13.88	14.02	0.97%
8.00	3.69	3.70	0.21%	3.85	3.84	-0.16%	3.76	3.71	-1.26%

Farklı su fantomlarında 10x10 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.22.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	93.03	93.28	0.27%	93.20	93.22	0.02%	94.83	94.31	-0.55%
-10.00	99.10	99.35	0.25%	99.62	99.64	0.02%	101.23	100.78	-0.45%
-5.00	99.92	100.17	0.25%	100.44	100.49	0.05%	102.04	101.51	-0.52%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	101.89	101.91	0.02%	101.94	101.89	-0.04%	100.35	99.96	-0.39%
10.00	101.09	101.22	0.13%	101.13	101.14	0.01%	99.92	99.54	-0.37%
15.00	94.56	94.84	0.29%	95.16	95.14	-0.02%	93.57	93.08	-0.52%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	95.32	95.54	0.24%	95.51	95.52	0.01%	97.22	96.93	-0.29%
-10.00	100.47	100.64	0.17%	101.09	101.13	0.03%	102.55	102.57	0.02%
-5.00	100.55	100.62	0.07%	101.18	101.17	-0.01%	103.00	102.99	-0.01%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	102.99	102.85	-0.13%	102.94	102.97	0.04%	101.12	101.03	-0.09%
10.00	102.50	102.60	0.10%	102.69	102.69	-0.01%	101.09	101.08	-0.01%
15.00	97.08	97.20	0.12%	97.64	97.66	0.02%	95.91	95.86	-0.06%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	61.94	61.97	0.05%	61.40	61.41	0.02%	97.22	96.93	-0.29%
-10.00	77.49	77.66	0.22%	77.32	77.30	-0.02%	102.55	102.57	0.02%
-5.00	91.52	91.67	0.16%	91.46	91.41	-0.06%	103.00	102.99	-0.01%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	92.53	92.47	-0.06%	92.70	92.69	-0.01%	101.12	101.03	-0.09%
10.00	78.61	78.61	0.01%	78.71	78.69	-0.02%	101.09	101.08	-0.01%
15.00	62.95	62.96	0.01%	63.25	63.20	-0.08%	95.91	95.86	-0.06%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	48.77	48.94	0.35%	48.47	48.46	-0.01%	62.63	62.69	0.09%
-10.00	64.32	64.36	0.07%	64.09	64.09	0.00%	78.31	78.21	-0.12%
-5.00	83.20	83.26	0.07%	82.90	82.88	-0.02%	92.34	92.22	-0.13%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	84.91	84.86	-0.06%	85.25	85.23	-0.03%	91.74	91.62	-0.13%
10.00	65.69	65.70	0.02%	65.97	65.94	-0.05%	77.72	77.61	-0.15%
15.00	49.93	49.90	-0.05%	50.24	50.26	0.05%	61.98	61.90	-0.14%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede merkezden uzaklaşıldığında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.23.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	93.26	93.36	0.11%	94.11	94.13	0.02%	94.20	94.28	0.08%
-10.00	99.56	99.73	0.17%	100.67	100.71	0.04%	100.34	100.57	0.22%
-5.00	100.34	100.65	0.30%	101.62	101.65	0.03%	101.42	101.47	0.05%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	101.55	101.63	0.09%	100.51	100.51	0.00%	99.95	100.23	0.28%
10.00	100.71	100.78	0.07%	99.90	99.97	0.07%	99.42	99.56	0.14%
15.00	94.50	94.65	0.16%	93.82	93.85	0.03%	93.10	93.11	0.01%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	95.69	95.53	-0.17%	96.62	96.70	0.09%	97.01	96.92	-0.10%
-10.00	101.02	100.93	-0.09%	102.35	102.42	0.07%	102.55	102.52	-0.03%
-5.00	101.16	100.91	-0.26%	102.65	102.72	0.06%	102.96	102.82	-0.14%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	102.64	102.43	-0.21%	101.11	101.16	0.05%	101.09	101.09	0.01%
10.00	102.30	102.21	-0.09%	101.23	101.36	0.13%	101.00	101.07	0.07%
15.00	97.01	96.80	-0.21%	96.18	96.29	0.11%	95.49	95.78	0.31%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	62.55	62.58	0.04%	61.59	61.59	0.00%	61.91	62.08	0.28%
-10.00	78.11	78.24	0.16%	77.53	77.56	0.04%	77.69	77.93	0.31%
-5.00	92.19	92.28	0.09%	91.59	91.62	0.04%	91.70	91.98	0.31%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	91.75	91.83	0.08%	92.48	92.53	0.06%	92.21	92.50	0.32%
10.00	77.87	77.89	0.03%	78.54	78.55	0.01%	78.06	78.24	0.22%
15.00	62.12	62.19	0.11%	62.98	63.01	0.06%	62.38	62.47	0.14%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK</b>
-15.00	49.63	49.62	-0.02%	48.83	48.81	-0.05%	48.85	48.96	0.22%
-10.00	65.38	65.45	0.11%	64.55	64.51	-0.06%	64.52	64.55	0.05%
-5.00	84.72	84.68	-0.05%	83.24	83.21	-0.04%	83.21	83.18	-0.04%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%
5.00	83.18	83.18	0.01%	85.39	85.32	-0.08%	84.64	84.46	-0.22%
10.00	64.43	64.41	-0.03%	66.13	66.11	-0.03%	65.24	65.20	-0.07%
15.00	48.92	48.90	-0.04%	50.31	50.30	-0.03%	49.36	49.58	0.44%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede merkezden uzaklaşıldığında kısmi farklar görüldü.

#### 4.4. Profil Verilerinin Sistemler Arasında Karşılaştırılması

**Tablo 4.24.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

Enine (Crossplane)				Boyuna (Inplane)			
6 MV	BS-C5	SN-C5	FARK	6 MV	BS-C5	SN-C5	FARK
-4.00	3.81	3.86	1.40%	-4.00	3.97	4.30	7.75%
-3.00	7.41	6.92	-7.11%	-3.00	7.04	7.57	7.05%
-2.00	76.66	74.60	-2.77%	-2.00	69.04	75.06	8.03%
-1.00	98.89	98.85	-0.04%	-1.00	99.09	99.47	0.38%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
1.00	99.79	99.91	0.12%	1.00	99.63	98.73	-0.91%
2.00	74.38	80.32	7.40%	2.00	75.92	69.69	-8.94%
3.00	7.04	7.32	3.78%	3.00	7.63	7.17	-6.49%
4.00	3.76	3.95	4.85%	4.00	4.13	4.15	0.53%
10 MV	BS-C5	SN-C5	FARK	10 MV	BS-C5	SN-C5	FARK
-4.00	3.18	3.19	0.47%	-4.00	3.49	3.79	7.77%
-3.00	7.89	7.31	-7.99%	-3.00	7.71	8.39	8.10%
-2.00	71.32	69.24	-3.00%	-2.00	67.61	73.02	7.40%
-1.00	98.07	98.24	0.17%	-1.00	98.00	99.34	1.36%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
1.00	99.47	99.79	0.33%	1.00	99.33	98.03	-1.32%
2.00	75.26	80.19	6.15%	2.00	73.81	67.74	-8.95%
3.00	8.33	8.63	3.51%	3.00	8.44	7.83	-7.81%
4.00	3.27	3.43	4.71%	4.00	3.63	3.63	0.11%
6 FFF	BS-C5	SN-C5	FARK	6 FFF	BS-C5	SN-C5	FARK
-4.00	3.60	3.48	-3.42%	-4.00	3.84	3.73	-2.98%
-3.00	6.43	6.03	-6.64%	-3.00	7.34	6.43	-14.28%
-2.00	67.54	64.33	-5.00%	-2.00	77.14	64.31	-19.95%
-1.00	98.37	98.18	-0.20%	-1.00	98.83	98.37	-0.47%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
1.00	98.91	98.90	-0.02%	1.00	98.38	98.94	0.56%
2.00	80.13	85.41	6.19%	2.00	65.52	77.77	15.74%
3.00	7.47	7.58	1.49%	3.00	6.48	7.34	11.71%
4.00	3.72	3.83	2.68%	4.00	3.67	3.87	4.95%
10 FFF	BS-C5	SN-C5	FARK	10 FFF	BS-C5	SN-C5	FARK
-4.00	2.62	2.57	-1.96%	-4.00	2.71	2.78	2.33%
-3.00	6.30	5.83	-8.07%	-3.00	6.88	6.49	-5.97%
-2.00	64.99	62.48	-4.02%	-2.00	70.60	65.78	-7.34%
-1.00	96.84	97.04	0.21%	-1.00	97.79	97.10	-0.71%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
1.00	98.23	98.36	0.14%	1.00	97.18	98.05	0.89%
2.00	75.88	80.62	5.88%	2.00	66.51	70.86	6.14%
3.00	7.66	7.91	3.17%	3.00	6.54	6.98	6.32%
4.00	2.76	2.86	3.55%	4.00	2.68	2.84	5.39%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine ve boyuna yönde sürekli ölçümler yapıldı. Sistemler, tarama hızına göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.25.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

Enine (Crossplane)				Boyuna (Inplane)			
PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK	PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK
-8.00	6.15	6.09	-0.97%	-8.00	6.66	7.03	5.35%
-6.00	18.71	15.68	-19.34%	-6.00	15.83	16.53	4.23%
-4.00	96.14	95.85	-0.29%	-4.00	96.18	97.75	1.60%
-2.00	99.30	99.11	-0.19%	-2.00	99.35	100.42	1.07%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
2.00	100.36	100.31	-0.05%	2.00	100.02	99.64	-0.38%
4.00	97.69	97.61	-0.09%	4.00	97.33	96.31	-1.06%
6.00	17.17	17.01	-0.97%	6.00	17.48	15.87	-10.15%
8.00	6.15	6.31	2.55%	8.00	6.93	6.80	-1.82%
PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK	PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK
-8.00	5.04	5.03	-0.29%	-8.00	5.76	6.12	5.91%
-6.00	18.66	15.96	-16.90%	-6.00	16.79	17.38	3.42%
-4.00	97.13	97.06	-0.07%	-4.00	96.97	98.96	2.01%
-2.00	99.22	99.26	0.04%	-2.00	99.18	100.76	1.57%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
2.00	101.03	100.94	-0.08%	2.00	100.65	99.15	-1.51%
4.00	99.43	99.11	-0.31%	4.00	98.73	97.15	-1.63%
6.00	19.30	19.26	-0.24%	6.00	18.22	16.66	-9.38%
8.00	5.12	5.31	3.48%	8.00	6.05	5.94	-1.84%
PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK	PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK
-8.00	5.50	5.43	-1.34%	-8.00	5.82	5.63	-3.29%
-6.00	14.25	12.53	-13.76%	-6.00	16.00	12.73	-25.68%
-4.00	90.31	90.17	-0.15%	-4.00	90.99	90.04	-1.05%
-2.00	97.37	97.32	-0.05%	-2.00	97.85	97.26	-0.61%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
2.00	97.77	97.82	0.05%	2.00	97.60	97.71	0.12%
4.00	91.01	91.37	0.39%	4.00	90.28	90.83	0.60%
6.00	17.71	17.38	-1.87%	6.00	13.28	15.78	15.89%
8.00	5.70	5.77	1.24%	8.00	5.71	5.87	2.64%
PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK	PROFIL	BS-C5	SN-C5	FARK
-8.00	3.55	3.58	0.63%	-8.00	3.75	3.75	0.04%
-6.00	12.81	11.16	-14.84%	-6.00	13.23	11.56	-14.45%
-4.00	84.45	84.26	-0.22%	-4.00	85.92	84.47	-1.72%
-2.00	94.91	94.77	-0.15%	-2.00	96.14	95.05	-1.15%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
2.00	96.14	96.39	0.25%	2.00	94.93	96.24	1.35%
4.00	86.29	86.37	0.10%	4.00	84.44	85.90	1.71%
6.00	15.86	15.73	-0.81%	6.00	12.09	13.15	8.09%
8.00	3.68	3.81	3.30%	8.00	3.68	3.83	3.87%

Farklı su fantomlarında 10x10 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine ve boyuna yönde sürekli ölçümler yapıldı. Sistemler, tarama hızına göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.26.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>Crossplane</b>				<b>Inplane</b>			
<b>6 MV</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>	<b>6 MV</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>
-15.00	93.15	93.31	0.17%	-15.00	93.10	93.99	0.95%
-10.00	99.40	99.68	0.27%	-10.00	99.56	100.66	1.09%
-5.00	99.92	100.56	0.64%	-5.00	100.24	101.50	1.24%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
5.00	101.88	101.92	0.04%	5.00	101.43	100.42	-1.01%
10.00	101.12	101.09	-0.03%	10.00	100.56	99.82	-0.74%
15.00	94.82	95.26	0.47%	15.00	94.54	93.71	-0.88%
<b>10 MV</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>	<b>10 MV</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>
-15.00	95.40	95.48	0.08%	-15.00	95.55	96.57	1.05%
-10.00	100.50	101.03	0.53%	-10.00	100.90	102.34	1.40%
-5.00	100.62	101.13	0.51%	-5.00	100.83	102.62	1.75%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
5.00	102.75	102.92	0.17%	5.00	102.53	101.04	-1.48%
10.00	102.62	102.65	0.03%	10.00	102.00	101.18	-0.81%
15.00	97.19	97.64	0.46%	15.00	96.79	96.16	-0.66%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>	<b>6 FFF</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>
-15.00	62.01	61.40	-0.99%	-15.00	62.59	61.63	-1.57%
-10.00	77.50	77.30	-0.26%	-10.00	78.23	77.57	-0.84%
-5.00	91.58	91.48	-0.11%	-5.00	92.42	91.63	-0.86%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
5.00	92.56	92.72	0.17%	5.00	91.91	92.45	0.59%
10.00	78.62	78.71	0.11%	10.00	78.08	78.54	0.60%
15.00	62.95	63.23	0.43%	15.00	62.23	63.03	1.25%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>	<b>10 FFF</b>	<b>BS-C5</b>	<b>SN-C5</b>	<b>FARK</b>
-15.00	48.80	48.54	-0.53%	-15.00	49.68	48.88	-1.64%
-10.00	64.39	64.21	-0.27%	-10.00	65.42	64.52	-1.39%
-5.00	83.02	82.91	-0.14%	-5.00	84.59	83.21	-1.66%
0.00	100.00	100.00	0.00%	0.00	100.00	100.00	0.00%
5.00	84.74	85.30	0.66%	5.00	83.26	85.15	2.22%
10.00	65.52	65.93	0.61%	10.00	64.57	66.05	2.24%
15.00	49.77	50.28	1.00%	15.00	49.06	50.22	2.31%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine ve boyuna yönde sürekli ölçümler yapıldı. Sistemler, tarama hızına göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede, merkezden uzaklaşıldığında farklar görüldü.

**Tablo 4.27.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.84	3.81	-0.82%	3.59	-6.97%	3.85	3.84	-0.23%	3.69	-4.24%
-3.00	7.61	6.82	-11.60%	7.08	-7.45%	7.62	6.82	-11.71%	7.09	-7.45%
-2.00	76.54	74.89	-2.20%	72.04	-6.25%	76.64	74.93	-2.28%	72.04	-6.38%
-1.00	98.83	98.90	0.07%	99.66	0.83%	98.87	98.79	-0.08%	99.80	0.94%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.90	99.73	-0.17%	99.05	-0.87%	99.71	99.73	0.02%	99.27	-0.44%
2.00	74.18	81.37	8.84%	78.00	4.91%	74.08	81.32	8.90%	78.04	5.07%
3.00	7.24	7.29	0.77%	7.79	7.12%	7.26	7.28	0.36%	7.80	6.97%
4.00	3.76	3.95	4.92%	3.68	-2.10%	3.75	3.93	4.61%	3.68	-1.67%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.21	3.19	-0.59%	3.12	-2.87%	3.20	3.19	-0.30%	3.13	-2.13%
-3.00	8.19	7.19	-13.87%	8.18	-0.07%	8.15	7.17	-13.67%	8.23	0.94%
-2.00	71.50	69.30	-3.17%	72.86	1.87%	71.36	69.29	-2.99%	72.90	2.11%
-1.00	98.16	98.24	0.08%	99.38	1.24%	97.77	98.18	0.42%	99.59	1.82%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.61	99.63	0.03%	98.13	-1.50%	99.18	99.63	0.45%	98.66	-0.53%
2.00	75.09	80.95	7.24%	73.37	-2.34%	74.84	80.90	7.49%	73.42	-1.94%
3.00	8.58	8.61	0.29%	8.46	-1.50%	8.52	8.58	0.66%	8.51	-0.12%
4.00	3.26	3.43	5.07%	3.11	-4.77%	3.24	3.43	5.33%	3.13	-3.62%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.60	3.49	-3.32%	3.70	2.58%	3.60	3.48	-3.37%	3.66	1.75%
-3.00	6.54	5.99	-9.21%	7.48	12.51%	6.54	5.99	-9.19%	7.50	12.76%
-2.00	67.57	64.41	-4.91%	77.83	13.18%	67.52	64.37	-4.89%	77.99	13.43%
-1.00	98.21	98.30	0.09%	98.51	0.31%	98.16	98.26	0.10%	98.71	0.55%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.95	99.08	0.13%	98.44	-0.52%	98.70	99.07	0.38%	98.44	-0.26%
2.00	79.84	86.50	7.71%	70.48	-13.27%	79.56	86.43	7.95%	70.64	-12.62%
3.00	7.68	7.54	-1.85%	6.67	-15.10%	7.66	7.54	-1.52%	6.69	-14.50%
4.00	3.73	3.84	2.84%	3.46	-7.68%	3.72	3.82	2.56%	3.47	-7.20%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	2.61	2.55	-2.02%	2.72	4.29%	2.60	2.57	-1.17%	2.71	4.18%
-3.00	6.48	5.75	-12.66%	7.46	14.99%	6.50	5.74	-13.14%	7.52	13.61%
-2.00	65.06	62.21	-4.58%	73.26	11.19%	65.19	62.20	-4.80%	73.52	11.34%
-1.00	96.91	96.91	0.01%	97.56	0.67%	97.04	96.80	-0.25%	97.97	0.94%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.10	98.42	0.33%	97.11	-1.01%	98.22	98.34	0.13%	97.24	-1.01%
2.00	75.57	81.30	7.04%	67.77	-11.51%	75.69	81.30	6.89%	67.98	-11.34%
3.00	7.93	7.83	-1.31%	6.79	-16.78%	7.92	7.83	-1.16%	6.78	-16.73%
4.00	2.73	2.88	5.24%	2.37	-15.28%	2.73	2.87	4.85%	2.37	-15.36%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.28.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	6.19	6.11	-1.36%	6.24	0.81%	6.15	6.11	-0.67%	5.95	-3.46%
-6.00	19.28	15.96	-20.82%	17.24	-11.83%	19.27	15.94	-20.90%	16.91	-13.94%
-4.00	96.19	96.11	-0.08%	97.78	1.62%	96.05	96.17	0.13%	97.73	1.72%
-2.00	99.30	99.30	0.00%	100.00	0.70%	99.05	99.30	0.25%	100.00	0.95%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.21	100.31	0.11%	99.45	-0.76%	100.13	100.35	0.21%	99.04	-1.10%
4.00	97.79	97.77	-0.02%	96.24	-1.61%	97.61	97.84	0.24%	96.18	-1.49%
6.00	17.57	17.59	0.13%	18.32	4.12%	17.56	17.59	0.19%	18.33	4.23%
8.00	6.18	6.33	2.26%	5.77	-7.24%	6.18	6.35	2.72%	5.76	-7.20%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.07	5.02	-0.99%	5.16	1.89%	5.06	5.02	-0.67%	5.15	1.71%
-6.00	19.11	16.10	-18.72%	19.04	-0.37%	19.13	16.12	-18.71%	18.98	-0.79%
-4.00	96.94	97.01	0.07%	99.37	2.44%	97.05	97.01	-0.03%	98.79	1.76%
-2.00	99.24	99.26	0.02%	101.16	1.90%	99.23	99.31	0.08%	100.88	1.63%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	101.05	100.91	-0.15%	99.11	-1.96%	100.94	100.91	-0.03%	98.78	-2.19%
4.00	99.37	99.24	-0.14%	97.06	-2.38%	99.36	99.26	-0.10%	96.72	-2.73%
6.00	19.75	19.87	0.61%	18.30	-7.91%	19.75	19.88	0.64%	18.26	-8.19%
8.00	5.10	5.30	3.66%	4.74	-7.62%	5.11	5.30	3.67%	4.73	-7.98%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.54	5.41	-2.38%	5.68	2.49%	5.53	5.41	-2.31%	5.79	4.49%
-6.00	14.68	12.67	-15.83%	18.27	19.66%	14.68	12.66	-15.94%	18.24	19.54%
-4.00	90.33	90.23	-0.11%	91.17	0.91%	90.26	90.18	-0.09%	90.98	0.79%
-2.00	97.51	97.44	-0.08%	98.00	0.50%	97.43	97.43	-0.01%	97.71	0.28%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	97.88	98.06	0.19%	97.59	-0.30%	97.91	98.04	0.13%	97.24	-0.70%
4.00	91.37	91.45	0.09%	90.62	-0.82%	91.25	91.41	0.17%	90.32	-1.03%
6.00	18.43	18.20	-1.24%	14.54	-26.72%	18.36	18.20	-0.90%	14.65	-25.30%
8.00	5.73	5.79	1.07%	5.47	-4.67%	5.71	5.79	1.23%	5.45	-4.76%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	3.60	3.56	-1.28%	3.71	2.81%	3.61	3.57	-1.33%	3.70	2.20%
-6.00	13.23	11.18	-18.27%	16.29	18.82%	13.20	11.18	-17.98%	16.08	17.95%
-4.00	84.55	84.35	-0.24%	85.96	1.64%	84.47	84.36	-0.13%	86.07	1.86%
-2.00	95.04	94.95	-0.09%	96.29	1.30%	95.07	94.97	-0.11%	96.26	1.24%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	96.23	96.48	0.26%	95.17	-1.11%	96.27	96.48	0.22%	95.24	-1.08%
4.00	86.32	86.48	0.19%	84.54	-2.11%	86.31	86.48	0.19%	84.73	-1.87%
6.00	16.39	16.40	0.05%	13.33	-23.02%	16.44	16.41	-0.19%	13.39	-22.80%
8.00	3.69	3.81	3.26%	3.54	-4.26%	3.70	3.82	3.11%	3.50	-5.49%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda, 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.29.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	93.03	93.20	0.19%	94.83	1.90%	93.28	93.22	-0.06%	94.31	1.09%
-10.00	99.10	99.62	0.53%	101.23	2.11%	99.35	99.64	0.30%	100.78	1.42%
-5.00	99.92	100.44	0.52%	102.04	2.08%	100.17	100.49	0.32%	101.51	1.32%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	101.89	101.94	0.04%	100.35	-1.54%	101.91	101.89	-0.02%	99.96	-1.95%
10.00	101.09	101.13	0.04%	99.92	-1.17%	101.22	101.14	-0.08%	99.54	-1.68%
15.00	94.56	95.16	0.63%	93.57	-1.06%	94.84	95.14	0.32%	93.08	-1.89%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	95.32	95.51	0.21%	97.22	1.95%	95.54	95.52	-0.02%	96.93	1.43%
-10.00	100.47	101.09	0.62%	102.55	2.03%	100.64	101.13	0.48%	102.57	1.88%
-5.00	100.55	101.18	0.62%	103.00	2.38%	100.62	101.17	0.55%	102.99	2.30%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	102.99	102.94	-0.05%	101.12	-1.84%	102.85	102.97	0.12%	101.03	-1.80%
10.00	102.50	102.69	0.19%	101.09	-1.39%	102.60	102.69	0.08%	101.08	-1.51%
15.00	97.08	97.64	0.58%	95.91	-1.21%	97.20	97.66	0.47%	95.86	-1.40%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	61.94	61.40	-0.88%	62.63	1.10%	61.97	61.41	-0.91%	62.69	1.15%
-10.00	77.49	77.32	-0.22%	78.31	1.04%	77.66	77.30	-0.47%	78.21	0.70%
-5.00	91.52	91.46	-0.06%	92.34	0.89%	91.67	91.41	-0.28%	92.22	0.60%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	92.53	92.70	0.19%	91.74	-0.86%	92.47	92.69	0.24%	91.62	-0.93%
10.00	78.61	78.71	0.12%	77.72	-1.14%	78.61	78.69	0.09%	77.61	-1.30%
15.00	62.95	63.25	0.47%	61.98	-1.56%	62.96	63.20	0.38%	61.90	-1.71%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	48.77	48.47	-0.62%	49.68	1.83%	48.94	48.46	-0.99%	49.75	1.63%
-10.00	64.32	64.09	-0.36%	65.46	1.74%	64.36	64.09	-0.42%	65.57	1.84%
-5.00	83.20	82.90	-0.36%	84.58	1.63%	83.26	82.88	-0.45%	84.71	1.71%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	84.91	85.25	0.40%	83.42	-1.78%	84.86	85.23	0.44%	83.35	-1.81%
10.00	65.69	65.97	0.42%	64.42	-1.97%	65.70	65.94	0.36%	64.42	-1.98%
15.00	49.93	50.24	0.62%	48.71	-2.49%	49.90	50.26	0.71%	48.88	-2.10%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte enine yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler kendi içerisinde, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede merkezden uzaklaşıldığında farklar görüldü.

**Tablo 4.30.** 4x4 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.95	4.27	7.44%	4.11	3.80%	3.97	4.29	7.46%	4.12	3.68%
-3.00	7.19	7.45	3.55%	7.60	5.47%	7.18	7.49	4.15%	7.61	5.62%
-2.00	69.05	75.33	8.33%	72.98	5.39%	69.17	75.33	8.17%	73.11	5.39%
-1.00	98.75	99.52	0.77%	99.39	0.65%	98.93	99.57	0.64%	99.77	0.84%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.46	98.85	-0.62%	98.54	-0.94%	99.61	98.99	-0.62%	99.22	-0.39%
2.00	75.43	70.54	-6.93%	70.91	-6.39%	75.62	70.59	-7.12%	71.04	-6.45%
3.00	7.83	7.15	-9.41%	7.08	-10.58%	7.79	7.15	-8.82%	7.09	-9.84%
4.00	4.11	4.15	0.99%	4.11	-0.08%	4.17	4.17	-0.03%	4.12	-1.32%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.52	3.80	7.30%	3.59	1.78%	3.50	3.78	7.44%	3.57	2.05%
-3.00	7.85	8.25	4.85%	8.34	5.94%	7.91	8.25	4.14%	8.30	4.70%
-2.00	67.60	73.31	7.79%	70.85	4.58%	67.85	73.32	7.47%	70.52	3.80%
-1.00	97.96	99.36	1.41%	99.20	1.25%	98.31	99.37	1.07%	99.04	0.74%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	99.22	98.25	-0.99%	98.59	-0.64%	99.54	98.17	-1.40%	98.22	-1.34%
2.00	73.74	68.50	-7.65%	69.50	-6.10%	73.76	68.49	-7.69%	69.20	-6.59%
3.00	8.67	7.78	-11.46%	8.04	-7.79%	8.70	7.78	-11.72%	8.31	-4.71%
4.00	3.67	3.64	-0.74%	3.58	-2.46%	3.67	3.64	-0.91%	3.57	-2.83%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	3.84	3.72	-3.24%	3.65	-5.11%	3.82	3.72	-2.67%	3.47	-10.20%
-3.00	7.51	6.37	-18.01%	6.35	-18.23%	7.55	6.36	-18.63%	6.37	-18.60%
-2.00	76.91	64.35	-19.51%	61.95	-24.14%	77.07	64.32	-19.81%	62.29	-23.73%
-1.00	98.67	98.31	-0.37%	98.33	-0.35%	98.85	98.34	-0.51%	98.21	-0.64%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	98.22	98.89	0.68%	99.01	0.80%	98.41	98.84	0.43%	98.94	0.53%
2.00	65.17	78.59	17.08%	78.40	16.87%	65.25	78.55	16.93%	78.11	16.47%
3.00	6.56	7.32	10.36%	7.63	14.08%	6.57	7.31	10.16%	7.65	14.10%
4.00	3.68	3.91	5.75%	3.70	0.55%	3.67	3.91	6.04%	3.71	0.99%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-4.00	2.73	2.76	1.12%	2.45	-11.49%	2.71	2.77	2.20%	2.43	-11.22%
-3.00	7.10	6.39	-11.18%	6.28	-13.01%	7.09	6.37	-11.29%	6.35	-11.65%
-2.00	70.60	65.81	-7.28%	63.50	-11.19%	70.58	65.73	-7.38%	63.36	-11.39%
-1.00	98.07	97.07	-1.04%	97.05	-1.06%	98.00	97.10	-0.92%	96.94	-1.09%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
1.00	97.14	97.97	0.84%	98.20	1.08%	97.06	98.06	1.03%	98.16	1.13%
2.00	66.32	71.59	7.36%	71.93	7.79%	66.36	71.64	7.37%	71.88	7.68%
3.00	6.70	6.93	3.23%	7.27	7.74%	6.68	6.93	3.52%	7.25	7.90%
4.00	2.69	2.84	5.10%	2.72	1.11%	2.68	2.85	5.90%	2.72	1.55%

Farklı su fantomlarında 4x4 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan kenarı ve dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.31.** 10x10 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	6.69	6.96	3.91%	6.69	0.03%	6.64	6.96	4.52%	6.69	0.69%
-6.00	16.27	16.76	2.90%	16.68	2.47%	16.26	16.78	3.11%	16.69	2.59%
-4.00	96.20	97.36	1.19%	97.18	1.00%	96.12	97.38	1.30%	97.19	1.10%
-2.00	99.47	100.06	0.59%	100.05	0.58%	99.34	100.10	0.75%	100.01	0.67%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.26	99.23	-1.05%	99.14	-1.14%	100.04	99.26	-0.79%	99.18	-0.87%
4.00	97.51	96.15	-1.41%	96.30	-1.25%	97.49	96.18	-1.36%	95.90	-1.65%
6.00	17.91	16.27	-10.02%	16.24	-10.27%	17.80	16.26	-9.42%	16.25	-9.54%
8.00	6.93	6.78	-2.23%	6.68	-3.73%	6.92	6.77	-2.19%	6.40	-8.10%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.80	6.14	5.48%	5.95	2.54%	5.82	6.15	5.27%	5.98	2.57%
-6.00	17.13	17.61	2.73%	17.38	1.45%	17.15	17.60	2.55%	17.45	1.72%
-4.00	97.06	98.94	1.90%	98.87	1.83%	97.03	98.95	1.94%	99.10	2.09%
-2.00	99.36	100.76	1.38%	100.54	1.17%	99.38	100.79	1.40%	100.88	1.49%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	100.80	99.24	-1.58%	99.20	-1.62%	100.70	99.24	-1.47%	99.68	-1.03%
4.00	98.98	97.02	-2.03%	97.05	-1.99%	99.00	97.11	-1.95%	97.02	-2.03%
6.00	18.60	17.02	-9.31%	17.38	-7.04%	18.62	17.05	-9.22%	17.44	-6.74%
8.00	6.04	5.95	-1.60%	5.69	-6.15%	6.05	5.96	-1.57%	5.71	-5.92%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	5.81	5.65	-2.88%	5.60	-3.75%	5.82	5.64	-3.15%	5.60	-3.95%
-6.00	16.53	12.91	-28.03%	12.88	-28.37%	16.54	12.88	-28.39%	12.89	-28.33%
-4.00	90.83	90.25	-0.64%	90.18	-0.72%	91.03	90.17	-0.95%	90.16	-0.97%
-2.00	97.63	97.51	-0.13%	97.48	-0.16%	97.82	97.44	-0.39%	97.54	-0.29%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	97.40	97.87	0.47%	97.86	0.46%	97.49	97.72	0.23%	97.93	0.44%
4.00	90.18	90.96	0.86%	91.01	0.92%	90.26	90.89	0.69%	91.11	0.93%
6.00	13.44	16.35	17.83%	16.98	20.87%	13.49	16.32	17.36%	16.98	20.57%
8.00	5.68	5.87	3.20%	5.81	2.17%	5.69	5.86	2.97%	5.81	2.08%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-8.00	3.73	3.75	0.58%	3.72	-0.25%	3.75	3.75	-0.21%	3.71	-1.29%
-6.00	13.58	11.73	-15.75%	11.71	-15.96%	13.60	11.71	-16.12%	11.80	-15.28%
-4.00	85.85	84.54	-1.55%	84.04	-2.15%	85.94	84.52	-1.68%	84.24	-2.01%
-2.00	96.06	95.10	-1.01%	94.86	-1.27%	96.31	95.12	-1.25%	94.87	-1.52%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
2.00	94.84	96.25	1.46%	96.28	1.50%	94.94	96.31	1.43%	96.41	1.53%
4.00	84.25	85.97	2.00%	85.85	1.86%	84.54	85.93	1.61%	86.22	1.94%
6.00	12.27	13.49	9.08%	13.88	11.65%	12.34	13.50	8.54%	14.02	11.95%
8.00	3.69	3.85	4.11%	3.76	1.87%	3.70	3.84	3.76%	3.71	0.43%

Farklı su fantomlarında 10x10 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede alan kenarı ve dışında farklar görüldü.

**Tablo 4.32.** 30x30 cm<sup>2</sup> alanda BS-SN ve MP fantomun aynı ölçüm tiplerinin karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	93.26	94.11	0.90%	94.20	1.00%	93.36	94.13	0.81%	94.28	0.97%
-10.00	99.56	100.67	1.10%	100.34	0.78%	99.73	100.71	0.98%	100.57	0.83%
-5.00	100.34	101.62	1.26%	101.42	1.07%	100.65	101.65	0.99%	101.47	0.82%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	101.55	100.51	-1.03%	99.95	-1.60%	101.63	100.51	-1.11%	100.23	-1.40%
10.00	100.71	99.90	-0.81%	99.42	-1.29%	100.78	99.97	-0.81%	99.56	-1.22%
15.00	94.50	93.82	-0.72%	93.10	-1.50%	94.65	93.85	-0.85%	93.11	-1.65%
<b>10 MV</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	95.69	96.62	0.97%	97.01	1.37%	95.53	96.70	1.21%	96.92	1.44%
-10.00	101.02	102.35	1.29%	102.55	1.49%	100.93	102.42	1.46%	102.52	1.55%
-5.00	101.16	102.65	1.45%	102.96	1.74%	100.91	102.72	1.76%	102.82	1.86%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	102.64	101.11	-1.52%	101.09	-1.54%	102.43	101.16	-1.26%	101.09	-1.32%
10.00	102.30	101.23	-1.05%	101.00	-1.28%	102.21	101.36	-0.84%	101.07	-1.12%
15.00	97.01	96.18	-0.86%	95.49	-1.59%	96.80	96.29	-0.53%	95.78	-1.07%
<b>6 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	62.55	61.59	-1.56%	61.91	-1.04%	62.58	61.59	-1.60%	62.08	-0.80%
-10.00	78.11	77.53	-0.74%	77.69	-0.54%	78.24	77.56	-0.87%	77.93	-0.39%
-5.00	92.19	91.59	-0.66%	91.70	-0.54%	92.28	91.62	-0.71%	91.98	-0.32%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	91.75	92.48	0.78%	92.21	0.49%	91.83	92.53	0.76%	92.50	0.73%
10.00	77.87	78.54	0.86%	78.06	0.25%	77.89	78.55	0.84%	78.24	0.44%
15.00	62.12	62.98	36%	62.38	0.43%	62.19	63.01	1.31%	62.47	0.46%
<b>10 FFF</b>	<b>BS-SW25</b>	<b>SN-SW25</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW25</b>	<b>FARK2</b>	<b>BS-SW50</b>	<b>SN-SW50</b>	<b>FARK1</b>	<b>MP-SW50</b>	<b>FARK2</b>
-15.00	49.63	48.83	-1.62%	48.85	-1.59%	49.62	48.81	-1.66%	48.96	-1.35%
-10.00	65.38	64.55	-1.29%	64.52	-1.34%	65.45	64.51	-1.47%	64.55	-1.40%
-5.00	84.72	83.24	-1.78%	83.21	-1.82%	84.68	83.21	-1.77%	83.18	-1.81%
0.00	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%	100.00	100.00	0.00%	100.00	0.00%
5.00	83.18	85.39	2.59%	84.64	1.73%	83.18	85.32	2.50%	84.46	1.51%
10.00	64.43	66.13	2.57%	65.24	1.24%	64.41	66.11	2.57%	65.20	1.21%
15.00	48.92	50.31	2.77%	49.36	0.89%	48.90	50.30	2.77%	49.58	1.36%

Farklı su fantomlarında 30x30 alan boyutunda 10 cm derinlikte boyuna yönde adımlı ölçümler yapıldı. Sistemler, adım tipine göre karşılaştırıldı. Yapılan incelemede merkezden uzaklaşıldığında kısmi farklar görüldü.

**Tablo 4.33.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness (%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	4x4	2,53	0,27	6,16	5,86
<b>BS-C10</b>	4x4	2,60	0,30	6,17	5,83
<b>BS-C20</b>	4x4	2,51	0,25	6,18	5,84
<b>SN-C5</b>	4x4	2,64	0,17	5,41	4,66
<b>BS-SW25</b>	4x4	2,76	0,23	6,36	6,20
<b>SN-SW25</b>	4x4	2,54	0,20	5,60	5,25
<b>MP-SW25</b>	4x4	2,391	0,32	6,32	6,10
<b>BS-SW50</b>	4x4	2,74	0,14	6,35	6,21
<b>SN-SW50</b>	4x4	2,52	0,14	5,59	5,26
<b>MP-SW50</b>	4x4	2,71	0,02	6,32	6,09

<b>10 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness (%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	4x4	2,53	0,27	6,16	5,86
<b>BS-C10</b>	4x4	2,60	0,30	6,17	5,83
<b>BS-C20</b>	4x4	2,51	0,25	6,18	5,84
<b>SN-C5</b>	4x4	2,64	0,17	5,41	4,66
<b>BS-SW25</b>	4x4	2,76	0,23	6,36	6,20
<b>SN-SW25</b>	4x4	2,54	0,20	5,60	5,25
<b>MP-SW25</b>	4x4	2,391	0,32	6,32	6,10
<b>BS-SW50</b>	4x4	2,74	0,14	6,35	6,21
<b>SN-SW50</b>	4x4	2,52	0,14	5,59	5,26
<b>MP-SW50</b>	4x4	2,71	0,02	6,32	6,09

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.34.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	4x4	3,68	0,26	6,07	5,17
<b>BS-C10</b>	4x4	3,61	0,05	6,06	5,31
<b>BS-C20</b>	4x4	3,64	0,12	6,08	5,29
<b>SN-C5</b>	4x4	3,84	0,13	5,29	3,20
<b>BS-SW25</b>	4x4	3,96	0,12	6,35	5,82
<b>SN-SW25</b>	4x4	3,68	0,07	5,28	4,08
<b>MP-SW25</b>	4x4	3,80	0,03	6,22	6,30
<b>BS-SW50</b>	4x4	4,00	0,04	6,35	5,88
<b>SN-SW50</b>	4x4	3,73	0,10	5,29	4,11
<b>MP-SW50</b>	4x4	3,74	0,03	6,20	6,30
<hr/>					
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	4x4	5,69	0,02	6,77	6,32
<b>BS-C10</b>	4x4	5,76	0,08	6,76	6,40
<b>BS-C20</b>	4x4	5,81	0,48	6,76	6,39
<b>SN-C5</b>	4x4	5,95	0,07	6,02	5,18
<b>BS-SW25</b>	4x4	6,03	0,21	7,03	6,76
<b>SN-SW25</b>	4x4	5,87	0,14	5,90	5,71
<b>MP-SW25</b>	4x4	5,80	0,09	6,99	7,03
<b>BS-SW50</b>	4x4	5,95	0,19	7,00	6,74
<b>SN-SW50</b>	4x4	5,87	0,11	5,91	5,71
<b>MP-SW50</b>	4x4	5,65	0,02	6,92	7,02

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.35.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	10x10	2,37	0,71	7,31	7,04
<b>BS-C10</b>	10x10	2,29	0,41	7,31	7,02
<b>BS-C20</b>	10x10	2,15	0,44	7,28	7,04
<b>SN-C5</b>	10x10	2,37	0,57	6,50	6,35
<b>BS-SW25</b>	10x10	2,20	0,46	7,56	7,25
<b>SN-SW25</b>	10x10	2,23	0,53	6,57	6,17
<b>MP-SW25</b>	10x10	2,17	0,47	7,50	7,53
<b>BS-SW50</b>	10x10	2,17	0,37	7,59	7,33
<b>SN-SW50</b>	10x10	2,20	0,49	6,56	6,15
<b>MP-SW50</b>	10x10	2,22	0,54	7,38	7,53

<b>10 MV</b>					
<b>BS-C5</b>	10x10	2,07	1,19	7,76	7,45
<b>BS-C10</b>	10x10	2,09	0,98	7,77	7,48
<b>BS-C20</b>	10x10	2,02	1,11	7,74	7,44
<b>SN-C5</b>	10x10	1,97	1,12	7,03	6,85
<b>BS-SW25</b>	10x10	2,08	1,09	8,07	7,63
<b>SN-SW25</b>	10x10	1,98	0,98	7,10	6,89
<b>MP-SW25</b>	10x10	2,10	1,22	7,85	7,98
<b>BS-SW50</b>	10x10	2,04	1,15	8,06	7,70
<b>SN-SW50</b>	10x10	1,99	1,00	7,10	6,89
<b>MP-SW50</b>	10x10	2,11	0,89	7,84	8,02

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.36.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	10x10	5,09	0,02	8,21	8,18
<b>BS-C10</b>	10x10	5,17	0,06	8,20	8,14
<b>BS-C20</b>	10x10	5,16	0,12	8,18	8,11
<b>SN-C5</b>	10x10	5,17	0,18	7,34	7,26
<b>BS-SW25</b>	10x10	5,10	0,08	8,48	8,28
<b>SN-SW25</b>	10x10	5,16	0,11	7,40	7,40
<b>MP-SW25</b>	10x10	5,02	0,21	8,44	8,44
<b>BS-SW50</b>	10x10	5,15	0,10	8,48	8,44
<b>SN-SW50</b>	10x10	5,18	0,06	7,40	7,41
<b>MP-SW50</b>	10x10	5,08	0,01	8,50	8,52
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	10x10	8,43	0,34	7,34	7,22
<b>BS-C10</b>	10x10	8,46	0,07	7,36	7,22
<b>BS-C20</b>	10x10	8,53	0,11	7,34	7,20
<b>SN-C5</b>	10x10	8,57	0,15	6,64	6,54
<b>BS-SW25</b>	10x10	8,39	0,11	7,65	7,06
<b>SN-SW25</b>	10x10	8,50	0,04	6,55	6,42
<b>MP-SW25</b>	10x10	8,38	0,07	7,51	7,70
<b>BS-SW50</b>	10x10	8,42	0,09	7,61	7,46
<b>SN-SW50</b>	10x10	8,51	0,09	6,55	6,42
<b>MP-SW50</b>	10x10	8,30	0,07	7,45	7,06

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.37.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	30x30	2,04	1,60	9,31	9,15
<b>BS-C10</b>	30x30	2,12	1,71	9,30	9,15
<b>BS-C20</b>	30x30	2,17	1,72	9,31	9,12
<b>SN-C5</b>	30x30	1,95	1,39	8,37	8,40
<b>BS-SW25</b>	30x30	2,23	1,88	9,59	9,56
<b>SN-SW25</b>	30x30	1,93	1,41	8,37	8,38
<b>MP-SW25</b>	30x30	1,95	1,47	9,48	9,49
<b>BS-SW50</b>	30x30	2,03	1,68	9,59	9,54
<b>SN-SW50</b>	30x30	1,92	1,37	8,35	8,39
<b>MP-SW50</b>	30x30	1,88	1,49	9,50	9,52
<hr/>					
<b>10 MV</b>					
<b>BS-C5</b>	30x30	1,83	2,17	9,19	9,01
<b>BS-C10</b>	30x30	1,90	2,05	9,19	9,03
<b>BS-C20</b>	30x30	1,91	2,09	9,16	9,03
<b>SN-C5</b>	30x30	1,73	1,70	8,41	8,17
<b>BS-SW25</b>	30x30	1,92	2,26	9,49	9,23
<b>SN-SW25</b>	30x30	1,66	1,68	8,28	8,46
<b>MP-SW25</b>	30x30	1,69	1,79	9,37	9,43
<b>BS-SW50</b>	30x30	1,77	2,09	9,49	9,23
<b>SN-SW50</b>	30x30	1,68	1,63	8,30	8,45
<b>MP-SW50</b>	30x30	1,67	1,83	9,37	9,45

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.38.** BS-SN ve MP su fantomlarında enine yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	30x30	16,64	0,05	9,38	9,21
<b>BS-C10</b>	30x30	16,71	0,14	9,35	9,17
<b>BS-C20</b>	30x30	16,63	0,01	9,34	9,19
<b>SN-C5</b>	30x30	16,87	0,10	8,43	8,34
<b>BS-SW25</b>	30x30	16,67	0,07	9,63	9,57
<b>SN-SW25</b>	30x30	16,88	0,08	8,39	8,14
<b>MP-SW25</b>	30x30	16,36	0,03	9,56	9,70
<b>BS-SW50</b>	30x30	16,66	0,11	9,64	8,54
<b>SN-SW50</b>	30x30	16,88	0,07	8,43	8,15
<b>MP-SW50</b>	30x30	16,42	0,10	9,58	9,62
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	30x30	26,86	0,20	8,97	8,76
<b>BS-C10</b>	30x30	26,75	0,12	8,95	8,71
<b>BS-C20</b>	30x30	26,75	0,15	8,95	8,73
<b>SN-C5</b>	30x30	27,08	0,24	8,17	7,92
<b>BS-SW25</b>	30x30	26,76	0,13	9,20	9,02
<b>SN-SW25</b>	30x30	27,01	0,12	8,36	8,16
<b>MP-SW25</b>	30x30	26,54	0,04	9,08	9,10
<b>BS-SW50</b>	30x30	26,76	0,07	9,21	9,05
<b>SN-SW50</b>	30x30	26,99	0,16	8,36	8,17
<b>MP-SW50</b>	30x30	26,55	0,09	9,01	8,89

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde enine yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.39.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	4x4	3.40	0.25	6.01	5.67
<b>BS-C10</b>	4x4	3.58	0.37	6.08	5.72
<b>BS-C20</b>	4x4	3.37	0.05	6.09	5.67
<b>SN-C5</b>	4x4	3.17	0.06	5.91	5.99
<b>BS-SW25</b>	4x4	3.67	0.22	6.39	6.19
<b>SN-SW25</b>	4x4	2.98	0.09	6.00	6.14
<b>MP-SW25</b>	4x4	3.40	0.05	6.33	6.34
<b>BS-SW50</b>	4x4	3.62	0.16	6.37	6.16
<b>SN-SW50</b>	4x4	2.95	0.06	6.01	6.14
<b>MP-SW50</b>	4x4	3.32	0.01	6.33	6.33
<hr/>					
<b>10 MV</b>					
<b>BS-C5</b>	4x4	4.79	0.14	6.79	6.30
<b>BS-C10</b>	4x4	4.71	0.26	6.73	6.32
<b>BS-C20</b>	4x4	4.75	0.02	6.76	6.32
<b>SN-C5</b>	4x4	4.64	0.38	6.52	6.66
<b>BS-SW25</b>	4x4	5.07	0.12	7.05	6.71
<b>SN-SW25</b>	4x4	4.50	0.16	6.59	6.79
<b>MP-SW25</b>	4x4	4.77	0.43	6.88	7.01
<b>BS-SW50</b>	4x4	4.94	0.26	7.01	6.70
<b>SN-SW50</b>	4x4	4.52	0.15	6.59	6.79
<b>MP-SW50</b>	4x4	4.75	0.25	6.91	7.01

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.40.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 4x4 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	4x4	3.88	0.02	5.95	5.96
<b>BS-C10</b>	4x4	3.84	0.10	5.94	5.97
<b>BS-C20</b>	4x4	3.94	0.09	5.96	5.96
<b>SN-C5</b>	4x4	4.04	0.11	5.76	5.39
<b>BS-SW25</b>	4x4	4.322	0.05	6.19	6.19
<b>SN-SW25</b>	4x4	3.96	0.02	5.70	5.82
<b>MP- SW25</b>	4x4	4.84	0.07	6.06	5.88
<b>BS-SW50</b>	4x4	4.27	0.03	6.17	6.20
<b>SN-SW50</b>	4x4	3.96	0.08	5.71	5.82
<b>MP- SW50</b>	4x4	4.76	0.02	6.09	5.92
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	4x4	5.56	0.11	6.53	6.61
<b>BS-C10</b>	4x4	5.57	0.16	6.54	6.61
<b>BS-C20</b>	4x4	5.46	0.07	6.53	6.58
<b>SN-C5</b>	4x4	5.57	0.10	6.47	6.40
<b>BS-SW25</b>	4x4	5.69	0.03	6.83	6.85
<b>SN-SW25</b>	4x4	5.54	0.09	6.52	6.60
<b>MP- SW25</b>	4x4	6.38	0.18	6.86	6.74
<b>BS-SW50</b>	4x4	5.69	0.17	6.84	6.87
<b>SN-SW50</b>	4x4	5.54	0.10	6.53	6.59
<b>MP- SW50</b>	4x4	6.38	0.08	6.84	6.76

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımli ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.41.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 MV</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	10x10	2.13	0.12	7.31	7.18
<b>BS-C10</b>	10x10	2.17	0.46	7.32	7.16
<b>BS-C20</b>	10x10	2.16	0.52	7.31	7.16
<b>SN-C5</b>	10x10	2.19	0.50	6.95	7.15
<b>BS-SW25</b>	10x10	2.30	0.61	7.57	7.48
<b>SN-SW25</b>	10x10	2.13	0.32	7.04	7.20
<b>MP-SW25</b>	10x10	2.18	0.46	7.35	7.51
<b>BS-SW50</b>	10x10	2.21	0.48	7.60	7.47
<b>SN-SW50</b>	10x10	2.11	0.32	7.04	7.19
<b>MP-SW50</b>	10x10	2.35	0.51	7.39	7.55
<b>10 MV</b>					
<b>BS-C5</b>	10x10	1.88	0.90	7.74	7.60
<b>BS-C10</b>	10x10	1.84	0.78	7.76	7.58
<b>BS-C20</b>	10x10	2.03	1.06	7.73	7.60
<b>SN-C5</b>	10x10	1.85	0.82	7.39	7.56
<b>BS-SW25</b>	10x10	1.89	0.77	7.98	7.87
<b>SN-SW25</b>	10x10	1.91	0.80	7.39	7.46
<b>MP-SW25</b>	10x10	1.79	0.60	7.80	8.00
<b>BS-SW50</b>	10x10	1.90	0.89	7.96	7.87
<b>SN-SW50</b>	10x10	1.86	0.80	7.38	7.57
<b>MP-SW50</b>	10x10	1.98	0.85	7.78	7.98

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımli ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.42.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 10x10 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	10x10	5.20	0.90	8.08	8.09
<b>BS-C10</b>	10x10	5.24	0.78	8.12	8.15
<b>BS-C20</b>	10x10	5.13	1.06	8.11	8.12
<b>SN-C5</b>	10x10	5.24	0.82	7.93	7.98
<b>BS-SW25</b>	10x10	5.16	0.77	8.40	8.48
<b>SN-SW25</b>	10x10	5.13	0.80	7.90	7.81
<b>MP-SW25</b>	10x10	5.21	0.60	8.37	8.33
<b>BS-SW50</b>	10x10	5.12	0.89	8.40	8.44
<b>SN-SW50</b>	10x10	5.18	0.80	7.89	7.82
<b>MP-SW50</b>	10x10	5.23	0.85	8.35	8.34
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	10x10	8.44	0.15	7.05	7.21
<b>BS-C10</b>	10x10	8.51	0.14	7.01	7.19
<b>BS-C20</b>	10x10	8.49	0.18	7.03	7.20
<b>SN-C5</b>	10x10	8.48	0.13	6.99	6.91
<b>BS-SW25</b>	10x10	8.55	0.10	7.31	7.15
<b>SN-SW25</b>	10x10	8.41	0.01	6.99	6.98
<b>MP-SW25</b>	10x10	8.67	0.08	7.37	7.32
<b>BS-SW50</b>	10x10	8.38	0.02	7.30	7.15
<b>SN-SW50</b>	10x10	8.42	0.02	6.97	6.99
<b>MP-SW50</b>	10x10	8.57	0.04	7.38	7.30

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımli ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.43.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin MV enerjilerinde karşılaştırılması.

6 MV	Alan cm <sup>2</sup>	Flatness(%)	Symmetry(%)	Pen.Left(mm)	Pen Right(mm)
<b>BS-C5</b>	30x30	1.79	1.08	9.55	9.55
<b>BS-C10</b>	30x30	1.82	0.92	9.59	9.54
<b>BS-C20</b>	30x30	1.76	0.96	9.56	9.53
<b>SN-C5</b>	30x30	1.46	0.88	9.21	9.35
<b>BS-SW25</b>	30x30	1.71	0.91	9.91	9.80
<b>SN-SW25</b>	30x30	1.51	0.89	9.23	9.41
<b>MP-SW25</b>	30x30	1.71	1.18	9.85	9.73
<b>BS-SW50</b>	30x30	1.77	1.02	9.91	9.78
<b>SN-SW50</b>	30x30	1.52	0.94	9.23	9.40
<b>MP-SW50</b>	30x30	1.72	1.17	9.81	9.82
<b>10 MV</b>					
<b>BS-C5</b>	30x30	1.58	1.40	9.30	9.28
<b>BS-C10</b>	30x30	1.65	1.31	9.27	9.29
<b>BS-C20</b>	30x30	1.61	1.42	9.27	9.30
<b>SN-C5</b>	30x30	1.58	1.31	9.06	9.20
<b>BS-SW25</b>	30x30	1.61	1.38	9.64	9.53
<b>SN-SW25</b>	30x30	1.54	1.28	9.10	9.23
<b>MP-SW25</b>	30x30	1.52	1.50	9.58	9.60
<b>BS-SW50</b>	30x30	1.52	1.36	9.64	9.55
<b>SN-SW50</b>	30x30	1.56	1.27	9.10	9.21
<b>MP-SW50</b>	30x30	1.49	1.46	9.58	9.61

Farklı su fantomlarında 6 MV ve 10 MV enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımli ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.

**Tablo 4.44.** BS-SN ve MP su fantomlarında boyuna yönde alınan ölçümlerde, 30x30 alan boyutunda, temel parametrelerin FFF enerjilerinde karşılaştırılması.

<b>6 FFF</b>	<b>Alan cm<sup>2</sup></b>	<b>Flatness(%)</b>	<b>Symmetry(%)</b>	<b>Pen.Left(mm)</b>	<b>Pen Right(mm)</b>
<b>BS-C5</b>	30x30	16.23	0.02	9.40	9.32
<b>BS-C10</b>	30x30	16.33	0.05	9.42	9.36
<b>BS-C20</b>	30x30	16.29	0.08	9.41	9.36
<b>SN-C5</b>	30x30	16.61	0.03	9.13	9.16
<b>BS-SW25</b>	30x30	16.25	0.06	9.82	9.69
<b>SN-SW25</b>	30x30	16.71	0.02	9.15	9.15
<b>MP- SW25</b>	30x30	16.49	0.00	9.66	9.84
<b>BS-SW50</b>	30x30	16.24	0.01	9.79	9.70
<b>SN-SW50</b>	30x30	16.68	0.05	9.15	9.12
<b>MP- SW50</b>	30x30	16.40	0.02	9.56	9.79
<b>10 FFF</b>					
<b>BS-C5</b>	30x30	26.45	0.08	8.82	8.91
<b>BS-C10</b>	30x30	26.40	0.10	8.80	8.93
<b>BS-C20</b>	30x30	26.49	0.07	8.79	8.93
<b>SN-C5</b>	30x30	26.65	0.13	8.64	8.67
<b>BS-SW25</b>	30x30	26.48	0.14	9.15	8.97
<b>SN-SW25</b>	30x30	26.65	0.19	8.74	8.58
<b>MP- SW25</b>	30x30	26.72	0.26	9.01	9.15
<b>BS-SW50</b>	30x30	26.43	0.02	9.12	9.22
<b>SN-SW50</b>	30x30	26.68	0.13	8.74	8.57
<b>MP- SW50</b>	30x30	26.73	0.13	8.99	9.17

Farklı su fantomlarında 6 FFF ve 10 FFF enerjilerinde boyuna yönde tarama hızı, adım tipi ve ölçüm toplama süresine göre, sürekli ve adımlı ölçümler yapıldı. Ölçüm sonuçlarına göre hesaplatılan temel parametrelerin kabul değerler içinde olduğu görüldü.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. Tartışma

Su fantomları; cihaz parametrelerinin değerlendirilmesinde ve tedavi planlama sistemlerinin oluşturulmasında önemli yere sahiptir. Bu çalışmanın amacı, farklı su fantomları kullanarak lineer hızlandırıcıların temel enerji parametrelerini karşılaştırmaktır.

PDD ölçümleri tedavi planlama sistemlerinin yapısını oluşturan en temel ölçümlerin başında gelir. PDD derinliğe bağlı olarak dozun değişimini ve buna bağlı olarak enerji karakteristiğini gösterir. TPS sistemleri derinliğe bağlı doz hesabı yaparken PDD değerlerini kullanmaktadır.

Profil ölçümleri, ışınlanan doku hacmi içindeki dozun, bir çizgi boyunca uzaysal durumunu ya da konumu yansıtır. Doz profilleri merkez ışın eksenini üzerinde normalize edilerek gösterilir ve alan topografisi ile penumbranın tanımlaması için önemlidir.

Çalışmada PDD okumaları incelendiğinde, 1 cm derinlikte, yani build up bölgesi içerisinde okuma farkları gözlemlendi. Farkın nedeni bu bölgede elektronik dengenin olmaması, kullanılan dedektörün hacmi, sistemin hareket özelliği ve mekanik yapısının etkisinin yaratacağı belirsizlikler olarak ifade edilebilir. İyon odaları build up bölgesinde kusurlu olabilir. Build up bölgesindeki doz ölçümü için film dozimetre gibi farklı sistemler kullanılabilir.

Akino ve arkadaşları (26) yaptıkları çalışmada, dört farklı su fantomunda yüzde derin doz (PDD) ve ışın profillerinin arasındaki farklılıkları araştırmışlardır. Her bir su fantomu, 100 cm'lik kaynak-yüzey mesafesi (SSD) ile konumlandırılmıştır. Değişkenliği değerlendirmek için, bir hızlandırıcının PDD ve merkez dışı oranı (OCR) ölçülmüştür. Doz farkını hesaplamak için, ikincil profillerin aynı derinlikte veya birincil profile olan mesafedeki değerleri doğrusal interpolasyon kullanılarak

hesaplanmıştır. Değişkenlik değerlendirmesi için PDD' nin tekrarlanan ölçümleri başka kurumlarda yapılmıştır. 6 MV x ışını ile bir lineer hızlandırıcıdaki PDD' ler birkaç kez (üç ila dört) ölçülmüş ve değerlerin standart sapması (SD) hesaplanmıştır. İyon odalarının kutupsal etkilerini değerlendirmek için, PDD' ler tarama sistemi elektrometresinin pozitif ve negatif yanlılığı ile ölçülmüştür. Çalışmada 0,13 cm<sup>3</sup>, 0,125 cm<sup>3</sup> ve 0,123 cm<sup>3</sup> hacimli 3 farklı dedektör kullanılmıştır. Build-up bölgesindeki farkların ortalamaları; PTW için  $\pm$  SD % 0,69  $\pm$  % 0,70 (% -0,11 - % + 2,40), Sun Nuclear için % -1,27  $\pm$  % 1,46 (% -5,99 - % + 0,10) ve Standart Imaging için ise % 2,60 -% 3,55 (% -0.04 - +% 14.6) sonuçları bulunmuştur. Buna karşılık, dmaks ötesindeki derinliklerde (1,5 cm) daha küçük farklılıklar gözlemlendi. Farklılıklar % 0.16  $\pm$  % 0.11 (dağılım % -0.18 -% + 0.46), % -0.13  $\pm$  % 0.12 (% -0.68 -% + 0.29) ve % 0.08  $\pm$  % 0.12 (% -0.22 - + 0.37) (%) sırasıyla PTW, Sun Nuclear ve Standard Imaging sistemleri için çeşitli tarama sistemleriyle ölçülen 1.5, 5.0, 10.0 ve 20.0 cm derinlikte OCR' yi göstermektedir. Bizim çalışmamızda Build-up bölgesindeki farklar; Beamscan için (% -0,15 - % + 2,13), Sun Nuclear için (% -2,24 - % + 0,15) ve MP3 için ise (% -0.17 - +% 2,16) sonuçları bulunmuştur. Build-up bölgesinde sistemler arasında en büyük fark yaklaşık %4 olarak görülmüştür. Build-up bölgesinde enerji farketmeksizin alan büyüdükçe sistemler arasındaki farkların azaldığı gözlemlendi. Buna karşılık, dmaks ötesindeki derinliklerde (1,5 cm) farklı sistemlerin uyumlu olduğu gözlemlendi. Bu bölgede sistemler arası yapılan karşılaştırmalarda farklar, yaklaşık %1 ve daha az olarak gözlemlendi.

Al Kafi ve arkadaşları (27), bir robotik stereotaktik radyocerrahi sisteminin ölçümlerini yapmak için Sun Nuclear su fantomunun sürekli ve adımli tarama tipini karşılaştırmışlardır. Su fantomunun, iki tarama tipini tutarlılık açısından karşılaştırmak amacıyla adımli ve sürekli tarama tiplerinde profil ölçümleri alınmıştır. Düzlem içi, çapraz düzlem, 15 derece ve 105 derecelik profil ölçümleri hem sabitlenmiş koniler hem de İris kolimatörleri için  $d_{maks}$  ve 10 cm derinlikte yapılmıştır. Sabit koniler için, adımli tarama tipi verilerinin merkezlenmesinden sonra, simetri ve düzlükteki değişiklikler sırasıyla 5 mm alan boyutu için % 0.16 ve 5 mm alan boyutu için % 0.58 maksimum farklara kadar gözlemlendi. İris kolimatörlerinde simetri ve düzlükteki değişiklikler 35 mm alan büyüklüğü için maksimum % 0.50, 5 mm alan

büyüküğü için % 0,60' a kadar gözlenmiştir. Bu nedenle, adımlı tarama tipi verilerinin karşılaştırma için merkezlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Sürekli taramalardaki son işlem, profil şeklini değiştirmediği sürece, düzlük ve simetri değişiklikleri, sürekli ve adımlı tarama tipleri arasında % 0,50 düzeyindedir. Benzer şekilde, alan boyutu ve penumbra ölçümleri aynı koşullar altında, düzeltme işlemi uygulanmış sürekli tarama tipi profilleri ile sadece adımlı tarama profilleri arasında tutarlılık görülmüştür. Fark her zaman 0,10 mm veya daha azdır. CyberKnife alan büyüküğü, penumbra, düzlük ve simetri analizi için, adımlı tarama tipinden 6 kata kadar daha hızlı olabilen sürekli tarama ölçümlerinin karşılaştırılabilir olduğu ve adımlı tarama tipiyle neredeyse aynı taramalar ürettiğini gözlemlemişlerdir. Merkez düzeltmesi yapılmış adımlı tarama verisi ile karşılaştırıldığında, tamamen işlenmiş bir sürekli tarama verisi incelenen tüm koni ve İris kolimatörleri için sırasıyla % 0.50 ve % 0.60 simetri ve düzlük farkı elde edilmiştir. Çalışmada sürekli ölçümlerin, adımlı ölçümler kadar iyi sonuç verdiği görülmektedir. Sürekli ölçümlerin su fantomu ölçümlerinde zaman tasarrufu sağlamak adına kullanılabilereği önerilmiştir. Bizim çalışmamızda kullanılan lineer hızlandırıcı bu çalışmaya göre farklıdır. Bu çalışmaya benzer olarak Sun Nuclear su fantomunda adımlı ölçümlerde, 4x4 ve ve 30x30 alan boyutunda elde edilen farklar sırasıyla % 0,82 ve % 0,20' dir. Farkın azalması alan boyutunun değişmesi ve kullanılan iyon odası ile ilişkilendirilebilir. Sürekli ve adımlı ölçümlerde elde edilen veriler arasında tutarlılık gözlemlendi.

Saenz ve arkadaşları (28), dört ayrı su tarama sistemi arasında dozimetrik farklılıkları karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında PTW MP3-M, Standart Görüntüleme (DoseView 3D), IBA mavi fantom ve Sun Nuclear 3D Tarayıcı dahil olmak üzere dört su fantomu ile çalışıldı. Dozimetrik ölçümler ayrıca sadece yüzde derin doz (PDD) eğrileri ve su fantomu arasındaki profilleri karşılaştırmak için değil, aynı zamanda her su fantomu için yönlülük, tarama hızı ve tekrarlanabilirlik gibi bağımlılıkları ayrı ayrı değerlendirmek için de yapılmıştır. Varian Clinac 2300 lineer hızlandırıcısında, 0.125 cc' lik hassas hacimli bir PTW Semiflex 31010 iyon odası kullanıldı. Farklı lineer hızlandırıcıların kullanılması nedeniyle, 3D Tarayıcıdan gelen veriler, su fantomu arası dozimetrik karşılaştırmalardan çıkarıldı. 3D Tarayıcı için su tankına özgü özellikler tek başına çalışıldı. Taranan veri, bir 6 MeV elektron ışını ile 6 MV foton

ışını ile elde edildi. PDD' ler, 10 x 10 alan boyutunda 100 cm SSD (6 MeV için 10 x 10 alan boyutu) ile bir alan boyutuyla elde edildi. Profiller için, ışın profilinin genişliğini daha iyi anlamak için alan büyüklüğü  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  ye yükseltildi ve tarama derinliği 10 cm' ye ayarlandı. Referans detektörü için aynı iyon odaları kullanıldı. PTW MP3-M tankı için üretilmiş olan sabitleme malzemeleri ile etkili ölçüm noktası otomatik olarak göz önüne alındı, ancak diğer su fantomları için 0.6r kayma ile ayarlandı. Ölçüm sırasında her sistemin yerleşik elektrometresi ve veri analizi için her sistemin kendi yazılımı kullanılmıştır. PDD okumaları, sürekli taranan (BluePhantom ve 3D Scanner) veya adımlı taramalar için ölçüm noktaları arasındaki (DoseView 3D ve MP3-M), dedektör tutucu tarama hızının etkisini incelemiştir.  $D_{maks}$  ve ötesinde, herhangi bir noktada yüksek ve düşük hızlı tarama arasındaki maksimum PDD farkı, DoseView 3D tankı için % 0,40, MP3-M tankı için % 0,38, Mavi Fantom için % 0,80 ve 3DScanner için % 0,33 bulundu.  $D_{maks}$ ' in ötesinde, yukarı ve aşağı yönde tarama arasındaki maksimum fark, DoseView 3D için % 0,40, MP3-M için % 0,40, Mavi Fantom için % 0,60 ve 3DScanner için % 0,53 idi. Build-up dahil, tarayıcıların çoğu arasında DoseView 3D için maksimum % 14.7, MP3-M için % 14.6, Mavi Fantom için % 13.7 ve 3D Tarayıcı için % 6.6 ile farklılıklar bulundu. Bizim çalışmamızda Build-up bölgesinde sistemler arasında en büyük fark yaklaşık %4 olarak görüldü.  $D_{maks}$  ötesindeki bölgede ise farklar Beamscan için % 0,20, MP3 için 0,69, Sun Nuclear için ise 0,20 olarak bulunmuştur. Saenz ve arkadaşları çalışma sonucunda hiçbir fantomun diğerinden daha üstün sonuç vermediğini, tüm fantomların ölçümlerde rahatça kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamız, Saenz ve arkadaşlarının çalışması ile değerlendirildiği zaman benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür.

Şahin ve arkadaşları (29), bilgisayarlı tedavi planlama sisteminde (BTPS) hesaplanan doz değerleri ile farklı hacimli iyon odaları ve lineer 2D-Array kullanılarak ölçülen dozları karşılaştırarak dozimetrik kontrolü sağlamayı hedefleyen bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında 3x3, 4x4, 5x5, 6x6,7x7, 8x8, 9x9, 10x10, 12x12 ve 15x15  $\text{cm}^2$  alanda SSD 100 cm'de PTW Semiflex, PTW Farmer, PTW PinPoint iyon odaları ve PTW Unidos elektrometre kullanılarak yapıldı. Farmer, Semiflex ve PinPoint iyon odalarıyla ölçümleri alınan alanlar BTPS'de

oluşturulmuştur. 2D-Array ile açık alan, izosentrik, oblik ve wedge filtreli alanlarda ölçümler alındı. Bu alanlar BTPS’de oluşturularak nokta doz okumaları yapıldı ve profilleri oluşturuldu. Ölçülen ve planlanan izodoz dağılımları karşılaştırıldı. PinPoint iyon odasının en yüksek, Farmer iyon odasının ise en düşük doz okuması yaptığı görüldü. BTPS ile en uyumlu sonuçlar Semiflex iyon odasıyla elde edildi. 2D-Array kullanılarak yapılan okumalarda merkezi eksen BTPS ile uyum gözlenirken, build-up ve penumbra bölgelerinde %20’lere çıkan fark gözlemlendi. İyon odası ölçümleri incelendiğinde, BTPS’ye en yakın sonuçlar Semiflex iyon odası ile elde edilmiştir. 2D-Array kullanılarak yapılan okumalarda gözlenen uyumsuzluğun nedenleri; build-up bölgesindeki doz değişkenliği ve ışın modellemesinde ölçülen profiller ile algoritma tarafından oluşturulan profillerin penumbra bölgelerinde tam olarak çakışmaması olarak düşünüldü. Bizim çalışmamızda ise üç farklı su fantomu kullanılarak 4x4, 10x10 ve 30x30 alan boyutlarında farklı enerjilerde yapılmadan ölçümler alındı. 4x4 alan boyutunda penumbra ve umbra bölgesinde sistemler arasındaki en büyük fark % 26 olarak gözlenirken, alan boyutu büyüdükçe farkın azaldığı, 30x30 alan boyutunda alan kenarındaki farkın % 2’ nin altında olduğu görüldü. Farkın sebebinin Şahin ve arkadaşlarına ek olarak, farklı iyon odaları kullanımı, ham veri üzerinde merkezi eksen düzeltmesi ve kaydırma yapılmaması olarak düşünüldü

## 5.2. Sonuç

Lineer hızlandırıcılar, radyoterapi tedavilerinde etkin olarak kullanılan cihazlardır. Hastalara doğru bir tedavi uygulanabilmesi için, cihazların kurulum aşamasında ve sonrasında, periyodik olarak ölçümleri yapılan temel ışın parametrelerinin doğru bir şekilde ölçülmesi gerekir.

Profil ölçümlerinde penumbra ve umbra bölgesinde sistemler arasında farklar görüldü. Bunun sebebi, su fantomlarında bulunan hareket mekanizmasının doğruluğu ve mekanik kontroller yapılmasına rağmen cihaz kafasının mekanik doğruluğunun 0,1 derecenin altında olma ihtimali, farklı iyon odası kullanılması ve iyon odalarının hacmi olarak düşünüldü. Yapılan rölatif doz okumalarında, elde edilen ham verilere merkezi eksen kaydırması yapılmaması da bu farklar ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca

küçük alanlarda umbra bölgesinde yapılan incelemede FFF enerjilerinde görülen farklar %1' in altındadır. FF enerjilerinde okuma farklarının çıkması iyon odasının tarama yönü ile ilişkilendirilebileceği düşünüldü.

Enine yönde yapılan ölçümlerde tespit edilen farklar, gantry (cihaz kafası) açısının doğruluğu ile ilişkilendirilebilir. Boyuna yönde yapılan ölçümlerde ise bu farklar iyon odasının yönü ile ilişkilendirilebilir. PDD okumalarında, her alan ve enerji için yapılan analiz ve karşılaştırmalarda, tüm su fantomu sistemlerinin kendi içerisinde uyumlu olduğu gözlemlendi.

Tedavi planlamasında doğru hesapların yapılabilmesi, temel ışın parametrelerin doğruluğuna bağlıdır. Radyoterapide kullanılan lineer hızlandırıcıların mekanik ve dozimetrik hata payları, yüzde ikiyi geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu değer aşıldığı takdirde, tedavilerin durdurulması, cihazın kabul değerlerin altında olacak şekilde yeniden kalibrasyonu yapılması gerekebilir.

Farklı özelliklere sahip su fantomları kullanarak, farklı alanlarda, farklı enerji seviyelerinde ve farklı tarama tiplerinde ölçümler olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda su fantomlarının özellikleri bakımından hepsinin marka ya da model ayırt etmeksizin güvenilir sonuç verdiğini gösterdi.

### **5.3. Öneriler**

Sistemler sürekli ve adımlı ölçüm tipi yönünden incelendi. Sürekli ölçümlerin ve adımlı ölçümlerin sistemin kendi içerisinde tutarlı olduğu görüldü. Lineer hızlandırıcıların yıllık kalite kontrollerinden birisi olan su fantomu ölçümleri için, ihmal edilebilir farklar görüldü, TPS ölçümü gibi çok fazla veri toplanması gereken durumlarda ölçüm süresini en aza indirmek için, sürekli ölçüm tipinde 2 mm/s tarama hızı seçilebilir. Ek olarak, yıllık su fantomu ölçümü gibi cihazın periyodik kalite kontrol ölçümlerinde 0,5 mm/s tarama hızı kullanılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Eclipse Algorithms Referans Kılavuzu, Palo Alto (CA): Varian Medical Systems, 2010.
2. Varian Medical Systems. Eclipse Version13.6 IHE Integration Statement. Kullanım Kılavuzu.
3. American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Report No: 85, Tissue Inhomogeneity Corrections for Megavoltaj Photon Beams, 2004.
4. Khan FM. The Physics of radiation therapy. 4th Edition. Lippincott, Williams&Wilkins, 2010: 39-43, 140-141, 425-426, 427-428.
5. Sievonen J, Ulmer W, Kaissl W. AAA Photon Dose Calculation Model in Eclipse™. 2005 [Electronic Resource]  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.468.1557&rep=rep1&type=pdf>
6. Nilsson E. Evaluation of The Analytical Anisotropic Algorithm (AAA) In Lung Tumours For 6 MV Photon Energy. G.Ü. Klinik Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Göteborg, 2009 (Danışman: Bäck A. & Chakarova R).
7. Anders J. Evaluation of The Anisotropic Analytic Algorithm For 6 MV Photon Energy. G.Ü. Klinik Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Göteborg, 2008 (Danışman: Bäck A. & Johansson KA).
8. Van EA, Tillikainen L, Tenhunen M, Helminen H, Siljamaki S, Alakuijala J, Paiusco M, Lori M, Huyskens DP. Testing of the analytical anisotropic algorithm for photon dose calculation. Med Phys. 2006; 11: 4130-4148.
9. Khan FM., Treatment Planning in Radiation Oncology. Lippincott Williams & Wilkins Company, USA, 1998.
10. Schegel W, Bortfeld T, Grosu AL. New Technologies in Radiation Oncology. Verlag Berlin: Springer, 2006.
11. Khan FM. The Physics of Radiation Therapy 3rd Edition. Lippincott Williams & Wilkins Company, 2003.
12. Varian Medical Systems. VarianTruebeam™ Accelerator System. 2019. [Electronic Resource]  
<https://www.varian.com/oncology/products/treatment-delivery/truebeam-radiotherapy-system>
13. Podgorsak EB. Radiation Oncology Physics: A Handbook For Teachers and Students. International Atomic Energy Agency, 2005.
14. MP3-T Water Phantom System. 2019:7 [Electronic Resource] [http://www.ptw.de/mp3-t\\_water\\_phantom.html](http://www.ptw.de/mp3-t_water_phantom.html)
15. User Manual Beamscan, PTW-Freiburg, 2019:7 [Electronic Resource]  
<https://www.ptwbeamscan.com>
16. User Manual MEPHYSTO®mc2, PTW-Freiburg, 2012. [Electronic Resource]  
<https://manualzz.com/doc/36388831/plamomasterplan-mephysto-mc2>
17. Users Guide 3D WATER TANK, SUN NUCLEAR, 2013. [Electronic Resource]  
<https://www.sunnuclear.com/solutions/dosimetry/3dscanner>

18. Users Guide Snc 125c Detector, SUN NUCLEAR, 2013. [Electronic Resource]  
<https://www.sunnuclear.com/solutions/dosimetry/snc125c>
19. Semiflex Ionization Chamber 31010, 2019. [Electronic Resource]  
<https://www.ptwdosimetry.com/en/products/semiflex-ionization-chamber-31010/>
20. Chaney EL, Cullip TJ, Gabriel TA. A Monte Carlo study of accelerator head scatter. *Med. Phys.* 1994; 21: 1383–1390.
21. Vassiliev ON, Titt U, Pönisch F, Kry SF, Mohan R, Gillin MT. Dosimetric properties of photon beams from a flattening filter free clinical accelerator. *Phys. Med. Biol.* 2006; 51:1907–1917.
22. Olofsson J, Nyholm T, Ahnesjö A, Karlsson M. Optimization of photon beam flatness for radiation therapy. *Phys. Med. Biol.* 2007; 52:1735–1746.
23. Pönisch F, Titt U, Vassiliev ON, Kry SF, Mohan R. Properties of unflattened photon beams shaped by a multileaf collimator. *Med. Phys.* 2006; 33, 1738–1746.
24. Kry SF, Vassiliev ON, Mohan R Out-of-field photon dose following removal of the flattening filter from a medical accelerator. *Phys. Med. Biol.* 2010; 55:2155–2166.
25. Akino Y, Gibbons JP, Neck DW, Chu C, Das IJ. Intra- and intervariability in beam data commissioning among water phantom scanning systems. *J Appl Clin Med Phys.* 2014;15:251-258.
26. Al Kafi MA, Umar M, Belal M. Continuous versus step-by-step scanning mode of a novel 3D scanner for CyberKnife measurements. *Med. Phys.* 2015; 105:88-91.
27. Pichandi A, Kadirampatti MG, Amalraj J, Karunakaran B, Gurunath K. Analysis of physical parameters and determination of inflection point for Flattening Filter Free beams in medical linear accelerator. 2014; 19(5):322-31.
28. Saenz D, Roring J, Cruz W, Sarkar V, Papanikolaou N, Stathakis S. Commissioning and cross-comparison of four scanning water tanks. *Int J Cancer Ther Oncol.* 2016; 4(1).
29. Şahin S, Gürler O, Gözcü S, Kurt M, Şengül K, Altay A, Çetindaş SK, Özkan L. Tedavi planlama sisteminde hesaplanan doz dağılımlarının dozimetrik kontrolü. *Türk Onkoloji Dergisi* 2011; 26(4): 167-173.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı</b>	Mustafa	<b>Soyadı</b>	Büyükköse
<b>Doğum Yeri</b>	Üsküdar	<b>Doğum Tarihi</b>	19.03.1991
<b>Uyruğu</b>	Türkiye Cumhuriyeti	<b>Telefon</b>	
<b>E-mail</b>	mustafabuyukkose@gmail.com		

### Eğitim Düzeyi

	<b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
<b>Yüksek Lisans</b>	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi	2019
<b>Lisans</b>	İstanbul Kültür Üniversitesi	2015
<b>Lise</b>	Haydarpaşa Teknik Lisesi	2009

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	<b>Görevi</b>	<b>Kurum</b>	<b>Süre (Yıl - Yıl)</b>
<b>1.</b>	Medikal Fizikçi	Acıbadem Kayseri Hastanesi	2017-
<b>2.</b>			-
<b>3.</b>			-

<b>Yabancı Dilleri</b>	<b>Okuduğunu Anlama*</b>	<b>Konuşma*</b>	<b>Yazma*</b>
İngilizce	İyi	İyi	İyi

### Bilgisayar Bilgisi

<b>Program</b>	<b>Kullanma becerisi</b>
Word, Excel, Power Point, ms office	Çok iyi
Matlab	İyi
Eclipse	Çok iyi