



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ULTRASONİK GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİNDE
MESAFE, ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇAP ÖLÇÜMLERİNİN
DOĞRULUK ANALİZİ

Sevgi Türkel

Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı

Biyomedikal Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Aydın Akan

Yrd.Doç.Dr. Mana Sezdi

Haziran, 2012

İSTANBUL



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ULTRASONİK GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİNDE
MESAFE, ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇAP ÖLÇÜMLERİNİN
DOĞRULUK ANALİZİ**

Sevgi Türkel

Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı

Biyomedikal Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Aydın Akan

Yrd.Doç.Dr. Mana Sezdi

Haziran, 2012

İSTANBUL

Bu çalışma 07/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyomedikal Mühendisliğı Anabilim Dalı Biyomedikal Mühendisliğı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Tez Jürisi


Prof. Dr. Aydın AKAN (Danışman)
İstanbul Üniversitesi


Prof. Dr. Mukden UĞUR
İstanbul Üniversitesi


Prof. Dr. Ayten KUNTMAN
İstanbul Üniversitesi


Doç. Dr. Fırat KAÇAR
İstanbul Üniversitesi


Yard. Doç. Dr. Esra SAATÇI
İstanbul Kültür Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mana Sezdi' ye ve danışman hocam Prof. Dr. Aydın Akan' a teşekkür ederim.

Çalışmamın uygulama kısmında destek veren MEDİBİM Medikal Bilişim Kalibrasyon Ltd. Şti. Genel Müdürü Nazif İlker Sezdi' ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi Eşim'e ve Ailem'e ithaf ediyorum.

Haziran, 2012

Sevgi Türkel

İÇİNDEKİLER	
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
TABLO LİSTESİ	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
1.GİRİŞ	1
2.GENEL KISIMLAR	3
2.1.ULTRASONOGRAFİ NEDİR ?	3
2.1.1. Ultrasonografi Cihazının Temel Parçaları.....	4
2.1.2. Ultrasonografi Çalışma Prensipleri.....	7
2.2.PERFORMANS TESTLERİ	7
3.MALZEME VE YÖNTEM.....	12
3.1.Ölçüm Fantomu	12
3.2.Analiz Yöntemi	19
3.2.1. Korelasyon Analizi.....	19
3.2.2. Regresyon Analizi	20
3.2.3. Tek Yönlü Varyans Analizi	21
4.BULGULAR	23
4.1.Değişim Grafikleri	23
4.2.Ortalama ve Standart Sapma.....	38
4.3.Ölçüm Hatası ve Ortalama Karesel Hata	42
4.4.Korelasyon Analizi	51
4.5.Regresyon Analizi	60
4.6.Tek Yönlü Varyans Analizi	65
5.TARTIŞMA VE SONUÇ	71

KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	75

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Ultrasonografi Cihazı	3
Şekil 2.2	: Konveks Prob	5
Şekil 2.3	: Lineer Prob	5
Şekil 2.4	: Vajinal Prob	6
Şekil 2.5	: Maksimum Derinlik	8
Şekil 2.6	: Aksiyal Çözünürlük	9
Şekil 2.7	: Lateral Çözünürlük	10
Şekil 2.8	: Dikey mesafe ölçümü	10
Şekil 2.9	: Yatay mesafe ölçümü	11
Şekil 3.1	: Gammex RMI model fantom	12
Şekil 3.2	: Fantom üzerindeki göstergeler	13
Şekil 3.3	: Fantom ile ultrason cihazı bağlantısı	13
Şekil 3.4	: Dikey ve yatay uzaklık doğruluk ölçümü.....	14
Şekil 3.5	: Aksiyal çözünürlük ölçümü	15
Şekil 4.1	: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	23
Şekil 4.2	: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	24
Şekil 4.3	: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	24
Şekil 4.4	: 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	25
Şekil 4.5	: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	25
Şekil 4.6	: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	26
Şekil 4.7	: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	26
Şekil 4.8	: 6 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	27
Şekil 4.9	: 4 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	27
Şekil 4.10	: 2 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	28
Şekil 4.11	: Aksiyal çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	28
Şekil 4.12	: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	29
Şekil 4.13	: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	29
Şekil 4.14	: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	30
Şekil 4.15	: 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	30
Şekil 4.16	: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	31
Şekil 4.17	: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	31
Şekil 4.18	: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	32
Şekil 4.19	: 6 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	32
Şekil 4.20	: 4 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	33
Şekil 4.21	: 2 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	33

Şekil 4.22	: 12 mm lateral çözünürlük değerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	34
Şekil 4.23	: Aksiyal çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	34
Şekil 4.24	: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	35
Şekil 4.25	: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	35
Şekil 4.26	: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	36
Şekil 4.27	: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	36
Şekil 4.28	: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	37
Şekil 4.29	: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	37
Şekil 4.30	: Aksiyal çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği.....	38

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	: Konveks prob ölçümleri	16
Tablo 3.2	: Lineer prob ölçümleri	17
Tablo 3.3	: Vajinal prob ölçümleri	18
Tablo 4.1	: Konveks prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma	39
Tablo 4.2	: Lineer prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma	40
Tablo 4.3	: Vajinal prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma.....	41
Tablo 4.4	: Konveks proba ait 20 mm düşey, 60 mm düşey,2 mm lateral ve 12 mm lateral değerlerinin ölçüm hatası tablosu	43
Tablo 4.5	: Konveks proba ait 6 mm yakın alan, 4 mm yakın alan, 2 mm yakın alan ve 6 mm orta alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu.....	44
Tablo 4.6	: Konveks proba ait 4 mm orta alan, 2 mm orta alan ve aksiyal çözünürlük değerlerinin ölçüm hatası tablosu	45
Tablo 4.7	: Lineer proba ait 4 mm orta alan, 2 mm orta alan ve aksiyal çözünürlük değerlerinin ölçüm hatası tablosu	46
Tablo 4.8	: Lineer proba ait 6 mm yakın alan, 4 mm yakın alan, 2 mm yakın alan ve 6 mm orta alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu	47
Tablo 4.9	: Lineer proba ait 4 mm orta alan, 2 mm orta alan ve aksiyal çözünürlük değerlerinin ölçüm hatası tablosu	48
Tablo 4.10	: Vajinal proba ait 20 mm düşey, 2 mm lateral ve 6 mm yakın alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu	49
Tablo 4.11	: Vajinal proba ait 4 mm yakın alan, 2 mm yakın alan ve aksiyal çözünürlük değerlerinin ölçüm hatası tablosu	50
Tablo 4.12	: Konveks proba ait korelasyon tablosu	52
Tablo 4.13	: Konveks proba ait korelasyon tablosu (devam)	53
Tablo 4.14	: Lineer proba ait korelasyon tablosu	56
Tablo 4.15	: Lineer proba ait korelasyon tablosu (devam)	57
Tablo 4.16	: Vajinal proba ait korelasyon tablosu	59
Tablo 4.17	: Vajinal proba ait korelasyon tablosu (devam)	60
Tablo 4.18	: Konveks prob için 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki regresyon tablosu	61
Tablo 4.19	: Konveks prob için regresyon 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki denklemleri doğruluk tablosu	62
Tablo 4.20	: Vajinal prob için 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki regresyon tablosu	63

Tablo 4.21	: Vajinal prob için 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki regresyon denklemi doğruluk tablosu64
Tablo 4.22	: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri (devam)66
Tablo 4.23	: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri (devam)67
Tablo 4.24	: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri (devam)68
Tablo 4.25	: Tek yönlü varyans analizi ile cihaz karşılaştırma69

ÖZET

ULTRASONİK GÖRÜNTÜLEME SİSTEMLERİNDE MESAFE, ÇÖZÜNÜRLÜK VE ÇAP ÖLÇÜMLERİNİN DOĞRULUK ANALİZİ

Bu çalışma, ultrasonik görüntüleme cihazı performans test sonuçlarının doğruluk analizi amacıyla yapılmıştır. 41 adet ultrason cihazında konveks, lineer, vajinal probalar kullanılarak performans testleri gerçekleştirilmiş, fantom üzerinde düşey mesafe ölçümleri, lateral ve aksiyal çözünürlükler, yakın alan, orta alan ve uzak alan kist çapı ölçüm değerleri alınmıştır.

Alınan ölçüm değerleri biyoistatistiksel çalışmalarla analiz edilmiştir. Bu analizler bir istatistik yazılım olan SPSS programında korelasyon, tek yönlü varyans ve regresyon yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Veriler grafiksel olarak gösterilmiş, ortalama ve standart sapma değerleri tablolarla verilmiş, ölçüm hataları ortalama karesel hata olarak ifade edilmiş ve regresyon denklemleri elde edilmeye çalışılmıştır. İlave olarak tek yönlü varyans analizi ile veri sayısına göre seçilen üç marka ultrason cihazının verimlilikleri karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak fantom üzerinde alınan ölçümlerin fantom değerlerine oldukça yakın ve küçük hata içeren değerler olduğu görülmüştür. Fantom kullanılarak ultrason cihazlarının test edilmesi, kullanılan ultrason cihazının mesafe ölçüm hatalarının belirlenmesi ve cihazın uluslararası standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir.

SUMMARY

ACCURACY ANALYSIS OF DISTANCE, RESOLUTION AND DIAMETER MEASUREMENTS IN ULTRASONIC IMAGING SYSTEMS

This work has been done for the accuracy analysis of the performance test results of ultrasonic imaging device. The performance measurements were performed by using convex, linear, vaginal probes in 41 ultrasound devices. The vertical distance, lateral and axial resolutions, the near field, mid-field and far-field cyst diameters were measured on a phantom.

The received measurement values were analyzed by using biostatistics studies. The analysis were performed by using correlation, regression and ANOVA methods in SPSS program. The data was shown graphically, the mean and standard deviation values were given in tables, measurement errors were expressed as the mean squared error and it was tried to get the regression equations. In addition, with the technique of one-way analysis of variance (ANOVA) the efficiencies of three brands of ultrasound equipment that are selected by the number of data, were compared.

As a result, it was seen that measurements taken on a phantom have small errors and they were very close to the reel values. Testing of the ultrasound devices by using phantom is very important to determine the distance measurement errors and to determine whether the device is appropriate to the international standards or not.

1.GİRİŞ

Ultrasonografi, vücuda çok yüksek frekanslı ses dalgaları göndererek farklı doku yüzeylerinden gelen yankıları saptama esasına dayanan bir görüntüleme yöntemidir. Ultrason ise insan kulağının işitemeyeceği kadar çok yüksek frekanslı ses dalgasıdır. Kullanımının kolay olması ve iyonize radyasyon riski taşımaması nedeniyle sıklıkla başvurulan bir yöntemdir [1].

Bu yöntem, tıpta ilk olarak 1942'de Viyana'lı nörolog Dussik tarafından beyin tümörlerinin tanısı ve ventriküllerin genişliğinin ölçülmesi amacıyla kullanılmıştır. 1952 yılında Wild ve Ried, meme tümörlerinin tanısında ultrasonografiden yararlanmışlardır. Ultrasonografinin jinekolojide kullanımı ise, 1955 yılında İan Donald ile başlar [2].

Biyomedikal Mühendisliği'nde her cihazda olduğu gibi ultrasonografi cihazı içinde doğru ölçümler yapıldığını kanıtlamak amacıyla performans testleri geliştirilmiştir. Bu testleri yapabilmek amacıyla her cihazın özelliklerine uygun bir takım yardımcı ürünler tasarlanmış ve fantom olarak adlandırılmıştır. Fantom, ultrason cihazının vücudun belirli organlarının cihaz üzerindeki modellenmesi anlamına gelmektedir. Fantom üzerinde gerekli hesaplamalar ve ölçümler gerçekleştirilebilmektedir [3]. Testlerin sonuçlarına göre gözlenen anormalliklerin düzeltilmesi için ultrasonografi cihazına uygulanan bir takım teknik çalışmalar sonrasında doğru ölçümler elde edebilmek mümkündür.

Bu çalışmada ilk olarak ultrasonografi görüntüleme sisteminden, ultrasonografi cihazı bölümlerinden, çalışma prensibinden ve bu sistemlere uygulanabilen performans testlerinden bahsedilmiştir.

Materyal ve Metod bölümünde, ölçümler için kullandığımız GAMMEX RMI model fantomdan bahsedilmiş, fantomdan alınan konveks, lineer ve vajinal prob ölçüm yöntemleri verilmiştir. Bu problemler için performans testlerinden elde edilen düzey uzaklık, lateral, aksiyal çözünürlük ve kist çapı değerleri çalışmamızda kullandığımız parametreler açıklanmıştır.

Bulgular bölümünde, analiz sonuçları verilmiştir. Analiz çalışmaları, gerçek değerler ve fantom ölçümleri sonucunda elde edilen değerler üzerinden yapılmıştır. Tüm bu çalışmalar, her prob için veri sayısına göre değişim grafikleri ve ölçüm hatası tabloları çizilerek ve SPSS programında ortalama ve standart sapma tablosu oluşturularak, korelasyon, regresyon analizleri kullanılarak yapılmıştır. Amaç, grafikler ve analizler doğrultusunda gerçek değerler ile ölçülen değerler arasındaki hataları belirlemek ve ölçülen değerlerin doğruluk seviyelerini belirlemektir. Yanı sıra ölçüm alınan ultrasonografi cihazı markaları, uygun veri sayılarına göre seçilmiş ve bu markalar tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak da, elde ettiğimiz bulgulardan yola çıkarak çalışmamızın ortaya koyduğu tez belirtilmiştir.

2.GENEL KISIMLAR

İlk olarak ultrasonografi görüntüleme cihazı, bu cihazın kısımları ve çalışma prensibi açıklanmıştır. Daha sonra ise cihazın insan vücudunda doğru ölçüm yapılabilecek standartları taşıyıp taşımadığını gösteren performans testleri hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1. ULTRASONOGRAFİ GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ

Ultrasonografi sistemi, vücuda yüksek frekanslı ses dalgaları gönderip, farklı doku yüzeylerinden yansımalarını saptama temeline dayanan bir görüntüleme yöntemidir. Ultrason insan kulağının işitmeyeceği kadar çok yüksek frekanslı ses dalgasıdır ve temelini darbe-yansıma prensibi oluşturur [4].



Şekil 2.1: Ultrasonografi görüntüleme cihazı [5]

2.1.1. Ultrasonografi Görüntüleme Cihazının Temel Parçaları

a. Göndermeç

Göndermeç (Transmitter) yüksek genlikli, kısa süreli vurumlar üretir ve uygun vurum tekrarlama hızı ile gönderir. Vurumların genlikleri probun mevcut kristalleri titreştirebilecek kadar büyük olmalıdır. Vurum tekrarlama frekansı, yeni bir vurum üretilmeden önce sinyallerin maksimum derinliğe nüfuz ederek proba geri gelmesini sağlayabilmek için vurumlar arasında yeterli zamanı bırakacak hızda olmalıdır.

b. Dönüştürgeç

Dönüştürgeç veya Prob (Transducer) ultrason cihazının hasta ile direk temas eden tek parçasıdır. Ultrason dalgalarının gönderilmesi ve algılanması prob yardımıyla olur. Bir piezoelektrik kristali gerilim uygulandığında, uygulanan voltajın polaritesine, kristalin geometrisine ve ilk polarizasyonuna bağlı olarak boyuna, enine veya radyal olarak çevresine doğru genişler ya da daralır. Bu daralıp genişleme sonucunda ultrasonik dalgalar meydana gelir.

Ultrason problemleri hem dalgaları göndermek, hem de almak amacıyla kullanılır. Darbe-eko prensibine göre çalışan ultrason cihazlarında prob, zamanın %0.1' inde ultrasonik dalgalar gönderir, geri kalan % 99.9' unda ise yansıyan dalgaları alır ve bu dalgalar sinyal işleme birimi tarafından görüntü oluşumuna hazır hale getirilir [6].

Dönüştürgeç Çeşitleri;

Konveks Prob: Bugün her yeni tarayıcıda genel olarak konveks prob kullanılır. Çünkü dışbükey yüzey ile daha geniş bir alanda tarama sağlar. Bu problemler genellikle 3,5 ile 5,0 MHz frekanslarında çalışırlar. Küçük konveks temas yüzeyi kavimsiz olduğundan vücuda daha iyi oturur ve prob daha geniş görüş alanına sahip olduğu için abdominal ultrason için büyük avantaj sağlar.



Şekil 2.2: Konveks Prob [7]

Lineer Prob: Bir malzemenin içine ses dalgaları göndermek amacıyla çizgi şeklinde düzenlenmiştir. Doğrusal düzende büyük bir prob yüzey ve yakın alan görüntülerini verir. Yarıçapları büyüdüğü takdirde büyük organları (karaciğer, dalak, böbrek) veya bebekleri; küçüldüğü takdirde küçük organları (meme, tiroid) incelemede kullanılan problardır. Düşük frekanslı lineer proplar 3,5 MHz ile derinlerde çalışırken, yüksek frekanslı lineer proplar 5,0 ve 7,5 MHz ile yüzeysel incelemelere yöneliktir.



Şekil 2.3: Lineer Prob [7]

Vajinal Prob: Doğrudan vajina içine yerleştirilen küçük bir ultrason probudur. Vajinal prob jinekolojik ultrason taramaları ve vajina içine sığacak şekilde uzun ve ince bir şekle sahiptir. Bu proplar 7,5 MHz gibi yüksek frekanslarda görülebilir. Sterilite sağlamak için bir kapağa sahiptir ve prob suda çözünen bir jel ile yağlanır. Bu teknik sadece rahme yakınlığı nedeniyle değil ayrıca probun daha hassas olmasından dolayı keskin bir görüntü üretir [4,8].



Şekil 2.4: Vajinal Prob [9]

c. Almaç

Almaç (Receiver)'ın ana görevi, gönderilen ultrason dalgalarının vücuttaki çeşitli dokulardan yansiyarak gelen kısmını algılamak ve yükseltme işlemlerini yapmaktır. Alma işlemi sırasında probdaki kristallere geri gelerek çarpan eko sinyalleri kristali sıkıştırır veya gevşetir, böylece göndermenin tersine olarak kristalin uçlarında bir gerilim oluşur ve yükseltilmesi almaçta yapılır [6].

Almaçta özel bir yükselteç kullanılarak derindeki dokulardan zayıf olarak gelen eko sinyalleri daha çok yükseltilirken yüzeydeki dokulardan kuvvetli olarak yansıyan sinyaller daha az yükseltilir. Böylece zaman-kazanç dengelemesi ile istenilen derinlikteki organlar istenilen netlikte gözlemlenebilir.

d. Sinyal İşleyici

Görüntülemeye hazır hale gelen bilgilerin bir ekran yardımıyla görüntülediği birimdir. Renkli görüntüleme yapılabileceği gibi, gri seviyeler (siyah-beyaz) biçiminde de görüntüleme yapılabilir. Ekranda görüntü dondurmak, filtreleme işlemleri yapmak, iki görüntüyü yan yana izlemek, üç boyutlu görüntü oluşturmak mümkündür.

e. Kayıt Üniteleri

Görüntüler ekranda gösterilebileceği gibi, polaroid kamera, multiformat kamera, video tape recorder ve strip chart recorder yardımıyla kaydedilip saklanabilir [10].

2.1.2.Ultrasonografi Görüntüleme Cihazının Çalışma Prensibi

Ultrasonografi cihazında 20.000 Hertz (2-15 MHz) frekansa sahip ses dalgalarının kırılması, yansması ve farklı ortamlarda farklı soğurulması sonucunda geri gelen sinyallerle görüntü oluşturulur.

Yani vücutla temas halindeki prob vasıtasıyla üretilen bu ses dalgaları, incelenmek istenen anatomik yapıdan yansıyarak geri dönerler. Yansıyan ekolar yine aynı prob vasıtasıyla geri alınır ve işlendikten sonra ekranda görüntülenir. Bu görüntüler yardımıyla hekim vücudun iç anatomik yapısının yanı sıra tümör, kist gibi anormal yapıları da görebilir [4].

2.2. PERFORMANS TESTLERİ

Performans testleri, cihazın hasta üzerinde yapılan ölçümlerdeki standartları taşıyıp taşımadığını test etmek amacıyla yapılan kontrollerdir. Bu kontroller fantom adı verilen cihazlarla yapılır.

Ultrasonik görüntüleyicilerde performans ölçümlerinin doğruluğunu sağlama açısından en önemli parametre probun performans testinin gerçekleştirilmesidir. Çünkü ultrason cihazı ve hasta arasındaki veri alışverişini sağlayan tek birim problardır. Diğer birimlerin doğru kalibrasyona sahip olması bile probun performansının yeterli olmadığı durumda işlevsiz kalacaktır. Ultrason fantomları bir vücut dokusuna ait örnek, bir modelledir. Probun ultrason cihazı ile senkronize bir biçimde çalışması için fantomlar kullanılarak gerekli performans testleri yapılmaktadır [4].

Bir görüntüleme sisteminin performansının ölçümü nicel ve psikolojik faktörler içerdiğinden dolayı zordur. Üretilen görüntü kalitesi sadece fiziksel parametrelere bağlı değil aynı zamanda kullanıcının yeteneğine de bağlıdır. Teşhis için gözlemcinin yeteneği görüntünün kontrast seviyeleri ve farklı boyutları ile vücut yapılarının tanınmasına bağlıdır. İyi bir gözlemci arka planda tespit edilen iyi huylu veya kötü huylu olarak farklılaşmış yapıları tespit edebiliyor olmalıdır.

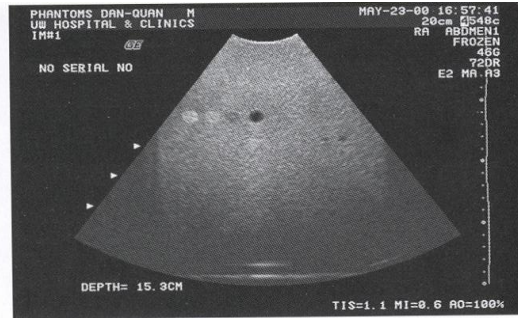
Bazen sistemdeki uzaysal çözünürlük yeteneği, görüntüde var olan gürültünün seviyesini, lezyonların varlığını tespit edebilmeyi engelleyebilir. Halbuki sistem lezyonların şekil ve sınırlarını, akustik gölgelenme ve donanımdaki ince yapıları görüntülemek için yeterli çözünürlüğe sahiptir [11].

Bir ultrason cihazı için yapılan performans testleri aşağıdaki gibidir:

- 1) Ölü Bölge
- 2) Maksimum Derinlik
- 3) Aksiyal Çözünürlük
- 4) Lateral Çözünürlük
- 5) Mesafe Doğruluğu
- 6) Kist Çapı

1) Ölü Bölge: Proben ön yüzünde ilk tanımlanabilen yankı mesafesidir. Yararlı olmayan tarama verileri bu bölgede toplanır. Ölü bölge prob- test nesnesi (fantom ya da hasta) ara yüzünden probdaki gürültü ve yansımalar sonucu oluşur. Bir cihazın ölü bölge derinliği, en derindeki hedeflerin tespit edilerek açıkça görselleştirildiği zaman belirlenir [12,13].

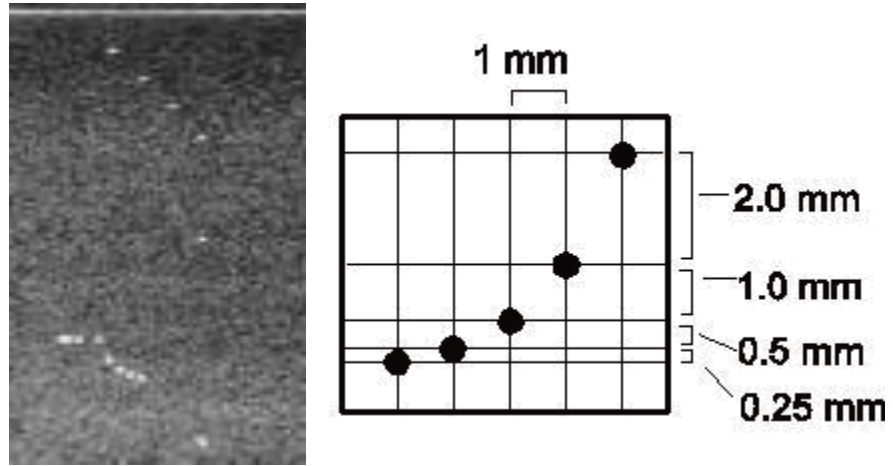
2) Maksimum Derinlik: Görüş alanı derinliğine maksimum derinlik denir. Görüntülemenin maksimum derinliği sistemin elektronik gürültüsü, görüntüleme formatı, odak derinliği, kazancı, çıkış gücü ve probun frekansı ile sınırlıdır [14].



Şekil 2.5 : Maksimum Derinlik [13]

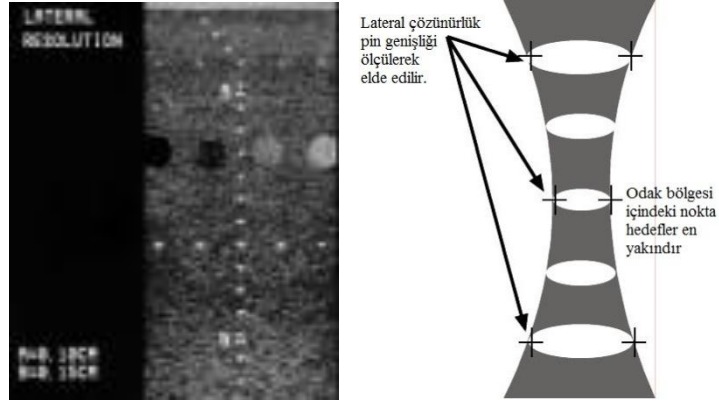
Derinlik testleri tarayıcının güç çıkışındaki azalma ya da gürültüdeki herhangi bir artışı ölçmek için yararlıdır. Her ikisi de çok küçük göze çarpmayan bozulmalar yapabilir ki non invaziv metotlar tarafından, penetrasyon testinin derinliği istisna olmakla birlikte, belirlenmesi çok zordur [14].

3) Aksiyal Çözünürlük: Ultrason demetiyle aynı doğrultudaki iki farklı doku grubunun ayırt edilebilme yeteneğidir. Fizik prensiplerine göre aksiyal çözünürlük gönderilen vuruş süresinin yarısı kadar olabilir. Ancak ultrason da bir tek vuruş içinde birkaç darbe olduğundan, uygulamada aksiyal çözünürlük; örneğin 3,5 MHz frekansı için yaklaşık olarak 1 mm' dir. Aksiyal çözünürlük merkez frekans ve sönüm faktörüne bağlı olduğu gibi probun uzaysal darbe uzunluğu ya da darbe süresine de bağlıdır. Genel olarak yüksek frekans ve kısa darbe uzunluğunda en iyi seviyededir [10,12].



Şekil 2.6: Aksiyal Çözünürlük [13]

4) Lateral Çözünürlük: Lateral çözünürlük, ana eksene dik bir çizgi boyunca yakın görüntü düzlemi içinde konumlandırılmış yapıları ayırt etme yeteneğidir. Huzme genişliği azaldıkça, lateral çözünürlük artar. Lateral çözünürlük odak uzaklığı mesafesinde en iyidir. Frekans arttıkça çözünürlük artmakta ancak dalgaların daha derin dokulara nüfuz etmesi azalmaktadır. Derin dokuları incelemek için prob yüzeyini genişletmek (lineer prob) ve frekansını düşürmek gerekmektedir [10,12].

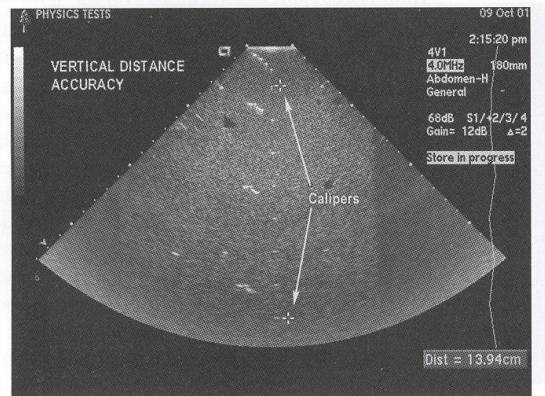


Şekil 2.7: Lateral Çözünürlük [13]

Çözünürlük testleri, kabul testleri için makul ancak rutin performans kontrolleri için yardımcı bir programdır. Çözünürlük değerlerindeki önemli değişiklikler belirlenen diğer görüntü performans problemlerini ve tarayıcıdaki ciddi arızaları fark edilir hale getirecektir [14].

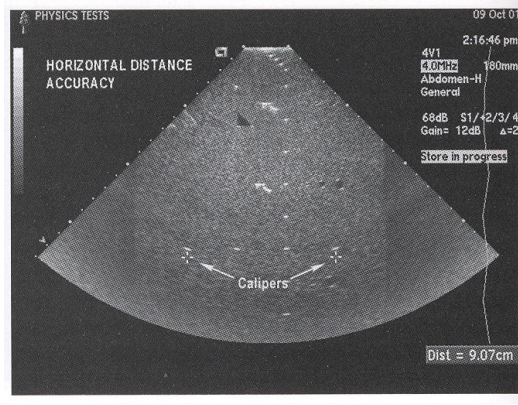
5) Mesafe Doğruluğu: Mesafe doğruluğu bilinen bir mesafe ile bir fantomun seçilen filament hedefleri arasında ölçülen mesafe karşılaştırılarak değerlendirilir. Kullanılan test mesafesi çalışmaların normal ölçülen mesafesine karşılık gelmelidir.

a) Düşey Mesafe Ölçüm Testi: Ses demeti boyunca yapılan ölçümlerdir. Bir tarayıcı da düşey mesafe doğruluğunu değerlendirmek için gözlenen fantomda, fantomun reflektörlerinin dikey sütununu net olarak görüntülemiş olması gerekir.



Şekil 2.8: Düşey mesafe ölçümü [16]

b) Yatay Mesafe Ölçüm Testi: Ses demeti eksenine dik olarak alınan ölçümlerdir. Bu yönde elde edilen ölçümler ışın genişliği etkileri ve tarayıcı yanlışlıkları nedeniyle daha az doğruluğa sahiptir.



Şekil 2.9: Yatay mesafe ölçümü [16]

Mesafe doğruluğu ölçümleri oldukça önemli testlerdir. Ölçümlerde küçük belirsizlikler ve beklenen değerler bilinir. Önemli klinik kararlar için mesafe ölçümleri yapılır ve bunları elektronik kaliperler ile doğrulamak şarttır [14].

3. MALZEME VE YÖNTEM

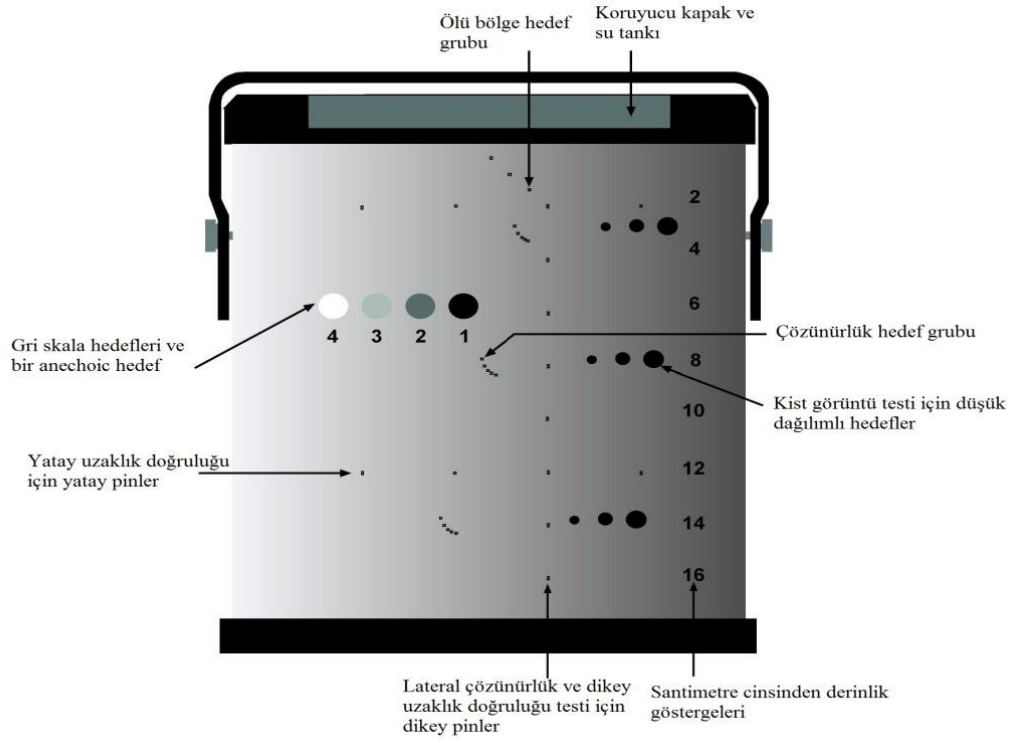
Bu çalışmada 41 adet ultrason üzerinde konveks, lineer ve vajinal olmak üzere 3 farklı tip prob ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için GAMMEX RMI 403GS model fantom kullanılmıştır (Şekil 3.1). Alınan ölçüm değerleri üzerinde analiz çalışmaları yapılmış ve bu analiz içinde SPSS programı kullanılmıştır.

3.1. Ölçüm Fantomu

Ölçümlerde kullanılan GAMMEX RMI 403GS model fantom, karaciğeri simüle eden bir fantomdur. İçerisinde farklı çapta kistleri simüle eden yapılar ve ölçüm alınmasını sağlayan sabit mesafelerde yerleştirilmiş pinler bulunmaktadır (Şekil 3.2).

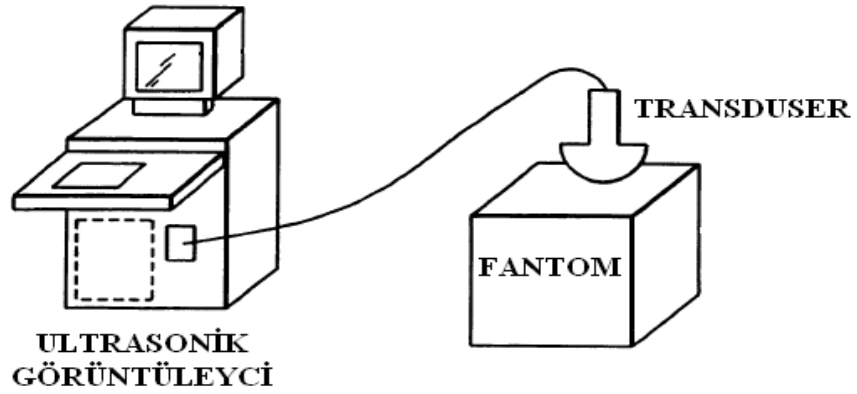


Şekil 3.1: Gammex RMI model fantom [17]



Şekil 3.2: Fantom üzerindeki göstergeler [15]

Ölçümler için ultrason cihazı probu Şekil 3.3’ de görüldüğü gibi fantom üzerinde sanki hastanın abdominal bölgesinde tarama yapıyormuşcasına gezdirilir.



Şekil 3.3: Fantom ile ultrason cihazı bağlantısı [4]

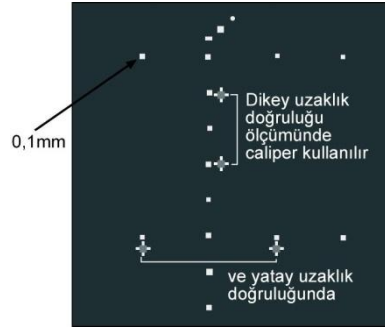
Ölçüm prosedürü aşağıdaki şekildedir:

1. Jelli prob fantomun üzerine yerleştirilir.

2. Fantomun tam derinliğini görüntülemek için tarayıcı ayarlanır. Görülebilen gürültünün içine doğru ilerledikçe fantomun alt yanında bozulan doku yankılarının olduğu fark edilebilir. Kullanılabilir yankının kaybolduğu derinlik maksimum derinlik olarak adlandırılır. Fantom etiketi üzerindeki derinlik göstergesi hedefin derinliğinin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

3. Noktasal hedefler yatay taranır ve hedef dondurulur. Yatay iki noktasal hedefin arasındaki mesafenin ölçülmesinde elektronik kaliper kullanılır.

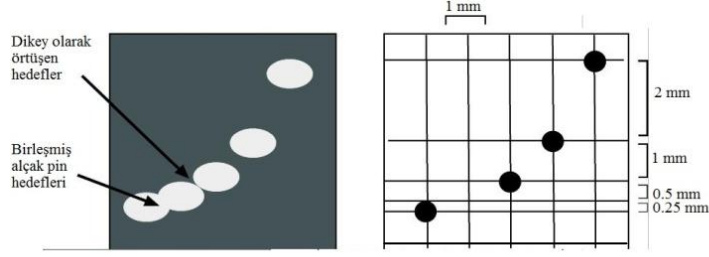
Dikey noktalar 3 cm boşluğa, yatay noktalar ise 2 cm boşluğa sahiptir. Yatay ve dikey noktaların güvenilirliğinin belirlenmesinde bu nokta hedefler kullanılır.



Şekil 3.4: Dikey ve yatay uzaklık doğruluk ölçümü [15]

4. Noktasal hedeflerin görüntüsü dondurulur. Görüntünün yanındaki, ortasındaki ve kenarındaki nokta hedeflerin dikey genişliğinin ölçülmesinde elektronik kaliper kullanılır.

5. 3 cm' de hedef grubun aksiyal çözünürlüğünün bir görüntüsü dondurulur ve görüntü derinliği azaltılır. En küçük iki nokta arasındaki mesafe ultrason sistemlerinin aksiyal çözünürlüğü olarak adlandırılır. Çeşitli derinliklerdeki çözünürlükler karşılaştırılır ve diğer hedef grupların aksiyal çözünürlükleri gözden geçirilir.



Şekil 3.5: Aksiyal çözünürlük ölçümü [15]

6. Kistik hedef gruplarının en yakını taranır. Her hedefin, yuvarlak ve temiz siyah gürültüsüz bir görünümü ile iyi tanımlanmış kenarları olmalıdır. Hedefin altındaki ve üstündeki parlak ve ayrı yankılar normaldir.

6 mm çapında kistik hedefin ölçümünde görüntü geometrisi kontrol edilir. Kenardan kenara ve alttan üste kaliper ölçümü kullanılır.

7. Minimum görüntü derinliği azalır ve hedef grubunun ölü bölgesi tetkik edilir. Tarayıcının ölü bölgesinin ölçümü en sık görülebilir hedef noktanın derinliğini tanımlar.

8. Tarama yapıldıktan sonra fantom üzerindeki jel yumuşak bir bezle veya kağıt havluyla temizlenir. Fantom kapakları kapatılır.

Bu fantomdan alınan veriler Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3' de verilmiştir.

Tablo 3.1, konveks proba ait 20 mm ve 60 mm düşey uzaklık doğruluğu, 2 mm ve 12 mm lateral çözünürlük, 2 mm, 4 mm ve 6 mm yakın ve orta alan kist görüntülerini ve aksiyal çözünürlük değerlerini içermektedir.

Tablo 3.2' de, lineer proba ait 20 mm ve 60 mm düşey uzaklık doğruluğu, 2 mm ve 12 mm lateral çözünürlük, 2 mm, 4 mm ve 6 mm yakın ve orta alan kist görüntüleri, aksiyal çözünürlük değerleri verilmiştir.

Tablo 3.3 ise vajinal proba ait 20 mm ve 60 mm düşey uzaklık doğruluğu, 2 mm lateral çözünürlük, yakın alan kist görüntüleri ve aksiyal çözünürlük değerlerini içermektedir.

Tablo 3.1 : Konveks prob ölçümleri

Sıra	20mm Düşey	60mm Düşey	2mm Lateral	12mm Lateral	6mm Yakın	4mm Yakın	2mm Yakın	6mm Orta	4mm Orta	2mm Orta	Aksiyal
1	19,6	59,6	29,7	29,7	5,9	3,8	1,8	5,7	3,6	1,6	1
2	19,1	59,5	30,1	30,1	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
3	19,2	59,7	30,1	30,1	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
4	19,4	59,3	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,8	1,8	1
5	19,4	59,7	30,1	30,2	5,8	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
6	19,3	59,6	30,1	30,1	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
7	19,4	59,3	30,1	30,1	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
8	19,5	59,8	30,1	30,1	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
9	19,6	59,8	30,1	30,2	5,8	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	1
10	19,1	59,4	30,2	30,1	5,9	3,9	1,8	5,9	3,9	1,8	0,5
11	19,6	59,6	30,1	30,1	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
12	19,7	59,8	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,9	1,8	1
13	19,5	59,2	30,2	30,3	5,7	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	1
14	19,4	59,1	30,0	30,0	5,8	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	1
15	19,4	59,3	30,1	30,1	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
16	19,5	59,8	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,9	1,8	1
17	19,3	59,2	30,2	30,3	5,7	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	1
18	19,4	59,1	30,0	30,0	5,7	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	1
19	19,8	59,5	30,2	30,2	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
20	19,4	59,3	29,8	29,8	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
21	19,5	59,8	30,1	30,1	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
22	19,4	59,8	30,1	30,2	5,8	3,9	1,8	5,7	3,9	1,9	1
23	19,6	59,8	30,1	30,2	5,8	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	1
24	19,5	59,8	30,1	30,1	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
25	19,5	59,8	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,9	1,8	1
26	19,8	59,6	29,8	29,4	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
27	19,5	59,8	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,9	1,8	1
28	19,3	59,2	30,2	30,3	5,8	3,8	1,8	5,8	3,8	1,8	1
29	19,3	59,3	30,2	30,3	5,9	3,8	1,8	5,8	3,8	1,8	1
30	19,3	59,3	30,2	30,3	5,8	3,8	1,8	5,9	3,8	1,8	1
31	19,3	59,4	30,3	30,3	5,8	3,8	1,9	5,9	3,8	1,9	1
32	19,4	59,7	30,3	30,2	5,8	3,8	1,9	5,9	3,8	1,9	1
33	19,4	59,4	30,2	30,2	5,9	3,8	1,8	5,9	3,9	1,9	1
34	19,3	59,3	30,2	30,3	5,8	3,8	1,9	5,8	3,9	1,9	1
35	19,4	59,4	30,3	30,3	5,9	3,8	1,9	5,9	3,9	1,9	1
36	19,4	59,3	30,3	30,2	5,9	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
37	19,4	59,4	30,3	30,3	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
38	19,5	59,8	30,1	30,1	5,8	3,8	1,8	5,8	3,9	1,8	1
39	19,3	59,2	30,2	30,3	5,8	3,8	1,8	5,8	3,8	1,8	1
40	19,5	59,2	30,0	30,0	5,9	3,9	1,9	5,7	3,8	1,8	1
41	19,5	59,4	29,7	29,8	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1

Tablo 3.2: Lineer prob ölçümleri

Sıra	20mm Düşey	60mm Düşey	2mm Lateral	12mm Lateral	6mm Yakın	4mm Yakın	2mm Yakın	6mm Orta	4mm Orta	2mm Orta	Aksiyal
1	19,7	59,6	30,1	29,8	5,9	3,8	1,8	5,9	3,9	1,9	1
2	19,6	59,3	29,8	29,9	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,8	0,5
3	19,6	59,5	29,8	29,8	5,8	3,8	1,9	5,8	3,9	1,8	0,5
4	19,8	59,7	29,9	29,8	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
5	19,8	59,7	29,9	29,8	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
6	19,9	59,4	30,1	29,7	5,9	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	0,5
7	19,8	59,7	29,9	29,8	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
8	19,7	59,8	30,1	30,1	5,8	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
9	19,8	59,8	29,9	29,9	5,9	3,9	1,9	5,9	3,9	1,9	0,5
10	19,6	59,8	29,8	29,8	5,8	3,8	1,8	5,9	3,8	1,8	0,5
11	19,9	59,9	30,1	29,9	5,9	3,8	1,8	5,8	3,9	1,9	1
12	19,8	59,8	29,8	29,9	5,9	3,9	1,9	5,9	3,9	1,9	0,5
13	19,8	59,8	29,8	29,9	5,9	3,9	1,9	5,9	3,9	1,9	0,5
14	19,4	59,3	29,9	29,8	5,8	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	1
15	19,5	59,4	30,1	29,7	5,8	3,9	1,9	5,9	3,9	1,8	1
16	19,9	59,2	29,7	29,3	5,9	3,8	1,9	5,8	3,8	1,8	0,5
17	19,7	59,5	29,8	30,2	5,8	3,8	1,9	5,7	3,9	1,9	1
18	19,8	59,4	29,9	30,1	5,8	3,9	1,9	5,9	3,8	1,8	1
19	19,8	59,6	29,8	29,7	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	1
20	19,4	59,7	30,1	29,8	5,8	3,8	1,9	5,9	3,9	1,8	1
21	19,8	59,6	29,8	29,6	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	1
22	19,4	59,8	29,7	29,8	5,8	3,9	1,8	5,8	3,8	1,9	1
23	19,4	59,8	29,6	29,9	5,8	3,8	1,9	5,9	3,9	1,8	1
24	19,8	59,6	29,8	29,6	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
25	19,7	59,5	29,7	29,8	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,9	0,5
26	19,7	59,3	29,5	30,1	5,9	3,9	1,9	5,8	3,7	1,9	0,5
27	19,8	59,2	29,9	29,9	5,9	3,8	1,8	5,9	3,8	1,8	1
28	19,8	59,4	29,8	29,9	5,9	3,9	1,9	5,9	3,8	1,9	0,5
29	19,9	59,6	30,2	29,8	5,9	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
30	19,7	59,4	29,5	30,2	5,9	3,9	1,9	5,8	3,9	1,8	1
31	19,1	59,3	29,8	30,3	5,8	3,9	1,9	5,9	3,9	1,9	1
32	19,6	59,2	29,7	29,8	5,8	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
33	19,8	59,6	29,8	29,9	5,8	3,8	1,8	5,9	3,9	1,8	1
34	19,3	59,5	30,1	30,1	5,9	3,8	1,8	5,7	3,8	1,8	1
35	19,5	59,3	30,1	30,2	5,9	3,9	1,9	5,9	3,9	1,9	1
36	19,7	59,2	29,6	30,1	5,9	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	0,5
37	19,9	59,4	29,7	30,2	5,9	3,9	1,9	5,8	3,8	1,8	0,5
38	19,6	59,2	29,5	30,1	5,9	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
39	19,2	59,4	30,1	30,3	5,9	3,8	1,9	5,8	3,8	1,9	1
40	19,3	59,2	29,9	29,8	5,9	3,9	1,9	5,8	3,9	1,9	1
41	19,6	59,5	29,9	29,9	5,9	3,9	1,9	5,9	3,8	1,8	1

Tablo 3.3: Vajinal prob ölçümleri

Sıra	20mm Düşey	60mm Düşey	2mm Lateral	12mm Lateral	6mm Yakın	4mm Yakın	2mm Yakın	Aksiyal
1	19,7	59,3	30,2	29,7	5,8	3,6	1,6	1
2	19,5	59,2	29,9	29,8	5,9	3,9	1,9	1
3	19,7	59,4	29,9	29,8	5,9	3,8	1,9	1
4	19,8	59,5	29,9	29,8	5,9	3,8	1,9	1
5	19,3	59,2	29,9	29,7	5,9	3,9	1,9	1
6	19,4	59,5	30,1	29,9	5,8	3,9	1,9	1
7	19,9	59,4	30,1	29,8	5,8	3,9	1,9	0,5
8	19,6	59,5	29,5	29,4	5,8	3,5	1,8	0,5
9	19,4	59,2	29,8	29,7	5,8	3,8	1,8	0,5
10	19,4	59,3	30,1	29,9	5,8	3,9	1,9	1
11	19,3	59,2	29,8	29,9	5,8	3,8	1,8	1
12	19,4	59,5	29,9	29,9	5,7	3,8	1,8	1
13	19,4	59,8	30,1	29,9	5,8	3,9	1,9	1
14	19,4	59,2	29,8	29,8	5,8	3,8	1,8	0,5
15	19,2	59,5	29,8	29,7	5,8	3,8	1,8	1
16	19,4	59,7	29,9	29,3	5,7	3,8	1,8	1
17	19,1	59,4	30,0	29,8	5,8	3,8	1,8	1
18	19,5	59,2	30,0	29,7	5,9	3,8	1,7	1
19	19,6	59,5	29,8	29,7	5,8	3,8	1,9	0,5
20	19,9	59,5	30,1	29,9	5,8	3,9	1,9	0,5
21	19,4	59,3	29,8	29,6	5,8	3,9	1,9	0,5
22	19,8	59,9	29,8	29,8	5,8	3,9	1,9	0,5
23	19,4	59,3	29,8	29,7	5,8	3,9	1,9	0,5
24	19,3	59,2	29,7	29,6	5,9	3,8	1,8	1
25	19,4	59,2	29,7	29,6	5,9	3,8	1,8	1
26	19,3	59,4	29,6	29,5	5,9	3,8	1,9	1
27	19,3	59,5	29,6	29,5	5,9	3,8	1,9	1
28	19,3	59,3	29,7	29,6	5,9	3,9	1,9	1
29	19,3	59,2	29,7	29,5	5,9	3,9	1,9	1
30	19,4	59,2	29,5	29,4	5,8	3,8	1,9	1
31	19,4	59,3	29,4	29,3	5,8	3,9	1,9	1
32	19,4	59,8	29,5	29,4	5,8	3,9	1,9	1
33	19,4	59,3	29,8	29,7	5,8	3,9	1,9	1
34	19,3	59,2	29,7	29,6	5,9	3,8	1,8	1
35	19,4	59,4	29,9	29,8	5,7	3,8	1,8	1
36	19,5	59,5	30,0	29,9	5,9	3,8	1,7	1
37	19,3	59,2	29,9	29,8	5,9	3,9	1,9	1
38	19,7	59,3	29,9	29,7	5,9	3,9	1,9	1
39	19,8	59,6	30,1	30,0	5,8	3,9	1,8	1
40	19,4	59,2	30,3	29,8	5,8	3,8	1,9	1
41	19,9	59,3	30,1	29,9	5,8	3,7	1,8	1

3.2. Analiz Yöntemi

Ölçüm fantomundan aldığımız örnekler biyoistatistik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Biyoistatistik; tıp ve sağlık bilimleri alanlarında veri toplanması, özetleme, analiz ve değerlendirmede istatistiksel yöntemleri kullanan bilim dalıdır.

Bu bilim dalı;

1. Biyolojik, laboratuvar ve klinik verilerdeki yaygınlık
2. Verilerin anlaşılması
3. Yorumlanması
4. Tıp literatürünün kritiğinin yapılması
5. Araştırmaların planlanması, gerçekleştirilmesi, analiz ve yorumlanması için gereklidir.

Gereksinimleri karşılamak amacıyla çeşitli istatistiksel yazılımlar vardır. Bunlar arasında SPSS konumuz için uygun görülmüştür. SPSS programı, verilerden karar amaçlı bilgi elde etmeyi hedefleyerek istatistiği kullanmayı sağlayacak bir yazılımdır. Bu yazılım ilk önce fiyatlandırma, ürün sevkiyatı ve diğer ticari unsurlarda kullanılmaya başlandı. Günümüzde sosyal bilimler, pazar araştırmaları ve sağlık bilimlerinde yaygın olarak kullanılır. Bu yazılım veri analizi, mevcut durum değerlendirme ve geleceği tahmin etme, öngörüselle analiz yani kuruluşlara geçmiş davranışlardan anlam çıkarma ve aksiyon alma yeteneği sağlar [18].

Bu programdaki analiz yöntemlerinden korelasyon, regresyon ve tek yönlü varyans analizleri, her probdan alınan ölçümler için kullanılarak bu ölçüm parametrelerinin analiz edilmesine olanak sağlamıştır.

3.2.1. Korelasyon Analizi

Korelasyon, olasılık kuramı ve istatistikte iki değişken arasında doğrusal ilişkiyi verir. Bu ilişkinin yönü ve şiddeti ise korelasyon katsayısı ile belirlenir. Korelasyon katsayısı iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü (derecesini) ve yönünü belirlemek için hesaplanan bir sayıdır. Belirli bir birimi yoktur. İki değişken arasında doğrusal bir ilişki yok ise korelasyon katsayısı $r = 0$ 'dır [19]. Korelasyon katsayısının pozitif ($r > 0$)

olması, bir değişkene ilişkin verilerin artması durumun da değerinin de artması veya bir değişkene ilişkin verilerin azalması durumunda değerinin de azalması anlamına gelir ve ‘değişkenler arasında doğru yönlü bir ilişki vardır’ şeklinde yorumlanır ve buna ‘pozitif korelasyon’ denir. Korelasyon katsayısının negatif ($r < 0$) olması ise; bir değişkene ilişkin verilerin artması durumunda değerinin azalması veya bir değişkene ilişkin verilerin azalması durumunda değerinin artması anlamına gelir ve değişkenler arasında ters yönlü bir ilişki vardır şeklinde yorumlanır ve buna da ‘negatif korelasyon’ denir [20].

Korelasyon katsayı için her zaman $-1 \leq r \leq 1$ eşitsizliği geçerlidir. Bu katsayı veri sayısının çok olması durumunda çeşitli bilgisayar programlarıyla bulunabileceği gibi bazı durumlarda matematiksel formül kullanılarak da hesaplanabilir.

Bu matematiksel formül;

r: korelasyon katsayısı

x_i : X değişkenindeki verilerin toplamı,

x_{ort} : X değişkenindeki verilerin ortalaması,

y_i : Y değişkenindeki verilerin toplamı,

y_{ort} : Y değişkenindeki verilerin ortalaması olmak üzere

$$r = \frac{\sum(x_i - x_{ort}) \cdot (y_i - y_{ort})}{\sqrt{\sum(x_i - x_{ort})^2 \cdot \sum(y_i - y_{ort})^2}} \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilebilir.

3.2.2. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, bağımlı değişken ile bir veya daha çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla kullanılan bir analiz yöntemidir. Bir tek bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon, tek değişkenli regresyon analizi; birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı regresyon analizi de çok değişkenli regresyon analizi olarak adlandırılır.

Regresyon analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bir ilişki var mıdır? Eğer bir ilişki varsa bu ilişkinin gücü nedir? Değişkenler arasında ne tür bir ilişki vardır? Bağımlı değişkene ait ileriye dönük değerleri tahmin etmek mümkün müdür ve nasıl tahmin edilmelidir? Belirli koşulların kontrol edilmesi durumunda özel bir değişken veya değişkenler grubunun diğer değişken veya değişkenler üzerindeki etkisi nedir ve nasıl değişir? gibi sorulara cevap aranmaya çalışılır [21].

Tüm bu soruların cevabı bir denklem oluşturularak bulunabilir. Bu denklem genel olarak;

$$y_i = b_0 + b_1 \cdot x_i \quad (3.2)$$

şeklindedir.

Burada y_i değeri bağımlı değişkenler toplamını, b_0 regresyon sabitini, b_1 regresyon katsayısını ve x_i değeri ise bağımsız değişkenler toplamını ifade etmektedir.

Bu denklemde x_i değerine 0 verdiğimizde y_i değeri bulunur. Ayrıca b_1 regresyon katsayısı ise bize x_i değerindeki 1 birimlik artışın y_i değerindeki b_1 değeri kadar artışa sebep olabileceğini gösterir. Eğer b_1 katsayısının işareti negatif ise bu iki değerden birisi 1 birim artarken diğeri de b_1 kadar azalacaktır diyebiliriz.

3.2.3. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)

Varyans, ortalamanın örneklem değerlerinden çıkarılmasıyla bulunan sapmaların karelerinin ortalaması alınarak hesaplanır. Buradaki tek yönlü ifadesi ise grupları birbirinden ayıran tek özellik olduğu ya da grupların tek değişkeninin değerleri ile ayrıldığı anlamına gelir [23]. Bu yöntem ile iki veya daha fazla grubun ortalama ve varyansları karşılaştırılabilir.

Bu analizin uygulanabilmesi için bazı şartlar gereklidir. Bunlar;

- 1) Karşılaştırılacak gruplardaki veri sayısı ya aynı olmalı ya da birbirlerine yakın sayıda olmalıdırlar.
- 2) Her gruptaki değerler normal dağılım göstermelidir.

3) Veriler ölçümle belirlenmiş olmalıdır.

4) Gruplardaki veriler birbirine benzer ve homojen olmalıdır [22].

şeklinde sıralanabilir.

4. BULGULAR

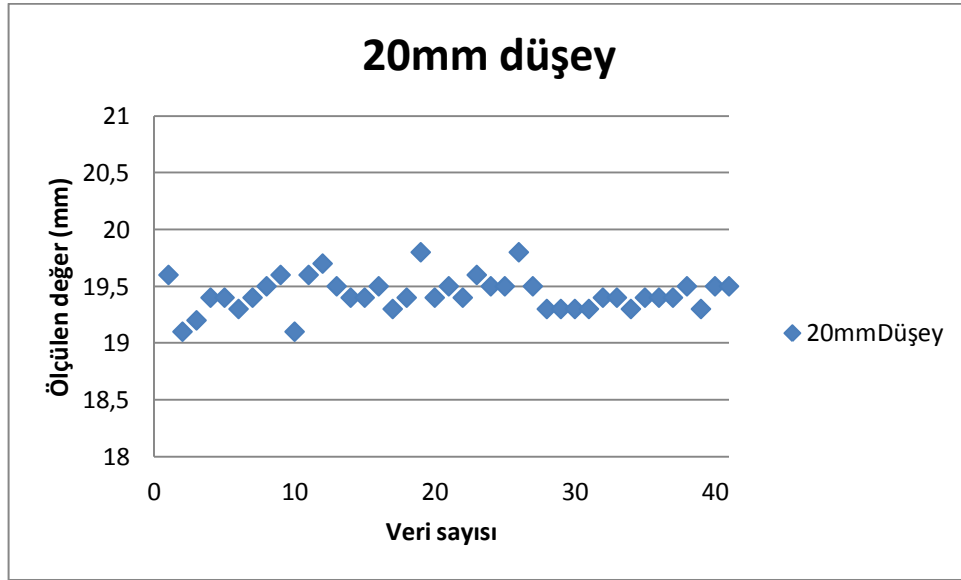
Ölçüm sonuçları sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiş, verilerdeki değişim grafiksel olarak gösterilmiştir. Sonra yine aynı verilere ait ortalama, standart sapma ve oluşan hata değerleri tablolar şeklinde verilmiştir. Son olarak da uygulanan korelasyon, regresyon ve tek yönlü varyans analizleri tablolar halinde sunulmuş ve açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1. Değişim Grafikleri

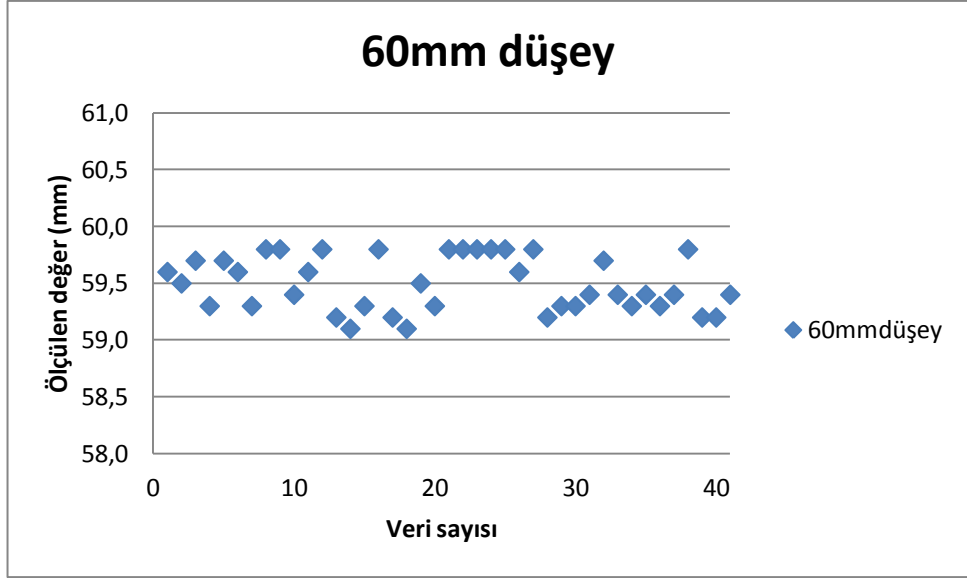
Çalışmamızda kullanılan her bir prob tipi için fantom üzerinde yapılan ölçümler ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki grafiklerde verilmektedir.

a. Konveks Prob

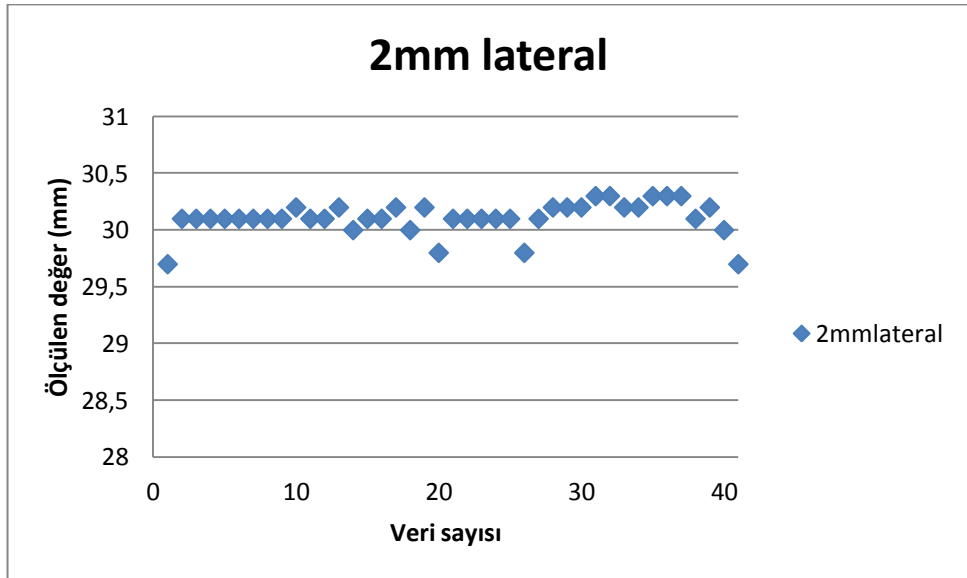
Konveks prob için, tüm parametrelerin veri sayısına göre değişim grafikleri çizildi.



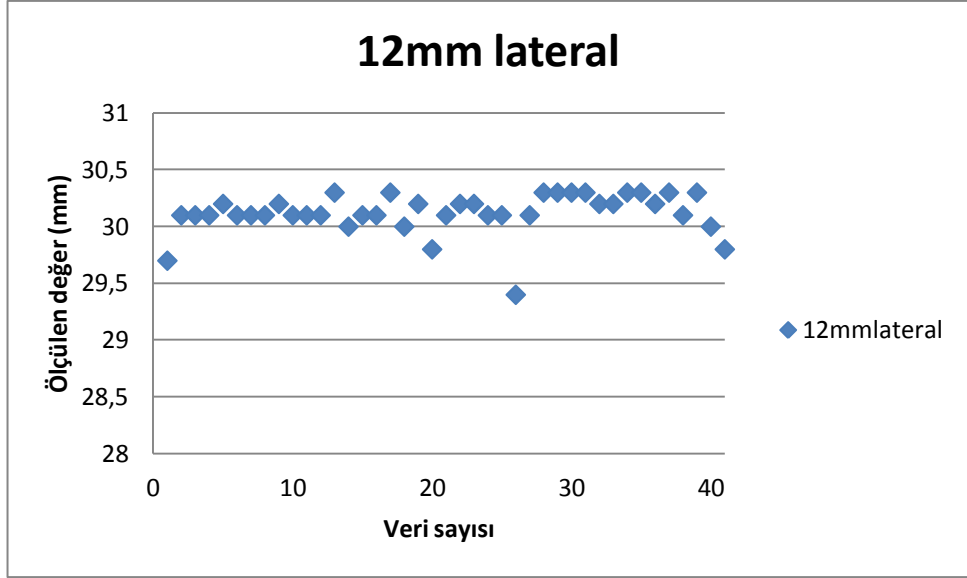
Şekil 4.1: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



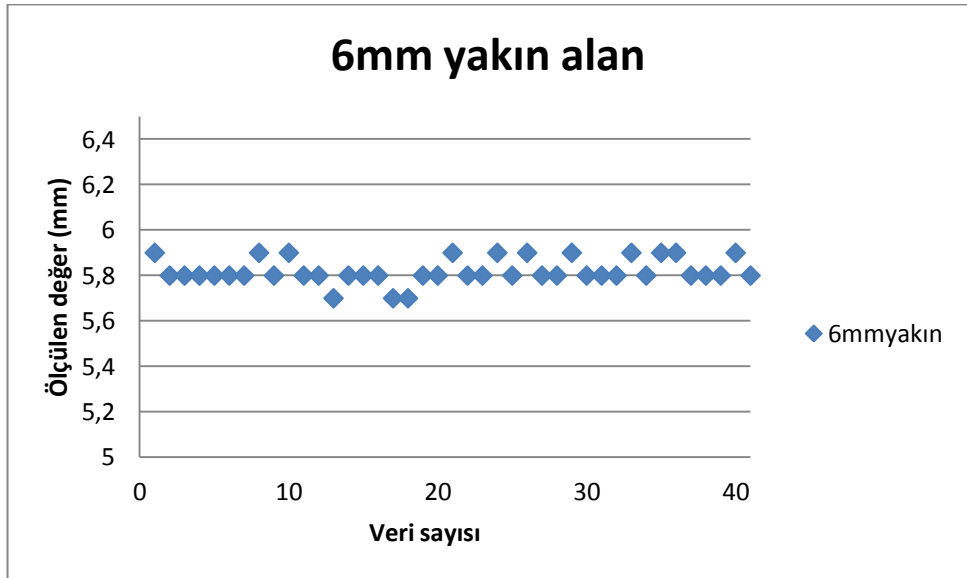
Şekil 4.2: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



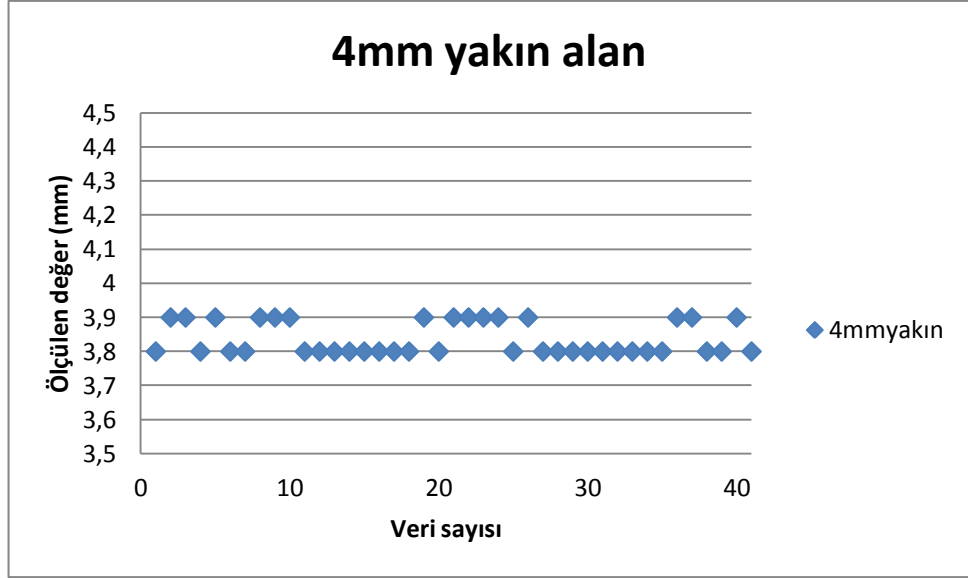
Şekil 4.3: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



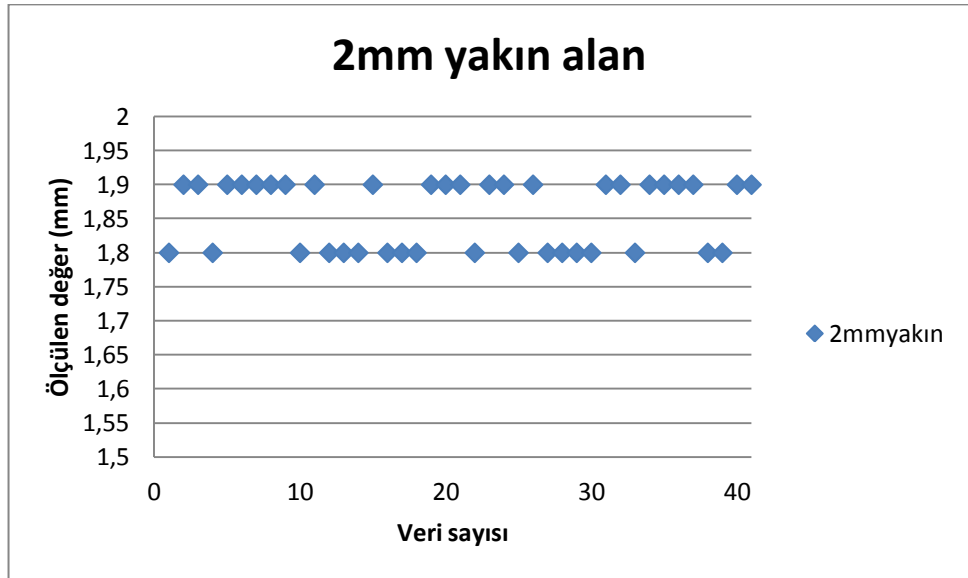
Şekil 4.4: 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



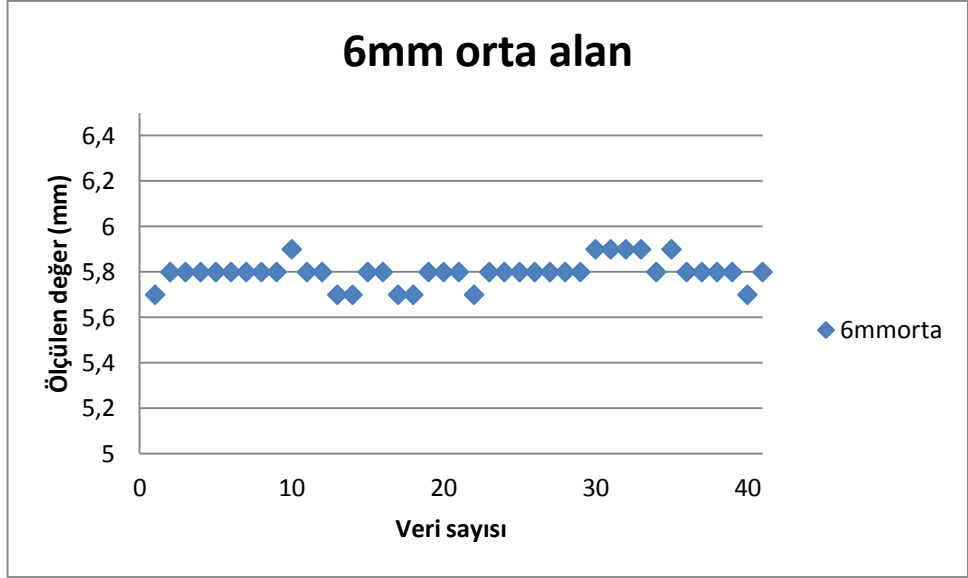
Şekil 4.5: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



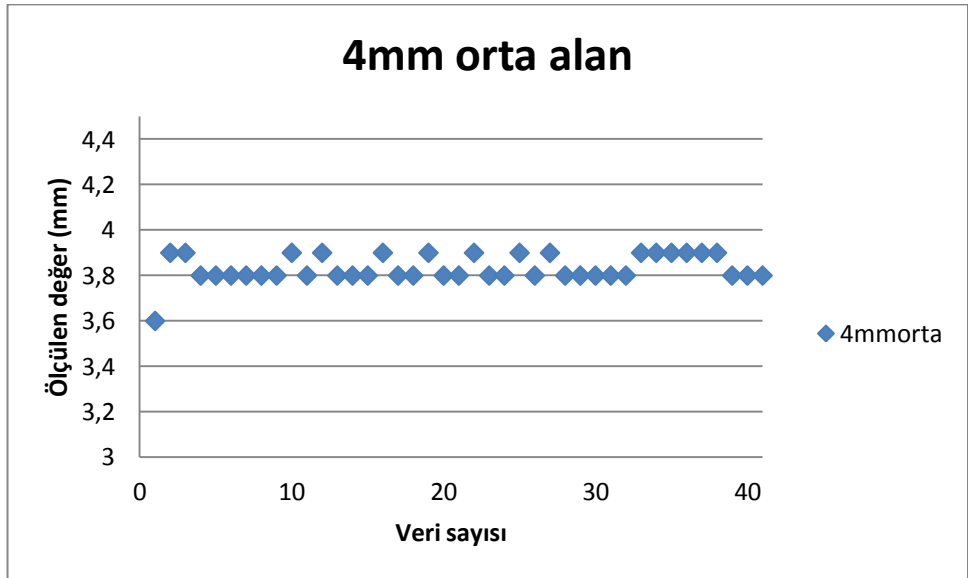
Şekil 4.6: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.7: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



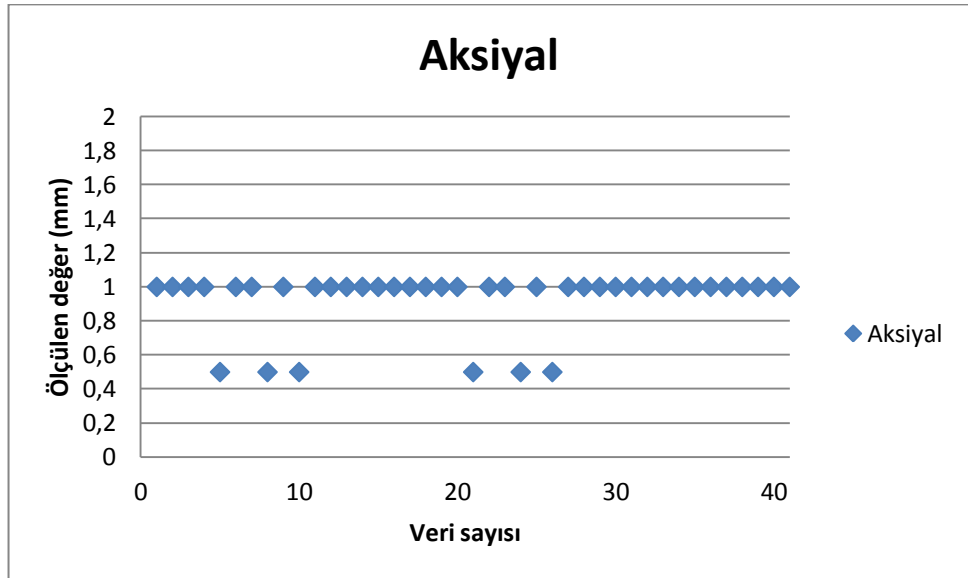
Şekil 4.8: 6 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.9: 4 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

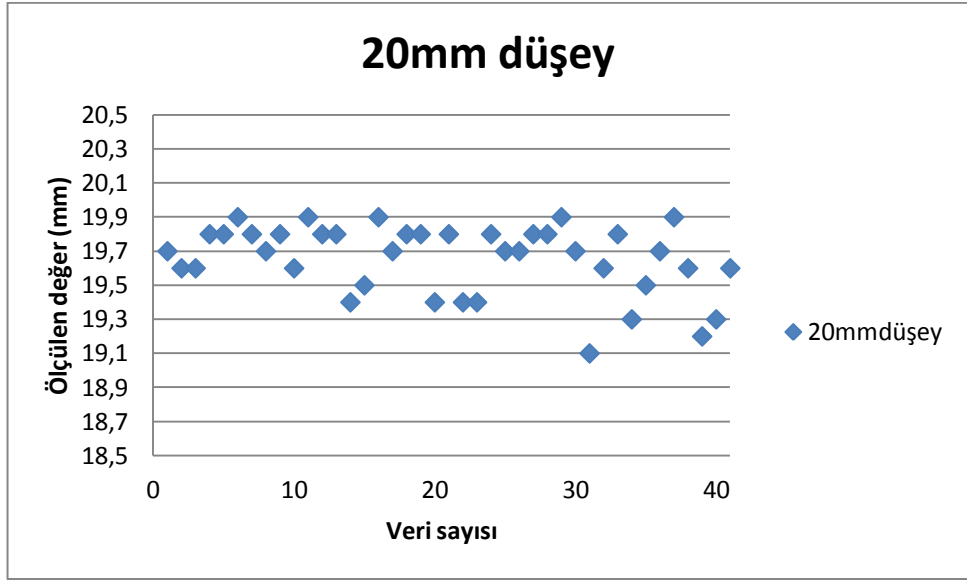


Şekil 4.10: 2 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

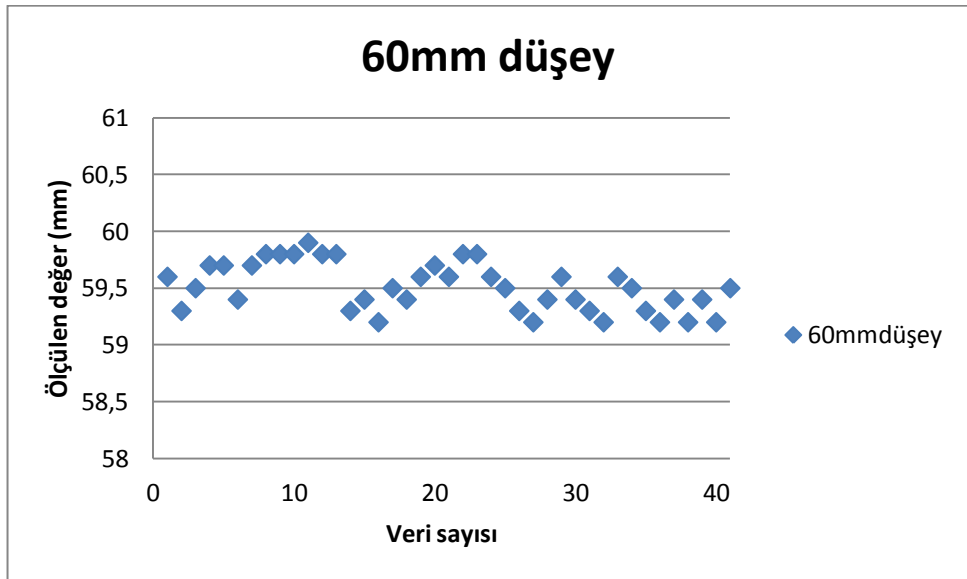


Şekil 4.11: Aksiyal çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

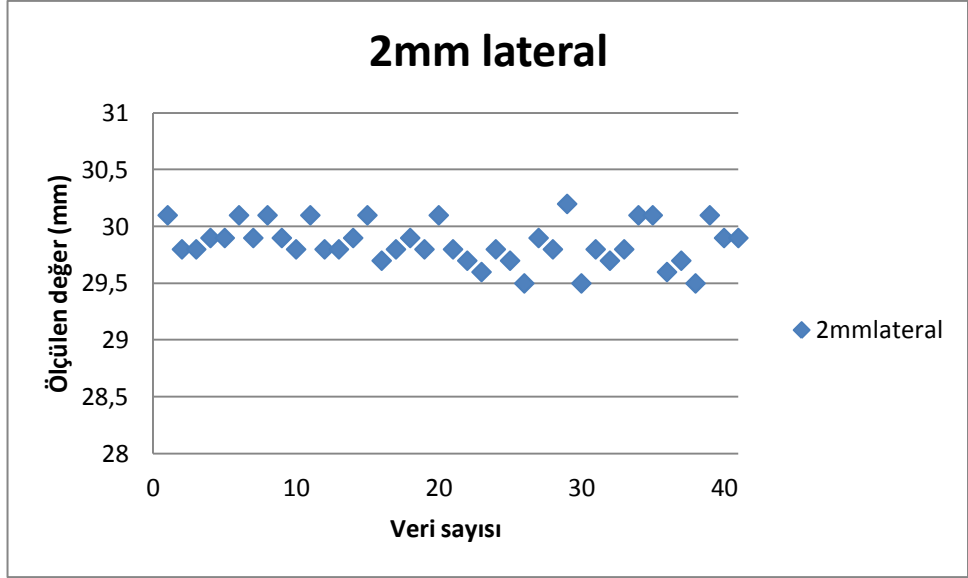
b. Linear Prob



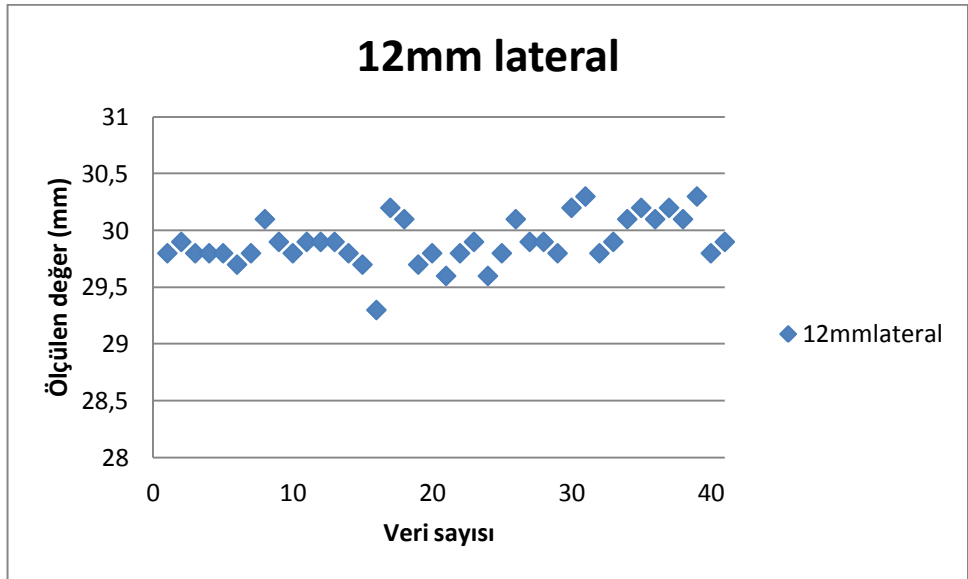
Şekil 4.12: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



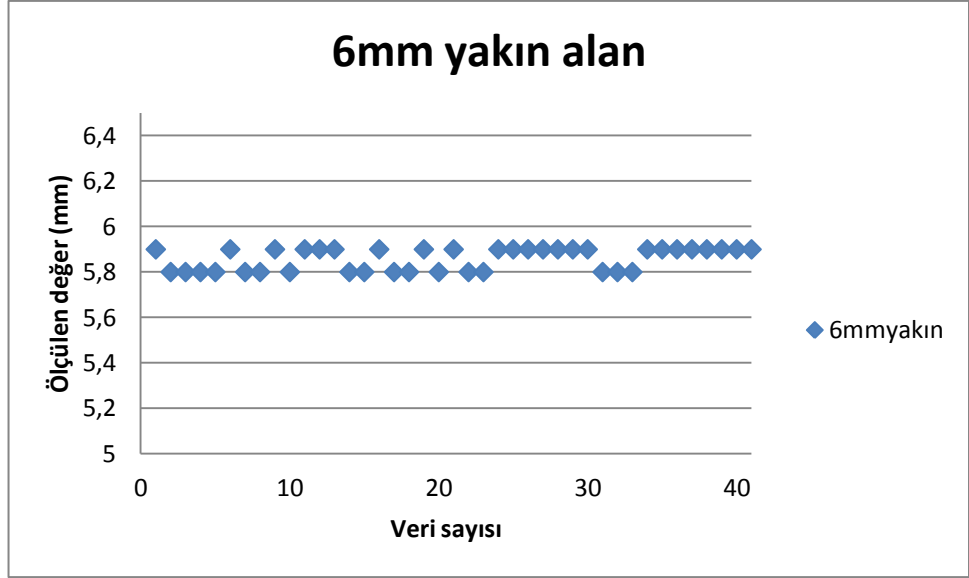
Şekil 4.13: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



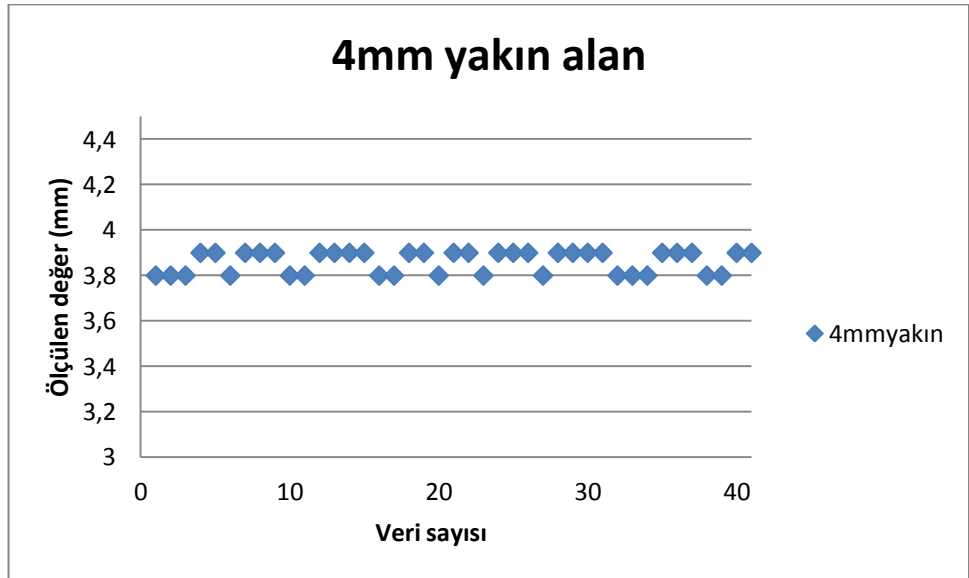
Şekil 4.14: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.15: 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



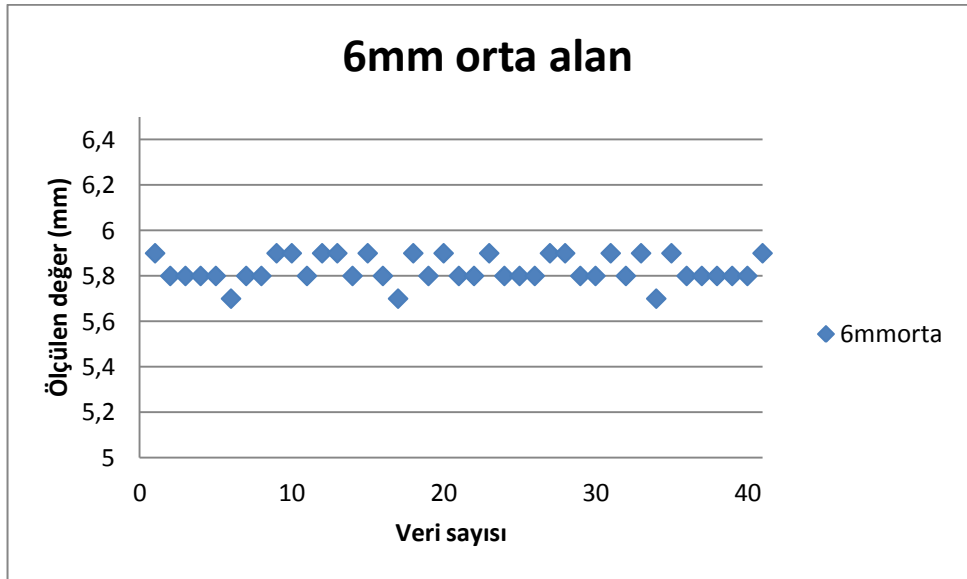
Şekil 4.16: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



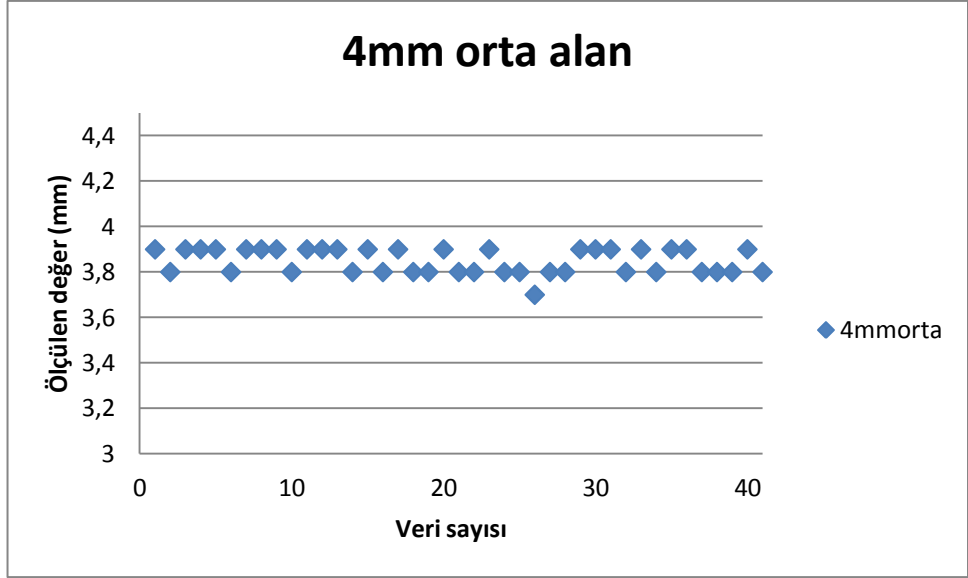
Şekil 4.17: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



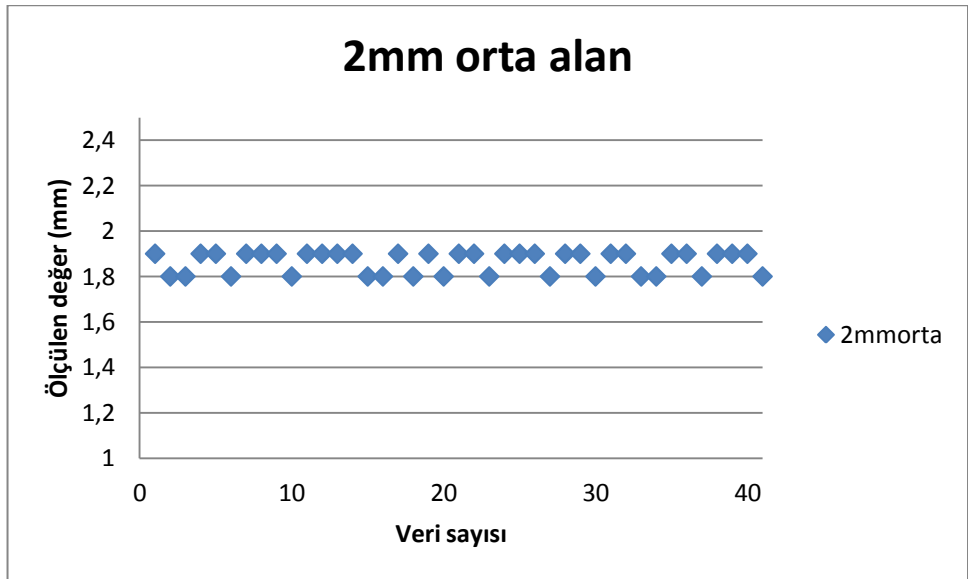
Şekil 4.18: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



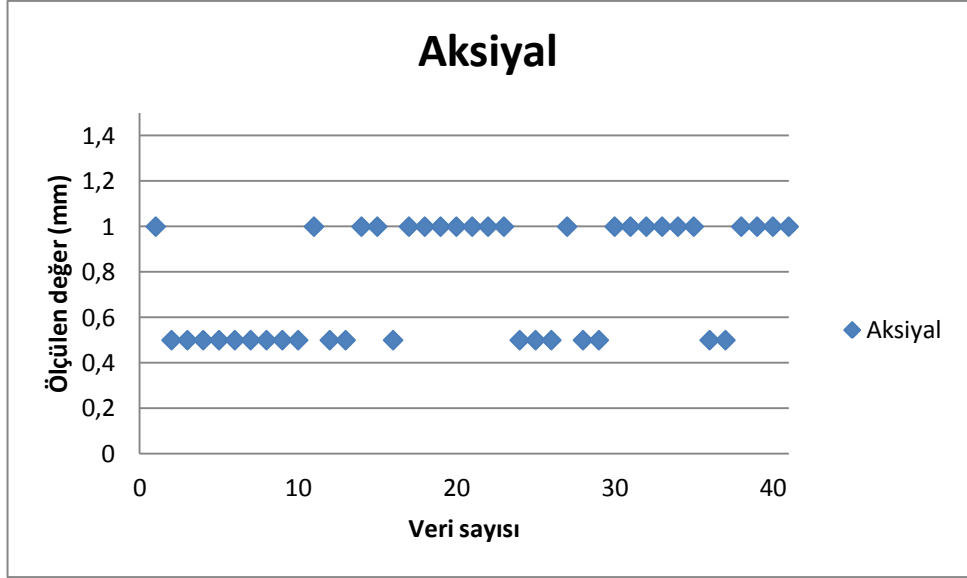
Şekil 4.19: 6 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.20: 4 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

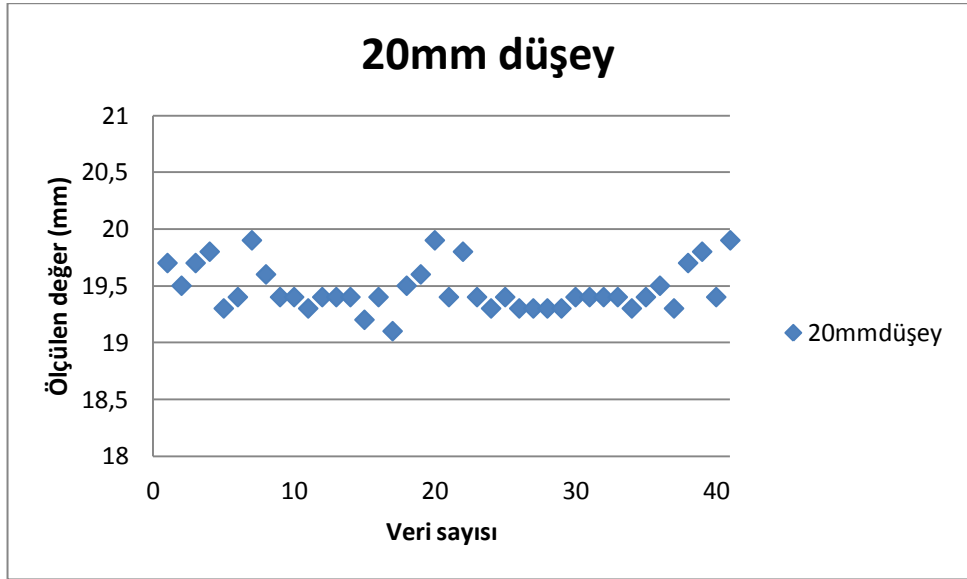


Şekil 4.21: 2 mm orta alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

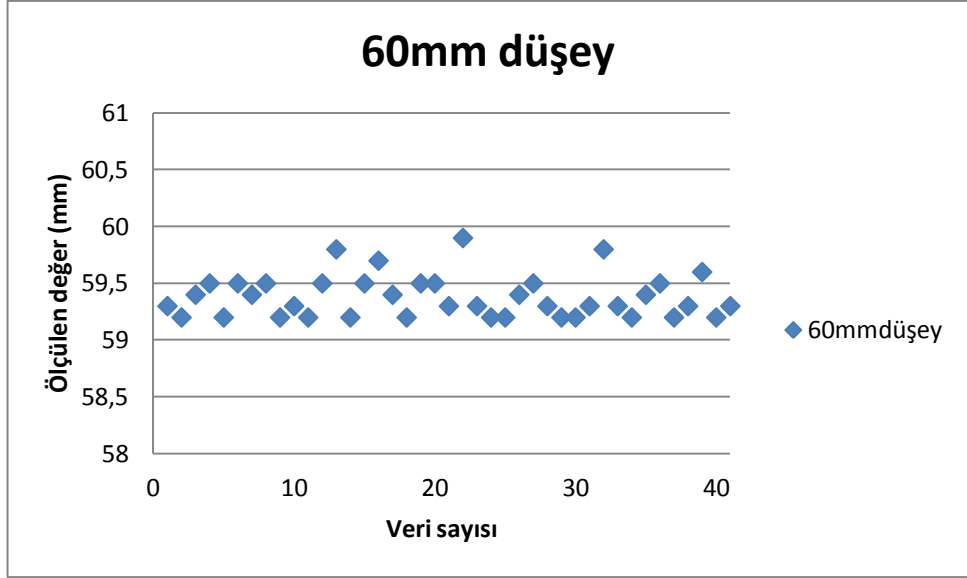


Şekil 4.22: Aksiyal çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği

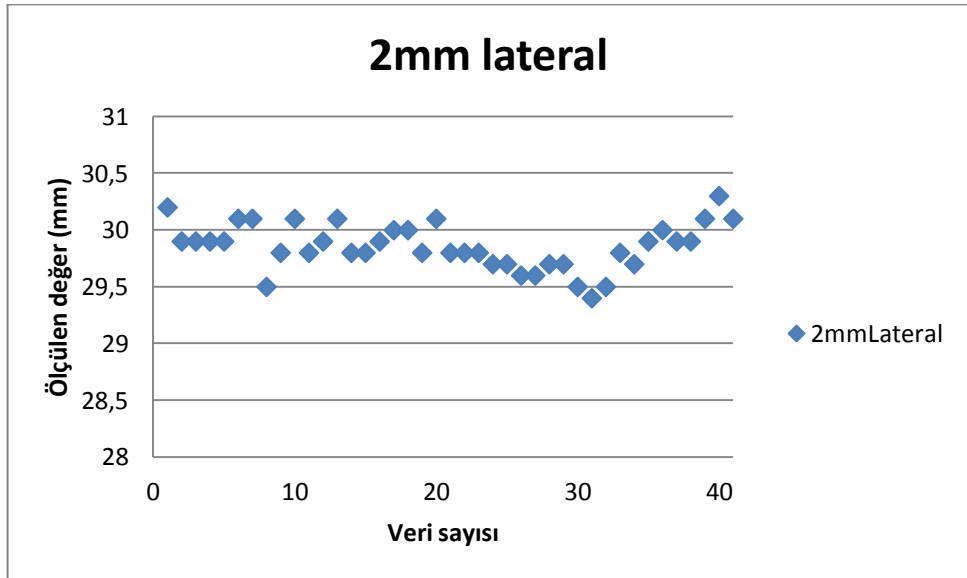
c. Vajinal Prob



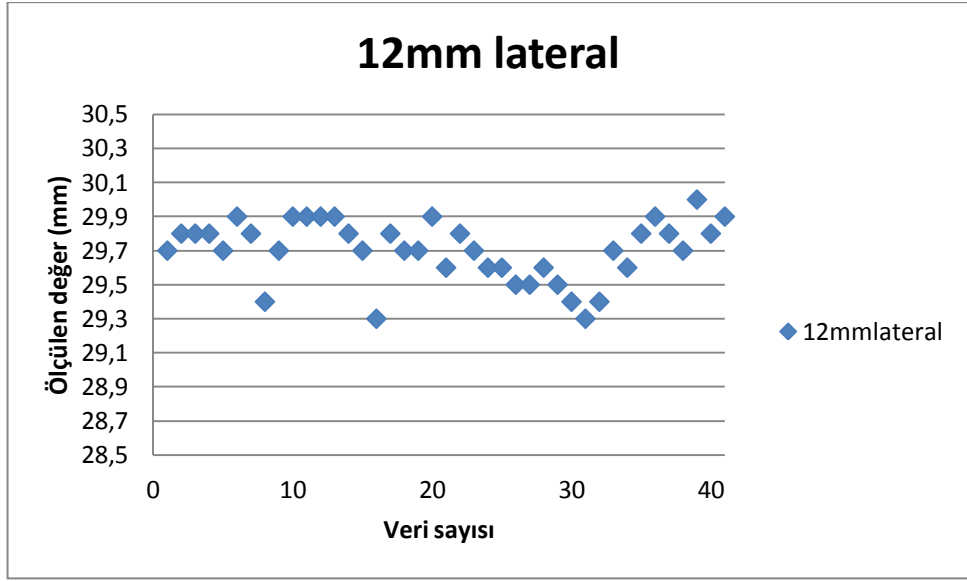
Şekil 4.23: 20 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



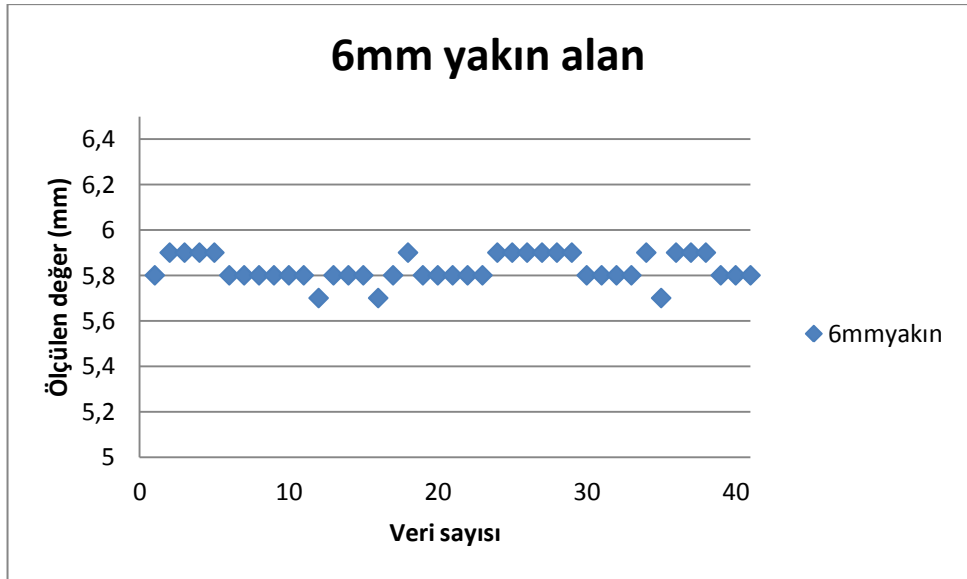
Şekil 4.24: 60 mm düşey uzaklık değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



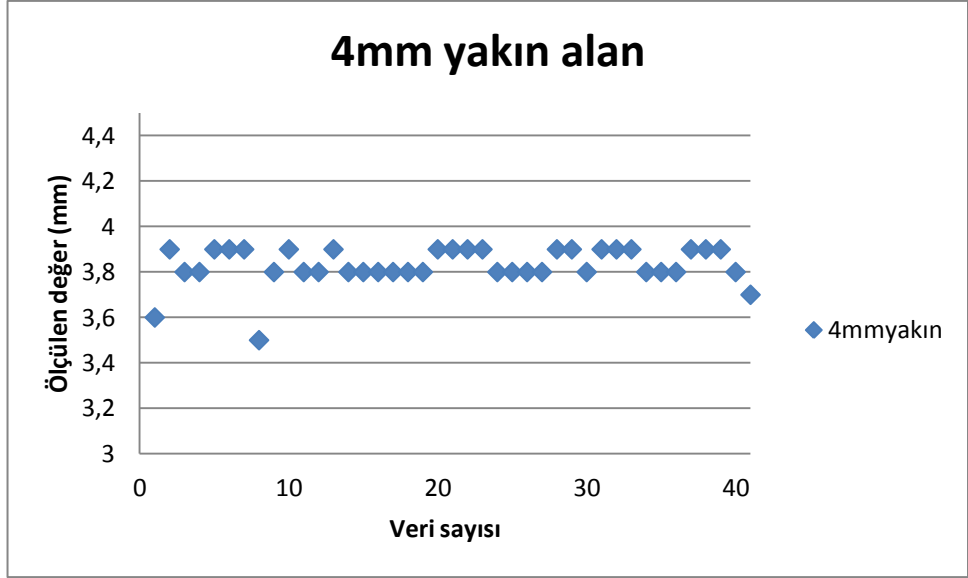
Şekil 4.25: 2 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



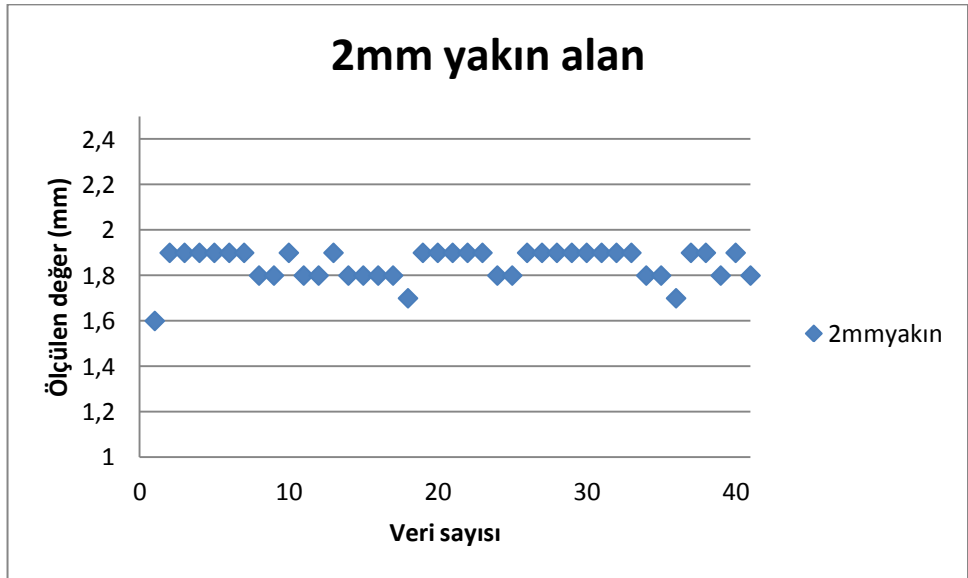
Şekil 4.26: 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



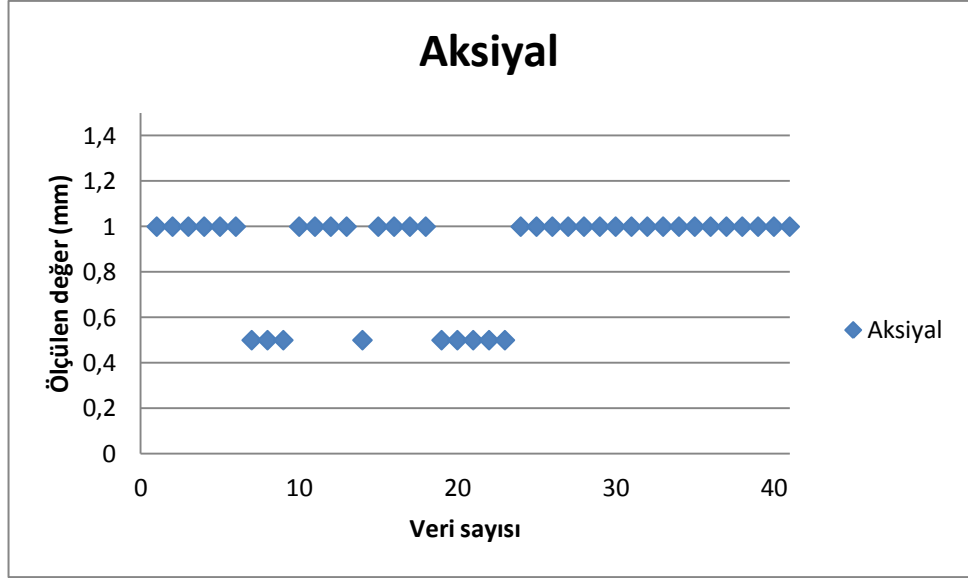
Şekil 4.27: 6 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.28: 4 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.29: 2 mm yakın alan kist çapı değerlerinin veri sayısına göre değişim grafiği



Şekil 4.30: Aksiya çözünürlük değeri verilerine göre değişim grafiği

4.2. Ortalama ve Standart Sapma

Her prob için 41 adet ölçüm alınarak istatistiksel sonuçlar aşağıdaki tablolarda incelenmiştir.

a. Konveks Prob

Tablo 4.1: Konveks prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma değerleri

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
20mm düşey	41	19,1	19,8	19,432	,1524
60mm düşey	41	59,1	59,8	59,495	,2397
2mm lateral	41	29,7	30,3	30,107	,1439
12mm lateral	41	29,4	30,3	30,120	,1820
6mm yakın alan	41	5,7	5,9	5,820	,0558
4mm yakın alan	41	3,8	3,9	3,837	,0488
2mm yakın alan	41	1,8	1,9	1,856	,0502
6mm orta alan	41	5,7	5,9	5,798	,0570
4mm orta alan	41	3,6	3,9	3,832	,0610
2mm orta alan	41	1,6	1,9	1,854	,0636
Aksiyal	41	,5	1,0	,927	,1789

Konveks prob ölçüm tablosuna göre en az sapma 4 mm yakın alan kist çapı değerinde en fazla sapma ise 60 mm düşey uzaklıkta görülmektedir.

Tablodaki sapma değerlerine göre;

$$\text{Doğruluk} = 100 - \sum \text{Standart sapma}$$

\sum Standart sapma: Tablodaki tüm standart sapma değerlerinin toplamı

formülüyle konveks prob verilerinin yaklaşık olarak % 98,7 gibi büyük bir doğrulukla ölçüldüğünü görebiliriz.

b. Linear Prob

Tablo 4.2: Linear prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma

Parametre	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Sapma
20mm düşey	41	19,1	19,9	19,656	,2050
60mm düşey	41	59,2	59,9	59,510	,2131
2mm lateral	41	29,5	30,2	29,854	,1832
12mm lateral	41	29,3	30,3	29,902	,2067
6mm yakın alan	41	5,8	5,9	5,859	,0499
4mm yakın alan	41	3,8	3,9	3,861	,0494
2mm yakın alan	41	1,8	1,9	1,880	,0401
6mm orta alan	41	5,7	5,9	5,829	,0602
4mm orta alan	41	3,7	3,9	3,849	,0553
2mm orta alan	41	1,8	1,9	1,863	,0488
Aksiyal	41	,5	1,0	,768	,2524

Linear prob ölçümlerinde en fazla sapma aksiyal çözünürlükte, en az sapma ise 2 mm yakın alan kist çapındadır.

Tablodaki sapma değerlerine göre;

$$\text{Doğruluk} = 100 - \sum \text{Standart sapma}$$

\sum Standart sapma: Tablodaki tüm standart sapma değerlerinin toplamı

formülüyle linear prob verilerinin yaklaşık olarak % 97,7 gibi büyük bir doğrulukla ölçüldüğünü görebiliriz.

c. Vajinal Prob

Tablo 4.3: Vajinal prob ölçümlerine ait ortalama ve standart sapma

Parametre	N	Minimum	Maximum	Mean	Standart Sapma
20mm düşey	41	19,1	19,9	19,471	,2015
60mm düşey	41	59,2	59,9	59,380	,1860
2mm lateral	41	29,4	30,3	29,856	,2050
12mm lateral	41	29,3	30,0	29,702	,1781
6mm yakın alan	41	5,7	5,9	5,829	,0602
4mm yakın alan	41	3,5	3,9	3,829	,0844
2mm yakın alan	41	1,6	1,9	1,849	,0711
Aksiyal	41	,5	1,0	,878	,2174

Vajinal prob ölçümlerinde en fazla sapma aksiyal çözünürlükte, en az sapma ise 6 mm yakın alan kist çapındadır.

Tablodaki sapma değerlerine göre;

$$\text{Doğruluk} = 100 - \sum \text{Standart sapma}$$

\sum Standart sapma: Tablodaki tüm standart sapma değerlerinin toplamı

formülüyle lineer prob verilerinin yaklaşık olarak % 98,9 gibi büyük bir doğrulukla ölçüldüğünü görebiliriz.

4.3. Ölçüm Hatası ve Ortalama Karesel Hata

Herbir probta 41'er ölçüm için gerçek değer, ölçülen değer ve hatayı gösteren tablolar çizilmiştir. Bu tablolarda ayrıca her 41 ölçüm için ortalama karesel hata (OKH) değerleri de hesaplanmıştır. Herhangi bir ölçüm için, d ölçülen büyüklüğün doğru değerini ve m_i i. ölçüm değerini göstermek üzere;

$$\text{OKH} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d - m_i)^2 \quad (4.1)$$

olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 4.4: Konveks proba ait 20 mm düşey, 60 mm düşey, 2 mm lateral ve 12 mm lateral değerlerinin ölçüm hatası tablosu

20mm düşey			60mm düşey			2mm lateral			12mm lateral		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
20	19,6	0,4	60	59,6	0,4	30	29,7	0,3	30	29,7	0,3
	19,1	0,9		59,5	0,5		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,2	0,8		59,7	0,3		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,4	0,6		59,3	0,4		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,4	0,6		59,7	0,3		30,1	0,1		30,2	0,2
	19,3	0,7		59,6	0,4		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,4	0,6		59,3	0,7		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,6	0,4		59,8	0,2		30,1	0,1		30,2	0,2
	19,1	0,9		59,4	0,6		30,2	0,2		30,1	0,1
	19,6	0,4		59,6	0,4		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,7	0,3		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,5	0,5		59,2	0,8		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,4	0,6		59,1	0,9		30,0	0		30,0	0
	19,4	0,6		59,3	0,7		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,3	0,7		59,2	0,8		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,4	0,6		59,1	0,9		30,0	0		30,0	0
	19,8	0,2		59,5	0,5		30,2	0,2		30,2	0,2
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,8	0,2		29,8	0,2
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,4	0,6		59,8	0,2		30,1	0,1		30,2	0,2
	19,6	0,4		59,8	0,2		30,1	0,1		30,2	0,2
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,8	0,2		59,6	0,4		29,8	0,2		29,4	0,6
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,3	0,7		59,2	0,8		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,3	0,7		59,3	0,7		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,3	0,7		59,3	0,7		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,3	0,7		59,4	0,6		30,3	0,3		30,3	0,3
	19,4	0,6		59,7	0,3		30,3	0,3		30,2	0,2
	19,4	0,6		59,4	0,6		30,2	0,2		30,2	0,2
	19,3	0,7		59,3	0,7		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,4	0,6		59,4	0,6		30,3	0,3		30,3	0,3
	19,4	0,6		59,3	0,7		30,3	0,3		30,2	0,2
	19,4	0,6		59,4	0,6		30,3	0,3		30,3	0,3
	19,5	0,5		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,3	0,7		59,2	0,8		30,2	0,2		30,3	0,3
	19,5	0,5		59,2	0,8		30,0	0		30,	0
	19,5	0,5		59,4	0,6		29,7	0,3		29,8	0,2
OKH		0,4			0,3			0,04			0,05

Tablo 4.5: Konveks proba ait 6 mm yakın alan, 4 mm yakın alan ve 2 mm yakın alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu

6mm yakın alan			4mm yakın alan			2mm yakın alan		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
6	5,9	0,1	4	3,8	0,2	2	1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
OKH		0,04			0,03			0,3

Tablo 4.6: Konveks proba ait 6 mm orta alan, 4 mm orta alan ve 2 mm orta alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu

6 mm orta alan			4mm orta alan			2mm orta alan		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
6	5,7	0,3	4	3,6	0,4	2	1,6	0,4
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,7	0,3		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
OKH		0,04			0,03			0,03

Tablo 4.7: Lineer proba ait 20 mm ve 60 mm düşey uzaklık, 2 mm ve 12 mm lateral çözünürlük değerlerinin ölçüm hatası tablosu

20mm Düşey			60mm düşey			2mm lateral			12mm lateral		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
20	19,7	0,3	60	59,6	0,4	30	30,1	0,1	30	29,8	0,2
	19,6	0,4		59,3	0,7		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,6	0,4		59,5	0,5		29,8	0,2		29,8	0,2
	19,8	0,2		59,7	0,3		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,8	0,2		59,7	0,3		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,9	0,1		59,4	0,6		30,1	0,1		29,7	0,3
	19,8	0,2		59,7	0,3		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,7	0,3		59,8	0,2		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,8	0,2		59,8	0,2		29,9	0,1		29,9	0,1
	19,6	0,4		59,8	0,2		29,8	0,2		29,8	0,2
	19,9	0,1		59,9	0,1		30,1	0,1		29,9	0,1
	19,8	0,2		59,8	0,2		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,8	0,2		59,8	0,2		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,5	0,5		59,4	0,6		30,1	0,1		29,7	0,3
	19,9	0,1		59,2	0,8		29,7	0,3		29,3	0,7
	19,7	0,3		59,5	0,5		29,8	0,2		30,2	0,2
	19,8	0,2		59,4	0,4		29,9	0,1		30,1	0,1
	19,8	0,2		59,6	0,4		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,4	0,6		59,7	0,3		30,1	0,1		29,8	0,2
	19,8	0,2		59,6	0,4		29,8	0,2		29,6	0,4
	19,4	0,6		59,8	0,2		29,7	0,3		29,8	0,2
	19,4	0,6		59,8	0,2		29,6	0,4		29,9	0,1
	19,8	0,2		59,6	0,4		29,8	0,2		29,6	0,4
	19,7	0,3		59,5	0,5		29,7	0,3		29,8	0,2
	19,7	0,3		59,3	0,7		29,5	0,5		30,1	0,1
	19,8	0,2		59,2	0,8		29,9	0,1		29,9	0,1
	19,8	0,2		59,4	0,6		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,9	0,1		59,6	0,4		30,2	0,8		29,8	0,2
	19,7	0,3		59,4	0,6		29,5	0,5		30,2	0,2
	19,1	0,9		59,3	0,7		29,8	0,2		30,3	0,3
	19,6	0,4		59,2	0,8		29,7	0,3		29,8	0,2
	19,8	0,2		59,6	0,4		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,3	0,7		59,5	0,5		30,1	0,1		30,1	0,1
	19,5	0,5		59,3	0,7		30,1	0,1		30,2	0,2
	19,7	0,3		59,2	0,8		29,6	0,4		30,1	0,1
	19,9	0,1		59,4	0,6		29,7	0,3		30,2	0,2
	19,6	0,4		59,2	0,8		29,5	0,5		30,1	0,1
	19,2	0,8		59,4	0,6		30,1	0,1		30,3	0,3
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,6	0,4		59,5	0,5		29,9	0,1		29,9	0,1
OKH		0,2			0,32			0,07			0,05

Tablo 4.8: Lineer proba ait 6 mm yakın alan, 4 mm yakın alan ve 2 mm yakın alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu

6mm yakın alan			4mm yakın alan			2mm yakın alan		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
6	5,9	0,1	4	3,8	0,2	2	1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
OKH		0,02			0,02			0,02

Tablo 4.9: Lineer proba ait 6 mm orta alan, 4 mm orta alan ve 2 mm orta alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu

6mm orta alan			4mm orta alan			2mm orta alan		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
6	5,9	0,1	4	3,9	0,1	2	1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,7	0,3		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
OKH		0,03			0,02			0,02

Tablo 4.10: Vajinal proba ait 20 mm düşey, 60 mm düşey, 2 mm lateral ve 12 mm lateral değerlerinin ölçüm hatası tablosu

20mm Düşey			60mm düşey			2mm lateral			12mm lateral		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
20	19,7	0,3	60	59,3	0,7	30	30,2	0,2	30	29,7	0,3
	19,5	0,5		59,2	0,8		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,7	0,3		59,4	0,6		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,8	0,2		59,5	0,5		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,3	0,3		59,2	0,8		29,9	0,1		29,7	0,3
	19,4	0,6		59,5	0,5		30,1	0,1		29,9	0,1
	19,9	0,1		59,4	0,6		30,1	0,1		29,8	0,2
	19,6	0,4		59,5	0,5		29,5	0,5		29,4	0,6
	19,4	0,6		59,2	0,8		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,4	0,6		59,3	0,7		30,1	0,1		29,9	0,1
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,8	0,2		29,9	0,1
	19,4	0,6		59,5	0,5		29,9	0,1		29,9	0,1
	19,4	0,6		59,8	0,2		30,1	0,1		29,9	0,1
	19,4	0,6		59,2	0,8		29,8	0,2		29,8	0,2
	19,2	0,8		59,5	0,5		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,4	0,6		59,7	0,3		29,9	0,1		29,3	0,7
	19,1	0,9		59,4	0,6		30,0	0		29,8	0,2
	19,5	0,5		59,2	0,8		30,0	0		29,7	0,3
	19,6	0,4		59,5	0,5		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,9	0,1		59,5	0,5		30,1	0,1		29,9	0,1
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,8	0,2		29,6	0,4
	19,8	0,2		59,9	0,1		29,8	0,2		29,8	0,2
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,7	0,3		29,6	0,4
	19,4	0,6		59,2	0,8		29,7	0,3		29,6	0,4
	19,3	0,7		59,4	0,6		29,6	0,4		29,5	0,5
	19,3	0,7		59,5	0,5		29,6	0,4		29,5	0,5
	19,3	0,7		59,3	0,7		29,7	0,3		29,6	0,4
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,7	0,3		29,5	0,5
	19,4	0,6		59,2	0,8		29,5	0,5		29,4	0,6
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,4	0,6		29,3	0,7
	19,4	0,6		59,8	0,2		29,5	0,5		29,4	0,6
	19,4	0,6		59,3	0,7		29,8	0,2		29,7	0,3
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,7	0,3		29,6	0,4
	19,4	0,6		59,4	0,6		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,5	0,5		59,5	0,5		30,0	0		29,9	0,1
	19,3	0,7		59,2	0,8		29,9	0,1		29,8	0,2
	19,7	0,3		59,3	0,7		29,9	0,1		29,7	0,1
	19,8	0,2		59,6	0,4		30,1	0,1		30,0	0,0
	19,4	0,6		59,2	0,8		30,3	0,7		29,8	0,2
	19,9	0,1		59,3	0,7		30,1	0,1		29,9	0,1
OKH		0,3			0,4			0,07			0,1

Tablo 4.11: Vajinal proba ait 6 mm yakın alan,4 mm yakın alan ve 2 mm yakın alan değerlerinin ölçüm hatası tablosu

6mm yakın alan			4mm yakın alan			2mm yakın alan		
Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)	Gerçek (mm)	Ölçülen (mm)	Hata (mm)
6	5,8	0,2	4	3,6	0,4	2	1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,5	0,5		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,7	0,3		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,9	0,1
	5,9	0,1		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,9	0,1		1,8	0,2
	5,8	0,2		3,8	0,2		1,9	0,1
	5,8	0,2		3,7	0,3		1,9	0,1
OKH		0,03			0,04			0,3

4.4. Korelasyon Analizi

Konveks, lineer ve vajinal prob ölçümleri SPSS programında korelasyon analizine tabi tutulmuş ve veriler arasındaki ilişkiler aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablolarda görülen pearson korelasyon sütunundaki değerler pearson korelasyon katsayısıdır (r) ve veriler arasındaki ilişkinin kuvvetini belirler. Çıkan sonuçların önündeki (-) ve (+) işaretleri de ilişkinin negatif veya pozitif yönlü olduğu konusunda bilgi verir.

-1 ile 1 arasındaki değerler anlamlı sayılmaktadır. Anlamlı olan değerler daire içerisinde belirtilmiştir.

(Tablolardaki korelasyon sonuçlarında (**)) ile belirtilen bulgular % 1, (*) ile belirtilen bulgular ise % 5 yanılma paylarıyla hesaplanmıştır.)

Bu açıklamalara göre;

a. Konveks Prob

- 1) 20 mm düşey uzaklık ile 60 mm düşey uzaklık arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri 0,39 birim artacaktır.
- 2) 20 mm düşey uzaklık ile 2 mm lateral çözünürlük arasındaki ilişki negatif yöndedir ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,36 birim azalacaktır.
- 3) 20 mm düşey uzaklık ile 2 mm lateral çözünürlük arasındaki ilişki negatif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,42 birim azalacaktır.
- 4) 60 mm düşey uzaklık ile 4 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,36 birim artacaktır.
- 5) 60 mm düşey uzaklık ile aksiyal çözünürlük arasındaki ilişki negatif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,33 birim azalacaktır.
- 6) 2 mm lateral çözünürlük ile 12 mm lateral çözünürlük arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,88 birim artacaktır ve en fazla ilişki bu iki veri arasında görülmektedir.

- 7) 2 mm lateral çözünürlük ile 6 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,43 birim artacaktır.

Tablo 4.12 : Konveks proba ait korelasyon tablosu

		20mm Düşey	60mm düşey	2mm lateral	12mm lateral	6mm Yakın
20mm Düşey	Pearson Korelasyonu	1				
	Anlamlılık değeri					
60mm Düşey	Pearson Korelasyonu	,394*	1			
	Anlamlılık değeri	,011				
2mm Lateral	Pearson Korelasyonu	-,364*	-,074	1		
	Anlamlılık değeri	,019	,191			
12mm Lateral	Pearson Korelasyonu	-,420**	,029	,883**	1	
	Anlamlılık değeri	,006	,364	,000		
6mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,074	-,042	-,081	-,127	1
	Anlamlılık değeri	,190	,309	,617	,066	
4mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,015	,358*	,008	-,114	,374*
	Anlamlılık değeri	,429	,022	,460	,087	,016
2mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,066	,029	,039	,051	,224
	Anlamlılık değeri	,216	,365	,320	,273	,159
6mm Orta	Pearson Korelasyonu	-,221	-,031	,429**	-,111	,330*
	Anlamlılık değeri	,164	,355	,005	,093	,035
4mm Orta	Pearson Korelasyonu	-,165	,002	,486**	-,047	,001
	Anlamlılık değeri	,304	,489	,001	,290	,498
2mm Orta	Pearson Korelasyonu	-,108	,030	,256	,038	,104
	Anlamlılık değeri	,101	,362	,106	,327	,109
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,096	-,329*	,118	,016	-,480**
	Anlamlılık değeri	,550	,036	,461	,423	,002

Tablo 4.13 : Konveks proba ait korelasyon tablosu (devam)

		4mm yakın	2mm Yakın	6mm orta	4mm orta	2mm orta	Aksiyal
20mm düşey	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
60mm düşey	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
2mm lateral	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
12mm lateral	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
6mm yakın	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
4mm yakın	Pearson Korelasyonu	1					
	Anlamlılık değeri						
2mm yakın	Pearson Korelasyonu	,468**	1				
	Anlamlılık değeri	,002					
6mm orta	Pearson Korelasyonu	,085	,060	1			
	Anlamlılık değeri	,156	,240				
4mm orta	Pearson Korelasyonu	,189	-,024	,311*	1		
	Anlamlılık değeri	,238	,882	,048			
2mm orta	Pearson Korelasyonu	,399**	,755**			1	,022
	Anlamlılık değeri	,010	,000	,014	,012		,399
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,130	-,227	-,141	,103	,022	1
	Anlamlılık değeri	,061	,153	,381	,520	,399	

- 8) 2 mm lateral çözünürlük ile 4 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,49 birim artacaktır.
- 9) 6 mm yakın alan kist çapı ile 4 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,37 birim artacaktır.
- 10) 6 mm yakın alan kist çapı ile 6 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür, birisi 1 birim artarken diğeri 0,43 birim artacaktır.
- 11) 4 mm yakın alan kist çapı ile 2 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,49 birim artacaktır.
- 12) 4 mm yakın alan kist çapı ile 4 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,33 birim artacaktır.
- 13) 6 mm yakın alan kist çapı ile aksiyal çözünürlük arasındaki ilişki negatif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,48 birim azalacaktır.
- 14) 4 mm yakın alan kist çapı ile 2 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,47 birim artacaktır.
- 15) 2 mm orta alan kist çapı ile 4 mm orta yakın kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür ve birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,4 birim artacaktır.
- 16) 2 mm orta alan kist çapı ile 2 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,75 birim artacaktır.
- 17) 4 mm orta alan kist çapı ile 6 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yöndedir ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,31 birim artacaktır ki bu da verilerimiz arasında en az ilişki yüzdesine sahip iki veriyi gösterir.
- 18) 2 mm orta alan kist çapı ile 6 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri 0,38 birim artacaktır.
- 19) 4 mm orta alan kist çapı ile 2 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,39 birim artacaktır.

Tabloya genel olarak bakacak olursak veriler arasında ortalama % 30-40 arası ilişki bulunduğu görülmektedir.

b. Lineer Prob

- 1) 20 mm düşey uzaklık ile 12 mm lateral çözünürlük arasındaki ilişki negatif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,36 birim azalacaktır.
- 2) 20 mm düşey uzaklık ile 6 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,35 birim artacaktır. Bu da iki veri arasındaki ilişkinin en az olduğunu gösterir.
- 3) 20 mm düşey uzaklık ile aksiyal çözünürlük arasındaki ilişki negatif yöndedir ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,52 birim azalacaktır. Bu da iki veri arasındaki ilişkinin en fazla olduğunu gösterir.
- 4) 60 mm düşey uzaklık ile 4 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,38 birim artacaktır.
- 5) 4 mm yakın alan kist çapı ile 2 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık 0,49 birim artacaktır.
- 6) 4 mm yakın alan kist çapı ile 2 mm orta alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim artarken diğeri 0,43 birim artacaktır.

Tablodaki genel görünüme göre veriler arasında ortalama % 40-50 arası bir ilişki olduğu görülmekte ki bu da konveks prob verilerine göre daha iyi sonuçlar aldığımızı göstermektedir.

Tablo 4.14: Lineer proba ait korelasyon tablosu

		20mm düşey	60mm Düşey	2mm lateral	12mm lateral	6mm yakın
20mm Düşey	Pearson Korelasyonu	1				
	Anlamlılık değeri					
60mm Düşey	Pearson Korelasyonu	,216	1			
	Anlamlılık değeri	,175				
2mm Lateral	Pearson Korelasyonu	-,076	,078	1		
	Anlamlılık değeri	,639	,368			
12mm Lateral	Pearson Korelasyonu	-,357*	,053	-,076	1	
	Anlamlılık değeri	,022	,422	,636		
6mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,355*	-,260	-,193	-,269	1
	Anlamlılık değeri	,012	,121	,154	,157	
4mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,221	,085	-,267	-,210	,139
	Anlamlılık değeri	,085	,499	,077	,218	,387
2mm Yakın	Pearson Korelasyonu	-,119	,058	-,250	-,235	,075
	Anlamlılık değeri	,233	,398	,092	,191	,322
6mm Orta	Pearson Korelasyonu	,356	,095	-,132	,149	-,085
	Anlamlılık değeri	,073	,359	,307	,290	,596
4mm Orta	Pearson Korelasyonu	,306	,383*	,098	,334	-,236
	Anlamlılık değeri	,109	,014	,353	,103	,181
2mm Orta	Pearson Korelasyonu	-,243	,131	-,226	,130	-,119
	Anlamlılık değeri	,158	,413	,183	,316	,320
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,516**	-,189	,113	,234	-,172
	Anlamlılık değeri	,001	,236	,480	,191	,145

Tablo 4.15: Lineer proba ait korelasyon tablosu (devam)

		4mm yakın	2mm yakın	6mm Orta	4mm orta	2mm orta	Aksiyal
20mm Düşey	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
60mm Düşey	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
2mm Lateral	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
12mm Lateral	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
6mm Yakın	Pearson Korelasyonu						
	Anlamlılık değeri						
4mm Yakın	Pearson Korelasyonu	1					
	Anlamlılık değeri						
2mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,489**	1				
	Anlamlılık değeri	,001					
6mm Orta	Pearson Korelasyonu	,142	,157	1			
	Anlamlılık değeri	,377	,273				
4mm Orta	Pearson Korelasyonu	,074	,344	,236	1		
	Anlamlılık değeri	,647	,088	,137			
2mm Orta	Pearson Korelasyonu	,430**	,265	,187	,400	1	
	Anlamlılık değeri	,005	,094	,229	,050		
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,242	-,175	-,163	-,024	,183	1
	Anlamlılık değeri	,127	,141	,259	,882	,226	

c. Vajinal Prob

- 1) 2 mm lateral çözünürlük ile 20 mm düşey uzaklık arasındaki ilişki pozitif yönlü olup birisi 1 birim arttığında diğeri 0,37 birim artacaktır.
- 2) 20 mm düşey uzaklık ile 12 mm lateral çözünürlük arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri yaklaşık olarak 0,3 birim artacaktır.
- 3) 20 mm düşey uzaklık ile aksiyal çözünürlük arasındaki ilişki negatif yöndedir ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,31 birim azalacaktır. Bu da veriler arasındaki en az ilişkiyi gösterir. Bu değer iki verinin ölçümler içerisinde en az ilişkiye sahip veriler olduğunu gösterir.
- 4) 60 mm düşey uzaklık ile 6 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki negatif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri 0,37 birim azalacaktır.
- 5) 12 mm lateral çözünürlük ile 6 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yönlüdür. Birisi 1 birim artarken diğeri 0,77 birim artacaktır. Bu değer iki verinin vajinal prob ölçümleri içerisinde en fazla ilişkiye sahip veriler olduğunu gösterir.
- 6) 2 mm yakın alan kist çapı ile 4 mm yakın alan kist çapı arasındaki ilişki pozitif yöndedir ve birisi 1 birim artarken diğeri 0,63 birim artacaktır.

Tablodaki genel görünüme göre ortalama % 35-40 civarında ilişki tanımlanmıştır.

Tablo 4.16: Vajinal proba ait korelasyon tablosu

		20mm düşey	60mm Düşey	2mm lateral	12mm lateral	6mm yakın
20mm Düşey	Pearson Korelasyonu	1				
	Anlamlılık değeri					
60mm Düşey	Pearson Korelasyonu	,284	1			
	Anlamlılık değeri	,071				
2mm Lateral	Pearson Korelasyonu	,374*	-,086	1		
	Anlamlılık değeri	,016	,285			
12mm Lateral	Pearson Korelasyonu	,329*	,039	,770**	1	
	Anlamlılık değeri	,036	,808	,000		
6mm Yakın	Pearson Korelasyonu	-,038	-,372*	-,104	-,077	1
	Anlamlılık değeri	,342	-,017	,171	,633	
4mm Yakın	Pearson Korelasyonu	-,028	,056	-,062	,178	,122
	Anlamlılık değeri	,382	,354	-,702	,265	-,446
2mm Yakın	Pearson Korelasyonu	-,005	,109	-,153	-,108	,125
	Anlamlılık değeri	,477	,233	,082	,501	-,435
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,312*	-,021	-,073	-,024	,146
	Anlamlılık değeri	,047	,444	-,649	,880	,058

Tablo 4.17: Vajinal proba ait korelasyon tablosu (devam)

		4mm Yakın	2mm yakın	Aksiyal
20mm Düşey	Pearson Korelasyonu			
	Anlamlılık değeri			
60mm Düşey	Pearson Korelasyonu			
	Anlamlılık değeri			
2mm Lateral	Pearson Korelasyonu			
	Anlamlılık değeri			
12mm Lateral	Pearson Korelasyonu			
	Anlamlılık değeri			
6mm Yakın	Pearson Korelasyonu			
	Anlamlılık değeri			
4mm Yakın	Pearson Korelasyonu	1		
	Anlamlılık değeri			
2mm Yakın	Pearson Korelasyonu	,489**	1	
	Anlamlılık değeri	,001		
Aksiyal	Pearson Korelasyonu	-,242	-,175	1
	Anlamlılık değeri	,127	,141	

4.5. Regresyon Analizi

Her probtaki ölçümler için regresyon analizi uygulanmış ve veriler arasında oluşabilecek denklemler elde edilmeye çalışılmıştır. Ancak lineer probtaki veriler arasında herhangi bir denklem oluşturulamamıştır. Aşağıda konveks ve vajinal probtaki bazı veriler arasında bulunmuş denklemler gösterilmiştir.

a. Konveks Prob

Bağımlı değişken olarak kist çapı, bağımsız değişken olarak ise düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük alınmış olup, kist çaplarının her biri için denklemlerin anlamlılığı test edilmiş anlamlı olanlar aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.18: Konveks prob için 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki regresyon tablosu.

Model Özeti				
Model	R	R Kare	Ayarlanan R Kare	Kestirim Hatası
1	,507a	,257	,247	,1858

ANOVA ^b						
Model		Kareler Toplamı	Df	Karesel Ortalama	F	Anlamlılık Değeri
1	Regresyon	1,674	2	,837	24,248	,000a
	Kalan	4,833	140	,035		
	Toplam	6,507	142			

Parametreler						
Model		Standart olmayan katsayılar		Standart Katsayılar	T	Anlamlılık değeri
		B	Std. Hata	Beta		
1	(Sabit)	8,526	3,691		2,310	,022
	60mm düşey	,188	,062	,234	3,052	,003
	Aksiyal	-,273	,055	-,383	-5,004	,000

Tabloya göre katsayılara ait (sabit, 60mmdüşey ve aksiyal) değerler katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. (Anlamlılık değeri 0.05 den küçük olduğu için)

Denklem;

$$20\text{mmdüşey} = 8,526 + 0,188 \times 60\text{mmdüşey} - 0,273 \times \text{Aksiyal} \quad (4.2)$$

Bu denklemin doğruluğunu ölçmek amacıyla konveks prob verileri içerisinde herhangi bir 20 mm düşey uzaklık değerini ve bu değere karşılık gelen 60 mm düşey uzaklık ile aksiyal çözünürlük değerlerini denklemde yerine koyabiliriz.

Aşağıdaki tabloda denklemde yerine konan ölçülmüş değerler ve hesaplanan değerler ile bunlar arasındaki hatalar örnek olarak verilmiştir.

4.19: Konveks prob için regresyon 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki denklemi doğruluk tablosu.

60mm düşey (mm)	Aksiyal (mm)	20mm düşey kestirim değeri (mm)	20mm düşey ölçüm sonucu (mm)	Hata (mm)
59,6	1	19,4	19,6	0,2
59,5	1	19,4	19,1	-0,3
59,7	0,5	19,6	19,4	-0,2

Doğruluk tablosuna göre;

1) 19,6 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 1 mm aksiyal çözünürlük ve 59,6 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,6 mm düşey uzaklık değerinin 19,4 olarak 0,2 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

2) 19,1 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 1 mm aksiyal çözünürlük ve 59,6 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,1 mm düşey uzaklık değerinin 19,4 olarak 0,3 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

3) 19,4 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 0,5 mm aksiyal çözünürlük ve 59,6 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,4 mm düşey uzaklık değerinin 19,6 olarak 0,2 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

Ayrıca denklemi sözel olarak ifade edecek olursak; 60 mm düşey uzaklığa ait katsayı 0,188 pozitif olduğundan 60 mm düşey uzaklık ile 20 mm düşey uzaklık arasında

anamlı bir fark bulunmaktadır. 60 mm dūşey uzaklık 1 birim arttıđı zaman diđer deđiřkenler sabitken 20 mm dūşey uzaklık ortalama olarak 0,188 birim artmaktadır. Aksiyal çözünlüđe ait katsayı -0,273 olduđu için aksiyal çözünlük ile 20 mm dūşey uzaklık arasında negatif bir iliřki bulunmaktadır. Aksiyal çözünlüđün 1 birim arttıđı durumda diđer deđiřkenler sabit iken, 20 mm dūşey uzaklık ortalama olarak 0,273 birim azalmaktadır.

b. Vajinal Prob

Bağımlı değişken olarak 20 mm dūşey uzaklık bağımsız değişken olarak ise 60 mm dūşey uzaklık ve aksiyal çözünlük alınmıştır.

Tablo 4.20: Vajinal prob için 20 mm dūşey uzaklık, 60 mm dūşey uzaklık ve aksiyal çözünlük arasındaki regresyon tablosu.

Model özeti				
Model	R	R Kare	Ayarlanan R Kare	Kestirim Hatası
1	,729a	,532	,510	,1378

ANOVA						
Model		Kareler Toplamı	Df	Karesel Ortalama	F	Anamlılık Değeri
1	Regresyon	,950	2	,475	24,986	,000a
	Kalan	,836	44	,019		
	Total	1,786	46			

Parametreler						
Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	T	Anamlılık değeri
		B	Std. Error	Beta		
1	(Sabit)	-9,652	4,695		-2,056	,046
	60mmdūşey	,493	,079	,644	6,245	,000
	Aksiyal	-,161	,051	-,328	-3,179	,003

Tabloya göre bu katsayılara ilişkin (sabit, 60mmdüşey ve aksiyal) değerler, katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. (0.05 den küçük olduğu için)

Denklem;

$$20\text{mmdüşey} = -9,652 + 0,493 \times 60\text{mmdüşey} - 0,161 \times \text{Aksiyal} \quad (4.3)$$

Denklemin doğruluğunu ölçmek amacıyla konveks prob verileri içerisinde herhangi bir 20 mm düşey uzaklık değerini ve bu değere karşılık gelen 60 mm düşey uzaklık ile aksiyal çözünürlük değerlerini denklemde yerine koyabiliriz.

Aşağıdaki tabloda ölçülen denklemde yerine konan değerler ve hesaplanan değer ile bunlar arasındaki hata örnek olarak verilmiştir.

Tablo 4.21: Vajinal prob için 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasındaki regresyon denklemi doğruluk tablosu.

60mm düşey (mm)	Aksiyal (mm)	20mm düşey kestirim değeri (mm)	20mm düşey ölçüm sonucu (mm)	Hata (mm)
59,3	1	19,4	19,7	0,3
59,2	1	19,4	19,5	0,1
59,4	0,5	19,6	19,9	0,3

Doğruluk tablosuna göre;

1) 19,7 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 1 mm aksiyal çözünürlük ve 59,3 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,7 mm düşey uzaklık değerinin 19,4 olarak 0,3 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

2) 19,5 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 1 mm aksiyal çözünürlük ve 59,2 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,5 mm düşey uzaklık değerinin 19,4 olarak 0,1 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

3) 19,9 mm düşey uzaklık değerine karşılık gelen 0,5 mm aksiyal çözünürlük ve 59,4 mm düşey uzaklık değerleri denklemde yerine konduğunda; ölçülen 19,9 mm düşey uzaklık değerinin 19,6 olarak 0,3 hata ile hesaplandığı görülmüştür.

Ayrıca bu denklemi; 60 mm düşey uzaklığa ait katsayının pozitif olması 20 mm düşey uzaklık ile aralarında pozitif bir ilişki olduğunu gösterir. 0,493 değeri ise diğer değişkenlerin sabit olduğu durumlarda 60 mm düşey uzaklık değerindeki 1 birimlik artış 20 mm düşey uzaklık üzerinde ortalama olarak 0,493 birimlik bir artmaya neden olacaktır. Aksiyal çözünürlüğe ait -0,161 katsayısı ise aksiyal çözünürlük ile 20 mm düşey uzaklık arasında negatif bir ilişkinin olduğunu göstermekte olup diğer değişkenler sabit iken aksiyal çözünürlükteki bir birimlik artışın 20 mm düşey uzaklık üzerinde ortalama olarak 0,161 birimlik azalmaya neden olacağını belirtir, şeklinde sözel olarak ifade edebiliriz.

4.6. Tek Yönlü Varyans Analizi

Tek yönlü varyans analizi ile GE logiq 200, Siemens Sonoline G20 ve Sonoscape SSI 2000 BW marka üç cihaz karşılaştırılmış ve ölçümler arasındaki fark gözlemlenmiştir. Bu analiz verilerimiz içerisinde ölçüm sayısına göre uygun olarak GE Logiq 200 ve Siemens Sonoline G20 cihazlarından 15'er, Sonoscape SSI 2000BW cihazından ise 13 ölçüm alınarak yapılmıştır.

Tablo 4.22: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri

	Marka		Değer	Std. Hata
20mm düşey	GE Logiq	Ortalama	19,63	,040
		Varyans	,024	
		Std. Sapma	,154	
	Siemens	Ortalama	19,43	,075
		Varyans	,039	
		Std. Sapma	,198	
	Sonoscap	Ortalama	19,46	,048
		Varyans	,016	
		Std. Sapma	,127	
60mm düşey	GE Logiq	Ortalama	59,63	,052
		Varyans	,041	
		Std. Sapma	,202	
	Siemens	Ortalama	59,43	,099
		Varyans	,069	
		Std. Sapma	,263	
	Sonoscap	Ortalama	59,46	,087
		Varyans	,053	
		Std. Sapma	,230	
2mm lateral	GE Logiq	Ortalama	29,89	,056
		Varyans	,047	
		Std. Sapma	,217	
	Siemens	Ortalama	30,17	,042
		Varyans	,012	
		Std. Sapma	,111	
	Sonoscap	Ortalama	29,93	,071
		Varyans	,036	
		Std. Sapma	,189	
12mm lateral	GE Logiq	Ortalama	29,85	,067
		Varyans	,067	
		Std. Sapma	,259	
	Siemens	Ortalama	30,17	,047
		Varyans	,016	
		Std. Sapma	,125	
	Sonoscap	Ortalama	29,93	,052
		Varyans	,019	
		Std. Sapma	,138	

Tablo 4.23: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri (devam)

	Marka		Değer	Std. Hata
6mm yakın alan	GE Logiq	Ortalama	5,83	,016
		Varyans	,004	
		Std. Sapma	,062	
	Siemens	Ortalama	5,81	,026
		Varyans	,005	
		Std. Sapma	,065	
	Sonoscap	Ortalama	5,84	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
4mm yakın alan	GE Logiq	Ortalama	3,83	,015
		Varyans	,004	
		Std. Sapma	,059	
	Siemens	Ortalama	3,81	,014
		Varyans	,001	
		Std. Sapma	,038	
	Sonoscap	Ortalama	3,84	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
2mm yakın alan	GE Logiq	Ortalama	1,83	,015
		Varyans	,004	
		Std. Sapma	,059	
	Siemens	Ortalama	1,84	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
	Sonoscap	Ortalama	1,89	,014
		Varyans	,001	
		Std. Sapma	,038	

Tablo 4.24: Tüm problemler için cihaz ölçümlerine ait ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri (devam)

	Marka		Değer	Std. Hata
6mm orta alan	GE Logiq	Ortalama	5,75	,013
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,052	
	Siemens	Ortalama	5,83	,036
		Varyans	,009	
		Std. Sapma	,095	
	Sonoscap	Ortalama	5,81	,026
		Varyans	,005	
		Std. Sapma	,069	
4mm orta alan	GE Logiq	Ortalama	3,74	,029
		Varyans	,013	
		Std. Sapma	,042	
	Siemens	Ortalama	3,84	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
	Sonoscap	Ortalama	3,86	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
2mm orta alan	GE Logiq	Ortalama	1,78	,024
		Varyans	,009	
		Std. Sapma	,094	
	Siemens	Ortalama	1,84	,020
		Varyans	,003	
		Std. Sapma	,053	
	Sonoscap	Ortalama	1,87	,018
		Varyans	,002	
		Std. Sapma	,049	

Tablodaki ortalama, varyans, standart sapma ve hata değerleri aynı satırda bulunan ölçüm ve cihaz markasına aittir. Örneğin; 20 mm düşey uzaklık ölçümü GE Logiq 200 marka cihaz için 19,63 ortalama, 0,154 sapmaya sahiptir ve 0,4 hatayla ölçülmüştür.

Tablo 4.25: Tek yönlü varyans analizi ile cihaz karşılaştırma

ANOVA						
		Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesel	F	Anlamlılık değeri
20mm düşey	Gruplar arası	,371	2	,186	6,280	,004
	Gruplar içinde	1,183	40	,030		
	Toplam	1,554	42			
60mm düşey	Gruplar arası	,332	2	,166	3,576	,041
	Gruplar içinde	1,348	29	,046		
	Toplam	1,680	31			
2mm lateral	Gruplar arası	,019	2	,010	,174	,841
	Gruplar içinde	2,052	37	,055		
	Toplam	2,071	39			
12mm lateral	Gruplar arası	,487	2	,243	5,519	,010
	Gruplar içinde	1,146	26	,044		
	Toplam	1,632	28			
6mm Yakın	Gruplar arası	,005	2	,002	,563	,574
	Gruplar içinde	,170	40	,004		
	Toplam	,174	42			
4mm Yakın	Gruplar arası	,008	2	,004	,688	,508
	Gruplar içinde	,219	40	,005		
	Toplam	,227	42			
2mm Yakın	Gruplar arası	,013	2	,007	1,947	,156
	Gruplar içinde	,134	40	,003		
	Toplam	,147	42			
6mm Orta	Gruplar arası	,041	2	,021	4,455	,022
	Gruplar içinde	,120	26	,005		
	Toplam	,161	28			
4mm Orta	Gruplar arası	,088	2	,044	5,461	,010
	Gruplar içinde	,210	26	,008		
	Toplam	,299	28			
2mm Orta	Gruplar arası	,046	2	,023	3,843	,034
	Gruplar içinde	,155	26	,006		
	Toplam	,201	28			

Tablo 4.25’ te koyu renk ile belirtilen hücreler için cihazlar arasındaki ölçüm farkı istatistiki olarak anlamlıdır. Analiz sonucunda anlamlılık değeri 0,05 den küçük olan ölçümler için cihazlar arasında fark bulunmuştur. Diğerlerinde cihazlar arasında fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Yani 20 ve 60 mm düşey uzaklık, 12 mm lateral çözünürlük, 2 mm, 4 mm ve 6 mm orta alan kist çapları ve aksiyal çözünürlük değerleri bu üç cihaz arasında farklılık göstermektedir.

Tabloya göre; 20 mm düşey uzaklık değerinde 19,63 en yüksek ortalama değer ve 0,4 en düşük hata ile en doğru ölçüm GE Logiq marka cihazdır. 60 mm düşey uzaklık değerinde 59,63 en yüksek ortalama değer ve 0,52 en düşük hata ile en doğru ölçüm GE Logiq marka cihazdır. 12 mm lateral çözünürlük değerinde 29,93 en yüksek ortalama değer ve 0,52 hata ile en doğru ölçüm Sonoscape marka cihazdır. 6 mm orta alan kist çapı değerinde 5,83 en yüksek ortalama değer ve 0,36 en düşük hata ile en doğru ölçüm Siemens marka cihazdır. 4 mm orta alan kist çapı değerinde 3,86 en yüksek ortalama ve 0,2 en düşük hata ile en doğru ölçüm Sonoscape marka cihazdır. 2 mm orta alan kist çapı değerinde ise 1,87 en yüksek ortalama ve 0,18 en düşük hata ile Sonoscape marka cihazdır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüm bulgular ışığında veri sayısı-ölçülen değer grafiklerinde ölçülen değerlerin genel olarak belli değerler arasında dağılım gösterdiği ve bu dağılımın olması gereken değerlere yakınlığı dikkat çekmektedir.

Ortalama ve standart sapma tablolarına göre; konveks probta en az sapma 4 mm yakın alan kist çapında, en fazla sapma ise 60 mm düşey uzaklıktadır. Lineer probta en az sapma 2 mm kist çapında, en fazla sapma ise aksiyal çözünürlüktedir. Vajinal probta ise en az sapma 6 mm yakın alan kist çapında, en fazla sapma ise aksiyal çözünürlüktedir. Aksiyal çözünürlük performans testlerinde kullanıcının göreceliğine en bağlı olan parametredir. Bu nedenle en fazla sapmanın aksiyal çözünürlükte olması, çözünürlük değerlerinin göz yanılmasıyla farklı algılanabileceği şeklinde açıklanabilir.

Ölçüm hatası tablolarına göre; konveks prob için en az sapma %3 ile 4 mm yakın alan kist çapı, en fazla sapma ise % 30 ile 60 mm düşey uzaklık değerindedir. Lineer prob için en az sapma % 2 ile 6 mm, 4 mm, 2 mm yakın alan kist çapları ve 4 mm, 2 mm orta alan kist çaplarındadır. En fazla sapma ise %30 ile 60 mm düşey uzaklıktadır. Vajinal prob için ise en az sapma % 3 ile 6 mm, 2 mm yakın alan kist çapları, en fazla sapma ise 20 mm düşey uzaklıktadır. Ölçüm hatası sonuçlarında da görüldüğü gibi tüm problemlerin yakın alan ölçümleri en az hatalı, düşey uzaklık ölçümleri özellikle de 60 mm düşey uzaklık ölçümleri en fazla hatalı değerlerdir. Buradan çıkan sonuç gerek konveks gerek lineer gerekse de vajinal problemler yakın alanda daha net görüntü vermektelerdir. Ultrason demetinin özellikle konveks probtaki hüzmeye dağılımı yakın alanda görüntüyü etkilememekte ancak derinlere inildikçe düşey uzaklık ölçümünde hata vermektedir.

Korelasyon tablolarına göre; konveks probta en kuvvetli pozitif ilişki 0,88 ile 2 mm lateral çözünürlük ile 12 mm lateral çözünürlük arasında, en zayıf pozitif ilişki ise 0,31 ile 4 mm orta alan kist çapı ile 6 mm orta alan kist çapı arasındadır. Lineer probta en zayıf pozitif ilişki 0,35 ile 20 mm düşey uzaklık ile 6 mm yakın alan kist çapı arasında, en kuvvetli pozitif ilişki ise 0,51 ile 4 mm yakın alan kist çapı ile 2 mm yakın alan kist çapı arasındadır. Vajinal probta ise en zayıf pozitif ilişki 0,31 ile 20 mm düşey uzaklık ile 12 mm lateral çözünürlük arasında, en kuvvetli pozitif ilişki 0,77 ile 2 mm lateral

çözünürlük ile 12 mm lateral çözünürlük arasında olduğu, bazı değerlerde ise negatif ilişki olduğu görülmüştür.

Korelasyon analizi sonuçlarından da görüldüğü gibi her tip probta düşey uzaklık ölçümleri kendi aralarında, kist çapı ölçümleri kendi aralarında pozitif korelasyon içerisindedir. İlâveten düşey uzaklık ve kist çapı ölçümleri de karşılıklı pozitif korelasyon göstermektedir.

Aksiyal çözünürlük her tip prob için ilişki içerisinde bulunduğu tüm parametrelerle negatif ilişki içerisindedir. Lateral çözünürlük ise konveks ve vajinal probta düşey uzaklık veya kist çapı ölçümleri ile pozitif korelasyondayken, lineer probta düşey uzaklık ile negatif korelasyon göstermektedir.

Regresyon denklemi konveks ve vajinal problarda aynı parametrelerle ifade edilebilmiştir. Regresyon denklemlerine göre; konveks probta 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük değerleri arasında denklem oluşturulmuştur. Bu denkleme göre değerlerin birbirlerini açıklama oranının $R^2 = 0,257$ olduğu görülmüştür. Vajinal probta 20 mm düşey uzaklık, 60 mm düşey uzaklık ve aksiyal çözünürlük arasında denklem oluşturulmuştur. Bu denkleme göre değerler birbirlerini $R^2 = 0,532$ oranında açıklar. Regresyon denklemlerinde de 20 mm düşey uzaklığın 60 mm düşey uzaklık ile pozitif, aksiyal çözünürlük ile negatif bağımlı olduğu açıkça görülmüştür.

Tek yönlü varyans analizine göre; 20 mm ve 60 mm düşey uzaklık, 12 mm lateral çözünürlük, 2 mm, 4 mm ve 6 mm orta alan kist çapları ve aksiyal çözünürlük değerleri bu üç cihaz arasında farklılık göstermektedir. En iyi sonucun 12 mm lateral çözünürlük değeri için Sonoscape marka cihazda olduğu görülmüştür. Fakat genel olarak her cihazda değerler yüksek doğrulukla ölçülmüştür.

Sonuç olarak fantom üzerinde alınan ölçümler fantom değerlerine oldukça yakın ve küçük hata içeren değerlerdir. Fantom kullanılarak ultrason cihazlarının test edilmesi, kullanılan ultrason cihazının mesafe ölçüm hatalarının belirlenmesi ve cihazın uluslar arası standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

1. ÜNAL, D., 2008, Tıpta *Kullanılan Görüntüleme Teknikleri*, Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı.
2. YOLCU, B., 2005, *Popülasyonumuza Ait Fetal Biyometrik Ölçümlerin Nomogramlarının Belirlenmesi*, Uzmanlık Tezi, İstanbul Bakırköy Doğumevi Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim Araştırma Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği.
3. Milli Eğitim Bakanlığı, 2008, Ultrason Fonksiyon Testleri, Biyomedikal Cihaz Teknolojileri, Ankara 30-31.
4. Milli Eğitim Bakanlığı, 2010, Ultrasonda Görüntüleme Arızaları, Biyomedikal Cihaz Teknolojileri, Ankara 24.
5. <http://www.ultrasonografi.tr.gg/> [Ziyaret Tarihi: 5 Eylül 2011, 23.52].
6. <http://www.us-tip.com/serv1.php?type=welcome> [Ziyaret Tarihi: 6 Eylül 2011, 09.30].
7. http://www.sanalpazar.com/Ultrason-Cihaz-Tasinabilir-Palm_Smart_isp1353905 [Ziyaret Tarihi: 6 Eylül 2011, 12.21].
8. KALENDER, O. and KAVALCI, R., Ultrasonografi.
9. <http://www.jinekolognet.com/gebelik-ultrason.asp> [Ziyaret Tarihi: 12 Kasım 2011, 18.13].
10. LOPEZ, H., Performance Parameters I: Defining Performance Criteria 2.
11. Goodsitt, M. M. and Witt, S., Hykes, L. D., Kofler, M. J., 1998, Real- time B-mode Ultrasound Quality Control Test Procedures, Report of AAPM , A.B.D.
12. Carson, P.L. and Zagzebski, J.A., 1980, Puls Echo Ultrasound Imaging Systems: Performance Tests and Criteria, Report of AAPM, A.B.D.
13. Gammex, 2004, Quality Control for Ultrasound, London.

14. Kofler, J.M., 2001, Quality Assurance of Ultrasound Imagers: Procedures, Expectations and Philosophies, Report of AAPM, A.B.D. 8-19
15. Gammex User's Guide, 2003, 403GS LE Precision Multi-Purpose Phantoms, A.B.D.
16. Zagzebski, J. A., Kofler, J., *Ultrasound Equipment Quality Assurance Chapter 15* 9-10.
17. Gammex User's Guide, 2003, RMI 403GS, RMI 403GS LE Precision Multi-Purpose Grey Scale Test Instrument, A.B.D.
18. ALMACIOĞLU M.L., 2009, Acil Tıpta İstatistik, IV. Acil Tıp Asistan Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı, Bursa.
19. Yrd. Doç. Dr. Gökgöz, F., 2009, Korelasyon ve Tekli Regresyon Analizi- En Küçük Kareler Yöntemi, İstatistik Ders Notları, Ankara Üniversitesi, ANKARA.
20. Gültekin, F., *Korelasyon Analizi*, Yüksek Lisans, Dumlupınar Üniversitesi, KÜTAHYA.
21. http://www.istatistikanaliz.com/regresyon_analizi.asp [Ziyaret Tarihi: 1 şubat 2012, 12.35].
22. Taşdemir, S., 2007, *Tek Yönlü ve İki Yönlü Varyans Analizi*, Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi, İstanbul Üniversitesi Matematik Öğretmenliği Programı.
23. Uzun, Ç., Bilimsel araştırma yöntemleri, One Way Anova Testi (Tek Yönlü Varyans Analizi).

ÖZGEÇMİŞ

05.10.1986 İskenderun doğumluyum. İlköğretim ve lise öğrenimimi Gaziantep' te tamamladım. 2004-2008 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi Kilis Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünü okudum. 2009 Şubat dönemi itibariyle İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği okuyorum.