

İneklerde eko-yapı değişkenler kullanılarak kronik endometritis tiplerinin ROC eğrisi yöntemi ile belirlenmesi

İ. Safa GÜRCAN¹, Ayca BABAK²

¹ Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara, ²Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Ankara, Türkiye.

Özet: ROC eğrisi, tanı testlerinin performanslarının değerlendirilmesi ve kıyaslanması için yaygın olarak kullanılan, duyarlılık ve özgüllük oranlarını kullanarak denekleri sınıflarına ayıran en uygun kesim noktasını belirleyen bir yöntemdir. Çalışma ile, tanı amacıyla geliştirilen yeni bir testin hasta ile sağlamları ayırmadaki performansını, doğruluğunu ve hastalık derecelerinin geçerli tanı eşliğini incelemekte kullanılan ROC analiz yöntemi tanıtılmıştır. Tanı amacıyla yeni uygulanan bir yöntem olan bilgisayar destekli eko-yapı programları ile kronik endometritisli ineklerden elde edilen ultrasonografik resimlerin analiz değerleri kullanılmıştır. E1 tipinde gradient'de 11,44, gri'de 58,60 değerlerinin tanıda %75 duyarlılık ve %70 özgüllük ile, E2 tipinde homojenite'de 0,07 değerinin tanıda %91 ve %30 özgüllük ile, E3 tipinde gradient, homojenite ve gri değerlerinin önemli parametreler olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler ROC eğrisi ile yapılan istatistiksel analizin kronik endometritis tiplerinin tanınmasında yardımcı bir hesaplama yöntemi olduğunu göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Duyarlılık, eko-yapı değişkenler, kronik endometritis, özgüllük, roc eğrisi, tanı testi.

Detection of chronic endometritis types in cows by using echostructure variables in ROC curve analysis

Summary: ROC curve is a commonly used method for performance evaluation and comparison of diagnostic tests. ROC curve, by using specificity and sensitivity values, determines best cut-off points that categorize experimental groups. The aim of the study is, to introduce the roc analysis method for determination of new diagnostic test performance, accuracy and discrimination of healthy and unhealthy animals and disease types. A new diagnostic method, computer based echostructure software and analyse values of ultrasonographic images of cows with chronic endometritis has been used as application data. Diagnostic rates were calculated for obtained echostructure variables (mean gradient, homogeneity, contrast, mean grey value) in types of endometritis (E1, E2, E3). 11,44 and 58,60 threshold values of mean gradient and mean grey value give 75% sensitivity and 70% specificity at E1, 0,07 value of homogeneity gives 91% sensitivity and 30% specificity at E2, mean gradient, homogeneity and mean grey values are important parameters at E3 were determined. It was shown that statistical analysis by using ROC curve can be a complementary calculation method for discrimination of severity of chronic endometritis.

Key words: chronic endometritis, diagnostic test, echostructure variables, roc curve, sensitivity, specificity.

Giriş

Tanı testleri klinik çalışmalarda deneklerin sağlam olup olmadıklarını belirlemek amacı ile kullanılan laboratuvar tekniklerine, klinik gözlemlere veya özgün gereç ölçümlerine bağlı olarak karara erişilen değerlendirme araçlarıdır (4, 9).

Sıralı ve sürekli sonuca sahip tanı testlerinin performanslarının tanımlanması için en kullanışlı teknik ROC Eğrisi (*Receiver Operating Characteristic Curve*) yöntemidir. Seçilen farklı eşik değerleri (*cut-off values*) için tanı testinin duyarlılık ve özgüllük ölçütlerine bağlı olarak ara seçenekler belirtilerek oluşturulmuş bir grafikdir. ROC eğrisi, tanı testlerinin güvenilirliği ve genel doğruluğu açısından standart yöntem haline gelmiştir (2, 19).

ROC analizi istatistiksel karar teorisinden gelmektedir. Bin dokuz yüz ellilerin başında teknik bilimlerde sinyal belirleme analizi için geliştirilmiştir. İlk olarak 2. Dünya savaşı sırasında radar görüntülerinin analizinde kullanılmıştır (18). Bugün ROC analizi özellikle tıp, veteriner hekimliği, radyoloji, psikoloji, makine öğrenme teknikleri ve veri madenciliği alanlarında geniş bir uygulama alanına sahiptir (21).

Bu çalışma ile, endometritisin farklı tiplerinde (E1, E2, E3) elde edilen eko-yapı değişkenler (Ortalama Gradient, Homojenite ve Kontrast, Ortalama Gri Değer) için ROC eğrisi yöntemi ile endometritis eşik değerlerinin, tanı performanslarının ve doğruluklarının saptanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metod

Araştırmanın materyalini Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı'nda yapılmış doktora tez çalışmasına ait veriler oluşturmuştur.

Tüm gruplarda anamnezin yanı sıra postpartum 45. günlerden başlanarak rutin muayeneler yapılmış ve 45. günden başlayarak yapılan rektal ve vaginal spekulum muayeneleri sonucunda elde edilen bulgulara dayanılarak endometritisler 1, 2 ve 3. derece olarak sınıflandırılmışlardır. Bu değerlendirmede Lotthammer (1984), LeBlanc ve ark. (2002), Drillich ve ark. (2005)'nin yaptıkları sınıflandırmalar temel alınarak belirlenen semptomlara göre bir kombinasyon oluşturulmuş, derecelendirmeler yapılmış ve çalışma grupları oluşturulmuştur.

Grup 1, I. derece endometritis (E1) (n=10): Rektal muayenede uterusun simetrik veya hafif asimmetrik, vaginoskopi ile saptanabilen duman-bulut renginde, bazen partiküller içeren hafif muköz akıntı ve ultrasonografide çoğunlukla patolojik bir sıvı birikimi olmaksızın endometriumun net olarak izlenemediği heterojen görünümlü uterus dokusu.

Grup 2, II. derece endometritis (E2) (n=12): Rektal muayenede hafif asimmetri, çoğunlukla vaginoskopide belirlenen yoğun partiküller içeren mukopurulent akıntı ve ultrasonografide farklı derecelerde patolojik karakterli sıvı birikimi ile uterus duvarında bir ya da daha fazla sayıda hiperekojenik alanların varlığı.

Grup 3, III. derece endometritis (E3) (n=11): Rektal muayenede kornular arasında belirgin asimmetri ve bazen uterus duvarında incelleme, vaginoskopide kokusuz muko-purulent akıntı, ultrasonografik muayenede bir ya

da her iki kornuda belirgin derecede patolojik karakterli sıvı birikimi ve uterus duvarındaki şiddetli yangısal değişikliklere bağlı belirgin hiperekojenik alanların varlığı.

Grup 4, Kontrol grubu (K) (n=24): Postpartum 40-45. günlerden başlanarak rutin postpartum muayenelerde uterus bulgularının normal olduğu hayvanlar.

Çalışmada, rektal ve vaginal spekulum muayeneleri sonucunda elde edilen bulgulara dayanılarak sınıflandırılan endometritisli ineklerin tanısı amacıyla yapılan ilk muayenenin (0.gün) verileri kullanılmıştır.

Çalışmada, eko-yapı analizinde kullanılan ortalama gradient, homojenite, kontrast ve ortalama gri değer için tanı testi temel oranları hesaplanmıştır. Ayrıca her bir değişken için hasta ve sağlam deneklerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma gibi özet istatistikleri hesaplanmıştır. Bu oranlar yardımıyla ROC eğrileri oluşturularak, hasta ve sağlamları ayıracak geçerli bir pozitif eşik değeri araştırılmıştır.

Bulgular

ROC eğrisi analizi öncesi hasta ile sağlam deneklerin ayırımı genel olarak ortaya koyan özet istatistikler tablo 1'de verilmiştir.

E1, E2, E3 endometritis dereceleri, kontrol grubu ile karşılaştırılmış, hasta ve sağlamları ayıracak optimal eşik değeri için olabildiğince yüksek duyarlılık, özgüllük ve olabilirlik oranları seçilmiştir. Eko-yapı sonuçlarının hasta ve sağlamları ayırmadaki performansı ve doğruluğunu yorumlamak için ise ROC eğrisi altında kalan alanlar (EAA) incelenmiştir. B-mode ultrasonografik resimlerin analizi sonucu E1 derecesindeki kronik endometritislerde

Tablo 1. Eko-yapı analizinde kullanılan değişkenlerin endometritis düzeylerine göre özet istatistikleri
Table 1. Variables are used by levels of endometritis descriptive statistics in echostructure analysis

Değişkenler	Gruplar	Ortalama	Medyan	Std.Hata	Minimum	Maksimum
Ortalama Gradient	K	13,11	12,82	0,51	9,04	17,64
	E1	11,23	10,1	1,16	5,75	19,08
	E2	12,15	12,80	0,71	8,36	16,07
	E3	10,93	11,2	0,69	7,89	15,01
Homojenite	K	0,056	0,060	0,0027	0,03	0,09
	E1	0,066	0,060	0,0093	0,04	0,14
	E2	0,072	0,070	0,0069	0,04	0,10
	E3	0,117	0,12	0,0074	0,08	0,15
Kontrast	K	43,59	42,6	3,208	14,54	74,73
	E1	37,81	26,48	7,14	15,90	78,20
	E2	35,13	33,27	4,24	17,13	62,19
	E3	36,35	35,93	4,48	14,34	62,10
Ortalama Gri Değer	K	64,75	62,65	1,86	51,91	88,07
	E1	60,51	54,77	46,46	97,12	4,74
	E2	62,70	60,5	4,06	41,55	94,30
	E3	54,62	51,52	3,35	42,53	77,34

elde edilen eko-yapı istatistiksel yönden kontrol grubuna göre ROC eğrisi ile doğru tanımlama oranlarının tablo 2’de verilmiştir.

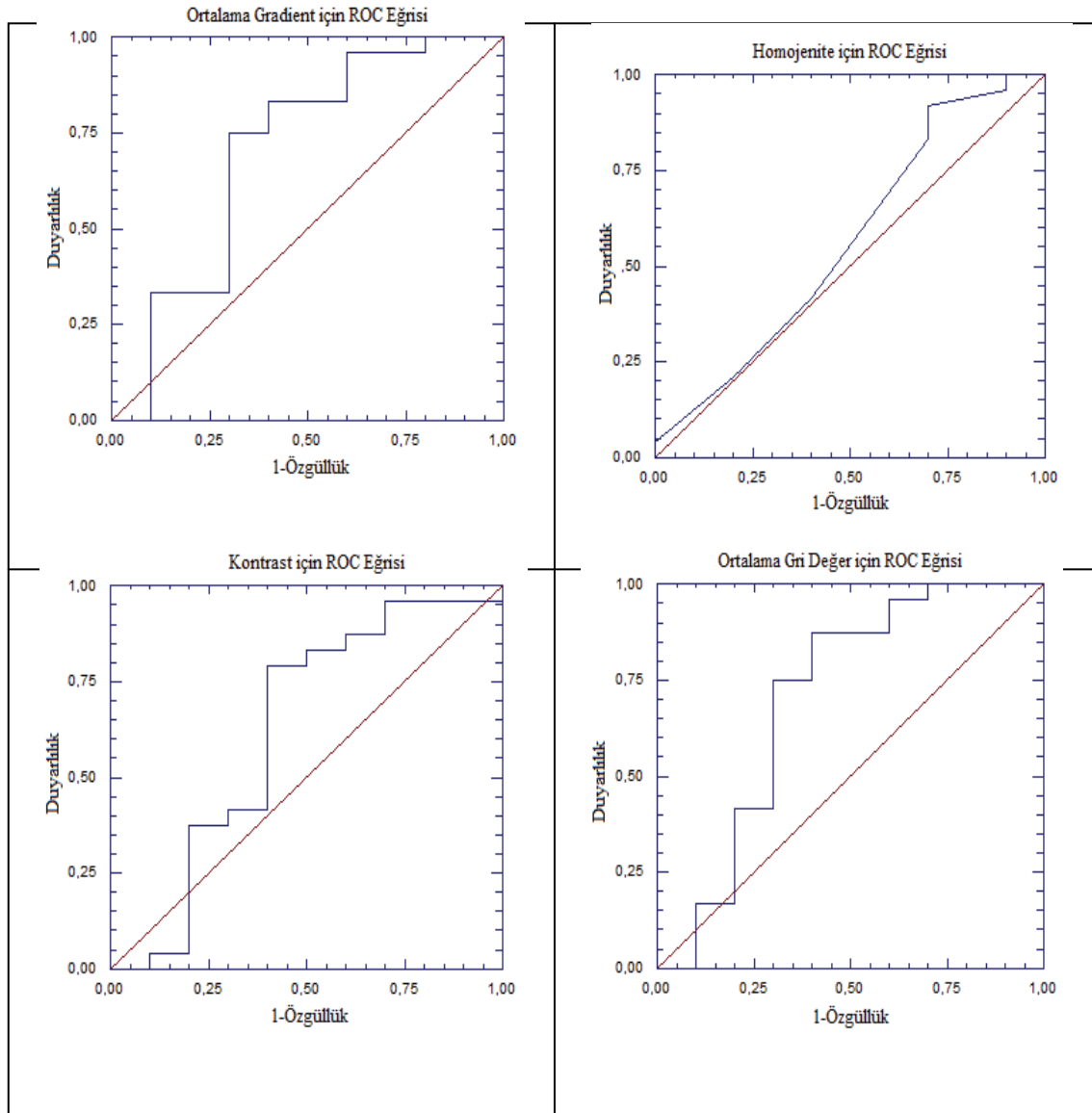
ROC eğrisinde, eğri altında kalan alanın büyüklüğü o testin ayırım gücünü gösterir. E1 düzeyindeki endometritislerin doğru tanımlanmasında gradient (EAA=0,70) ve ortalama gri değerlerin (EAA=0,704) önemli parametreler olduğu belirlenmiştir. Buna göre, gradient ve ortalama gri değerlerde eko-yapı resimlerinden elde edilen

minimum veriler önem arz etmektedir. Minimum veriler ele alındığında, gradient değişkeninde 11,44, buna karşılık gri değerlerde 58,60 değerlerinin hastalık tanısında %75 duyarlılık ve %70 özgüllük ile belirleyici olduğu ortaya konulmuştur. Şekil 1’de gradient ve ortalama gri değerler için eğri altında kalan alanların büyüklüğü açıkça görülmektedir.

B-mode ultrasonografik resimlerin analizi sonucu E2 derecesindeki kronik endometritislerde elde edilen

Tablo 2. E1 düzeyinde eko-yapı analizinde kullanılan değişkenlerin tanı oranları ve ROC eğrisi altında kalan alanları
Table 2. At E1 level echo-structure variables are used in diagnostic rates, and included in the areas under curves

Değişkenler	Eşik Değer	Duyarlılık	Özgüllük	Olabilirlik Oranı	EAA
Ort.Gradient	11,44	0,75000	0,70000	2,50000	0,70000
Homojenite	0,07	0,91667	0,30000	1,30952	0,61814
Kontrast	33,63	0,79167	0,60000	1,97917	0,62083
Ort.Gri Değer	58,60	0,75000	0,70000	2,50000	0,70417



Şekil 1. Ortalama gradient, homojenite, kontrast ve ortalama gri değer için hastalığın E1 düzeyindeki ROC eğrileri
Figure 1. ROC curves for E1 level of endometritis mean gradient, homogeneity and mean value of grey

eko-yapı istatistiksel yönden kontrol grubuna göre ROC eğrisi ile doğru tanımlama oranları tablo 3’de verilmiştir

ROC eğrisi istatistik analizlerinde E2 düzeyindeki endometritis olgularında ortalama gradient, kontrast ve ortalama gri değer parametrelerinin doğru tanımlamada önemli olmadığı, buna karşılık homojenitenin önemli olduğu elde edilen veriler sonucu ortaya konulmuştur. Şekil 2’de Homojenite parametresinin 0,07 değerinin %68,229 EAA oranı ile E2 düzeyindeki endometritisler

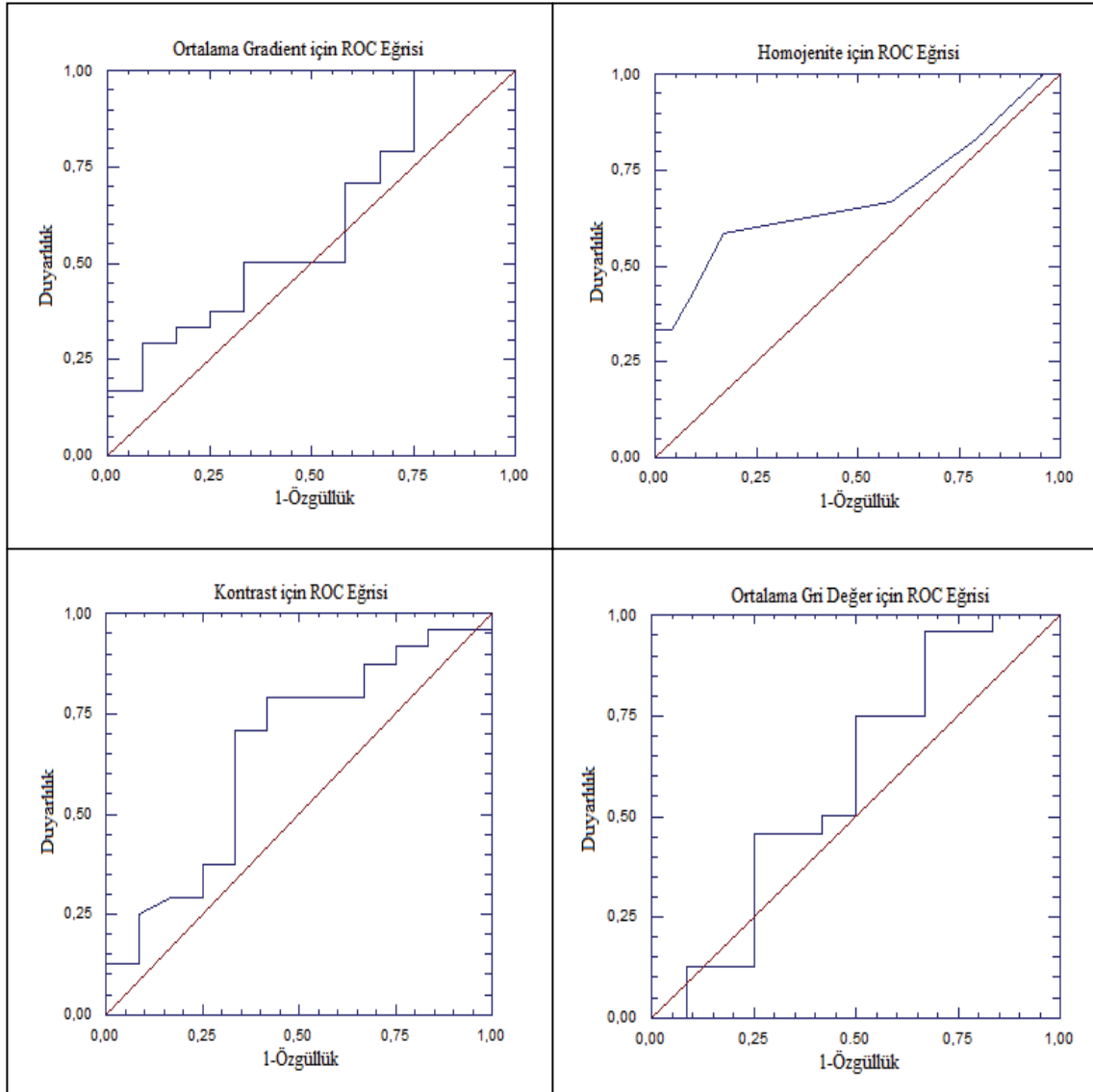
bakımından tanıda belirleyici olduğu sonucuna varılmıştır.

B-mode ultrasonografik resimlerin analizi sonucu E3 derecesindeki kronik endometritislerde elde edilen eko-yapı istatistiksel yönden kontrol grubuna göre ROC eğrisi ile doğru tanımlama oranları tablo 4’de verilmiştir.

E3 düzeyindeki endometritis olgularında, gradient, ortalama gri değer ve homojenite hasta ile sağlamları ayırmada yüksek tanı oranlarına sahiptir. E3 düzeyindeki endometritislerin doğru tanımlanmasında gradient

Tablo 3. E2 level düzeyinde eko-yapı analizinde kullanılan değişkenlerin tanı oranları ve ROC eğrisi altında kalan alanları
Table 3. At E2 echo-structure variables are used in diagnostic rates, and included in the areas under curves

Değişkenler	Eşik Değer	Duyarlılık	Özgüllük	Olabilirlik Oranı	EAA
Ort.Gradient	12,09	0,70833	0,41667	1,21429	0,59722
Homojenite	0,07	0,58333	0,83333	3,50000	0,68229
Kontrast	35,53	0,70833	0,66667	2,12500	0,65451
Ort.Gri Değer	58,60	0,75000	0,50000	1,50000	0,59028



Şekil 2. Ortalama gradient, homojenite, kontrast ve ortalama gri değer için hastalığın E2 düzeyindeki ROC eğrileri
Figure 2. ROC curves for E2 level of endometritis mean gradient, homogeneity and mean value of grey

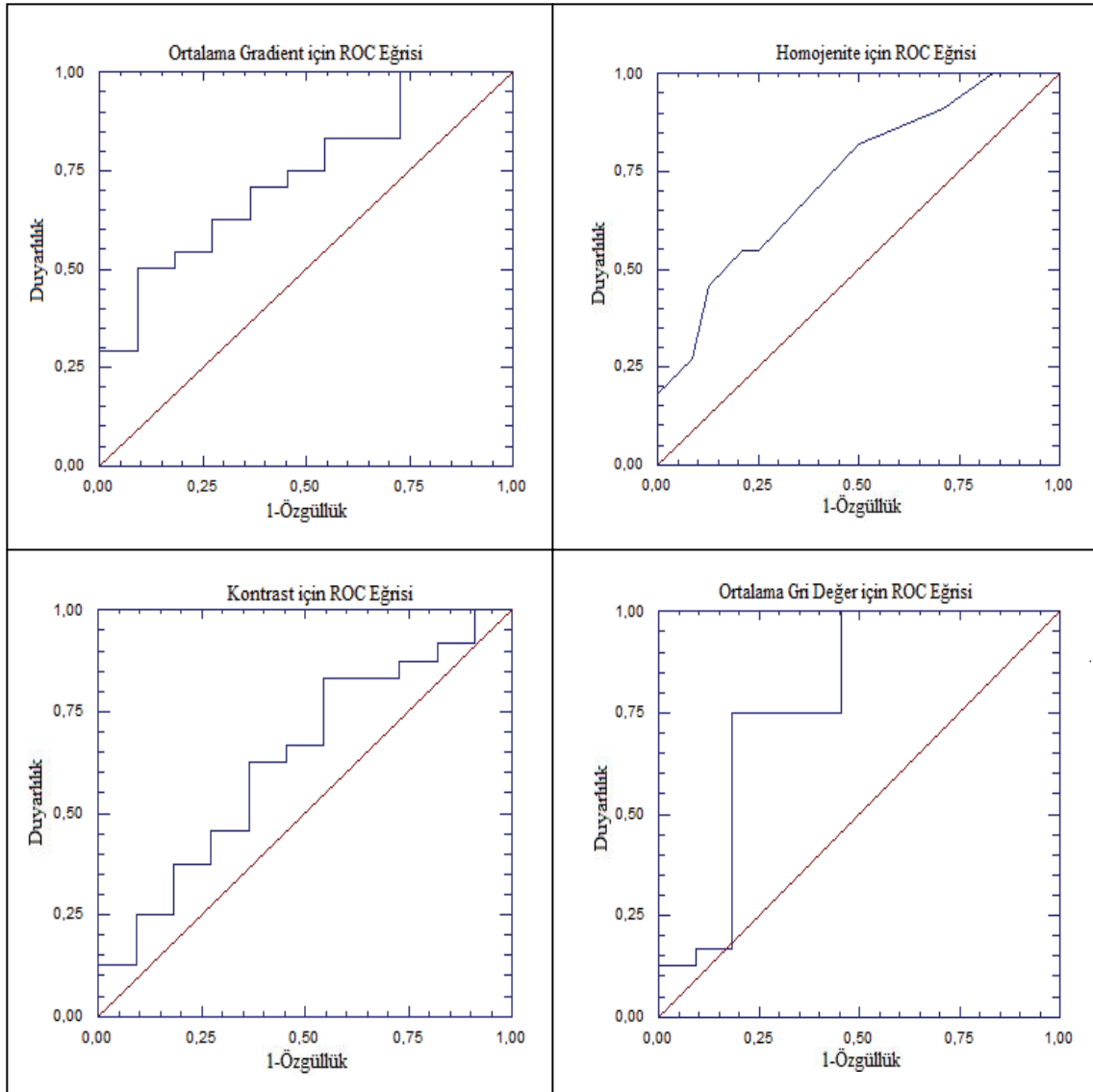
(EAA=0,73485), homojenite (EAA=0,73485) ve gri değerlerin (EAA=0,75938) önemli parametreler olduğu belirlenmiştir. Şekil 3’de Gradient değişkeninde 12,09 değeri %70,8 duyarlılık ve %63,6 özgüllük ile, homojenite değişkeninde 0,10 değeri %81,8 duyarlılık ve %50 özgüllük ile ve ortalama gri değerde ise 58,60 değeri %75 duyarlılık ve %81,8 özgüllük ile hastalık tanısında önemli belirleyiciliğe sahiptir.

Tartışma ve Sonuç

Endometritisler anamnez, dış bakılar, vajinal muayene, rektal palpasyon ve sitolojik yöntemlerle (5, 13) belirlenebilmekle birlikte, son yıllarda ultrasonografik yöntemler de (1, 10) uygulanmaya başlanmıştır. Elde edilen ultrasonografik veriler B-Mode resimlerden gözle görülen yapı değişikliklerine bakarak yorumlanırken, son yıllarda ultrasonografik resimlerin eko-yapıları da (15, 17) incelenmeye başlanmıştır.

Tablo 4. E3 düzeyinde eko-yapı analizinde kullanılan değişkenlerin tanı oranları ve ROC eğrisi altında kalan alanları
Table 4. At E3 level echo-structure variables are used in diagnostic rates, and included in the areas under curves

Değişkenler	Eşik Değer	Duyarlılık	Özgüllük	Olabilirlik Oranı	EAA
Ort.Gradient	12,09	0,70833	0,63636	1,94792	0,73485
Homojenite	0,10	0,81818	0,50000	1,63636	0,73485
Kontrast	41,28	0,62500	0,63636	1,71875	0,63258
Ort.Gri Değer	58,60	0,75000	0,81818	4,12500	0,75938



Şekil 3. Ortalama gradient, homojenite, kontrast ve ortalama gri değer için hastalığın E3 düzeyindeki ROC eğrileri
Figure 3. ROC curves for E3 level of endometritis mean gradient, homogeneity and mean value of grey

Bu çalışmada, ultrasonografik bakılar sonucunda elde edilen resimlerde incelenen eko-yapılardan yola çıkarak 1, 2 ve 3. derecedeki kronik endometritisler için ROC eğrisi analizi yapılarak tanı bakımından ayırıcı değerlerin ortaya konulup konulamayacağı araştırılmıştır.

İstatistiksel yönden sağlam bir yapıda belirli bir değer aşıldıktan sonra patolojiler ortaya çıktığı var sayılmaktadır. Patoloji başlangıç sınırının ne olduğu istatistiksel yöntemle ortaya konulabilmekte ve bu amaçla sağlam yapıyı ayırabilen eşik değerleri tanımlarda kullanmak mümkündür. Tanı testinin doğruluğunun temel ölçüleri olan duyarlılık ve özgüllük, eşik değere bağlı olarak test sonuçlarını pozitif ve negatif olarak tanımlamak için kullanılırlar. Özgüllük ve duyarlılığın tüm olası kombinasyonlarında testin eşik değerinin değişmesiyle elde edilen özet parametre ise ROC eğrisi altında kalan alandır. Bu alan, tüm olası eşik değerlerindeki test performansını yansıttığından tanı testlerinin performans ölçüsüdür (8, 14).

Bu çalışmada, ortalama gradient, homojenite, kontrast ve ortalama gri değer için elde edilen değerler de bu tanı performansını ve doğruluğu ifade etmektedir. E1 ve E3 derecesindeki endometritislerde ortalama gri değerden elde edilen eşik değerleri endometritislerin doğru tanısında E1 için %70,4 ile E3 için %75,9 ayırım gücüne sahiptir. Hücre yoğunluğunun çok fazla ve uterus bezlerinin dolgun olduğu durumlarda gri değerlerde artışlar meydana gelmektedir (7, 20). Bu sonuç, E1 ve E3 endometritis olgularında ortalama gri değerler parametresinde 58,60 eşik değerinin doğru tanımlama bakımından önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Eko yapısı bilgisayar programı ile incelenecek olan B-Mode ultrasonografik resimde ROI alanları seçilmektedir. Bu ultrasonografik resimlerde belirlenen ROI'lerde (Region of Interest) birörnekliliğin ne düzeyde olduğu homojenite ile ortaya konulabilmektedir (6). Ultrasonografik resimde birçok gri değer kombinasyonu bulunuyorsa ve bu gri değerler düzensiz bir şekilde dağılımlarsa o zaman homojenitenin değeri düşüktür (16). E1 ve E2 düzeyindeki endometritislerde homojenite bakımından 0,07 değerinin, E3 düzeyindeki endometritislerde ise 0,10 değerinin belirleyici olması da gri değerlerin düzensiz dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Gri değerlerindeki bu endometritis derecelerine göre değişik dağılım durumunun E1, E2 ve E3 düzeyindeki endometritislerde uterusu bulunan değişik düzeydeki irin ve yangı miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Homojenitede elde edilen verilerden E2 endometritislerinde % 68,23 ayırım oranında 0,07 değeri, E3 endometritislerinde ise % 73,48 ayırım oranında 0,10 değeri eşik değer olarak belirlenebilir. Gri değerlerde düşüş meydana gelirken aksine homojenite değerlerinde artışların meydana gelmesi (17) bu bulguları desteklemektedir.

E1 ve E3 düzeyindeki endometritislerde, gradient parametresinde E1 için %70 ayırım oranında 11,44 değeri, E3 için ise % 73,48 ayırım oranında 12,09 değeri eşik değer olarak belirlenebilir. Gradient parametresi ile gri değerler arasındaki farklılıklar ortaya konduğundan (3) dolayı bu farklılığın en fazla uterus ve uterusu oluşan yangının durumuna göre E1 ve E3 endometritislerde gerçekleştiği ROC eğrisine bağlı olarak ortaya konulmuştur.

Bilgisayar destekli eko-yapı programları dünyada tanı amacıyla yeni uygulanan bir yöntemdir. ROC Eğrisi yöntemi ise veteriner hekimliği alanında daha çok 2000'li yıllardan sonra kullanılmaya başlamıştır ve Türkiye'de bu alanda uygulamaları sınırlı sayıdadır. Son yıllarda araştırmacılar, değişik derecelerdeki endometritislerde (E1, E2, E3) B-mod ultrasonografinin yanında, ultrasonografik resimlerin yapılarını analiz eden eko-yapı programıyla yeni bir tanı yönteminin geliştirilip geliştirilemeyeceği hakkında çalışmalar yapmaktadırlar. Bu çalışma, yeni uygulanan bir yöntemin tanı koymadaki doğruluğunun ve performansının bu alanda az kullanılan istatistiksel bir yöntemle değerlendirilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ROC eğrisi ile yapılan istatistiksel analizin kronik endometritislerin düzeylerinin tanınmasında yardımcı bir hesaplama yöntemi olabileceğini göstermektedir.

Çalışmada kullanılan denek sayısının az olması nedeniyle parametrik olmayan deneysel yaklaşım ile ROC eğrileri yorumlanmıştır. Eko-yapı yönteminin endometritisin derecelendirilmesinde, tanı koymada ve eşik değer belirlemede referans test olabilmesi için duyarlılık ve özgüllük oranlarının 1'e yakın olması gerekmektedir. Eko-yapı analizinin kullanımının ve eko-yapı analizinde kullanılan teknolojinin zamanla geliştirilmesine ek olarak uygulanan istatistik analizde denek sayısının artırılması sonucu binormal yaklaşımla, geliştirilen tanı yönteminin hastalığın teşhisindeki doğruluk oranını daha da yükselteceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Doktora tezi verilerinin kullanılmasına izin veren Dr. İbrahim KÜÇÜKASLAN'a, elde edilen bulguların yorumlanmasında emeği geçen Prof. Dr. Selim ASLAN'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. **Aslan S, Handler J, Wesenauer G, Arbeiter K** (2002): *Eignung der sonographischen Beurteilung von Ovardynamik und Uterusinvolution zur Fertilitätsprognose im Puerperium des Rindes*. Dtsch. Tierärztl. Wschr. **109**: 52-55.
2. **Çamlıca H, Dişçi R** (2008). *Tanı testlerinde sınır değerlerin belirlenmesi*. *Türk Onkoloji Dergisi*, **23**(1):26-33.

3. **Delorme S, Zuna I** (1995). *Quantitative Auswerteverfahren in der B-Bild-und Farbdopplersonographie. Ultraschall Klin. Prax.*, **10**: 50-61.
4. **Dirican A** (2001). *Tanı Testi Performanslarının Değerlendirilmesi ve Kıyaslanması. Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, **32**:25-30.
5. **Drillich M, Raab D, Wittke M, Heuweisser W** (2005). *Treatment of chronic endometritis in dairy cows with an intrauterine application of enzymes a field trial. Theriogenology*, **63**(7), 1811-1823.
6. **Garra BS, Krasner BH, Horii SC, Ascher S, Mun SK, Zeman RK** (1993). *Improving the distinction between benign and malignant breast lesions: the value of sonographic texture analysis. Ultrasonographic Imaging*, **15**:267-285.
7. **Grau H** (1960). *Weibliche Geschlechtsorgane. Die Gebärmutter, Uterus. In: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere*, 10. Aufl. Hrsg.: Krölling, O., Grau, H. Parey Verlag, Berlin. 370-379.
8. **Greiner M, Pfeiffer D, Smith RD** (2000) *Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. Preventive Veterinary Medicine*, **45**:23-41.
9. **Karaağaoğlu E** (2008). *Karar verme sürecinde bilgi kuramı yaklaşımı.5. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi*. Erişim: [<http://www.turkmiya.org/files/89.pdf>]. 15.08.2009
10. **Kasimianickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH** (2004). *Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. Theriogenology* **62**: 9-23
11. **Leblanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH** (2002). *Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci.* **85**:2223–2236
12. **Lotthammer KH** (1984). *Ursachen und Maßnahmen beim primär nich infektiösen Genitalkatarh des Rindes. Prakt. Tierarzt, Coll. Vet.* **15**:79-84.
13. **Miller HV, Kimsey PB, Kendrick JW, Darien B, Doering L** (1980). *Endometritis of dairy cattle: Diagnosis, treatment and fertility. Bovine Pract.* **15**: 13-23.
14. **Obuchowski NA** (2003). *Receiver operating characteristic curves and their use in radiology. Radiology*, **229**:3-8.
15. **Pierson RA, Ginther OJ** (1987). *Follicular populations during the estrous cycle in heifers. II. Influence of right and left sides and intraovarian effect of the corpus luteum. Anim. Reprod. Sci.* **14**: 177–186.
16. **Raeth U, Schlaps B, Limberg B, Zuna I, Lorenz A, VAN Kaick G, Lorenz WJ, Kommerell B** (1985). *Diagnostic Accuracy of Computerized B-Scan Texture Analysis and Conventional Ultrasonography in Diffuse Parenchymal and Malignant Liver Disease. J. Clin. Ultrasound* **13**: 87-99.
17. **Schmauder S** (2003). *Zyklus- und entzündungsbedingte Veränderungen der endometrialen Echostruktur beim Rind unter Berücksichtigung der Stickstoffmonoxid-Synthase-Expression. Doktora tezi, Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians Universität München.*
18. **Swets JA, Dawes RM, Monahan J** (2000). *Better decisions through science. Scientific American*, **283**:82-87.
19. **Şenocak M** (2009). *Klinik Biyoistatistik. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi*.s:85-102.
20. **Vollmerhaus B.** (1957). *Die zyklischen Veränderungen des Endometriums beim Rind. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* **65**: 461-465.
21. **Zou KH** (2002). *Receiver Operating Characteristic (ROC) literature research*. Erişim: [<http://splweb.bwh.harvard.edu:8000/pages/ppl/zou/roc.html>] 10.09.2009

Geliş tarihi: 16.07.2012 / Kabul tarihi: 23.10.2012

Yazışma adresi:

Dr. İ. Safa Gürcan
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi,
Biyoistatistik Anabilim Dalı,
06110, Dışkapı, Ankara, Türkiye,
e-mail: sgurcan@ankara.edu.tr