



Buzağı Hastalıkları Üzerine Etkili Faktörlerin Sınıflandırılmasında Yapay Sinir Ağları, Rassal Orman Algoritması ve Lojistik Regresyon Analizi Performanslarının Karşılaştırılması

Güven GÜNGÖR^{1,a}, Aytaç AKÇAY^{2,b}, Savaş SARIÖZKAN^{3,c}, Elif ÇELİK^{1,d}

¹Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Biyometri Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE

²Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

³Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE

ORCID: ^a0000-0003-3695-9443; ^b0000-0001-6263-5181; ^c0000-0003-2491-5152; ^d0000-0002-5073-1907

Corresponding author: Güven GÜNGÖR; E-posta: guvengungor@erciyes.edu.tr

How to cite: Güngör G, Akçay A, Sariözkan S, Çelik E. Buzağı hastalıkları üzerine etkili faktörlerin sınıflandırılmasında yapay sinir ağları, rassal orman algoritması ve lojistik regresyon analizi performanslarının karşılaştırılması. Erciyes Univ Vet Fak Derg 2022; 19(2): 94-100

Öz: Bu çalışmada buzağı hastalıklarına etkili faktörlerin Yapay Sinir Ağları (YSA), Rassal Orman Algoritması (RO) ve Lojistik Regresyon Analizi (LR) ile sınıflandırılması, bu yöntemlerin kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma materyalini 2018-2021 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde tutulan 54 baş buzağıya ait işletme kayıtları oluşturmuştur. İstatistik analizlerde buzağılara ait hastalık geçmişi bağımlı değişken; buzağının cinsiyeti, ırkı, doğum mevsimi, anne ırkı, anne laktasyon sayısı ise bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Sınıflandırma performansları; duyarlılık, seçicilik, kesinlik, doğruluk, f-ölçümü, Youden indeksi, ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) ve Cohen's kappa katsayısı ile karşılaştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre, duyarlılık, seçicilik, kesinlik, doğruluk, F-ölçümü, Youden indeksi ve Cohen's kappa açısından en başarılı sınıflandırıcılar sırasıyla; LR (0.828), YSA (0.947), YSA (0.964), YSA (0.833), YSA (0.857), YSA (0.719), YSA (0.663) olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, mevcut sınıflandırma yöntemlerinin buzağı hastalıklarına etkili faktörleri belirli bir yanılma payıyla doğru sınıflandırdığı ve duyarlılık dışındaki bütün performans değerleri için YSA'nın daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu yöntemlerin, hayvancılık işletmelerinde buzağı hastalıklarının proaktif yaklaşımla belirlenmesine ve ekonomik kayıpların önlenmesine imkan sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Buzağı, hastalık, makine öğrenmesi, sınıflandırma

Comparison of Artificial Neural Networks, Random Forest Algorithm and Logistic Regression Analysis Performances in Classification of Effective Factors on Calf Diseases

Abstract: In this study, it is aimed to classify the factors affecting calf diseases with Artificial Neural Networks (YSA), Random Forest Algorithm (RO) and Logistic Regression Analysis (LR), to reveal the usability of these methods and to compare their performances. The research material consisted of the farm records of 54 calves kept in Erciyes University, Agricultural Research and Application Center between 2018-2021. In the statistical analysis, the disease history of the calves was the dependent variable; calves gender, breed, birth season, maternal breed, and maternal lactation number were determined as independent variables. Classification performances were compared with sensitivity, specificity, precision, accuracy, f-measure, Youden index, area under the ROC curve (AUC) and Cohen's kappa coefficient. According to the research results, the most successful classifiers in terms of sensitivity, selectivity, precision, accuracy, F-measure, Youden's index and Cohen's kappa; LR (0.828), ANN (0.947), ANN (0.964), ANN (0.833), ANN (0.857), ANN (0.719), ANN (0.663), respectively. In conclusion, it has been reached that be used classification methods correctly classify the factors affecting calf diseases with a somewhat margin of error and YSA is more successful for all performance values except sensitivity. It is thought that these methods will help determine calf diseases with proactive approaches and prevent economic losses in livestock enterprises.

Keywords: Calf, classification, disease, machine learning

Giriş

Süt sığırı yetiştiriciliğinde karlılık ve başarı, üretilen süt miktarı (ana gelir) ve elde edilen buzağı (tali gelir) ile yakından ilişkilidir. O nedenle, yüksek karlılık hedefleyen yetiştiricinin temel amacı kaliteli sütü düşük maliyetle üretmek ve yılda bir buzağı elde etmektir. Süt sığırcılığında normal şartlarda yılda bir buzağı

alınmakta ve buzağılamanın ardından da annenin süt verim (laktasyon) dönemi başlamaktadır. Bu durum göz önüne alındığında damızlık dişilerin buzağılama öncesinde bir maliyet unsuru olduğu ve işletmenin devamlılığı açısından buzağılamanın kritik bir öneme sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, uzun vadede damızlık kaynağı olma potansiyeli taşıyan buzağuların elde edilmesi ve sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesi işletmenin geleceğini de şekillendirmektedir (Alpan, 1994).

Geliş Tarihi/Submission Date : 26.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date : 08.02.2022

Diğer taraftan, buzağının sağlıklı doğmasının yanında yaşamının sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, yetiştirme süreci içerisinde buzağuların fizyolojik gelişimi ve sağlık durumu ile ilgili problem yaşanmaması istenmektedir. Bu süreçte meydana gelen buzağı hastalıkları ve ölümleri hem yetiştirici için hem de ülke hayvancılığı için önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Singh ve ark., 2009; Piccione ve ark., 2010; Gohars-hahi ve ark., 2021). Türkiye’de yer alan süt sığırcılığı işletmelerinde genellikle buzağı hastalıkları görülmekle birlikte yaklaşık %5-20 oranında ölüm ile sonuçlanmaktadır (Yıldız, 2008; Ayvazoğlu ve ark., 2019). Buzağı ölümlerinin başlıca nedenleri arasında diyare, pnemoni ve sepsis gibi enfeksiyöz unsurlar yer almaktadır (Klein ve ark., 2009; Akyüz ve ark., 2017). Buna ek olarak anne doğum sayısı (laktasyon sayısı), buzağının cinsiyeti, buzağının doğum mevsimi, gebelik süresi ve güç doğum gibi faktörler de buzağı hastalıkları ve ölümleri ile ilişkilendirilmektedir (Meijering, 1984; Berglund ve ark., 2003; Mee, 2004; Lombard ve ark., 2007; Gundelach ve ark., 2009).

Hayvan sağlığını ve işletme ekonomisini tehdit eden buzağı hastalıkları enfeksiyöz (etken) ve enfeksiyöz olmayan (mevsim, barınak koşulları, stres vb.) birçok faktöre bağlı olarak gelişmektedir. İncelenen hastalık üzerinde etkisi olan faktörlerin tek başına etkisinin yanında çoklu etkilerinin de öğrenilmesi teşhis ve tedavinin başarısını etkilemektedir. Bu amaçla, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin (lojistik regresyon, çoklu doğrusal regresyon, faktör analizi vb.) kullanımını son yıllarda gelişen yazılımlarla giderek artmıştır. Diğer taraftan, güncel bir kavram olan Endüstri/ Sanayi 5.0 kavramının (toplum odaklı insansız teknoloji) hayvancılık üzerine yansımalarını değerlendirecek olursak, sektörün i) ilkel, ii) ekstansif/göçer, iii) entansif/yoğun ve iv) modern hayvancılık olarak özetleyebileceğimiz gelişim evreleri, Hayvancılık 4.0 olarak yorumlanabilirken, son gelişmelerle birlikte yapay zeka ve dijital teknolojilerin hayvancılıkta uygulanmasıyla/kullanılmasıyla birlikte Hayvancılık 5.0 kavramından söz edilebilir. Bu durum teknolojinin hayvansal üretime sağladığı katkı olarak değerlendirilebilir ve gelişime açık bir alandır (Yaman ve ark., 2021). Buna ek olarak, özellikle beşeri hekimlik başta olmak üzere sağlık alanında yaygın olarak kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri (Yapay sinir ağları, Rassal orman algoritması, Naif Bayes, K ortalamalar, Destek vektör makinesi vb.) ile yapılan modellemeler ve sınıflandırmalar da bütüncü bir bakış açısı sunarak araştırmacının kararlarını destekleyici bir rol oynamaktadır (Haupt ve Haupt, 2004; Gülten ve Doğan, 2009). Hayvansal üretimde ve veteriner hekimlik alanında makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanıldığı kısıtlı sayıda çalışma bulunmakla (Ergülen ve Topuz, 2008; Görgülü, 2012; Takma ve ark., 2012; Cihan ve ark., 2020) birlikte, bu çalışmaların da sahada karar destekleme aracı olarak kullanılması faydalı olacaktır.

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninin bir bilgiyi öğrenme, ilişkilendirme, karar verme, genelleme vb. özelliklerinden ilham alarak bu özellikleri veri setleri üzerinde kısa sürede ve adaptif bir şekilde uygulayabilme mantığına dayanan bir yöntemdir (Pirim, 2006). Temel fonksiyonu verilen bir girdiye karşılık belirli bir hata payı ile çıktı oluşturmaktır. İlgili olaya ait örnekler yardımıyla ağın eğitime (öğrenme) düzeyi bu hata payını etkileyen unsurlardan biridir (Öztemel, 2003).

Rassal Orman Algoritması (RO), topluluk öğrenme yöntemlerinden biridir. Elde edilen fazla sayıda karar ağacının sonuçları birleştirilerek topluluk adına ortak bir karara varılması mantığına dayanmaktadır. Ormanda yer alan karar ağaçları, veri setinden rastgele örneklemeler seçilerek oluşturulur. Bunu takiben yine rastgele seçilen bir özellik ile makine öğrenimi sağlanır. Son olarak farklı karar ağaçlarından elde edilen sonuçlar seçime tabi tutularak topluluğu en iyi temsil eden sınıf tahmini sunulur (Liaw ve Wiener, 2002).

Lojistik Regresyon Analizi (LR), iki kategorili veya sıralı özelliğe sahip bağımlı değişken üzerinde bir veya birden çok bağımsız değişkenin etkisinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Değişken veya dağılım hakkında fazla varsayımının olmaması ve sonuçların açık ve kolay yorumlanabilir nitelikte olmasından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir (Budak ve Erpolat, 2012).

Bu çalışmada buzağı hastalıkları üzerine etkili faktörlerin YSA, RO ve LR ile sınıflandırılması, kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve bu yöntemlerin performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmanın materyalini 2018-2021 yılları arasında Erciyes Üniversitesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde tutulan 54 baş buzağıya ait işletme kayıtları oluşturmuştur. Çalışma kapsamında yapılacak istatistik analizlerde kullanılmak üzere buzağılara ait hastalık geçmişi bağımlı değişken; buzağuların cinsiyeti, ırkı, doğum mevsimi, anne ırkı, anne laktasyon sayısı ise bağımsız değişken olarak kaydedilmiştir. Değişkenlerden hastalık geçmişi (var, yok), cinsiyet (dişi, erkek), ırk (Holstein, Simmental, Montofon, diğer), doğum mevsimi (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) ve anne ırkı (Holstein, Simmental, Montofon, diğer) kategorik olarak; anne laktasyon sayısı ise kesikli sayısal veri olarak çalışmaya dahil edilmiştir.

Analizlerde, makine öğrenmesi yöntemleri için model başarıları da göz önünde tutularak veri seti, YSA için %70 eğitim ve %30 test kümesi, RO için %80 eğitim, %20 test+validasyon kümesi olarak ayrılmıştır. YSA’da gizli katman sayısı 2 (iki) olarak belirlenerek Çok Katmanlı Algılayıcılar Modeli ve Geriye Doğru Öğrenme Kuralı kullanılmıştır. LR’de değişkenler öncelikle tek değişkenli lojistik regresyon analizi ile test edilerek buzağı hastalıkları üzerindeki etkileri

incelenmiş, $P < 0.25$ olan bağımsız değişkenler aday değişkenler olarak belirlenmiş ve çok değişkenli regresyon modeline dahil edilmiştir. Daha sonra Geriye Doğru Çıkarma Yöntemi uygulanmıştır. Değişkenlerin LR modelindeki önemliliği Wald testi ile değerlendirilmiştir. Analizler JASP 0.14.1 paket programı (<https://jasp-stats.org/>) kullanılarak yapılmıştır.

YSA, RO ve LR yöntemlerinin sınıflandırma başarılarının değerlendirilmesi amacıyla, buzağuların geçmişe yönelik kayıtları altın standart kabul edilerek karışıklık matrisleri (confusion matrix) oluşturulmuştur. Elde edilen karışıklık matrisleri aracılığıyla duyarlılık (sensitivity), seçicilik (specifity), kesinlik (precision), doğruluk (accuracy), f-ölçümü (f-measure), Youden indeksi, ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) ve Cohen's kappa katsayısı hesaplanmıştır. Duyarlılık, sınıflandırma yönteminin gerçekten hasta olanları ayırma düzeyidir. Seçicilik, sınıflandırma yönteminin gerçekten sağlıklı olanları ayırma düzeyidir. Kesinlik, hasta olarak tahmin edilenlerin gerçekte kaç tanesinin hasta olduğunu göstermektedir. F-Ölçümü, kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalaması olup, sınıflandırma yönteminin başarısının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Doğruluk, sınıflandırma yönteminin hasta ve sağlıklılar için toplam doğru tanı düzeyini göstermektedir. Youden indeksi, ROC eğrisi aracılığıyla duyarlılık ve seçicilik kriterlerini aynı anda değerlendirerek doğru pozitiflik ile yanlış pozitiflik arasındaki farkı maksimum yapma esasına dayanmaktadır. Cohen's kappa katsayısı, iki ayrı gözlem sonucunun uyumluluğunu değerlendiren nonparametrik bir istatistiktir (Cohen, 1960). ROC eğrisi altında kalan alan (AUC), sınıflandırma yönteminin hasta ve sağlıklıları ayırma işlemindeki başarı düzeyini göstermektedir. Elde edilen değer 1'e yaklaştıkça testin ayırt etme yeteneği artmaktadır. Bu durum grafik üzerinde çizilen eğrinin sol üst köşeye yaklaşması anlamına gelmektedir (DeLong ve ark., 1988).

Gözlem değerleri ve sınıflandırma sonuçları arasındaki farklılık Pearson Ki kare istatistiği ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Karışıklık matrisi örneği Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İki sınıf için oluşturulmuş karışıklık matrisi örneği

		Sınıflandırma Sonucu		
		Pozitif (Hasta)	Negatif (Sağlıklı)	Toplam
Gerçek Durum	Pozitif (Hasta)	Doğru Pozitif (DP)	Yanlış Negatif (YN)	DP + YN
	Negatif (Sağlıklı)	Yanlış Pozitif (YP)	Doğru Negatif (DN)	YP + DN
	Toplam	DP + YP	YN + DN	A + B + C + D

DP (Doğru Pozitif): Sınıflandırma sonucunda doğru tahmin edilen hasta sayısı; YN (Yanlış Negatif): Sınıflandırma sonucunda yanlış tahmin edilen hasta sayısını; DN (Doğru Negatif): Sınıflandırma sonucunda doğru tahmin edilen sağlıklı sayısını; YP (Yanlış Pozitif): Sınıflandırma sonucunda yanlış tahmin edilen sağlıklı göstermektedir.

Yöntemlerin başarılarının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler, Tablo 1'de yer alan bilgilere göre aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Duyarlılık} = \text{DP} / (\text{DP} + \text{YN}) \text{ (Kraemer, 1992)}$$

$$\text{Seçicilik} = \text{DN} / (\text{DN} + \text{YP}) \text{ (Kraemer, 1992)}$$

$$\text{Kesinlik} = \text{DP} / (\text{DP} + \text{YP}) \text{ (Shafi ve Rather, 2005)}$$

$$\text{F-Ölçümü} = 2 \times (\text{Duyarlılık} \times \text{Kesinlik}) / (\text{Duyarlılık} + \text{Kesinlik}) \text{ (Miller ve Brown, 2018)}$$

$$\text{Doğruluk} = (\text{DP} + \text{DN}) / (\text{DP} + \text{YP} + \text{DN} + \text{YN}) \text{ (Kraemer, 1992)}$$

$$\text{Youden indeksi (J(c))} = [\text{duyarlılık(c)} + \text{Seçicilik(c)} - 1] \text{ (Armitage ve ark., 2008)}. \text{ c ifadesi, seçilen kesim noktasını göstermektedir.}$$

Cohen's kappa katsayısı (κ) = $(\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)) / (1 - \text{Pr}(e))$ formülü ile hesaplanmaktadır. Formülde yer alan $\text{Pr}(a)$, iki gözlem sonucunun uyumlarının toplam orantısını; $\text{Pr}(e)$, elde edilen uyumun şansa bağlı gerçekleşme olasılığını göstermektedir (Cohen, 1960). Bulunan κ değeri; 0'dan küçük ise kötü, 0.01 ile 0.20 arasında ise önemsiz, 0.21 ile 0.40 arasında ise zayıf, 0.41 ile 0.60 arasında ise orta, 0.61 ile 0.80 arasında ise iyi, 0.81 ile 1.00 arasında ise çok iyi düzeyde uyum olduğu yorumu yapılmaktadır (Landis ve Koch, 1977).

Çalışma kapsamında kullanılan 54 baş buzağıya ilişkin karakteristikler Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2. Buzağılara ilişkin karakteristikler

Değişkenler		Hastalık Geçmişi		Toplam (n=54)
		Yok (n=19)	Var (n=35)	
Kategorik Değişkenler				
Cinsiyet	Dişi	13	25	38
	Erkek	6	10	16
İrk	Holstein	16	27	43
	Simmenthal	0	4	4
	Montofon	1	2	3
	Diğer	2	2	4
Anne İrki	Holstein	17	30	47
	Simmenthal	0	1	1
	Montofon	1	2	3
	Diğer	1	2	3
Mevsim	İlkbahar	5	4	9
	Yaz	7	3	10
	Sonbahar	3	16	19
	Kış	4	12	16
Sayısal Değişkenler				
Anne Laktasyon Sayısı	Ortanca	3.00	2.00	2.00
	1. ve 3. Çeyreklik	1.00 - 4.00	1.00 - 3.00	1.00 - 3.00
	Minimum	1.00	1.00	1.00
	Maksimum	6.00	5.00	6.00

Bulgular

Analiz sonucunda sınıflandırma yöntemlerine (YSA, RO, LR) göre oluşturulan karışıklık matrisleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sınıflandırma yöntemlerine göre oluşturulan karışıklık matrisi

		YSA	Sınıflandırma Sonucu	Toplam
Gerçek Durum	Hasta	27 (%50.0)	8 (%14.8)	35 (%64.8)
	Sağlıklı	1 (%1.9)	18 (%33.3)	19 (%35.2)
	Toplam	28 (%51.9)	26 (%48.1)	54 (%100)
RO		Sınıflandırma Sonucu		
Gerçek Durum	Hasta	24 (%44.4)	11 (%20.4)	35 (64.8)
	Sağlıklı	6 (%11.1)	13 (%24.1)	19(35.2)
	Toplam	30 (%55.5)	24 (%44.5)	54 (%100)
LR		Sınıflandırma Sonucu		
Gerçek Durum	Hasta	29 (%53.7)	6 (%11.1)	35 (%64.8)
	Sağlıklı	9 (%16.7)	10 (%18.5)	19 (%35.2)
	Toplam	42 (%70.4)	12 (%29.6)	54 (%100)

Buna göre YSA, RO ve LR'nin buzağı hastalıklarını sırasıyla, %83.3 (%50+%33.3), %68.5 (%44.4+%24.1) ve %72.2 (%53.7+%18.5) düzeyinde doğru sınıflandırdığı; buna karşılık %16.7 (%1.9+%14.8), %31.5 (%11.1+%20.4) ve %27.8 (%16.7+%11.1) düzeyinde yanlış sınıflandırdığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

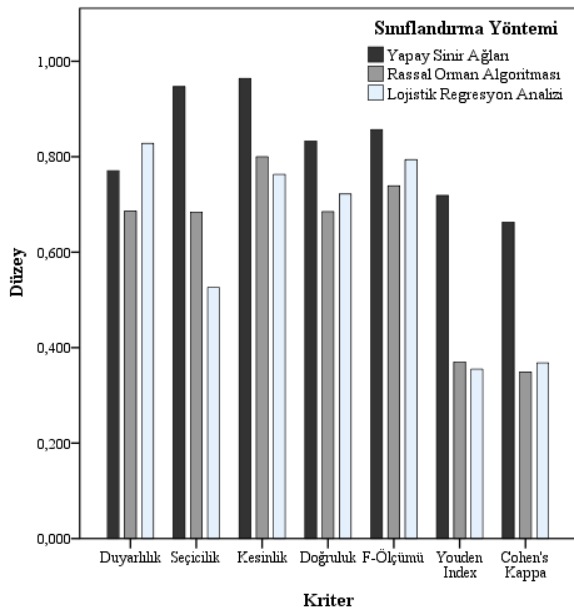
lanılan duyarlılık, seçicilik, kesinlik, doğruluk, F-ölçümü, Youden index ve Cohen's kappa kriterleri için elde edilen sonuçlar Tablo 4'te ve Şekil 1'de verilmiştir.

Sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılmasında kul

Tablo 4. Sınıflandırma yöntemlerinin performans tablosu

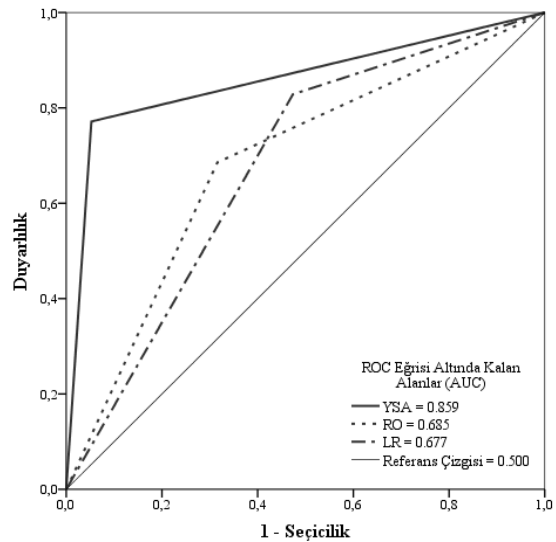
Kriter/Yöntem	YSA (95% GA)	RO (95% GA)	LR (95% GA)
Duyarlılık	0.771 (0.599-0.896)	0.686 (0.507-0.832)	0.828 (0.664-0.934)
Seçicilik	0.947 (0.740-0.999)	0.684 (0.435-0.874)	0.526 (0.289-0.756)
Kesinlik	0.964 (0.817-0.999)	0.800 (0.614-0.923)	0.763 (0.598-0.886)
Doğruluk	0.833 (0.707-0.921)	0.685 (0.545-0.805)	0.722 (0.584-0.835)
F-Ölçümü	0.857 (0.765-0.950)	0.739 (0.619-0.859)	0.794 (0.693-0.896)
Youden Index	0.719 (0.547-0.980)	0.370 (0.110-0.629)	0.355 (0.098-0.612)
Cohen's Kappa	0.663 (0.469-0.857)	0.349 (0.100-0.598)	0.368 (0.108-0.629)
Pearson Ki-Kare	$\chi^2 = 25.49, P < 0.05$	$\chi^2 = 6.83, P < 0.05$	$\chi^2 = 7.44, P < 0.05$

YSA: Yapay Sinir Ağları; RO: Rassal Orman Algoritması; LR: Lojistik Regresyon Analizi; GA: Güven Aralığı; χ^2 : Ki kare değeri; P: P değeri

**Şekil 1.** Sınıflandırma yöntemlerinin performanslarını gösteren çubuk grafiği.

Sonuçlara göre en yüksek ve en düşük performans değerleri sırasıyla, duyarlılık için LR (0.828) ve RO (0.686); seçicilik için YSA (0.947) ve LR (0.526); kesinlik için YSA (0.964) ve LR (0.763); doğruluk için YSA (0.833) ve RO (0.685); F-ölçümü için YSA (0.857) ve RO (0.739); Youden index için YSA (0.719) ve LR (0.355); Cohen's kappa katsayısı için YSA (0.663) ve RO (0.349) olarak belirlenmiştir. Elde edilen Cohen's kappa katsayısına göre, sınıflandırma sonuçları ile gerçek durum arasındaki uyumun YSA için iyi düzeyde, RO ve LR için zayıf düzeyde olduğu görülmüştür. Bunlara ek olarak sınıflandırma sonuçları ve gerçek durum arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Tablo 4; Şekil 1).

Sınıflandırma yöntemlerine göre çizilen ROC eğrileri ve hesaplanan AUC değerleri Şekil 2'de sunulmuştur.

**Şekil 2.** Sınıflandırma yöntemlerine göre çizilen ROC eğrileri ve hesaplanan AUC değerleri.

Eğri altında kalan alanlara göre sınıflandırma yöntemlerinin hasta ve sağlıklı buzağları ayırtma gücü sırasıyla, YSA için 0.859, RO için 0.684 ve LR için 0.677 bulunmuştur (Şekil 2).

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, YSA için %70'i eğitim kümesi ve %30'u test kümesi olmak üzere 54 buzağı verisi kullanılmıştır. Analizler sonucunda hastalıklı ve sağlıklı buzağları en yüksek doğru sınıflandırma oranı YSA yöntemi ile hesaplanmıştır [Doğruluk=0.833 (0.707-0.921)]. Hastalıklı buzağları en iyi sınıflandıran yöntemin LR olduğu görülmüştür [Duyarlılık=0.828 (0.664-0.934)]. Sağlıklı buzağları en iyi tahmin eden yöntemin ise yine YSA olduğu görülmektedir [Seçicilik=0.947 (0.740-0.999)]. Zaborski ve ark. (2018) tarafından %67'si eğitim kümesi ve %33'ü test kümesi kullanılarak yapılan çalışmada, güç doğum tespitinde YSA ve LR sınıflandırması yapılmıştır. Analiz sonucunda YSA ve LR için sırasıyla doğruluk

düzeyi 0.81, 0.82; duyarlılık düzeyi 0.79, 0.63; seçicilik düzeyi ise 0.82, 0.90 olarak belirtilmiştir (Zaborski ve ark., 2018). Grzesiak ve ark. (2010) tarafından % 84 eğitim ve %16 test kümesi kullanılarak yapılan çalışmada, suni tohumlama zorlukları olan ineklerin tespitinde YSA'nın LR'ye göre hem duyarlılık hem de seçicilik bakımından daha yüksek bir değere sahip olduğu belirtilmiştir (Grzesiak ve ark., 2010). Cihan ve ark. (2020)'nin yenidoğan kuzular üzerinde yaptığı çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre, YSA ve RO'nun da olduğu makine öğrenmesi yöntemlerinin hayvan hastalıklarının erken teşhis ve tedavisinde kullanılarak ekonomik anlamda katkı sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada duyarlılık kriteri hariç, incelenen diğer tüm kriterler (doğruluk, seçicilik, kesinlik, F-ölçümü, Youden indeksi, ROC eğrisi altında kalan alan ve Cohen's kappa katsayısı) yönünden YSA'nın RO ve LR'ye üstünlük sağladığı ve buzağı hastalıklarının sınıflandırılmasında öncelikli olarak tercih edilebileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu konuda gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda daha geniş örneklem ve daha kapsamlı kayıtlar kullanılmasının başarı oranını arttıracığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, YSA, RO ve LR sınıflandırma yöntemlerinin buzağı hastalıklarında kullanılabilirliği ortaya konularak, hastalıklar üzerinde etkisi olan bazı faktörlerin belirli bir yanılma payıyla doğru sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu yöntemlerin hayvancılık işletmelerinde buzağı hastalıklarının proaktif yaklaşımla belirlenmesine ve ekonomik kayıpların önlenmesine imkan sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akyüz E, Naseri A, Erkilic EE, Makav M, Uzlu E, Kırmızıgül AH, Gökçe G. Neonatal buzağı ishalleri ve sepsis. *Kafkas Univ Inst Nat Appl Sci J* 2017; 10(2): 181-91.
- Alpan O. Sığır Yetiştiriciliği ve Besiciliği. Üçüncü Baskı. Ankara: Şahin Matbaası 1994; ss. 219-20.
- Armitage P, Berry G, Matthews JNS. *Statistical Methods in Medical Research*. Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons 2008; pp. 692-711.
- Ayvazoğlu Demir P, Aydın E, Ayvazoğlu C. Estimation of the economic losses related to calf mortalities kars province, in Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2019; 25(3): 283-9.
- Berglund B, Steinbock L, Elvander M. Causes of stillbirth and time of death in Swedish Holstein calves examined post mortem. *Acta Vet Scand* 2003; 44(3): 1-10.
- Budak H, Erpolat S. Kredi riski tahmininde yapay sinir ağları ve lojistik regresyon analizi karşılaştırılması. *AJIT-e* 2012; 3(9): 23-30.
- Cihan P, Kalıpsız O, Gökçe E. Yenidoğan kuzularda bilgisayar destekli tanı. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg* 2020; 26(2): 385-91.
- Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* 1960; 20(1): 37-46.
- DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: A nonparametric approach. *Biometrics* 1988; 44(3): 837-45.
- Ergülen A, Topuz D. İşletmelerdeki verimliliğin tahmin edilebilmesi ve bu verimliliği etkileyen faktörlerin MLP tipi Yapay Sinir Ağları tekniği ile belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Univ Sosyal Bilimler Enstitüsü Derg* 2008; 5(10): 219-31.
- Goharshahi M, Azizzadeh M, Lidauer L, Steininger A, Kicking F, Öhlschuster M, Auer W, Klein-Jöbstl D, Drillich M, Iwersen M. Monitoring selected behaviors of calves by use of an ear-attached accelerometer for detecting early indicators of diarrhea. *J Dairy Sci* 2021; 104(5): 6013-9.
- Gorgulu O. Prediction of 305-day milk yield in Brown Swiss cattle using artificial neural networks. *S Afr J Anim Sci* 2012; 42(3): 280-7.
- Grzesiak W, Zaborski D, Sablik P, Żukiewicz A, Dybus A, Szatkowska I. Detection of cows with insemination problems using selected classification models. *Comput Electron Agric* 2010; 74(2): 265-73.
- Gundelach Y, Essmeyer K, Teltscher MK, Hoedemaker M. Risk factors for perinatal mortality in dairy cattle: cow and foetal factors, calving process. *Theriogenology* 2009; 71(6): 901-9.
- Gülten A, Doğan Ş. Genetik algoritmalar yönteminin biyomedikal verileri üzerindeki uygulamaları. *Fırat Üniv Doğu Araştırmaları Derg* 2009; 7(1): 12-6.
- Haupt RL, Haupt SE. *Practical Genetic Algorithms*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons 2004; pp. 1-3.
- Klein D, Kern A, Lapan G, Benetka V, Möstl K, Baumgartner W. Evaluation of rapid assays for the detection of bovine coronavirus, rotavirus A and *Cryptosporidium parvum* in faecal samples of calves. *Vet J* 2009; 182(3): 484-6.
- Kraemer HC. *Evaluating medical tests: Objective and quantitative guidelines*. Newbury Park, California: Sage publications Inc; 1992.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1): 159-74.

- Liaw A, Wiener M. Classification and regression by randomForest. R News 2002; 2(3): 18-22.
- Lombard JE, Garry FB, Tomlinson SM, Garber LP. Impacts of dystocia on health and survival of dairy calves. J Dairy Sci 2007; 90(4): 1751-60.
- Mee JF. Managing the dairy cow at calving time. Vet Clin North Am Food Anim 2004; 20(3): 521-46.
- Meijering A. Dystocia and stillbirth in cattle-A review of causes, relations and implications. Livest Prod Sci 1984; 11(2): 143-77.
- Miller DD, Brown EW. Artificial intelligence in medical practice: The question to the answer? Am J Med 2018; 131(2): 129-33.
- Öztemel E. Yapay Sinir Ağları. Beşinci Baskı. İstanbul: Papatya Yayıncılık 2003; ss. 29-31.
- Piccione G, Casella S, Pennisi P, Giannetto C, Costa A, Caola G. Monitoring of physiological and blood parameters during perinatal and neonatal period in calves. Arq Bras Med Vet Zootec 2010; 62(1): 1-12.
- Pirim H. Yapay zeka. J Yaşar Univ 2006; 1(1): 81-93.
- Shafi SM, Rather RA. Precision and recall of five search engines for retrieval of scholarly information in the field of biotechnology. Webology 2005; 2(2): 42-7.
- Singh DD, Kumar M, Choudhary PK, Singh HN. Neonatal calf mortality-An overview. Intas Polivet 2009; 10(2): 165-9.
- Takma Ç, Atıl H, Aksakal V. Çoklu Doğrusal Regresyon ve Yapay Sinir Ağı modellerinin laktasyon süt verimlerine uyum yeteneklerinin karşılaştırılması. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2012; 18(6): 941-4.
- Yaman H, Sungur O, Dulupçu MA. Dünyada tarım ve hayvancılığın dönüşümü: Teknolojiye dayalı uygulamalar ve devrimler. Tarım Ekonomisi Dergisi 2021; 27(1): 128-30.
- Yıldız AŞ. Ankara İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne bağlı süt sığırcılığı işletmelerinde bazı endemik hastalıkların işletme düzeyinde meydana getirdiği ekonomik kayıplar, Doktora Tezi, Ankara Üniv Sağ Bil Enst, Ankara 2008.
- Zaborski D, Proskura WS, Grzesiak W. The use of data mining methods for dystocia detection in Polish Holstein-Friesian Black-and-White cattle. Asian-Australasian J Anim Sci 2018; 31(11): 1700-13.

