

Hayvancılık Alanında Bir Veri Madenciliği Uygulaması: Japon Bildircini Yumurtalarında Döllülüğe Etki Eden Bazı Faktörlerin Belirlenmesi

Hande KÜÇÜKÖNDER¹  Fatih ÜÇKARDEŞ² Doğan NARİNÇ³

¹ Bartın Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, TR-74100 Bartın - TÜRKİYE

² Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi, TR-02040 Adıyaman - TÜRKİYE

³ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, TR-59030 Tekirdağ - TÜRKİYE

Article Code: KVFD-2014-11353 Received: 09.04.2014 Accepted: 18.08.2014 Published Online: 20.08.2014

Özet

Bu çalışmanın amacı, Japon bildircini yumurtalarının döllülük üzerine etkisi olan mevsim, seleksiyon ve yerleşim sıklığı faktörlerine göre veri madenciliği yöntemi ile sınıflandırılması ve bu faktörlerin etkisinin belirlenmesidir. Çalışmada seleksiyon yapılmış bir hattan ve rastgele çiftleştirilmiş bir kontrol hattından 3 farklı mevsimde (Yaz, Kış ve Sonbahar) elde edilen 180 dişi bildircin kullanılmıştır. İki farklı tip kafeste barındırılan (160-240 cm²/bildircin) bildircinlerden 12 haftalık yaşta bir hafta boyunca toplanan 1141 kuluçkalık yumurta çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan sınıflandırma algoritmaları sırasıyla YSA, RBF Network, Naive Bayes, KStar, ve Ridor algoritmalarıdır. Söz konusu bu algoritmalarla oluşturulan modellerin karşılaştırmasında Kappa istatistiği, Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Hata Karekök (OHK), Görelî Mutlak Hata (GMH) ve Görelî Hata Karekök (GHK) performans kriterleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda, yapılan karşılaştırmada performans kriter değerleri sırasıyla OMH: 0.002, OHK: 0.05, GMH: %1.07, GHK: %14.50 ve Kappa: 0.98 olan Ridor algoritmasına göre oluşturulan modelin en az hata ile sınıflandırma yaptığı görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile %99.73 doğru sınıflandırma başarısı ile bildircin yumurtalarının genel olarak %85'inin döllü, %15'nin ise üreme kapasitelerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Bildircin, Sınıflandırma, Üreme, Veri madenciliği, WEKA

A Data Mining Application in Animal Breeding: Determination of Some Factors in Japanese Quail Eggs Affecting Fertility

Abstract

The purpose of this study, classification with data mining methods according to the factors of season, selection, and frequency of settlement which have an effect on fertility in Japanese quail eggs, and is to determine the effect of these factors. In this study, 180 female quails in three different seasons (summer, winter and autumn) which were obtained from a selection line and a control line were used. 1141 hatching eggs collected from quails which were hosted on two different types of cages (160-240 cm²/quail) during a week at 12 weeks of age have formed the material of study. Classification algorithms used in the study are YSA, RBF Network, Naive Bayes, KStar, and Ridor algorithms, respectively. In the comparison of the models formed according to these algorithms, Kappa statistic, Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Root Error (MSE), Relative Absolute Error (RAE), Relative Square Root Error (RSE) performance criteria were used. As a result of analysis, it has been seen in the comparison made that the model formed according to Ridor algorithm that has MAD: 0.002, MSE: 0.05, RAE: 1.07%, RSE: 14.50% and Kappa: 0.98 performance criteria values, respectively, has made the classification with minimum error. With this study conducted, it was determined that 85% of the quail eggs fertile and 15% of them has low reproduction capacity with the accurate classification success of 99.73%.

Keywords: Classification, Data mining, Reproduction, Quail, WEKA

GİRİŞ

Veri madenciliği günümüzde hızla ilerleyen bir bilgi teknolojisi olmakla birlikte büyük veri setlerinin içerisinde

saklı kalmış önemli bilginin açığa çıkarılması için uygulanan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu



İletişim (Correspondence)



+90 378 2235380



hkucukonder@gmail.com

yöntem veri tabanı bakış açısı, makine öğrenimi ve istatistiksel bakış açısı gibi üç farklı unsurun birleşimiyle uygulanmaktadır. Veri madenciliğinin temelleri 1990'lı yıllarda ortaya konulmuş ve bazı bilgisayar teknikleri sayesinde veri üzerinden örüntü ve model sıralamaları üreten bir veri tabanından bilgi keşfi süreci olarak tanımlanmıştır [1]. Literatürde yer alan veri madenciliği tanımlarında belirtilen ortak amaç, çok fazla sayıdaki bilginin bir ambarda muhafaza edilmesi ve bu bilgiler arasından öz bilginin keşfedilmesidir. Veri madenciliğinde veri işlemede izlenen işlem adımları sırasıyla, verinin temizlenmesi, işe yarar bilgilerin seçimi (önişleme), işlenmiş verilerinin dönüşümü ve veri madenciliği uygulamalarıyla örüntü tanımlama ile yorumlama sayesinde anlamlı bilgilere ulaşılması şeklinde sıralanmaktadır.

Hayvancılık alanında kullanımı oldukça yeni olan veri madenciliği yöntemi daha çok sınıflandırma ve tahmin amaçlı yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Britanya'da sığır sürülerinde biyogüvenlik konusunda çalışan Ortiz-Pelaez ve Pfeiffer [2], hastalık risklerine göre hayvan popülasyonlarını sınıflandırmak amacıyla bir veri madenciliği çalışması yapmışlardır. Söz konusu çalışmada veri madenciliği yöntemlerinden lojistik regresyon, sınıflandırma ağacı ve faktör analiz yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, yoğun yetiştiricilik yapılan alanlarda hastalık riskinin daha yüksek olduğu ve yetiştirime sıklığı ile hastalık riski arasında pozitif yönlü ilişki bulunduğu belirlenmiştir. Kamphuis ve ark.[3], klinik mastitis'in tespitinde yaygın kullanılan bir veri madenciliği algoritması olan karar ağacı yönteminden yararlanmışlar ve yöntemin otomatik sağım sistemlerindeki modellerle benzerlik gösterdiği bilgisine ulaşmışlardır.

Kanatlı hayvanların damızlık sürülerinde ekonomik üretim için kuluçkadan çıkan civcivlerin sayıca çok olması istenmektedir. Elde edilen civciv sayısını etkileyen faktörlerden en önemlilerinden birisi döllülüktür [4]. Bu özellik, genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile şekillenmekte ve döllü-dölsüz şeklinde binomial bir dağılım göstermektedir. Döllülük özelliğinin kalıtım derecesi düşük seviyede olduğundan, söz konusu özelliğin ıslahında daha çok çevrenin iyileştirilmesi üzerinde durulmaktadır [5]. Kanatlı hayvanlarda döllülüğü etkileyen çevresel etmenler; dişi-erkek oranı, damızlık hayvanların yaşı, ağırlığı, sağlığı ile yumurtaların depolanma süresi ve depolama sıcaklığı, uygulanan bakım-yönetim ve besleme koşulları olarak sıralanmaktadır [6].

Bu çalışmada iki farklı hattaki Japon bildircinlerinden farklı mevsim ve yerleşim sıklıklarında elde edilen kuluçkalık yumurtalarda tespit edilen döllülük özelliği üzerinde durulmuş, mevsim, yerleşim sıklığı ve genotip faktörlerinin döllülük üzerindeki etkileri veri madenciliği yöntemi ile araştırılmıştır.

Araştırmada veri madenciliğinde yaygın olarak kullanılan YSA, RBF Network, Naive Bayes, KStar, ve Ridor gibi

sınıflandırma algoritmalarından yararlanılmış ve en iyi sınıflandırma algoritmasına göre oluşturulan model aracılığıyla yumurtaların döllülük durumları sınıflandırılmıştır. Ayrıca, döllü - dölsüz sınıfların oluşturulmasında en etkili olan faktörün varlığı çeşitli istatistiksel yöntemlerle araştırılmış ve karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Araştırma materyalini Akdeniz Üniversitesi bünyesinde barındırılan seleksiyon yapılmış bir hattın ve rastgele çiftleştirilmiş bir kontrol hattından 3 farklı mevsimde (Yaz, Kış ve Sonbahar) elde edilen 30'ar dişi bildircin 12 haftalık yaşta bir hafta boyunca toplanan 1141 kuluçkalık yumurta oluşturmuştur. Araştırmada dört kuşak boyunca 4. hafta yüksek canlı ağırlığına göre fenotipik kitle seleksiyonu yapılmış bir hat ve bunun paralelinde dört kuşak boyunca şansa bağlı çiftleştirilen bir kontrol hattına ait bildircinler kullanılmıştır. Seleksiyonda fenotiplere göre en yüksek canlı ağırlığa sahip dişilerin %30'u, erkeklerin %10'u damızlık olarak seçilmiştir. Seleksiyonla her iki hattın nasıl elde edildiğine dair detaylı bilgi Narinc ve Aksoy [7] tarafından bildirilmiştir. Denemede üç mevsimde kullanılan toplam 6 grupta erkek-dişi oranı 1:3 olup; damızlıklar %20 ham protein, 2800 kcal/kg metabolik enerji içeren karma yem ile beslenmiştir [8]. Bildircinlere yem ve su ad-libitum olarak sağlanmış, deneme süresince günlük 16 saatlik aydınlatma uygulanmıştır. Bildircinler iki farklı tip kafeste barındırılmış ve yarisına 160 cm²/bildircin diğer yarisına da 240 cm²/bildircin yerleşim sıklığı sağlanmıştır. Haftalık olarak toplanan yumurtalar kuluçka makinesine konulmuş ve 18 günlük kuluçka sonrasında yumurtalar döllü-dölsüz olarak kayıt edilmiştir.

Metot

Veri madenciliğinde verilerden bilgiye ulaşmak için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlarda birçok algoritmanın mevcut olmasından dolayı hangisinin optimum sonuç verdiğini bulmak amaçlı bir çok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların her birinde ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedeninin ise kullanılan veri kaynağı, veriler üzerinde yapılan dönüşümler, önişleme ve algoritma parametrelerinin seçiminden kaynaklandığı görülmüştür [9].

Çalışmada kuluçkalık bildircin yumurtalarında döllülük durumunu belirlemek üzere Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) 3.4.5 sürümünde yer alan sınıflama algoritmalarından sırasıyla YSA, RBF Network, Naive Bayes, KStar, ve Ridor algoritmaları kullanılmıştır [10]. Veriler, öncelikle veri madenciliği sürecinde belirtilen işlem basamaklarına göre analiz için uygun hale getirilmiştir. Verilerin işlenmesinden önce yapılan bu hazırlık aşamasında, öncelikle analiz için uygun veriler seçilmiş, yapılan uygun

kodlama ile de bu verilerin ön işleme ve dönüştürülmesi sağlanmıştır. Söz konusu bu algoritmalar veri setine sırasıyla uygulanmış ve algoritmaların doğruluk derecelerinin karşılaştırılmasında sırasıyla, Kappa istatistiği, Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Hata Karekök (OHK), Görelî Mutlak Hata (GMH) ve Görelî Hata Karekök (GHK) değerleri kullanılmıştır. Söz konusu eşitlikler ve eşitliklerde yer alan terimler aşağıda verilmiştir ^[11].

$$K = \frac{P_G - P_B}{1 - P_B}, \quad P_G = \frac{\sum_i G_i}{n}, \quad P_B = \frac{\sum_i R_i C_i}{n^2},$$

$$OHK = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n}}, \quad OMH = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}_i|}{n},$$

$$GMH(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \bar{y}_i}{y_i} \right|}{n} \times 100,$$

P_G ve P_B sırasıyla gözlenen ve beklenen olasılıkları, G_i : i-inci satır ve sütundaki gözlenen frekansı, R_i : i-inci

satırdaki toplam frekansı, C_i : i-inci sütundaki toplam frekansı ve N : Toplam gözlem sayısını, \bar{y} : i-inci sınıfın tahmin değeri ve y_i : i-inci sınıfın gerçek değerini göstermektedir ^[12,13].

Weka programında oluşan sınıfların değerlendirilmesi için Ki kare test istatistiği kullanılmıştır. Sonuçlar frekans ve yüzde olarak belirtilmiştir. Ki kare istatistiğinin hesaplanmasında SPSS 15.0 programında yararlanılmıştır ^[14].

BULGULAR

Kuluçkalık yumurtaların döllülük (döllü-dölsüz) durumlarını sınıflandırmak amacıyla veri madenciliği algoritmalarına göre oluşturulan modellere ait Kappa istatistiği, Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Hata Karekök (OHK), Görelî Mutlak Hata (GMH) ve Görelî Hata Karekök (GHK) kriterlerinin değerleri *Tablo 1*'de verilmiştir. Algoritmalarla göre yumurtaların döllülük durumlarının doğru sınıflandırma başarı yüzde değerleri %85.71 ile %99.73 arasında elde edilmiştir (*Şekil 1*). Söz konusu modellerin diğer başarı performansları karşılaştırıldığında ise Ridor algoritmasına göre oluşturulan modelin ortalama mutlak hata OMH: 0.002, OHK: 0.05, GMH: %1.07 ve GHK %14.50 değeri ile en düşük hata değerlerine sahip olduğu görülmektedir (*Tablo 1*). Sınıflandırma başarıları en iyi olarak

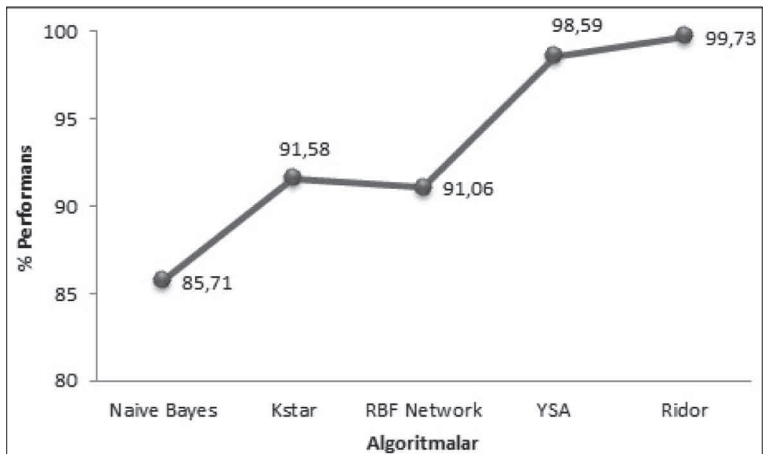
Tablo 1. Sınıflandırma algoritmaları ve doğruluk oranları

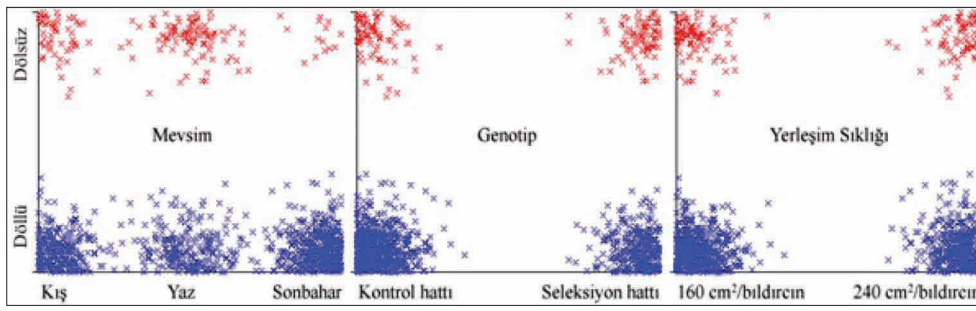
Table 1. Classification algorithms and accuracy rates

Doğruluk Ölçütleri	Naive Bayes	KSTAR	YSA	RBF Network	Ridor
Doğru Olarak Sınıflandırılan Örnek Sayısı	978	1045	1125	1039	1138
Yanlış Olarak Sınıflandırılan Örnek Sayısı	163	96	16	102	3
Doğru Sınıflandırılan Örnek %	85.71	91.58	98.59	91.06	99.73
Yanlış Sınıflandırılan Örnek %	14.28	8.41	1.40	8.93	0.26
Kappa İstatistiği	0.00	0.55	0.94	0.51	0.98
Ortalama Mutlak Hata (OMH)	0.22	0.12	0.02	0.15	0.002
Ortalama Hata Karekök (OHK)	0.33	0.21	0.11	0.26	0.05
Görelî Mutlak Hata (GMH) %	93.20	49.96	11.69	61.10	1.07
Görelî Hata Karekök (GHK) %	97.11	60.91	33.51	76.79	14.50

Şekil 1. Veri madenciliği algoritmalarının doğru sınıflandırmadaki performansları

Fig 1. The performances of selected algorithms of data mining





Şekil 2. Ridor algoritmasına göre her bir etki faktörü için döllülük özelliğine ait dağılımlar

Fig 2. Distributions of fertility trait according to the Rider algorithm for each impact factor

Tablo 2. Etki faktörlerine ait gözlem sayıları ve Ki kare test istatistiği sonuçları (n, %)

Table 2. The number of observations of the impact factors and Chi-square test statistic results (n, %)

Etki Faktörü	Döllü f, (%)	Dölsüz f, (%)	Toplam f, (%)	P Değeri
Mevsim				
Kış	280 (%24.5)	48 (%4.2)	328 %28.7	***
Sonbahar	326 (%28.6)	22 (%1.9)	354 %30.5	
Yaz	372 (%32.6)	93 (%8.2)	465 %40.8	
Genotip				
Kontrol	638 (%55.9)	90 (%7.9)	%63.8	**
Seleksiyon	340 (%29.8)	73 (%6.4)	%36.2	
Yerleşim sıklığı				
240 cm ²	568 (%48.9)	66(%5.8)	%54.7	***
160 cm ²	410 (%36.8)	97 (%8.5)	%45.7	
** P:0.01; *** P<0.001				

belirlenen bu algoritmaya göre oluşan modelin Kappa istatistiği 0.98 değeri ile uyum derecesi bakımından çok iyi olarak tanımlanmaktadır.

Ridor algoritmasına göre yapılan analiz sonucunda gerçekte 978 adet yumurtanın döllülük durumu "var" olarak doğru, 3 tanesi "yok" olarak hatalı bir şekilde sınıflandırırken, 163 adet yumurta ise döllük durumu "yok" olarak doğru bir şekilde sınıflandırmıştır. Buna göre toplamda 3 adet yumurtanın döllülük durumu bu algoritma ile hatalı sınıflandırmış, geriye kalan 1138 tane yumurta %99.73 başarı oranı ile doğru sınıflandırmıştır (Tablo 1). Ridor sınıflandırma algoritmasına göre yumurtaların döllü-dölsüz olarak sınıflandırılmasında etkili olan genotip, mevsim ve yerleşim sıklığı faktörlerinin etkileri Weka programından yararlanılarak çizilen grafikler aracılığıyla incelenmiş ve Şekil 2'de sunulmuştur. Her bir faktöre göre çizilen grafiklerde, mavi renkler ile gösterilen döllülük durumunun kırmızı renk ile gösterilen dölsüz olanlara nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca bu renklerin her bir mevsim (kış, yaz ve sonbahar), yerleşim sıklığı (160-240 cm²/bıldırcın) ve genotip (kontrol-seleksiyon sürüsü) içinde kümelenmesi birbirinden farklılık göstermektedir (Şekil 2). Veri madenciliğinin Ridor algoritmasına göre elde edilen bu grafiklerden yumurtaların döllü ve dölsüz sınıflardaki frekans dağılımları ki kare test istatistiği ile araştırılmış ve

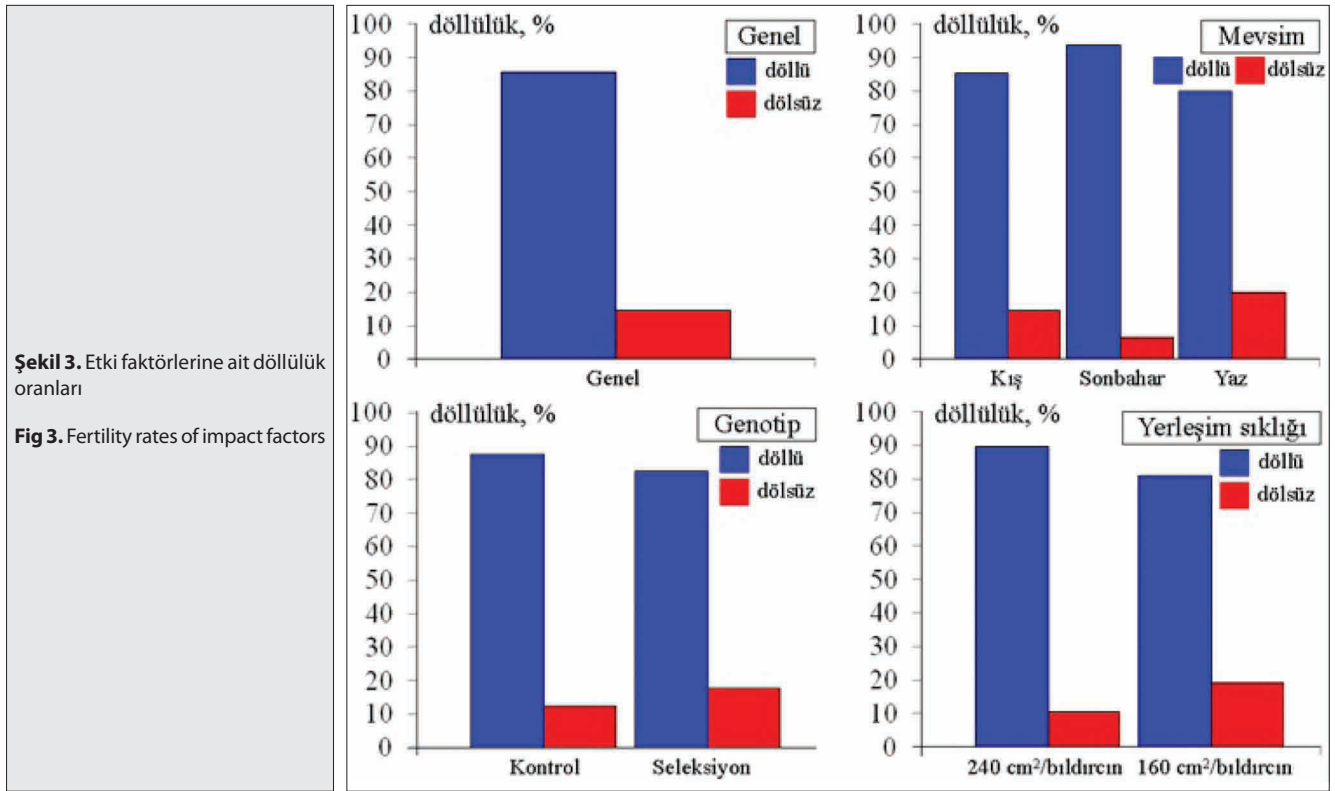
sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Araştırmaya konu olan ve döllülük üzerine etkileri araştırılan mevsim, genotip ve yerleşim sıklığı gruplarına ait döllülük oranları ise Şekil 3'te sunulmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada kuluçkalık yumurtaların döllülük özelliğine göre (döllü-dölsüz) sınıflandırılması için veri madenciliğinde yer alan farklı algoritmalarından yararlanılmış ve doğru sınıflandırmalarındaki yüzde başarı oranları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Tablo 1). Yapılan karşılaştırma sonucunda Ridor algoritmasının en az hata ile daha başarılı sonuçlar ürettiği görülmüştür (Şekil 1). Bu algoritma göre oluşturulan model ile yapılan sınıflandırma sonucunda, farklı mevsim ve yerleşim sıklıklarında yetiştirilen iki hattan Japon bıldırcınlarına ait kuluçkalık yumurtalarda döllülük oranı %85.71 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Japon bıldırcını rasyonlarında Yucca bitkisi tozu kullanımının üreme performansına etkisini araştıran Ayaşan [15], deneme gruplarında döllülük oranının %85.09 ve %85.42 olduğunu, gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Ana yaşı, baba yaşı ve yumurta ağırlık sınıflarının döllülük oranını etkilediğini ortaya koyan Sarı ve ark.[16], söz konusu çalışmalarında döllülük oranının %85.32-93.72 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada da [17] yumurta ağırlığı, depolama sıcaklığı ve depolama süresi faktörlerinin bıldırcın yumurtalarında döllülük oranını etkilediği tespit edilmiş ve döllülük oranlarının %73.28-86.31 arasında değerler aldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada saptanan döllülük ortalaması (%85.71), her üç çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu bulunurken, Japon bıldırcınlarında döllülük özelliğinin araştırıldığı birçok çalışmada [18-20] saptanan değerlerle (%79.3-94.8) de uyumlu olmuştur.

Mevsim, genotip ve yerleşim sıklıklarında oluşan döllü-dölsüzlüğün Ki kare analizi ile incelenmesi sonucunda ise dölsüz yumurta oranları bakımından en yüksek değerler (%8.2) yaz mevsiminde meydana geldiği, bu mevsimde elde edilen her 5 kuluçkalık yumurtadan birinin dölsüz olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Oysa, kış ve sonbahar mevsimlerinde elde edilen kuluçkalık yumurtalarda döllülük oranları sırasıyla %85.36 ve %93.67 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu durum, Renaudeau ve ark.[21] tarafından



bildirilen yüksek yaz sıcaklarının çiftlik hayvanlarının üreme yeteneği ve döllülük özelliği üzerine olumsuz etkilere sahip olduğu görüşünü desteklemektedir. Bıldırcınlar kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda yerleşim sıklığının döllülük özelliği üzerinde etkili bir çevresel unsur olduğunu bildirilmiştir [6,22]. Benzer bulgular bu çalışmada da saptanmış, yerleşim sıklığının döllülük özelliği üzerinde etkisi anlamlı bulunmuş (Tablo 2) ve geniş bir yerleşim sıklığına (160 cm²/bıldırcın) sahip olan bıldırcınların yumurtalarında döllülük oranı %89.59 olarak bulunurken, bıldırcın başına 160 cm² alanda yetiştirilen bıldırcınlarda bu oranın %80.87'ye gerilediği ortaya konulmuştur (Şekil 3). Anthony ve ark. [23] tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre, Japon bıldırcınlarında dördüncü hafta canlı ağırlığını arttırmak için gerçekleştirilen seleksiyon uygulamasının döllülük özelliği üzerine negatif etkisi bulunmaktadır. Benzer sonuca bu çalışmada da rastlanmıştır. Seleksiyon ile canlı ağırlığı artırılmış hattan elde edilen kuluçkalık yumurtalarda döllülük oranı %82.32 olarak saptanmış, buna karşın herhangi bir seleksiyon uygulanmayan kontrol sürüsünde ise aynı özellik %87.64 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada mevsim, genotip ve yerleşim sıklığı faktörlerinin Japon bıldırcınlarından elde edilen kuluçkalık yumurtalarda saptanan döllülük özelliğine etkilerinin ölçülmesi için bir veri madenciliği uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bugüne kadar ekonomi, sanayi ve sağlık alanında yoğun bir şekilde kullanılan, ancak tarım alanında nadir uygulamaları bulunan veri madenciliğinin hayvancılık alanında toplanan verilerle de kolaylıkla uygulanabileceği ortaya konulmuştur. Özellikle büyük veri setleri ile çalışılan

hayvan ıslahı alanında veri madenciliği uygulamaları ile verinin işlenmesi aşamasında oldukça kolaylık sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Fayyad U:** Mining databases: Towards algorithms for knowledge discovery. *DE Bulletin*, 21 (1): 41-48, 1998.
- Ortiz-Pelaez A, Pfeiffer DU:** Use of data mining techniques to investigate disease risk classification as a proxy for compromised biosecurity of cattleherds in Wales. *Bmc Vet Res*, 4 (24): 1-16, 2008.
- Kamphuis C, Mollenhorst H, Feelders A, Pietersma D, Hogeveen H:** Decision-tree induction to detect clinical mastitis with automatic milking. *Comput Electron Agr*, 70 (1): 60-68, 2009.
- Stromberg J:** A Guide to Better Hatching. Stromberg Publishing; 1th ed., 8-25. Stromberg Publ. Co. Iowa, USA, 1975.
- Wolc A, White I, Olori V, Hill W:** Inheritance of fertility in broiler chickens. *Genet Sel Evol*, 41 (1): 47-55, 2009.
- Shanaway MM:** Quail Production Systems. A Review: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1994.
- Narinç D, Aksoy T:** Effects of mass selection based on phenotype and early feed restriction on the performance and carcass characteristics in Japanese quails. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18 (3): 425-430, 2012.
- National Research Council:** Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed., National Academy Press, Washington DC, 1994.
- Wilson RL, Sharda R:** Bankruptcy prediction using neural networks. *Decis Support Syst*, 32, 545-557, 1994.
- URL:** Weka 3.4.5, 2005. Explorer Guide. <http://kent.dl.sourceforge.net/sourceforge/weka/weka-3-4-5jre.exe>. Accessed: 25.01.2013.
- Chatfield C:** Time Series Forecasting. 215-241, Chapman&Hall CRC, London, 2000.
- Rey T, Kordon A, Wells C:** Applied Data Mining for Forecasting Using SAS. SAS Institute Inc, USA, 2012.
- Gujarati ND:** Temel Ekonometri. Çev. Ümit Şenesen ve Gülay G.

Şenesen. 4. Baskı, 401-674, Literatür Yayınları, İstanbul, 1999.

14. SPSS: SPSS Professional Statistics15.0, SPSS Inc, Chicago, 2006.

15. Ayaşan T: Effects of dietary *Yucca schidigera* on hatchability of Japanese quails. *Indian J Anim Sci*, 83 (6): 641-644, 2013.

16. Sarı M, Tilki M, Saatçı M, Işık S, Önk K: Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) ebeveyn yaşı, yumurta ağırlığı ve şekil indeksinin kuluçka özellikleri ve yaşama gücü üzerine etkisi. *FÜ Sağ Bil Vet Derg*, 24 (2): 93-97, 2010.

17. Dere S, İnal Ş, Çağlayan T, Garip M, Tilki M: The effects of parent age, egg weight, storage length and temperature on fertility and hatchability of Japanese quail. *J Anim Vet Adv*, 8 (79): 1289-1291, 2009.

18. Gildersleeve RP, Sugg D, Parkhurts CR: Egg production in four generations of paired Japanese quail. *Poult Sci*, 66 (2): 227-230, 1987.

19. Erensayın C: Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) ebeveyn yaşının döllülük, embriyonik ölüm ve çıkım gücüne etkisi. *Hay*

Araş Enst Derg, 12 (1): 47-50, 2002.

20. İpek A, Sahan Ü, Yılmaz B: Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) canlı ağırlık, erkek dişi oranı ve anaç yaşının yumurta ağırlığı ve kuluçka sonuçlarına etkisi. *Uludağ Üniv Zir Fak Der*, 17 (1): 13-22, 2003.

21. Renaudeau D, Collin A, Yahav S, de Basilio V, Gourdine JL, Collier RJ: Adaptation to tropical climate and research strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Adv Anim Biosci*, 1 (2): 378-379, 2010.

22. Waheda P, Rabba MG, Howlider MAR, Waid MA: Interaction of group size and stocking density on egg production performance of Japanese quail. *Bangladesh Veterinarian*, 16 (1): 29-33, 1999.

23. Anthony NB, Nestor KE, Marks HL: Short-term selection for four-week body weight in Japanese quail. *Poult Sci*, 75 (10): 1192-1197, 1996.