

Koyunlarda Doğum Ağırlığına Etki Eden Bazı Faktörlerin Regresyon Ağacı Yöntemiyle Belirlenmesi

Batuhan TÜRKOĞLU¹  Ali KARABACAK^{1*} 

¹ Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü 42075 Kampüs, Selçuklu/KONYA

***Sorumlu Yazar:**

akarabacak@selcuk.edu.tr

Yayın Bilgisi:

Geliş Tarihi : 07.12.2022

Kabul Tarihi : 12.12.2022

Anahtar kelimeler:

CART algoritması,
Regresyon Ağacı,
Akkaraman, Anadolu
Merinosu

Keywords:

CART algoritma, regression
tree, Akkaraman, Anatolian
Merino

Özet

Akkaraman ve Anadolu Merinosu koyunların, ilk doğumları gözlenerek doğum saatleri ve doğum tipleri, kuzuların doğum ağırlıkları ve cinsiyetleri kayıt altına alınmıştır. Doğum ağırlığını etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla Classification and Regression Tree (CART) algoritması ile oluşturulan regresyon ağacı yöntemi ebeveyn düğümü 8, çocuk düğümü 4 ve çapraz doğrulama 5 alınarak kullanılmıştır. CART algoritmasının tahmin performanslarını değerlendirmek için 10 farklı uyum iyiliği kriterleri kullanılmıştır. Bu uyum iyiliği kriterlerden bazıları hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE), Pearson korelasyon katsayısı (r), ortalama mutlak sapma (MAD), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), belirtme katsayısı (R^2) ve Akaike bilgi kriteri (AIC) sırasıyla, 0,583, 0,605, 0,445, 11,113, 0,366 ve -103,801 değerler almıştır. Elde edilen sonuçlara göre 2. periyotta tekiz doğan Akkaraman kuzular diğer periyotlardan 500 g daha düşük doğum ağırlığına sahiptir. Her iki ırkta da gündüz saatlerinde doğan ikizlerin doğum ağırlığı, gece saatlerinde doğanlara göre 500 g daha fazladır. Yine öğleden sonra doğan akkaraman dişi kuzuların diğer periyotlarda doğanlara göre 223 g daha düşük doğum ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, CART algoritması ile belirlenen kriterler sayesinde gündüz doğan ve doğum ağırlığı düşük olan kuzulara ek besleme yapılarak bir telafi yapılabilir. Ayrıca koyunculuk işletmelerinde sevk ve idare açısından bir planlama yapma imkanı sağlayacaktır.

Determination of Some Factors Affecting the Birth Weight in Ewes by Regressia Tree Method

Abstract

First births of Akkaraman and Anatolian Merino ewes were observed, and birth hours and birth types, birth weights, and genders of lambs were recorded. In order to determine the variables affecting birth weight, the regression tree method created with the Classification and Regression Tree (CART) algorithm was used by taking parent node 8, child node 4, and cross-validation 5. Ten different goodness-of-fit criteria were used to evaluate the prediction performances of the CART algorithm. Some of these goodness-of-fit criteria Root mean square error (RMSE), Pearson's correlation coefficients (PC), Mean absolute deviation (MAD), Mean absolute percentage error (MAPE), coefficient of determination (R^2) and Akaike's information Criterion (AIC) values were 0.583, 0.605, 0.445, 11.113, 0.366, and -103.801, respectively. According to the results obtained, Akkaraman lambs born as singletons in the 2nd period have a birth weight of 500 g lower than the other periods. In both races, the birth weight of twins born during daylight hours is 500 g more than those born during night hours. It was also observed that Akkaraman female lambs born in the afternoon had a 223 g lower birth weight than those born in other periods. As a result, thanks to the criteria determined by the CART algorithm, compensation can be made by supplementing the lambs born during the day and with low birth weight. Also, it will provide the opportunity to make planning in terms of management and administration in sheep breeding enterprises.

Giriş

Akkaraman ve Anadolu Merinosu Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen koyun ırklarındandır. Bu ırkları yetiştiren işletmeler gelirlerinin önemli bir kısmını kuzu üretiminden sağlamaktadırlar. Genellikle yaz sonu ya da sonbahar başında koça verilen koyunların kuzulama dönemleri kış ayları sonunda 1-1.5 aylık bir periyotta gerçekleşmektedir. Bu periyotta sürü büyüklüğüne bağlı olarak gün içinde çok sayıda koyun doğum yapabilmektedir. Doğan kuzuların yaşama gücü işletmenin gelirlerini doğrudan ilgilendirmektedir. Kuzuların yaşama gücü ise pek çok faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörlerin en önemli olanlarından biri kuzuların doğum ağırlığıdır. Bakım besleme gibi temel faktörlerin yanında doğum ağırlığıyla ilişkisi olabilecek diğer bazı faktörlerin bilinmesi kuzuların yaşama gücünü arttıracaktır.

Sınıflama ve Regresyon ağaçları bağımsız değişkene ait hiçbir ön koşul olmadan kesikli ya da sürekli cevap değişkenin sınıf üyeliğini tahmin etmeye yarayan ters ağaç şekline benzeyen modellerdir. Kategorik ya da sürekli cevap değişkenleri tekrarlamalı ikili homojen bölünmelerle, bağımlı değişkendirdeki değişimi ortaya koymaya ve cevap değişkenin değerlerini tahmin etmeye yarayan ve görsel olarak ters ağaç şeklindeki algoritmalara ağaç modelleri denir (Temel, 2004). Ağaç modellerinde cevap değişken kategorik yapıda olduğu durumlarda sınıflama ağacı, cevap değişken sürekli bir değişken olduğu durumlarda ise regresyon ağacı modeli kullanılmaktadır (Sümbüloğlu ve Akdağ, 2007; Nefeslioğlu ve ark., 2010; Akşahan ve Keskin, 2015).

Eyduran (2016), küçükbaş hayvanların canlı ağırlık tahmininde veri madenciliği algoritmalarının bazı avantajlarından

bahsetmiştir. Bununla birlikte, klasik istatistiksel teknikler yerine güçlü yaklaşımların uygulanmasına şimdiye kadar çok az önem verilmiştir (Grzesiak ve Zaborski, 2012; Eyduran ark., 2017; Sevgenler, 2019). Koyunculukta, veri madenciliği algoritması yöntemi bazı araştırmacılar tarafından (Eyduran ve ark., 2008; Mohammad ve ark., 2012; Eyduran ve ark., 2016; Karabacak ve ark., 2017; Altay ve ark., 2021) kullanılmıştır. Bunun yanında Sınıflama ve Regresyon Ağacı yönteminin, keçicilikte (Eyduran ve ark., 2013a; Altay, 2022a; Altay, 2022b), süt sığırcılığında (Doğan, 2003; Bakır ve ark., 2009; Bakır ve ark., 2010; Topal ve ark., 2010; Oruçoğlu, 2011; Çak ve ark., 2013; Eyduran ve ark., 2013b; Yılmaz ve ark., 2013; Aytekin ve ark., 2018; Coşkun ve Aytekin, 2021; Altay ve Albayrak Delialioğlu, 2022), kanatlılarda (Koskan ve ark., 2022), toprak biliminde (Gözükara ve Altay, 2021; Gozukara, 2022; Gozukara ark., 2022a; Gozukara ark., 2022b;) sosyoloji (Oğuzlar, 2004; Kayri ve Boysan, 2008), tıp (Temel, 2004; Kıran, 2010) ve iktisat (Emel ve Taşkın, 2005; Avcı ve Altay, 2014) alanlarında da kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada doğan kuzuların tekiz ya da ikiz olması, cinsiyetleri, mensup oldukları ırklar ve doğumun günün hangi saatlerinde gerçekleştiği gibi etmenlerin doğum ağırlığıyla ilişkisinin ne olduğunu belirlemek için regresyon ağacı yöntemi kullanılmıştır.

Materyal ve metot

Çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Orhan Düzgüneş Araştırma ve Uygulama tesislerinde bulunan koyunculuk işletmesinde gerçekleşmiştir. Araştırmada işletmede yetiştirilen 43 baş Anadolu Merinosu ve 57 baş Akkaraman koyunun ilkine doğumlarından elde edilen kayıtlar kullanılmıştır. Doğumları takip

edilen Akkaraman ve Anadolu Merinosu koyunların doğum saatleri, doğan kuzuların doğum ağırlıkları, cinsiyetleri ve doğum tipleri (tekiz, ikiz) kayıt altına alınmıştır. Doğum ağırlığı (DA) bağımlı değişken olarak alınmış, buna etki edeceği düşünülen diğer faktörler; doğum tipi (İkiz=I, Tekiz=T), cinsiyet (erkek=E, dişi=D), doğum periyodu (DP) (07-12 saatleri arası=1, 13-18 saatleri arası =2, 19-24 saatleri arası=3, 01-06 saatleri arası=4) ve ırk faktörü (Merinos, Akkaraman) bağımsız değişken olarak alınmıştır.

CART Algoritması

Regresyon ağacı tabanlı bir veri madenciliği algoritması olan CART, Breiman ve ark., (1984) tarafından geliştirilmiştir. Ağaç yapısının dallanması, CART algoritmasında ikili düğüm bölünmesi iken, diğer algoritmalarda çok yollu bir düğümdür. Ortaya çıkan regresyon ağacının yorumlanması zor olabilir çünkü CART algoritması aşırı dallanma potansiyeline sahip bir algoritmadır. Ayrıca CART algoritması bölme aşamasında Gini indeksini kullanır.

Model Değerlendirme Kriterleri

CART algoritmasının tahmin performansları aşağıdaki kriterler hesaplanarak değerlendirilmiştir (Zborski ve ark., 2019). Model değerlendirmede, r , RMSE, ME, MAD, SDR, RAE, MAPE, PI, R^2 ve AIC uyum iyiliği kriterlerinin sıfıra yakın olması gerekirken, r ve R^2 ve değerlerinin bire yakın olması algoritma tahminin daha güvenilir sonuçlar olduğunu göstermektedir.

1- Pearson korelasyon katsayısı (r):

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}{\sum_{i=1}^n (y_{ip} - \bar{y}_{ip})^2}}$$

2- Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}$$

3- Hata ortalaması (ME):

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})$$

4- Ortalama mutlak sapma (MAD):

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - y_{ip}|$$

5- Standart sapma oranı (SDR):

$$S D_{ratio} = \frac{S_m}{S_d}$$

6- Global bağıl yaklaşım hatası (RAE):

$$RAE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2}}$$

7- Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y_{ip}}{y_i} \right| \cdot 100$$

8- Performans indeksi (PI):

$$\rho = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}}{(1+r) \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i} \cdot 100$$

9- Determinasyon katsayısı (R²):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}{\sum_{i=1}^n (y_{ip} - \bar{y}_{ip})^2}$$

10- Akaike bilgi kriteri (AIC):

$$AIC = n \cdot \ln \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2 \right] + 2k$$

Yukarıdaki belirtilen ifadelerde; n: hayvan sayısını, k: model parametre sayısını, y_i: gerçek doğum ağırlığını, y_{ip}: tahmin edilen doğum ağırlığını, sm model hatalarını, sd: bağımlı değişkeni olan doğum ağırlığı için standart sapmayı ifade etmektedir.

İstatistik Analiz

Regresyon ağacı tabanlı veri madenciliği algoritmalarının analizi IBM SPSS 23 paket programda (IBM Corp. Released, 2015) ebeveyn ve çocuk düğümlerin sayıları 8:4 ve çarpaz geçerlilik 5 alınarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca CART algoritmasının model performans kriterleri R yazılımı “ahaGoF” paketi ile hesaplanmıştır (Eyduvan, 2020; R Core Team, 2020).

Bulgular ve Tartışma

Tekiz ve ikiz doğan Akkaraman ve Anadolu Merinosu kuzularının doğum ağırlık özelliğine ait bazı tanıtıcı istatistikler Tablo 1’de verilmiştir. Akkaraman ırkı kuzularının Anadolu Merinos kuzularından daha yüksek doğum ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Irk gözetmeksizin tekiz doğumlarda doğum ağırlığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek doğum ağırlığı tekiz doğan erkek Anadolu Merinosu kuzuları iken (4,981±0,153 kg), en düşük doğum ağırlığı ise ikiz dişi Anadolu Merinosu kuzularına (3,808±0,128 kg) ait olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Farklı cinsiyet ve doğum tipine sahip Akkaraman ve Anadolu Merinosu kuzularının doğum ağırlıklarına ait bazı tanıtıcı istatistikler

İrk	Cinsiyet	DT	n	Minimum	Maksimum	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	S_x
Akkaraman	Dişi	İkiz	3	3,650	4,600	4,067±0,280	0,486
		Tekiz	20	2,800	5,200	4,277±0,145	0,647
	Erkek	İkiz	3	3,250	5,700	4,300±0,729	1,262
		Tekiz	17	2,100	5,900	4,490±0,199	0,820
Anadolu Merinosu	Dişi	İkiz	16	2,630	4,700	3,808±0,128	0,514
		Tekiz	12	3,850	5,650	4,695±0,152	0,528
	Erkek	İkiz	14	2,700	4,650	3,896±0,143	0,537
		Tekiz	15	3,450	5,700	4,981±0,153	0,591

Doğum ağırlığını etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla CART algoritması ile oluşturulan regresyon ağacı diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur. Üzerinde çalışma yapılan tüm kuzuların bulunduğu (düğüm 0), doğum tipi (DT) değişkeni bakımından 2 alt gruba (düğüm 1 ve düğüm 2) ayrılmıştır. Düğüm 1; tekiz doğumların oluşturduğu alt grubu, düğüm 2 ise ikiz doğumların oluşturduğu alt grubu oluşturmaktadır. Buna göre tekizlerin (düğüm 1) doğum ağırlığı 4.577 kg, ikizlerin (düğüm 2) doğum ağırlığı ise 3.905 kg olmuştur.

Tekiz doğumların oluşturduğu düğüm 1 ırk bakımından düğüm 3 ve düğüm 4'e ayrılmıştır. Düğüm 3 Akkaraman, düğüm 4 ise Anadolu merinosu ırkına ait kuzuların doğum ağırlığını ifade etmektedir. Akkaraman kuzuların doğum ağırlığı 4.375 kg (düğüm 3), Anadolu merinosu kuzuların doğum ağırlığı ise 4.854 kg (düğüm 4) olarak gerçekleşmiştir. İkiz doğumların oluşturduğu düğüm 2 doğum periyodu bakımından düğüm 5 ve düğüm 6'ya ayrılmıştır. 5. düğüm, 3. ve 4. periyodu, 6. düğüm ise 1. ve 2. periyodu göstermektedir. İkiz doğumlarda, doğum periyodu 1 ve 2 olanlar 3 ve 4 olanlara kıyasla yaklaşık yarım kg daha ağır doğmuştur. Oluşturulan alt gruplardan yeterince homojen yapıya sahip olan düğüm 5 ve düğüm 6'ya terminal düğüm adı verilir.

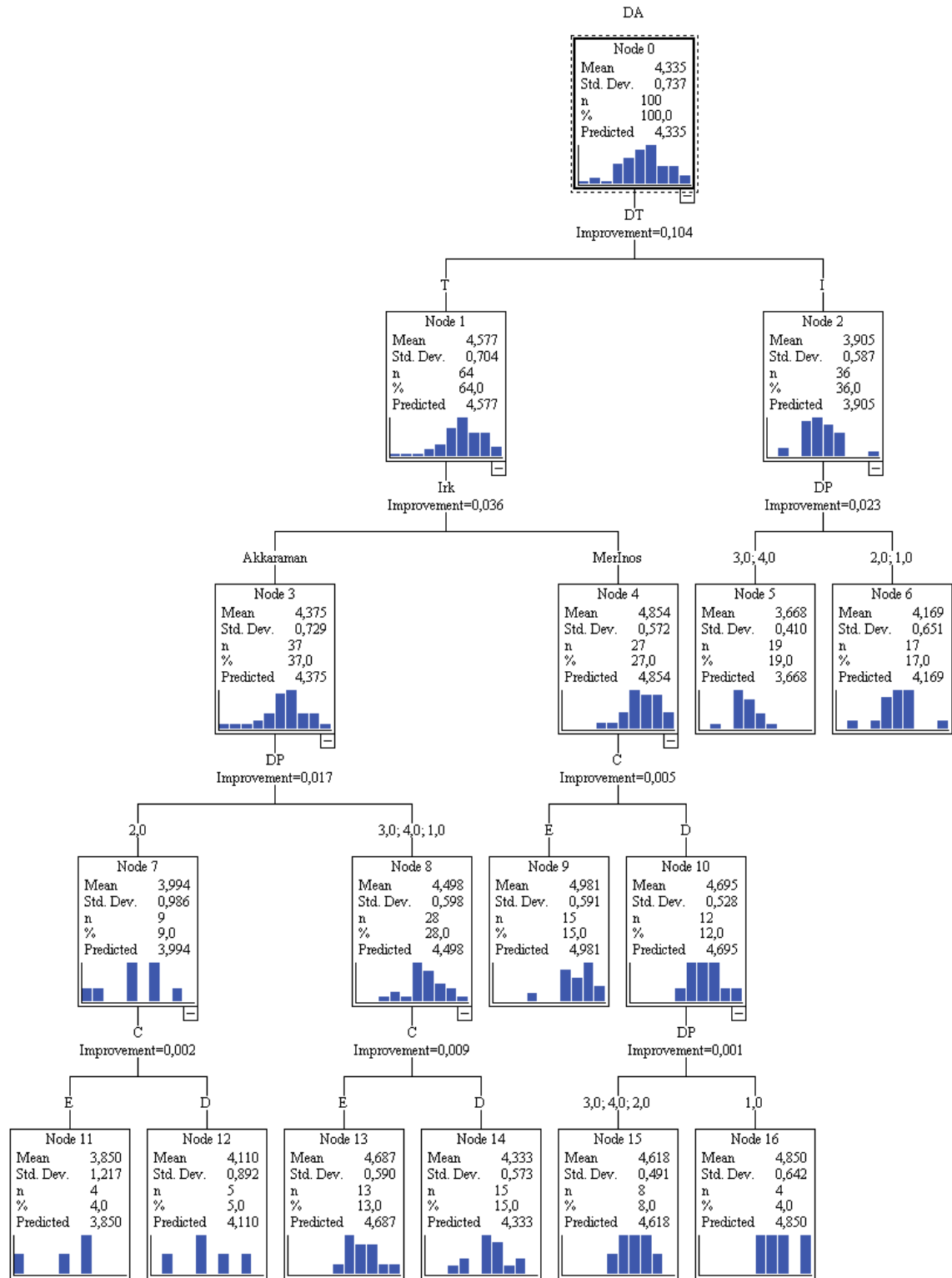
Düğüm 3 (Akkaraman) doğum periyodu bakımından düğüm 7 ve düğüm 8'e ayrılmıştır. Düğüm 7, doğum saati 13:00-18:00 saatleri arasında olan 2. periyodu göstermektedir ve bu düğümde doğum ağırlığı ortalaması 3.994 kg olarak gerçekleşmiştir. 8. düğüm, 1., 3. ve 4.

periyotları kapsayıp doğum ağırlığı ortalaması 4.498 kg olarak gerçekleşmiştir. Doğum periyodu 1, 3 ve 4 olanlar 2 olanlara kıyasla yaklaşık yarım kg daha ağır doğmuştur.

Düğüm 4 (Anadolu Merinosu) cinsiyet bakımından düğüm 9 ve düğüm 10'a ayrılmıştır. Düğüm 9, erkek kuzuları, düğüm 10 ise dişi kuzuları göstermektedir. Bu düğümlerdeki erkek kuzuların ortalama doğum ağırlığı 4.981 kg, dişi kuzuların ortalama doğum ağırlığı ise 4.695 kg olarak gerçekleşmiştir. Doğum saati 13:00-18:00 saatleri arasında olan 2. periyodu göstermektedir ve bu düğümde doğum ağırlığı ortalaması 3.994 kg olarak gerçekleşmiştir. 8. düğüm, 1., 3. ve 4. periyotları kapsayıp doğum ağırlığı ortalaması 4.498 kg olarak gerçekleşmiştir. Doğum periyodu 1, 3, ve 4 olanlar 2 olanlara kıyasla yaklaşık yarım kg daha ağır doğmuştur.

Düğüm 7 (2. periyot) ve düğüm 8 (1., 3. ve 4. periyot) cinsiyet bakımından ikiye ayrılmıştır. 2. periyotta doğan erkek kuzular (düğüm 11), 1. 3. ve 4. periyotta doğan erkek kuzulardan (düğüm 13) 837 gram daha düşük doğum ağırlığına sahip olmuştur. Tekiz doğan Anadolu merinosu dişi kuzular doğum periyodu bakımından 15 ve 16. düğümlere ayrılmıştır. 1. periyotta doğan kuzular 2., 3. ve 4. periyotta doğan kuzulardan 232 gram daha ağır doğum ağırlığına sahiptir.

CART algoritması en yüksek 4,981 kg doğum ağırlığına sahip tekiz doğan Anadolu Merinosu kuzuları iken, en düşük 3,850 kg doğum ağırlığı ile doğum saati 13:00-18:00 saatleri arasında olan 2. periyotta doğan erkek Akkaraman kuzularına ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. CART Regresyon Ağacı Diyagramı

Hayvancılık işletmeleri için ekonomik öneme sahip olan doğum ağırlığını etkileyen değişkenleri belirlemek amacıyla CART algoritması ile oluşturulan regresyon ağacında hesaplanan model kalite kriteri olarak kullanılan hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) 0,583, hata ortalaması (ME) 0,000, ortalama mutlak sapma (MAD) 0,445, standart sapma oranı (SDR) 0,796, global bağıl yaklaşım hatası (RAE) 0,018, ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) 11,113, performans indeksi (PI) 8,382, Akaike bilgi kriteri (AIC) -103,801, belirleme katsayısı (R^2) 0.366, gerçek ve tahmin edilen doğum ağırlığı değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı (r) ise 0.605 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, doğum ağırlığının özelliğinde meydana gelen toplam varyasyonun yaklaşık 1/3'ünün ele alınan bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını ifade etmektedir (Tablo 2).

Koyunların ergin canlı ağırlıklarının tahmininde önemli olan faktörler üzerine literatürde çok sayıda çalışma olmasına rağmen, ırk karakterizasyonu için önemli olan doğum ağırlıklarının tahminine yönelik çalışmalar sınırlıdır (Tırınk ark., 2022). Bu nedenle, mevcut çalışmadan elde edilen bulgular ile literatürde bildirilen klasik yöntemler arasında doğrudan bir karşılaştırma yapmak doğru bir yaklaşım olmayabilir (Altay, 2022b).

Ancak bu çalışmada model değerlendirme kriterlerine dayalı bir yaklaşım kullanılarak çalışmada kullanılan algoritma benzer literatür ile karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

Koyunlarda canlı ağırlık ve doğum ağırlığını tahmininde sıklıkla kullanılan bağımsız değişkenler vücut özellikleridir. Morkaraman koyunlarında doğum ağırlığını etki eden önemli bağımsız değişkenler cinsiyet, göğüs çevresi, cidago uzunluğu, sağrı yüksekliği ve vücut uzunluğu özellikleri CART algoritması vasıtasıyla tespit edilmiştir (Tırınk ark., 2022). Mevcut çalışmamızda vücut ölçüleri kullanılmamasından dolayı sadece cinsiyet faktörünün her iki çalışmada da doğum ağırlığının belirlenmesinde önemli bir faktör olduğu anlaşılmaktadır.

Morkaraman koyunlarında doğum ağırlığının CART algoritması ile tahminde bazı model değerlendirme kriterleri olan r , RMSE, ME, MAD, SDR, RAE, MAPE, PI, R^2 ve AIC değeri sırasıyla 0,935, 0,299, 0,000, 0,232, 0,355, 0,004, 5,421, 3,432, 0,874 ve -98,113 olarak mevcut çalışmamızdan daha iyi tahmin performansı göstermiştir. Model değerlendirme kriterleri bakımından değerlendirildiğinde ise vücut özelliklerinin doğum ağırlığını açıklamada önemli özellikler olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. CART algoritmasının 5 katlı çapraz doğrulamada tahmini performansı

Model Uyum İyiliği Kriterleri	CART
Pearson korelasyon katsayısı (r)	0,605
Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE)	0,583
Hata ortalaması (ME)	0,000
Ortalama mutlak sapma (MAD)	0,445
Standart sapma oranı (SDR)	0,796
Global bağıl yaklaşım hatası (RAE)	0,018
Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE)	11,113
Performans indeksi (PI)	8,382
Belirtme katsayısı (R^2)	0,366
Akaike bilgi kriteri (AIC)	-103,801

Sonuç

Regresyon ağacı, ele alınan modelde yer alan değişkenler üzerinde hiçbir varsayım gerektirmemesi nedeniyle, sınıflama analizlerinde yaygın olarak kullanılan güçlü bir tekniktir. Regresyon ağacı analiziyle oluşturulan diyagramda bağımlı değişkenleri hangi bağımsız değişkenlerin etkilediği daha kolay bir şekilde görülebilmektedir (Akşahan ve Keskin, 2015). Dolayısıyla doğum ağırlığını etkileyen faktörlerin kolayca tespit edilebilmesi hayvancılık işletmeleri için önemli olmaktadır. Bu sayede doğum ağırlığı yüksek olan hayvanların güç doğum yapabilecekleri göz önüne alınarak teknik eleman bulundurulabilir.

Akkaraman tekizlerde 1., 3. ve 4. periyotlarda doğan kuzuların doğum ağırlığı, 2. periyotta doğan kuzulara kıyasla yaklaşık 0.5 kg daha ağır gerçekleşmiştir. Her iki ırkta ikiz doğuran koyunların gündüz saatlerinde doğum yapanların, gece saatlerinde doğum yapanlara göre yaklaşık 0.5 kg daha ağır doğum ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum işletmede sürü sevk ve idaresinde mesai saatleri içerisinde daha fazla çalışan bulunması nedeniyle güç doğumlara müdahale etmeyi kolaylaştırabilir. Tekiz doğum yapan Akkaraman'ların öğleden sonra doğan dişi kuzuları günün diğer saatlerinde doğanlardan 223 gram daha düşük doğum ağırlığına sahip olmuştur. Ayrıca veri madenciliği algoritmaları doğum ağırlığı açısından bir ırk karakterizasyonda kullanılabileceği söylenebilir.

Kaynaklar

Akşahan, R., Keskin, İ., (2015). Determination of the Some Body Measurements Effecting Fattening Final Live Weight of Cattle by the Regression Tree Analysis. Selçuk Tar Bil Der, 2(1): 53-59.

Altay, Y., Boztepe, S., Eydur, E., Keskin, I., Tariq, M.M., Bukhari, F. A., Ali, I.,

(2021). Description of Factors Affecting Wool Fineness in Karacabey Merino Sheep using Chaid and Mars Algorithms. Pakistan J. Zool., 53(2), 691-697.

Altay, Y., Delialioğlu, R. A. (2022). Diagnosing lameness with the Random Forest classification algorithm using thermal cameras and digital colour parameters. Mediterranean Agricultural Sciences, 35(1), 47-54.

Altay, Y. (2022a). Phenotypic Characterization of Hair and Honamli Goats by Using Classification Trees Algorithms and Multivariate Adaptive Regression Splines (Mars). Kafkas Univ Vet Fak Derg, 28 (3): 401-410, 2022. DOI: 10.9775/kvfd.2022.27163

Altay, Y. (2022b). Prediction of the live weight at breeding age from morphological measurements taken at weaning in indigenous Honamli kids using data mining algorithms. Tropical Animal Health and Production, 54(3), 1-12.

Avcı, M.A., Altay, N.O. (2014). Finansal Krizlerin Öngörüşünde Regresyon Ağaçları Modeli: Gelişmekte Olan Ülkelere Yönelik Bir Analizi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 12: 191-212.

Aytekin, I., Eydur, E., Keskin, I., (2018). Detecting the Relationship of California Mastitis Test (CMT) with Electrical Conductivity, Composition and Quality of the Milk in Holstein-Friesian and Brown Swiss Cattle Breeds Using CART Analysis. Fresenius Environmental Bulletin, 27(6), 4559-4565.

Bakır, G., Keskin, S., Mirtağoğlu, H., (2009). Evaluating the relationship between mature age milk yield and several traits using CHAID analysis in Brown Swiss Cows. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (3): 587-589.

Bakır, G., Keskin, S., Mirtağoğlu, H., (2010). Determination of the Effective Factors for 305 Days Milk Yield by Regression Tree (RT) Method. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9 (1): 55-59.

Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. and Stone, C.I., 1984. Classification and regression trees. Wadsworth, Belmont, California, USA.

Çak, B., Keskin, S., Yılmaz, O., (2013). Regression Tree Analysis for Determining of Affecting Factors to Lactation Milk Yield in Brown Swiss Cattle, Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 8 (4): 677-682.

Coşkun, G., Aytekin, İ. (2021). Early detection of mastitis by using infrared thermography in holstein-friesian dairy cows via

- classification and regression tree (CART) Analysis. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35(2), 115-124.
- Doğan, İ. (2003). Holştayn Irkı İneklerde Süt Verimine Etki Eden Faktörlerin CHAID Analizi İle İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergi, 50: 65-70.
- Emel, G.G., Taşkın, Ç. (2005). Veri Madenciliğinde Karar Ağaçları ve Bir Satış Analizi Uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2): 221-239.
- Eyduran, E., Karakus, K., Keskin, S., Cengiz, F., (2008). Determination of Factors Influencing Birth Weight Using Regression Tree (RT) Method. *Journal of Applied Animal Research*, 34: 109-112.
- Eyduran, E., Yilmaz, I., Kaygisiz, A., Aktaş, Z.M. (2013a). An Investigation on Relationship Between Lactation Milk Yield, Somatic Cell Count and Udder Traits in First Lactation Turkish Saanen Goat Using Different Statistical Techniques. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(4): 956-963.
- Eyduran, E., Yilmaz, I., Kaygisiz, A., Tariq, M.M., (2013b). Estimation of 305-D Milk Yield Using Regression.
- Eyduran, E., Keskin, I., Erturk, Y.E., Dag, B., Tatliyer, A., Tirink, C., Aksahan, R., Tariq, M.M., (2016). Prediction of Fleece Weight from Wool Characteristics of Sheep Using Regression Tree Method (Chaid Algorithm). *Pakistan J. Zool.*, 48 (4), 957-960.
- Eyduran, E., 2016. The Possibility of using data mining algorithms in prediction of live body weights of small ruminants. *Canadian Journal of Applied Sciences*, 1(1), 18-21. <https://doi.org/10.21065/19257430.18.1>.
- Eyduran, E., Zaborski, D., Waheed, A., Celik, S., Karadas, K., Grzesiak, W., 2017. Comparison of the predictive capabilities of several data mining algorithms and multiple linear regression in the prediction of body weight by means of body measurements in the indigenous Beetal goat of Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(1), 273-282.
- Eyduran E. (2020). ehaGoF: Calculates Goodness of Fit Statistics. Rpackage version 0.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=chaGoF>.
- IBM Corp. Released., 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Gözükara, G., Altay, Y. (2021). Using Different Regression Tree Algorithms to Predict Soil Organic Matter with Digital Color Parameters in Soil Profile Wall. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 326-336.
- Gozukara, G. (2022). Rapid land use prediction via portable X-ray fluorescence (pXRF) data on the dried lakebed of Avlan Lake in Turkey. *Geoderma Regional*, 28, e00464.
- Gozukara, G., Zhang, Y., Hartemink, A. E. (2022a). Using pXRF and vis-NIR spectra for predicting properties of soils developed in loess. *Pedosphere*, 32(4), 602-615.
- Gozukara, G., Acar, M., Ozlu, E., Dengiz, O., Hartemink, A. E., Zhang, Y. (2022b). A soil quality index using Vis-NIR and pXRF spectra of a soil profile. *Catena*, 211, 105954.
- Grzesiak W, Zaborski D (2012). Example of the Use of Data Mining Methods in Animal Breeding. ISBN: 978-953-51-0720-0.
- Karabacak, A., Celik, S., Tatliyer, A., Keskin, I., Erturk, Y.E., Eyduran, E., Javed, Y., Tariq, M.M., (2017). Estimation of Cold Carcass Weight and Body Weight from Several Body Measurements in Sheep through Various Data Mining Algorithms. *Pakistan J. Zool.*, 49(5), 1731-1738.
- Kayri, M., Boysan, M., (2008). Bilişsel Yatkınlık İle Depresyon Düzeyleri İlişkisinin Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı ile İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergi*, 34: 168-177.
- Kıran, Z.B. (2010). Lojistik Regresyon ve Cart Analizi Teknikleriyle Sosyal Güvenlik Kurumu İlaç Provizyon Sistemi Verileri Üzerinde Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Bölümü, Ankara.
- Koskan, O., Altay, Y., Aktan, S. (2022). Prediction of cumulative egg production in japanese quails by using linear regression, linear piecewise regression and MARS algorithm. *Large Animal Review*, 28(2), 93-99.
- Mohammad, M.T., Rafeeq, M., Bajwa, M.A., Abbas, F., Waheed, A., Bukhari, F.A., Akhtar, P., (2012). Prediction of Body Weight from Body Measurements Using Regression tree (RT) Method for Indigenous Sheep Breeds in Balochistan, Pakistan. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22 (1): 20-24.
- Nefeslioglu HA, Sezer E, Gokceoglu C, Bozkir AS, Duman TY (2010). Assessment of Landslide Susceptibility by Decision Trees in the Metropolitan Area of Istanbul, Turkey. *Mathematical Problems*

- in Engineering, doi:10.1155/2010/901095.
- Oğuzlar, A., (2004). CART Analizi ile Hane Halkı İşgücü Anketi Sonuçlarının Özetlenmesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 18 (3-4): 79-90.
- Oruçoğlu, O., (2011). Holstein Irkı İneklerin 305 Günlük Süt Verimini Etkileyen Çevre Faktörlerinin Regresyon Ağacı ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Sevgenler, H., 2019. Keçilere ait kimi özelliklerin canlı ağırlık üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla kullanılan veri madenciliği algoritmalarının (Cart, Chaid ve Mars) karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Sümbüloğlu K, Akdağ B (2007). Regresyon Yöntemleri ve Korelasyon Analizi, Hatiboğlu Yayınevi. Ankara.
- Temel, Ö.G. (2004). Sınıflama ve Regresyon Ağaçları, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Tırınk, C., Tosun, R., Saftan, M., Kaya, E., Atalay, A. İ. (2022). Prediction of Birth Weight from Body Measurements with the CART Algorithm in Morkaraman Lambs. Large Animal Review, 28(4), 187-192.
- Topal, M., Aksakal, V., Bayram, B., Yaganoglu, M., (2010). An Analysis of the Factor Affecting Birth Weight and Actual Milk Yield in Swedish Red Cattle Using Regression Tree analysis. The Journal of Animal and Plant Sciences, 20: 63-69.
- Yılmaz, I., Eyduran, E., Kaygisiz, A., (2013). Determination of Non-Genetic Factors Influencing Birth Weight Using Regression Tree Method in Brown-Swiss Cattle Canadian. Journal of Applied Science, 1 (3): 382-387.
- Zaborski, D., Ali, M., Eyduran, E., Grzesiak, W., Tariq, M.M., Abbas, F., Waheed, A., Tirink, C., 2019. Prediction of selected reproductive traits of indigenous Harnai sheep under the farm management system via various data mining algorithms. Pakistan Journal of Zoology, 51(2), 421-431. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.2.421.431>.