

Çiğdem TAKMA
Yakut GEVREKÇİ
Ahmet Erhan KARAHAN
Hülya ATIL
Muzaffer ÇEVİK

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü,
35100, İzmir / Türkiye
sorumlu yazar: cigdem.takma@ege.edu.tr

Yumurta Verimi Üzerine Bazı Özelliklerin Etkisinin Regresyon Ağacı Analizi ile Belirlenmesi

Determining Some Traits Effect on Egg Production of Layers Using Regression Tree Analysis

Alınış (Received): 08.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 26.05.2017

Anahtar Sözcükler:

Regresyon ağacı, CART (sınıflandırma ve regresyon ağacı), yumurta verimi, yumurtacı, veri madenciliği

Key Words:

Regression tree, CART (classification and regression tree), egg production, layer, data mining

ÖZET

Karar ağaçları veri madenciliğinde sınıflandırma ve tahminleme yapmak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Regresyon ağacı tekniği ise bağımsız değişkenlerin birbirleri ve bağımlı değişkenle aralarındaki ilişkileri inceleyen ve sonuçları ağaç şeklinde bir diyagram ile özetleyen bir karar ağacı algoritmasıdır. Bu çalışmada yumurta verimi (adet) üzerine kafes, kuluçka dönemi, sıra, eşeyssel olgunluk yaşı ve eşeyssel olgunluk ağırlığı özelliklerinin etkisi sınıflandırma ve regresyon ağacı analizi ile incelenmiştir. Türkiye’de yetiştirilen bir yumurtacı sürüden toplam 1980 adet yumurtacının verimleri ve söz konusu özelliklere ilişkin katsayılar çalışmada kullanılmıştır. Regresyon ağacı analizi sonucunda yumurta verimi üzerine eşeyssel olgunluk yaşının en etkili olduğu, bunu kuluçka dönemi etkisinin izlediği gözlenmiştir. Yumurta verimi ortalaması eşeyssel olgunluk yaşı 172.5 günden küçük veya eşit olan yumurtacılar 105.805±0.29 iken, 172.5 günden büyük olanlarda bu değer 73.848±2.47 olarak belirlenmiştir. 1. ve 2. kuluçka dönemindeki yumurtacıların yumurta verimi ortalaması 107.33±0.28 iken, 3. ve 4. kuluçka dönemindeki yumurtacılar için bu değer 93.83±1.04 olarak bulunmuştur.

ABSTRACT

Decision trees are one of the widely used methods in data mining approaches for data classifying and estimating. The regression tree technique is a decision tree algorithm that examines the relationship between independent variables and each other and the dependent variable and summarizes the results with a tree diagram. In this study, effects of cage, hatching period, line, age of sexual maturity (ASM) and body weight of sexual maturity (BWSM) on egg production were examined by Classification and regression tree analysis (CART). 1980 layers were used from a commercial flock in Turkey. Regression tree analyses showed that the most significant variable affecting egg production was age of sexual maturity and it is followed by hatch trait. Average egg production was estimated 105.805±0.29 for layers that has smaller than or equal to 172.5 day age of sexual maturity, whereas this value was determined to be 73.848±2.47 for layers which has larger age of sexual maturity than 172.5 day. The average egg production for layers in 1st and 2nd hatching periods were found 107.33±0.28 whereas average egg production for layers in the 3rd and 4th hatching periods were found to be 93.83±1.04.

GİRİŞ

Ticari ıslah programlarının amacı, daha erken yaşta eşeyssel olgunluğa ulaşan, yüksek yumurtlama kabiliyetinde, orta büyüklükte yumurta veren ve düşük canlı ağırlığa sahip bireyler üretmektir. Islahçılar tavukların genetik yapılarını iyileştirmek suretiyle en iyi düzeyde verim verecek hayvanları elde etmeye

çalışmaktadır. Tavukların eşeyssel olgunluk yaşı, çeşitli aydınlatma programları ve seleksiyon yöntemleri ile daha erkene alınabilmektedir. Ancak bu dönemin çok erken ve geç olması istenmemektedir. Erken olması, çok küçük yumurta elde edilmesine yol açarken, geç olması ise büyütme giderlerini gereksiz yere artırmaktadır (Savaş ve ark., 1997).

Yumurtlamanın ilk haftalarında elde edilen yumurta miktarı ile eşeyssel olgunluk yaşı arasında yüksek bir ilişki vardır. İslahçı yumurtlama döneminin başında yüksek verim veren bireyleri seçtiği zaman dolaylı olarak erken eşeyssel olgunluğa ulaşan bireyleri de seçmiş olmaktadır (Tijen, 1982).

İyi bir verim ele edilmesi için seleksiyon çalışmalarına rağmen yumurta verimi çok sayıdaki faktörün etkisi altındadır. Ticari yumurta tavukçuluğunda yumurta verimi, yaş, sıcaklık, aydınlatma, besleme, hastalık ve genetik yapı gibi etmenlerden doğrudan etkilenmektedir (Ünver, 2000). Yumurta veriminin söz konusu etmenlerden ne yönde ve hangi büyüklükte etkilendiğinin belirlenmesinde tüm faktörlerin birlikte ele alındığı matematiksel modellere ihtiyaç vardır.

Öte yandan, istatistikte bazı matematik metotlarının kullanımı çoğu araştırmacı tarafından zor ve ürkütücü bulunmaktadır. Araştırmacıların bu yaklaşımı analizlerde hata yapma olasılığını da artırmaktadır. İstatistiksel paket programların giderek yaygınlaşması ile yapılacak analizin uygunluğu ve yapılışı hakkında daha doğru kararlar alınabilmektedir (Takma ve Atıl, 2006). Hayvancılıkta büyük veri setleriyle çalışılması durumunda kullanılan bir yöntem "Veri Madenciliği" 'dir. Bu yöntem çok büyük miktardaki verilerin içindeki ilişkileri inceleyerek aralarındaki bağlantıyı bulmaya yardımcı olan ve veri tabanı sistemleri içerisinde gizli kalmış bilgilerin ortaya çıkarılmasını sağlayan veri analizi tekniğidir (Kalikov, 2006). Veri madenciliğinde karar ağacı yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan birçok algoritma vardır. ID3, C4.5, C5.0, CART (Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı), CHAID (Ki-kare Otomatik İnteraksiyon Detektörü) ve QUEST (Hızlı Yansız Etkin İstatistiksel Ağaç) bunlardan bazılarıdır (Çalış, 2014). Regresyon ağacı yöntemi hayvancılık verilerinin değerlendirilmesinde daha yaygın olarak kullanılan genel doğrusal modellere bir alternatif teşkil etmektedir (Eyduran ve ark., 2008).

Nitekim, Çelik ve ark. (2016), Japon bıldırcınlarında döllenmede etkili olan yumurta kalite karakterlerini belirlemek için Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı (CART) analizini kullanmışlardır. Çalışmanın bağımlı değişkenini döllenmiş ve döllenmemiş olarak iki gruba ayrılmış yumurta sayısı oluştururken, döllenmeyi etkileyen faktörlerden yumurtanın ağırlığı, genişliği, yüksekliği ve şekil indeksi ise bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır.

Mendeş ve Akkartal (2009) ise, etlik piliçlerde kesim ağırlığını tahmin etmek için CART kullanarak yürüttükleri çalışmada, kesim ağırlığını etkilediği düşünülen faktörlerinden ikinci hafta canlı ağırlığı, incik genişliği, incik uzunluğu, göğüs kemiği uzunluğu, göğüs genişliği, göğüs çevresi ve vücut uzunluğunu incelemişlerdir.

Kanatlılarda ekonomik yönden önemli bulunan özelliklere etkili olan faktörlerin CART analizi ile etki derecelerinin belirlenmesinde yapılan çalışmaların oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. Kanatlılarda yumurta verimine etkili faktörlerin CART analizi ile araştırılmasına yönelik bir araştırma ise bulunmamaktadır. Bu çalışmada yumurta verimi üzerine etkili olduğu düşünülen kafes, kuluçka dönemi, sıra, eşeyssel olgunluk yaşı ve eşeyssel olgunluk ağırlığı özellikleri arasındaki ilişkiler CART analizi ile incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini ticari bir işletmeden sağlanan 6 kuşak boyunca seleksiyon uygulanmış baba hattı (L1) kahverengi yumurtacı damızlık bireyler oluşturmaktadır. Bireyler her sırasında 172 bireysel kafes gözü bulunan 3 katlı ve 2 yönlü batarya tip kafeslere rastgele dağıtılmıştır. Her babadan alınan spermeler suni tohumlama yoluyla 8 dişiye verilmiştir. Yapılan çiftleşmeler sonunda 2'den az yavru veren analar deneme dışı bırakılmıştır. Sonuçta bu sürüden 43 babanın 344 dişi ile çiftleştirilmesinden elde edilen 1980 yumurtacı deneme materyali olarak kullanılmıştır. Yumurtacıların 22-40 hafta yaştaki yumurta verimleri kayıt edilmiş ve bu özellik bağımlı değişken olarak analize alınmıştır. Bunun yanı sıra her bir yumurtacının eşeyssel olgunluk yaşı ve eşeyssel olgunluktaki canlı ağırlık ölçümleri de alınarak bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir. Günümüzde yumurta tavukçuluğu çoğunlukla batarya tipi kafeslerde yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda (Yetişir ve Sarıca, 2004; Kılıç ve Şimşek, 2006; Vits ve ark., 2006) kafes katlarında aydınlatma, havalandırma ve ısıtma gibi çevre faktörlerinin homojen olmasına çalışılsa da kafes, sıra ile verim özellikleri arasında önemli farklılık bulunduğu bildirilmiştir (Durmuş ve Kamanlı, 2012). Bu nedenle çalışmada bağımsız değişkenlere yumurtacıların kafes, sıra ve kuluçka dönemi etkileri de eklenmiştir.

Çalışmada incelenen tüm değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler elde edilmiş, değişkenler arasındaki çoklu doğrusal bağlantı Pearson korelasyon katsayıları ve Varyans büyütme faktörü (VIF) değerleri ile incelenmiştir. Ardından yumurta verimini en iyi açıklayan optimal regresyon ağacının analizine geçilmiştir.

Sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) ilk olarak Breiman ve ark. (1984) tarafından önerilmiştir. Yöntem, bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ve bağımlı değişkenle olan ilişkilerini ağaç şeklinde tanımlanabilecek bir modelde incelemektedir. Ağaç modelinde karar verme noktalarına düşüm denilmektedir. Ağaç modelinde ilişkiler değerlerinin

tümünü ihtiva eden ve en karmaşık düğüm olan başlangıç düğümü (kök veya aile düğümü) ile başlamaktadır. Bağımsız değişkenler aralarındaki ilişkilere göre her defasında ikili bir dallanma ile birbirleri arasında heterojen kendi içinde homojen olan alt düğümlere (çocuk düğümüne) ayrılmaktadır. Dolayısıyla aile düğümünden her çocuk düğümüne bölünme gerçekleştiğinde çocuk düğümü aile düğümüne göre daha homojen bir yapı kazanmaktadır. Bu şekilde regresyon ağaçlarındaki düğüm noktalarında yer alan gözlemler sahip oldukları bağımsız değişkenin değerlerine göre iki çocuk düğümden uygun olana atanmaktadırlar. Çocuk düğümlerden sonra artık bölünmenin gerçekleşmediği, en homojen yapıdaki terminal düğümlere ulaşılmaktadır. Bu yapı, inceleme konusu bağımlı değişkenin sürekli olması durumunda regresyon ağacı, kesikli olması durumunda sınıflandırma ağacı olarak adlandırılmaktadır (Jarošík, 2011). Gerek regresyon ağacı gerekse sınıflandırma ağacı analizi parametrik olmayan metotlar olması sebebiyle parametrik analiz metotların gerektirdiği normallik, homojenlik ve doğrusallık ön şartlarını gerektirmemektedir (Breiman ve ark., 1984).

Regresyon ağacı yönteminde değişkenlerin alt düğümlere ayrılmasında uygulanan azaltma (minimizasyon) problemi aşağıdaki gibi çözülmektedir:

$$\arg \min_{x_j \leq x_j^R, j=1, \dots, M} [P_L \text{Var}(Y_L) + P_R \text{Var}(Y_R)]$$

Burada P_L ve P_R sırası ile sol ve sağ düğümlerin olasılıklarıdır. M eğitim setindeki değişkenlerin sayılarıdır. Değişken J " x_j " olarak gösterilmektedir. x_j^R ise değişken x_j 'nin en iyi ayırım değerini göstermektedir. $\text{Var}(Y_L), \text{Var}(Y_R)$ karşılıklı sağ ve sol alt düğümlerin sorumlu olduğu vektörlerdir. $x_j \leq x_j^R, j=1, \dots, M$ optimal ayırım sorgulaması anlamına gelmektedir.

Çizelge 2.Fenotipik korelasyon katsayıları

Table 2. Phenotypic correlation coefficients

	Sıra	Kuluçka	EOY	EOA	Tolerans	VIF
Sıra					0.01	101
Kuluçka	0.88**				0.19	5.2
EOY	-0.34**	-0.33**			0.54	1.84
EOA	0.20**	0.19**	-0.64**		0.59	1.69
Kafes	0.99**	0.85**	-0.34**	0.21**	0.01	82.21

** $P \leq 0.01$

Yumurta verimini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amacıyla oluşturulan regresyon ağacı diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur. Regresyon ağacı

Bu çalışmada yumurta verimi üzerine etkili olan kafes, kuluçka dönemi, sıra, eşeyssel olgunluk yaşı ve eşeyssel olgunluk ağırlığı özelliklerinin regresyon ağacı diyagramı SPSS 20 (SPSS, 2011) istatistiksel paket programında regresyon ağacı (CRT) algoritması yardımıyla oluşturulmuştur.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan 1980 yumurtacının yumurta verimi ve verimle ilişkili etkilere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tanımlayıcı istatistikler

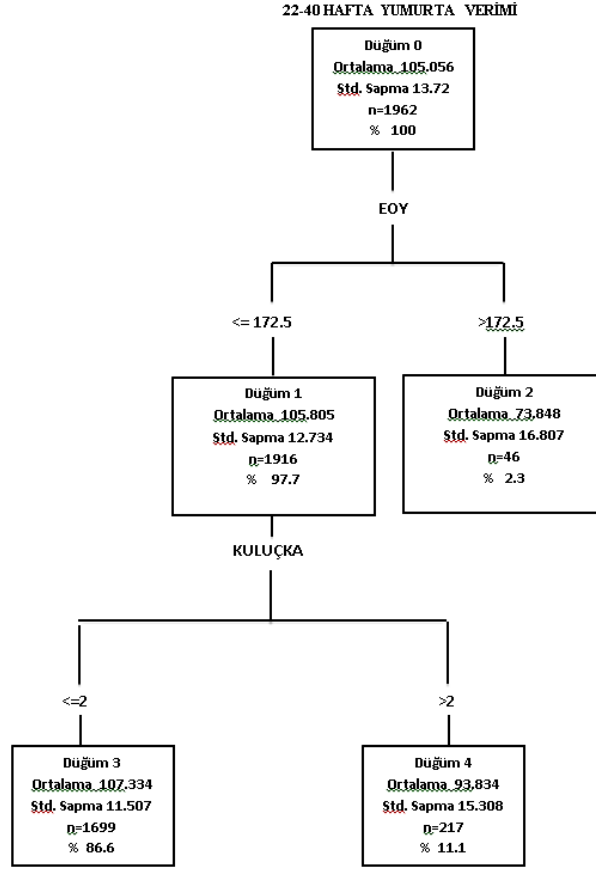
Table 1. Descriptive statistics

Özellik	Ortalama \pm Std. Hata	VK(%)
Verim	105.05 \pm 0.31	13.06
Kafes	2052.64 \pm 13.28	28.79
Sıra	6.51 \pm 0.08	54.53
Kuluçka	1.65 \pm 0.02	47.66
EOY	148.07 \pm 0.29	8.59
EOA	1628.99 \pm 4.15	11.33

İncelenen özellikler arasındaki ilişkileri ifade eden Pearson korelasyon katsayıları ve VIF değerleri Çizelge 2'deki gibi hesaplanmıştır. Buna göre yumurta veriminin sıra, kuluçka dönemi, eşeyssel olgunluk yaşı, eşeyssel olgunluktaki canlı ağırlık ve kafes değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları sırası ile -0.28, -0.35, -0.30, 0.21 ve -0.27 bulunmuştur. Bu değerlere göre yumurta veriminin eşeyssel olgunluktaki yaş ve kafesle istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.01$) ve ters yönde bir ilişkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca korelasyon değerlerinin sıra-kafes (0.99), kuluçka-kafes (0.85) ve kuluçka-sıra (0.88) için 0.70'den büyük olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan değişkenlerin VIF değerleri incelendiğinde sıra ve kafes özelliklerinin çoklu doğrusal bağlantı sorununa neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu nedenle regresyon ağacı analizinde sıra ve kafes değişkenleri değerlendirme dışı bırakılmıştır.

dönemi etkisinin izlediği belirlenmiştir. Kök düğüm (Node) 0'daki toplam 1962 yumurtacı, eşeysel olgunluk yaşı 172.5 günden küçük veya eşit

olanlar ile 172.5 günden büyük olanlar şeklinde Düğüm 1 ve Düğüm 2 olarak iki alt düğüme ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Optimal regresyon ağacı diyagramı
Figure 1. Optimal regression tree diagram

Bunun anlamı, yumurta verimini bağımsız değişken seti içinde en iyi açıklayan değişkenin eşeysel olgunluk yaşı olduğudur. Düğüm 1 ve Düğüm 2'deki yumurtacıların yumurta verimi ortalaması sırasıyla, 105.805 ± 0.29 ve 73.848 ± 2.47 olarak tahmin edilmiştir. Toplam yumurtacı sayısının %97.7'si Düğüm 1'de, %2.3'ü ise Düğüm 2'de toplanmıştır. Yumurta veriminin açıklanması için daha homojen alt gruplara ihtiyaç duyulduğundan Düğüm 1 yine kendi içinde Düğüm 3 (kuluçka dönemi ≤ 2) ve Düğüm 4 (kuluçka dönemi > 2) düğümleri halinde iki alt gruba ayrılmıştır. Düğüm 2 grubu kendi içinde yeterince homojen olduğundan yeniden bölünmeye gerek kalmamıştır. Düğüm 1'deki yumurtacılar için yumurta verimini en iyi açıklayan bağımsız değişken ise kuluçka dönemi olmuştur. Düğüm 3 ve Düğüm 4'te ortalama yumurta verimleri sırasıyla 107.33 ± 0.28 ve 93.83 ± 1.04 'dir. Kuluçka dönemi ve eşeysel olgunluk yaşı dışında

herhangi bir bağımsız değişkenin yumurta verimini açıkladığı bir dallanma olmadığından ağaç buradan budanarak ortaya Şekil 1 elde edilen regresyon ağacı diyagramı çıkmıştır.

Yumurtacılar yumurta verimi üzerine eşeysel olgunluk yaşı ve kuluçka döneminin etkisinin olduğu ve eşeysel olgunluk yaşı arttıkça yumurtacı tavukların yumurta verimlerinin azaldığı bilinmektedir. Nitekim bu çalışmada da eşeysel olgunluk yaşı 172.5 günün üzerinde olan yumurtacıların verimlerinin 73.85 ortalama ile 105.06 olan genel ortalamasının oldukça altında kaldığı belirlenmiştir. Aynı şekilde, 1. ve 2. kuluçka döneminde olan yumurtacılar yumurta verimi ortalaması 107.334, genel ortalama 105.06'nın üstünde iken, 3 ve 4. kuluçka dönemindeki yumurtacılar ortalama verim 93.834 olarak saptanmıştır. Bu durum farklı dönemlerdeki kuluçkanın yumurta verimi üzerine farklı yöndeki etkisi ile açıklanabilmektedir.

Çelik ve ark., (2016) Japon bıldırcınlarında döllenede döllene oranını %73.3 bulmuştur. Yumurtanın döllenesinde en etkili bağımsız değişkenin ağırlık olduğu belirlenmiş, 10.43 gr'dan daha ağır yumurtalarda döllene oranı %73.5 iken, 10.43 gr'dan hafif olanlarda döllene oranı %54.5 bildirilmiştir. Yumurta ağırlığı 10.43 gr'dan daha hafif olan yumurtaların bulunduğu grupta renk faktörünün etkili olduğu ve sarı renkteki yumurtalarda döllene oranı %29.4, beyaz, normal ve kül rengi yumurtalarda bu oran %70.4 tespit edilmiştir. Diğer yandan, 10.43 gr'dan daha ağır yumurtaların bulunduğu grupta yumurta genişliği 25.605 mm'den az olan yumurtaların bulunduğu grupta döllene oranı %81.9 ve daha fazla olan grupta bu değer %57.2 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak renk faktörünün dölleniş yumurtaların belirlenmesinde etkili bir faktör olarak dikkate alınabileceği bildirilmiştir.

Mendeş ve Akkartal (2009) etlik piliçlerde kesim ağırlığını en iyi açıklayan değişkenin canlı ağırlık olduğunu canlı ağırlığı 295.95 gr'dan yüksek olanlarda kesim ağırlığı ortalamasının 2103.21 gr ve 295.95 gr'dan daha düşük olan grupta bu ortalamanın 1765.7 gr olduğunu saptamışlardır. Regresyon ağacı analiz sonucuna göre canlı ağırlığı 295.95 gr'dan daha yüksek, göğüs kemiği uzunluğu 55.82 mm'den uzun ve göğüs çevresi 14.18 mm'den daha uzun olan gruptaki piliçlerin 2314.05 gr ortalama ile en yüksek

ağırlığa sahip oldukları belirlenmiştir. Yumurtacılar da yumurta verimi üzerine yapılmış herhangi bir çalışma bulunmadığından bu çalışma tartışılmamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bilimsel araştırmalarda regresyon ağacı analizinin yeterince bilinmemekte ve yaygın kullanılmamaktadır. Sınıflandırma ve regresyon analizinin daha çok tıp, endüstri ve mühendislik bilimlerinde kullanıldığı, hayvancılıkta ise 305 günlük süt verimini etkileyen faktörler, buzağılama güçlüğü ve vücut özelliklerinin canlı ağırlık üzerine etkisini inceleyen bazı çalışmalardan öteye gitmediği görülmektedir. Kanatlılarda ise yapılan araştırmalar yetersiz kalmıştır. Bu çalışmada yumurta verimi üzerine etkili olan faktörlerin en önemlisi eşeyssel olgunluk yaşı olarak belirlenmiştir. Önem derecesine göre bunu kuluçka dönemi izlemiştir. Kafes, sıra ve eşeyssel olgunluk ağırlığı özellikleri yumurta veriminin sınıflandırılmasında önemsiz bulunmuştur. Çok daha büyük veri setlerinde ve çok fazla sayıdaki özelliğin birlikte incelenmesi ile bu çalışmada elde edilen söz konusu regresyon ağacının daha farklı olacağı beklenmektedir. Bu çalışmada kullanılan CART analizinin birden çok özelliğin birlikte incelenmesini gerektiren durumlarda; özellikle büyük veri setlerinde sağlayacağı sınıflama kolaylığı nedeniyle kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Breiman, L., Friedman and R. Olshen. 1984. Classification and regression trees. Wadsworth: Belmont, CA Press.
- Çelik, Ş., B. Söğüt., T. Şengül., E. Eyduran and A. Y. Şengül. 2016. Usability of CART algorithm for determining egg quality characteristics influencing fertility in the eggs of Japanese quail. R. Bras. Zootec. 45(11):645-649.
- Durmuş, İ. ve S. Kemanlı. 2012. Yumurtacı tavuklarda kafes katlarının bazı verim özelliklerine etkisi ile verimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi 1(2): 77-82.
- Eyduran E., K. Karakuş., S. Keskin ve F. Cengiz. 2008. Determination of factors influencing birth weight using Regression Tree (RT) method. Journal of Applied Animal Research, 34(2): 109-112.
- Jarošík V. CART and related methods. In: Simberloff D, Rejmánek M, editors. Encyclopedia of Biological Invasions. Berkeley and Los Angeles, USA: University of California Press; 2011. pp. 104-108.
- Kalikov, A. 2006. Veri madenciliği ve bir e-ticaret uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıç, İ. ve E. Şimşek. 2006. Bursa bölgesinde bir yumurta tavuğu kümesinin yapı içi iklimsel çevre koşullarının yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2):31-38.
- Mendeş, M. ve E. Akkartal. 2009. Regression tree analysis for predicting slaughter weight in broilers. Italian Journal of Animal Science, 8(4):615-624.
- Savaş, T., R. Preisinger, R. Röhe, ve E. Kalm. 1997. Yumurta verimi devamlılığının ıslahında kısmi verimlerden yararlanma olanakları. YUTAV, Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, 14-17 Mayıs, İstanbul.
- SPSS, 2011. SPSS for Windows, Version 20, SPSS Inc., Chicago, 2011.
- Tijen, W.F. 1982. Yumurta sektöründe uygulamalı tavuk ıslahı. Uluslararası Bilimsel Tavukçuluk Kongresi, 53-71, Ankara.
- Takma, Ç. ve H. Atıl. 2006. Bootstrap metodu ve uygulaması üzerine bir çalışma 2. güven aralıkları, hipotez testi ve regresyon analizinde Bootstrap metodu. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43(2):63-72.
- Ünver, Y. 2000. Yumurtacı damızlıklarda kısmi yumurta verim kayıtlarına ait parametre tahminleri, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Vits, A., D. Weitzenburger, H. Hamann and O. Distl. 2006. Influence of different tiers in furnished cages and small group system on production traits, mortality, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities. Archivfur Geflügelkunde, 70(4):145-154.
- Yetişir, R. ve M. Sarıca. 2004. Yumurta Tavuğu Yetiştiriciliği. Ed. Türkoğlu M., Sarıca M. Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar. 2. Baskı, Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, 279-329.