

TC
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HAYVAN ÇİFTLEŞTİRME PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASINDA
OYUN TEORİSİ YAKLAŞIMI

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN

DOKTORA TEZİ

TC
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

HAYVAN ÇİFTLEŞTİRME PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASINDA
OYUN TEORİSİ YAKLAŞIMI

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN

SAMSUN

2017

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN tarafından hazırlanan “Hayvan Çiftleştirme Programlarının Oluşturulmasında Oyun Teorisi Yaklaşımı” adlı tez çalışması 04/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’nda **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Hasan ÖNDER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Zootekni Anabilim Dalı



İkinci Danışman

Yrd. Doç. Dr. Özgür Hakan AYDOĞMUŞ
Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi
Ekonomi Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Musa Sarıca
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Zootekni Anabilim Dalı



Üye

Doç. Dr. Mustafa ŞAHİN
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Zootekni Anabilim Dalı



Üye

Yrd. Doç. Dr. Yalçın TAHTALI
Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Zootekni Anabilim Dalı



Üye

Doç. Dr. Taner TUNÇ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
İstatistik Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım. 04/12/2017

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

04/12 /2017

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN



ÖZET

Doktora Tezi

HAYVAN ÇİFTLEŞTİRME PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASINDA OYUN TEORİSİ YAKLAŞIMI

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan ÖNDER

Hayvan ıslahından beklenen faydayı maksimize etmek amacıyla bir çiftleştirme programı oluşturmak gerekir. Bunun için klasik ıslahta, birden fazla verimin sözkonusu olduğu durumlar için seleksiyon indeksi yöntemi kullanılabilir. Bu çalışmada, ekonomik önem içeren negatif (yağ verimi - süt verimi) ve pozitif (doğum ağırlığı ve sütten kesim ağırlığı) genetik korelasyona sahip iki verim için, pedigrî kayıtlarından yola çıkarak hesaplanmış damızlık değerlerine, iki ayrı veri seti üzerinden seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yöntemi uygulanmıştır. Negatif genetik korelasyonlu veri seti için, her iki yöntemde de toplam beklenen faydanın aynı olmasına karşın, çiftleştirme programlarının değiştiği ve varyasyon katsayısının seleksiyon indeksine göre düştüğü gözlemlenmiştir. Bu sonuç, oyun teorisi yaklaşımı ile gerçekleştirilen çiftleştirme programından elde edilecek yeni generasyonun, seleksiyon indeksi yöntemine göre daha homojen bir beklenen damızlık değere sahip olacağının göstergesidir. Pozitif veri seti için ise seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait toplam beklenen faydanın oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait toplam beklenen faydadan çok az yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Varyasyon katsayısı bakımından yapılan karşılaştırmada ise seleksiyon indeksi ile oyun teorisine kıyasla yaklaşık %25 daha homojen bir sürü yapısı elde etmesi beklenmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde, hayvan çiftleştirme programları için yeni bir yaklaşım olan oyun teorisi yöntemi konusunda daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliği çok açıktır.

Aralık 2017, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: Oyun Teorisi, Hayvan çiftleştirme programı, Damızlık değer, Seleksiyon

ABSTRACT

Doctoral Disertation

A GAME THEORETIC APPROACH TO BUILD MATING PROGRAMS FOR LIVESTOCKS

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Hasan ÖNDER

Building a mating program is necessary to maximize expected benefit from animal breeding. Selection index method can be used in conventional breeding taking more than one character into consideration. In this study, selection index and game theory methods were applied to calculated breeding values using pedigree on two different data sets whose economic traits consist of negative (milk and fat yield) and positive (birth and weining weight) genetic correlated data. For the negative genetic corelated data set, even if total expected benefits were equal for two methods, mating programs were changed and the coefficient of variation obtained using the game theoretic method was smaller than that of index method. This result showed that expected breeding value will be more homogeneous in the next generation if game theoretical approach is used. For the positive genetic corelated data set, the total expected benefit obtained from index selection was a bit higher than expected benefit obtained from game theory. In terms of the coeffient of variation, selection index method provides 25% more homogeneous next generation flock structure than game theoretic approach.

When the results examined, it is clear that more studies should be done using game theoretical modeling which is a new approach for animal mating programs.

December 2017, 35 pages

Keywords: Game theory, Animal mating program, Breeding value, Selection

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Oyun Teorisi nedir, hangi alanlarda kullanılır, hayvan ıslahı bakımından uygulanabilirliği nedir gibi sorularla yola çıkıp, severek ve zevkle emek verdiğim doktora tez çalışmam boyunca, başta insana verdiği önem ve sağladığı güvenle her anımda yanımda olan; ayrıca bilgi birikimi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan ÖNDER'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Danışmam hocam Prof. Dr. Hasan ÖNDER vesilesiyle tanıştığım, tez önerisi öncesinden başlayarak hep beraber yoğun çaba sarfettiğimiz, çalışmam esnasında bir sorunla karşılaştığımda hep güzel karşılayan, yardımlarını esirgemeyen ikinci tez danışmanım, çok değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür AYDOĞMUŞ' a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Hayvan Islahı alanında engin tecrübelerinden yararlandığım, güler yüzünü eksik etmeyen 'Bu tezin sonucu ne olacak?' diye merak edip, tezimi bir an önce bitirmem için teşvik eden Sayın Prof. Dr. Musa SARICA' ya değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca Arş. Gör. Cem TIRINK ve Arş. Gör. Samet Hasan ABACI'ya göstermiş oldukları ilgi ve yardımseverlikleri açısından çok teşekkür ederim. Ayrıca, desteğini hiç esirgemeyen çok sevgili arkadaşım İlkay ÇETİN'e teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Bütün çalışmalarım süresince, birlikte geçirmemiz gereken sürede O'ndan çaldığım ve bu yüzden affına sığındığım canım oğlum Enes Batu BERKİN' e ve her daim yanımda olan, desteğini esirgemeyen eşim Sayın Ömer BERKİN'e teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Hayatımın hiçbir döneminde fedakârlıktan kaçınmayan, maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen, annem Sayın Nesibe ERGÜNEŞ ve babam Sayın Hasan ERGÜNEŞ'e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca her zor anımda yanımda olan kız kardeşim Sayın Ezgi ERGÜNEŞ DURAN ve eşi Sayın Yusuf DURAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez, Doktoramı yapmam ve bitirmem gerekliliği konusunda beni hep teşvik eden, sanki hiç bitmeyecek gibi gelen bu zorlu süreçte hep yanımda olan sevgili anneciğim Nesibe ERGÜNEŞ' e atfolunur.

Aralık 2017, Samsun

Ebru ERGÜNEŞ BERKİN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Pür Strateji Nash Dengesi	12
3.2.2. Karma Strateji Nash Dengesi	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	18
4.1. Aralarında Negatif Genetik Korelasyon Olan Verimler İçin Analiz Sonuçları	18
4.2. Aralarında Pozitif Genetik Korelasyon Olan Verimler İçin Analiz Sonuçları	21
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	24
KAYNAKLAR	28
EKLER.....	31
EK 1. Negatif Genetik Korelasyona Sahip Analiz Edilen Veriler	31
EK 2. Pozitif Genetik Korelasyona Sahip Analiz Edilen Veriler	32
EK 3. Analizde Kullanılan Kodlar	33
ÖZGEÇMİŞ.....	36

KISALTMALAR

DD	Damızlık Değer
ESS	Evrimsel Kararlı Strateji
Ort	Ortalama
Stdsapma	Standart Sapma
$\sum BF_i$	i'inci Boğanın Çiftleşeceği İneklere Ait Toplam Beklenen Fayda
$\sum BF$	Toplam Beklenen Fayda
VK_i	i'inci Boğanın Çiftleşeceği İneklere Ait Varyasyon Katsayısı
VK	Varyasyon Katsayısı
K.No	Kulak No
DA	Doğum Ağırlığı
SKA	Sütten Kesim Ağırlığı
LSV	Laktasyon Süt Verimi
YV	Yağ Verimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Toplam 5 erkek ve her bir erkeğin çiftleşeceği 7 dişi için kurgulanan oyunun algoritması.....	17
--	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programı.	18
Çizelge 4.2. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programı.	19
Çizelge 4.3. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.....	19
Çizelge 4.4. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.....	20
Çizelge 4.5. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programı.	21
Çizelge 4.6. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programı.	21
Çizelge 4.7. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.....	22
Çizelge 4.8. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.....	23
Çizelge 4.9. Seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yaklaşımından elde edilen sonuçlara ait karşılaştırmalar.....	23

1. GİRİŞ

Oyun teorisi, her oyuncunun yapmış olduğu seçimin, diğer oyuncuların kazancını etkileyen stratejik etkileşimleri tanımlamak için kullanılan matematiksel bir kuramdır (Camerer, 2003). Ya da daha basit bir ifade ile oyun teorisi, iki veya daha fazla oyuncunun, rakiplerinin beklenen stratejilerine, en iyi cevabı verebilmesi ile ilgilenen bir yöntemdir (Mitchell ve Ryan, 2002).

Oyunda karar alan birey ya da gruplara “oyuncu” denir. Oyuncular genler, insanlar, hayvanlar, şirketler ya da devletler olabilir. Herhangibir oyuncu, oyunun amacına ulaşabilmek ve oyun sonunda bekledikleri faydayı maksimize etmek amacıyla oyun boyunca bir takım kararlar alır. İşte bu kararlar oyuncuların stratejilerini ifade eder. Örneğin; Stratejiler, içgüdüler, ihale yöntemleri, savaş planları olabilir. Oyuncuların olası stratejileri ile oyunun sonucunda beklenen bir kayıp veya kazanç olacaktır. Örneğin; yiyecek veya üreme, şirket karlılığı, rejim değişikliği gibi. O halde, bir oyun, her oyuncunun sahip olduğu stratejinin tamamını tanımlar ve bu oyuncular seçtikleri stratejilerin sonuçlarının ne olacağını bilen oyunculardır (Camerer, 2003; Sudhölter, 2004; Yardımcı, 2014).

Genel olarak oyunları şans ve strateji oyunları olarak iki şekilde sınıflandırmak mümkündür. Şans oyunları doğaya karşı oynanan ve tek kişilik olan oyunlardır. Strateji oyunları ise 2 ya da daha fazla sayıda oyuncu ile oynanabilir. Oyunun sonucuna göre strateji oyunları; birinin kazancının diğerinin kaybına eşit olduğu sıfır toplamı (zero sum) oyunlar ya da her iki tarafta birbirine rakip olmakla beraber, her iki tarafında karlı olabileceği denge durumlarını ortaya koyan sıfır toplamı olmayan (nonzero sum) oyunlar olarak sınıflandırılabilir. Eğer bir stratejik oyun işbirlikçi (cooperative) olarak oynanıyorsa, bu oyunlarda tehditler, sözler karşılıklı ödemeler ve bir takım olarak hareket etme anlamında, aralarında çözülmeyen bir koalisyon vardır. Ancak işbirlikçi olmayan (noncooperative) tarzda bir oyun, bu takdirde yukarıda bahsedilen türden bir işbirliği olmayacaktır. Oyunlar; oyuncuların faydalarının bir tablo halinde gösterildiği normal ya da bir ağaç şeklinde tanımlandığı yaygın biçimli oyunlar olarak gösterilebilir (Aktan ve Bahçe, 2007; Dall vd, 2006; Turocy ve Stengel, 2002). Sudhölter, (2004) çalışmasında, stratejik oyun, normal

biçimli oyun ve işbirlikçi olmayan oyun ifadeleri benzer ifadeler olarak tanımlamıştır.

Aktan ve Bahçe (2007) 'nin bildirdiğine göre Nash (1951) İşbirliksiz Oyunlar makalesinde, işbirliksiz oyunlar için stratejik dengenin varlığını kanıtlamış ve bu denge “Nash Dengesi” olarak adlandırmıştır. Bu tanım, her oyuncu, diğer oyuncunun ne oynayacağını düşünmek suretiyle kendisi için en optimal stratejiyi oynayacağını ifade eder. İşte bu optimal nokta “Nash Dengesi” olarak adlandırılır. Her bir oyuncu, diğer oyuncunun hareketinin doğru olduğunu varsaymaz, ancak rasyonel olduğunu ve diğerinin de kendisinin rasyonel olduğuna inandığını düşünür ve oyuncuların düşünceleri bu şekilde devam eder (Bergemann, 2006). Böylece, bir Nash dengesi oluşur. Yani “Nash dengesi, her oyuncunun diğerine karşı en iyi tepkisidir (best response)” (Yılmaz, 2012). Örneğin hayvanlar arasında oynanan bir oyun için, oyuncuların (dişi, erkek) en iyi stratejileri gelecek generasyonlar için en fazla dölü vermesidir. En iyi tercihleri aynı zamanda kalıtsal ise, bu dominat (baskın) stratejileri olacaktır. Mitchell ve Ryan (2002)'in bildirdiğine göre “Mesterton-Gibbons ve Adams (1998)” evrimsel oyun teorisi içinde, en iyi çözümün mümkün olan herhangi bir alternatif davranışın (stratejinin), döl verimi ve üremede düşüş ile sonuçlanacağını belirtmişlerdir. Burada “En iyi” çözüm “Evrimsel Kararlı Strateji” (ESS) olarak adlandırılır. Scushter ve Sigmund (1985)'in bildirdiğine göre ise “Smith ve Price (1973)” ESS' yi, hayvan davranışlarının özelliklerini genetik olarak tanımlamak için uygulamışlardır. Bu yöntem için hem türler arası hem türler içi biyolojik çatışmalar için geniş bir alanda kullanıldığını ve teorik biyolojinin esasını oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Oyun teorisinde stratejiler tek bir stratejiden oluşan pure (saf) veya birkaç kararlı stratejiden oluşan karma (mixed) strateji olabilir. Pure strateji, kesin olasılık ile oynanan stratejilerdir ve oyuncular stratejilerini rastgele seçmezler. Karma strateji ise oyuncunun hangi stratejiyi oynayacağını belirli bir olasılık ile rastgele seçtiği oyundur. Stratejik formdaki bir oyun daima pure Nash dengesine sahip olmayabilir. Bu durumda karma strateji kullanılması gerekir (Turocy ve Stengel, 2002; Yılmaz, 2012).

Oyun teorisi, sosyal davranışın birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. En çok bilineni ise mahkumlar ikilemi, cinsiyetler savaşı, korkak tavuk oyunu gibi oyunlardır (Turner ve Huntingford, 1986; Yılmaz, 2012). Oyun

teorisi, biyoloji alanında daha ziyade hayvan davranışları üzerinde yoğunlaşmakta olup, iki ayrı türün çatışma durumunda olduğu ‘şahin- güvercin oyunu’ veya tek türün oynadığı ‘domuz oyunu’ gibi oyunlar buna örnek olarak verilebilir (Rasmusen, 2006). Klasik bir örnek olarak mahkumlar ikilemi oyunu, birbiri ile iletişim halinde olmayan iki tutukluya sunulan teklifle sessiz kalmaları halinde en hafif cezayı almasına karşın, mahkumların bencil davranarak birbirleri aleyhine tanıklık etmeleri ile ortaya çıkan durumu ifade eder. Ridley (1992)’ in bildirdiğine göre “Poundstone (1992)”, şahin ve güvercin oyununun birden fazla oynanması durumunda, mahkumlar ikilemi oyununun aksine, bencilik yerine fedakarlığın akılcı bir tutum olduğunu savunmuştur. Agresif olan şahin stratejisi ile uzlaşmacı olan güvercin stratejisi kullanılarak oynanan bu oyunun, birden fazla tekrarlanması ve süresiz oynanması ile iyi niyetin egemen olduğunu bildirmektedir. Kısasa kısas (Tit for tat), işbirliği yaparak başlayan bir oyunun diğer oyuncu ne yaparsa, karşısındaki oyuncununda aynı cevabı vermesi ya da benzer ifade ile ‘misillemeci strateji’ olarak tarif edilebilir. Bu stratejiye göre, bir şahinle karşılaştığında şahin gibi davranan bir güvercinin başarılı olduğunu ortaya koyar (Ridley, 1997).

Gerek insanlar gerekse hayvanlar arasındaki çatışmalarda, oyun teorisinin uygulanmasındaki değişim iki temel kavram olan strateji ve beklenen faydaların anlamının değişmesi ile oluşur. Beklenen fayda ile kastedilen döllerin sayısı veya açıklaması daha güç olan gelecek generasyonlara aktarılan genlerin kopyalarının sayısıdır (Schuster ve Sigmund, 1985). Hayvancılıkla uğraşan işletmeler, hayvanlardan bekledikleri faydayı (döl, et, süt, yapağı, bal verimi gibi) maksimize etmek amacıyla hayvanlarını ıslah etmek isterler. Hayvan ıslahı ile üzerinde çalışılan karakter bakımından populasyonun genotipik değerini daha yüksek seviyelere çıkarmak amaçlanır (Düzgüneş vd, 1996). Bir generasyon içinde faydayı maksimize etmek için beklenen davranış stratejileri ise seleksiyon aracılığı ile inşa edilir. (Schuster ve Sigmund, 1985; Dall vd, 2006). Yüksek verimli bireyler seleksiyon ile damızlığa ayrılır ve böylece sürünün verim seviyesi yükseltmek amacıyla bu bireylere daha çok döl verme şansı tanınmış olur (Kaygısız ve Vanlı, 1997). Sonuç itibarıyla damızlık değeri (DD) yüksek olan hayvanlar gelecek generasyonun ebeveynleri olarak belirlenir.

Klasik ıslahta, birden fazla verim sözkonusu olduğu durumda kullanılan seleksiyon indeksi yöntemi ile dişiler ve erkekler için ayrı indeks katsayıları

hesaplanarak, bu katsayıların karşılıklı olarak büyükten küçüğe sıralanması suretiyle çiftleştirme programları oluşturulabilir. Bu çalışmada, oyun teorisi yaklaşımı ile seleksiyon indeksi yönteminden çok daha farklı bir yol izlenmiş ve öncelikle aynı ırktan dişi ve erkek hayvanlar oyuncular olarak tanımlanmıştır. Bu oyuncuların, pedigree kayıtlarından hesaplanmış DD' lerini kullanarak belirledikleri stratejilere göre, oynayacakları oyun, sıfır toplamsız ve işbirlikçi olmayan bir oyun olarak kurgulanmıştır. Normal formda gösterilmiş bu oyunda, Pure Nash dengesi bulunmaya çalışılmış, bulunamadığı durumlar içinde karma strateji Nash dengesinin bulunması planlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, daha ziyade hayvan davranışları üzerine uygulanmış ve daha önce hayvan çiftleştirme programlarında hiç kullanılmamış oyun teorisi yöntemini ilk etapta araştırmak ve uygulanabilirliğini görmektir. İkinci etapta ise seleksiyon indeksi ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması suretiyle olabildiğince aradaki farklılıkları ve benzerlikleri ortaya koymaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dietemann vd (2008), bal arılarında, eski kolonide kalan rakip ana arılar arasındaki mücadelede, ağızlarını, vücutlarını, iğnelerini kullanarak dövüştüklerini belirtmiş ve Çin'deki arıcıların daha fazla ticari koloni oluşturmak amacıyla ana arıların mandibularını (alt çene) kestiklerini ifade etmiştir. Bal arısı kolonilerinin sosyal yapısı konusunda, kesilen mandibulanın, kraliçelerin dövüş yeteneği nasıl etkilendiğini anlamak ve dövüşlerinin stratejik kararlara etkisini araştırmışlardır. 3 mandibulası kesilmiş ana arıyı gözlem kovanına yerleştirmişler ve 3 tam arıyı da kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Bu iki grup arasında yumurtlama ve hücrelerin doluluk frekansı için yaptıkları χ^2 testinde iki grup arasında farklılık bulmadıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışma boyunca kraliçe ve işçi arılar arasında herhangi bir saldırganlık gözlemlenmemişlerdir. Deney grupları bazılarında ölüm olmamasının, ölümüne dövüşen kraliçelerin bazı alternatifleri olduğunu akla getirdiğini ve bu durum oğul verme dönemi boyunca gözlemlenen olayların çeşitliliği ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu iddianın ise oyun teorisi modelinin tahminine karşılık gelen gözlemler sonucu olduğunu ifade etmişlerdir. Koloni büyüdüğünde, bal arılarının yeni bir yuva bulmak zorunda olduklarını ve kraliçelerin çıkarlarının çakıştığı bu durumda, birbirlerini öldürmektense, daha az riskli olan başka bir koloni kurma stratejini benimsediklerini fakat bunun da daha az tehlikeli olmadığını, en sonunda güçlü kraliçenin mevcut yuvada kaldığını ve zayıf kraliçenin başka yuva kurduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, dövüşme silahından mahrum bırakılan kraliçenin öldürücü dövüşlerden çekindikleri ve alternatif üreme stratejilerine adapte olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, rakipler arasındaki çatışma ve sonuçların çeşitliliğinin sosyal böcekler arasındaki çatışma çözümlerini anlamımıza yardımcı olacağını ifade etmişlerdir.

Bauer ve Klaassen (2013), göçün çok çeşitli taksonomik grupların (böcekler, balıklar, kuşlar, sürüngenler, memelilerin) yer değiştirmesiyle oluşan yaygın bir olay olduğunu belirtmişlerdir. Bu davranış nedenlerinin belirlenmesinin sadece temel ekolojik sorunlar için değil, aynı zamanda zootonik hastalıkların yayılması, istilacı türlerin üremesi, kuşların göç yollarında hava güvenliğini sağlamak gibi diğer alanlara da faydalı olabileceğini belirtmişlerdir. Mekanik modeller kullanımı,

yayınlanmış 155 çalışmanın tanımlayıcı verileri üzerinden ve 6 geniş çaplı araştırma konusunun bilinen sonuçlarına katkısını incelemişlerdir. Bu çalışmanın göçün ekolojisinde, bilinmeyen yönleri aydınlatacağı ve gelecek çalışmalarının gerekliliğini gösterdiğini belirtmişlerdir. Göçün altında yatan nedenler, mekanikle birlikte, hayvan göç davranışının incelenmesi için matematik modellerle ilgili olduğunu ve bu davranışların, biyolojik ve fiziksel temel nedenlerini ve sonuçlarını anlamımıza sebep olacağını belirtmişlerdir. Temel model yaklaşımı için basit analitik model (SAM), oyun teorisi modeli (GT), dinamik optimizasyon modeli (SDP), temel modeller(IBM), fiziksel geçiş modelleri (PTM), evrimsel programlı temel modeller (EP) ve bu kategorilerin dışında kalan birkaç yaklaşımı tartışmışlardır. Modeli açıklamak için, popülasyondaki göçlerin oranı veya o şartlar altında geriye kalıp yaşayanlar gibi genel verileri kullandılar. Sonuç olarak her bir model yaklaşımın uzmanlaştığı alan olduğunu ve SAM'ın göç boyunca özel davranış soruları veya tercihen göçün genel modelini ortaya koymak için kullanıldığını, benzer şekilde GT kullanıldığını ancak SAM' e göre nispeten daha kısıtlandırılmış bir kullanıma sahip olduğunu belirtmişlerdir. GT modelinin göç çalışmalarında oldukça nadir kullanıldığını, bireysel veya grup davranışının diğerlerinden izole edilip tanımlamadığı durumlar için (SDP) modelinin oyun teorisini kapsadığını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada kullanılan model yaklaşımlarının karakteristiklerinin sistematik özelliklerini bir tablo halinde vermişlerdir.

Wilhelm vd (2011), bal arılarında, kraliçe arının, çiftleşme uçuşuna çıktığında, çiftleşme sonrası erkek arının çiftleşme organının ikiye ayrıldığını ve kraliçe arının genital açıklığında kaldığını ve buna çiftleşme işareti (mühür) dendığını belirtmiştir. “Koeniger (1990)” dan bildirdiklerine göre, bireysel olarak bıraktıkları mühürün, sonraki çiftleşmeleri arttırdığını ortaya koyduklarını dile getirmiştir. Ama aynı zamanda mühürün, bal arılarının aksine birçok türde gelecekteki çiftleşmeyi engellemek için işaret veya fiziksel bir bariyer olduğunu ifade etmiştir. Bal arısında, mühür bırakma davranışının erkek için faydalı olduğunu çünkü koloni içindeki genetik çeşitliliği arttırdığını, diğer taraftan ise, erkek arıya zarar veren koloni üyeleri arasındaki erkeklerin kişisel döllerinin oranını azalttığını belirtmiştir. Çalışmalarında, kraliçe ve her bir erkek arı için mühür bırakmak veya bırakmamak stratejisi altında tanımlanan stratejilerin, ESS olduğu şartlar altında, erkek arının davranışının başarı ve uyumlu olma durumunu oyun teorisi ile analiz etmişlerdir.

Sonuç olarak, çoğu senaryoda, deneysel veriler temel alındığına, mühür stratejisinin favori bir strateji olmadığını belirtmişlerdir. Bal arılarında mühürün sonradan gelen çiftleşmeleri artırma fonksiyonun açıklayamayabileceği ve matematik analizlerinde bu görüşü desteklediğini ortaya koymuşlardır.

Plaistow vd (2004), yılanlarda erkeklerin dişilerle çiftleşebilmek için birden fazla taktik kullandıklarını belirtmiştir. Bazı erkekler kendi bölgelerini oluşturarak, bazı erkekler ise bir kaynağı korumaksızın daha gizli bir taktik kullanarak dişilerle çiftleşmeyi denediklerini belirtmiştir. Evrimsel oyun teorisinin alternatif çiftleşme taktiklerinin korunması için iki temel açıklamayı baz aldığını, ilkinin sık tekrarlanan seleksiyonla oluşan bir ESS, diğerinin ise çevresel veya psikolojik duruma göre adapte oldukları şartlı strateji olduğunu belirtmiştir. Çalışmalarında şartlı ve pure stratejilerin hangi durumlarda uygun olduğunu anlamak amacıyla bir model oluşturmuşlardır. Örneğin, bireylerin niteliğindeki bir azalma ile yarışma niteliğinde bir azalma varsa, yarışma kabileyetlerinin azalabileceğini, böylece bireylerin kendi bölgesinde başarılı olabileceğini, fakat eğer gizli bir taktik kullanıyorlarsa başarının etkilenmeyeceğini, çünkü gizli taktik kullanmalarının bireylerin yarışma yeteneğine bağlı olmadığını belirtmiştir. Ayrıca çiftleşme eğilimleri için stratejilerin düşük maliyet veya sınırlar olmasının aksine, bu faktörlerin artma eğiliminde olması durumunda pure stratejinin uygun olduğuna değinmiştir. Sonuç olarak ise, aynı populasyon içerisinde hem koşullu hem de pure stratejilerin birlikte var olabileceğini bildirmiştir.

Kuwamura (1997), Tleost balıkları arasında, dış döllenme ile ana veya baba bakımının mevcut olduğunu ve ana bakımının evrime yol açan bir faktör olma durumunu tartışmıştır. Sadece dişilerin yavru yumurtadan çıkana kadar deniz tabanındaki yumurtalarla ilgilendiklerini ve ana bakımı altında herhangi bir yumurta yeme davranışı gözlemlenmediğini bildirmiştir. Ana bakımının yumurtlama aralığındaki süreçte etkili olmadığını, fakat yumurtalara baba bakımı uygulanması durumunda, erkeklerin bu bakımı üstlenmesi ile yumurtaları korurken, komşu veya bilinmeyen yakınlardaki bir erkeğin kendi bölgelerini ve yönetimi kaybetme riski ile karşı karşıya kalma durumunun, eş kayıplarına yol açabileceğini bildirmiştir. Böylece; ‘Baba bakımının erkeğin gelecekteki üreme başarısını azaltması olasıdır’ demiştir. Baba bakımının *Rhinecanthms acutis* dişilerden erkekler için maliyetinin

daha fazla olabileceğini belirtmiştir. Sonuç olarak ana bakımının oyun teorisi modeli öngörüsü olarak ESS olabilme durumunu açıklamıştır.

Hoffmann ve Schildberger (2001) bildirdiğine göre, oyun teorisi, saldırgan karşılaşmalar boyunca gösterilen davranış modellerinden en az birkaçının, kavga kabiliyeti ve uğruna savaşılan kaynağın değerini gösteren değişkenlerin belirlenmesinde kullanılır. Oyun teorisi modeli, ard arda oynanan oyunlarda olduğu gibi, bir kavga periyodu boyunca temel aktivite olarak değerlendirilir. Fakat, bu modeller kavga hazırlığı değerlendirmesi için fiziksel ve motivasyonla belirlenen mekanizmalar olarak kabul edilir. Örneğin Akdeniz cırcır böcekleri arasındaki karşılaşmalar, başlangıçta ritüelleşmiş görüntülerle artan bir tırmanış seyreder ve fiziksel mücadele ile son bulur. Bu karşılaşmalar sonucunda ağır hayvanlar karşılaşmaların %30'unu kaybetmişlerdir. Bu sonucun nedeni açıklamak için, bir kavgayı başlatmada öncü olan iki kriter olduğunu bildirmişlerdir. Anten eskrimi ve mandibula yayılımı. Bir kavgayı başlatmak için, anten eskrimi süresi, rakipler arasındaki ağırlık asimetrisi ve deneyimden bağımsızdır. Fakat antenlerin neredeyse %90 oranında kısaldığında kavga sürelerinin uzamaktadır. Her iki rakibin anten eskrim frekansı arttığında kavgalar artmaktadır. Anten eskrimleri dövüşe hazır olduğunu belirtebilir, mandibula yayılımları ise kavga yeteneğini gösterebilir. Sonuç olarak, hile yapma durumuna karşı, anten eskrim sinyallerini kullanmak suretiyle bir kavga durumuna başlamak veya devam etme isteği üzerindeki güvenilir bilgiyi sağlayan bireyleri göstermek oldukça zordur. Fakat böylesi bir işaret her iki rakip için uzun vadede ESS olabilir. Yaşam döngüleri detaylı bilinen hayvanlar arasındaki davranışsal ve fizyolojik analizler, bu soruların cevapları için gerekli bilgiyi sağlaması gerektiğini belirtmiştir.

Bshary ve Oliveria (2015) çalışmasında, ilk olarak evrim teorisi ile ilgili genel bilgiler vermişlerdir. Ardından sosyal yetkinlik kavramına değinmiş ve sosyal yetkinliği, sosyal interaksyon çıktılarını optimize etmek için algılanan sosyal ifadeye göre sosyal davranışlarını ayarlama bireylerin bir yeteneği olarak tanımlamıştır. Sosyal yetkinlik hipotezi ile ilgili olarak vermiş oldukları bir örnekte, temizleyici balıkların ve karideslerin, müşterileri olan bazı balık türlerinin üzerindeki ektoparazitleri temizlediklerini ve bu temizlik sırasında neden işbirliği içinde olduklarını anlamak amacıyla, oyun teorisi modelini geliştirmek gerektiğini belirtmiştir. Son çalışmalar, temizleyici balıkların işbirliği davranışlarının

düzenlenmesinin farklı nöromodulatorleri kapsadığını ve bunların neuropeptidler olarak adlandırılan vazotosin, isotosin ve kortisol olduğunu bildirmiştir. Nöromodulatorlerin farklı kombinasyonlarının büyük detaylı ayrıntılar oluşturduğunu belirtmiştir.

García –Cortés vd (2000), bir döl kontrolü planlamasında, test eden tesislerin miktarı sabit tutularak, yeni boğa adaylarının değerlendirilmeleri için, yetiştiricinin kaç boğaya sahip olacağı ve kaç döl gerekeceği üzerine yaptıkları çalışmada şirketleri rekabetçi ve fedakar olarak iki gruba ayırmıştır. Boğa başına optimum döl sayısının, beklenen genetik ilerlemeye verilen cevap ile genellikle analiz edildiğini belirtmiştir. Aile büyüklüğünü tanımlarken, stoklardan seçilecek olan boğaların beklenen oranlarını maksimize etmek isteyen şirketleri rekabetçi, genetik ilerlemeyi maksimize etmek isteyen şirketleri ise fedakar olarak tanımlamıştır. Çalışmasında, sadece iki şirketin rekabet ettiği ve birkaç kampanyayı içeren oyunu genelleştirerek analiz etmiştir. Sonuç olarak kalıtımın etkisine ve test edilen tesislere göre oyunun sonucunu incelemiştir. n kişili ve sıfır toplamlı olarak planladıkları oyunda aralarında koalisyon olmadığını belirtmiş ve i 'inci şirketin n_i stratejisini optimize etmek için tek

kriterin N_i veya $p_i = \frac{N_i}{S_i}$ (*test edilen babaların seçilen babalara oranı*)

maksimizasyonu olduğunu bildirmiştir. Oyunun sonucunu üç aşamada vermiştir. İlki, iki şirketi kapsayan herhangi bir sıfır toplamlı oyun için, eş zamanlı olarak fedakarlığın zor olduğunu, küçük şirketlerin büyük şirketlerden daha fazla rekabet ile ilgilendiklerini belirtmiştir. İkinci olarak ikiden fazla şirketi kapsayan bir oyunda, bütün şirketler için optimum ticaret anlayışının eşdeğer olabileceğini ve bu oyundaki şirketlerin sayısına bağlı olmadığını belirtmiştir. Son olarak da ticari eşitlik üzerine T/N oranı (T: Toplam test edilen tesislerin oranı, N: Test periyodundan sonra pazarın gerektireceği test edilen boğaların sayısı) ve kalıtım derecesine bakarak, hem kalıtım oranı hem de genetik ilerleme için Nash dengesini hesaplamıştır ve aile büyüklüğü optimum olan ticari şirketlerde, özellikle kalıtım derecesi küçük ise, genetik ilerlemenin daha az olduğunu belirtmiştir. Nihayet, bütün bu sonuçlardan rekabet ile beklenen genetik ilerlemede bir azalma ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada negatif ve pozitif genetik korelasyona sahip iki farklı veri seti kullanılmıştır. İlk veri seti negatif genetik korelasyona sahip olan, özel bir süt sığırcılığı işletmesinden alınmış, laktasyon süt ve yağ verimi için DD'i belirlenmiş Jersey ırkı 5 baş boğa ve 50 baş ineğe ait verilerdir. (EK 1). İkinci veri seti ise pozitif genetik korelasyona sahip olan, yine özel bir Saanen keçi işletmesinden alınmış, doğum ve altıncı ay ağırlığı için DD'i belirlenmiş 5 baş teke ve 50 baş keçiye ait verilerden oluşmaktadır (EK 2). Analizlerin gerçekleştirilmesinde MATLAB V.7.12.0.635 161052 yazılımı lisans numarası ile kullanılmıştır ve kullanılan kodlar (Chatterjee, 2008) EK 3'de verilmiştir.

3.2. Yöntem

Hayvan ıslahının gerçekleştirilebilmesi için tek yol, herhangi bir yöntem ile hayvanların seleksiyona tabi tutulmasıdır. Seleksiyona tabi tutulan hayvanlar hazırlanan bir çiftleştirme programı çerçevesinde çiftleştirilerek gelecek generasyon elde edilmeye çalışılır. Seleksiyon, birden fazla verimin söz konusu olduğu durumlar için indeks yöntemi kullanılması suretiyle uygulanabilir. $I = W_A \times A + W_B \times B + \dots + W_K \times K$ formülünde (W_A, W_B, W_K) her verimin ekonomik özelliğine ait ağırlık katsayısıdır ve buradan yola çıkılarak indeks değerleri hesaplanır. İndeksler büyükten küçüğe doğru sıralanır ve her erkek için dişi hayvanlar belirlenir. (Düzgüneş vd, 1996)

Bu çalışmada kullanılan materyale ait verilerden hesaplanmış DD'lere klasik ıslah yaklaşımında uygulanan seleksiyon indeksinin yanısıra, boğalar ve ineklerin 'sıfır toplamsız ve işbirlikçi olmayan oyun' şeklinde kurgulanan oyun teorisi yaklaşımı uygulanmıştır.

İki oyunculu sonlu normal formda bir oyun, oyuncular kümesi $N = \{1, 2\}$ ve stratejiler kümesi S_1 ve S_2 olmak üzere, mümkün olan her stratejiye karşılık gelen faydaların, her bir hücreye yazılması suretiyle bimatrix formatında çizelge 3.1 deki gibi gösterilir (Anonymous, 2017; Quint vd, 1995).

Çizelge 3.1. İki oyunculu normal formda bir oyunun bimatrix şeklinde gösterimi.
(Anonymous, 2017)

		2.oyuncu			
		l_1	l_2	$\dots$	l_n
1.oyuncu	k_1	(a_{11}, b_{11})	(a_{12}, b_{12})		(a_{1n}, b_{1n})
	k_2	(a_{21}, b_{21})	(a_{22}, b_{22})		(a_{2n}, b_{2n})
	$\cdot$				
	$\cdot$				
	k_m	(a_{m1}, b_{m1})	(a_{m2}, b_{m2})		(a_{mn}, b_{mn})

1. oyuncunun strateji kümesi $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$

2. oyuncunun strateji kümesi $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$

p_1 : 1. oyuncunun fayda fonksiyonu

p_2 : 2. oyuncunun fayda fonksiyonunu ifade etmek üzere ;

(m_i, n_j) strateji çiftleri seçildiği zaman,

1. oyuncunun kazancı $a_{ij} = p_1(m_i, n_j)$

2. oyuncunun kazancı $b_{ij} = p_2(m_i, n_j)$ olur (Anonymous, 2017)

İşbirlikçi olmayan oyunların varsayımları:

1) Oyuncular stratejilerini aynı anda seçerler. Her oyuncu ortak strateji sonucunda oluşan faydayı kabul eder.

2) Her oyuncu rasyoneldir, kendi faydasını maksimize etmeye çalışır.

3) Her oyuncu diğer oyuncuların rasyonel olduğunu bilir ve bu ortak bilgidir (Apt, 2015).

3.2.1. Pür Strateji Nash Dengesi

İşbirlikçi olmayan bir oyunda $n > 1$ iken oyuncular kümesi $N = \{1, \dots, n\}$ olsun.

i : Herhangi bir oyuncu

S_i : Herhangibir i oyuncusunun strateji kümesi

S_{-i} : Herhangibir i oyuncusu dışındaki oyuncuların stratejilerinin kümesi

$S_1, \dots, S_n$: Oyuncuların strateji kümesi

$P_1, \dots, P_n$: Oyuncuların fayda fonksiyonunu ifade etsin.

işbirlikçi olmayan bir oyun

$$G = (N, (S_i)_{i \in N}, (p_i)_{i \in N}) \text{ ya da}$$

$$G = \{S_1, \dots, S_n, p_1, \dots, p_n\} \quad (3.1)$$

şeklinde tanımlanır.

*Bütün $i \in N$ için $S_i \neq \emptyset$

$$* p_i, S = \prod_{-i \in N} S_{-i}$$

$$p_i = \underbrace{S_1 \times \dots \times S_n}_S \rightarrow R \quad (\text{Sudhölter, 2004}). \quad (3.2)$$

En İyi Tepki Fonksiyonu

s : Herhangibir strateji profili olmak üzere $s \in S$ dir.

s_i : i oyuncusunun herhangi bir stratejisi

s_{-i} : i oyuncusu dışındaki oyuncuların herhangi bir stratejisi

s'_i : i oyuncusunun olası stratejisi

$\phi_i(s_{-i})$: i oyuncusunun en iyi strateji kümesi olmak üzere aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibidir.

$$\begin{aligned}\phi_i(s_{-i}) &\equiv \arg \max_{s_i \in S_i} p_i(s_i, s_{-i}) \\ &\equiv \left\{ s_i \in S_i : \underbrace{p_i(s_i', s_{-i}) \geq p_i(s_i, s_{-i})}_{i \text{ oyuncusunun en iyi tepki fonksiyonu}} \forall s_i' \in S_i \right\}\end{aligned}\quad (3.3)$$

şeklinde yazılır (Bergemann, 2006; Yılmaz, 2012).

Örneğin iki oyunculu bir oyun için, her iki oyuncunun diğerine karşı en iyi tepkisi:

$$\begin{aligned}s_1^* &= \phi(s_2^*) & (s_1^* : 1.\text{oyuncunun strateji profili}) \\ s_2^* &= \phi(s_1^*) & (s_2^* : 2.\text{oyuncunun strateji profili})\end{aligned}$$

şeklindedir.

$$\frac{\partial p_i(s_1, \dots, s_n)}{\partial s_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ve

$$\frac{\partial^2 p_i}{\partial s_i^2} \leq 0 \quad \text{olmalıdır.}$$

Oluşan n tane denklemin aynı anda çözülmesi ile elde edilen denge Nash dengesidir. O halde s^* strateji profilinin Pür Strateji Nash Dengesi olma durumu, bir oyuncunun stratejisinin, diğer oyuncuların stratejilerine karşı en iyi tepki olmasından dolayıdır. $((s^* \in \emptyset(s^*)))$ olmak koşulu ile $s^* = (s_1^*, s_2^*)$. Sonuç olarak pure strateji Nash dengesi aşağıdaki eşitlikte tanımlandığı gibidir (Yılmaz, 2012; Bergemann, 2006).

$$p_i(s_i^*, s_{-i}^*) \geq p_i(s_i, s_{-i}^*), \quad \forall i \in N, \quad \forall s_i \in S \quad (3.4)$$

Kesinlikle Domine Edilen Stratejilerin Adımsal Eleminasyonu

Rasyonel bir oyuncunun diğer oyuncuların stratejilerine karşı kesinlikle oynamayacağı strateji kesin mahkum stratejidir (Gibbons, 1992). Her oyuncu diğer oyuncunun kesin mahkum olan stratejiyi oynamayacağını bildiğinden bu stratejiler oyundan silinir. Bu işlem ‘kesinlikle domine edilen stratejilerin adımsal elenmesi’ olarak adlandırılır ve eleminasyon işlemi her $i \in N$ oyuncu için S_i^k ($k=0,1,2,\dots$) strateji setinin küçülen bir sıra halinde yinelemeli olarak inşa edilmesi sonucu oluşan bir algoritmadır. Aşağıdaki eşitlikte görüldüğü üzere her bir adımda kesin mahkum stratejilerin silinmesi sonucu, yeni bir oyun elde edilir ve bu

işlem dördüncü adımda son bulur (Sgroi, 2017). Çünkü bu adımda sonra, S_i^∞ strateji, başka stratejiler tarafından mahkum edilemez (Möbius, 2008). Dolayısıyla, bir stratejinin tam olarak domine edilmesi, diğer oyuncuların stratejilerine karşı en iyi tepki olmamasından kaynaklanır (Gibbons, 1992).

1. adım

$$k = 0 \text{ için } S_i^0 = S_i$$

2. adım

$$S_i^1 = \left\{ s_i \in S_i^0 \setminus \exists s_i' \in S_i^0 p_i(s_i', s_{-i}) > p_i(s_i, s_{-i}) \forall s_{-i} \in S_{-i}^0 \right\}$$

3. adım $k+1$

$$S_i^{k+1} = \left\{ s_i \in S_i^k \setminus \exists s_i' \in S_i^k p_i(s_i', s_{-i}) > p_i(s_i, s_{-i}) \forall s_{-i} \in S_{-i}^k \right\}$$

4. adım

$$S_i^\infty = \bigcap_{k=1}^\infty S_i^k \text{ (Sgroi, 2017).} \quad (3.5)$$

3.2.2. Karma Strateji Nash Dengesi

Bazı oyunlarda pure strateji Nash dengesi yoktur. Nash dengesini bulmak amacıyla karma (mixed) strateji kullanılması gerekir ve bu oyun stratejilerin rassallaştırılması suretiyle oynanır.

$\sum_i$, herhangi bir i oyuncusunun karma strateji uzayı olmak üzere, S_i , $\sum_i$ üzerine olasılık dağılımlarının kümesidir.

σ_i , i oyuncusunun karma stratejisi olmak üzere $\sigma_i \in \sum_i$ ise, o zaman $\sigma_i(s_i)$, i oyuncusunun s_i seçme olasılığıdır (Bergemann, 2006).

Sonlu boş küme olmayan S_i üzerine olasılık dağılımı $s_i: S_i \rightarrow [0,1]$ dir.

$$\sum_{s_i \in S_i} \sigma_i(s_i) = 1 \text{ olur (Apt, 2015).}$$

σ : Herhangi bir karma strateji profili

σ_{-i} : i oyuncusu dışındaki oyuncuların karma stratejisi

σ'_i : i oyuncusunun olası stratejisi

σ'_{-i} : i oyuncusu dışındaki oyuncuların olası stratejisi

σ_i^* : i oyuncusunun karma strateji profili

σ_{-i}^* : i oyuncusu dışındaki oyuncuların karma strateji profili

σ^* : Karma strateji profili.

i oyuncusunun en iyi karma stratejisi;

$\phi_i(\sigma_{-i})$: i oyuncusunun en iyi karma strateji kümesi olmak üzere:

Sonuç itibariyle, karma strateji uzayını açıklamak için karma strateji üzerindeki fayda aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\begin{aligned} p_i(\sigma_i, \sigma_{-i}) &= \sum_{s_i \in S_i} p_i(s_i, \sigma_{-i}) \sigma_i(s_i) \\ &= \sum_{s \in S} p_i(s_i, s_{-i}) \left(\prod_{j=1}^n \sigma_j(s_j) \right) \end{aligned} \quad (3.6)$$

Yukardaki eşitlikteki fayda fonksiyonu, bireylerin seçecekleri stratejiler için beklenen fayda (von-Neumann Morgenstern (VNM)) olmalı şeklinde yorumlanabilir.

$$\begin{aligned} \phi_i(\sigma_{-i}) &\equiv \arg \max_{\sigma_i \in \sum_i} p_i(\sigma_i, \sigma_{-i}) \\ &\equiv \left\{ \sigma_i \in \sum_i : p_i(\sigma'_i, \sigma_{-i}) \geq p_i(\sigma_i, \sigma_{-i}) \forall \sigma_i \in \sum_i \right\} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Örneğin iki oyunculu bir oyun için, σ^* bir karma stratejisinin Nash dengesi olma durumu, bir oyuncunun karma stratejisinin, diğer oyuncuların karma stratejilerine karşı en iyi tepki olmasından dolayıdır.

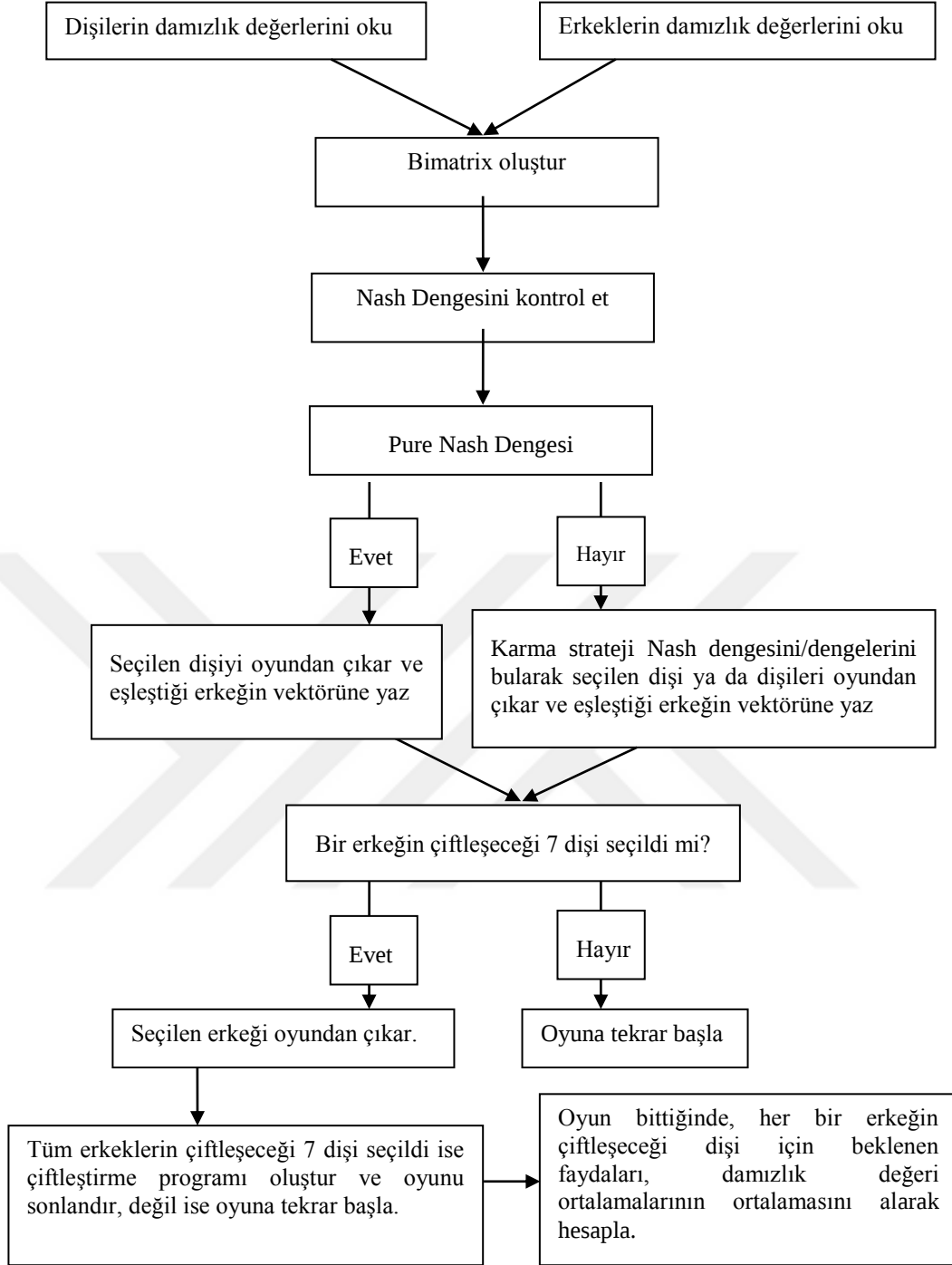
$$(\sigma^* = (\sigma_1^*, \sigma_2^*).$$

Karma stratejisi Nash dengesi aşağıdaki eşitlikte tanımlandığı gibidir (Bergemann, 2006).

$$p_i(\sigma_i^*, \sigma_{-i}^*) \geq p_i(\sigma_i, \sigma_{-i}^*), \quad \forall i \in N, \quad \forall \sigma_i \in \sum_i \quad (3.8)$$

Bu çalışmada, toplam 5 erkek ve her bir erkeğin çiftleşeceği 7 dişi için kurgulanan oyunun algoritması şekil 3.1’de belirtildiği gibidir.





Şekil 3.1. Toplam 5 erkek ve her bir erkeğin çiftleşeceği 7 dişi için kurgulanan oyunun algoritması.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Aralarında Negatif Genetik Korelasyon Olan Verimler İçin Analiz Sonuçları

Çiftleştirme programlarının oluşturulması amacıyla uygulanan seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yöntemleri için 5 boğanın çiftleştiği yedişer ineğe ait kulak numaraları sırasıyla Çizelge 4.1 ve 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programı.

İnek \ Boğa					
	101	106	110	111	122
1	341	480	306	416	483
2	484	444	407	475	473
3	454	461	477	437	487
4	298	481	476	447	479
5	452	279	450	482	420
6	434	323	457	440	431
7	435	469	406	464	474

Çizelge 4.2. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programı.

İnek \ Boğa					
	101	106	110	111	122
1	416	306	483	480	341
2	475	407	473	444	484
3	437	477	487	461	454
4	447	476	479	481	298
5	482	450	420	279	452
6	440	457	431	323	434
7	464	406	474	469	435

Seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yöntemleri ile boğaların çiftleştikleri ineklere ait beklenen faydalar ise sırasıyla Çizelge 4.3 ve 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.

İnek \ Boğa					
	101	106	110	111	122
1	-104.2020	137.3608	-0.78925	179.3263	254.9593
2	-106.1850	135.2510	-1.12725	175.5315	249.543
3	-121.6430	120.8415	-1.8700	169.5128	247.7928
4	-128.7960	119.1960	-3.95575	168.7908	230.0945
5	-132.4470	116.7018	-9.7675	167.2923	218.7615
6	-133.110	113.5358	-11.4408	164.5888	215.6565
7	-137.3990	111.3715	-24.9918	162.1068	200.1403
$\sum BF_i$	-863.78	854.26	-53.94	1187.15	1616.95
VK	10.82	8.42	113.16	3.55	8.90
$\sum BF$	2740.63				

Çizelge 4.4. Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.

İnek	Boğa				
	101	106	110	111	122
1	-19.3180	106.5858	114.1018	155.4753	109.8100
2	-23.1128	106.2478	108.6855	153.3655	107.8278
3	-29.1315	105.5050	106.9353	138.956	92.3695
4	-29.8535	103.4193	89.2370	137.3105	85.21675
5	-31.3520	97.6075	77.9040	134.8163	81.56525
6	-34.0555	95.93425	74.7990	131.6503	80.90225
7	-36.5375	82.38325	59.2827	129.4860	76.6130
$\sum BF_i$	-203.3610	697.6828	630.9453	981.0598	634.3045
VK	20.70	8.75	22.82	7.33	14.73
$\sum BF$	2740.63				
VK	75.11				

4.2. Aralarında Pozitif Genetik Korelasyon Olan Verimler İçin Analiz Sonuçları

Çiftleştirme programlarının oluşturulması amacıyla uygulanan seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yöntemleri ile 5 tekenin çiftleştiği 7 keçiye ait kulak numaraları sırasıyla Çizelge 4.5 ve 4.6’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programı.

Teke Keçi					
	101	102	110	115	119
1	127	128	107	139	133
2	108	137	112	140	144
3	146	142	116	130	132
4	113	104	152	148	153
5	150	138	124	120	129
6	114	143	149	141	154
7	102	147	109	155	131

Çizelge 4.6. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programı.

Teke Keçi					
	101	102	110	115	119
1	140	121	105	153	133
2	149	155	106	154	132
3	138	148	137	142	131
4	139	150	116	152	144
5	146	151	118	107	130
6	147	120	117	108	129
7	104	128	102	141	143

Seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yöntemleri ile tekelerin çiftleştikleri keçilere ait beklenen faydalar ise sırasıyla Çizelge 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.

Keçi	Teke				
	101	102	110	115	119
1	-0.6982	0.1768	-0.4732	1.5518	2.7268
2	-0.7232	0.1268	-0.4982	1.5018	2.5518
3	-0.7232	0.1018	-0.4982	1.5018	2.4768
4	-0.8232	0.0018	-0.5732	1.5018	2.4518
5	-0.8732	0.0018	-0.6232	1.4768	2.2518
6	-0.9232	0.0018	-0.6482	1.4518	2.2268
7	-0.9232	-0.1482	-0.6732	1.4518	2.2018
$\sum BFi$	-5.6874	0.2626	-3.9874	10.4376	16.8876
VK	12.03	287.5558	14.2053	2.342716	8.090315
$\sum BF$			17.91		
VK			247.24		

Çizelge 4.8. Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait beklenen fayda.

Keçi \ Teke					
	101	102	110	115	119
1	-0.0232	-1.0732	-1.4482	1.9518	2.7268
2	-0.6732	0.2518	-1.3732	1.7268	2.4768
3	-0.3232	0.3018	-0.1732	1.3018	2.2018
4	0.0268	-0.5482	-0.4982	0.9268	2.5518
5	-0.7232	-0.9982	-1.0232	1.0268	2.0018
6	-0.4732	0.2768	-1.1232	0.8018	2.2518
7	-0.3232	0.1768	-0.8982	1.4518	1.7018
$\sum BFi$	-2.5124	-1.6124	-6.5374	9.1876	15.9126
VK	81.1166	271.097	49.2836	32.48979	15.34977
$\sum BF$	14.434				
VK	309.99				

Çizelge 4.9. Seleksiyon indeksi ve oyun teorisi yaklaşımından elde edilen sonuçlara ait karşılaştırmalar.

	Negatif genetik korelasyon		Pozitif genetik korelasyon	
	BF	VK	BF	VK
Seleksiyon indeksi	548.13 ± 447.24	28.97 ± 21.08	3.58 ± 4.35	64.84 ± 55.71
Oyun Teorisi	548.13 ± 198.60	14.87 ± 3.09	2.89 ± 4.17	89.87 ± 46.59
Mann Whitney için P	0.602	0.602	0.754	0.117

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hayvan ıslahında, populasyonda istenilen özelliklere ait genotipik değerin yükseltilmesi ve istenilen genotiplerin populasyondaki miktarını arttırmak hedeflenir. Tabi ki uygulama esnasında ele alınan karakterin ekonomik önemi de bu esnada dikkate alınmalıdır.

Klasik ıslahta birden fazla karakter için uygulanan seleksiyon indeksi yöntemi birey özelliklerinin doğrusal kombinasyonu olarak hesaplanmaktadır ve seleksiyonda maksimizasyon hedeflenmektedir (Henderson, 1961; Cerón-Rojas vd, 2015). Dişiler ve erkekler için ayrı ayrı hesaplanmış indeks katsayılarının karşılıklı olarak büyükten küçüğe sıralanması suretiyle yapılabilir ve böylece bir çiftleştirme programı oluşturulabilir. Bu yöntem günümüzde çeşitli avantajları bakımından hala popülerliğini korumasına rağmen, indeks denklemini hesaplarken kullanılan değerlerin yüksek örnekleme hataları içermesi, her genotipin, populasyon genotipine katkı paylarının değişmesi ve bireyleri maksimize etmesi ile birlikte verimin ekonomik katkısı da baz alındığında hesaplamaları zorlaştırmakta, ayrıca bu ve buna benzer birtakım dezavantajları da beraberinde getirmektedir (Düzgüneş vd, 1996). Seleksiyon indeksi yönteminin en belirgin problemlerinden birisi, bireyler seçilirken indekse giren özelliklerin pozitif ya da negatif yönde kontrol dışı olarak değişebilmesidir (Cerón-Rojas vd, 2015). Geliştirilen oyun teorisi yaklaşımında popülasyonun beklenen faydası optimize edildiğinden bu sorun ortadan kalkmaktadır.

Bu çalışmada bir hayvan çiftleştirme programı oluşturabilmek amacıyla kullanılan oyun teorisi yöntemi temelini populasyon faydasını gözetmek suretiyle uygulamakta ve seleksiyon indeksi gibi tek tek bireylerin faydasını temel alarak yola çıkmamaktadır.

Aralarında negatif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ve oyun teorisi ile oluşturulan çiftleştirme programı incelendiğinde, damızlığa seçilen hayvanların her iki yöntemde de aynı olduğu görülmüştür. Yani negatif genetik korelasyona sahip verilerde, yöntemlerin damızlık seçimi üzerine etkisi bulunmamıştır. Fakat yöntemler arasında boğaların çiftleşeceği inekler

bakımından farklılık vardır. Dağılım incelendiğinde ineklerin blok halinde farklı boğalara verildiği (indeks yönteminde 101 nolu boğaya verilen inekler, oyun teorisi yaklaşımında 122 nolu boğaya vb) ve ayrıca her iki yöntemde de toplam beklenen faydanın birbirine eşit (2740.6320) olduğu görülmektedir. Bu duruma damızlığa seçilen ineklerin aynı olması, ayrıca seçilen ineklerin DD'lerinin yakınlığının neden olduğu düşünülmektedir. VK incelendiğinde oyun teorisi yaklaşımı ile gerçekleştirilen çiftleştirme programından elde edilen değerin seleksiyon indeksine göre gerçekleştirilen çiftleştirme programından elde edilen değerden çok daha düşük olduğu görülmüştür ($75.11 < 166.28$). Bu sonuç, oyun teorisi yaklaşımı ile gerçekleştirilen çiftleştirme programından elde edilecek yeni generasyonun seleksiyon indeksi yöntemine göre daha homojen bir beklenen faydaya sahip olacağının göstergesidir.

Her bir boğaya ait beklenen fayda ve VK bakımından yapılan karşılaştırmada seleksiyon indeksi yönteminde 110 kulak numaralı boğanın beklenen faydasının oyun teorisinde arttığı ($-53.94 < 630$) ve VK'nın ise düştüğü ($166.28 < 75.11$) gözlenmiştir. 122 kulak numaralı boğada ise seleksiyon indeksi yönteminde oyun teorisine göre beklenen faydanın neredeyse % 61 düştüğü ($1616.95 < 634$) VK'nın ise neredeyse iki katı arttığı ($8.90 > 14.73$) görülmüştür. Bu sonuç oyun teorisi yönteminin populasyon faydasını gözleterek, daha homojen bir çiftleştirme programı oluşturduğunu ve böylece hayvan ıslahı anlamında populasyonda istenilen özellikte genotiplerin artmasının, hayvan yetiştirme anlamında ise bakım ve besleme koşullarının benzerliği ile sürü yönetiminin kolaylaştırması gibi bir takım avantajlar sağlanmasının muhtemel olduğunu göstermektedir.

Aralarında pozitif genetik korelasyon olan verimler bakımından seleksiyon indeksi ve oyun teorisi ile oluşturulan çiftleştirme programının incelenmesiyle damızlığa seçilen hayvanların her iki yöntemde de aynı olmadığı görülmüştür. Damızlık olarak belirlenen hayvanların %82.86'sının benzer olduğu, %17.14 oranında farklı hayvanların damızlığa dahil edildiği anlaşılmıştır. Çiftleştirme programları incelendiğinde her teke için belirlenen en az bir keçinin her iki yöntemde de aynı olduğu gözlemlenirken 119 numaralı teke için her iki yöntemde dişilerin %71.42'sinin aynı (5/7) keçilerden oluştuğu belirlenmiştir.

Seleksiyon indeksi ile oluşturulan çiftleştirme programına ait toplam beklenen faydanın oyun teorisi yaklaşımı ile oluşturulan çiftleştirme programına ait toplam beklenen faydadan çok az yüksek olduğu gözlemlenmiştir ($17.913 > 14.438$). VK bakımından yapılan karşılaştırmada ise seleksiyon indeksi ile oyun teorisine kıyasla yaklaşık %25 daha homojen bir sürü yapısı elde etmesi beklenmektedir ($247.24 < 309.99$).

Çiftleştirme programının her iki yöntem bakımından sütun olarak incelenmesi neticesinde; negatif genetik korelasyon içeren özellikler için, her bir boğanın çiftleştiği ineğin beklenen faydalarının küçükten büyüğe doğru bir seçim şeklinde sıralandığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3 ve 4.4). Pozitif genetik korelasyon içeren özellikler bakımından sütun olarak incelendiğinde, beklenen faydanın seleksiyon indeksi ile oluşturulan seçimler için doğal olarak küçükten büyüğe, oyun teorisi yönteminde ise bir sıralama dahilinde değilde karmaşık bir yapıda olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Hem negatif hem de pozitif genetik korelasyon içeren iki veri seti için iki yöntemin ortak özelliği en iyi optimize eden boğa/teke bittikten sonra diğer boğalar/tekelere geçilmektedir. Bu durum ise verilerin kardinal değerlerine (sayısal büyüklüklerine) bağlı olabileceği kanısını uyandırmaktadır.

Bu çalışmada yukarda bahsedilen açıklamalar gözönünde bulundurularak, ‘Oyun teorisi en iyi sonucu pozitif genetik korelasyon içeren veriden ziyade negatif genetik korelasyon içeren veri de vermektedir’ gibi genel bir ifade birtakım hatalara sebebiyet verebilir. Ayrıca Çizelge 4.9. incelendiğinde negatif ve pozitif genetik korelasyon bakımından normal dağılış göstermeyen veri setleri için uygulanan Mann Whitney U testi ile yapılan karşılaştırmada toplam beklenen fayda ve VK bakımından aralarında istatistiki anlamda bir fark olmadığını görülmüştür. Bu durumun, ‘oyun teorisinin seleksiyon indeksine göre bir üstünlüğü yoktur’ şeklinde bir genelleştirilmeye gidilmesi de yanlış yorumlamalara sebebiyet verebilir.

Elde edilen sonuçlara göre özellikle aralarında negatif genetik korelasyona sahip olan özellikler bakımından seleksiyon yapılması ve çiftleştirme programı uygulanması amaçlandığında oyun teorisi yaklaşımının daha homojen bir gelecek generasyon beklenen faydası ürettiği anlaşılmaktadır. Hayvan ıslahında gelecek generasyonun beklenen faydasının homojenliği önem kazanmaya başlamış olup

bunun nedeni ortaya çıkacak çevre şartlarına verilen tepkiye ait varyansın azalmasını ve dolayısıyla çevre şartlarının daha kolay kontrol edilebilmesini sağlayacak olmasıdır (Formoso-Rafferty vd, 2016). Islah edilecek olan karakterin homojenliği hayvan ıslahında kullanılan istatistiksel yöntemlerin başarısını da artırmaktadır (Langhammer vd, 2014). Hayvan ıslahında özellikler besi ile ilgili karakterler için erkek bireylerin seçimi ve bunların maksimizasyonu temel alınmakta olsa da her iki cinsiyetin optimizasyonu konusu daha önemlidir. Elde edilecek döl poplasyonunda homojenliğin artırılması istenmektedir. Bu sayede uygulamada çevre şartlarının çok daha kolaylıkla yönetilmesi mümkün olacak ve işletme maliyetleri azaltılabilecektir. Bu bakımdan döl popülasyonunun homojen elde edilebilmesi önem arz etmektedir (Garrick vd, 2010).

Tüm analiz sonuçları gözönünde bulundurularak, hayvan çiftleştirme programları için yeni bir yaklaşım olan oyun teorisi yöntemi konusunda daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliği oldukça açıktır.

KAYNAKLAR

- Aktan, C. C. and Bahçe A. B. 2007. Kamu Tercihi Perspektifinden Oyun Teorisi, Seçkin Yayınları, 16, Ankara.
- Anonymous, 2017. Bimatrix games. http://euler.fd.cvut.cz/predmety/game_theory/games_bim.pdf (Erişim tarihi: 24.05.2017).
- Apt, K. R. 2015. Strategic games. <https://homepages.cwi.nl/~apt/stra13/stra13.pdf> (Erişim tarihi: 15.06.2016)
- Bauer, S., and Klaassen, M., 2013. Mechanistic models of animal migration behaviour—their diversity, structure and use. *Journal of Animal Ecology*, 82:3, 498-508. doi: 10.1111/1365-2656.12054
- Bergeman, D. 2006. *Game Theory and Information Economics*, Springer-Verlag, 110, Berlin Heidelberg.
- Bergeman, D. 2006. *Game theory and information economics*. Springer-Verlag, 109, Berlin Heidelberg.
- Bshary, R. and Oliveira, R. F. 2015. Cooperation in animals: toward a game theory within the framework of social competence. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 31-37. doi:10.1016/j.cobeha.2015.01.008
- Camerer, C. F. 2003. Behavioural studies of strategic thinking in games. *Trend in Cognitive Sciences*, 7:5, 225-231. doi:10.1016/S1364-6613(03)00094-9
- Cerón-Rojas, J. J., Crossa, J., and Sahagún-Castellanos, J. 2015. Statistical sampling properties of the coefficients of three phenotypic selection indices, *Cropp Science*, 56: 51 – 58.
- Chatterjee, B. 2008. Bimatrix game MATLAB Central File Exchange. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/22356> (Erişim Tarihi: 01.08.2016).
- Dall, S. R. X., Mcnamara, J. M., Wedell, R. and Hosken, D. J. 2006. Debating Sexual Selection and Mating Strategies. *Science*, 689-697.
- Dietemann, V., Zheng, H-Q., Hepburn C., Hepburn., R. H., Jin, S., Crewe, R. M., Radloff, S. E., Hu, F. and Pirk, C. W. W. 2008. Self Assessment in Insects: Honeybee Queens Know Their Own Strength. *PLOS One*, 3:1, doi: 10.1371/journal.pone.0001412.
- Düzgüneş, O. Eliçin, A. ve Akman, N. 1996. *Hayvan ıslahı*, Ziraat Fakültesi yayınları no: 1437, 551, Ankara.
- Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. and Gutiérrez, J. P. 2016. Correlated genetic trends for production and welfare traits in a mouse population divergently selected for birth weight environmental variability, *Animal*, 10(11): 1770 – 1777.

- García -Cortes, L. A., Yagüe, G. and Moreno, C. 2000. Optimum family size in progeny testing and the theory of games, *Livestock Production Science*, 64:2, 193-202.
- Garrick, D., Bullock, D., Enns, R. M., Imumorin, I., Mistzal, I. and Kappes, S. 2010. Beef sire selection manual, National Beef Cattle Evaluation Consortium, 87, Ames.
- Gibbons, R. 1992. *Game theory for applied economists*. Princeton University Press, 257, New Jersey.
- Henderdson, C. R. 1961. Statistical Genetics and Plant Breeding, National Academy of Science National Research Council, 623, Washington.
- Hofmann, H. A. and Schildberger, K. 2001. Assessment of strength and willingness to fight during aggressive encounters in crickets. *Animal Behaviour*, 62:2, 337-348. doi:10.1006/anbe.2001.1746
- Kaygısız, A. ve Vanlı, Y. 1997. Van Tarım Meslek Lisesi Esmer Sığır Sürüsünün Genetik Analizi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3:2, 23-32.
- Kuwamura, T. 1997. Evolution of female egg care in harem triggerfish, *Rhinecanthus aculeatus*. *Ethology*, 103: 1015-1023.
- Langhammer, M., Michaelis, M., Hoeflich, A., Sobczak, A., Schoen, J. and Weitzel, J. M. 2014. High-fertility phenotypes: two outbred mouse models exhibit substantially different molecular and physiological strategies warranting improved fertility, *Reproduction*, 147: 427 – 433.
- Mitchell, K. and Ryan, S. 2002. Game theory models of animal behavior, COMAP, Inc., 44, Lexington.
- Möbius, M. M. 2008. Lecture III: Normal form games, rationality and iterated deletion of dominated strategies. <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic449892.files/lecture3.pdf> (Erişim tarihi: 13.03.2017)
- Plaistow, J. S., Johnstone, R. A., Colegrave, N. and Spencer M. 2004. Evolution of alternative mating tactics: conditional versus mixed strategies, *Behavioral Ecology*, 15:4, 534–54, doi: 10.1093/beheco/arh029
- Quint, T., Shubik, M. and Yan, D. 1995. *Dumb bugs and bright noncooperative players: games, context and behavior*. Cowles Foundation Discussion Paper No: 1094, 31, Connecticut.
- Rasmusen, E. 2006. *Games and Information: An Introduction to Game Theory* (Fourth edition), Blackwell Publishing, 521, MA, USA
- Ridley, M. 1997. *The Origin of Virtue*, Penguin Books, 304, London.
- Schuster, P. and Sigmund, K. 1985. Towards a dynamics of social behaviour: strategic and genetic models for the evolution of animal conflicts, *Journal of Social and Biological Structures*, 8, 255- 277.
- Sgroi, D. 2017. Dominant Strategies, https://www2.warwick.ac.uk/fac/soc/economics/staff/dsgroi/ec202/w06_dominant_strategies_and_iesds.pdf (Erişim tarihi: 17.10.2017)

- Sudhölter, P. 2004. Noncooperative and cooperative games: Theory and applications, Denmark. Retrieved from <http://www.sam.sdu.dk/~psu/teaching/phd/draft.pdf>
- Turner, G. F. and Huntingford, F.A. 1986. A problem for game theory analysis: Assessment and intention in male mouthbrooder contests, *Animal Behaviour*, 34, 961-970. doi: 10.1016/S0003-3472(86)80155-5
- Turocy, T. L. and Stengel, V. S. 2002. *Game theory*. Encyclopaedia of Information Systems, Academic Press, 39, London.
- Wilhelm, M., Chhetri, M., Rychtar, J. and Rueppell, O. 2011. A game theoretical analysis of the mating sign behavior in the Honey bee. *Bulletin of Mathematical Biology*,;73(3): 626-38. doi: 10.1007/s11538-010-9544-1.
- Yardımcı, A. 2014. Sanayi kümelenmelerinde nash dengesi: Kavramsal bir inceleme, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 26: 1, 22-30.
- Yılmaz, E. 2012. *Oyun Teorisi* (ikinci baskı), Literatür Yayıncılık, 426, İstanbul. EK 1 Negatif Genetik Korelasyona Sahip analiz edilen veriler.

EKLER

EK 1. Negatif Genetik Korelasyona Sahip Analiz Edilen Veriler

Dişiler

K.No	LSV için DD	YV için DD	K.No	LSV için DD	YV için DD
253	-276,130	-0,047	444	230,716	-0,136
279	156,732	-0,349	447	292,370	-0,089
298	-103,566	0,079	450	80,145	-0,139
306	115,854	0,065	452	-117,989	-0,104
307	-467,285	0,120	454	-74,747	-0,129
323	143,689	0,030	457	73,294	0,019
334	-226,791	0,261	460	-268,108	0,131
341	-5,187	0,073	461	172,834	0,108
356	-439,637	-0,195	464	265,578	-0,033
403	-169,686	0,064	469	135,152	-0,090
405	-459,707	0,084	472	-149,400	-0,331
406	19,199	-0,090	473	553,995	-0,177
407	114,547	0,020	474	356,434	-0,227
409	-188,493	-0,071	475	319,258	-0,014
410	-485,604	0,091	476	103,235	0,018
411	-368,703	0,102	477	111,782	-0,186
416	334,527	-0,104	478	-268,773	-0,162
420	430,782	-0,090	479	476,097	-0,073
422	-445,087	0,042	480	239,102	-0,083
431	418,015	0,257	481	166,612	-0,252
434	-120,887	0,142	482	286,480	-0,193
435	-137,910	0,008	483	575,545	-0,062
436	-284,663	0,007	484	-13,004	-0,039
437	295,231	-0,062	485	-160,328	-0,009
440	275,458	0,015	487	546,973	-0,156

Erkekler

K.No	LSV için DD	YV için DD
101	-411,725	0,030
106	310,589	-0,165
110	-119,259	0,183
111	382,993	-0,111
122	444,577	-0,223

EK 2. Pozitif Genetik Korelasyona Sahip Analiz Edilen Veriler

Dişiler

K.No	DA için DD	SKA için DD	K.No	DA için DD	SKA için DD
133	1,5554	3,4482	124	-0,8446	0,4482
144	0,9554	3,3482	149	0,1554	-0,6518
132	1,1554	2,8482	109	-1,1446	0,5482
153	0,5554	3,3482	127	-0,3446	-0,2518
129	0,6554	2,4482	108	0,3554	-1,0518
154	0,5554	2,4482	146	-0,0446	-0,6518
131	0,9554	1,9482	113	-0,4446	-0,6518
139	-0,0446	2,3482	150	0,2554	-1,5518
140	0,1554	1,9482	114	-0,4446	-1,0518
130	0,7554	1,3482	102	-0,3446	-1,1518
148	0,2554	1,8482	135	-0,5446	-1,1518
120	0,1554	1,8482	125	-0,6446	-1,1518
141	0,3554	1,5482	118	-0,2446	-1,7518
155	0,1554	1,7482	136	-0,3446	-1,7518
128	0,1554	1,4482	117	-0,2446	-2,1518
137	-0,1446	1,5482	111	-0,9446	-1,5518
142	0,4554	0,8482	126	-0,6446	-2,0518
104	-0,1446	1,0482	122	-0,8446	-1,9518
138	-0,0446	0,9482	145	-0,7446	-2,2518
143	0,5554	0,3482	151	0,2554	-3,3518
147	-0,0446	0,3482	123	-0,8446	-2,2518
107	0,3554	-0,1518	121	0,2554	-3,6518
112	-0,7446	0,8482	134	-0,7446	-2,6518
116	-0,2446	0,3482	106	-0,1446	-3,2518
152	0,4554	-0,6518	105	-0,1446	-3,5518

Erkekler

K.No	DA için DD	SKA için DD
101	-0,5446	-1,6518
103	-0,4446	-0,4518
110	0,0554	-2,1518
115	1,1554	2,7482
119	1,5554	4,3482

EK 3. Analizde Kullanılan Kodlar

```
disi =[
-0,3446  -1,1518
-0,1446   1,0482
.
.
.
0,5554   2,4482
0,1554   1,7482
]
```

```
erkek =[
-0,5446  -1,6518
-0,4446  -0,4518
0,0554   -2,1518
1,1554   2,7482
1,5554   4,3482
]
```

```
for i=1:50
for j=1:5
M(i,j)=disi(i,1)+erkek(j,1);
N(i,j)=disi(i,2)+erkek(j,2);
end
end
[A,B,a,b,iterations,err,ms]=bimat(M,N)
```

BİMATc:

```
function [A,B,a,b,iterations,err,ms]=bimat(M,N)
C=M+N;[m,n]=size(C);u=[];v=[];a=[];b=[];count=0;ms=[];
for i=1:m
for j=1:n
if (M(i,j)==max(M(:,j)) && N(i,j)==max(N(i,:)))
count=count+1;u(count)=i;v(count)=j;a(count)=M(i,j);b(count)=N(i,j);
end
end
```

```

end
end
if count>0
    for i=1:count
        ms=[ms ' (A' int2str(u(i)) ' ,B' int2str(v(i)) ' ) with payoff to 1st player='
            num2str(a(i)) ' and payoff to 2nd player=' num2str(b(i)) ' '];
    end
    ms=['The bimatrix game has pure Nash equilibria as:-' ms];
else
    ms=['The bimatrix game has no pure strategy Nash Equilibrium;'];
end
ms=[ms ' And one mixed strategy Nash Equilibrium is given in the solution
    matrix.'];
H=-[zeros(m,m) C zeros(m,2);C' zeros(n,n+2);zeros(2,n+m+2)];
f=[zeros(m+n,1);1;1];
Aeq=[ones(1,m) zeros(1,n+2); zeros(1,m) ones(1,n) zeros(1,2)];
beq=[1;1];b=zeros(m+n,1);
A=[zeros(m,m) M -ones(m,1) zeros(m,1); N' zeros(n,n+1) -ones(n,1)];
lb=[zeros(m+n,1);-inf;-
    inf];ub=[ones(m+n,1);inf;inf];options=optimset('Largescale','off','MaxIter',
    500);warning off all;
[x,fval,exitflag,output,lambda]=
    quadprog(H,f,A,b,Aeq,beq,lb,ub);X=roundn((x(1:m,1))',-
    6);Y=roundn((x(m+1:m+n,1))',-6);f=roundn(fval,-6);
switch exitflag
    case 1
        if abs(fval)<.05
            A=abs(X);B=abs(Y);iterations=output.iterations;a=roundn(x(m+n+1,1),-
                6);b=roundn(x(m+n+2,1),-6);err=abs(f);
            ms=[ms ' Also we mention that the mixed strategy solution is reasonably
                relevent!'];
        else
            A=abs(X);B=abs(Y);iterations=output.iterations;a=roundn(x(m+n+1,1),-
                6);b=roundn(x(m+n+2,1),-6);err=abs(f);
            ms=[ms 'Also we mention that the mixed strategy solution is not
                reasonably relevent!'];
        end
    case 4
        A=abs(X);B=abs(Y);iterations=output.iterations;a=roundn(x(m+n+1,1),-
            6);b=roundn(x(m+n+2,1),-6);err=abs(f);
        ms=[ms 'Also we mention that local minimizer was found!'];
    case 0
        A=abs(X);B=abs(Y);iterations=output.iterations;a=roundn(x(m+n+1,1),-
            6);b=roundn(x(m+n+2,1),-6);err=abs(f);
        ms=[ms 'Also we mention that the number of iterations is too large so the
            iteration scheme is not easily converging!'];
    case -2
        A=zeros(1,m);B=zeros(1,n);iterations=0;a=0;b=0;err=0;
        ms=['The optimization problem is infeasible!'];
    case -3

```

```

    A=zeros(1,m);B=zeros(1,n);iterations=0;a=0;b=0;err=0;
    msgn=['The optimization problem is unbounded!'];
case -4
    A=zeros(1,m);B=zeros(1,n);iterations=0;a=0;b=0;err=0;
    ms=['The optimization current search direction was not a descent direction.
        No further progress could be made.'];
case -7
    A=zeros(1,m);B=zeros(1,n);iterations=0;a=0;b=0;err=0;
    ms=['In the optimization process magnitude of search direction became too
        small. No further progress could be made.'];
otherwise
    A=zeros(1,m);B=zeros(1,n);iterations=0;a=0;b=0;err=0;
    ms=['The optimization problem has unexpected error!'];
end

```



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ebru ERGÜNEŞ BERKİN
Doğum Yeri : Antakya
Doğum Tarihi : 25.06.1978
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Hassa Lisesi (1994)
Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü (1999)
Yüksek Lisans : Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı (Eylül, 2004)
Doktora : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Zootečni Anabilim Dalı (Eylül, 2011-)

Çalıştığı Kurum

Koyunculuk Araştırma Enstitüsü (Ziraat Yüksek Mühendisi, 2014-)
Metro Cash and Carry (Enformasyon Destek Analisti, 2005-2010)

Yayınlar

Ergüneş Berkin, E. & Selim, E. (2017). Variations of Lactation Milk Yield for Anatolian Water Buffaloes Reared in Düzce during the ‘Anatolian Water Buffalo Breeding. Project. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 16-18 May, Tekirdag (Poster).

Selim, E. & Ergüneş Berkin, E. (2017). The First Five Years Results of Anatolian Water. Buffalo Breeding Project Reared in Düzce. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 16-18 May, Tekirdag (Oral).