

## Süt Sığırcılığında Yapay Zeka Teknolojisi: Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları

Ash Akıllı<sup>1</sup>, Hülya Atıl<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kırşehir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, İzmir

\*e-posta: hulya.atil@ege.edu.tr, Tel: +90 (232) 311 1451, Faks: +90 (232) 388 1867

### Özet

Yapay zeka, bilimsel araştırmalarda karmaşık problemlerin çözülmesi amacıyla oluşturulan modellerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarımsal alanda, özellikle hayvansal veriler üzerinde anlamlı ilişkilerin ortaya çıkarılması ve etkili hesaplama yöntemleri sayesinde araştırmacılara büyük faydalar sağlamaktadır. Bu çalışmada yetiştirici ve araştırmacılara, karar verme ve değerlendirme süreçlerinde kullanılan karar destek sistemleri sayesinde büyük kolaylıklar sağlayan “bulanık mantık” ile oldukça başarılı verim tahminleri ve çeşitli sınıflandırmalar gerçekleştiren “yapay sinir ağları” yöntemleri tanıtılacak ve süt sığırcılığı alanında geliştirilen uygulamalara yer verilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Bulanık mantık, bulanık küme, yapay sinir ağları, süt sığırcılığı, yapay zeka

### Artificial Intelligence Technologies in Dairy Science: Fuzzy Logic and Artificial Neural Network

#### Abstract

Artificial intelligence is widely used for models that created in order to solve complex problems in scientific researches. In agricultural study field, especially on animal data, in order to reveal meaningful relationships and it offers great benefits to researchers through effective methods of calculation. In this study, “artificial neural networks”, which achieved successful yield predictions and performs several classifications via “fuzzy logic”, will be introduced to researchers and breeders and also some applications in the field of dairy cattle given as well.

**Key words:** Artificial intelligence, artificial neural network, dairy cattle, fuzzy logic, fuzzy set

#### Giriş

İnsanlar algılama ve sezinleme gerektiren durumlarda zekasını kullanarak işlem yapmaktadırlar. Bilgisayarların insanların zeka yeteneklerini taklit etmesini sağlayan çeşitli yapay zeka yazılımları mevcuttur. Bilgisayarlara belirli ölçülerde, insanların sahip olduğu zeka yeteneği kazandırılmasında temel amaç, insan ve makine zekasının altında yatan ilkeleri anlayarak problem çözecek, insanlarla iletişim kuracak, fiziksel dünyayı algılayacak ve etkileşimde bulunacak bilgisayar tabanlı sistemler kurmak için yöntemler geliştirmektir (Baykal ve Beyan, 2004).

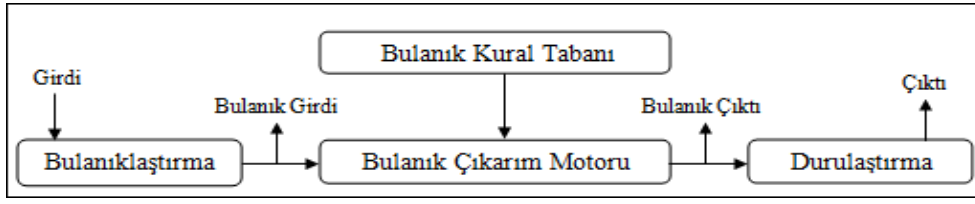
Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte yapay zeka alanında yapılan çalışmalar hız kazanmış, farklı problem türlerine yönelik çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Yapay zeka yöntemlerinin son yıllarda tarımsal alanda gittikçe artan bir kullanım oranına sahip olduğu görülmektedir. Özellikle ileriye dönük tahminler, sınıflandırma, optimizasyon ve oluşturulan karar destek sistemleri ile hayvancılık alanında çalışan araştırmacı ve yetiştiricilere büyük faydalar

sağlamaktadır. Yapay zeka teknolojileri tarımsal alanda bitkisel hastalıkların teşhisi, mahsul verimliliğinin belirlenmesi, otomasyon ve akıllı robotların kullanımı gibi uygulamaların gerçekleştirilmesini sağlarken; hayvancılık alanında mastitis ve topallık gibi hastalıkların teşhisinde, canlı ağırlık ve verim (süt, yumurta) tahmininde, hayvansal ürünlerin kalite değerlendirmesinde, seleksiyon ve ıslah çalışmalarında damızlık değer tahmini ve ayıklama kararlarının alınmasında, hayvan gübrelerinde besin içeriğinin tahminlenmesinde ve kızgınlık teşhisi gibi birçok konuda başarı ile uygulanabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında yapay zeka teknolojilerinden bulanık mantık ve yapay sinir ağları incelenecek ve süt sığırcılığı alanında kullanımına yönelik uygulamalara yer verilecektir.

#### Bulanık Mantık

İnsanlar belirsizlik içeren durumlarda karşılaştıkları problemleri sözel değişkenler kullanarak ifade etmektedirler. Olasılık teorisi gibi istatistiksel yöntemler belirsizlik içeren problemlerin çözümünde yetersiz



Şekil 1: Bulanık sistem genel yapısı (Akıllı ve ark., 2014)

kalmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen bulanık mantık yöntemi, sözel ifadeleri matematiksel bir temel ile buluşturarak bilgisayar ortamına aktarmaktadır. Böylece insan düşünce yapısının matematiksel modellemesi sağlanmaktadır.

Bulanık mantık teorisi, Azeri asıllı bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında yayınlanan “Fuzzy Sets” başlıklı makale ile duyulmuştur. Zadeh, klasik mantıktaki “0” ve “1” gibi kesin ayrımların yanı sıra, ara değerlerin de göz önünde bulundurulması gerekliliğine dikkat çekmiştir (Zadeh, 1965). Bulanık mantık ile oluşturulan sistemlerin yapısı bulanıklaştırma, çıkarım mekanizması ve durulaştırma olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Şekil 1’de sistemin genel yapısı görülmektedir.

Bulanıklaştırma aşamasında dışarıdan gelen kesin girdiler bulanık girdilere dönüştürülür. Bu işlem üyelik fonksiyonlarınca gerçekleştirilir. Bulanıklaştırma sürecinde üyelik fonksiyonları ile bu fonksiyonların x eksenindeki konumları ve alt küme sayıları belirlenmekte yani bulanık kümeler oluşturulmaktadır. Çıkarım mekanizmasında işlenmek üzere bulanık girdilerin elde edilmesi ile bulanıklaştırma aşaması tamamlanır (Klir ve Yuan, 1995; Akkaptan, 2012). Literatürde en fazla kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk, çan şeklinde, Gauss, Sigmoidal, S ve  $\Pi$  üyelik fonksiyonlarıdır. Sonraki aşamada veriler, çıkarım mekanizması tarafından “eğer-o halde” kural yapısına göre işlenmekte ve yapısal bir öğrenme sağlanmaktadır. Literatürde en fazla karşılaşılan çıkarım yöntemleri Mamdani yöntemi, Larsen yöntemi, Tsukamoto yöntemi ve Tagaki-Sugeno-Kang yöntemleridir. Son aşama olan durulaştırmanın amacı çıkarım mekanizmasınca elde edilen bulanık kümeleri, gerçek dünyada kullanmak üzere, kesin değerlere dönüştürmektir. Uygulamalarda en büyük üyelik ilkesi, ortalama en büyük üyelik, ağırlıklı ortalama yöntemi, en büyüklerin en küçüğü ve en büyüklerin en büyüğü gibi durulaştırma yöntemleri kullanılmaktadır (Negnevitsky, 2001; Baykal ve Beyan, 2004; Akkaptan, 2012).

Bulanık mantık yöntemi birçok farklı bilim dalında araştırmalara konu olmuştur. Ülkemizde hayvancılık alanında kullanımı oldukça yeni olan bulanık mantık yöntemi süt sığırcılığında hayvan ıslahı, hastalık teşhisi, kızgınlık tespiti ve kalite sınıflandırması gibi konularda araştırmacılara büyük faydalar sağlamakta ve gelişimini hızla sürdürmektedir.

### **Karar destek sistemleri ile ilgili çalışmalar**

Bulanık mantık yöntemi kullanılarak oluşturulan karar destek sistemleri, süt sığırcılığı alanında çalışan araştırmacılara karar alma konusunda oldukça büyük faydalar sağlamaktadır. Literatürde yer alan çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Grinspan ve ark. (1994) çalışmalarında bulanık mantığı sağmal ineklerin beslenme yöntemi seçiminde karar alma amacıyla kullanmışlar ve alınan kararların süt üretimi, vücut ağırlığı değişimi ve bunlar arasındaki etkileşime dayandığını belirtmişlerdir. Strasser ve ark. (1997) çalışmalarında süt sığırlarının ayıklanmasını amaçlayan bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Uzman kişilerin maliyetli oluşu ve bilgi transferindeki güçlükler göz önüne alındığında, işletme karlılığını doğrudan etkileyen düşük verimli hayvanların tespiti gibi önemli problemlerin belirlenmesinde bu sistemin araştırmacılara yardımcı olacağı ifade edilmiştir.

Wade (1998) çalışmasında sağmal ineklere ait üretim indeksi, üreme etkinliği ve laktasyon sırasını girdi değişkenleri olarak bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi oluşturmuştur. Bu sistemin çıktısı sürüde bulunan hayvanlara ilişkin ayıklama kararları şeklindedir.

Morag ve ark. (2001) çalışmalarında bulanık mantığı kullanarak süt sığırlarına ait süt verimi ve vücut ağırlığı verilerine dayalı bireysel olarak rasyonlarına katılması gereken kesif yem miktarını belirleyen bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Oluşturulan sistemin, sürü yönetim programları ile entegre olabildiği ve çiftçiler açısından hayvanlar için bireysel olarak optimum rasyon hazırlanmasında faydalı bir karar aracı olduğu

belirtilmiştir.

### **Sınıflandırma çalışmaları**

Bulanık mantık yöntemi süt sığırcılığı alanında özellikle çiğ süt kalite sınıflandırması amacıyla sıklıkla kullanılabilir. Bu konuda yapılmış çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Harris (1998) çalışmasında çiğ süt kalitesini bulanık mantık yöntemini kullanarak bileşimsel ve hijyenik açıdan ele almıştır. Bileşimsel kalite değerlendirmesi için tereyağı, yağsız kuru madde ve çiğ süt örneklerindeki toplam kuru madde miktarı; hijyenik açıdan değerlendirmede ise somatik hücre ve toplam bakteri sayısını girdi değişkenleri olarak belirlemiştir. Çalışmanın sonunda bulanık mantık yönteminin kalite sınıflandırmasında başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Mahreban ve ark. (2012) çiğ süt kalitesini bulanık mantık yöntemi ile mikrobiyolojik ve fizikokimyasal açıdan değerlendirmiştir. Bu amaçla kullanmış oldukları girdi değişkenleri toplam aerobik mikroorganizma sayısı, somatik hücre sayısı, koliform sayısı, yağ ve yağsız kuru madde yüzdeleridir. Bulanık sistem kararları ile uzman kişinin kararlarının karşılaştırılması sonucunda %82.5 değerinde başarı sağlandığı görülmüştür.

Akıllı ve ark. (2014) çalışmalarında çiğ süt kalite değerlendirmesi amacıyla bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Sistemin girdileri somatik hücre sayısı, toplam bakteri sayısı ve protein miktarı olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda sistemin performansını değerlendirmek amacıyla, sistemin ve konusunda uzman bir kişinin almış oldukları kararları karşılaştırmışlar ve sistemin %80 değerinde bir başarı sağladığını belirtmişlerdir.

Bulanık mantık yöntemi kalite değerlendirmesinin yanı sıra mastitis gibi hastalıklar ile kızgınlık tespiti gibi konularda da araştırmacılara faydalar sağlamaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

de Mol ve Woldt (2001) mastitis ve kızgınlık uyarılarının sınıflandırılması amacıyla bulanık mantık yöntemini kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Araştırma sonuçları yanlış "pozitif uyarıların" sayısında azalmayı ve dolayısıyla oluşturulan modelin pratik uygulamalarda kullanımının uygun olduğunu göstermektedir.

Spangler ve ark. (2006) Angus ırkı sığırlarda ilk aşımın başarılı veya başarısız şeklinde belirtilen ikili özelliğinin

yanlış kodlama potansiyelini hesaplamak için, bulanık mantık ile eşik (threshold) modeli gibi benzer sınıflandırma yöntemlerinin faydalarını değerlendirmek amacıyla bir araştırma yapmışlardır.

Cha ve ark. (2008) çalışmalarında dökme tank sütünün mikrobiyolojik test sonuçlarına dayalı olarak, süt sığırlarından oluşan sürünün sağım uygulamalarını ve kalitesini değerlendirmek için bulanık mantık yöntemini kullanmıştır. Girdi değişkenleri somatik hücre sayısı, bakteri sayısı, başlangıç inkübasyon sayıları, laboratuvar pastörizasyon sayımı, *agalaktik olmayan-Streptokok* ve *Streptokok benzeri organizmalar* ile *Staphylococcus aureus* şeklindedir. Analiz sonucunda sütü mükemmel, iyi, soğutma problemi, temizlik problemi, çevresel mastitis veya mastitis temizlik problemi olanlar şeklinde sınıflandırmışlardır. Uzman görüşleri ile gerçekleştirilen karşılaştırma sonucunda dört farklı çıktı kategorisinde %77, altı farklı kategoride ise %83 değerinde başarı sağlandığı görülmüştür.

Firk ve ark. (2002) sürü takip programları kullanılan işletmelerde kızgınlığın doğru bir şekilde tespiti için bulanık mantıktan yararlanmışlardır. Bu amaçla hareket ve son kızgınlıktan sonra geçen süreyi kullanmışlardır. Hareket özelliği her bir ineğin ön sol ayağına takılmış olan pedometre ile ölçülmüştür. Sistemin çıktısı ineğin kızgınlıkta olup olmadığı şeklinde belirlenmiştir.

Cavero ve ark. (2006) çalışmalarında otomatik sağım sistemi ile sağılan inekler için mastitis kontrol ve sınıflandırmasını gerçekleştirmek amaçlı bulanık model geliştirmişlerdir. Mastitis uyarısı bulanık model tarafından elektrik iletkenliği, süt üretim oranı ve süt akım oranı kullanılarak üretilmiştir. Bu çalışmada sonuçlar, bulanık mantık ile oluşturulan modelin hata oranının yüksek bulunduğunu ancak bulanık modelin önceki çalışmalarında geliştirdikleri tek değişkenli modele göre daha iyi durumda olduğunu göstermektedir.

Kramer ve ark. (2009) çalışmalarında ineklerde mastitis ile topallığın kontrol ve sınıflandırması için bulanık mantık tabanlı bir model geliştirmişlerdir. Hastalık uyarıları bulanık model tarafından üretilmiştir. Bu amaçla süt verimi, yediği kuru madde, yem kabını ziyaret sayısı ve yem kabında harcadığı zaman gibi davranışları, aldığı su miktarı, geçici hastalıkları hakkında bilgiler ve hareketliliği girdi değişkeni olarak seçilmiştir. Çalışmanın sonucunda, uygulamada kullanım için istenen performans elde edilememiştir.

Zarchi ve ark. (2009) çalışmalarında süt sığırlarında kızgınlık tespitinin belirlenmesinde istatistiksel

yöntemler ile bulanık mantık yöntemini birlikte kullanmışlardır. Çalışmada ineklerde bulunan algılayıcılar yardımıyla hayvanların hareketliliğine ait veriler ile son kızgınlıktan itibaren geçen süre bilgileri kullanılmıştır. Sonuçlar, uyarıların hesaplanması için oluşturulan istatistiksel model ile sınıflandırma için oluşturulan bulanık modelin kombinasyonu, özellikle hata oranındaki azalma ile güvenli kızgınlık tespiti için kullanıma uygunluğunu göstermiştir.

Memmedova ve Keskin (2011) çalışmalarında hareket özelliği, ineğin hareketli olup olmaması ve son kızgınlıktan sonra geçen süreyi kullanarak kızgınlık tespitini bulanık mantık yöntemini ile belirlemişlerdir. Tasarladıkları sistemin başarısını belirlilik katsayısı ile tespit etmişlerdir. Analiz sonucunda sistemin %98 değerinde bir başarı gösterdiği ifade etmişlerdir.

Bu çalışmaların sonuçları, bulanık mantık yönteminin incelenen hayvancılık alanlarında güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

### Yapay Sinir Ağları

Biyolojik sinir hücrelerinin işleyişinden esinlenerek ortaya çıkartılan yapay sinir ağları, sinir hücreleri (nöronlar) olarak adlandırılan çok sayıda bağlantılı işlem elemanlarının problem çözümünde beraberce çalışması prensibine dayanmaktadır. Sahip olduğu genelleme özelliği, geçmişteki olgulardan veya örneklerden tıpkı insanlar gibi öğrenebilmesini ve elde ettiği bilgileri tecrübeleri sayesinde ilerleyen zamanlarda hiç karşılaşmadığı yeni örnekler üzerinde kullanarak kararlar verebilmesini sağlamaktadır. Biyolojik sinir hücresi Şekil 2 (a), yapay sinir hücresi Şekil 2 (b)'de görülmektedir.

Yapay sinir hücresi çok sayıda girdi ve çıktılardan oluşur. Bu yapının girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve hücrenin çıktısı olmak üzere beş temel elemanı mevcuttur. Yapay sinir hücreleri dışarıdan gelen bilgileri bir toplama

fonksiyonu ile toplar ve aktivasyon fonksiyonundan geçirerek çıktığı üretilen ağırlıklı bağlantıları üzerinden diğer hücrelere gönderir (Öztemel, 2006).

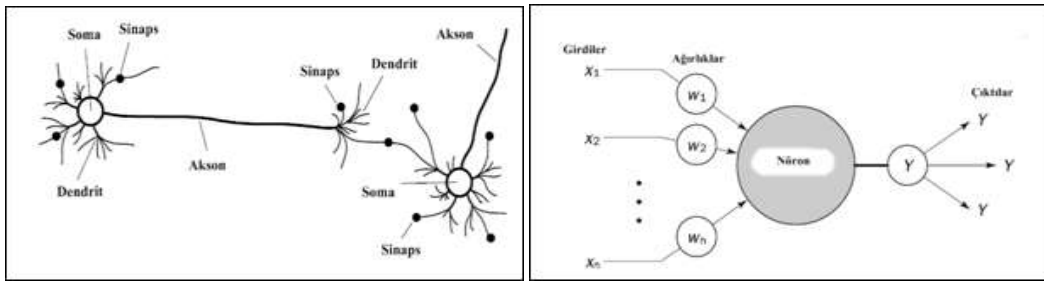
Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağını oluşturur. Bir yapay sinir ağı üç veya daha fazla katmandan, her katmanda hücrelerin paralel olarak bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Veriler girdi katmanına iletilir gizli katmanda işlenir ve çıktı katmanına gönderilir. Yapay sinir ağlarını birbirine bağlayan bağlantıların değerlerine ağırlık değerleri, ağırlık değerlerinin belirlenmesi işlemine ise ağırlık eğitimi denilmektedir. Doğru ağırlık değerleri, yapay sinir ağına örnekler üzerinde genelleştirme yapabilmeye özelliğini kazandırır ki böylece ağ öğrenmiş olur. Çıktı katmanına gelen veriler ağırlık değerleri kullanılarak çıktı değerine dönüştürülür ve dış dünyaya gönderilir (Baykal ve Beyan, 2004; Negnevitsky, 2001; Öztemel, 2006). Yapay sinir ağları, yapılarına (İleri-Geri Beslemeli) ve öğrenme stratejilerine (Danışmanlı-Danışmansız-Takviyeli Öğrenme) göre sınıflandırılmaktadır.

Farklı problem yapılarına yönelik farklı ağ modelleri geliştirilmiştir. Literatürde en fazla kullanılan ağlar tek ve çok katmanlı algılayıcılar, vektör kuantizasyon modelleri (LVQ), kendi kendini organize eden model (SOM), adaptif rezonans teorisi modelleri (ART), Hopfield ağları, Elman ağı, radyal tabanlı ağlar olarak bilinmektedir (Öztemel, 2006).

Yapay sinir ağları süt sığırcılığı alanında tahminleme, kalite sınıflandırması, hastalık teşhisi, kızgınlık tespiti ve hayvan ıslahı gibi konular için yapılandırılabilir.

### Tahminleme çalışmaları

Süt sığırcılığı alanında yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen tahmin çalışmalarının başında 305 günlük süt veriminin belirlenmesi gelmektedir. Literatürde bu konuya ilişkin başarılı çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları şu şekildedir:



(a) (b)  
Şekil 2: Biyolojik sinir ağı (a) ve yapay sinir hücresi (b)

Grzesiak ve ark. (2003) çalışmalarında, kısmi laktasyon kayıtlarını kullanarak 305 günlük laktasyon verim tahmini için çoklu regresyon ve yapay sinir ağları yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Veriler ilk dört kontrol günü süt kayıtları, sürünün 305 günlük ortalama süt verimi, sağım sayısı ve buzağılama ayı bilgilerinden oluşmaktadır. Çalışmanın sonunda yapay sinir ağlarının incelenen özellikler bakımından regresyon analizine alternatif bir yöntem olabileceği belirtilmiştir.

Salehi ve ark. (1998), çalışmalarını yapay sinir ağları ile süt verim tahminlerinin geliştirilmesi üzerine yapmışlardır. Araştırmacılar, Holstein ırkı süt sığırlarının aylık kayıtlarından yararlanarak süt verim tahmini için, bir sinirsel sınıflandırıcı ve iki özelleştirilmiş sinirsel tahminleyiciyi içeren, çoklu bir ağ sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, birleştirilmiş sınıflandırıcı-tahminleyici bir sistemin, sınıflandırılmamış ve tek bir ağ ile oluşturulan yapılarla kıyasla, tahminlerin gelişimini sağladığını göstermiştir.

Sanzogni ve Kerr (2001), çalışmalarında süt sığırı işletmelerinde süt üretim tahmininin doğruluğunu, süt üretim verilerini kullanarak, iki farklı ileri beslemeli yapay sinir ağı ve çoklu doğrusal regresyon analizini kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlar ilk ileri beslemeli ağı, çoklu doğrusal regresyon modeli kadar iyi sonuçlar vermediğini, ikinci ileri beslemeli yapay sinir ağlarının ise çoklu doğrusal regresyon modeline göre daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Hosseinia ve ark. (2007), çalışmalarında yapay sinir ağlarını kullanarak ilk laktasyon bilgilerine dayanan ikinci laktasyonda süt ve yağ performanslarını tahminleyen bir sistem geliştirmişlerdir. Girdi değişkeni olarak 305 günlük süt ve yağ verimleri, kümülatif 305 günlük süt ve yağ verimleri, gün içinde kaç defa sağım yapıldığı, ortalama günlük süt verimi, parite, buzağılama yaşı, buzağılama mevsimi ve tutulan kayıt sayısını kullanmışlardır. Oluşturulan sistemin seleksiyon kararlarının alınması, inek seçimi ve ayıklama konusunda yetiştiricilere olumlu anlamda yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Sharma ve ark. (2007), melez süt sığırlarının ilk laktasyon 305 günlük süt verimini tahminlemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon modeli ile yapay sinir ağlarını kullanmışlardır. Girdi değişkenleri hangi genetik gruba ait oldukları, doğum mevsimi, doğum periyodu, doğum ağırlığı, yaş, ağırlığı, buzağılama mevsimi, buzağılama periyodu, buzağılama yaşı, buzağısının ağırlığı, pik verimi, pik verimine kaç günde ulaştığı şeklindedir. Çalışmada, çoklu doğrusal

regresyon modeli ile karşılaştırıldığında yapay sinir ağı modelinin süt verimini tahminlemede %92 daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Grzesiak ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada tam ve standardize edilmiş laktasyonlarda süt verimini tahminlemede yapay sinir ağlarını iki veri setinde kullanmışlardır. İlk veri setini üç laktasyon boyunca toplanmış günlük süt verimlerinden, ikinci veri setini ise popülasyondan şansa bağlı olarak seçilen ineklere ait bir altküme oluşturmaktadır. Çalışmanın sonuçları tasarlanan sinir ağının, regresyon modelinden yüksek belirleme katsayısı ve düşük hata seviyesi ile daha iyi olduğunu göstermektedir.

Takma ve ark. (2012), çalışmalarında Siyah Alaca ineklerin laktasyon süt verimleri üzerine laktasyon süresi, buzağılama yılı ve servis periyodunun etkisini çoklu regresyon ve yapay sinir ağı ile modellenmişler ve modellerin uyum yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Yapay sinir ağlarının regresyon analizine alternatif bir metod olabileceğini belirtmişlerdir.

Süt sığırcılığı alanında yapılan diğer tahminleme çalışmalardan bazıları: Brown-Brandl ve ark. (2005) çalışmalarında sığırlarda sıcaklık stresini tahminlemek amacıyla beş farklı model geliştirmişlerdir. Bunlar iki adet istatistiksel model (doğrusal ve kuadratik regresyon), iki adet bulanık çıkarım sistemi (veri bağımlı ve veri bağımsız) ve bir adet yapay sinir ağı modelleridir. Yapılan analizlerde en iyi sonucu yapay sinir ağı modelinin verdiği gözlenmiştir. Craninx ve ark. (2008) çalışmalarında yapay sinir ağları ve çoklu doğrusal regresyon analizini süt yağ asiti profilinden yola çıkarak, rumen mikroorganizmaları tarafından midede üretilen uçucu yağ asitlerini tahminlemek amacıyla kullanmışlardır. Araştırmacılar 10 farklı deneme sonunda her iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Chen ve ark. (2008), süt sığırı gübrelerinin besin içeriğini tahminlemede çoklu doğrusal regresyon, polinomiyal regresyon ve yapay sinir ağlarının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, gübrenin besin içeriği ile fizikokimyasal özellikleri (özgül ağırlık, elektriksel iletkenlik ve pH) arasındaki ilişki araştırılmış ve oluşturulan modellerin performans değerlendirmesi için belirleme katsayısı, model etkinlik istatistiği, tahminlerin hata kareler ortalaması, ortalama sapma, doğrusal sapma ve maksimum sapma ölçütleri kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarının süt sığırlarına ait gübrelerdeki besin içeriğini tahminlemede başarı ile kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

### **Sınıflandırma çalışmaları**

Yapay sinir ağları yöntemi, tahminlemenin yanı sıra sınıflama işlevine de sahiptir ve bu konuda da oldukça başarılı çalışmalar literatürde yerini almıştır. Bu çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Hassan ve ark. (2009) çalışmalarında mastitis hastalığı için süt parametrelerindeki değişime bağlı olarak birinci ve ikinci derecede önemli patojenlerin tespiti için danışmanlı ve danışmansız yapay sinir ağı modellerinin uygunluğunu araştırmışlardır. İncelemelerini “bulaşmamış”, “birinci dereceden önemli patojenler (major)” ve “ikinci dereceden önemli patojenler (minör)” şeklinde üç farklı bakteriyolojik durum için yapmışlardır. Sonuç olarak mastitis ile ilgili somatik hücre skoru ve elektriksel direnç indeksi süt parametreleri ile belirtilen bakteriyolojik durumların tespiti için robust bir yapay sinir ağı modelinin oluşturulabileceğini belirtmişlerdir.

Yang ve ark. (2000) çalışmalarında, süt kayıtları ve konfirmasyon verilerinden oluşan bir veri kümesini, klinik mastitis vakasının tahmin edilmesinde yapay sinir ağlarının kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla incelemiştir. Duyarlılık analizi ve yapay sinir ağı ile gerçekleştirilen uygulamalar laktasyon dönemi, kontrol günü süt verimi, kümülatif süt verimi ve somatik hücre sayısının klinik mastitis oluşumunu belirlemede başlıca faktörler olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar yapay sinir ağları yeteneklerinin, mastitisin kontrol gününde varlığı veya yokluğunu belirlemek için araştırmaya uygun olabileceğini belirtmişlerdir.

Salehi ve ark. (2000) süt veriminin kalitatif analizleri için bir yapay sinir ağı bulanıklaştırıcısı geliştirmişler ve önceki yıllarda geliştirdikleri tek değişkenli bulanıklaştırıcı ile karşılaştırmışlardır. Geliştirilen sinirsel bulanıklaştırıcının performansının, kullanılan tek değişkenli bulanıklaştırıcıya göre daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Shahinfar ve ark. (2012) çalışmalarında Siyah Alaca ırkı süt sığırlarında damızlık değer tahminini belirlemek amacıyla yapay sinir ağları ve bulanık-sinir ağlarının kullanımı araştırmışlardır. Sistemlerin performansını karşılaştırmak amacıyla BLUP yöntemi ile elde edilen damızlık değerler kullanılmıştır.

Dong ve Zhao (2014) çalışmalarında karma yemle beslenen sığırlarda, rumendeki metan gazı üretimini modellemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi ve yapay sinir ağı yöntemlerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Analiz sonucunda gerçekleştirilen

tahminleme işleminde yapay sinir ağının daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

### **Sonuç**

Bu çalışmada süt sığırcılığı alanında yetiştirme ve besleme ile ilgili araştırmaların yürütülmesi sırasında kullanılan bazı istatistiksel analiz yöntemlerine alternatif yeni yöntemlerin tanıtılması amaçlanmıştır. Her geçen gün daha da gelişen yapay zeka teknolojilerinin hayvancılık bilimine sağladığı katkılar sayesinde, zaman ve maliyet unsurlarının dezavantajları kısmen ortadan kaldırılmıştır. Süt sığırcılığı alanına yönelik olarak tanıtılan yöntemlerden bulanık mantığın karar destek sistemlerinde, yapay sinir ağlarının ise tahminleme amacıyla kullanılması önerilmektedir. Ülkemizde yeni kullanılmaya başlayan bu yöntemlerin geliştirilmesi ile ilerleyen dönemlerde hayvancılık uygulamalarında daha iyi seviyelere gelmesi beklenmektedir.

### **Kaynaklar**

- Akkaptan, A. 2012. Hayvancılıkta bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst. İzmir.
- Akıllı, A., Atıl, H., Kesenkaş, H. 2014. Çiğ süt kalite değerlendirmesinde bulanık mantık yaklaşımı. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg. 20(2): 223-229.
- Baykal, N., Beyan, T. 2004. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri. Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Brown- Brandl, T. M., Jones, D. D., Woldt, W. E. 2005. Evaluating modelling techniques for cattle heat stress prediction. Biosystems Engineering 91(4): 513-524.
- Cavero, D., Tölle, K. T., Buxade, C., Krieter, J. 2006. Mastitis detection in dairy cows by application of fuzzy logic. Livest. Prod. Sci. 105(1-3): 207-213.
- Cha, M., Park, S. T., Kim, T., Jayarao, B.M. 2008. Evaluation of bulk tank milk quality based on fuzzy logic. Proceedings of the 2008 International Conference on Artificial Intelligence, 14-17 July 2008, pp.722-727, Las Vegas, Nevada, USA. <http://nguyendangbinh.org/Proceedings/IPC08/Papers/MLM3028.pdf> (Erişim: 05.06.2011).
- Chen, L. J., Cui, L. Y., Xing, L., Han, L. J. 2008. Prediction of the nutrient content in dairy manure using artificial neural network modeling. J. Dairy Sci. 91: 4822-4829.
- Craninx, M., Fievez, V., Vlaeminck, B., De Baets, B. 2008. Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. Comput. Electron. Agric. 60: 226-238.
- de Mol, R.M., Woldt, W.E. 2001. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. J. Dairy Sci. 84: 400-410.

- Dong, R., Zhao, G. 2014. The use of artificial neural in vitro rumen methane production using the CNCPS carbohydrate fractions as dietary variables. *Livest. Prod. Sci.* 162: 159-167.
- Firk, R., Stamer, E., Junge, W., Krieter, J. 2003. Improving oestrus detection by combination of activity measurements with information about previous oestrus cases. *Livest. Prod. Sci.* 82(1): 97-103.
- Grinspan, P., Edan, Y., Kahne, H., Maltz, E. 1994. A fuzzy logic expert system for dairy cow transfer between feeding groups. *Transactions of The ASAE* 37(5): 1647-1654.
- Grzesiak, W., Blaszczyk, P., Lacroix, R. 2006. Methods of predicting milk yield in dairy cows- Predictive capabilities of Wood's lactation curve and artificial neural networks (ANNs). *Comput. Electron. Agric.* 54: 69-83.
- Grzesiak, W., Lacroix, R., Wójcik, J., Blaszczyk, P. 2003. A comparison of neural network and multiple regression predictions for 305-day lactation yield using partial lactation records. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 307-310.
- Harris, J. 1998. Raw milk grading using fuzzy logic. *Int. J. Dairy. Technol.* 51(2): 52-56.
- Hassan, K. J., Samarasinghe, S., Lopez- Benavidest, M. G. 2009. Use of neural networks to detect minor and major pathogens that cause bovine mastitis. *J. Dairy. Sci.* 92: 1493-1499.
- Hosseinia, P., Edrisi, M., Edriss, M. A. Nilforooshan, M. A. 2007. Prediction of second parity milk yield and fat percentage of dairy cows based on first parity information using neural networks system. *J. Appl. Sci.* 7: 3274-3279.
- Klir, J. G., Yuan, B. 1995. *Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and application*, Prentice Hall, New Jersey, 574p.
- Kramer, E., Cavero, D., Stamer, E., Krieter, J. 2009. Mastitis and lameness detection in dairy cows by application of fuzzy logic. *Livest. Prod. Sci.* 125: 92-96.
- Mehraban, S. M., Mohebbi, M., Shahidi, F., Vahidian, K. A., Qhods, R. M. 2012. Application of fuzzy logic to classify raw milk based on qualitative properties. *Int. J. Agri. Sci.* 2(12): 1168-1178.
- Memmedova, N., Keskin İ. 2011. İneklerde bulanık mantık modeli ile hareketlilik ölçüsünden yararlanılarak kızgınlığın tespiti. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 17(6): 1003-1008.
- Morag, I., Edan, Y., Maltz, E. 2001. An individual feed allocation decision support system for the dairy farm. *J. Agric. Eng. Res.* 79(2): 167-176.
- Negnevitsky, M. 2002. *Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems*. Pearson Education, Harlow, 415 p.
- Öztemel, E. 2006. *Yapay sinir ağları*. Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Salehi, F., Lacroix, R., Wade, K. M. 1998. Improving dairy yield predictions through combined record classifiers and specialized artificial neural networks. *Comput. Electron. Agric.* 20: 199-213.
- Salehi, F., Lacroix, R., Wade, K.M. 2000. Development of neuro-fuzzifiers for qualitative analyses of milk yield. *Comput. Electron. Agric.* 28: 171-186.
- Sanzogni, L., Kerr, D. 2001. Milk production estimates using feed forward artificial neural networks. *Comput. Electron. Agric.* 32: 21-30.
- Sharma, A. K., Sharma, R. K., Kasana, H. S. 2007. Prediction of first lactation 305-day milk yield in Karan Fries dairy cattle using ANN modeling. *Appl. Soft Comput.* 7: 1112-1120.
- Shahinfar, S., Mehrabani-Yeganeh, H., Lucas, C., Kalhor, A., Kazemian, M., Weigel, K. A. 2012. Prediction of breeding values for dairy cattle using artificial neural networks and neuro-fuzzy systems. *Comput. Math. Methods Med.* Article ID 127130, 9 pages.
- Spangler, M. L., Sapp, R. L., Rekaya, R., Bertland, J. K. 2006. Success at first insemination in Australian angus cattle: Analysis of uncertain binary responses. *J. Anim. Sci.* 84: 20-24.
- Strasser, M., Lacroix, R., Kok, R., Wade, K. M. 1997. A second generation decision support system for the recommendation of dairy cattle culling decisions, <http://www.mcgill.ca/files/animal/97r04.pdf> (Erişim: 08.12.2011).
- Takma, Ç., Atıl, H., Aksakal, V. 2012. Çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağı modellerinin laktasyon süt verimlerine uyum yeteneklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.* 18(6): 941-944.
- Wade, K. M., Lacroix, R., Strasser, M. 1998. Fuzzy logic membership values as a ranking tool for breeding purposes in dairy cattle. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, 11-16 Jan 1998, 27: 433-436, Armidale, Australia.
- Yang, X. Z., Lacroix, R., Wade, K. M. 2000. Investigation into the production and conformation traits associated with clinical mastitis using artificial neural networks. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 415-426.
- Zadeh, L. 1965. Fuzzy sets. *Inform. Control.* 8(3): 338-353.
- Zarchi, H. A., Jonsson, R., Blanke M. 2009. Improving oestrus detection in dairy cows by combining statistical detection with fuzzy logic classification. [http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:56420/datastreams/file\\_4054429/content](http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:56420/datastreams/file_4054429/content), (Erişim: 19.04.2013).