

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİ KULLANAN SÜT SIĞIRCILIĞI
İŞLETMELERİNİN TEKNİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Hilal AR

TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2023**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİ KULLANAN SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN TEKNİK ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Hilal AR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Arif ŞAHİNLİ

Sürü yönetim sistemleri adı verilen yazılımlar; süt sığırlarının fizyolojik, davranışsal ve üretim verilerini ölçerek kaydetme imkânı sunarken çeşitli veri akışlarını bir araya getirerek işletmenin durum analizini kolaylaştırmaktadır. Süt sığircılığı işletmelerinde teknik etkinliğin belirlenmesi, işletmelerin performanslarını değerlendirmek için kullanılan önemli bir göstergedir. Bu çalışmada 2019-2020 üretim döneminde Konya ilinde süt sığircılığında bilgisayar destekli sürü yönetim sistemleri ile veriyi yöneten işletmelerin teknik etkinliği (TE) stokastik sınır analizi yöntemi (SSA) ve yapay sinir ağı (YSA) ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada iki ayrı değişken veri seti kullanılmıştır. Birinci veri setinde sürü yönetim sisteminde kayıtlı veriler kullanılmıştır. İkinci veri setinde ise literatüre dayanarak, değişkenler belirlenmiştir. İki model ortalamalar arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakmak için t testi yapılmıştır ($t=-1,161$, $p<.255$) düzeyinde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, sürü yönetim sistemlerinden elde edilen veriler, işletmenin teknik etkinliğini değerlendirmek için bir araçtır. Sonuçlar hayvancılıkla ilgili eğitim alma ve hastalıktan arı işletme olmanın hem teknik hem ekonomik etkinsizliği azaltan parametreler olduğunu göstermiştir. Üreticinin eğitime ve hastalıktan arı işletme desteklerine önem verilmesi etkinliği artırmada faydalı olacaktır.

YSA işletme performansını etkileyen çeşitli faktörleri analiz ederek, işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamaya yardımcı olmasının yanı sıra işletmeye ve işletme sahiplerine ait etkinsizliğe neden olan faktörlerin analize katılamıyor olması bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. YSA ile belirlenen TE (maksimum) %89,30 olur iken, SSA ile hesaplanan TE değeri %92,04 olarak elde edilmiştir. TE (ortalama %10) etkinlik skoru %91,10 olarak belirlenmiş olup, SSA değeri ile belirlenen değere en yakın ölçümdür. YSA'lar işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamak için kullanılabilecek bir araçtır ve işletme performansının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynayabilecektir.

Temmuz 2023, 170 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sürü Yönetim Sistemleri, Teknik Etkinlik, Stokastik Sınır Analizi, Yapay Sinir Ağları, Süt Sığircılığı, Akıllı Tarım Teknolojileri

ABSTRACT

Ph.D Thesis

DETERMINATION OF TECHNICAL EFFICIENCY OF DAIRY FARMS USING HERD MANAGEMENT SYSTEMS

Hilal AR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Agricultural Economics

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Arif ŞAHİNLİ

The software, known as herd management systems, provides the opportunity to record and measure the physiological, behavioral, and production data of dairy cattle while consolidating various data streams to facilitate operational analysis. Determining technical efficiency is a significant indicator used for evaluating the performance of dairy farms. In this study, the technical efficiency of dairy farms managing data using computer-assisted herd management systems in the dairy sector in Konya province during the 2019-2020 production period was evaluated through stochastic frontier analysis and artificial neural networks.

Two separate sets of variable data were utilized in the study. The first dataset included recorded data from the herd management system. In the second dataset, variables were identified based on the literature. A t-test was conducted to examine whether there is a significant difference between the means of two models ($t = -1.161$, $p < .255$), and it was determined that there is no significant difference. Consequently, data obtained from herd management systems serve as a crucial tool for assessing the technical efficiency of dairy farms. The results indicated that factors such as receiving livestock-related education and operating disease-free farms reduce both technical and economic inefficiencies. Giving importance to the education of the producer and the support for disease-free farm operations will be beneficial in enhancing efficiency.

Artificial neural networks (ANNs) analyze various factors influencing business performance and aid in calculating the technical efficiency levels of enterprises. However, a limitation arises from the inability to include factors causing inefficiencies related to the enterprise and its owners in the analysis. While TE calculated using the maximum formula with ANN was 89.30%, the TE value obtained through Stochastic Frontier Analysis (SSA) was 92.04%. While the TE determined by ANN (maximum) is 89.30%, the TE value calculated through Stochastic Frontier Analysis (SSA) is obtained as 92.04%. The TE (average of 10%) efficiency score is determined as 91.10%, closely approximating the value determined by SSA. ANNs can serve as a tool for calculating farms' technical efficiency levels and could play a crucial role in evaluating business performance.

July 2023, 170 pages

Key Words: Herd Management Systems, Technical Efficiency, Stochastic Frontier Analysis, Artificial Neural Networks, Dairy Farming, Smart Agriculture Technologies

TEŞEKKÜR

Bu tezin hayat bulmasında akademik desteğini, yönlendirmesini ve sabrını esirgemeyen, değerli fikirleriyle çalışmama katkıda bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Mehmet Arif ŞAHİNLİ'ye en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin geliştirilmesine katkı sağlayan değerli tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Ahmet ÖZÇELİK ve Prof. Dr. Hacı Bayram IŞIK hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik çalışmalarım boyunca görevli olduğum Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nde yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Tezimin saha çalışmaları aşamasında büyük bir özveri ile yardımlarını benden esirgemeyen Konya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ve Konya İl/İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Bu zorlu süreçte manevi olarak yanımda olan annem Necmiye Çetinceviz'e, eşim Yılmaz Ar'a, hayatımın anlamları oğlum Furkan ile kızım Fulya'ya şükran ve minnetlerimi sunuyorum.

Tezimi rahmetli babam Gazi ÇETİNCEVİZ'e armağan ediyorum.

Hilal AR
Ankara, Temmuz 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETİ	7
2.1 Teknik Etkinlik Kaynak Özeti.....	7
2.2 Yapay Sinir Ağları Kaynak Özeti.....	20
2.3 Sürü Yönetim Sistemleri Kaynak Özeti.....	29
2.4 Değerlendirme	32
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
3.1 Materyal.....	34
3.2 Yöntem	34
3.2.1 Örnek seçiminde uygulanan yöntem	34
3.2.2 Teknik etkinlik analizinde uygulanan yöntemler	35
3.2.2.1 Stokastik sınır analizi ile teknik etkinlik analizi	38
3.2.2.2 Yapay sinir ağları ile teknik etkinlik analizi	47
3.2.3 Ekonomik etkinlik analizinde uygulanan yöntem.....	57
3.2.4 Ekonomik analizde uygulanan yöntemler	58
4. SÜT SEKTÖRÜ VE SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN ÖNEMİ	63
4.1 Süt Sektörünün Önemi	63
4.1.1 Dünya süt sektörü	63
4.1.2 Türkiye süt sektörü	66
4.2 Sürü Yönetim Sistemleri	69
4.2.1 Besleme.....	71
4.2.2 Üretim.....	72
4.2.3 Hayvan sağlığı	73
4.2.4 Hayvan doğurganlık.....	74

4.2.5 Hayvanların refahı.....	74
5. ARAŞTIRMA BÖLGESİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	75
5.1 Araştırma Alanının Genel Konumu	75
5.2 İklim Durumu.....	75
5.3 Bitki Örtüsü	77
5.4 Nüfus Durumu	77
5.5 Eğitim Durumu	78
5.6 İşgücü Durumu.....	78
5.7 Tarımsal Yapı.....	78
5.7.1 Arazi varlığı ve dağılımı	78
5.7.2 Bitkisel üretim istatistikleri.....	79
5.7.3 Hayvansal üretim	81
5.7.4 Tarımsal girdi.....	84
5.7.5 Tarımsal mekanizasyon	85
5.7.6 Pazarlama	86
6. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	87
6.1 İncelenen İşletmelerde Nüfus Yapısı ve Eğitim Durum	87
6.2 İncelenen İşletmelerin Aile ve Yabancı İşgücü Durumu	88
6.3 İncelenen İşletmelerde Arazi Varlığı.....	89
6.4 İncelenen İşletmelerin Hayvan Varlığı	91
6.5 İncelenen İşletmelerde Sermaye Durumu.....	91
6.5.1 Aktif sermaye.....	92
6.5.2 Pasif sermaye	97
6.6 İşletmelerin Yıllık Faaliyet Sonuçları.....	99
6.6.1 Gayrisafi üretim değeri (GSÜD).....	100
6.6.2 Gayrisafi hasıla (GSH).....	100
6.6.3 İşletme masrafları	101
6.6.4 Brüt kar.....	104
6.6.5 Saf hasıla	105
6.6.6 Tarımsal gelir	105
6.6.7 Rantabilite.....	106
6.7 Süt Üretim Karakteristikleri ve Süt Maliyeti.....	108
6.8 İncelenen İşletmelerde Sürü Yönetimi Sistemlerine İlişkin Bulgular	109
6.9 İncelenen İşletmelerde Teknik Etkinlik.....	113

6.9.1 İncelenen işletmelerde stokastik sınır analizi ile teknik etkinlik analizi.....	113
6.9.2 İncelenen işletmelerde teknik etkinliğin yapay sinir ağları ile modellenmesi	126
6.10 İncelenen İşletmelerde Ekonomik Etkinlik Analizi	132
6.11 İncelenen İşletmelerin Tahsis Etkinliği.....	137
7. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	138
KAYNAKLAR	145
EK 1 ANKET.....	153
EK 2 Fronteir 4.1 Sonuçları	163
ÖZGEÇMİŞ.....	169



KISALTMALAR DİZİNİ

A.B.D	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
BBHB	Büyükbaş Hayvan Birimi
EİB	Erkek İşgücü Birimi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu
GSH	Gayrisafi Hasıla
GSMH	Gayrisafi Milli Hasıla
GSÜD	Gayrisafi Üretim Değeri
IPARD	Katılım Öncesi Yardım Aracı Kırsal Kalkınma Bileşeni
PDKA	Prodüktif Demirbaş Kıymet Artışı
RF:	Rantabilite Faktörü
SH	Saf Hasıla
TG	Tarımsal Gelir
TL	Türk Lirası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USK	Ulusal Süt Konseyi
IDF	Uluslararası Süt Federasyonu
KM	Kuru Madde
TE	Teknik Etkinlik
SSA	Stokastik Sınır Analizi
VZA	Veri Zarflama Analizi
KM	Kuru Madde Tüketimi
NEL	Süt Üretimi Net Enerjisi (Net Energy Lactation)
ME	Metabolik Enerji
KVB	Karar Verme Birimi
YDO	Yem Dönüşüm Oranı
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Stokastik sınır üretim fonksiyonu	41
Şekil 3.2 Gerçek sinir hücresi yapısı	47
Şekil 3.3 Yapay sinir hücresi genel yapısı	48
Şekil 3.4 Adım (binary step) aktivasyon fonksiyonu	49
Şekil 3.5 Doğrusal (linear) aktivasyon fonksiyonu	50
Şekil 3.6 Sigmoid aktivasyon fonksiyonu.....	50
Şekil 3.7 Tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonu.....	50
Şekil 3.8 Çok katmanlı algılayıcıların topolojik yapısı.....	51
Şekil 5.1 Konya haritası	75
Şekil 6.1 Ağın topolojisi	127
Şekil 6.2 Yapay sinir ağlarında kullanılan değişken seti	128

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 İncelenen işletme sayılarının ilçelere göre dağılımı	35
Çizelge 3.2 Nüfusun erkek işgücü birimine çevrilmesinde kullanılan katsayılar	58
Çizelge 3.3 Büyükbaş hayvan birimine çevirmede kullanılan katsayılar	59
Çizelge 4.1 Türlerle göre dünya süt üretimi (1000 ton)	64
Çizelge 4.2 İnek sütü üretiminde lider ülkeler (milyon ton).....	65
Çizelge 4.3 Kıtalarla göre inek başına alınan ortalama süt verimi (kg/baş/yıl)	65
Çizelge 4.4 Türkiye’de yıllara göre hayvan varlığı(baş)	67
Çizelge 4.5 Türkiye’de yıllara ve türlere göre çiğ süt üretimi(ton)	67
Çizelge 4.6 Türkiye ve bazı illere göre inek sütü üretimi (ton)	68
Çizelge 4.7 Türkiye’de ortalama çiğ süt fiyatları, yem fiyatları ve süt/yem parite bilgileri.	69
Çizelge 5.1 Konya ili iklim durumu (1929-2022) yılları arası aylık ortalama değerleri.	76
Çizelge 5.2 Türkiye ve Konya ilinde cinsiyete göre nüfusun dağılımı (2021)	77
Çizelge 5.3 Konya ili ve Türkiye’nin arazi varlığı (ha) (2021)	79
Çizelge 5.4 Konya ili başlıca tarım ürünlerinin ekiliş alanları ve Türkiye üretimi içerisindeki payları	79
Çizelge 5.5 Konya ili başlıca yem bitkileri ekiliş alanları ve Türkiye üretimi içerisindeki payları (2022)	80
Çizelge 5.6 Türkiye ve Konya ili büyükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi	82
Çizelge 5.7 Konya ili türlere göre büyükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi	82
Çizelge 5.8 Türkiye ve Konya ili küçükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi	83
Çizelge 5.9 Konya ili kanatlı hayvan varlığı	83
Çizelge 5.10 Konya ilinde bitki besin maddesi bazında ticari gübre tüketimi ve kullanılan toplam alan	84
Çizelge 5.11 Konya ili tarımsal ilaç kullanımı ve kullanılan toplam alan	84
Çizelge 6.1 İncelenen işletmelerde nüfusun yaşa ve cinsiyete göre dağılımı	87
Çizelge 6.2 İncelenen işletmelerde nüfusun eğitim durumuna göre dağılımı (7 yaş ve üzeri) ..	88
Çizelge 6.3 İncelenen işletmelerin işgücü varlığı (EİB)	88
Çizelge 6.4 İncelenen işletmelerde yabancı işgücü oranları	89
Çizelge 6.5 İncelenen işletmelerde arazi varlığı	90
Çizelge 6.6 İncelenen işletmelerde arazi neveleri (da) ve dağılımı (%)	90
Çizelge 6.7 İncelenen işletmelerde üretim deseni.....	90
Çizelge 6.8 İncelenen işletmelerde hayvan varlığı	91
Çizelge 6.9 Sermayenin fonksiyonlarına göre sınıflandırılması	92
Çizelge 6.10 İncelenen işletmelerde arazi (çiftlik) sermayesi ortalama değerleri (TL) ve oransal dağılımı (%)	93

Çizelge 6.11 İncelenen işletmelerde toprak sermayesi	93
Çizelge 6.12 İncelenen işletmelerde bina sermayesi.....	94
Çizelge 6.13 İncelenen işletmelerde bitki sermayesi	94
Çizelge 6.14 İncelenen işletmelerde arazi ıslahı sermayesi	95
Çizelge 6.15 İncelenen işletmelerde işletme sermayesi (TL) ve dağılımı (%)	95
Çizelge 6.16 İncelenen işletmelerde alet-makine sermayesi.....	96
Çizelge 6.17 İncelenen süt sığırcılığı işletmelerinde aktif sermayenin dağılımı	97
Çizelge 6.18 İncelenen işletmelerde yabancı sermaye unsurları.....	98
Çizelge 6.19 İncelenen işletmelerde öz sermaye (TL) ve dağılımı (%).....	98
Çizelge 6.20 İncelenen işletmelerde sermaye varlığı (TL) ve dağılımı (%).....	99
Çizelge 6.21 İncelenen işletmelerde GSÜD değeri.....	100
Çizelge 6.22 İncelenen işletmelerde gayrisafi hasıla değerleri (TL)	101
Çizelge 6.23 İncelenen işletmelerde yıllık işletme masrafları	101
Çizelge 6.24 Süt sığırcılığı işletmelerinde yıllık bitkisel üretim masrafları	102
Çizelge 6. 25 Süt sığırcılığı işletmelerinde yıllık hayvansal üretim masrafları	102
Çizelge 6.26 İncelenen işletmelerde yıllık hayvansal üretim değişen masrafları	103
Çizelge 6.27 İncelenen işletmelerde yıllık hayvansal üretim sabit masrafları	104
Çizelge 6.28 İncelenen işletmelerde brüt karın dağılımı	104
Çizelge 6.29 İncelenen işletmelerde saf hasılanın dağılımı	105
Çizelge 6.30 İncelenen işletmelerde tarımsal gelirin dağılımı	106
Çizelge 6.31 İncelenen işletmelerde mali ve ekonomik rantabilite	107
Çizelge 6.32 İşletmelerde birim süt maliyeti	108
Çizelge 6. 33 İşletmelerin sürü yönetim sistemlerinden alınan veriler	110
Çizelge 6.34 Farklı süt verimine sahip ineklerde enerji ve protein ihtiyacı.....	111
Çizelge 6.35 İşletmelerin sürü yönetim sistemlerinden alınan ortalama yem içerik verileri	112
Çizelge 6.36 Literatürdeki yer alan çalışmalarda kullanılan değişkenler	114
Çizelge 6.37 Model I' de yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistik değerleri.....	118
Çizelge 6.38 Model I hipotez testleri sonuçları	118
Çizelge 6.39 Stokastik sınır analiz modelinin parametre tahminleri ve teknik etkinlik değeri (Model I).....	119
Çizelge 6.40 Model II' de yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistik değerleri	122
Çizelge 6.41 Model II hipotez test sonuçları	123
Çizelge 6.42 Stokastik sınır analizi modelinin parametre tahminleri ve teknik etkinlik değeri (Model II)	123
Çizelge 6. 43 Model I ve model II arasındaki t değeri.....	125
Çizelge 6.44 İncelenen işletmelerin teknik etkinlik skorları.....	126

Çizelge 6.45 Eğitim, validasyon ve test MSE ve r değerleri	128
Çizelge 6.46 İncelenen işletmelerde yapay sinir ağları ve stokastik sınır analizi ile elde edilen teknik etkinlik değerleri.....	129
Çizelge 6.47 Yapay sinir ağları ile elde edilen teknik etkinlik skorlarının tanımlayıcı istatistikler	130
Çizelge 6.48 Stokastik maliyet fonksiyonu parametre tahminleri	134
Çizelge 6.49 İşletmelerin ekonomik etkinlik skorları	136
Çizelge 6.50 İncelenen işletmelerin tahsis etkinlik skorları.....	137



1. GİRİŞ

Hayvancılık sektörü, hızla artan nüfusun karşısında hayvansal protein ihtiyacını ve endüstriyel hammadde arzını karşılamasının yanı sıra nitelikli istihdam kapasitesiyle yüksek katma değere sahip stratejik bir sektör olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de süt sığırcılığı, ekonomik ve sosyal açıdan hayvancılık sektörünün önemli bir parçasıdır. 2020 yılı verilerine göre 108,60 milyar TL olan hayvansal ürün toplam üretim değerinin 55,28 milyar TL'si yani %50,9'u süt üretimine aittir. Türkiye'de 2021 yılı süt üretiminin %92,1'i ineklerden, %4,9'u koyunlardan, %2,7'si keçilerden ve %0,3'ü mandalardan sağlanmaktadır (Anonim, 2021a). Özellikle gelişmekte olan ülkeler açısından süt üretiminin aile işletmeleri için temel geçim kaynağı olma özelliğini taşıdığını söylemek mümkündür. Türkiye'de yaklaşık 1,06 milyon aile, süt sığırcılığıyla uğraşarak geçimini sağlamaktadır. Bunların sadece %3,88'i 50 baş üzeri hayvana sahip işletmelerdir (Anonim 2021b). Dolayısıyla süt sektörü Türkiye'de aile işletmeleri için önemli bir geçim kaynağıdır. Diğer sektörlerle göre daha fazla üretim riskine maruz kalan süt sektörü; iklim koşulları, çevre, enerji, tüketici tercihleri, hammadde maliyetleri, pazar koşulları, teknolojik değişim gibi parametrelerin etkili olduğu dinamik bir yapı sergilemektedir (Anonim 2018).

Süt sektörü özellikle teknolojik gelişmelerle birlikte büyük değişimler geçirmiştir. Geleneksel yöntemler yerini otomatik makineler, robotlar ve bilgisayar kontrollü sistemlere bırakmıştır. Bu teknolojik gelişmeler, sütün üretiminden işlenmesine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Bu nedenle, değişen bu dinamiklere uyum sağlamak için sektöre yönelik plan ve stratejilerin düzenli olarak geliştirilmesi ve güncellenmesi zorunludur. Teknolojik gelişmeler süt sektöründe mevcut kaynakları daha iyi kullanarak elde edilen çıktıyı artırmaya yani etkinliği artırmaya yardımcı olmaktadır.

Süt sığırcılığı işletmelerinin piyasa koşulları ve küresel gerçekler karşısında rekabet gücünü korumaları gerekmektedir. Türkiye'deki süt çiftlikleri için küçük ölçeklilik, kayıt dışılık ve sermaye yetersizlikleri sorun olmaya devam etmektedir. Özellikle maliyet darboğazları gibi nedenlerle sektörün sermaye, işgücü, hammadde, enerji, ulaşım ve lojistik gibi alanlarda desteğe ihtiyacı bulunmaktadır (Anonim 2018). Süt sığırcılığı

işletmelerinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri süt ve hammadde fiyatlarındaki istikrarsızlıktır. Bu durum kar marjlarının ve gelirin olumsuz etkilenmesine sebep olurken işletmelerin planlama, bütçeleme ve karar verme süreçlerinde de güçlükler yaşanmasına neden olmaktadır.

Sürü yönetimi, dünya genelinde kabul edilen bir tanıma göre, hayvanların sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesini ve refahlarının korunmasını hedefleyen bir yönetim yaklaşımdır. Sürü yönetiminin evrensel olarak kabul edilen amacı, işletmelerde yaşanabilecek maddi kayıpların en aza indirilmesi veya tamamen önlenmesi için daha düşük maliyetli ve etkin programlar tasarlamaktır.

Süt üretimi sürecinde otomatik sistemlerin kullanılması, ineklerin davranışsal, üretim ve fizyolojik özelliklerini ölçme ve kaydetme yoluyla sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamalarını desteklemektedir (Bewley, 2010, Spilke ve Fahr, 2003). Hassas süt çiftlikleri, modern teknolojileri kullanarak her bir ineğin bireysel yönetildiği ve süt üretimini optimize etmek için faaliyet gösteren çiftliklerdir. Bu çiftliklerde hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir bir üretim için sürekli gerçek zamanlı veri akışları oluşturmak için yeni teknolojiler benimsenmelidir (Liang vd. 2018). Bireysel verilerin toplanması, ineklerdeki önemli davranışsal ve fizyolojik anormalliklerin izlemesine ve tanımlamasına olanak tanımaktadır (Bewley vd. 2015). Bu sayede, anormalliklerin tespit edilmesiyle birlikte çiftçilere, gerekli önlemleri alma imkanı sunulurken daha yüksek karlılık potansiyeli taşıyan stratejik kararlar almak mümkün olmaktadır (Meijer ve Peeters, 2010).

Veri akışları; hem sağım, üretim ve yemleme gibi çiftlik düzeyindeki verileri hem de süt ve yem fiyatları gibi çiftlik dışı kayıtları içermektedir (Liang vd. 2018). Sağlık, besleme, hayvan refahı gibi konularda ileri veri analizi ile karar destek sistemleri oluşturmak için kızılötesi spektrum ve genomik bilgi gibi ileri teknolojilerin potansiyelinden yararlanarak veri odaklı bir bilgi sistemi vasıtasıyla sürü yönetimine dijital destek sağlamak mümkündür. Bu sistemlerin merkezinde bilgisayarlar yer aldığından bu sistemler "bilgisayar destekli sürü yönetim sistemleri" olarak adlandırılmaktadır (Uzmay vd. 2010). Son yıllarda sürü yönetim programları yapay zeka ile entegre hale getirilmektedir. Büyük

veri transferi sayesinde işletmelerin teknik etkinliklerini artırmak için yapay sinir ağları (YSA) ile modeller geliştirmek ve karar destek sistemine dönüştürmek mümkündür.

Süt sığırcılığı sektöründe kullanılan yeni teknolojiler, kaynakların optimum kullanımı için fırsatlar sunarak etkinliği artırır. Ek olarak teknolojik gelişmeler, işletmenin operasyonlarını daha iyi yönetmesine ve daha doğru kararlar almasına yardımcı olarak veri toplama ve analiz sistemleri gibi yönetim araçları ile süt işletmelerinin rekabet gücünü artırmada önemli bir faktördür. Süt sığırcılığı işletmelerinde teknik etkinliğin belirlenmesi, işletmelerin performanslarını değerlendirmek için kullanılan önemli bir göstergedir.

Teknik etkinlik, üretim girdilerinin çıktılarına dönüştürülme sürecini ifade eder. Bu sürecin etkinliği, mevcut teknoloji ve teknolojik değişikliklere bağlıdır. Amaç, belirli bir girdi kombinasyonunu kullanarak maksimum çıktıyı elde etmek veya belirli bir çıktıyı en az girdi kullanarak üretmektir. Bir işletme açısından teknik etkinlik; malzeme, hammadde, işgücü ve diğer girdilerin üretim sürecinde ne kadar etkin kullanıldığını gösteren bir ölçüttür. Teknik etkinlik, üretim maliyetleri ve dolayısıyla karlılık ile doğrudan ilgili olduğundan üretim birimlerinde etkinliğin sağlanması amacıyla politikalar geliştirilmesi politika yapıcılar için çok önemlidir. İşletmelerde etkin üretimin gerçekleştirilememesinin nedenlerinin belirlenmesi, bazı önlemlerin alınmasına, maliyetlerin düşürülmesine ve kârın maksimize edilmesine katkıda bulunmaktadır.

Etkin işletmeler mevcut en iyi teknolojiyi kullanır ve bu nedenle teknolojik sınırında yer alırlar. En iyi teknolojiden herhangi bir sapma etkinsizlikle sonuçlanır. Etkinsizlik işletmeler arasındaki yönetsel becerilerdeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Etkinlik, üretim maliyetleri ve dolayısıyla kârlılıkla doğrudan ilgili olduğundan izlenecek politikaların belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu politikalar; üretim süreçlerinde verimlilik artışı sağlamak için teknoloji yatırımları, işgücü verimliliğini artırmak için eğitim ve geliştirme programları gibi konuları içermektedir. Ayrıca, işletmelerin üretim süreçlerinde sürdürülebilirliği göz önünde bulundurarak çevresel ve sosyal faktörleri de dikkate almaları önemlidir.

Farrel (1957), işletmelerin etkinliğinin teknik ve ekonomik etkinlik olmak üzere iki ayrı biçimde incelenmesi gerektiğini öne sürmektedir. Ekonomik etkinlik, kaynak kullanımı etkinliği ile ilgili iken; teknik etkinlik, verilen kaynaklarla maksimum çıktının elde edilmesiyle ilgilenir. Dolayısıyla ekonomik kapasitesinin tam olarak kullanılması yanında teknolojinin de etkin olması gerekir. Teknik etkinliği, mevcut girdi kombinasyonunu en optimum şekilde kullanarak en yüksek çıktıyı üretmek olarak tanımlamaktadır. Ancak gerçek yaşamda çeşitli nedenlerle veri çıktı için en az girdi kullanımını gerçekleştirilemeyeceği gibi, belirli bir seviyede çıktıyı üretmek için girdi kullanımını en aza indirmekte söz konusu olamayabilir. Bu durum teknik etkinsizlik olarak tanımlanmaktadır.

Stokastik sınır analizi (SSA) ve veri zarflama analizi (VZA) yöntemleri literatürde teknik etkinlik analizinde en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Parametrik olmayan yapısı ile VZA, herhangi bir üretim fonksiyonunu kullanmaz ve en etkin firmanın girdi ve çıktıları kullanan diğer işletmelere karşı değerlendirmektedir.

Diğer yandan, SSA parametrik bir yapı sunarken etkinliği ise kavramsal tek sınıra karşı test etmektedir. SSA, kavramsal olarak belirlenmiş bir üretim ya da maliyet fonksiyonu kullanması gerekmektedir. SSA yönteminin VZA yöntemine göre avantajı, modele rastgele hataların eklenmesine izin vermesidir. SSA'da üretim sırasında oluşan kontrol edilen ve edilmeyen durumların etkisini ortaya koymak için modele iki hata terimi eklenmektedir. Tarım alanındaki etkinlik çalışmalarında hava şartlarındaki değişkenlik, risk ve belirsizlikler ile hastalıklardan kaynaklanan ölçüm hataları göz önüne alındığında stokastik sınır analizi veri zarflama analizine göre daha uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Coelli vd. 2002). Teknik etkinliğin yapay sinir ağları (YSA) ile modelleme çalışmaları oldukça yeni olup umut vaat edici sonuçlar bulunmuştur. Özellikle YSA metodolojisinin kaynak kullanımı için güvenilir bir öngörü aracı olarak kullanılabilmektedir.

Teknik etkinlik analizinde karar verme birimlerinin homojen olmaları yani üretim ve teknoloji açısından birbirlerine benzer olmaları, yapılan çalışmanın sonucunda elde edilecek sonuçların anlamlı olması açısından çok önemlidir. Çalışmada süt sığırcılığında

ihtisaslaşmış bilgisayar destekli sürü yönetim sistemleri kullanan işletmelerin teknik etkinlik düzeylerinin tespit edilmesinin yanı sıra, etkinsizliğe neden olan değişkenlerin ne olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Türkiye'de tarımsal işletmelerin etkinliğini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır, ancak bu çalışmaların çoğunda VZA ve SSA yöntemleri tercih edilmiştir. YSA kullanarak yapılan etkinlik analizleri ise oldukça sınırlıdır. Türkiye'de ilk kez YSA kullanarak teknik etkinlik belirlenmiştir.

Bu kapsamda araştırma alanı olarak Konya ili seçilmiştir. Konya'da modern teknolojilerle donatılmış bilgisayarlı sürü yönetim sistemlerini kullanan süt sığırcılığı işletmelerin teknik etkinliği SSA ve YSA ile analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Konya'da bulunan sürü yönetim yazılımı kullanan süt sığırcılığı işletmelerinin etkinlik ölçümleri ile sosyo-demografik özelliklerin (işletmecinin yaşı, tecrübesini, hayvancılık üzerine eğitim alma durumu vb) teknik etkinlik üzerine etkili olup olmadığı incelenmiştir. Hayvancılık işletmelerine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde anketlerle sağlanan verilerin analiz edildiği görülmüştür. Bu çalışmada anket ile elde edilen verilerin yanı sıra sürü yönetim sistemlerinde kayıtlı verilerden de yararlanılmış olması çalışmaya özgün değer katmaktadır. Ayrıca YSA ile model geliştirilerek öngöründe bulunulmuş olması, bundan sonraki çalışmalar içinde bir kaynak teşkil edecektir. Bu araştırma genel olarak 7 bölümden oluşmaktadır;

- Birinci bölümde; giriş başlığı altında, konunun önemi, amacı ile araştırmanın kapsamı yer almaktadır.
- İkinci bölümde, araştırma konusu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmaların yerli ve yabancı özetleri bulunmaktadır.
- Üçüncü bölümde, araştırmada kullanılan materyal ve yöntemler ayrıntılı bir şekilde sunulmaktadır.
- Dördüncü bölümde, süt sektörü ve sürü yönetim sistemlerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

- Beşinci bölümde; araştırma bölgesinin doğal, ekonomik ve sosyal özellikleri verilmiştir.
- Altınca bölümde ise araştırma bulguları ayrıntılı bir şekilde yer almıştır ve
- Son bölümde, araştırmanın genel değerlendirmesi yapılarak sonuç ve önerilerde bulunulmuştur.



2. KAYNAK ÖZETİ

Araştırma konusu ile ilgili olarak literatür taraması süt işletmelerinde teknik etkinlik, yapay sinir ağları ve sürü yönetimi olmak üzere üç temel başlık altında incelenmiş olup, yerli ve yabancı literatürde gerçekleştirilen çalışmaların özetleri, tarih sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

2.1 Teknik Etkinlik Kaynak Özeti

Bu bölümde, yapılan literatür çalışması sonucunda ulaşılan süt sığırcılığı işletmelerindeki teknik etkinliğin belirlenmesine ve değerlendirilmesine yönelik araştırmalar yayın tarihlerine göre sıralanarak özetlenmiştir.

Bravo-Ureta ve Rieger (1991) çalışmalarında, Kopp ve Diewert'in deterministik metodolojisine dayanan bir stokastik etkinlik modelini sunmayı amaçlamışlardır. New England da yer alan 511 süt sığırcılığı işletmelerinin teknik, ekonomik ve tahsis etkinliği analizleri yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen analiz sonuçlarına göre işletmelerin ekonomik etkinliği %70, tahsis etkinliği %84 ve teknik etkinliği ise %83 olarak belirlenmiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

Y: İşletmenin yıllık süt üretimi (ton)

- X_1 :Yıllık yem tüketimi (ton)
- X_2 :İşgücü (Tam süreli eşdeğer)

Etkinsizlik Modeli Değişkenleri:

- u_1 :Ahır varlığı=1
- u_2 : Çiftlik Maine Massachusetts lokasyonunda ise =1
- u_3 : Çiftlik Vermont lokasyonunda ise =1

Varyans analizi (Analysis of variance, ANOVA) ve Krıskal-Wallis (K-W) ile örneklemdaki etkinlik ile dört sosyoekonomik özelliği arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Analiz edilen dört özellik şunlardır:

- a) 1984'teki ortalama süt ineği sayısı ile ölçülen çiftlik büyüklüğü,
- b) Üreticinin eğitim düzeyi;
- c) 1982 ve 1983 yıllarında katılım sağlanan yayım toplantılarının sayısı artı yayım görevlilerinin çiftlik ziyaretleri sayısı ve
- d) Üreticinin deneyimi.

Etkinlik ile çiftlik büyüklüğü, eğitim, yayım ve deneyim olmak üzere dört sosyo-ekonomik bağımsız değişken arasındaki ilişkinin analiz sonucunda ise bazı istatistiksel olarak anlamlı ilişkilere rağmen, etkinlik düzeylerinin bu değişkenlerden önemli ölçüde etkilenmediği ortaya koyulmuştur.

İşletmede ekonomik etkinliğin teknik etkinliğe bağlı olduğu belirtilmiştir. Araştırma kapsamında, bazı işletmelerin teknik etkinsizlikler nedeniyle aynı miktarda girdiye rağmen %20 oranında daha az çıktı elde ettiği tespit edilmiştir.

Battese ve Coelli, (1992) çalışmalarında “etkinsizliğin değişken yapısını, zamanın deterministik bir fonksiyonu” olarak ifade etmişlerdir. Belirli bir zaman diliminde tek bir işletmenin teknik etkinliğin en iyi belirleyicisi olarak zamanla değişen model sunulmuştur. Battese ve Coelli'nin (1992) çalışmasında, zamanla değişen etkinlik modelinde, etkinsizlik etkileri veya etkinsizliğe neden olan faktörler modele eklenmemiştir. Ancak, sözkonusu faktörlerin etkinlik üzerindeki etkileri farklı bir modelde ele alınmıştır. Çalışmada regresyon modeli tahmininde bulunmak yerine, eş zamanlı bir çözüm modeli önerilmiştir. Bir başka deyişle etkinlik sadece girdi ve çıktı arasındaki ilişkiye bağlı olmayıp, bu etkenler dışında işletmelerin etkinlik skorunu etkileyen unsurlar da modele dahil edilmiştir. Bu etkiler işletmenin kontrolü dışında oluşan çevresel faktörler olarak tanımlanmıştır.

Battese ve Coelli (1995)'deki çalışmasında bir üretim fonksiyonunun etkinsizlik etkilerini de gösteren bir model geliştirmişlerdir. Teknik etkinsizlik etkilerinin işletmeye özgü değişkenlerden oluştuğu belirtilmiş modele eklenerek stokastik bir sınır üretim fonksiyonu tanımlamak amaçlanmıştır. 3. bölüm yöntem başlığı altında Coelli 1992 ve 1995 çalışmalarında yer alan modeller daha detaylı verilmiştir.

Lachaal (1997) çalışmasında destekleme politikalarının süt sığırcılığı işletmelerinin verimliliği ve teknik etkinliği üzerine etkilerini araştırmıştır. İşletmelerin teknik etkinliğinin belirlenmesinde Mundlak'ın içsellik teoreminden yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre ABD süt sığırcılığı sektöründe uygulanan korumacılık ve sübvansiyon politikalarının işletmelerin teknik etkinlik ve verimlilikleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu saptanmıştır.

Coelli vd.(2002) çalışmasında parametrik olmayan yaklaşımı kullanarak teknik, tahsis, maliyet ve ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır. Tobit analizi yardımıyla, sosyo-ekonomik faktörlerle etkinlik arasındaki ilişki incelenmiştir. Ortalama ekonomik etkinlik %56,2, teknik etkinlik %69,4 ve tahsis etkinliği %81,3 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, ortalama aile büyüklüğü altıdır. En yüksek değer onaltı iken en küçük değer birdir. Araştırmada büyük ailelerin küçüklere kıyasla daha az etkin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, işletme dışında çalışanların, çalışmayanlara göre daha az etkin olduğu belirlenmiştir.

Kompas ve Che (2006) süt ürünleri üretimindeki her bir girdinin göreceli önemini, temel teknoloji değişkenlerinin etkinlik üzerindeki etkilerini ve süt ürünleri üreticilerinin etkinlik sıralamalarına dayalı olarak genel çiftlik profillerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Geleneksel çiftlik anket verileri ile çiftlik teknolojisi kullanımına ilişkin verilerin yılda iki kez alındığı büyük bir veri kümesini kullanarak, New South Wales ve Victoria'daki süt sığırcılığı işletmeleri için stokastik bir üretim sınırı ve teknik etkinlik modeli tahmin edilmiştir.

Araştırma sonuçları, üretimin ölçeğe göre sabit getiri sergilediğini, yem konsantrasyonu ve pik süt verimine sahip inek sayısının önemli olmasına rağmen, süt işletmelerinin

etkinliğindeki farklılıkların temel belirleyicilerinin, kullanılan mandıra türü ve sulanan çiftlik alanı oranı olduğunu göstermiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y: Toplam çıktı: satılan süt ve süt sığırlarından elde edilen brüt değer
- X₁: Toplam işçilik
- X₂: Yem harcamaları
- X₃: Gübre, yakıt, kimyasallar, malzeme, drenaj ve su, hizmetler vb.
- X₄: Bitki ve yapı sermayesi

Etkinsizlik modeli

- u₁: Kullanılan çiftlik alanı
- u₂: Pik verimdeki inek sayısı
- u₃: Balıksırtı süt ahırları için=1 diğerleri için=0
- u₄: Çift üniteli hi-line ve alçak hatlı balıksırtı mandıra kulübeleri için 1 diğeri için 0
- u₅: Döner mandıralar için= 1 diğerleri için 0

Zhu vd. (2008), AB Ortak Tarım Politikası kapsamında verilen desteklerin Almanya, Hollanda ve İsveç'te süt sığırcılığı yapan işletmelerin rekabet edebilmelerine olan etkilerini analiz etmişlerdir. Veriler 1995-2004, Avrupa Topluluğunun Çiftlik Muhasebe Veri Ağı'ndan (FADN) elde edilmiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y₁: Gelir (EUR)
- X₁: Toplam sübvansiyonlarda hayvancılık sübvansiyonlarının oranı (%)
- X₂: Toplam gelirdeki toplam sübvansiyonlar oranı (%)
- X₃: Çiftlik büyüklüğü (ESU)
- X₄: Toplam üretim içinde süt üretimi oranı (%)
- X₅: Toplam emek içinde aile emeği oranı (%)

- X_6 : Toplam kullanılan arazi içinde kiralık arazi oranı (%)
- X_7 : Uzun vadeli borç: Uzun ve orta vadeli krediler
- X_8 : Toplam varlıklar (%)
- X_9 : Kısa vadeli kredilerin toplam varlıklara oranı (%)

Analiz, verilen eşleştirilmiş desteklerin (üretimle ilgili verilen) Almanya ve Hollanda’da teknik etkinliği olumsuz etkilerken, İsveç’te ise istatistiksel olarak önemli etkide bulunmadığını göstermiştir. Bağımsız destekler ise her ülkede teknik etkinliği olumsuz etkilemekte ve eşleştirilmiş desteklere kıyasla daha fazla negatif etkiye sahiptir. Göreceli verimlilik sonuçları, Hollanda teknolojisinin en yüksek çıktıya sahip olduğunu, onu Almanya ve İsveç teknolojilerinin takip ettiğini göstermektedir. Sonuç olarak sübvansiyonların teknik etkinlik ve teknik etkinlik değişimi üzerindeki olumsuz etkilerine çalışmada vurgu yapılmıştır.

Cabrera vd. (2010) tarafından, ABD süt ürünleri üretiminde coğrafi bir değişim ve daha teknoloji yoğun üretim sistemlerinin (entegre yetiştiricilik) uygulanmasına yönelik bir eğilim olmakla birlikte yapısal değişikliklerle karşı karşıya olduğu belirtilmiştir. Bu değişiklikler, özellikle daha geleneksel süt ürünleri üretim alanlarında, etkinliği, karlılığını ve süt sektörünün uzun vadeli ekonomik sürdürülebilirliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Çalışmada teknik etkinsizlik modeliyle eş zamanlı olarak stokastik bir üretim sınırını tahmin etmek için Wisconsin'deki 273 süt sığırcılığı çiftliğinden oluşan bir örneklem kullanılmıştır. İncelenen süt çiftliklerinin ölçeğe göre artan getiri sergilemektedir. İşletmelerin teknik etkinliği aile işgücünün katkı düzeyi, toplam hazırlanmış rasyon (Total Mixed-Ration = TMR) kullanımı ve sağım sıklığı ile olumlu bir şekilde bağlantılı olmakla birlikte, bovine somatotropin (bST) hormonunun emziren ineklere verilmesinin teknik etkinliği olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_1 : Süt üretimi (kg)
- X_1 : İnek (adet)
- X_2 : Besleme gideri (\$)

- X_3 : Sermaye (\$)
- X_4 : Bitkisel üretim giderleri (\$)
- X_5 : İşgücü gideri (\$)
- X_6 : Hayvancılık masrafları (\$)
- X_7 : bST (%) hormonu

Etkinsizlik modeli

- u_1 : TMR (karma rasyon) kullanımı (kukla)
- u_2 : Mera (kukla)
- u_3 : Sağım sistemi (kukla)
- u_4 : Sağım sıklığı (kukla)
- u_5 : Konut (kukla)
- u_6 : Aile emeği (% oranı)
- u_7 : Yem / inek (% oranı)

Ampirik sonuçlar, üretim üzerinde en yüksek etkiye sahip değişkenin çiftlikteki inek sayısı olduğunu ve ardından mahsul, yemleme, hayvancılık ve işgücündeki toplam harcama olduğunu göstermiştir. İneklerin bST ile desteklendiği çiftlikler daha yüksek bir üretim seviyesi göstermektedir. Teknik etkinlik seviyeleri stokastik sınır analizi ile belirlenmiş olup, ortalama teknik etkinlik % 88’dir. Geleneksel hipotez testleri, genellikle sadece istatistiksel anlamlılığı belirlemek için kullanılırken, SSA etkinlik ölçümlerinin yanı sıra, etkinliği etkileyen faktörlerin kestirimini ve etkinlik seviyelerinin tahmin edilmesini sağladığı için daha uygun bir model olduğu belirtilmiştir.

Ayrıca çalışmada çiftliklerin büyüklüğü ile üretilen çıktı seviyesi arasında orantılı bir ilişki olmadığı bulunmuştur, bu da etkinlik seviyesinin çiftliğin büyüklüğüne değil, teknolojik gelişmelere bağlı olduğu anlamına gelmektedir.

Gündüz (2011), yaptığı çalışmada Samsun ilinin Bafra ilçesinde süt sığırcılığı işletmelerinin etkinlik düzeyi ile birlikte etkinsizliğe sebep olan faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 73 işletmenin stokastik sınırı analizi yöntemiyle teknik etkinlik

düzeyi belirlenmiştir. Analizde, hayvan başına günlük değerler dikate alınmış olup, kullanılan değişkenler aşağıda verilmiştir;

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_1 : Süt verimi,
- X_1 : İşgücü,
- X_2 : Kaba yem tüketimi,
- X_3 : Kesif yem tüketimi,
- X_4 : Veteriner ve ilaç masrafı,
- X_5 : Elektrik, tuz, temizlik ve su gibi diğer masrafların toplamı,

Etkinsizlik modeli

- u_1 : Çiftçinin yaşı (yıl),
- u_2 : Deneyim (yıl),
- u_3 : Ailedeki kişi sayısı
- u_4 : Kooperatif veya birliğe üyelik
- u_5 : Süt sağım yöntemi
- u_6 : Ahır alanı (m^2)

Ortalama teknik etkinlik düzeyi %89 olarak tahmin edilmiştir ve işletmelerin aynı çıktıyı korurken girdi kullanımını %9 oranında azaltabileceği sonucuna varılmıştır. Çiftçinin eğitim düzeyi, tecrübesi ve sağım yöntemi değişkenlerinin katsayıları etkinsizliği açıklamada istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte negatif bulunmuştur. Bununla birlikte, aile büyüklüğü değişkeni ise istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bulunmuştur. Çalışmada sonuç olarak, işletme etkinliğini artırmak için çiftçinin eğitim seviyesinin yükseltilmesi, mesleki eğitimin iyileştirilmesi ve yayım faaliyetlerine öncelik verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Koyubenbe ve Özden (2011) tarafından yapılan çalışmada, farklı işletme büyüklüğüne sahip süt sığırcılığı işletmelerinin performanslarını ölçmek amaçlanmıştır. Çalışma İzmir'deki toplam süt üretiminin büyük bir kısmını karşılayan beş ilçede yürütülmüştür.

Çalışmada süt sığırcılığı işletmelerinin etkinliğini ölçmek için Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemi kullanılmıştır. Modelde,

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

Y_i = Süt üretimi(kg)

- X_1 : Hayvan Varlığı
- X_2 : Aile İşgücü
- X_3 : İşgücü Maliyeti
- X_4 : Yem Bitk. Ekim Alanı
- X_5 : Konsantre Yem Maliyeti
- X_6 : Besi Yemi Maliyeti
- X_7 : İnek Sayısı kullanılmıştır.

En yüksek etkinlik değeri %97 iken, en düşük %59 ve ortalama teknik etkinlik değeri ise %86 olarak bulunmuştur. İşletme büyüklüklerine göre gruplandırıldığında gruplar arasında teknik etkinlik açısından farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. En büyük işletme büyüklüğüne sahip grubun ortalama etkinliği %89 iken, en küçük işletme büyüklüğüne sahip grubun etkinliği %85 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak işletme büyüklüğü arttıkça teknik etkinlik düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Külekçi ve Bayram (2012) yaptıkları çalışmalarında araştırma kapsamında yer alan bir sürüden seçilen buzağların yemden yararlanma düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın verileri, süttten kesime kadar süt ve kesif yem ile beslenen siyah alaca ve esmer ırka ait 45 adet buzağıdan elde edilmiştir.

Stokastik sınır üretim modelinde buzağılara doğumdan itibaren verilen kesif yem ve süt miktarı girdi, canlı ağırlık artışı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Buzağların kaba ve kesif yem tüketimi ile içtikleri süt miktarı düzenli olarak ölçülerek kaydedilmiştir. Çalışmada buzağların canlı ağırlıkları da kayıt edilmiştir. Süttten kesime kadar haftalık sonra ise veriler iki haftada bir alınmıştır. Etkinsizlik modelindeki değişkenler arasında buzağının doğum ağırlığı, cinsiyeti, süt içme süresi, süttten kesim ağırlığı ve buzağının

aldığı süt miktarı yer almaktadır. Etkinlik analizi sonuçları süt içme süresinin ve süttten kesme ağırlığının önemli parametreler olduğunu göstermekle birlikte süttten kesme ağırlığı etkinlik üzerinde olumlu bir etkiye sahip iken süt içme süresi olumsuz bir etkiye sahiptir.

Tutulmaz (2012) çalışmasında stokastik sınır analizi yönteminin anlaşılmasını sağlamak için kavramsal ilişkileri inceleyerek önemli noktaları tespit etmiştir. Stokastik sınır analizi yönteminin özelliklerine ve araştırmalar için taşıdığı potansiyele vurgu yapılmıştır. Yöntemin büyük bir açılıma yol açtığı belirtilirken, hata teriminin iki ayrı parçaya ayrılmasının hala tam olarak anlaşılmayan ve araştırılması gereken bir ekonometrik alan olduğu da çalışmada vurgulanmıştır.

Gözener (2013) çalışmasında TR83 bölgesindeki 325 büyükbaş hayvancılık işletmesinin üretim maliyetlerini, karlılıklarını ve canlı ağırlık artışına etki eden faktörleri belirlemek amacıyla ekonomik ve teknik etkinlik analizleri yapmıştır. İşletmelerin teknik etkinlikleri analizinde stokastik sınır analizi ile veri zarflama analizini kullanmıştır.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_i : Et üretimi(kg/baş)
- X_1 : Kaba yem (kg/baş)
- X_2 : Karma yem (kg/baş)
- X_3 : Sermaye (TL/baş)
- X_4 : İşgücü (EİG/baş)

Etkinsizlik modeli

- u_1 : Deneyim (yıl),
- u_2 : Besleme süresi
- u_3 : Yemleme sayısı
- u_4 : Kredi kullanım durumu

Etkinsizlik modelinde eğitim, deneyim, besleme süresi, yemleme sayısı, toplam tarım alanı içinde yem bitkilerine ayrılan alan (da), kredi kullanım durumu gibi sosyo-

ekonomik değişkenler dahil edilmiştir. Çalışmada iki grup yer almaktadır. I. Grup hayvan sayısı ile net geliri düşük olan 229 işletmeden oluşurken, II. grup hayvan sayısı ve net geliri yüksek olan 96 işletmeden oluşmaktadır.

SSA sonuçlarına göre birinci grupta etkinlik %87, ikinci grupta ise %93 olduğu belirlenmiştir. SSA sonuçları, birinci grupta eğitim, toplam tarım alanı içindeki yem bitkilerinin payı ve kredi kullanım durumunun etkinsizliği azaltmada etkili olmasına karşın, yemleme sayısının ise olumlu bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. İkinci grupta yer alan işletmelerde eğitim ve ekilen yem bitkileri alanın içindeki payı etkinsizliği azaltmada olumlu etki yaparken, yemleme sayısı ve kredi kullanım durumunun etkinsizliği azaltma da olumsuz yönde etkilemiştir.

Spicka ve Smutka (2014) makalesinde AB uzmanlaşmış süt çiftliklerinin üretim etkinliği ve belirleyicileri ile ilgili önemli bulgular elde etmişlerdir. Araştırmanın ilk aşamasında veri zarflama analizi ile ölçeğe göre getiri yöntemi ile ölçek verimliliği bakımından etkin ve etkin olmayan bölgeler belirlenmiştir. Bir sonraki adımda bağımsız iki örneklem t-testi kullanılarak etkin ve etkinsiz bölgeler arasındaki ekonomik ve yapısal farklılıklar ortaya koymuşlardır.

Uzmanlaşmış süt çiftliklerinde üretim etkinliğinin önemli ekonomik belirleyicileri, çiftlik büyüklüğü, sürü büyüklüğü, bitki çıkışı, enerji verimliliği ve sermaye olarak saptanmıştır. Ayrıca gelişmiş bölgelerdeki uzmanlaşmış çiftliklerin diğer çiftliklere göre daha yüksek üretim değeri, süt verimi ve daha düşük üretim maliyetleri ile üretim yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır. Etkinsiz bölgelerdeki tarımsal işletmeler daha büyük işletme arazisine sahiptir ve daha fazla emtia dışı üretim (kamu malları) yapılmaktadır. Etkin bölgelerdeki özel süt çiftlikleri, az bir farkla daha yüksek bir süt verimine sahiptir.

Kumbar (2015) bu araştırma Trakya Bölgesinde büyükbaş hayvancılık işletmelerinin ekonomik ve teknik etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde bulunan TÜRK-VET kayıtlarında beş baş üzeri işletmelerden rastgele örnekleme yöntemiyle seçilen 220 işletme ile anket yoluyla veri toplanmıştır. Teknik etkinliğin belirlenmesinde Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır.

İşletmelerin sosyo-ekonomik yapıları, yıllık faaliyet sonuçları ve ekonomik etkinlikleri analiz edilmiştir. İşletmelerin teknik etkinlik katsayıları 0,071 ile 1 arasında değişmekte olup, ortalama 0,49 olarak belirlenmiştir. Sadece %5,9'u teknik olarak etkin olarak sınıflandırılmıştır.

Etkin ve etkin olmayan işletmelerin karşılaştırılması sonucunda, ekonomik olarak etkin olan işletmelerin sahiplerinin deneyim yılları, etkin olmayan işletmelere göre biraz daha azdır. Ancak, etkin olan işletmelerin sahip olduğu işletme büyüklüğü etkin olmayan işletmelere göre daha büyüktür. Etkin işletmelerin sahiplerinin öğrenim süreleri de etkin olmayan işletmelere göre daha yüksektir. Ayrıca, etkin olan işletmelerin üye oldukları tarımsal örgüt sayısı etkin olmayanlara göre biraz daha azdır.

Sonuç olarak, bu çalışma Trakya Bölgesindeki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin ekonomik ve teknik etkinliklerini belirlemek için yapılmıştır. Sonuçlar, işletme büyüklüğü, sahibinin öğrenim süresi, deneyim yılları ve üye olunan tarımsal örgüt sayısı gibi faktörlerin ekonomik etkinliği etkilediğini göstermiştir.

Sauer ve Latacz-Lohmann (2015), bireysel çiftlik düzeyinde yenilik, etkinlik ve üretkenlik arasındaki dinamik bağlantılara ışık tutmayı amaçlamıştır. 1996–2010 dönemi için Almanya'daki süt çiftlikleri verilerini içeren kapsamlı bir veri seti kullanmışlardır. Yenilikçi teknolojiye yapılan yatırımların, üretim sınırlarını kaydırarak süt üretiminin üretkenliğini artırdığı tespit edilmiştir. Çalışmada teknik etkinlik SSA ile belirlenmiştir. Bulgular etkinlik üzerinde, yenilikçi süt ürünleri teknolojilerine yapılan yatırımların, beraberinde çiftlik düzeyinde kalıcı etkinlik artışının sağlanabilmesi için yeterli düzeyde tamamlayıcı eğitim gerektirdiğini de göstermiştir. Bulgular, yatırımların sadece teknolojiye değil, aynı zamanda çiftlik çalışanlarının yetkinliklerine ve bilgi birikimlerine de odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Hansen ve Plum (2017) Kopenhag Üniversitesinde yürüttükleri master tezinde hayvan sağlığı ve süt kalitesi göstergeleri ile teknik etkinlik arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Danimarka'da 2011'den 2015'e kadar tam zamanlı süt çiftlikleri için panel veriler kullanılarak stokastik etkinlik sınırı tahmin edilmiştir. Mastitis ve üreme bozukluklarının

çiftliğin teknik etkinliği üzerinde küçük ve olumsuz bir etkisi olduğunu, diğer hastalık türlerinin etkisinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Sonuçlar Danimarkalı süt üreticilerinin hastalıkları önleme ve tedavi etmenin öneminin farkında olduğunu göstermektedir. Ayrıca ırk ve sağım sistemi tipinin etkinlik açısından oldukça önemli faktörler olduğu da tespit edilmiştir. Teknik etkinliği artırmak için üretimde kullanılan teknolojinin önemli bir etkisi olduğu savunulmuştur.

Ma vd. (2019) çalışmasında belirtildiğine göre Yeni Zelanda'daki geleneksel olarak meraya dayalı süt çiftliklerinin, yerini ek yem kullanan çiftlikler alması, üretim artışı, mera açıklarının üstesinden gelinmesi ve vücut kondisyon puanlarının iyileştirilmesi gibi bir dizi gelişmenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak yem kullanımının yoğunlaştırılması Yeni Zelanda'daki süt çiftliklerinin teknik etkinliği nasıl etkilediğine dair bir bilgi eksikliği olduğu için bu çalışma yapılmıştır. Bu makalede SSA de 2010'dan 2013'e kadar 257 çiftlikten oluşan dengeli bir panel veri kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, teknik etkinliğin yem kullanımının yoğunlaştırılması, sürü büyüklüğü ve sağım sıklığından olumlu ve önemli ölçüde etkilenmediğini göstermektedir.

Torres-Inga vd. (2019), Ekvador Sierra Sur Andina'da 1.168 vakanın süt üretiminin etkinliğini çok katmanlı algılayıcılara sahip bir sinir ağı modeli ile tahmin etmiştir. Vakalar, 2016 yılında Ekvador Resmi Ulusal İstatistik Enstitüsü tarafından sağlanan ikincil örneklerden toplanmıştır.

Modelde, bağımlı değişken olarak bir önceki günlük toplam süt üretimi (Y_1) ve bağımsız değişkenler toplam sığır adedi (X_1), tarladaki toplam işçi (X_2) inek adedi (X_3). Seçilmiş bireysel vakalardan elde edilen veriler ve bunların bağımlı değişken üzerindeki etkileri değişken seçim kriterleri olarak kullanılmıştır. İncelenen işletmeler etkinliğe bağlı olarak üç gruba ayrılmıştır;

Grup 1 ($\leq 0,4$);

Grup 2 ($> 0,4 \leq 0,7$); ve

Grup 3 ($> 0,7$).

Model, 0.26 ± 0.22 'lik bir etkinlik ortalaması belirlemiştir. Genel olarak daha etkin olan 3. grubun daha fazla damızlık hayvana ve Holstein ineklere sahip olduğu görülmüştür.

Žáková vd (2020) Avrupa Birliği'ndeki süt ürünleri üretiminin ekonomik ve teknik etkinliğin yansira kısa vadeli (geçici) ve uzun vadeli (kalıcı) etkilerini ele almayı amaçlamaktadır. Avrupa Birliği'ndeki süt üretiminin olumsuz bir tarımsal yapı veya bilgi eksikliği ile karşı karşıya olup olmadığı, rekabet gücü ve sürdürülebilirliğin ekonomik büyüklükten etkilenip etkilenmediği araştırma sorusuna cevap bulmaya çalışılmıştır. Çalışmada özel süt ihtisas çiftlikleri ile karışık üretim yapan çiftlikler (bitkisel +hayvansal) karşılaştırılmıştır. 2004'ten 2017'ye kadar olan FADN verileri kullanılmıştır. Analiz şu anda teknik etkinlik analizine yönelik en gelişmiş yaklaşımı temsil eden dört bileşenli modele ve çok adımlı varyantla karşılaştırıldığında daha etkin olan tek adımlı tahmin prosedürüne dayanan ilk çalışmadır. Geliştirilen bu model Avrupa süt ürünleri üretiminin etkinliğinin analizinde farklı büyüklük gruplarında teknik ve ekonomik etkinlik sonuçlarının karşılaştırılmasına imkân sağlamıştır.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_{i1} : Süt üretimi miktarı (kg)
- Y_{i2} : Diğer üretim değeri(EUR)
- X_1 : Yem maliyeti (EUR)
- X_2 : İşçilerin çalışma saatleri,
- X_3 : Toplam tarım alanı (ha),
- X_4 : Sermaye (EUR)
- X_5 : Sözleşmeli iş ve diğer malzemelerin maliyetleri (EUR)

Her iki çiftlik türünde de, geçici teknik etkinlik kalıcı olandan daha yüksektir. Genel ve geçici teknik etkinlik, ekonomik büyüklüğe bağlı olarak gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. En düşük kalıcı teknik etkinlik, en yüksek ekonomik büyüklükteki grupta bulunmuştur. Bu grup, ortalama değerde teknik olarak optimum boyuta en yakın olmasına rağmen, kaynak kullanımında en etkinsizdir. Her iki tür çiftlik için de ana sonuç, en yüksek ekonomik büyüklüğe sahip grubun kaynak kullanımında etkinsiz olmasıdır.

Tosun (2021), çalışmasında TRC1 bölgesinde faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinde yem kullanım etkinliği, verim düzeyi ve karlılık düzeyini farklı üretim sistemleri itibariyle ortaya koymayı amaçlamıştır. Gaziantep, Kilis ve Adıyaman illerinde faaliyet gösteren 145 süt sığırcılığı işletmesinden elde edilen verilere dayanarak kümeleme analizi ile "Geleneksel", "Yarı Profesyonel" ve "Profesyonel" olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplar arasında yapılan karşılaştırmalı analizler sonucunda, profesyonel süt sığırcılığı işletmelerinin sahip oldukları sermayeye göre en yüksek getiriyi elde ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, işletmelerin teknik etkinliği ve yem kullanım etkinlikleri SSA kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu bulgular, incelenen bölgede profesyonel süt sığırcılığı işletmeciliğinin sermaye verimliliği açısından diğer gruplardan daha başarılı olduğunu göstermektedir. Çalışmada gruplar arasında yem kullanım etkinliği, teknik etkinlik, verim düzeyi ve karlılık düzeyi karşılaştırılmıştır. Araştırmada işletmelerin ortalama teknik etkinlik skoru %82'dir. Yem kullanım etkinliği ise inceleme alanında %75 olarak belirlenmiştir ve profesyonel işletmelerin yem kullanım etkinliği diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar, süt sığırcılığı işletmelerinde farklı üretim sistemlerinin etkinlik ve performans açısından farklılıklarının bulunduğunu ortaya koymaktadır.

2.2 Yapay Sinir Ağları Kaynak Özeti

Süt sığırcılığında yapay sinir ağları uygulamaları verim tahmini, hastalık teşhisi, sınıflandırma, kızgınlık tespiti ve ıslah gibi alanlarda yoğunlaşmıştır. Özellikle 305 günlük süt veriminin yapay sinir ağları ile tahmin edildiği çalışmalara literatürde daha sık karşılaşılmıştır. Teknik etkinliğin yapay sinir ağları ile modelleme çalışmaları oldukça yeni olup umut vaat edici sonuçlar bulunmuştur.

Bu bölümde, yapılan literatür çalışması sonucunda ulaşılan araştırmalar yayın tarihlerine göre sıralanarak özetlenmiştir.

Lacroix vd. (1995) yapay sinir ağlarının (YSA), örüntü tanımda etkili bir alternatif olabileceğini savunarak, çalışmasında YSA'ların bireysel inekler için sütteki, yağ ve protein içeriğini tahmin etmek için kullanılma imkanını araştırmışlardır. Yapılan

araştırmada, YSA'ların genel olarak iyi performans gösterdiği ve yüksek süt verimi gösteren ineklerin erken tespiti ve düşük süt verimi olan ineklerin sürüden çıkarılması gibi üreme ve sürü politikası kararlarında önemli olduğu ortaya çıkmıştır. YSA'ların farklı girdilere duyarlılığı ise üç farklı teknik kullanılarak analiz edilmiş ve göreceli yetenekleri karşılaştırılmıştır.

Model (1)

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_1 . 305-g süt üretimi (kg) Y_2 . 305-g yağ üretimi (kg) Y_3 . 305-g protein retim
- X_1 . Sağımdaki günler (d)
- X_2 . Buzağılama yaşı
- X_3 . Buzağılama mevsimi
- X_4 . Test günü süt üretimi (kg)
- X_5 . Test günü yağ üretimi (kg)
- X_6 . Test günü protein üretimi (kg)
- X_7 Kümülatif süt üretimi (kg)
- X_8 . Kümülatif yağ üretimi (kg)
- X_9 . Kümülatif protein üretimi (kg)

Model (2)

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_{i1} . 305-g süt üretimi (kg) Y_{i2} . 305-g yağ üretimi (kg) Y_{i3} . 305-g protein retim
- X_1 . Sağımdaki günler
- X_2 . Buzağılama yaşı
- X_3 . Buzağılama mevsimi
- X_4 . Test günü süt üretimi (kg)
- X_5 . Test günü yağ üretimi (kg)
- X_6 . Test günü protein üretimi (kg)
- X_7 Kümülatif süt üretimi (kg)

- X_8 . Kümülatif yağ üretimi (kg)
- X_9 . Kümülatif protein üretimi (kg)
- X_{10} . Sürü için ortalama 305 günlük süt üretimi (kg)
- X_{11} . Laktasyon sayısı
- X_{12} . İnek ağırlığı (kg)
- X_{13} . Somatik hücre sayısının logaritması

Sonuçlar, YSA'ların süt verimi yüksek ineklerin erken tespiti ve düşük süt verimi olan ineklerin uzaklaştırılması gibi kararlar için faydalı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, çalışmada geleneksel olmayan girdi değişkenleri (örneğin ortalama süt sürüsü üretimi ve inek ağırlığı) eklenerek tahmin doğruluğunun arttığı belirtilmiştir. Model 2'nin, daha fazla girdi sayısı nedeniyle Model 1'den daha başarılı sonuçlar verdiği de rapor edilmiştir.

Gelecekte, duyarlılık analizi yöntemleri, sinirsel konfigürasyonların optimizasyonu, girdi seçimi ve veri ön işleme konularında araştırmalar yapılması gerektiği çalışmada vurgulanmıştır.

Athanassopoulos ve Curram (1996) karar verme birimlerinin (KVB) etkinliğini değerlendirme araçları olarak iki parametrik olmayan metodolojinin, yani VZA ve yapay sinir ağlarının yararlarını araştırmış ve bu konudaki ilk çalışmadır. Bu karşılaştırmalı araştırma, teorik olarak belirlenmiş etkinliklere sahip simüle edilmiş verileri ve ampirik verileri kullanmıştır. Yapay sinir ağlarının performans ölçüm aracı olarak kabul edilebilirlikleri konusu sınanmıştır. Sonuçlar VZA'nın ampirik üretim fonksiyonlarını tahmin etmek için bir araç olarak daha tatmin edici performans gösterme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Öte yandan yapay sinir ağları, tahmin edilen sonuçlara dayalı olarak KVB'lerin göreceli sıralamalarını elde etmek için bir araç olarak oldukça başarılı bulunmuştur. Yöntemin açıklandığı bölüm 3.2.2.2 yapay sinir ağları ile etkinlik analizi kısmında çalışmanın detaylarına yer verilmiştir.

Salehi vd. (1998) çalışmasında yapay sinir ağları kullanarak süt verimi tahminlerinin iyileştirilmesini amaçlamıştır. Holstein ırkı süt sığırlarına ait aylık kayıtlarından elde

edilen verilerle, iki özelleştirilmiş sinirsel tahminleyiciden ve bir sinirsel sınıflandırıcı oluşan çoklu ağ sistemi oluşturulmuştur. Araştırma sonuçları, tek bir ağ yapısına kıyasla birleştirilmiş sınıflandırıcı tahminleyici sisteminin daha iyi tahmin sonuçları verdiğini ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada, doğru ön işleme tekniklerinin, iyi tasarlanmış yapay sinir ağı modeli ile uygun değişken kümesinin, süt verim tahminlerinin doğruluğunu belirgin şekilde etkilediği vurgulanmıştır.

Shanmugam (1998) “Quebec Süt Çiftliklerinin Etkinliği ve Verimliliği” başlıklı çalışmada teknik etkinliği tahmin etmek için Yapay Sinir Ağlarını (YSA) kullanmıştır. YSA kullanılarak tahmin edilen etkinlik değerleri, sıradan en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilenden daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Kanada'da 1970'den beri süt kotaları mevcuttur. Bu kotalara, üretici için bir ikramiye fiyatı eşlik eder. Daha genel olarak, süt kotaları, tedarik yönetim sistemine tabi olan Kanada tarımsal üretiminin bir parçasıdır. Çalışmada çıktı olarak toplam gelir alınmıştır. Toplam gelir, süt gelirleri, sübvansiyonlar, hayvan satışı, itlaf ve üreme nedeniyle envanter değişikliği ve diğer gelirleri içermektedir.

Satın alınan yem, çiftlikte yetiştirilen yem, işçilik ve muhtelif maliyetler değişken maliyete dahil edilmiştir. Toplam yem gideri, her bir çiftlik tarafından birim başına ödenen fiyatı elde etmek için miktara bölünmüştür. Çiftlikte yetiştirilen yemde yapılan döküm, çiftlikte yetiştirilen ton başına fiyatı hesaplamak için toplam ton kuru maddeye bölünmüştür.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_i : Toplam gelir
- X_1 : Satın alınan yem (Metrik Ton)
- X_2 : Çiftlikte yetiştirilen yem (Metrik Ton)
- X_3 : Yabancı işçi masrafı
- X_4 : Aile işçisi masrafı
- X_5 : Bina masrafları

- X₆: Alet- makine masrafı
- X₇: Diğer masraflar

Her çiftliğe ait işçi ücret oranını elde etmek için işe alınan işgücü gideri kişi sayısına bölünmüştür. Süt, veterinerlik ve tohumlama masraflarının pazarlama giderleri, süt depolama maliyeti ve diğer çeşitli giderler muhtelif maliyetlere dahil edilmiştir. Genel olarak, küçük çiftlikler daha maliyet etkin bulunmuştur. Bir başka deyişle maliyeti minimize ve çıktıyı maksimize ederken bütçe planlamada daha başarılı bulunmuşlardır.

Bir işletmenin hedeflerine uygun olarak etkinlik, etkililik ve verimlilik sağlanması sonucunda kârlılık artar. Araştırmalar, büyük çiftliklerin küçük çiftliklere göre daha kârlı olduğunu göstermektedir. İşletme performansı, kârlılığın yanı sıra yenilikçilik ve kalite gibi diğer performans boyutlarının da doğru bir şekilde birleştirilmesiyle sağlanabilir. Çiftlikte yetiştirilen yem kullanımının artması, daha yüksek etkinlikle ilişkilendirilirken, konsantre yem kullanımının artması, daha düşük etkinlik ile ilişkilendirilmiştir.

Quebec süt çiftliklerinin teknik etkinliğini belirlemek için Yapay Sinir Ağlarına (YSA) dayalı bir model kullanılan öncü çalışmalardandır. Ortalama kare hata, ortalama mutlak yüzde hata ile tahmin edilen ve gözlemlenen değerler arasındaki performans incelenmiş ve başarılı bulunmuştur.

Grzesiak vd. (2003) çalışmasında, süt sığırlarının 305 günlük laktasyon verimlerini tahmin etmek için kısmi laktasyon kayıtları kullanmış ve çoklu regresyon ile yapay sinir ağı yöntemlerini karşılaştırmıştır. Veri setinde, sürünün buzağılama ayı bilgileri, ilk dört test günündeki süt kayıtları, sağım sayısı, 305 günlük ortalama süt verimi bilgileri yer almaktadır.

Her iki grupta da yapay sinir ağı ile beraber çoklu doğrusal regresyon modellerinin tahminleri gerçekleştirilmiş ve doğruluğu karşılaştırılmıştır. Grup I, 853 süt ineği ve 1390 kayıt içerirken, grup II, laktasyon dönemini tamamlayan ve en az 305 gün boyunca üretim yapan 49 ineklerden oluşmaktadır.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_i : 305 günlük laktasyon verimlerini
- X_1 : Ahırlarda ortalama 305 günlük süt üretimi,
- X_2 : Sağımda geçen gün sayısı,
- $X_3 - X_6$: Örneklemin 1., 2., 3. ve 4. aylarındaki ortalama test günü süt verimi,
- X_7 : Buzağılama ayı, 1 (Eylül), 2 (Ekim),... 12 (Ağustos) olarak kodlanmıştır.

Çalışma sonucunda regresyon analizine alternatif olarak yapay sinir ağlarının uygun bir yöntem olacağı vurgulanmıştır.

Santin vd. (2004) çalışmasının amacı yapay sinir ağları ile etkinlik hesaplanmasına bir giriş yapmak ve etkinlik analizindeki uygulamalarını gözden geçirmektir. Sonuçlar, YSA'ların, etkinliği ölçmek için geleneksel yaklaşımlar, ekonometrik modeller ve veri zarflama analizi gibi parametrik olmayan yöntemlerle karşılaştırıldığında umut vaat eden bir alternatif olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, çok katmanlı algılayıcıların (MLP) teknik verimliliği ölçme konusunda ekonometrik VZA gibi parametrik olmayan tekniklere alternatif bir araç olarak kullanılabileceğini doğrulamaktadır. Bu çalışmada sadece MLP yaklaşımına odaklanılmıştır, ancak diğer birçok sinirsel model de bulunduğunu ileriiki araştırmalar için, Monte Carlo deneyleri aracılığıyla etkinliği ölçülebileceğini ve Bayesian Sinir Ağları veya Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağları gibi diğer YSA yaklaşımlarının yeteneklerini ve sınırlamalarını keşfedilmesi gerektiğini önermiştir.

Delgado (2005) yılında yapmış olduğu “Teknik etkinliğin ölçümü: Bir sinir ağı yaklaşımı” başlıklı çalışmada yapay sinir ağları (YSA) ile etkinlik analizindeki uygulamaları gözden geçirmeyi hedeflemiştir. Bölüm 3.2.2.2 yapay sinir ağları ile etkinlik analizi kısmında çalışmanın detaylarına yer verilmiştir

Liao vd. (2007) çalışmada 1963 ila 1998 dönemi için yedi Doğu Asya ekonomisi için imalat düzeyinde etkinlik ve üretkenlik artışını ölçmek için alternatif bir yaklaşım olarak yapay sinir ağlarını (YSA) kullanmıştır. YSA'ların üretim birimlerinin performansını

değerlendirme yeteneğini test etmek için YSA ve stokastik sınır analizi (SFA) karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, YSA'ların, üretim fonksiyonlarına daha doğru bir şekilde yaklaşmak ve doğrusal olmayan bağlamlar altında minimum varsayımlarla etkinlik ve üretkenliği ölçmek için geleneksel yaklaşımlara karşı üstün olduğunu göstermektedir.

Sharma vd. (2007) tarafından, çoklu doğrusal regresyon modelleri ile yapay sinir ağını kullanarak ilk laktasyon 305 günlük süt verimi tahmini yapılmıştır. İki analizin performansı karşılaştırılmıştır. Geleneksel regresyon modeline göre YSA modelinin daha üstün olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, 672 Karan Fries ineğine ait veriler, hayvanların soy ağacı, stok, vücut ağırlık ve büyüme kayıtları kullanılarak elde edilmiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_i : 305 günlük süt verimi (kg)
- X_1 : Genetik grup
- X_2 : Doğum mevsimi
- X_3 : Doğum dönemi
- X_4 : Doğum ağırlığı (kg)
- X_5 : Olgunluk yaşı (gün)
- X_6 : Olgun ineklerde ağırlık (kg)
- X_7 : Buzağılama mevsimi
- X_8 : Buzağılama yaşı
- X_9 : Buzağılama ağırlığı
- X_{10} : Pik verim
- X_{11} : En yüksek verime ulaşma günleri

Çalışmada, yapay sinir ağı modeli için farklı eğitim algoritmaları ve mimari parametrelerde deneysel olarak en uygun seçenek araştırılmıştır. Çalışmada, veri ayrıştırma, başlangıç sinaptik ağırlık seçenekleri, ara katman ve nöron sayısı, eğitim hızı, hedef performansı, aktivasyon fonksiyonları, epoklar ve ağıın hiper parametre ayarlaması gibi farklı seçenekler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu seçenekler, yapay sinir

ağlarının süt sığırcılığı alanında kullanımıyla ilgili optimizasyon ve model iyileştirme amacıyla incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Bayes düzenlenmiş Levenberg-Marquardt algoritmasının en iyi tahmin doğruluğunu sağladığını göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, yapay sinir ağı ile oluşturulan modelin, süt sığırlarının ilk laktasyon dönemi 305 günlük süt verimlerinin tahmininde yüksek bir potansiyel taşıdığı sonucuna varılmıştır.

Ergülen ve Topuz (2008) Niğde ilindeki çeşitli süt sığırcılığı işletmelerindeki hayvancılık uygulamalarının değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, işletmelerden toplanan süt verisi kullanılarak laktasyon süt verimleri yapay sinir ağları ile tahmin edilmiştir. Bu tahminler, montofon (esmer), siyah alaca ve yerli süt sığırı ırklarına ait veriler kullanılarak yapay sinir ağları ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, yapay sinir ağları yönteminin süt sığırcılığı işletmelerindeki verimlilik tahmini için ne kadar etkili olduğunu belirlemek ve işletmelerin verimliliğini etkileyen faktörleri saptamaktır. Kullanılan değişkenler aşağıdaki gibidir;

Bağımlı ve bağımsız değişkenler:

- Y_i : laktasyon süt verimine(kg),
- X_1 : Canlı ağırlık (kg),
- X_2 : Cidago yüksekliği (m),
- X_3 : Irk
- X_4 : Yaş
- X_5 : Günlük sağım sayısı,
- X_6 : Mevsim,

Gerçek ölçüm sonuçları, yapay sinir ağı modeli ile elde edilen süt sığırlarının laktasyon dönemindeki süt verim tahminleri ile karşılaştırılmış ve sonuç olarak tahmin hatasının

minimum düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, çok katmanlı algılayıcı tipi (MLP) yapay sinir ağları kullanılmasının uygun olduğunu göstermiştir.

Erdem ve Koç (2010) etkinlik analizleri için bir Yapay Sinir Ağları (ANN) eğitim yaklaşımı önermektedir. Yöntem, eğitim kümesini belirlerken bir bant genişliğindeki aşırı nokta seçimine dayanmaktadır ve geleneksel ANN yaklaşımına göre daha iyi sonuçlar verdiği ileri sürülmektedir. Önerilen yaklaşım, farklı fonksiyonel formlara, boyutlara ve etkinlik dağılımlarına sahip simüle edilmiş veri setleri üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar, VZA ile kıyaslandığında önerilen ANN yaklaşımının birçok durumda daha iyi sonuçlar ürettiğini göstermektedir.

Murphy vd. (2014) çalışmasında, merada otlatılan 140 süt ineğinden oluşan sürüye ait 3 yıllık süt üretim verileri modelde kullanılmıştır. Günlük süt veriminin tahmin edilmesi amacıyla doğrusal olmayan otoregresif model, çoklu doğrusal regresyon analiz yöntemi ile yapay sinir ağları sonuçları karşılaştırılmıştır. Süt verimleri, ICAR onaylı sütölçerler kullanılarak ölçülmüştür. Doğrusal olmayan otoregresif model ile yapay sinir ağlarının en etkili süt üretim modelleri olduğu ifade edilmiştir.

Akıllı ve Atıl (2014) süt sığırcılığı alanında kullanılan geleneksel istatistiksel yöntemlere alternatif olarak bulanık mantık ve yapay sinir ağları gibi yeni yöntemlerin tanıtılmasını amaçlamıştır. Bu yöntemlerin kullanımıyla, verim tahminleri ve sınıflandırmaların daha doğru ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Ayrıca, bu yöntemlerin yetiştiriciler ile araştırmacılar için karar verme ve değerlendirme süreçlerinde büyük kolaylıklar sağladığı vurgulanmıştır. Yapay sinir ağlarının tahminleme amaçlı kullanımı önerilirken, bulanık mantığın karar destek sistemlerinde kullanımı tavsiye edilmiştir.

Yıldız ve Özgüven (2016) bu çalışmada, büyükbaş hayvanlarda kızgınlık tahmini için Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerinin kullanımını incelemektedir. Bu çalışmada, özel bir tarım işletmesinde 78 adet kızgınlık gösteren sığra ait hareket ile iklimsel veriler beraber incelenmiştir. İneklerin laktasyon sayıları ile birlikte kızgınlıktan sonra geçen gün sayısı ve yaşları değerlendirilmiştir. YSA modelleri, mekanistik modele göre daha yüksek

bir başarı oranı göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışma YSA modellerinin büyükbaş hayvanlarda kızgınlık tahmini için etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

2.3 Sürü Yönetim Sistemleri Kaynak Özeti

Bu bölümde, sürü yönetim sistemlerinin tanıtımı ve kullanımının faydaları ile ilgili yayınlar incelenmiş olup literatür çalışması sonucunda ulaşılan yayınlar tarihlerine göre sıralanarak özetlenmiştir.

Morag vd. (2001) çalışmasında, süt sığırlarının vücut ağırlığı ve süt verimi verilerine dayanarak bireysel olarak tüketmeleri gereken kesif yem miktarını belirlemek için bulanık mantığı kullanılarak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, performansa göre özelleştirilmiş konsantre yem rasyonları sunarak bir avantaj sağlamaktadır. Sistem, otomatikleştirilmiş karar verme süreci ile çiftçilere değerli bir araç sağlamaktadır. Ayrıca, sürü yönetim programlarıyla entegre edilebildiği ve hayvanlar için bireysel olarak optimum rasyon hazırlamada çiftçilere yardımcı bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.

Gelb (2005) bu makalede, bir sağımhanedeki bilgisayar sisteminin meme enfeksiyonu (mastitis) ve ineğin doğurganlık dönemi (östrus) tespitine katkısını değerlendirmek için yapmıştır. Çalışma, 700 ineklik bir sürüde İsrail'de 18 ay boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, her bir ineğe ait süt verimleri ile birlikte diğer parametreler günlük üç kez kayıt edilmiş ve mastitis olan inekler için doğrudan günlük süt kaybı hesaplanmıştır. Dolaylı kaybın büyüklüğünü, enfekte olmuş ve olmamış ineklerin ortalama verimleri arasındaki farklılıklara göre tahmin edilmiştir. Ayrıca, östrus tespitinin etkisi de ölçülmüştür. Sürü yönetim (Afimilk) sistemi, ineklerin deneme ve kontrol grupları arasındaki süt üretimi ve ortalama östrus tespiti günler arasındaki fark değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, sürü yönetim yazılımları ineklerin üretkenliğini izleme ve değerlendirme imkanı verirken, işletmenin karlılığına da katkı sağlamaktadır.

Uzmay vd. (2010) makalesinde süt sğrclğndaki verimlilik, ürün kalitesi, yemleme, hayvan ve üreme sağlığı yönetiminde kullanılan ileri teknolojilerin önemini vurgulamaktadır. Elektronik hayvan tanıma, otomatik süt ölçüm sistemleri, hayvan tartım platformları, aktivite ölçerler, yemleme üniteleri, ultrasonografik cihazlar ve sürü yönetim yazılımları çiftliklerde sürekli izleme ve kontrol sağlayarak karlılık, hayvan sağlığı, ürün kalitesi, ürün güvenliği, gibi konularda en iyi sonuçları elde etmek amaçlanmaktadır. Bu teknolojilerin kullanımı, genetik potansiyelin tam olarak değerlendirilmesini sağlayarak, büyük işletmelerde karlılığın garanti altına alınmasına yardımcı olacağı çalışmada vurgulanmıştır.

şahinli (2014) alışmasında Karaman ilinde koyunculuk işletmelerinde koyun sürülerinin yapısını incelemek ile birlikte sürü yönetimi uygulamalarının durumunu ortaya koymayı amaçlamıştır. Bunun için, Karaman ilinde yaygın olan koyun yetiştiriciliği işletmelerinden rastgele seçilen 50 işletmeye anket uygulanmıştır. Anketlerde işletmelere ait bilgiler, sürü yönetimi, hayvanların otlatma ve satın alma durumu, koyunculuk işletmelerinde kullanılan ekipmanlar, sağlık, yem durumu, eğitim ve iletişim araçları hakkında bilgiler elde edilmiştir. İşletmelerin koyunculuğa başlama nedenlerinin %64nn baba mesleği, %20'sinin ek gelir elde etmek, %10'unun işe yeni başlamak ve %6'sının diğer nedenler olduğu belirlenmiştir. Koyunculuk işletmelerinin sürü yönetimi konusunda bilgisayar kullanımı ve eğitim alımı oranları %6 olarak belirlenmiştir.

Madsen vd. (2017) tüm dünyadaki örnek olayları inceleyerek çiftçilerle birlikte çalışarak yapay zeka tabanlı ifti asistanı isimli sürü yönetim programı geliştirmişlerdir. Bu çalışmada süt sğrclğı işletmelerinde davranış algılama ve makine öğrenme teknolojileri ile sağlık sorunlarını erken aşamada tespit etmek amaçlanmıştır. Çiftçi Asistanını Ida, bir yapay zeka ürünüdür ve sürü etkinliği, yavrulama süresi, sağlık ve inek davranışının daha iyi anlaşılmasında etkileyici sonuçlar grlmştir.

Liang vd. (2018) makalesinde "Sanal Süt iftliği Beyni" projesi tanıtılmaktadır. Bu proje, hassas tarım, büyük veri madenciliği ve nesnelerin interneti gibi alanları bir araya getirmektedir. Süt sğrclğı çiftçileri, endüstri profesyonelleri ve çok disiplinli bilim adamları projede yer almıştır.

Günümüzde, birçok teknolojik yeniliği benimseyen işletmelere sabit veri akışı sağlanıyor, ancak üreticilerin tüm bu bilgileri etkili bir şekilde entegre edemedikleri için tam potansiyellerini kullanamadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle, işletme içi ve dışı verileri anlık olarak toplayan, yöneten ve analiz edebilen bir sürü yönetim programı proje ile geliştirilmiştir. Proje Wisconsin'deki 3 çiftlikte başarıyla uygulanmıştır ve veriler Wisconsin Üniversitesi-Madison Center for High Throughput Computing'in veritabanında depolanmaktadır. Bu veriler;

Sürü yönetimi bilgileri; Sürüdeki üreme, doğum, aşı, sağlık, hastalık varlığı ve tedavilerin kayıtları gibi rutin ve operasyonel faaliyetleri içerir.

Sağım sistemi bilgileri, sağım işlemi sırasında kaydedilen verileri toplar, örneğin süt üretim miktarı, süt iletkenliği, sağım hızı vb.

Genetik/genomik uygulamalar, buzağların, düvelerin ve ineklerin genetik verilerini kaydederek soy ağacı, toplam performans indeksi ve net değer gibi bilgileri içerir.

Süt Sürüsü İyileştirme (DHI) verileri, toplam protein ve yağ içeriği, süt hacmi ile somatik hücre sayısı gibi değişkenler kayıt edilmektedir.

Beslenme Bilgileri rasyon, günlük ortalama tüketim, kuru madde alımı, hayvan başına yem maliyeti gibi hayvanların beslenme süreciyle ilgili bilgileri tek tek veya kalemlere göre gruplandırarak kayıt edilir.

Süt işlemcisi verileri, her bir süt sevkiyatındaki süt bileşimini, örneğin süt yağı ve protein içeriği, somatik hücre sayımını rapor eder.

Projede toplanan büyük veriyi yapay zeka ve veri analitiği ile analiz ederek karar verme desteği sistemi oluşturmak hedeflenmektedir.

2.4 Değerlendirme

Son yıllarda süt sığırcılığı işletmelerinde ileri teknolojilerin kullanımının etkilerine yönelik çalışmalar artmıştır. Literatür taraması sırasında ulaşılan çalışmalar üç ana kategoride incelenmiştir; bunlar teknik etkinliğin stokastik sınır analizi ve yapay sinir ağı ile modellendiği çalışmalar ve sürü yönetim sistemlerinin tanıtımına yönelik çalışmalardır.

İşletmelerde teknik etkinlik analizi kaynakların verimli kullanımını sağlamak, maliyetleri düşürmek, rekabet avantajı elde etmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bir araçtır. İşletmelerin teknik etkinlik düzeylerini artırmak için teknolojik yeniliklere yatırım yaparak üretim süreçlerinde iyileştirme yapmak, kaynak kullanımında optimizasyonun sağlanması gibi hususları göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Teknik etkinlik düzeyinin belirlenmesine yönelik literatür taramasında 21 yayın incelenmiştir ve vurgulanmak istenilen bazı önemli sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- İşletmelerde ekonomik etkinliğin teknik etkinliğe bağlı olduğu belirtilmiştir. Ekonomik etkinlik, kaynak kullanımı etkinliği ile ilgili iken, teknik etkinlik, verilen kaynaklarla maksimum çıktının elde edilmesiyle ilgilenir. Dolayısıyla ekonomik kapasitesinin tam olarak kullanılması yanında teknolojinin de etkin olması gerekir.
- Etkinlik sadece girdi ve çıktı arasındaki ilişkiye göre belirlenmemektedir, işletme ve işletmeci özellikleri de işletmenin etkinlik skorunu etkileyebilmektedir. İşletme ve işletmeci özellikleri, işletmenin performansını etkileyebilir ve dolayısıyla etkinlik skorunu da etkileyebilir.
- Etkinlik seviyesinin teknoloji düzeyinin iyileştirmeye bağlı olduğu vurgulanmaktadır. Teknoloji ve etkinlikteki iyileştirmeler, işletmelerin rekabet gücünü artırırken, kaynakları daha verimli kullanmalarını ve daha fazla çıktı elde etmelerini sağlar.
- Teknik etkinliğin yapay sinir ağları ile modelleme çalışmaları oldukça yeni olup umut vaat edici sonuçlar bulunmuştur. Özellikle yapay sinir ağı metodolojisinin

kaynak kullanımı için güvenilir bir araç olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

YSA süt verimini tahmin etmede başarı göstermiştir. Ancak, YSA modellerinde büyük miktarda ayrıntılı bilgi gerektiği belirtilmektedir. Bu bilgiler, ineklerin yaşları, sağlık durumları, süt verim geçmişleri, yem tüketimleri gibi çeşitli özellikleri içermektedir. Bu nedenle, YSA modellerinin uygulanması için yüksek kaliteli ve kapsamlı veri toplama yöntemleri gerekmektedir. Ayrıca, YSA modellerinin doğru sonuçlar vermesi için model parametrelerinin doğru bir şekilde ayarlanması da önemlidir. Yapılan literatür çalışması sonucunda tez amacıyla uygun, ulaşılan 14 kaynak incelenmiştir ve vurgulanmak istenilen bazı önemli sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- YSA'lar ile modelleme çalışmaları geleneksel yaklaşımlarla, ekonometrik modeller ve parametrik olmayan yöntemler karşılaştırıldığında YSA'nın umut verici bir alternatif olduğu belirlenmiştir.
- YSA'ların kullanımının süt üretimi tahminlerinde daha erken ve daha doğru sonuçlar sağladığını göstermiştir. Aynı zamanda genetik olarak üstün hayvanların bu modeller sayesinde erken dönemde tespit edilmesi ıslah çalışmaları için de fayda sağlayacaktır.
- Yapay sinir ağları kullanımı yüksek güvenilirlik oranı nedeniyle araştırmacılar için büyük avantajlar sağlamakla birlikte, YSA modellerinde çok sayıda ağ girdisi gerekmesi bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle süt sığırcılığı işletmelerinde bireysel ineklere ait verilerin depolandığı sürü yönetim yazılımlarının kullanımının artması bu alandaki gelecek çalışmalar için önem arz etmektedir.

Sürü yönetimi sistemleri, işletmelerin günlük faaliyetlerine ilişkin birçok veri üretmektedirler. Bu alandaki literatür taramasıyla varılan sonuç ise, doğru bir teknik etkinlik analizi için işletmenin girdi ve çıktılarının doğru bir şekilde belirlenmesinin ve ölçülmesinin önemi birçok çalışmada vurgulanmıştır. Ayrıca YSA modellerinin uygulanması için de kapsamlı veri toplama gereksimi sürü yönetimi sistemlerini önemli kılmaktadır. Büyük veri transferi sayesinde işletmelerin teknik etkinliklerini artırmak için yapay sinir ağları ile modeller geliştirmek ve karar destek sistemine dönüştürmek mümkündür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde materyal, örnekleme yöntemi ve örnek seçimi, araştırmada kullanılan yöntem, verilerin değerlendirilmesi başlıkları altında açıklanmıştır.

3.1 Materyal

Araştırmanın birincil materyalini, sürü yönetimi sistemlerinden ve soru formundan elde edilen 2019-2020 üretim dönemine ait veriler oluşturmuştur. Verilerin analizinde ve bilgilerin yorumlanmasında araştırmada elde edilen saha verilerinin yanı sıra, konuyla ilgili daha önce yayınlanmış araştırmalar, istatistikler, bilimsel sunumlar ile makalelerden de yararlanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnek seçiminde uygulanan yöntem

Bilgisayarlı sürü yönetim sistemi kullanan işletmelerin genelde 200 baş ve üzeri hayvana sahip işletmeler olduğu yapılan uzman görüşmeleri sonucu elde edilmiştir.

200 baş ve üzeri hayvana sahip işletmelerde 1. il İzmir 2. il Konya'dır. Ancak İzmir ve Konya illeri için Damızlık ve Sığır Yetiştiricileri Birliğinden alınan listeden Konya'da sürü yönetimi yazılımını etkin kullanan daha fazla işletme sayısı olduğu görülmüş ve araştırma alanı olarak Konya iline karar verilmiştir.

Konya Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği, Konya Tarım Orman İl Müdürlüğü, Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı ve TKDK Konya İl Koordinatörlüğünden uzmanlarla görüşülüp tüm ilçelerden bu sistemi aktif olarak kullananlar talep edilmiştir. Veri homojenliğini sağlamak için bilgisayarlı sürü yönetim sistemini aktif kullanan aynı inek ırkına (Holstein) sahip işletmeler seçilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı dönemde Konya ilinde sürü yönetim yazılımı kullanan ve fiilen çalışan 40 adet süt inekçiliği işletmesi bulunduğu belirlenmişken, anket aşamasında 7 işletmenin kapandığı öğrenilmiştir. 3 işletme anket yapmayı ve veri vermeyi kabul etmemiştir. Popülasyonun küçük olması nedeniyle 30 işletmede “Tam Sayım” yapılmıştır. İşletmelerin dağılımı aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.1);

Çizelge 3.1 İncelenen işletme sayılarının ilçelere göre dağılımı

İlçe Adı	İşletme Sayısı
Çumra	6
Ereğli	5
Ilgın	4
Kadınhanı	2
Karapınar	9
Meram	4
Toplam	30

3.2.2 Teknik etkinlik analizinde uygulanan yöntemler

Verimlilik ve etkinlik kavramları sıklıkla karıştırılıp birbirleri yerine kullanılmalarına rağmen farklı anlamlar ifade etmektedir. Endüstriyel verimlilik konusunda öncü bir araştırmacı olan Albert Aftalion 1911 de verimliliği “çıktıların kullanılan üretim faktörlerine oranı” olarak tanımlamıştır (Yavuz, 2003). Farrell (1957) etkinliği; “eldeki mevcut girdilerle mümkün olabilecek en yüksek çıktıyı üretme kabiliyeti olarak tanımlamaktadır”.

Verimlilik, çıktıları maksimize etmek için girdilerin optimize edilmesine odaklanır, bir başka deyişle verimlilik artışı girdilerin azaltılması veya daha verimli kullanılması yoluyla elde edilir (Yavuz, 2003). Etkinlik ise mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanarak maksimum çıktıyı elde etmeye odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesini ve süreçlerin optimize edilmesini kapsar.

İktisadi etkinlik ile ilgili geliştirilen yaklaşımın temelini Farrell’in 1957 yılında yayınladığı makale oluşturmaktadır. Farrell (1957), etkin sınır ve etkinlik tanımlarını ortaya koyarken etkin sınırı gözlemlenen veriler aracılığıyla tahmin edilebileceğini belirtmiştir. Farrell,

işletmelerin etkinliğinin teknik ile ekonomik etkinlik olarak iki ayrı biçimde incelenmesi önermiştir.

Farrell (1957) işletmenin etkinliğinin iki bileşenden oluştuğunu savunmuştur. Farrel'e göre "Bir firmanın belirli bir girdi setinden maksimum çıktıyı elde etme yeteneğini yansıtan **teknik etkinlik** ve bir firmanın girdileri ile ilgili fiyatları göz önüne alındığında optimum oranlarda kullanma yeteneğini yansıtan **tahsis etkinliğidir**". Bu iki bileşenin kombinasyonu **ekonomik etkinliği** ifade eder ve "işletmelerin kaynaklarını, hem maliyetleri minimize edecek hem de optimum girdi kombinasyonunu sağlayacak şekilde kullanmalarıdır" olarak tanımlanmaktadır.

Farrell (1957) etkinlik ölçümleri için tam etkin işletmelerin üretim fonksiyonunun bilindiğini varsayar. Üretim fonksiyonu pratikte hiçbir zaman bilinmediğinden, fonksiyonun öncelikle üretim fonksiyonunun tahmin edilmesini önermiştir. Parametrik olmayan parçalı doğrusal teknoloji ya da Cobb-Douglas gibi parametrik bir fonksiyon kullanılarak üretim fonksiyonun tahmin edilmesini önermiştir. Charnes vd. (1978) yaptıkları çalışmada teknik etkinlik ölçümünde üretim fonksiyonuna ihtiyaç duymayan parametrik olmayan matematiksel programlamayı temel alan Veri Zarflama Analizi'ni geliştirmişlerdir. Aigner vd. (1977) ise parametrik bir fonksiyonu benimseyerek Stokastik Sınır Modelini geliştirmişlerdir.

Etkinlik çalışmalarında etkinlik ölçümünün hesaplanabilmesi için işletmenin tanımlanan üretim sınıra olan uzaklığının ölçülmesi gerekmektedir. Bu sınırdaki yer alan işletme tam teknik etkinliğe sahiptir.

Etkinlik analizi parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemlerin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenmektedir (Kokoç ve Gencer 2019);

- Bir sınır kestiriminde bulunmadan, etkinlik katsayılarını doğrudan hesaplarlar,

- Etkinlik ölçümü yapılacak alanda bir üretim fonksiyonuna sahip olması zorunlu değildir.
- Birden çok girdi ve birden çok çıktı analizlere dâhil edilebilir,
- Girdi ve çıktıların üretim döngüsü temsilinde herhangi bir hata olmamalıdır,
- Doğrusal programlama temelli yöntemlerdir,
- VZA, aynı tür girdileri kullanan ve benzer çıktıları üreten işletmelerin göreceli etkinliklerini ölçmek için kullanılan en yaygın parametrik olmayan yöntemdir.

Parametrik yöntemlerde, etkinlik tahminlerinde sınırdan sapma “etkinsizlik” olarak adlandırılmaktadır. Bu durum, birim girdi veya birim çıktı başına beklenenden daha fazla kaynak kullanımı veya daha az çıktı elde edilmesi anlamına gelmektedir. Afriat (1972) Aigner ve Chu (1968), ve Richmond (1974) tarafından kullanılan yöntemde, belirlenen üretim sınırlarından sapmaların tamamını etkinsiz olarak ilişkilendirilmiştir.

Parametrik yöntemlerin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenmektedir Kokoç ve Gencer (2019);

- Fonksiyonel biçimi bilinen bir sınırın parametreleri tahmin edildikten sonra gözlemlerin bu sınıra olan uzaklığı ayrı ayrı hesaplanmaktadır.
- Birbirleri ile ilişkili bağımlı ve bağımsız değişkenlerin yapısını belirlemeye yönelik teknikler olup çoklu regresyon analizini temel almaktadır,
- Homojen dağılmış bir gözlem kümesi varsayımı altında, etkinlik sınırı üzerinde olan birimlerin etkin olduğu kabul edilir. Sınır çizgisinden sapma gösterenlerin ise etkin olmadığı kabul edilir.
- Çıktıların tek bir değere indirgenmesi zorunluluğu vardır,
- Rassal hataya izin vermeleri Parametrik olmayan yöntemlere göre avantaj sağlamaktadır,
- Teknik etkinlik analizlerinde en yaygın olarak kullanılan parametrik yöntemlerden Stokastik Sınır Analizi (SSA), birbirinden bağımsız olarak Battese ve Corra

(1977), Meeusen-Van den Broeck (1977) ve Aigner, Lovell, Schmidt (1977) tarafından aynı yılda ortaya atılmıştır. SSA'da üretim sırasında oluşan kontrol edilen ve edilmeyen durumların etkisini ortaya koymak için modele iki hata terimi eklenmektedir,

- Tarım alanındaki etkinlik çalışmalarında hava şartlarındaki değişkenlik, risk ve belirsizlikler ile hastalıklardan kaynaklanan ölçüm hataları göz önüne alındığında, stokastik sınır analizi veri zarflama analizine göre daha uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Coelli vd. 2002).

Bu çalışmada teknik etkinlik düzeyinin belirlenmesinde parametrik yöntemlerden Stokastik Sınır Analizi (SSA) kullanılmıştır.

3.2.2.1 Stokastik sınır analizi ile teknik etkinlik analizi

Stokastik sınır analizi (SSA) yaklaşımı, ekonometrik yöntemlerin kullanıldığı parametrik bir yöntemdir. SSA, teknik etkinsizliği üretim fonksiyonları çerçevesinde analiz etmemizi sağlar. Üretim birimlerinin (firmalar, bölgeler, ülkeler vb.) ortak teknolojiye göre üretim yaptıkları ve belirli bir girdi seti için mümkün olan maksimum çıktıyı ürettiklerinde sınıra ulaştığı varsayılır. Etkinsizlikler, yapısal sorunlardan, piyasa sorunlarından ve elde edilebilecek maksimum çıktıların altında üretim yapmalarına neden olan diğer faktörlerden kaynaklanabileceği vurgulanmaktadır Stokastik sınır analizi potansiyel çıktıdaki sapmanın girdi kullanımındaki değişikliklerden mi, teknolojiadaki değişikliklerden mi kaynaklandığını anlamaya fırsat verir.

Sınır fonksiyonu etkinsizliğin olmadığı, bir başka deyişle tam etkinliğin olduğu durumdaki fonksiyonun değerini açıklamaktadır. Söz konusu üretim fonksiyonları, ele alınan üretim ilişkisindeki sınırları veya kapasiteyi gösteren fonksiyonlardır. (Tutulmaz, 2012). Dolayısıyla uygun üretim fonksiyonunu belirlemek önem arz eder.

Aigner vd. (1977) ile Meeusen ve Van den Broeck (1977) tarafından birbirinden bağımsız olarak stokastik üretim sınırları tanımlanmıştır, n adet firma arasında yer alan i. işletmenin üretim sınır fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edebilir.

Stokastik üretim sınır fonksiyonunun tanımını ve seçimini yapmak önemli bir husustur, n adet işletmeden biri olan i. işletmeye ait stokastik sınır analizinde kullanılan üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilmektedir;

$$y_i = f(x_i; \beta) + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i \quad (2)$$

y_i : i. işletmenin çıktı miktarını

x_i : , i. İşletmenin girdi vektörünü

β : tahmin edilmesi gereken bilinmeyen parametreler vektörü,

v_i : ölçüm hatalarını, istatistiksel gürültüyü, işletme kontrolü dışındaki rastgele faktörleri,

u_i : ise negatif değer almayan etkinsizliği temsil eden rassal değişkeni,

temsil etmektedir.

Bu eşitlikte, y_i çıktı miktarını temsil eder, β tahmin edilecek girdi vektörünü ifade ederken, x_i girdi satır vektörünü ifade etmektedir. Denklem v_i ve u_i iki hata terimini temsil eder. Stokastik üretim sınır modelinde ε_i 'nin v_i ve u_i 'den meydana gelen iki bağımsız değişkenden oluştuğu varsayılmaktadır. Çıktı değişkeni $\exp(x_i\beta + v_i)$ ile üstten sınırlandırılan rastgele bir değişkendir

i. işletmenin gözlenen çıktısının potansiyel çıktıya oranı teknik etkinlik düzeyini göstermektedir.

$$y_i = f(x_i; \beta) * TE \quad (3)$$

$$TE = \frac{y_i}{f(x_i; \beta)} \quad (4)$$

y_i maksimum seviyesine ulaştığında $TE= 1$ olur iken gözlenen çıktıda bir eksiklik olması durumunda $TE<1$ olacaktır.

Eşitlik (4)'te üretim sınırı $f(x_i; \beta)$ rassal hatalardan etkilenmesine olanak tanımadığından dolayı deterministiktir. Bir başka deyişle, maksimum üretilebilecek üründen elde edilemeyen kısım teknik etkinsizlik olarak tanımlanır. Bu tanımlama, üreticinin kontrolü dışındaki rassal şokları dikkate almayabilir. Rassal şokları analize dahil etmek için, model eşitlik (5)'teki gibi yazılabilir. (Kumbhakar ve Lovell, 2000).

$$y_i = f(x_i; \beta) * \exp(v_i) TE_i \quad (5)$$

Bu eşitlikte $[f(x_i; \beta) * \exp(v_i) TE_i]$ stokastik üretim sınırıdır. Stokastik sınır analizi etkinsizlik etkilerinin tahminine yoğunlaşmaktadır ve aşağıdaki gibi formülize edilmektedir.

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i; \beta) * \exp(v_i)} \quad (6)$$

Stokastik üretim sınır fonksiyonu eşitlik (6)'daki gibi ifade edilirken, modele dahil edilen rassal hata v_i istatistiksel gürültüyü temsil etmektedir.

Aigner vd. (1977) tarafından önerilen modelde yatay kesit verileri kullanılmaktadır, rassal etkileri içeren iki taraflı hata terimlerini içermektedir.

$$\ln y_i = x_i \beta + v_i - u_i \quad (7)$$

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i \quad (8)$$

$$y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i) \quad (9)$$

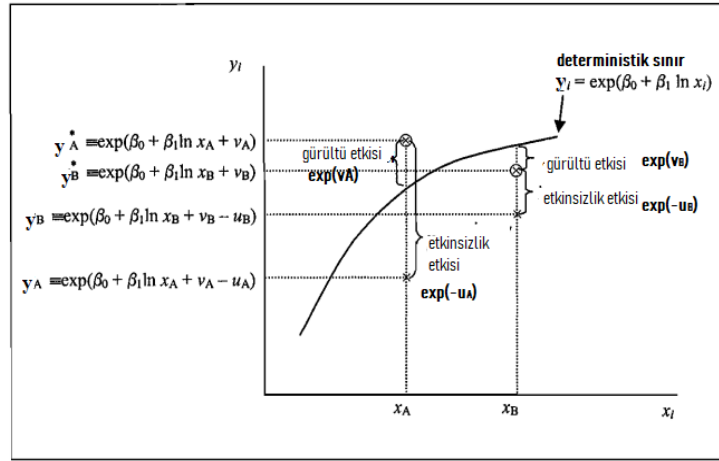
$$y_i = \underbrace{\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i)}_{\text{Deterministik Bileşen}} * \underbrace{\exp(v_i)}_{\text{Rassal Hata}} * \underbrace{\exp(-u_i)}_{\text{Etkinsizlik}} \quad (10)$$

Deterministik Bileşen Rassal Hata Etkinsizlik

Eşitlik (8), (9) ve (10) stokastik üretim sınırı, Cobb-Douglas formunda farklı ifade biçimleri verilmektedir. Şekil 3.1'de, Coelli (1998)'in çalışmasında gösterilen A ve B firmalarının girdi ve çıktı değerleri gösterilmektedir. A firması, y_A çıktısını üretmek için

x_A girdisini kullanırken ve B firması ise y_B çıktısını üretmek için x_B girdisini kullanmaktadır.

Ayrıca herhangi bir etkinsizlik olmaması durumunda $u_A=0$ ve $u_B=0$ dır. Firmaların sınır çıktı değerleri ise $y_A^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A)$ ve $y_B^* = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B)$ olarak gösterilmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Stokastik sınır üretim fonksiyonu (Coelli vd. 1998)

A firmasının sınır çıktısı y_A^* deterministik sınırın üst kısmındayken ($v_A > 0$), B firmasının sınır çıktısı ise y_B^* deterministik sınırın altındadır ($v_B < 0$). Gürültü etkisi pozitif ve etkinsizlik etkilerinden büyük olduğunda yani $y_i^* > \exp(x_i' \beta)$, bir diğer deyişle $v_i - u_i > 0$ sınırın deterministik kısmı üzerinde yer alabilirler. Ancak A firmasının gözlemlenen çıktısı (y_A) firmaya özel etkinsizlik etkilerinden dolayı deterministik sınırın altında meydana gelmiştir ($v_A - u_A < 0$). Yani firmanın gerçek çıktısının, potansiyel çıktıdan saptmış olduğu görülmektedir (Şekil 3.1).

Yoğunluk fonksiyonları, verilerin içerisinde bulunduğu durumda stokastik sınır fonksiyonunun maksimum olabilirlik yöntemi ile tahmin edilebilir. Ancak β ve u_i değerlerinin tahmini için, v_i ve u_i 'lerin dağılımı ile ilgili önsel varsayımlara ihtiyaç vardır. Maksimum olabilirlik yöntemi, v_i için dağılım varsayımları yaparken, u_i için kullanılan varsayımlar modelden modele değişmektedir. u_i 'nin dağılımı için üssel (Aigner vd.1977 ile Meeusen ve van den Broeck, 1977), kesikli normal (Stevenson 1980), yarı normal

(Jondrow ve diğerleri, 1982) ve Gama (Greene 2003) dağılımı varsayımları sıkça kullanılmaktadır.

Battese and Coelli (1992, 1993, 1995) panel veri için stokastik sınır üretim fonksiyonunu önermişlerdir. Firma etkilerinin kesilmiş normal rastgele değişken olarak dağıldığı ve zamanla sistematik farklılığa izin veren bu model aşağıdaki gibidir.

$$y_{it} = \exp(\beta_0 + x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}) \quad (11)$$

Eşitlik 11'deki stokastik sınır modelinin teknik etkinsizlik etkileri (u_{it}) aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

Stokastik sınır modelinin teknik etkinsizlik etkileri (u_{it}) aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$u_{it} = z_{it}\delta + w_{it} \quad (12)$$

z_{it} : belirli bir dönemde işletmelerin üretimlerindeki teknik etkinsizlikleri ile ilgili açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür.

δ : katsayı vektörüdür.

w_{it} : rassal hata değişkenini ifade etmekte olup, sıfır ortalama ile kesikli ve normal dağılıma sahiptir.

(t) zaman periyodunda gözlemlenen i'nci işletme için teknik etkinlik denklemi aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - w_{it}) \quad (13)$$

Coelli (1995) tarafından üretim fonksiyonlarının belirlenmesinde en küçük kareler metoduna göre yapılmasının uygun olduğu ifade edilmiştir.

Kesikli normal dağılıma sahip Cobb-Douglas fonksiyonunun maksimum olabilirlik yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi Battese ve Coelli (1995) tarafından tavsiye

edilmiştir. Literatürde etkinlik çözümlerinde genellikle Cobb-Douglas fonksiyonunun kullanılması çeşitli avantajları nedeniyle tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada etkinlik analizi için kullanılan üretim fonksiyonu, Cobb-Douglas fonksiyonel formu kullanılarak aşağıdaki şekilde yazılmıştır:

- Cobb-Douglas üretim fonksiyonun genel formu, eşitlik 14'te verilmiştir.

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (14)$$

$$Y = \alpha x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} x_3^{\beta_3} \dots x_k^{\beta_k} e^{u_i} \quad (15)$$

Bu fonksiyon tipi, birçok değişkeni içerdiği için logaritmik şekle dönüştürülmelidir. Bu şekilde, doğrusal bir fonksiyon elde edilir ve bu fonksiyona ait parametreler, en küçük kareler yöntemiyle hesaplanabilir.

$$\ln Y = \ln \alpha + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \dots + \beta_k \ln x_k + v_i - u_i \quad (16)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Eşitlikte yer alan β_k ($k=1,2,3,\dots,k$) üretim elastikiyetlerini göstermektedir. Üretim elastikiyetleri, diğer üretim faktörlerinin miktarı sabit tutulduğunda, bir üretim faktörünün birim artışının, bağımlı değişkendeki değişimi ölçmek için kullanılan bir ölçüttür.

Etkinsizlik modeli eşitliği (17)'deki gibidir.

$$u_i = \delta_0 + \sum_{k=1}^n \delta_k z_{ki} + w_i \quad (17)$$

Burada u_i i. işletmenin etkinsizliğini,

δ_s : tahmin edilecek bilinmeyen parametreleri göstermektedir.

z_i : teknik etkinsizlikleri ile ilgili açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür.

w_i : ise hata terimini göstermektedir.

Varyans parametrelerindeki (γ) sınırlandırmaları ve etkinsizlik modelindeki katsayıları içeren hipotezler test edilmelidir. Burada, γ parametresi 0 ile 1 arasındadır, ancak etkinsizlik etkileri için yukarıdaki modelin ancak etkinsizlik etkileri stokastik ve belirli bir dağılım spesifikasyonuna sahip olması durumunda tahmin edilebileceğini belirtmekte fayda vardır (Battese ve Coelli, 1992). Bu nedenle, aşağıdaki hipotezler test edilmektedir:

- 1) $H_0: \gamma = \delta_0 = \dots = \delta_6 = 0$, yani etkinsizlik yok,
- 2) $H_0: \gamma = 0$, yani etkinsizlik etkileri stokastik değildir,
- 3) $H_0: \delta_0 = \dots = \delta_6 = 0$, yani modeldeki açıklayıcı değişkenlerin katsayıları aynı anda sıfırdır,
- 4) $H_0: \delta_1 = \dots = \delta_6 = 0$, yani modeldeki değişkenlerin etkinsizlik etkileri için katsayıları sıfırdır.

Sınır etkinlik modeli (eşitlik 16) ve etkinsizlik modeli (eşitlik 17) maksimum olabilirlik (maximum likelihood) ile birlikte tahmin edilebilir.

Özellikle Coelli tarafından geliştirilen FRONTIER 4.1 paket programı, maksimum olabilirlik yöntemini kullanarak üç aşamalı bir tahmin metodunu benimser. Bu metod, verilerin özelliklerine dayanarak sonuç tahminlerini elde etmeye odaklanmaktadır.

İlk aşamada, β parametrelerinin yansız tahminleri En Küçük Kareler (EKK) metodu kullanılarak elde edilir. Bu aşamada, verilerin özelliklerine ve ilişkilerine dayanarak β parametrelerinin en iyi tahminlerini elde etmek amaçlanır.

İkinci aşamada, γ parametresinin tahmin edilmesi için iki aşamalı bir grid araştırması yapılır. Bu aşamada, β parametrelerinin EKK metodundaki tahminleri kullanılırken diğer parametreler sıfır olarak ayarlanır. Bu şekilde, γ parametresinin en iyi tahmini elde edilmeye çalışılır.

Üçüncü aşamada ise, tahmin edilen maksimum olabilirliği elde etmek için tekrarlamalı işlemler gerçekleştirilir. Bu aşamada, önceki aşamalardan elde edilen tahminler kullanılarak maksimum olabilirliğe ulaşmak hedeflenir.

Bu yöntem, verilerin özelliklerini ve ilişkilerini dikkate alarak parametre tahminlerinin yapılmasını sağlar ve maksimum olabilirlik ilkesine dayanır. Böylece, analizde daha doğru sonuçlar elde edilmesi hedeflenir. (Coelli, 1996).

Stokastik sınır üretim fonksiyonu olarak kullanılan bir diğer üretim fonksiyonu Translog üretim fonksiyonudur. Bu fonksiyon bağımsız değişkenlerin kareleri ve birbirleriyle çarpımlarını da içeren çoklu regresyon analizi yöntemiyle oluşturulan bir üretim fonksiyonu türüdür. Bu fonksiyonun esnekliği, ölçeğe göre getiri ve ikame olanaklarının kısıtlanmamış olmasıdır. Christensen, Jorgensen ve Lau (1975) çalışmalarında translog üretim fonksiyonunu ilk defa kullanmışlardır ve Eşitlik 18'da genel formu verilmiştir;

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_1) + \beta_2 \ln(x_2) + \beta_3 \ln(x_3) + \beta_4 \ln(x_1)^2 + \beta_5 \ln(x_2)^2 + \beta_6 \ln(x_3)^2 + \beta_7 \ln(x_1 x_2) + \beta_8 \ln(x_1 x_3) + \beta_9 \ln(x_2 x_3) \quad (18)$$

Eşitlik (19)'de stokastik sınır analizi için translog üretim fonksiyonu denklemi verilmiştir (Tutulmaz ve Şahin, 2014).

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^N \beta_j x_{jit} + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \beta_{jk} x_{jit} x_{kit} \quad (19)$$

y_{it} : i. işletme için çıktı

x_{it} : Logaritmik girdi

β_i : Parametreler ($i=1, \dots, n$)

N: Girdi sayısını

belirtilmektedir.

Modelde teknik etkinsizliğin varlığını test etmek için en çok olabilirlik oranı istatistiği LR (Olabilirlik Oran testi) kullanılır. Bu istatistik, modeldeki sınır ve sınırsız modellerin karşılaştırılması yoluyla elde edilir. Sınır model, teknik etkinsizlik varlığını içermezken,

sınırsız model teknik etkinsizlik varlığını kabul eder. LR istatistiği, bu iki modelin en büyük olabilirlik değerleri arasındaki farkı ölçer ve test istatistiği olarak kullanılır. Test edilen hipotez, sınır modelin doğru olup olmadığıdır. Eğer LR istatistiği belirli bir anlamlılık düzeyinde kritik değerden büyükse, sınırlı model reddedilir ve teknik etkinsizlik varsayımı kabul edilmez.

$$H_0: \lambda = 0$$

$$H_1: \lambda > 0$$

Bu denklem ile gösterilen sınır modeli için, sıfır hipotezi ($H_0 : \lambda = 0$) alternatif hipotez ($H_1 : \lambda > 0$) karşısında test edilmiştir ve aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yeşilyurt ve Yeşilyurt, 2008);

$$LR = -2[\ln[L(H_0)/L(H_1)]] = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\}$$

Bu denklem, olasılık teorisinde hipotez testleri için kullanılan bir denklemdir. $L(H_0)$ başlangıç hipotezi için olasılık fonksiyonunun değerini ve $L(H_1)$ alternatif hipotezi için olasılık fonksiyonunun değerini ifade eder. LR değeri, $L(H_1)$ fonksiyonunun $L(H_0)$ fonksiyonuna bölünmesiyle elde edilir ve modelin doğruluğunu test etmek için kullanılır. Kritik tablo değeri ile karşılaştırılarak, LR değeri büyük olduğunda başlangıç hipotezi red edilir ve alternatif hipotez kabul edilir. Bu durumda, modelde teknik etkinsizliğin etkisi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tek yönlü LR testi, uygun fonksiyonel formun seçiminde de kullanılmıştır. Cobb-Douglas ve Translog üretim fonksiyonları test edilmiştir.

H_0 : Cobb-Douglas formu verileri temsil etme düzeyi yeterlidir.

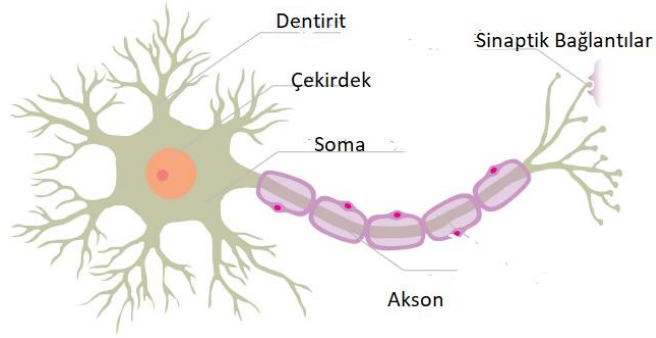
H_1 : Cobb-Douglas formu verileri temsil etme düzeyi yeterli değildir (translog tercih edilmelidir)

LR değeri, kritik χ^2 değerinden küçük bulunduğundan ($LR < \chi^2$), Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun araştırma verilerini temsil ettiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, üretim fonksiyonundaki değişkenlerin katsayıları t-testi ile istatistiksel olarak anlamlılığı sınanmıştır.

Çalışma kapsamında stokastik sınır yaklaşımı model tahmininde 1996 yılında Coelli tarafından geliştirilen FRONTIER 4.1 programı kullanılmıştır.

3.2.2.2 Yapay sinir ağları ile teknik etkinlik analizi

Yapay Sinir Ağları (YSA), öğrenme yoluyla yeni bilgileri üretebilme, bilgileri oluşturma ve keşfetme gibi insana özgü yetenekleri otomatik olarak gerçekleştirmek için geliştirilen sistemlerdir. Bir başka deyişle bu matematiksel modeller, girdi sistemini işleyerek yararlı çıktılar oluşturmak için tasarlanmış "kara kutular"dır. YSA'lar, sayısal verileri hesaplama yapmak, bilgileri depolamak, örnekleri kullanarak problemleri öğrenmek ve daha önce karşılaşılmamış durumlara çözüm üretmek için özelliklere sahiptir.

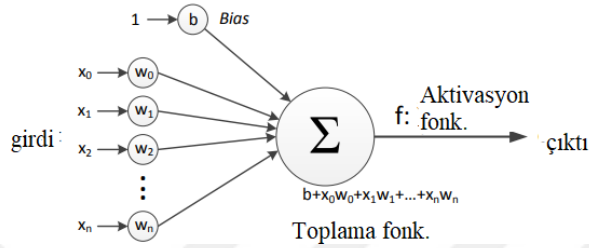


Şekil 3.2 Gerçek sinir hücresi yapısı (Fountas 2011)

YSA adını, sinir hücrelerinin birbirleriyle olan bağlantı ve iletişiminden esinlenerek almıştır. YSA'lar, işlem düğümlerini nöronlara benzetir ve bu düğümler "nöron" olarak adlandırılır. Nöronlar, gövde, akson ve dendrit adı verilen bağlantı elemanlarından oluşur. Aksonlar, çıkışı temsil eder ve diğer hücrelerin dendritlerine (girişine) bağlanır. Bu bağlantılar sinaptik bağlantılar olarak isimlendirilir ve sinirsel uyarılar bu bağlantılar aracılığıyla iletilir. Şekil 3.2'de gerçek bir nöron hücresinin çizimi görülmektedir.

YSA'lar normalde çok katmanlı yapı olarak adlandırılan üç nöron katmanında düzenlenir (Şekil 3.3);

- Girdi katmanı: Bu katmanın nöronları (düğümler veya işlem birimleri olarak da adlandırılır) model girdilerini gösterir.
- Gizli katman(lar) (bir veya daha fazla katman): Bu katmanın düğümleri, öğrenme süreci sırasında uyarlanan ağırlıklarla girdileri birleştirir.
- Çıktı katmanı: Bu katman ağın tahminlerini sağlar.



Şekil 3.3 Yapay sinir hücresi genel yapısı (Fountas 2011)

Şekil 3.3 te yer alan girdiler, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ile ifade edilmektedir. $w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}, \dots, w_{nj}$ ise ağırlıklardır, bağlantılar ağırlıklar ile çarpılarak çekirdeğe iletilir. YSA'nın doğru çıktıları üretebilmesi için doğru ağırlıklara sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle, ağın eğitilmesi işlemi gerçekleştirilir. Eğitim sırasında, ağın verilerin içindeki örüntüleri öğrenmesi sağlanır. Bu şekilde, ağırlık kümesindeki hata miktarını minimize ederek en uygun ağırlıkları bulmak mümkün olur. Eğitim sonrasında, modelin iyi bir genelleme yapabilmesi için ezberleme yapmaması önemlidir. Geri yayımlı yapay sinir ağı, ağırlıkları minimum hataya indirmek için dereceli azaltma algoritmasını kullanmaktadır. Bu nedenle, bulunan hata değerleri kimi zaman global olmamakta, lokal minimum noktaları ile ilişkili olabilmektedir. Bununla birlikte, ağırlıkların farklı başlangıç setleri ve momentum değerleriyle beş ila on kez tekrarlanması, global minimum hata noktasını yakalama olasılığını azaltmaktadır.

Yapay sinir ağının hesaplanan hatası eğitim sürecinin sonunda, kabul edilebilir bir seviyeye indirilmelidir. Ancak, YSA'nın gerçek anlamda başarılı olduğunun belirtisi yalnızca hata kareleri ortalamasının düşmesi değildir. Aynı zamanda evrenden gelen girdi-çıkıtı verilerini doğru bir şekilde sınıflandırabilme yeteneği kazanması da gerekmektedir.

Ağırlık değerleri başlangıçta rastgele atanır ve daha sonra ağın eğitimi ile optimum değerlere ulaşırlar. Ağın ağırlıklarının değiştirilmesinde genellikle iki strateji uygulanır:

1. Geriye yayılım (Backpropagation) algoritması kullanılarak, her bir iterasyon sonrasında hata bilgileri toplanarak ağırlıklar değiştirilir. Bu yöntem, ağın her iterasyonda ne kadar doğru sonuç verdiğine bağlı olarak ağırlıkları ayarlar ve hata oranını azaltır.
2. Stokastik gradyan inişi (Stochastic Gradient Descent) gibi yöntemler kullanılarak, ağırlıkların veri setindeki her bir veriden sonra değiştirilmesi sağlanır, böylece en doğru değerler bulunmaya çalışılır. Bu yöntemde, ağın her bir örneği için ayrı ayrı hesaplama yapılır ve ağırlıklar güncellenir.

Bu işlemler, ağın eğitim setindeki örneklerin tümü için doğru çıktılar üretene kadar tekrarlanır. Ağ eğitimi tamamlandıktan sonra, YSA validasyon setindeki örnekler ağa gösterilir ve ağın doğru cevaplar verip vermediği kontrol edilir. Eğer ağ validasyon setindeki girdilere karşılık doğru çıktı verirse, ağ eğitilmiş kabul edilmektedir.

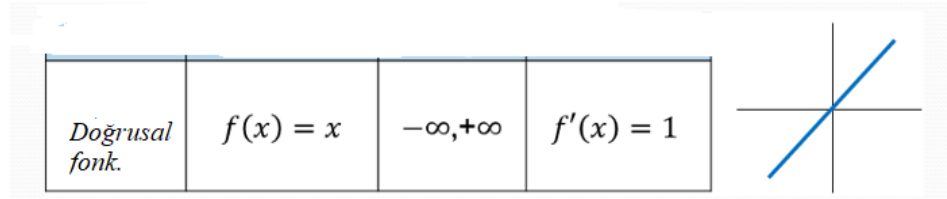
Yapay sinir ağı, ağırlıkları belirlemektedir, ancak her bir ağırlığın hangi anlama geldiği tam olarak bilinmediğinden, yapay sinir ağlarına "kara kutu" benzetmesi yapılmaktadır. Girdilerin herbirine atanan w ağırlıkları ile çarpıldıktan sonra, b eşiği de fonksiyona eklenerek toplanmaktadır. Daha sonra bu toplam, "transfer" veya "aktivasyon fonksiyonuna" girmektedir. Bu fonksiyon, toplamı bir çıktı değerine dönüştürür ve bu çıktılar sonraki katmanlara aktarılır. Bu süreç, ağın her bir katmanında tekrarlanarak sonuç üretilir. Fonksiyon sonucu, nöronun almış olduğu çıkış değeri hesaplanmaktadır. Fonksiyon sonucu nöronun almış olduğu çıkış değeri bir sonraki katmandaki başka bir nöronun giriş değeri olabilmektedir (Öztemel, 2003).

En yaygın kullanılan transfer fonksiyonlarının bazıları aşağıda gösterilmiştir.

<i>Adım fonk</i>	$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$-\infty, +\infty$	$f'(x) = 0$	
------------------	--	--------------------	-------------	---

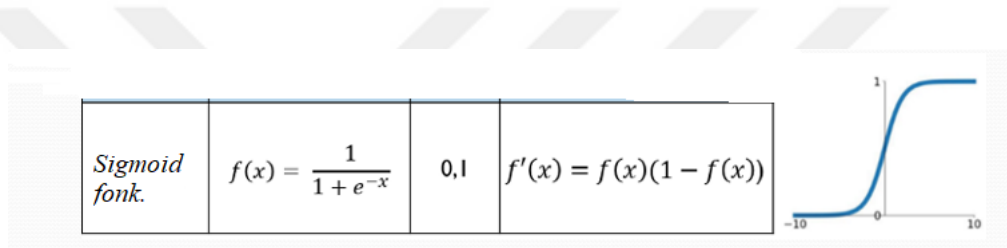
Şekil 3.4 Adım (binary step) aktivasyon fonksiyonu

Ağa tanıtılan girdi değerleri belirlenen eşik değerinin üstünde veya altında olması durumuna göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır (Şekil 3.4).



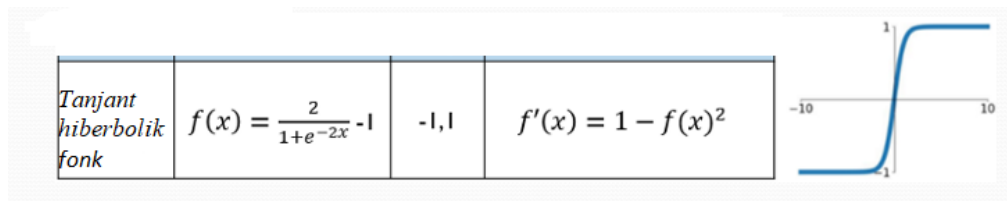
Şekil 3.5 Doğrusal (lineer) aktivasyon fonksiyonu

Doğrusal problemleri çözmek için doğrusal aktivasyon fonksiyonu seçilir. Gelen girdiler, hücrenin çıktısı olarak kabul edilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.6 Sigmoid aktivasyon fonksiyonu

Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi Layer Preceptron-MLP) günümüzde yaygın olarak kullanılan fonksiyon türüdür. Modelde genel olarak kullanılan aktivasyon fonksiyonu sigmoid fonksiyonudur. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu sürekli, türevlenebilir ve doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Girdi değerleri için 0 ile 1 arasında çıktı değeri üretir (Şekil 3.6).

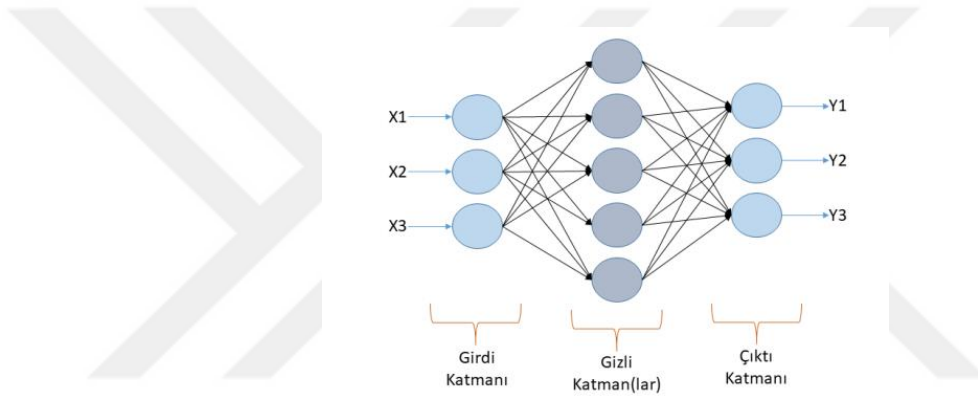


Şekil 3.7 Tanjant hiperbolik aktivasyon fonksiyonu

Tanjant hiperbolik fonksiyonunun çıkış değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir ve sigmoid fonksiyonuna benzer bir fonksiyondur. Gelen girdi değeri tanjant fonksiyonu ile hesaplanır (Şekil 3.7).

Yapay sinir ağı ileri beslemeli (feedforward) ve geri beslemeli (feedback) ağılar olmak üzere yapılarına göre ikiye ayrılmaktadır.

İleri beslemeli yapay sinir ağıları, giriş katmanından çıktı katmanına doğru tek yönlü sinaptik bağlantılarla iletişim sağlamaktadırlar. Nöronlar katmanlar arası bağlantı kurarken, aynı katman içindeki nöronlarla bağlantılı değildir. Bu özellik, ileri beslemeli yapay sinir ağlarının döngü oluşturmadığını ve girdi verilerine hızlı bir şekilde çıktı üretebildiği anlamına gelmektedir. Çok Katmanlı Algılayıcılar (Multi Layer Perceptron-MLP) ve Öğrenmeli Vektör Kuantalama (Learning Vector Quantization-LVQ) ağıları ileri beslemeli yapay sinir ağı örnekleri olarak verilebilir.



Şekil 3.8 Çok katmanlı algılayıcıların topolojik yapısı (Kaya ve İnce 2021)

Tek bir katmandan oluşan bir algılayıcı yalnızca doğrusal fonksiyonları öğrenebilirken, ileri beslemeli çok katmanlı algılayıcılar giriş ve çıkış katmanı arasında gizli katmanlara sahip olarak tek katmanlı algılayıcıların karşılaştığı sınırlamaları ortadan kaldırmaktadır (Alpaydın 2004).

Bu kapsamda;

$$y = f(x, \beta) + \varepsilon \quad (1)$$

“x” açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür, “ ε ” hata bileşenidir (sıfır ortalama ve sabit varyans sahip özdeş ve bağımsız dağılmış olduğu varsayılır), $f(x, \beta) = \hat{y}$ mevcut bilgilerden tahmin edilecek bilinmeyen fonksiyondur.

$$\hat{y} = f(x, \beta) = (F(\beta_0 + \sum_{j=1}^m G(\gamma_i + \sum_{i=1}^n x_i \alpha_{ij}))\beta_j) \quad (2)$$

$\hat{y}$ =ağ çıkışı

F= Çıktı katmanını etkinleştirme işlevi

G= Gizli katmanı etkinleştirme işlevi

n= giriş birimi sayısı

m= gizli birimlerin sayısı

x=girdi vektörü (i=1....n)

β =ağırlık vektörü (Parametreler)

β_0 = çıktı sapması

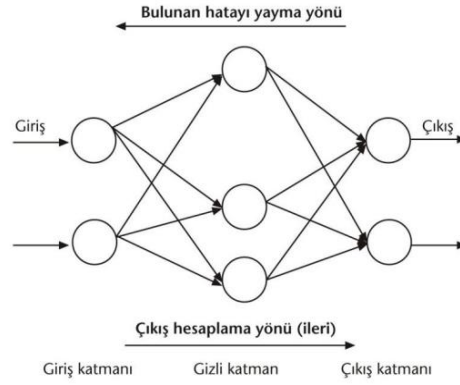
γ_i = gizli birim sapması

α_{ij} = i giriş biriminden gizli j birimine ağırlık

β_j =j gizli biriminden çıktıya ağırlıklar

Eşitlik 2, çok katmanlı algılayıcıların geleneksel modellere eşdeğer matematiksel modeli olarak ifade edilmektedir.

Dinamik bir yapıya sahip olan geri beslemeli yapay sinir ağlarıdır, çıktı veya ara katmandaki nöronlar, önceki ara katmandaki nöronlara veya girişlere geri besleme olarak aktarılır. Bu özellik, geri beslemeli yapay sinir ağlarının ileri beslemeli ağlardan farklı olduğunu gösterir. Bu şekilde bilgi hem ileri hem de geri yönde hareket etmek suretiyle iletilmektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Geri beslemeli ağ yapısı (Kabalcı 2014)

Bir sinir ağının amacı, ortalama kare hatası (MSE) ile gösterilen hatayı en aza indirmektir. Karmaşık girdileri yakalayabilen ve temsil edebilen güçlü bir veri modelleme aracı olarak tanımlar. Yapay sinir ağları, ağların eğitiminde kullanılan öğrenme metotları aşağıda verilmektedir.

- **Danışmanlı Öğrenme** ağa hem girdi hem de istenen çıktı değerleri verilerek çalışır. Ağ, girdileri işleyerek elde ettiği çıktı değerlerini istenen çıktı değerleriyle karşılaştırır ve aradaki farkı hata olarak kullanır. Performans fonksiyonu aracılığıyla hesaplanan bu hata değeri, sisteme geri verilerek ağın kendi çıktı değerini istenen çıktı değerine yaklaştırması sağlanır. Bu sayede, girdilerle çıktılar arasındaki ilişkileri öğrenmektedir.
- **Danışmansız Öğrenme Metodunda** ise sadece girdiler verilir ve istenen çıktı değerleri belirtilmez. Ağ, örneklerdeki parametreler arasındaki ilişkileri bağımsız öğrenmeye çalışmaktadır.
- **Takviyeli Öğrenme Metodunu** danışmanlı öğrenme yöntemine benzer, ancak sisteme sadece girdi değerleri verilir ve istenen çıktı değerleri gösterilmez. Ağ, deneme yanılma yoluyla öğrenir ve doğru çıktıyı bulmak için bir ödül sisteminden yararlanmaktadır.

- **Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) ve Olasılık Tabanlı Ağlar (PBNN)** hem danışmanlı öğrenme hem de danışmansız öğrenme yöntemlerini birlikte kullanılır. Bu ağlarda, ağ hem harici bir danışman veya etiketlenmiş verilerden bilgi alarak öğrenir, hem de veri içerisindeki desenleri ve yapılardan öğrenme yeteneğine sahiptir. Bu kombinasyon, daha karmaşık problemlerin çözümünde daha esnek ve güçlü bir yaklaşım sağlamaktadır.
- YSA'lar, karmaşık, çok boyutlu, gürültülü, doğrusal olmayan, eksik, kusurlu, hata olasılığı yüksek verilere sahip problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılır. Bu amaçla geliştirilen ağların, tahmin-öngörü, sınıflandırma, veri sıkıştırma, örüntü tanıma, optimizasyon gibi kullanım alanları mevcuttur (Öztemel 2003).

YSA'lar aşağıdaki genel ifadeyi kullanarak eşitlik 2 deki formül ile gösterilen etkinlik sınırı değerini tahmin etmek için eşitlik 3 teki gibi adapte edilebilmektedir.

$$y_i = f(x_i, \beta) + \varepsilon_i - u_i \quad (3)$$

Eşitlik 3 te yer alan $u_i \geq 0$ değeri teknik etkinsizliği ifade etmektedir.

YSA'ların temelinde, girdiler arasındaki bağlantıları oluşturan elemanlar yer alır. Bu elemanların arasındaki bağlantı ağırlıkları öğrenme algoritmalarıyla belirlenir. Her eleman, veri setindeki önemine göre ağırlıklarla birbirine bağlıdır. Bu ağırlıklar, iki eleman arasındaki bağlantı gücünü gösterir. Bir başka deyişle girdileri çıktılarla bağlayan ağırlık kümesinin tahminine dayanır. Ancak, bu durumda, ağırlıklar, değerlendirilen veri kümesinin gözlemleri aracılığıyla en iyi uyumun elde edilmesi için aranır. Teknik etkinlik, model çözümünden elde edilen tahmini değerler kullanılarak belirlenir. Etkinlik, her bir karar verme biriminin (işletmenin) çıktıları için gözlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki orandır (Eşitlik 4).

YSA'lar ile stokastik sınır analizinde kullanılan girdi ve çıktı değerlerinden oluşan veri seti eğitilerek model elde edilmiştir. Modelden üretilen tahmini çıktı değerleri teknik etkinlik analizinde kullanılmıştır. Literatürde teknik etkinlik hesaplanması için genelde üç alternatif üzerinde durulduğu gözlemlenmiştir (Delgado 2005);

- Birinci alternatif yapay sinir ağı ile teknik etkinlik değeri belirlemede öncü çalışmalardan olan Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından “standartlaştırılmamış etkinlik” (non-standardized efficiency) olarak adlandırılmıştır. Gözlenen çıktının tahmin edilen çıktıya oranı etkinlik olarak tanımlanmaktadır (Eşitlik 4). Ancak bu model ile işletmenin tamamen teknik olarak etkin olduğunu gösteren TE=1 değeri aşılabılır. Standartlaştırılmamış etkinlik tezde “TE” olarak isimlendirilmiştir.

$$TE = \frac{y_i}{\hat{y}_i} \quad (4)$$

- İkinci alternatif de hatayı en büyük pozitif hataya kadar kaydırır. En büyük pozitif hataya göre yapılan düzeltme aykırı değerlere duyarlıdır. Aykırı değer olması durumunda etkinliği olması gerektiğinden daha düşük bulabilir. Athnassopoulos ve Curram (1996) bu ikinci ölçüyü "standartlaştırılmış etkinlik" (standarized efficiency) olarak adlandırırlar. Gerçek değerden tahmin edilen değer çıkarılmasıyla elde edilen artık değer en büyüğü tahmin edilen çıktıya eklenerek teknik etkinlik belirlenir. Tezde “TE mak.” olarak isimlendirilmiştir.

$$TE_i^{Emak} = \frac{y_i}{\hat{y}_i + mak_i \cdot \varepsilon_i} \quad (5)$$

- Delgado (2005) en büyük pozitif hatanın etkisini azaltmak için bu çalışmada yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Bu seçenek, en büyüğü değil, en büyük pozitif hataların belirli bir yüzdesini (örneğin%5) dikkate almayı içerir (Liao vd.2007):

$$TE'_i^{Eort\%x} = \frac{y_i}{\hat{y}_i + ort_i \cdot \varepsilon_i^{\%x}} \quad (6)$$

YSA'lar esnek, parametrik olmayan (serbest model) ve stokastik tekniklerdir. Etkinsizlik indekslerine güven aralığı gibi istatistiksel çıkarımlar yapmak teorik olarak mümkündür.

Bu nedenle Athnassopoulos ve Curram (1996) bu ikinci ölçüyü "standartlaştırılmış etkinlik" (standarized efficiency) modeli geliştirilmiştir (Eşitlik 5). Bu modelde birim etkinliklerinin 1'i aşmayacak şekilde hesaplanması önerilir. Ancak bu yöntem, her çıktı için en yüksek artık değerine sahip işletmenin etkin olarak değerlendirilmesine yol açar. Bu sorundan dolayı Delgado (2005) en büyük pozitif hatanın etkisini azaltmak için çalışmasında yeni bir yaklaşım önermiştir. Bu seçenek, en büyük pozitif hataları değil, en büyük pozitif hataların bir kısmını (örneğin %5) dikkate almamayı içermektedir. Çalışmada işletme sayısı 30 olduğu için bu oran %5 alınamamıştır. En büyük %10,%50 hata ve hepsinin ortalaması alınarak modellerin performansı incelenmiştir ve yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Tezde “TE ort%10” , “TE ort %50”, “TE ort %100” olarak isimlendirilmiştir.

“TE ort%10” , “TE ort %50”, “TE ort %100” olarak isimlendirilen teknik etkinlik sonuçlarının performansının ölçümünde tanımlayıcı istatistik değerleri ile birlikte ve hangi yöntemin daha az tahmin hatası yaptığını tespit etmek için ortalama mutlak sapma değeri (Mean Absolute Deviation-MAD) hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama Mutlak Sapma} = \frac{\sum_{k=1}^n |TE - \mu|}{n}$$

TE: Etkinlik skoru

μ :Etkinlik skor ortalaması

n: gözlem sayısı

YSA, kendilerine sunulan verilerden girdi-çıktı ilişkisini öğrenir ve bu bilgiyi popülasyonun benzer verilerine genelleysinir. Çiftlik düzeyindeki etkinliğin belirlenmesinde farklı yaklaşımlar kullanılmakta ve tahmin edilen etkinlik değerleri kullanılan yöntemlerden etkilenmektedir. Çalışmada bu yöntemlerin performansı değerlendirilmiştir.

3.2.3 Ekonomik etkinlik analizinde uygulanan yöntem

Maliyet etkinliği veya ekonomik etkinlik belirli bir ürünün minimum maliyetinin işletmenin gözlenen maliyetine oranıdır. Araştırmada, ekonomik etkinlik skorlarının tahmin edilmesi için stokastik Cobb-Douglas maliyet fonksiyonu kullanılmıştır. Stokastik maliyet modelinde bağımlı değişken olarak süt maliyeti (TL/lt) alınmıştır. Bağımsız değişkenler olarak yem masrafı (TL/baş), sağlık masrafı (TL/baş), yakıt masrafı (TL/baş), elektrik masrafı (TL/baş), ve işgücü masrafı (TL/baş) kullanılmıştır. Stokastik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\ln C_i = C(Y_i, w_i; \beta) + v_i + u_i$$

Eşitlikte $\ln C_i$ i.süt sığırçılığı işletmesinin gözlenen üretim maliyetinin doğal logaritmasını,

C: Cobb-Douglas maliyet fonksiyonunu,

Y_i : i. işletmenin çıktı miktarını,

w_i : Girdi fiyatları vektörünü,

β : Bilinmeyen parametreleri,

u_i : Maliyet yetersizliğini gösteren hata terimini ve

v_i : Tesadüfi değişimi gösteren hata terimini ifade etmektedir.

Parametre tahminlerin yapılmasında parametrezeye dayalı en yüksek olabilirlik fonksiyonu (Log-Likelihood Function) kullanılmıştır.

İşletme düzeyinde ekonomik etkinlik skorları [$EE_i = \exp(-u_i)$] aşağıda verilen tahminleyiciden yararlanılarak tahmin edilmiştir.

$$E[\exp(-u_i)/e_i] = 1 - \Phi(\sigma_A + \gamma e_i / \sigma_A) / 1 - \Phi(\gamma e_i / \sigma_A) \exp(\gamma e_i + \sigma_A^2 / 2)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\gamma(1 - \gamma)\sigma^2}$$

Daha sonra ekonomik etkinliğin (EE), teknik etkinliğe (TE) oranlanmasıyla ($AE=EE/TE$) tahsis etkinliği (AE) bulunmuştur.

3.2.4 Ekonomik analizde uygulanan yöntemler

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerden sürü yönetim sistemlerinden alınan verilerin yansıra doldurulan anket formları üzerindeki kontroller yapılmıştır. Hesaplamalar tamamlandıktan sonra, elde edilen veriler özet tablolar halinde düzenlenmiştir. İşletmelerin yapıları ve faaliyetleri ayrı ayrı değerlendirilmiş ve ayrıca işletmelerin genel ortalamaları da hesaplanmıştır.

Sürü yönetim sistemlerinden ve ankete dayalı olarak elde edilen işletme verilerin değerlendirilmesi aşağıda verilen hususlara göre yapılmıştır.

Tarımdaki nüfusun farklı yönleriyle analiz edilerek işgücü yapısı ortaya konulmuştur. Tarımsal işletmelerdeki aile işgücü kaynakları, bu işletmelerdeki nüfus varlığıyla ilişkilendirilmiştir. İşgücü birimi, çizelge 3.2’de verilen erkek işgücü birimi katsayıları dikkate alınarak hesaplanmış ve nüfusun yaş ve cinsiyet özellikleri göz önünde bulundurulmuştur (Erkuş vd. 1995).

Çizelge 3.2 Nüfusun erkek işgücü birimine çevrilmesinde kullanılan katsayılar (Erkuş vd. 1995)

Yaş	Erkek	Kadın
0-6	-	-
7-14	0,50	0,50
15-49	1,00	0,75
50+	0,75	0,50

Hayvan sermayesi araştırma yapılan alandaki hayvan alım satım değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mevcut hayvan varlığı, büyükbaş hayvan birimi (BBHB) olarak ifade edilerek, işletme genişlik gruplarına göre karşılaştırılabilmesi için bu birime dönüştürülmüştür. BBHB hesaplamalarında kullanılan katsayılar, çizelge 3.3’de yer almaktadır (Açıl ve Demirci 1984).

Çizelge 3.3 Büyükbaş hayvan birimine çevirmede kullanılan katsayılar (Açıl ve Demirci 1984)

Hayvan Cinsi	Katsayı	Hayvan Cinsi	Katsayı
Boğa	1,4	Buzağı	0,2
At	1,35	Koç	0,12
Öküz	1,2	Koyun	0,1
İnek	1	Keçi	0,1
Düve	0,7	Toklu	0,08
Tosun	0,7	Kuzu	0,05
Dana	0,5	Oğlak	0,05
Tay	0,50-0,75	Kümes Hayvanları	0,004

Üretim masrafları değişen ve sabit masraflar olmak üzere iki grupta ele alınmıştır. Genel idare gideri, değişen masraflar toplamının %3'ü ile hesaplanmıştır.

Üretime ait gayrisafi üretim değeri (GSÜD), brüt kar (BK) ve net kar (NetK) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Kıral vd. 1999).

$$GSÜD = \text{Verim} \left(\frac{\text{kg}}{\text{da}} \right) * \text{Satış Fiyatı(TL)}$$

$$BK = GSÜD - DM$$

$$\text{NetKar} = GSÜD - \text{Üretim mas. toplamı}$$

Gayri safi üretim değeri; süt sığırcılığı işletmelerinin üretim faaliyetleri sonucu elde ettikleri hayvansal ve bitkisel ürünlerin fiyatları ile çarpılması sonucu hesaplanan bir değerdir (Erkuş vd. 1995).

İşletme masrafları, bir işletmenin işletme faaliyetlerini sürdürmek için yaptığı aktif sermayenin faizi hariç, masrafların (sabit ve değişen masraflar) toplamını göstermektedir (Erkuş vd 1995). İşletme masrafları, işletmenin finansal durumunu analiz etmek ve karlılığı belirlemek için önemli bir göstergedir.

Sabit masraflar, işletmedeki üretim miktarı ile ilgisi olmaksızın sabit kalır ve işletmenin faaliyetleriyle doğrudan ilgili olmayan giderleri kapsar. Sabit masraflara örnek olarak

daimi işçi ücretleri, amortisman, bina tamir-bakım masrafları, arazi kirası ve faiz örnek olarak verilebilir (Kıral vd. 1999).

Değişen masraflar ise üretim miktarına bağlı olan masraflardır ve üretim faaliyeti gerçekleştirildikçe ortaya çıkarlar (Erkuş vd. 1995). Araştırma kapsamındaki işletmelerde değişken masraflar, bitkisel ve hayvansal üretimde ortaya çıkan masrafların toplamından oluşmaktadır. Bitkisel üretimdeki değişken masraflar; mazot, gübre, su, ilaç, tohum, geçici işçilik ve tamir/bakım, gibi kalemleri içermektedir.

Süt sığırcılığı işletmelerinde masrafların hesaplanmasında, üretimle doğrudan ilgili olan değişken masraflar (yem, ilaç ve veteriner, elektrik ve su vb.) ve sabit masraflar (inek, bina, alet ve makine sermayesi faizi ve amortismanı, daimi işçilik, genel idare masrafları vb.) bir araya getirilir. Aile işgücü ücreti hesaplanırken, bölgedeki işçilik ücretleri dikkate alınır. Genel idare masrafları, değişken masrafların %3'ü şeklinde hesaplanır (Kıral vd. 1999).

Tamir bakım masrafları; bina, alet ve makineler için işletmelerin yaptıkları masraflar dikkate alınmıştır (Demirci 1978).

Süt sığırcılığı işletmelerin para mevcudunun belirlenmesinde, üreticilerin beyanı esas alınmıştır.

Amortisman hesaplaması yapılırken, bina, arazi ıslahı, irat hayvanları, alet ve makine gibi unsurlar göz önünde bulundurulmalıdır. Hayvanların amortisman değeri, damızlık değeri ile kasaplık değeri arasındaki farka göre hesaplanır. Büyüme dönemindeki hayvanlarda belirli bir yaşa gelene kadar kıymet artışı olmasından dolayı, ayrı bir amortisman hesabı yapılmamıştır (Erkuş vd. 1995).

Bina sermayesi belirlemede, eski yapılar için amortismanları düşülerek elde edilen değerler, yeni yapılar için ise maliyet bedeli temel alınmıştır (Bülbul 1979). Bitki sermayesi hesaplamasında, meyveli ve meyvesiz ağaçların değeri ile gelecekteki üretim

dönemi için yapılan tarla harcamalarını içeren tarla demirbaşı kıymeti toplamı esas alınmıştır (Erkuş 1979). Tarla demirbaşı belirlemede ise, anket tarihine kadar yapılan tüm masrafların toplamı (işgücü, tohum, gübre, mazot vb.) arazide yer alan ürünlerin değeri olarak hesaplanmıştır. Alet-makine sermayesi hesaplamasında, yeni satın alınanlar için maliyet bedeli kullanılırken, eskiler için ise yeni kıymetinden biriken amortisman düşürülerek değer elde edilmiştir (Bülbül 1979).

İnek sermayesi hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir (Kıral vd. 1999). İneklerin değerlendirilmesinde, yılsonu fiyatları temel alınmış ve hesaplamalar reel faiz oranı üzerinden yapılmıştır.

$$\text{Amortisman Payı} = \frac{\text{Damızlık Değeri} - \text{Kasaplık Değeri}}{\text{Ekonomik Ömür}}$$

$$\text{İnek Sermayesi Faizi} = \frac{\text{İneğin Damızlık Değeri} + \text{İneğin Kasaplık Değeri}}{2} \times \text{reel faiz oranı}$$

Araştırmada faiz oranı olarak 2020 yılı reel faiz oranı kullanılmış olup aşağıda yer alan Fisher eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır;

$$i = \frac{1 + r}{1 + f} - 1$$

Fomülde;

r = nominal faiz oranı

f = enflasyon oranıdır.

çalışmada dönem sonu fiyatları esas alındığı için reel faiz oranları kullanılmıştır.

$$\text{Nominal faiz oranı} = [(1 + \text{cari faiz oranı}) / (1 + \text{enflasyon oranı})] - 1$$

Cari faiz oranı %15, enflasyon oranı %14,52 alınarak nominal faiz oranı %3,45 olarak hesaplanmış ve ekonomik analizde kullanılmıştır.

Gayrisafi üretim değerinden değişen masrafların çıkarılması ile brüt kar elde edilmiştir. Toplam brüt kar, bitkisel üretimden ve hayvansal üretimden elde edilen brüt karın toplamından hesaplanmaktadır (Erkuş vd. 1995).

Gayrisafi hasıladan işletme masraflarının çıkarılmasıyla saf hasıla, elde edilir. Tarımsal gelir, işletme sahibinin başarısını gösteren önemli bir gösterge olarak kabul edilir ve hesaplanırken saf hasıladan kira ve ortakçılık payı ile borç faizleri, çıkarıldıktan sonra aile işgücü ücreti eklenmesi ile elde edilir (Erkuş vd. 1995).

Gelirin hesaplamasında, Ulusal Süt Konseyi tarafından açıklanmış 2020 yılı çiğ süt bedeli olan 3,20 TL/kg dikkate alınmıştır.

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerim hayvan başı tüketilen kuru madde (KM) miktarının belirlenmesinde sürü yönetim sistemlerinden alınan yem rasyonları kullanılmıştır.

4. SÜT SEKTÖRÜ VE SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN ÖNEMİ

4.1 Süt Sektörünün Önemi

Sütün yüksek besin değeri içermesi ve insan beslenmesindeki önemli rolü nedeni FAO tarafından “özel bir gıda” olarak sınıflandırılmaktadır. Uluslararası Sütçülük Federasyonu’nun (IDF) Mart 2020’de yayınladığı raporda da süt ve süt ürünleri tüketiminin bir tercihten öte gereklilik olduğuna işaret etmektedir. Süt sağırcılığı işletmelerin modernizasyonu tüm dünyada daha büyük sürü boyutlarına ve daha yüksek süt üretimine yol açmıştır (Barkema vd. 2015). 2020 yılı verilerine göre Türkiye dünyanın en büyük 8. , avrupa'nın ise 3. büyük süt üreticisi konumundadır. Sağılan inek sayısı sıralamasında ise dünyada 10. sırada yer almaktadır (Anonim 2021a). Dünya’da ve Türkiye’deki süt sektörü mevcut durumuna ilişkin bilgiler bu bölümde verilmektedir.

4.1.1 Dünya süt sektörü

Süt sektörü ile ilgili üretim, tüketim ve ticarete dair istatistikleri takip etmek için dünya genelinde farklı kuruluşlar tarafından çalışmalar yürütülmektedir. Bu kuruluşların her biri, benzer verileri yayınlamasına rağmen, bazı farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Uluslararası Süt Federasyonu (IDF) tarafından her yıl yayınlanan "Dünya Süt Durumu" adlı çalışmada, ülkeler ve bölgelerin yanı sıra dünya genelindeki üretim rakamları da sunulmaktadır.

IDF verilerine göre dünya süt üretimi 2020 yılında %3 oranında artarak 910 milyon tona ulaşmıştır. Küresel süt sektörü COVID-19 pandemi sürecindeki zor şartlara rağmen süt üretiminde ilk defa 910 milyon ton seviyesini aşmıştır (Anonim 2021b) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Türlerle göre dünya süt üretimi (1000 ton) (Anonim 2021b)

	2015	2018	2019	2020	Oran (%)	2019-2020 Değişim (%)
İnek Sütü	667.273	701.021	714.781	735.270	80,76	2,87
Manda Sütü	109.053	127.099	132.931	138.972	15,26	4,54
Keçi Sütü	19.587	20.688	21.093	21.432	2,35	1,61
Koyun Sütü	10.069	10.231	10.632	10.617	1,17	-0,14
Diğer	3.735	3.771	4.116	4.128	0,45	0,29
TOPLAM	809.718	862.809	883.554	910.419	100	3,04

IDF 2021 raporuna göre, süt üretimindeki artışı etkileyen iki temel faktör vardır. Özellikle Asya kıtası başta olmak üzere süt açığı olan bölgelerdeki üretim artışı, yerel talep ile birlikte artmıştır. İkinci faktör ise manda sütü üretimindeki artıştır, bu artışın oranı son 10 yılda %4,1 olmuştur. Bu oran, inek sütü üretimindeki artışın (%2,1) iki katıdır (Anonim 2021b).

Dünya nüfusu, 2010-2020 yılları arasında %12 oranında artarken, aynı dönemde kişi başı süt tüketimi %15 oranında artmış ve 118 kg süt eşdeğerine ulaşmıştır. 2020 yılı dünya süt eşdeğeri üretim değeri 916 milyon ton iken talep 918 milyon ton olmuştur. Dolayısıyla süt arzındaki artış talebi karşılayamamaktadır. Dünyanın birçok ülkesi ve bölgesinde yerel talebi karşılayacak kadar süt üretilmemektedir. Bu nedenle, dünya genelinde süt ve süt ürünleri ticareti son 10 yılda %47 oranında artmıştır (Anonim 2021b).

Dünya genelinde süt üretimi artış oranları farklı bölgelerde değişkenlik göstermektedir. AB-28, Okyanusya ve ABD gibi bölgelerde inek sütü üretiminde sınırlı artışlar yaşanmıştır. İklim değişikliği, çevresel kısıtlamalar, yüksek üretim maliyetleri ve finansal zorluklar üretimdeki sınırlamaların nedenleri arasındadır (Anonim 2021 b).

Çizelge 4.2 İnek sütü üretiminde lider ülkeler (milyon ton) (Anonim 2021b)

	Ülke	2019	2020	2019/20 Değişim (%)
1	AB-28	167,92	170,1	1,3
2	Hindistan	96,85	104,5	7,9
3	ABD	99,12	101,3	2,2
4	Brezilya	35,87	36,7	2,3
5	Çin	32	34,4	7,5
6	Rusya	31,32	32,2	2,8
7	Yeni Zelanda	21,89	22,0	0,5
8	Türkiye	20,75	21,7	4,6
9	Pakistan	18,02	18,7	3,8
10	Meksika	12,61	12,9	2,3

AB-28 ülkelerinde ise 2020 yılı inek sütü üretimi bir önceki yıla oranla %1,3 artmıştır. Ancak üye ülkeler arasında üretim artışı oranları farklılık göstermektedir. Örneğin Polonya’da üretim maliyetlerinin düşük olması nedeniyle üretim artışı % 2,2 ile daha yüksekken, birlik genelinde üretim fazlası olan Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde üretim artışı %0,3 ile %0,1 arasında bir oranla daha sınırlı kalmıştır (Çizelge 4.2) (Anonim 2021b).

Çizelge 4.3 Kıtalarla göre inek başına alınan ortalama süt verimi (lt/baş/yıl) (Anonim 2021b)

	2010	2015	2018	2019	2020	Değişim 2010- 2020(%)
AB-28	6.430	7.005	7.322	7.485	7.647	18,92
Kuzey ve Orta Amerika	6.712	7.045	7.325	7.342	7.450	10,99
Okyanusya	4.410	4.776	4.842	4.851	4.888	10,81
Avrupa Diğer	3.891	4.042	4.317	4.390	4.534	16,52
Güney Amerika	1.850	2.162	2.408	2.480	2.625	41,89
Asya	1.551	1.714	1.819	1.894	1.953	25,91
Afrika	545	524	567	571	572	4,95
Dünya	2.324	2.437	2.567	2.609	2.663	14,58

Çizelge 4.3 de ülkelere göre inek başına alınan ortalama süt verimi verileri yer almaktadır. AB-28 ülkeleri inek başına en yüksek süt verimine sahip olan bölge olarak öne çıkmaktadır. 2010 yılında 6.430 kg olan ortalama süt verimi, 2020 yılında %18,92 artarak 7.647 kg/baş/yıl seviyesine yükselmiştir. Özellikle üye ülkeler arasında yer alan Polonya

ve İrlanda gibi ülkelerde üretim artışı Almanya, Fransa ve Birleşik Krallığa göre daha fazla olmuştur. İrlanda 2022 yılı Ulusal Çiftlik Araştırmasının sonuçlarına göre 15.319 süt sığırcılığı işletmesi 60 c/L gerçek yağ ve proteine göre belirlenen süt fiyatından kaynaklı ortalama aile çiftliği gelirini yıllık %53 artış elde etmiştir. Bu artış özellikle yem, gübre ve yakıt fiyatlarının artması nedeniyle üretim maliyetlerindeki hızlı artışı fazlasıyla telafi ettiği raporda belirtilmiştir (<https://www.teagasc.ie>, 2022). Polonyada ise süt ürünleri üretimindeki büyümenin ana nedenleri, süt sektörüne artan çiğ süt tedariki, nispeten yüksek ticaret fiyatları ve Çin'e artan ihracat olduğu Polonya süt sektörü raporunda belirtilmektedir (<https://www.agroberichtenbuitenland.nl>, 2020).

Kuzey ve Orta Amerika bölgesi ise %10,99'lık bir artışla inek başına ortalama 7.450 lt süt verimine sahip olmuştur. Güney Amerika ve Asya bölgelerinde ise son 10 yılda önemli bir artış yaşanmıştır. Güney Amerika'da inek başına süt verimi %41,89 artarken Asya'da ise %25,91 artmıştır. Afrika'da ise süt verimi istikrarlı bir şekilde artış göstermektedir (Anonim 2021b).

4.1.2 Türkiye süt sektörü

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen hayvancılık destek programları ile hayvancılık sektöründeki verimliliği artırmak ve hayvancılık faaliyetlerinin daha sürdürülebilir hale gelmesi hedeflenmektedir. Türkiye'de kırsal kalkınmayı destekleme programları kapsamında hayvancılığa verilen desteklerle hayvancılığın ulusal gelir içindeki payında artış sağlanmıştır. 2000-2019 yılları arasında 38,4 milyar lira destek ve hibe sağlayarak, büyükbaş hayvan varlığı % 80 artışla 17,9 milyon başa ve süt üretimini ise %173'lük artışla 22,9 milyon tona çıkmıştır (Anonim 2020a). Türkiye hayvan varlığı yıllar itibariyle düzenli bir artış sağlamıştır. Sığır varlığı 2021 yılında %0,63 oranında düşüş göstermesine karşın, 2017-2021 yılları arası sığır varlığı yaklaşık %11,96 artarak 17,8 milyon başa ulaşmıştır. Koyun varlığı %34,15 artarak 45,1 milyon başa, keçi varlığı ise %16,05 oranında artarak 12,3 milyon başa yükselmiştir (Anonim 2023a) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Türkiye’de yıllara göre hayvan varlığı(baş) (Anonim 2023a)

Yıl	Sığır	Manda	Koyun	Keçi
2017	15.943.586	161.439	33.677.636	10.634.672
2018	17.042.506	178.397	35.194.972	10.922.427
2019	17.688.139	184.192	37.276.050	11.205.429
2020	17.962.899	192.489	42.126.781	11.985.845
2021	17.850.543	185.574	45.177.690	12.341.514
Değişim 2020-2021(%)	-0,63	-3,59	7,24	2,97
Değişim 2017-2021(%)	11,96	14,95	34,15	16,05

Çizelge 4.5 de Türkiye’de yıllara ve türlere göre çiğ süt üretimi ve türlerin toplam üretim içindeki payları verilmiştir. 2021 yılında Türkiye’de süt üretim miktarı bir önceki yıl üretim oranına göre %1,29 azalmış ve 23,2 milyon ton olmuştur.

Süt üretiminin azalmasında en önemli etkenlerden biri, sektördeki yüksek maliyetlerdir. Özellikle yem gibi dışa bağımlı olunan giderlerin yüksek olması, büyük işletmeleri de küçük işletmeleri gibi olumsuz etkilemiştir. Türle göre süt üretim miktarlarının %92,1’i inek sütü, %4,9’u koyun sütü, %2,7 keçi sütü %0,3 ise manda sütünden oluşmaktadır (Anonim 2023a) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Türkiye’de yıllara ve türlere göre çiğ süt üretimi(ton) (Anonim 2023a)

Yıl	İnek		Manda		Koyun		Keçi		Toplam
	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	Ton	Pay (%)	
2017	18.762.319	90,64	69.401	0,34	1.344.779	6,50	523.395	2,53	20.699.894
2018	20.036.716	90,58	75.742	0,34	1.446.271	6,54	561.826	2,54	22.120.716
2019	20.782.374	90,51	79.341	0,35	1.521.455	6,63	577.209	2,51	22.960.379
2020	21.749.342	92,54	63.767	0,27	1.101.065	4,68	589.617	2,51	23.503.790
2021	21.370.116	92,11	63.643	0,27	1.143.762	4,93	622.785	2,68	23.200.306
Değişim 2020-2021(%)	-1,74	-0,46	-0,19	0,00	3,88	5,34	5,63	6,77	-1,29

Endüstriyel tesislerde genellikle kültür hayvanları tercih edilirken, süt üretiminde özellikle Holstein türü inekler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Et ve süt üretimini bir

arada gerçekleştiren tesislerde ise Simental ve Montofon gibi ırklar daha yaygın olarak bulunmaktadır.

Çizelge 4.6 Türkiye'nin süt üretiminde ilk on sırada yer alan illere ait verileri içermektedir. İller bazında en güncel süt verileri 2019 yılına aittir (Anonim 2023b). Konya 2015-2019 yılları arasında süt üretiminde birinci sıradaki yerini korumuştur. İlk üçte yer alan Konya, İzmir, Erzurum illerindeki üretim rakamları toplam üretimin %16,24'üne denk gelmektedir. Diyarbakır'da son yıllarda inek sütü üretiminde büyük bir artış görülmektedir. 2019 yılında süt üretiminde 4. sırada yer almıştır.

Çizelge 4.6 Türkiye ve bazı illere göre inek sütü üretimi (ton) (Anonim 2023b)

	2015	2016	2017	2018	2019
Türkiye	16.933.520	16.786.263	18.762.318	20.036.877	20.782.374
Konya	930.548	971.396	1.200.141	1.279.765	1.286.887
İzmir	862.089	877.497	1.085.302	1.170.923	1.150.838
Erzurum	698.721	729.638	860.020	907.288	937.847
Balıkesir	708.364	678.499	650.369	665.538	671.730
Diyarbakır	333.614	348.363	478.283	538.501	673.080
Kars	611.642	613.023	565.221	508.051	577.544
Aydın	425.992	434.428	496.747	531.419	550.999
Afyonkarahisar	399.100	371.162	445.266	469.758	513.553
Sivas	409.860	409.223	430.474	468.793	451.952
Aksaray	322.753	331.369	330.625	376.927	443.111

Çiğ süt-yem paritesi, süt üreticilerinin 1 litre/1 kg çiğ süt satışından elde ettiği gelirle ne kadar yem satın alabileceklerini gösteren bir orandır. Bu oran, süt üreticilerinin karlılığını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Çiğ süt-yem paritesinin düşük olması, süt üreticilerinin maliyetlerini karşılamakta zorlanmalarına ve kar elde edememelerine neden olmaktadır. Bu da, süt üreticilerinin işletmelerini sürdürmelerini zorlaştırabilir ve süt üretimini azaltır. Genellikle kabul edilen çiğ süt-yem paritesi 1,5'tir. Ancak, ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde bu oranın altında kalınmaktadır. 2020 yılı için yapılan hesaplamalara göre, Türkiye'de ortalama çiğ süt-yem paritesi 1,16 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Konya'da ise çiğ süt-yem paritesi 2020 yılında 1 olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2022b).

Çizelge 4.7 Türkiye’de ortalama çiğ süt fiyatları, yem fiyatları ve süt/yem parite bilgileri (Anonim 2022b)

Yıl	Süt Satış Fiyatı(TL/lt)	Yem Fiyatı (TL/kg)	Süt/Yem Parite
2012	0,90	0,84	1,07
2013	1,00	0,81	1,23
2014	1,10	0,93	1,18
2015	1,15	0,99	1,02
2016	1,05	0,94	1,12
2017	1,13	1,10	1,03
2018	1,42	1,43	1,00
2019	1,70	1,41	1,14
2020	2,30	1,96	1,16

4.2 Sürü Yönetim Sistemleri

Sürü yönetimi, dünya genelinde kabul edilen bir tanıma göre, hayvanların sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesini ve refahlarının korunmasını hedefleyen bir yönetim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, hayvan hastalıklarının ve işletme kayıplarının minimize edilmesi için en uygun bakım koşullarının sağlanmasını amaçlamaktadır.

Sürü yönetiminin evrensel olarak kabul edilen amacı, işletmelerde yaşanabilecek maddi kayıpların en aza indirilmesi veya tamamen önlenmesi için daha düşük maliyetli ve etkin programlar tasarlamaktır. Bu programlar, sürü yönetimi alanında en uygun yöntemleri kullanarak işletmelerin maliyetlerini düşürmeyi ve verimliliği artırmayı hedefler.

İneklerin süt verimleri, ırk, yaş, ağırlık, laktasyon dönemi, sağım sayısı, besleme, çevre faktörleri ve hastalıklar gibi birçok faktöre bağlıdır. Yeni teknolojiler, çiftçilerin hayvan refahını ve yönetimini iyileştirmelerine ve hayvan davranışlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Bu nedenle, süt sığırcılığındaki sürdürülebilirlik için, yenilikçi yöntemler, hayvan tanıma sistemleri ve teknolojiler kullanarak sürü yönetimini geliştirmek önemlidir. Sürü yönetiminde Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisinin benimsenmesi, bireysel günlük kayıtların (örneğin, tıbbi tedaviler, büyüme performansı, soyağacı, üreme performansı vb.) otomatik olarak saklandığı yazılımların geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Otomatik hayvan algılama, tanıma, ölçüm ve bilgi işlem

teknolojilerinin kullanımı, üretim sürecinin etkin şekilde denetlenmesini sağlayarak, ürün güvenliği, karlılığı, sağlık ve kalite gibi alanlarda optimum sonuçlar verebilir. Sürdürülebilirliği sağlamak için sürünün bakım ve yönetiminin titizlikle yapılması ve hayvanların dikkatle izlenmesi önemlidir (Uzmay vd.2010).

Sürü yönetim sistemleri, büyük veri uygulamalarının bilgisayarlı sistemler tarafından analiz edilerek değerlendirildiği hayvancılıkta kullanılan bir teknolojidir. Bu sistemler, 1970'lerden bu yana hızla yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda Tarım 4.0 teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, sürü yönetim sistemleri daha da geliştirilmiş ve kullanılan yazılımların kullanıcıya sağladığı büyük destekle birlikte, bu sistemlere olan ilgi artmıştır. Süt çiftlikleri için hassas tarım teknolojilerinin kronolojik gelişimi aşağıdaki gibidir (Örs ve Oğuz 2016).

- **1970'ler** Bireysel inekler için kimlik numarasının (ID) geliştirilmesi,
- **1980'ler** Hastalık tespiti için sensörler kullanılması,
- **1990'lar** Otomatik süt sağımı sistemlerin geliştirilmesi
- **2000'ler** Sensörlerin yenilenmesi,
- **2010'lar** Yeni nesil sensörler geliştirilmesi

Teknoloji gelişimi incelendiğinde, otomasyona dayalı sensörlerin önemli bir rol oynadığı ve sürü yönetimi teknolojilerinin temelini bilgisayar sistemlerinin oluşturduğu görülmektedir. Bu nedenle bu teknolojiler “bilgisayar destekli sürü yönetim sistemleri” olarak adlandırılmaktadır (Uzmay vd. 2010).

Bu sistemler, sürünün üretkenliğini ve refahını arttırmak için tasarlanmıştır. Sığırların davranışlarını, sağlık durumlarını ve üretkenliklerini sürekli olarak takip etmektedir. Bu sistemler sayesinde, sığırların herhangi bir hastalık belirtisi göstermeden önce erken teşhis edilmesi ve tedavi edilmesi mümkündür. Ayrıca, yem, su ve diğer kaynaklara olan erişimleri de izlenebilmektedir. Sürü yönetim sistemleri ayrıca süt üretiminde verimliliği arttırmak için de kullanılabilirler. Sığırların süt verimleri ile kalitesi sürekli

olarak izlenir ve bu veriler analiz edilerek süt üretiminde verimliliği arttırmak için gerekli önlemler alınabilir. Örneğin, sığırların süt verimleri düşük olduğunda, besleme programları değiştirilebilir veya hastalık belirtileri varsa tedavi edilmesi mümkün olmaktadır.

Sürü yönetim sistemleri ile ayrıca çevresel faktörlerin sığırlar üzerindeki etkisi de ölçülebilmektedir. Örneğin, sığırların vücut sıcaklığı, ortam nemi ve hava akımı gibi faktörler sürekli olarak izlenebilir ve bu veriler işletmecilere, sığırların yaşam koşullarını optimize etme konusunda yardımcı olabilmektedir.

Sonuç olarak, sürü yönetim sistemleri, sığırların sağlığı ve performansının daha iyi takip edilmesini sağlar ve süt üretiminde verimliliği arttırmaya yardımcı olur. Sürü yönetim sistemlerinin 5 temel bileşeni vardır. Bunlar;

- Besleme
- Üretim
- Hayvan Sağlığı
- Hayvan Doğurganlık
- Hayvan Refahı başlıkları altında toplanır.

Türkiye’de sürü yönetim yazılımı kullanan işletmelere ait bir veri olmamakla birlikte Çakıcı 2006, Tömek 2007, Uzman vd. 2010, Çıkrıkcı 2019, Örs ve Oğuz 2016 gibi az sayıda çalışma bu sistemlerin performanslarını araştırmışlardır.

4.2.1 Besleme

Sürü yönetiminde beslemeye yönelik teknolojiler, hayvanların besleme ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasına yardımcı olmak ve verimliliği artırmak için kullanılan bir dizi farklı teknolojiyi içerir. Bazı örnekler şunlardır:

1. Otomatik yoğun yem üniteleri: Otomatik yemleme sistemleri, hayvanların yem ihtiyaçlarını, yemleme miktarını ve sıklığını ayarlayabilen sistemlerdir. Bu sistemler, yem tüketimini ve dağıtımını izlemek için sensörler kullanır ve hayvanların yem ihtiyaçlarını belirlemek için yapay zeka ve veri analizi gibi teknolojilerden faydalanılmaktadır. Ayrıca yazılım üzerinden yem dağıtımı ile ilgili günlük öğün sayısı, öğün aralığı ve bir öğünde verilecek maksimum yem miktarı gibi ayarlamalar yapılabilmektedir.

2. Yem Hazırlama Sistemleri: Yemlerin doğru miktarda hazırlanmasına ve karıştırılmasına yardımcı olan sistemlerdir. Bu sistemlerde, yem rasyonlarını doğru oranlarda karıştırmak için otomatik karıştırıcılar kullanılmaktadır.

3. Besin Değerlendirme Sistemleri: Besin değerlendirme sistemleri, yemlerin besin içeriğini analiz ederek hayvanların besleme ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasına yardımcı olur. Yemleme sıklığı, rasyonlar ve gruplara özel planlar gibi yemleme ile ilgili tüm ayrıntıların belirlenmesi mümkündür.

4. Yem Takip Sistemleri: Yem takip sistemleri, yem kullanımını izleyerek yem kayıplarını azaltmaya ve yem maliyetlerini düşürmeye yardımcı olan sistemlerdir.

Bu teknolojiler, hayvanların besleme ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasına yardımcı olurken, aynı zamanda sürü yönetimini daha verimli hale getirir ve üreticilere daha fazla kar sağlar.

4.2.2 Üretim

Süt üretimi, hayvanların genel sağlık durumunu değerlendirmek için önemli bir ölçüttür. Otomatik süt verimi ölçüm ve kayıt sistemleri, birçok avantaj sağlar. Bu avantajlar arasında:

- İşgücünden önemli tasarruf sağlaması,

- İnsan hatası olasılığının daha düşük olması,
- Hayvanların verim düzeyinin sürekli izlenebilmesi,
- Rasyonların daha hassas bir şekilde ayarlanabilmesi,
- Ani süt verimindeki azalmaların hızla tespit edilmesi,
- Hayvanların sağım süresinin kaydedilerek, gruplanarak toplam sağım süresinin kısaltılabilmesi,
- Süt akış hızının belirlenebilmesi ve hayvanların arasında ayıklama yapılabilmesi,
- Sağım sırasında süt sıcaklığı ve elektrik iletkenliği ölçümü yapılabilmesi, subklinik mastitislerin teşhisinde kullanılabilmesi yer almaktadır.

Hayvanların süt verimini artırmak ve sağım işlemini daha verimli hale getirmek için farklı sağım odası ve sabit sağım sistemleri kullanılmaktadır. Sağım odaları, hayvanların duruş şekline göre paralel veya balık kılçığı şeklinde olabilir. Bu sistemlerde genellikle iki taraflı dizilen hayvanlar bulunur ve sistemler, bir seferde sağılabilen hayvan sayısı ile adlandırılır. Örneğin, 2×10 sistemde, 2 taraflı 10 sıra hayvan bulunur ve toplam 20 hayvan aynı anda sağılabilir. Balık kılçığı sistemde ise hayvanlar giriş yönlerine göre duraklara yerleştirilir ve sağım durakları demirlerle sağlanır. Bu sistem hayvanlar aynı anda sağımı bitirince engel kaldırılarak hızlıca çıkabilmelerini sağlamaktadır.

4.2.3 Hayvan sağlığı

Hayvanların sağlık durumunun belirlenmesi için kullanılan başlıca ölçütler arasında süt verimi, sütün elektrik iletkenliği (kondüktivite), süt veya vücut sıcaklığı, yem tüketimi, hareketlilik ve canlı ağırlık yer almaktadır (Tömek, 2007). Özellikle mastitis vakalarının tespitinde sütün elektrik iletkenliği ve süt verimi ölçümleri önemli bir rol oynamaktadır. Mastitisli meme dokusunda süt salgı hücrelerinin geçirgenliği arttığı için sütün elektrik iletkenliği de artar. Bu durum, sütün elektrik iletkenliği değerinin otomatik olarak ölçülmesine olanak sağlayan sağım ekipmanlarına yerleştirilen ölçüm sistemleriyle tespit edilebilir. Enfekte olan ve olmayan ineklerin sütlerinin iletkenlik değerleri karşılaştırılarak daha güvenilir bir tanı elde edilebilir.

4.2.4 Hayvan doğurganlık

Süt sığırcılığı işletmelerinde, sürü devamlılığı ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilmesi için yüksek döl verimi hedeflenir. Bu amaçla üretim kontrol süreci yönetilerek verim, kalite, yemleme, sağlık ve üreme yönetiminde etkinlik artırılır. İneklerin tohumlanması ve gebeliklerinin erken ve hatasız bir şekilde tespit edilmesi, doğumdan sonraki 7. haftadan itibaren en geç 100 gün içinde gerçekleştirilmesi gereken önemli bir adımdır. Bu süreç, düzenli üreme için büyük önem taşır. Ultrason görüntüleme teknolojisi ise ineklerde erken gebelik tanısı koymak, embriyonik ölümleri belirlemek ve üreme sorunlarını teşhis etmek için güvenilir bir yöntem olarak kullanılır. Böylece, üreme performansı optimize edilir ve sağlıklı bir sürü yönetimine imkan tanır. Gerçek zamanlı ultrasonografi, kolaylıkla uygulanabilir olması ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle veteriner hekimlik alanında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Uzmay vd. 2010).

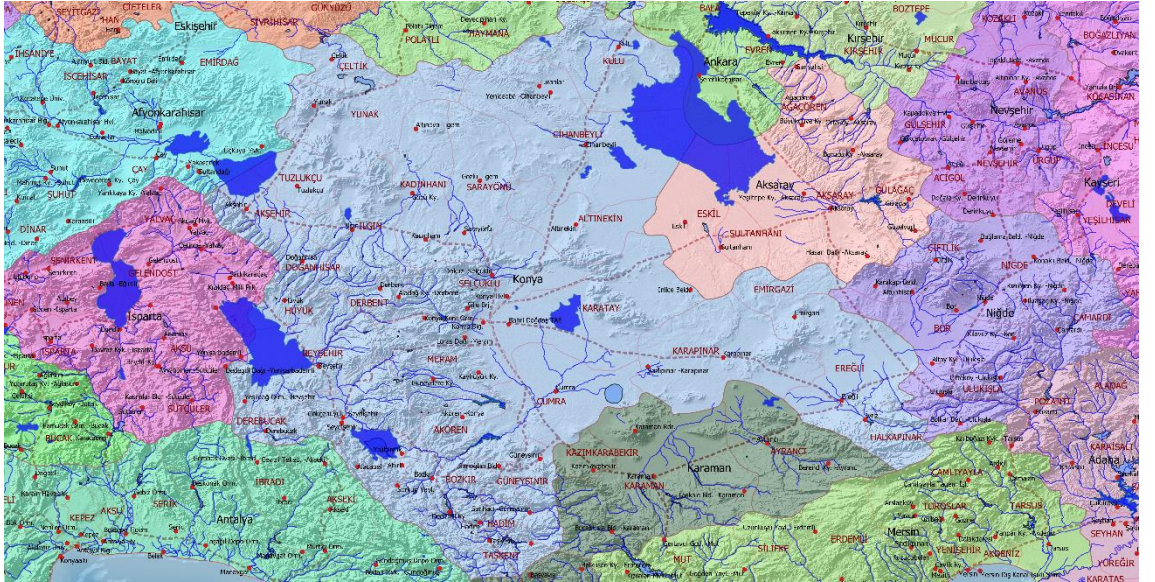
4.2.5 Hayvanların refahı

Hayvanların karakteristik özelliklerinin dikkate alınması, stres olmadan genetik potansiyellerini ortaya koyabilmeleri karlı bir hayvancılığın temelidir. Bu amaçla geliştirilen sistemler arasında yağmurlama sistemi, hayvan bekleme alanı, gübre sıyırıcılar ve sıyırıcı robotlar bulunmaktadır. Hayvanların rahatı ve üretkenliği için hayvan bekleme alanında su damlacıkları ile ısı transferi artırılarak daha serin bir ortam sağlanırken, temiz ve kuru bir zemin sağlanması için gübre sıyırıcıları kullanılır. Ahırların temizliği için tasarlanan sıyırıcı robotlar da ineklere müdahale minimum düzeyde tutularak ızgaralı zeminlerin aracılığıyla temizliğin daha hızlı olması mümkündür.

5. ARAŞTIRMA BÖLGESİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

5.1 Araştırma Alanının Genel Konumu

Konya ili İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde yer almakta olup 36°41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer alır. Konya, Türkiye'nin en geniş arazi varlığına sahip ilidir ve ülkenin %5,24'üne karşılık gelen 40.838 km² yüzölçümüne sahiptir. Tarım faaliyetleri 18.590.788 dekar alanda yapılmaktadır. Konya ili idari olarak; Ankara, Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, İçel, Karaman, Antalya, Niğde ve Aksaray illeri ile çevrilidir. İl'de 32 ilçe, 168 belde ve 585 köy bulunmaktadır (Anonim 2021c).



Şekil 5.1 Konya haritası (Anonim 2021c)

5.2 İklim Durumu

Konyada karasal iklim tipi hüküm sürmektedir. Bu iklim tipine göre, yaz ayları genellikle kurak ve sıcak, kış ayları ise soğuk ve kar yağışlıdır. Çizelge 5.1, Konya ilinin 1929-2022 yılları arasındaki iklim verilerini içermektedir. Çizelge 5.1'e göre, Konya ilinde Ocak en soğuk ayıdır ve ortalama sıcaklık -0.2°C'dir. Temmuz ise en sıcak ayıdır ve ortalama

sıcaklık 23.5°C'dir. Temmuz ayında 30.2°C ile en yüksek sıcaklık ortalaması kaydedilmiştir.

Konya'da güneşlenme süresi en yüksek olan aylar Haziran ve Temmuz'dur, ortalama güneşlenme süreleri sırasıyla 10.7 saat ve 11.8 saat olarak kaydedilmiştir.

Yağışlı gün sayısının, en az olduğu aylar Temmuz ve Ağustos'tur. Bu aylarda ortalama yağışlı gün sayısı sadece 2.18 ve 1.48'dir. En fazla yağışlı gün sayısı ise Kasım ayında kaydedilmiştir. Aylık toplam yağış miktarı, en fazla olduğu ay Aralık'tır, aylık toplam yağış miktarı ortalaması 45.7 mm'dir. En az yağışlı ay ise Temmuz ayıdır ve ortalama yağış miktarı sadece 7.5 mm'dir. Konya ilinin, aylık ortalama yağış miktarı 331,8 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 11.7 °C, en yüksek sıcaklık 40,6 °C iken en düşük sıcaklık -28.2 °C'dir (Anonim 2022 c).

Çizelge 5.1 Konya ili iklim durumu (1929-2022) yılları arası aylık ortalama değerleri (Anonim 2022 c)

KONYA Ölçüm Periyodu (1929 - 2022)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-0,2	1,5	5,5	11,1	15,9	20,1	23,5	23,3	18,8	12,8	6,5	1,8	11,7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,6	7,0	11,7	17,5	22,4	26,7	30,2	30,2	26,0	20,0	13,1	6,6	18,0
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,2	-3,3	-0,2	4,3	8,6	12,7	15,9	15,7	11,0	6,0	0,8	-2,3	5,4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3,3	4,6	5,9	7,2	9,0	10,7	11,8	11,4	9,7	7,3	5,3	3,2	7,4
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	9,96	8,39	8,91	8,90	10,36	6,78	2,18	1,48	3,17	6,07	6,57	10,07	82,8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	38,4	28,8	29,4	31,7	43,0	25,9	7,5	6,3	13,5	29,6	32,0	45,7	331,8
En Yüksek Sıcaklık (°C)	19,9	23,8	28,9	30,9	34,4	36,7	40,6	39,0	38,8	32,3	25,4	21,8	40,6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-28,2	-26,5	-16,4	-8,6	-1,2	1,8	6,0	5,3	-3,0	-8,4	-20,0	-26,0	-28,2

Don olaylarının en yoğun yaşandığı ayların Aralık, Ocak ve Şubat olduğu görülmektedir. Bu aylarda don olaylarının %20-25 civarında olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte,

Eylül ve Kasım aylarında da don olaylarının yaşanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Anonim 2022c).

5.3 Bitki Örtüsü

Konya ili, karasal iklim koşullarına sahiptir. Ancak yükseklik, sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarının farklı etkileri nedeniyle ovada ve dağlık-yüksek kesimlerdeki bitki örtüsü de farklılık göstermektedir. Ova tabanlarında bozkırlar hakim iken yüksek kesimlerde ormanlık alanlar görülür. Konya, tarım sahaları bakımından Türkiye'deki diğer illere göre daha fazla alana sahiptir. Orman varlığı ise düşüktür ve il topraklarının %17'si orman-fundalık, %15'i de çayır-mera %60'ı ekili ve dikili alanlarla kaplıdır. Konya, büyük bir bozkır bölgesi olarak nitelendirilebilir (Anonim 2021 d).

5.4 Nüfus Durumu

Konya Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük 7. ilidir. Çizelge 5.2'de yer alan verilere göre 2021 yılı Konya ilinde nüfusun 1.118.850'i erkek (%49,73) ve 1.131.170'i kadından (%50,27) oluşmaktadır (Anonim 2021 e).

Çizelge 5.2 Türkiye ve Konya ilinde cinsiyete göre nüfusun dağılımı (2021) (Anonim 2021 e)

	Toplam	Erkek	Kadın
Türkiye	83.614.362	41.915.985	41.698.377
Konya	2.232.374	1.118.850	1.131.170

Bir ilin nüfus yoğunluğu, il sınırları içindeki metrekareye düşen insan sayısı ile belirlenir. Konya, Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip illerinden biridir. Yüz ölçümü 40.838 km² olan Konya'nın nüfus yoğunluğu 54/km²'dir. Konya nüfus yoğunluğu bakımından ülke genelinde 49. sırada yer almaktadır.

5.5 Eğitim Durumu

Konya ili, temel eğitim açısından 2021 verilerine göre %94,97'lik bir okuryazarlık oranına sahiptir. 6 yaş ve üzeri nüfusta okuma yazma bilmeyenlerin yüzde 14,18'i erkeklerden oluşurken, yüzde 85,82'si kadınlardan oluşmaktadır (Anonim 2022 d).

5.6 İşgücü Durumu

2022 yılında Konya ve Karaman bölgesinde toplam 962 bin kişi istihdam edilmiştir ve bu kişilerin %25,1'i tarım sektöründe, %27,8'i sanayi sektöründe ve %47,1'i hizmet sektöründe çalışmaktadır (Anonim 2023 c).

5.7 Tarımsal Yapı

Konya, Türkiye'nin en önemli tarımsal merkezlerinden biridir ve tarımsal üretim, ticaret ve istihdam açısından önemli bir role sahiptir. Tarım arazisi ve tarımsal kültürlerin yoğunluğu, kentin tarımsal potansiyelini artıran faktörlerdir. Konya'nın iklim özellikleri, tarıma dayalı sanayiye yönelmesi ve tarım arazi varlığı nedeniyle Türkiye'deki en önemli tarım kentleri arasında yer almaktadır. Konya, başta buğday, arpa, ayçiçeği, haşhaş, patates, kuru fasulye, mısır ve şeker pancarı gibi tarla bitkisi yanı sıra havuç, vişne, kiraz gibi sebze ve meyve çeşitlerinin üretimine de ev sahipliği yapmaktadır (Anonim 2022 e).

5.7.1 Arazi varlığı ve dağılımı

Türkiye'nin en geniş arazi varlığına sahip illerinden olan Konya ilinin tarım alanı, 2021 yılı verilerine göre Türkiye'nin toplam tarım alanının %8,04'üne denk gelmektedir. Konya'nın tarım alanı oranı, Türkiye genelindeki diğer illere kıyasla oldukça yüksektir (Çizelge 5.3) (Anonim 2023 d).

Çizelge 5.3 Konya ili ve Türkiye'nin arazi varlığı (ha) (2021) (Anonim 2023 d)

	Tarım Alanı	Tarla	Sebze	Meyve	Süs Bitk.	Nadas	Orman	Mera
Konya	1.859.079	1.473.258	30.881	47.698	84	307.158	558.937	736.852
Türkiye	23.136.584	15.614.972	779.246	3.563.707	5.407	3.173.252	22.740.297	14.616.687
Konya ilinin	8,04	9,43	3,96	1,34	1,55	9,68	2,46	5,04

DSİ 4. ve 18. Bölge Müdürlükleri verilerine göre 1.859.079 ha tarım alanının 609.299 ha sulanmaktadır (Anonim 2023 d).

5.7.2 Bitkisel üretim istatistikleri

Konya ilinin ekonomisinde buğday tarımı ilk sıralarda yer almaktadır ve %8,21'lik bir pay ile Türkiye'nin buğday ambarı olarak tanımlanmaktadır. Konya il topraklarının yaklaşık yarısı tarıma elverişlidir ve ekili alanların çoğunluğu tahıla ayrılmıştır. Buğday, arpa, şekerpancarı, ayçiçeği ve dane mısır, başlıca tarım ürünleri arasındadır. 2022 yılı Konya ilinin başlıca tarım ürünlerinin ekiliş alanları ile Türkiye üretimi içerisindeki payları çizelge 5.4'de gösterilmektedir (Anonim 2023d).

Çizelge 5.4 Konya ili başlıca tarım ürünlerinin ekiliş alanları ve Türkiye üretimi içerisindeki payları (2022) (Anonim 2023 d)

Ürün Adı	Ekilen Alan(da)			Üretim Miktarı(ton)		
	Konya	Türkiye	TR/1000	Konya	Türkiye	TR/1000
Şeker Pancarı	732.344	2.745.392	26,68	5.989.214	19.000.000	31,52
Mısır	1.862.125	9.118.849	20,42	2.044.202	8.500.000	24,05
Arpa	3.360.407	30.856.172	10,89	1.055.270	8.100.000	13,03
Buğday	5.794.106	66.287.386	8,74	1.313.200	16.000.000	8,21
Bezelye, Kuru	2.860	8.873	32,23	931	2.392	38,92
Fasulye, Kuru	99.282	970.520	10,23	33.128	270.000	12,27
Haşhaş	61.423	411.591	14,92	2.295	12.240	18,75
Vişne	22.011	193.436	11,38	31.016	176.770	17,55
Ayçiçeği Yağlık	674.778	9.005.177	7,49	254.571	2.350.000	10,83
Patates (Tatlı Patates Hariç)	120.491	1.391.716	8,66	518.677	5.200.000	9,97

Konya, Türkiye buğday üretiminin yaklaşık %8'ini, mısır üretiminin %24'ünü, arpa üretiminin %13'ünü ve şeker pancarı üretiminin yaklaşık %32'sini karşılamaktadır. Mısır ve ayçiçeği üretimi de üretim içerisinde önemli bir paya sahiptir.

Türkiye’de en fazla şeker pancarı üretimi Konya da yapılmaktadır. Şeker pancarı üretimi ve işlenmesi, tarımsal faaliyetlerin yanı sıra sanayi sektörünü de içerir. Şeker pancarı, işlenerek şeker üretimi için kullanılır. Şeker fabrikaları ve ilgili tesisler, şeker pancarının işlenmesi ve rafine edilmesi sürecinde istihdam sağlar. Yan ürünleri hayvan yemi olarak kullanılır. Dolayısıyla sağladığı yüksek katma değer ile gayri safi milli hâsılayı artırırken istihdamda yarıtılmış olur.

Çizelge 5.5 Konya ili başlıca yem bitkileri ekiliş alanları ve Türkiye üretimi içerisindeki payları (2022) (Anonim 2023 d)

	Ekilen Alan(da)			Üretim miktarı (ton)		
	Konya	Türkiye	TR/ Konya (%)	Konya	Türkiye	TR/ Konya (%)
Fiğ¹	211.101	3.442.192	6,13	280.488	4.032.850	6,96
Yonca Yeşil ot	402.987	6.435.927	6,26	1.820.490	19.064.213	9,55
Korunga Yeşil ot	18.769	1.618.249	1,16	25.419	1.786.207	1,42
YTMS³	10.068	4.255.584	0,24	12.242	5.838.762	0,21
Mısır Silaj	395.708	5.247.915	7,54	2.399.110	28.558.983	8,40
HPYŞ⁴	4.022	60.950	6,60	29.500	325.250	9,07
Çavdar Yeşil ot	700	106.546	0,66	1.470	150.885	0,97
Bezelye Yemlik²	18.870	258.867	7,29	26.230	475.005	5,52
İtalyan Çimi Yemlik	5.390	539.944	1,00	22.271	2.122.105	1,05
Toplam	1.071.297	22.015.633	4,86	4.644.716	62.623.150	7,41

1(Adi, Macar, Burçak) (Yeşilot), 2.Yem Bezelyesi (Yeşilot), 3Yulaf- Triticale-Mürdümük-Sorgum(Yeşilot), 4Hayvan Pancarı- Yem Şalgamı

Çizelge 5.5’de Konya ili başlıca yem bitkileri ekim alanı (1.071.297 dekar) olarak Türkiye’nin (22.015.633 dekar) %4,86’sını ve üretim bakımından %7,41’ini karşılamaktadır.

Konya ili 2022 yılında yonca yeşil ot olarak 1.820.490ton yonca üretimi, 2.399.110 ton silajlık mısır, 25.419 ton korunga, 280.488 ton fiğ türleri, 26.230 ton yem bezelyesi, 12.242 ton yulaf ve diğer karışımlar üretilmiştir. Hayvan (yem) pancarı ve yem şalgamından 29.500 ton yumru yem üretimi yapılmıştır.

Konya ilinde önemli bir üretim payına sahip yonca, yüksek besleyici değere sahip bir yem kaynağıdır. Özellikle süt sığırları için önemli bir protein ve enerji kaynağıdır. Yüksek protein içeriği, hayvanların sağlıklı büyümesini, süt verimini ve genel sağlık durumunu destekler. Yonca, diğer yem bitkilerine kıyasla daha yüksek bir verim potansiyeline sahiptir. Sık biçim yapabilme özelliği sayesinde sıklıkla kesilebilir ve yem kalitesini korur. Bu da hayvanların daha fazla yem almasını ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamasını sağlar.

5.7.3 Hayvansal üretim

Konya ili hayvancılığa uygun coğrafi koşullara ve tarım potansiyeline sahip olması nedeniyle Türkiye'nin hayvancılık üretimine katkı sağlayan önemli bir merkezdir. İldeki geniş tarım arazileri, yem bitkileri yetiştirilmesine uygun olup, hayvanlara besleyici ve dengeli bir yem kaynağı sunmaktadır.

Konya ilinin Türkiye içindeki oranı büyükbaş hayvan sayısı açısından incelendiğinde 2012 yılında % 4,65 iken, 2021 yılında %5,31 seviyelerine yükselmiştir (Anonim 2023 b). Süt üretimi ise 2012 yılında Türkiye içindeki oranı %4,84 iken 2019 yılında %5,61 düzeyine yükselmiştir. 2020 yılı süt üretim miktarları açıklanmamıştır. Konya'nın toplam süt üretimi 2019 yılında bir önceki yıla göre %0,56 artarak 1.287.366 ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 5.6) (Anonim 2023 b).

Çizelge 5.6 Türkiye ve Konya ili büyükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi (Anonim 2023 b)

Yıl	Büyükbaş Hayvan Sayısı (Baş)			Süt Üretimi (Ton)		
	Türkiye	Konya	TR/Konya(%)	Türkiye	Konya	TR/Konya(%)
2012	13.914.912	646.583	4,65	15.977.837	772.785	4,84
2013	14.415.257	716.172	4,97	16.655.009	871.576	5,23
2014	14.223.109	727.357	5,11	16.998.850	898.556	5,29
2015	13.994.071	739.833	5,29	16.933.520	930.548	5,50
2016	14.080.155	752.221	5,34	16.786.263	971.396	5,79
2017	16.105.025	868.551	5,39	18.831.720	1.200.488	6,37
2018	17.220.903	921.572	5,35	20.112.620	1.280.196	6,37
2019	17.872.331	927.082	5,19	22.960.379	1.287.366	5,61
2020	18.157.987	946.144	5,21			
2021	18.036.117	957.748	5,31			

Çizelge 5.7’de farklı hayvan türleri tarafından üretilen süt miktarı ve hayvan sayısı gösterilmektedir. Sığır (kültür) türü en fazla süt üreten hayvan türüdür, hayvan sayısı 2018’de 670.185’ten 2020’de 749.863’e yükselmiştir. Sığır (melez) türü ise 2018 ve 2019’da benzer bir süt üretimine sahipken, sığır (yerli) türü süt üretimi ve hayvan sayısı azalmıştır. Manda türü hayvanların sayısında bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Hayvan başına 2019 yılı süt verimi 3.804 lt’dir (Anonim 2023 b).

Çizelge 5.7 Konya ili türlere göre büyükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi (Anonim 2023 b)

	Hayvan Sayısı (Bin baş)			Süt Üretimi (ton)	
	2018	2019	2020	2018	2019
Sığır (Kültür)	670,19	677,88	749,86	1.036.798	1.046.354
Sığır (Melez)	222,51	224,75	174,14	231.514	230.933
Sığır (Yerli)	28,05	23,58	21,27	11.453	9.600
Manda	0,83	0,87	0,87	431	479
Toplam	921,57	927,08	946,14	1.280.196	1.287.366

Çizelge 5.8 de görüldüğü üzere 2020 yılında Türkiye’deki küçükbaş hayvan sayısı, %11,6 artarak 54.112.626 başa ulaşmıştır. Konya, küçükbaş hayvancılık alanında önemli bir konuma sahiptir. Türkiye’deki toplam küçükbaş hayvan varlığının %5’i Konya’da bulunmaktadır 2020 yılında Türkiye genelinde ikinci sırada yer almıştır. Konya’da küçükbaş hayvan sayısı, bir önceki yıla göre %15,5 oranında artmıştır.

Çizelge 5.8 Türkiye ve Konya ili küçükbaş hayvan varlığı ve süt üretimi (Anonim2023b)

Yıl	Küçükbaş Hayvan Sayısı (Baş)			Süt Üretimi (Ton)		
	TR	Konya	TR/Konya	TR	Konya	TR/Konya
2012	35.782.519	1.918.662	5,36	1.376.436	85.484	6,21
2013	38.509.795	2.142.539	5,56	1.516.756	91.035	6,00
2014	41.485.180	2.127.437	5,13	1.577.207	85.462	5,42
2015	41.924.100	2.117.190	5,05	1.658.401	88.214	5,32
2016	41.329.232	2.088.454	5,05	1.639.813	87.927	5,36
2017	44.312.308	2.134.897	4,82	1.868.174	89.715	4,80
2018	46.117.399	2.252.461	4,88	2.008.095	97.291	4,84
2019	48.481.476	2.459.960	5,07	2.098.664	100.734	4,80
2020	54.112.626	2.843.229	5,25	2020 süt üretim istatistikleri açıklanmamıştır.		

Konya'da süt üretimi, özellikle süt üreticileri birlikleri sayesinde önemli bir gelişme kaydetmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından izinli kooperatif benzeri yapılar olan bu birlikler, çiftçilere süt üretimi konusunda güvenilir bir gelir kaynağı sunmaktadır. Birlikler, köylerden toplanan sütleri en iyi fiyatlarla büyük fabrikalara ulaştırmakta ve böylece çiftçilerin gelirlerini artırmaktadır. Ayrıca, devletin süt üretimi için sağladığı desteklerden de birlikler aracılığıyla faydalanma imkânı sağlanmaktadır (Anonim 2020b).

Çizelge 5.9 Konya ili kanatlı hayvan varlığı (Anonim 2023b)

	2021	Oranı (%)
Yumurta Tavuğu	9.475.624	96,17
Et Tavuğu	309.050	3,14
Hindi	41.265	0,42
Kaz	20.200	0,21
Ördek	7.147	0,07
Toplam Kanatlı Sayısı	9.853.286	100,00

Çizelge 5.9'da Konya ili 2021 yılına ait kanatlı hayvan grubuna giren tavuk, hindi, kaz, ördek varlığı verilmektedir. Ağırlıklı olarak yumurta ve et tavuğu yetiştirilmektedir.

5.7.4 Tarımsal girdi

Konya ilinde 2021 yılında kullanılan kimyasal gübre miktarı toplam 220.993 ton'dur. Ticari gübre kullanılarak tarım yapılan toplam alan 1.215.348 ha'dır (Çizelge 5.10) (Anonim 2021f).

Çizelge 5.10 Konya ilinde bitki besin maddesi bazında ticari gübre tüketimi ve kullanılan toplam alan (Anonim 2021f)

Bitki Besin Maddesi	Kullanılan Miktar (ton)	İlde Ticari Gübre Kullanılarak Tarım Yapılan Toplam Alan (ha)
Azot	142.312	1.215.348
Fosfat	69.801	
Potas	8.880	
Toplam	220.993	

Çizelge 5.11 Konya ilindeki tarımsal ilaç kullanımının türler ve miktarlar açısından dağılımını göstermektedir. Konya ili genelinde 1896,6 ton tarımsal ilaç kullanılmakta olup ilde tarımsal ilaç kullanılarak tarım yapılan toplam alan 1.340.692 ha dır.

Çizelge 5.11 Konya ili tarımsal ilaç kullanımı ve kullanılan toplam alan (Anonim 2021f)

Kimyasal Maddenin Adı	Kullanılan Miktar (ton)	İlde Tarımsal İlaç Kullanılarak Tarım Yapılan Toplam Alan (ha)
İnsektisitler	275,1	1.340.692
Herbisitler	1.017,50	
Fungisitler	551,5	
Rodentisitler	18,9	
Akarisitler	30	
Diğer	3,6	
Toplam	1896,6	

Su tarımsal üretim için en önemli ve temel girdilerden biridir. Tarım, bitki yetiştirme ve hayvancılık gibi gıda ve diğer tarımsal ürünlerin üretiminde kapsayan bir sektördür ve bu süreçte suyun rolü kritiktir. 2021 yılı içinde, bölgenin yenilenebilir su potansiyeli 1.867 hm³, kullanılabilir yüzeysel su miktarı 3.870 hm³, kullanılabilir su potansiyeli 2.003 hm³ ve kullanılabilir yeraltı suyu 1.569 hm³ olarak belirlenmiştir. Ancak, bu dönemde

tüketilen yüzeysel su miktarı 4.996 hm³ ve toplam su tüketimi 3.427 hm³ olarak kaydedilmiştir.

5.7.5 Tarımsal mekanizasyon

Konya ili, Türkiye'nin tarım makineleri sektöründe en güçlü oyuncularından biridir ve pazarın yaklaşık %65'ini kontrol etmektedir. Bu alanda faaliyet gösteren 400'den fazla firma, Konya Ticaret Odası ve Konya Sanayi Odası'na kayıtlıdır ve sektörde 8.500 civarında kişi istihdam edilmektedir. Konya, aynı zamanda Türkiye'nin en çok traktöre sahip ikinci ili olarak bilinmektedir.

Bu alanda Türkiye pazarının lideri konumunda olan Konya, tarım makineleri ve aletleri ihracatında da ikinci sırada yer almaktadır. Tarım makineleri, toprak hazırlama, sulama, hasat ve süt sağım makineleri gibi farklı kategorilere ayrılmaktadır. 2020 yılına ait Konya ili tarım alet makine varlığı çizelge 5.9'da gösterilmektedir (Anonim 2021c).

Çizelge 5.9 Konya ili tarım alet makine varlığı (2020) (Anonim 2021c)

Alet makineler	Sayı (Adet)
Pulluk	77.831
Ekim makinesi	50.611
Gübre dağıtma makinesi	40.334
Su pompası	55.983
Sabit süt sağım tesisi	805
Seyyar süt sağım makinesi	23.464
Biçerdöver	1.765
Traktör	72.296

Konya, biçerdöver, gübre dağıtma makinesi, ekim makinesi ve seyyar süt sağım makinesi alanında Türkiye'de birinci sırada yer alırken, traktör, pulluk ve su pompası sayılarında da ikinci sırayı elde etmiştir. Konya'nın bu sektörde ülke pazarının %65'ini oluşturduğu ve sektör ihracatının %45'inin Konya'dan sağlanmaktadır (Anonim 2021 c).

5.7.6 Pazarlama

Süt ve süt ürünlerinin pazarlama süreci farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Çiğ süt, süt üreticileri tarafından doğrudan veya toplayıcılar aracılığıyla tüketicilere ulaştırılmaktadır. Pastörize ve sterilize süt ise, üretildikten sonra toplayıcılar ve taşıyıcılar vasıtasıyla süt fabrikalarına gönderilir ve buradan da perakendeci satıcılar aracılığıyla tüketiciye ulaştırılır. Süt ürünleri ise mandıra ve süt fabrikalarında üretilerek toptancı veya komisyoncular aracılığıyla tüketicilere ulaştırılır.

Konya ilinde süt sanayi işletmeleri oldukça gelişmiştir, ancak kapasite kullanım oranları düşüktür. Süt toplayıcıları ve taşıyıcıları süt sanayi işletmeleri için önemli bir role sahiptir ve düşük fiyatlar karşılığında sütün pazarlanması ve girdi maddelerinin temini konusunda üreticilere yardımcı olmaktadır.

Konya'da Süt Üreticileri Birlikleri, ilde 5200 sayılı kanuna göre 22 süt üreticileri birliği bulunmakta olup süt sektöründe işbirliği ve koordinasyonu sağlayarak sürdürülebilir bir süt üretimi ve pazarlama ağı oluşturmayı hedeflemektedir. Bu sayede, çiftçilerin gelir düzeyi artmakta ve süt üretimi sektöründe istikrarlı bir büyüme sağlamaktadır.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma bulguları ve tartışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde sürü yönetim sistemi kullanan süt sığırcılığı işletmelerinin sosyal ve ekonomik özellikleri belirlenirken, ikinci bölümde teknik etkinlikleri belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Üçüncü bölümde ise sürü yönetim sisteminden alınan veriler ile oluşturulan yapay sinir ağları modellerine yer verilmiştir.

6.1 İncelenen İşletmelerde Nüfus Yapısı ve Eğitim Durum

Üretim faktörleri arasında yer alan emek ve müteşebbislik, doğrudan insan varlığı ile ilişkilidir. Dolayısıyla, işletmelerin üretim sürecinde hem aktif olarak çalışan personelin hem de işletme sahiplerinin sosyal ve ekonomik özellikleri, üretim verimliliği açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, işletmelerin üretim ve yönetim stratejilerini belirlerken, çalışanların ve işletme sahiplerinin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Çizelge 6.1’de araştırma kapsamındaki işletmelerin nüfusun yaş gruplarına göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.1 İncelenen işletmelerde nüfusun yaşa ve cinsiyete göre dağılımı

Yaş	Erkek		Kadın		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
0-6	0,13	6,78	0,3	17,31	0,43	12,04
7-14	0,33	16,92	0,3	15,69	0,60	16,30
15-49	1,00	50,76	0,8	49,02	1,83	49,89
50 +	0,50	25,38	0,3	19,61	0,83	22,49
Toplam	1,97	100,00	1,7	100,00	3,70	100,00

İncelenen işletmelerde nüfusun %49,89’u 15-49 yaş aralığındadır. Erkeklerde bu oran %50,76 iken kadınlarda %49,02’dir. İşletmelerde erkek nüfusunun %25,38’i, kadın nüfusunun ise %19,61’i, 50 yaş ve üzerindedir. Toplam nüfusun ise %22,49’unun 50 yaş ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. İşletme nüfus ortalaması 3,70kişidir (Çizelge 6.1).

Nüfusun %37,23’ünün ilkokul mezunu , %12,20’sinin ilköğretim mezunu, %38,43’ünün lise mezunu olduğu tespit edilirken %12,35’inin üniversite mezunu olduğu saptanmıştır (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2 İncelenen işletmelerde nüfusun eğitim durumuna göre dağılımı (7 yaş ve üzeri)

Eğitim Düzeyi	Erkek		Kadın		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
İlkokul	0,47	25,50	0,70	48,95	1,17	37,23
İlköğretim	0,23	12,75	0,17	11,66	0,40	12,20
Lise	0,77	41,89	0,50	34,97	1,27	38,43
Lisans	0,37	20,04	0,07	4,66	0,43	12,35
Toplam	1,83	100,00	1,43	100,00	3,27	100,00

6.2 İncelenen İşletmelerin Aile ve Yabancı İşgücü Durumu

İncelenen işletmelerde işgücü, aile ve yabancı işgücü varlığı olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Aile işgücü, tarımsal üretimin devamlılığı için hayati bir öneme sahiptir. İşletmelerde işgücü kapasitesinin tespiti için aile işgücü, erkek işgücü birimi (EİB) olarak hesaplanmıştır.

İşletmeler ortalamasına göre işletme sahiplerinin %93,33'ü erkek, %6,66'sı ise kadından oluşmaktadır. İşletmelerde, kadınların oranının erkeklerin oranından az olduğu görülmektedir. Teknolojinin ve otomasyonun gelişmesiyle birlikte, kadın ve erkekler, mevcut işlerini kaybetme riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Ancak, kadınlarda bu riskin daha yüksek olduğunu yapılan araştırmalar göstermektedir. Madgavkar vd.(2019) çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre erkeklerin icra ettiği işlerde bu risk yaklaşık %20 seviyelerindeyken, kadınların ağırlıklı olarak yer aldığı işlerde bu risk yaklaşık %50 civarındadır.

Çizelge 6.3 İncelenen işletmelerin işgücü varlığı (EİB)

Cinsiyet	Aile İşgücü		Yabancı İşgücü		Toplam İşgücü	
	EİB	%	EİB	%	EİB	%
Kadın	0,12	25,53	0,35	74,47	0,47	100,00
Erkek	1,87	18,64	8,16	81,36	10,03	100,00
Toplam	1,99	18,95	8,51	81,05	10,5	100,00

İncelenen işletmelerde işletme başına düşen aile işgücü 1,99 EİB'dir. Mevcut literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Bayramoğlu (2003) 5,64 EİB ve Aydemir (2019) ise 2,17 EİB olarak belirtirken Örs (2018) çalışmasında, IPARD kapsamında destek alan işletmelerde bu oranın 3.13 EİB olarak tespit etmiştir. Toplam işgücü içerisinde yabancı

işgücünün oranı %81,05 iken aile işgücünün oranı %18,95'dir (Çizelge 6.3). Örs (2018) de Konya'da IPARD desteği alan ve almayan süt sığırıcılığı işletmeleri ile yapmış olduğu çalışmada IPARD desteği alan profesyonel işletmelerde yabancı işgücü oranının %93,09 olduğu belirtilmiştir.

İncelenen işletmelerin yabancı işgücü işletmeler ortalamasında ise bu değer 8,51 EİB'dir. Süt sığırıcılığında gerekli olan işgücünün yaklaşık olarak % 50'si sağım, % 25'i gübre temizlemek, % 15'i besleme ve % 10'u da hayvanlarla ilgili diğer işlerde çalışmaktadır (Mutaf ve Sönmez, 1984; Ayık, 1985; Claesson,1977). İncelenen işletmelerde otomatik sağım yapılıyor olması sağım için ihtiyaç duyulan işgücü oranını %50'den fazla azaltmıştır (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.4 İncelenen işletmelerde yabancı işgücü oranları

Meslekler	Oran (%)
Yardımcı Eleman	32,66
Sağımcı	22,22
Yemci	12,46
Daimi İşçi Veteriner	8,16
Ahırcı	6,40
Buzağıcı	6,40
Gece Bekçisi	4,04
Daimi İşçi Teknisyen	4,29
Daimi İşçi Tekniker	3,37
Toplam	100,00

6.3 İncelenen İşletmelerde Arazi Varlığı

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerin arazi varlıkları çizelge 6.5'te verilmiştir. Ortalama işletme arazisi 641,49 da olarak tespit edilmiştir. Tosun (2021) TRC1 bölgesinde profesyonel işletmelerin arazi büyüklüklerini 1231,43 dekar olarak tespit etmiştir. Mülk arazilerin oranı %96,05, kiraya ve ortağa tutulan arazilerin oranı %3,95 olarak belirlenirken kiraya ve ortağa verilen arazi bulunmamaktadır.

Çizelge 6.5 İncelenen işletmelerde arazi varlığı

	Mülk Arazi		Kiraya ve Ortağa Tutulan Arazi		İşletme Arazisi	
	da	%	da	%	da	%
İşl.Ort	616,16	96,05	25,33	3,95	641,49	100,00

Çizelge 6.6'da incelenen işletmelerin arazi neveleri ve dağılımları verilmiştir. Tarla arazisi varlığı 618,16 da olarak tespit edilmiştir. Toplam tarla arazisi oranı %96,21, meyve bahçesi oranını %1,61, sebze bahçesinin oranının ise % 2,03 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.6 İncelenen işletmelerde arazi neveleri (da) ve dağılımı (%)

		da	%
Tarla Arazisi (da)	Sulu	539,83	87,33
	Kuru	53,00	8,57
	Nadas	25,33	4,10
	Toplam	618,16	96,21
Meyve Bahçesi (da)	Toplam	10,33	1,61
Sebze Bahçesi(da)	Toplam	13,00	2,03
Toplam		641,49	100

Yapılan çalışmalar incelenerek, ilgili literatürde işletmeler profesyonelleştikçe kaba yem üretme oranının arttığı tespit edilmiştir (Tosun 2021, Örs 2018). Hayvancılık açısından kendi yemini üretme önemli bir avantaj sağlamaktadır. İşletmeler sulu tarla arazilerinde kendi yemlerini üretip depolamaktadır. İşletmelerin ürettiği yem bitkileri üretim deseni çizelge 6.7'de verilmektedir. Üretim alanlarının %36,01'inde yonca %26,54'ünde ise silajlık mısır ekilidir.

Çizelge 6.7 İncelenen işletmelerde üretim deseni

Ürün adı	Alan (da)	Oran (%)
Yonca	213,50	36,01
Silajlık Mısır	157,33	26,54
Reygras	58,33	9,84
Arpa	51,00	8,60
Pancar	38,67	6,52
Fiğ	31,67	5,34
Buğday	24,67	4,16
5'li karışık (Tek yıllık buğdaygil ve baklagil karışımı)	11,00	1,86
Ayçiçek	6,67	1,12
Toplam	592,83	100,00

Yonca, yüksek adaptasyon yeteneği, birden fazla biçilebilmesi ve yüksek protein içeriği gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Mısır ise yeşil aksamının bol olması, yüksek karbonhidrat içeriği ve iyi silolama özelliği gibi nedenlerle en çok tercih edilen yem bitkileridir. İncelenen işletmelerin yem rasyonlarında, protein ihtiyaçları açısından yonca, enerji ihtiyaçları açısından ise silajlık mısıra önem verdiklerinden bu iki bitkinin oranı ürün deseni içerisinde % 62,55'dir (Çizelge 6.7).

6.4 İncelenen İşletmelerin Hayvan Varlığı

Araştırma alanındaki süt sığırcılığı işletmeleri ortalama 370,62 BBHB hayvan varlığına sahiptir (Çizelge 6.8). İncelenen işletmelerde homojenliği sağlamak için Holstein inek yetiştiriciliği yapan işletmeler seçilmiştir.

Çizelge 6.8 İncelenen işletmelerde hayvan varlığı

Hayvan Cinsi	İşletmeler Ortalaması	
	Baş	BBHB
İnek	239,7	239,7
Düve	107,8	75,46
Dişi Dana	52,83	26,41
Dişi Buzağı	49,76	9,95
Erkek Dana	18,5	9,25
Erkek Buzağı	38,56	7,71
Tosun	3,06	2,14
Toplam	510,21	370,62

İşletmeler ortalaması incelendiğinde, işletme başına ortalama 239,7 baş inek düştüğü görülmektedir. İncelenen işletmelerde ortalama süt verimi 27 inek/lt/gün'dür. İşletmenin üretim kapasitesi hakkında bilgi edinmek ve benzer işletmelerle karşılaştırma yapmak için, önemli bir değer olan ortalama laktasyon dönemi süt verimi ise 8796,93 lt'dir. Ortalama 305 günlük süt verimi 7.235,36 lt'dir.

6.5 İncelenen İşletmelerde Sermaye Durumu

Üretim faktörleri arasında sermaye, önemli bir rol oynar ve özellikle kapitalist sistemde üretim sürecinde büyük bir öneme sahiptir. Sermaye tarımsal üretimin sürdürülebilmesi

için kullanılan tüm unsurları içermektedir. İşletmelerin sermaye durumu fonksiyonlarına göre incelenmiştir (Açıl ve Demirci 1984). Sermayenin fonksiyonlarına göre sınıflandırılması çizelge 6.9’da verilmiştir;

Çizelge 6.9 Sermayenin fonksiyonlarına göre sınıflandırılması

A. Aktif Sermaye	B. Pasif Sermaye
I. Arazi (Çiftlik) Sermayesi	I. Yabancı Sermaye (Borçlar)
1. Toprak sermayesi	1. İpotek Borçlar
2. Arazi ıslahı sermayesi	2. Banka ve Kooperatif Borçları
3. Bina sermayesi	3. Adi Borçlar
4. Bitki sermayesi	4. Cari Borçlar
5. Av ve balık sermayesi	5. İndi Borçlar
II. İşletme Sermayesi	II. Öz Sermaye (Aktif Sermaye – Borçlar)
1. Sabit işletme sermayesi	
a) Hayvan sermayesi	
b) Alet-makine sermayesi	
2. Döner işletme sermayesi	
a) Para sermayesi	
b) Malzeme-mühimmat sermayesi	

6.5.1 Aktif sermaye

Arazi (çiftlik) sermayesi ile işletme sermayesinin toplamından oluşan aktif sermaye tarımsal üretimde kullanılan sermaye unsurlarını içermektedir.

6.5.1.1 Arazi (çiftlik) sermayesi

Arazi (çiftlik) sermayesi; toprak, bina, arazi ıslahı, bitki, av ve balık sermayesi olmak üzere 5 unsurdan oluşur (Çizelge 6.9). Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde av ve balık sermayesi tespit edilmemiştir. İncelenen işletmelerin arazi (çiftlik) sermayesi ortalama değerleri (TL) ve oransal dağılımı (%) çizelge 6.10’da verilmiştir.

Çizelge 6.10 İncelenen işletmelerde arazi (çiftlik) sermayesi ortalama değerleri (TL) ve oransal dağılımı (%)

Sermaye Nevileri	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Toprak Sermayesi	4.869.650,00	52,24
Bina Sermayesi	4.246.948,24	45,56
Arazi İslahı Sermayesi	147.351,00	1,58
Bitki Sermayesi	58.087,41	0,62
Çiftlik Sermayesi Toplamı	9.322.036,65	100,00

İncelenen işletmelerde toprak sermayesi, çiftlik sermayesinin %52,24'ünü oluşturmakta olup bunu sırasıyla bina sermayesi %45,56, arazi ıslah sermayesi %1,58 ve bitki sermayesi %0,62 ile yer almaktadır (Çizelge 6.10). Konya ilinde yürütülmüş diğer çalışmalarda toprak sermayesinin aktif sermaye içerisindeki oranını Bayramoğlu (2003) %47,04, Örs (2018) %35,70, Tosun (2021) yarı profesyonel işletmelerde %43,64 ve profesyonel işletmelerde %74,70 olarak bulmuşlardır.

Toprak sermayesi tarım işletmelerinde en temel sermaye unsuru olarak kabul edilmektedir. Bu sermaye, işletmenin üzerinde çalıştığı ve kurulduğu yeri oluşturan işletmenin mülkiyet haklarını ve arazi parçalarını içerir (Erkuş vd. 1995). İncelenen işletmelerde toprak sermayesi, tarla, meyvelik, sebzelik ve çıplak toprak kıymetlerinin toplamından meydana gelmektedir (Çizelge 6.11).

Çizelge 6.11 İncelenen işletmelerde toprak sermayesi

	İşletme Ortalaması	
	TL	%
Tarla Arazisi	3.768.733,33	77,39
Çıplak Arazi	750.916,67	15,42
Sebzelik Arazi	195.500,00	4,01
Meyvelik Arazi	154.500,00	3,17
Toplam	4.869.650,00	100,00

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde işletmeler ortalamasına göre, toprak sermayesi ortalaması 4.869.650,00 TL'dir Toprak sermayesinin % 77,39'u tarla arazisi, %15,42'si işletmenin kuruluş yerini ifade eden çıplak arazi değeri, %4,01'i sebzelik arazi, %3,17'si ise meyvelik arazi kıymetlerinden oluşmaktadır (Çizelge 6.11).

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde işletmeler ortalamasına göre, bina sermayesi ortalaması 4.246.948,24 TL'dir (Çizelge 6.10). Bu sermaye içerisinde % 64,14 ile ahır ilk sırada yer almaktadır. İncelenen işletmelerde bina sermayesi dağılımı çizelge 6.12'de verilmiştir. Çalışmada yer alan işletmeler entansif yapıda üretim yaptıkları için bina sermayesi çiftlik sermayesi içinde yüksek bir oranla yerini almıştır (Çizelge 6.12).

Çizelge 6.12 İncelenen işletmelerde bina sermayesi

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Ahır	2.724.166,67	64,14
Sağımhane	136.666,67	3,22
Kaba Yem Deposu	219.544,08	5,17
Kesif Yem Deposu	157.184,33	3,70
Silaj Deposu	365.542,50	8,61
Gübre Çukuru	358.364,00	8,44
Hangar	127.700,00	3,01
İdare binası ve lojman	157.780,00	3,72
Toplam	4.246.948,24	100,00

Tarımı yapılan tüm bitkiler bitki sermayesini oluşturmaktadır. Bu yüzden bu sermaye grubunun en önemli özelliği canlı olması ve canlılığını kaybettiğinde başka bir sermayeye dönüşmesidir (İnan 1994). İşletmelerde tarla demirbaşı gelecek üretim dönemi için tarlaya yapılan harcamaları (toprak hazırlığı, tohum, gübre, ilaç vb.) kapsamaktadır.

Çizelge 6.13 İncelenen işletmelerde bitki sermayesi

	İşletme Ortalaması	
	TL	%
Tarla Demirbaşı	48.712,41	83,86
Meyve Ağaçları	9.375,00	16,14
Bitki Sermayesi Toplamı	58.087,41	100

İncelenen işletmelerde bitki sermayesinin %83,36'sı tarla demirbaşından, %16,14'ü ise meyve ağaçlarından oluşmaktadır (Çizelge 6.13).

Arazi ıslahı sermayesinin hesaplanmasında, maliyet kriteri temel alınmıştır. Bu kriter doğrultusunda, mevcut arazi ıslahı sermayesinin değeri, yeni bir arazi ıslahı yapılması durumunda oluşacak maliyetin amortisman masrafı çıkarılarak belirlenmiştir. Bu yöntem

ile mevcut arazi ıslahı sermayesinin değeri hesaplanmıştır. Çizelge 6.14'te incelenen işletmelerde arazi ıslahı sermayesinin dağılımı verilmektedir.

Çizelge 6.14 İncelenen işletmelerde arazi ıslahı sermayesi

	İşletme Ortalaması	
	TL	%
Sulama	87.261	59,22
Su Kuyusu	28.000	19,00
Çit	14.735	10
Boru	10.801	7,33
Duvar	6.557	4,45
Toplam	147.351	100,00

Çiftlik sermayesi içinde en düşük payı ise arazi ıslahı sermayesi almaktadır. İşletme başına ortalama arazi ıslahı sermayesi 147.351 TL'dir(Çizelge 6.14).

6.5.1.2 İşletme sermayesi

Tarım işletmeleri temel varlıkları olan toprak, bitki, bina ve arazi sermayesini üretim sürecinde etkin şekilde kullanılabilmeleri için işletme sermayesine ihtiyaç duyulmaktadırlar. İncelenen işletmelerde işletme sermayesinin dağılımı çizelge 6.15'te verilmiştir

Çizelge 6.15 İncelenen işletmelerde işletme sermayesi (TL) ve dağılımı (%)

Sermaye Nevileri	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Hayvan Sermayesi	5.079.700,00	58,53
Alet Makine Sermayesi	2.665.299,67	30,71
Para Sermayesi	864.257,00	9,96
Malzeme Mühimmat Sermayesi	70.275,00	0,81
İşletme Sermayesi Toplamı	8.679.531,67	100

Çalışmada yer alan işletmelerin ortalama işletme sermayesi 8.679.531,67 TL'dir. Bu sermayenin içerisinde en yüksek pay %58,53 ile hayvan sermayesine aittir, %30,71 alet-makine sermayesi, %9,96'sını para sermayesi ve %0,81'ini ise malzeme-mühimmat sermayesi oluşturmaktadır (Çizelge 6.15).

İşletme sermayesi içinde 2. en yüksek oran alet-makine sermayesine aittir. Entansif üretim nedeniyle alet-makinelere özellikle ahır içi ekipmanları geleneksel sistemlere göre maliyeti fazladır.

Çizelge 6.16 İncelenen işletmelerde alet-makine sermayesi

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Otomatik süt sağım sistemi	909.000,00	34,10
Traktör	643.100,00	24,13
Süt tankı	373.833,00	14,03
Pedometre	261.833,33	9,82
Gübre Sıyırma Düzeneği	165.000	6,19
Ot paketleme makinası	96.000	3,60
Römork	79.333	2,98
Gübre Karıştırma Seperatörü	45.866,67	1,72
Sürü Yönetim Sistemi	51.666,67	1,94
Silaj Makinası	17.666,67	0,66
Ot biçme makinası	22.000,00	0,83
Alet- Makina Sermayesi Toplamı	2.665.299,67	100

İncelenen işletmelerde alet-makine sermayesi ve dağılımı çizelge 6.16’da belirtilmiştir. Alet-makine sermayesinin %34,10’unu otomatik sağım sistemi, %24,13’ünü traktör, %14,03’ünü süt tankı ve %9,82’ini pedometre oluşturmaktadır (Çizelge 6.16)

Alet-makine varlığı, üretimde devamlı kullanılarak, üretim sürecine katkıda bulunur. Bu nedenle, cansız demirbaş veya cansız envanter olarak kabul edilir. Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde ortalama işletme başına düşen alet-makine çeşitlerinin sayıları traktörde 3,5’dir, ot biçme makinesi 0,96, silaj makinası 0,88’dir. Ayrıca profesyonel süt sığırcılığı işletmelerinde yer alan yem kırma karıştırma makinası, otomatik gübre sıyırma düzeneği, gübre karıştırma separatörü gibi düzenekler yer aldığı gözlemlenmiştir. Yaklaşık 600 kg canlı ağırlığındaki bir sığır, günlük olarak süt verimine ve aldığı rasyona bağlı olarak 20-55 kg dışkı ve 15-30 kg idrar üretir. Bu miktarlar, sığırın canlı ağırlığının yaklaşık %6-13’üne denk gelir ve ahır hijyenini korumak için uzaklaştırılması gerekmektedir (Akman, 1998). Bu otomasyonlar işgücünün yemleme, gübre temizleme vb. işlerdeki yüzde paylarını azalmaktadır. Araştırma kapsamındaki her işletmede, basınçlı yıkama sistemli merkezi süt sağım sistemi ile birlikte kapasiteye göre süt soğutma tankı bulunmaktadır. İşletmelerde en yaygın sağım sistemi balık kılçığıdır.

İşletmelerin %23'ü paralel, %70'i balık kılçığı sistemini kullanıp, durakların %5'i tek, %95'i çift sıralıdır.

Malzeme-mühimmat sermayesi, tarımsal üretimde kullanılan gübre, tohumluk, yem gibi hammaddeleri ve evde kullanılan maddeler arasında yer alan gıda, yakacak, aydınlatma ve temizlik maddelerini içermektedir. Ayrıca, ambarda satılmak üzere ayrılmış olan ürünler de bu sermaye kategorisine dahildir. Çizelge 6.17'de incelenen işletmelerde toplam aktif sermayesi ve oransal dağılımı verilmiştir.

Çizelge 6.17 İncelenen süt sığırcılığı işletmelerinde aktif sermayenin dağılımı

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Arazi (Çiftlik) Sermayesi	9.322.036,65	51,78
İşletme Sermayesi	8.679.531,67	48,22
Aktif Sermaye	18.001.568,32	100

İşletmelerde ortalama aktif sermayesi 18.001.568,32 TL iken, bu sermayenin, %51,78'ini çiftlik sermayesi %48,22'sini ise işletme sermayesi oluşturmaktadır (Çizelge 6.17).

6.5.2 Pasif sermaye

Tarım işletmelerinin üretim amaçları doğrultusunda sahip oldukları aktif sermayelerin temininde kullanılan kaynaklar, işletmenin pasif sermayesini oluşturur. İşletmenin pasif sermayesi, kaynaklarına göre yabancı sermaye ve öz sermaye olarak iki gruba ayrılır. Eğer aktif sermaye işletmeci tarafından sağlanmışsa, işletmenin mal varlığı kaynağı öz sermaye olarak adlandırılır. Eğer tüm aktif sermaye dış kaynaklara başvurularak temin edilmişse, yabancı sermaye kullanımı söz konusu olur. İşletmenin kiralama veya ortaklık yoluyla kullanılan arazileri, aktif sermaye içerisinde gösterilir ve bu durumda kiralama veya ortaklık yapan işletmeler, arazi değeri üzerinden borçlandırılır (Açıl ve Demirci 1984).

6.5.2.1 Yabancı sermaye (borçlar)

Yabancı sermaye, işletmelerin borçları ile kira ve ortağa tutulan arazi değerleri oluşmaktadır (Erkuş 1979).

Çizelge 6.18 İncelenen işletmelerde yabancı sermaye unsurları

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Borçlar Toplamı	1.199.566,67	95,56
Kira veya Ortağa Tutulan Arazi Değeri	55.800	4,44
Toplam borç	1.255.366,67	100,00

Araştırmada işletmelerin sahip olduğu yabancı sermaye içerisinde borçların toplam oranı %95,56 iken kira veya ortağa tutulan arazi değerinin oranı % 4,44 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.18). Tosun (2021) çalışmasında belirttiği gibi işletmeler profesyonelleştikçe işletmelerin sahip oldukları borç miktarları artmaktadır.

6.5.2.2 Öz sermaye

Borçlar, ortağa veya kiraya tutulan arazinin toplamının aktif sermaye değerinden çıkarılması sonucu öz sermaye elde edilmiştir. İşletmeler ortalamasına göre, öz sermaye değeri 16.746.201,65 TL'dir (Çizelge 6.19).

Çizelge 6.19 İncelenen işletmelerde öz sermaye (TL) ve dağılımı (%)

	TL
Aktif Sermaye	18.001.568,32
Borçlar	1.199.566,67
Kira veya Ortağa Tutulan Arazi	55.800,00
Öz Sermaye	16.746.201,65

Öz sermaye, bir işletmenin sahibinin veya ortaklarının işletmeye koydukları kaynaklardan oluşan sermayedir. İşletmecinin sürekli olarak kullanabileceği bir sermaye olarak kabul edilir ve işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için önemli bir kaynak sağlamaktadır.

6.5.2.3 Sermaye neveleri ve oranları

İncelenen işletmelerde sermaye varlığı ve dağılımı çizelge 6.20’de verilmiştir. Çiftlik sermayesinin aktif sermaye içindeki payı %51,78 iken, işletme sermayesinin payı %48,22’dir. Öz sermayenin pasif sermaye içerisinde oranı %93,03 iken yabancı sermayenin oranı % 6,97 olarak tespit edilmiştir. Çiftlik sermayesi, işletmenin uzun vadeli varlıklarını temsil ettiği için işletme sermayesi ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir paya sahiptir (Çizelge 6.20).

Çizelge 6.20 İncelenen işletmelerde sermaye varlığı (TL) ve dağılımı (%)

Sermaye Nevileri	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
I. AKTİF SERMAYE	18.001.568,32	100
1. Çiftlik Sermayesi	9.322.036,65	51,78
a. Toprak Sermayesi	4.869.600,00	27,05
b. Arazi Islahı Sermayesi	147.351,00	0,82
c. Bina Sermayesi	4.246.948,24	23,59
d. Bitki Sermayesi	58.087,41	0,32
2. İşletme Sermayesi	8.679.531,67	48,22
a. Hayvan Sermayesi	5.079.700,00	28,22
b. Alet Makine Sermayesi	2.665.299,67	14,81
c. Malzeme Mühimmat Sermayesi	70.275,00	0,39
d. Para Sermayesi	864.257,00	4,80
II. PASİF SERMAYE	18.001.568,32	100,00
a. Yabancı Sermaye	1.255.366,67	6,97
b. Öz sermaye	16.746.201,65	93,03

Çiftlik sermayesi, işletmenin uzun vadeli varlıklarını temsil ettiği için işletme sermayesi ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir paya sahiptir. Çiftlik sermayesi ve işletme sermayesi arasındaki denge önemlidir. İşletmeler, hem çiftlik sermayesi hem de işletme sermayesi ihtiyaçlarını karşılamak için yatırım stratejileri geliştirmelidir. Araştırma kapsamındaki işletmelerde bu dengenin kurulduğu rakamlardan gözlemlenmiştir.

6.6 İşletmelerin Yıllık Faaliyet Sonuçları

Ekonomik faaliyetlerde bulunan işletmelerin yıllık operasyonel sonuçlarını değerlendirmek, ileriki üretim planlamasını kolaylaştıracak ve gelecek dönem üretimleri için önemli bir veri kaynağı olarak hizmet edecektir. Bu bağlamda, incelenen işletmelerin

yıllık faaliyet sonuçları analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. İşletmelerin başarısını ölçmek amacıyla gayrisafi üretim değeri, gayrisafi hasıla, işletme masrafları, brüt kar, saf hasıla, tarımsal gelir, net kar ve rantabilite oranları gibi temel göstergeler hesaplanmıştır.

6.6.1 Gayrisafi üretim değeri (GSÜD)

İşletmelerin bir yıl içinde ürettikleri bitkisel ve hayvansal ürünlerin değerleri ile prodüktif demirbaş kıymet artışlarından oluşan toplam değere gayrisafi üretim değeri olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 6.21 İncelenen işletmelerde GSÜD değeri

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Bitkisel Üretim Değeri	1.823.261,93	20,99
Hayvansal Üretim Değeri	6.864.266,18	79,01
Toplam GSÜD Değeri	8.687.528,11	100
BBHB başına GSÜD	23.440,53	

İncelenen işletmelerde gayrisafi üretim değeri 8.687.528,11 TL olarak hesaplanmıştır. Gayrisafi üretim değeri içerisinde hayvansal üretimin payı %79,01 iken bitkisel üretim değerinin payı %20,99 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.21).

6.6.2 Gayrisafi hasıla (GSH)

Gayrisafi hasıla, bir tarım işletmesinin bir yıllık ekonomik faaliyeti sonucunda üretilen malların, mamul haline getirilenlerin, işletmede takas ve yeniden değerlendirilerek sermayedeki artışın miktar ve değer olarak ifade edilir. İşletme dışı tarımsal gelir işletme içinde var olan hayvan makine ve insan kaynaklarının başka işletmelerde çalıştırılmaları sonucu elde edilen gelir olarak tanımlanır. İşletme dışı tarımsal gelir, ise işletmenin sahip olduğu alet ve makinelerle aile işgücünün işletme dışındaki tarımsal işlerde çalışmaları karşılığında elde ettiği gelirlerden oluşur (Erkuş vd. 1995).

Çizelge 6.22 İncelenen işletmelerde gayrisafi hasıla değerleri (TL)

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Bitkisel Üretim Değeri (1)	1.823.261,93	19,31
Hayvansal Üretim Değeri (2)	6.864.266,18	72,70
İşletme Dışı Tarımsal Gelir (3)	750.638,00	7,95
Konut Kira Bedeli (4)	3.650,00	0,04
Gayrisafi Hasıla (1+2+3+4)	9.441.816,11	100,00
BBHB başına Gayrisafi Hasıla	25.475,73	

İncelenen işletmelerde gayrisafi hasıla değeri 9.441.816,11 TL ve BBHB başına gayrisafi hasıla değeri 25.475,73 TL olarak bulunmuştur. Gayrisafi hasıla içerisinde en yüksek pay %72,70 ile hayvansal üretim değerine aittir. Bitkisel üretim değerinin payı %19,31, işletme dışı tarımsal gelirin payı %7,95 ve konut kira karşılığı değerinin payı %0,04 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6.22).

6.6.3 İşletme masrafları

İşletmelerin elde ettikleri gayrisafi hasılanın belirlenmesinde dikkate alınması gereken unsurlardan biri, işletme masraflarıdır. İşletme masrafları, sabit ve değişen masraflar olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Sabit masraflar, işletmenin faaliyetlerini yürütmek için gereken, düzenli olarak ödenen masraflardır. Değişen masraflar ise, işletmenin üretim ya da satış hacmi gibi değişken faktörlere bağlı olarak değişebilen masraflardır. Gayrisafi hasılayı elde etmek için yapılan masrafların toplamı işletme masraflarını oluşturmaktadır (Açıl ve Demirci 1984).

Çizelge 6.23 İncelenen işletmelerde yıllık işletme masrafları

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Bitkisel Üretimde Değişen Masraflar	798.508,17	12,02
Hayvansal Üretimde Değişen Masraflar	4.172.916,00	62,84
Değişen Masraflar Toplamı	4.971.424,17	74,86
Bitkisel Üretimde Sabit Masraflar	206.224	3,11
Hayvansal Üretimde Sabit Masraflar	1.463.120,70	22,03
Sabit Masraflar Toplamı	1.669.344,70	25,14
İşletme Masrafları Toplamı	6.640.768,87	100

Araştırmada incelenen süt sığırcılığı işletmeleri bir yılda ortalama 6.640.768,87 TL masraf yapmaktadırlar. İşletme masraflarının %74,86'sı değişen masraflar, %25,14'ü sabit masraflar oluşturmaktadır (Çizelge 6.23).

Çizelge 6.24 Süt sığırcılığı işletmelerinde yıllık bitkisel üretim masrafları

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Değişen masraflar	798.508,17	79,47
Sabit masraflar	206.224	20,53
Toplam masraflar	1.004.732,17	100

Araştırma kapsamında yer alan işletmelerin toplam bitkisel üretim masrafları 1.004.732,17 TL olarak belirlenmiştir. Toplam masrafların %79,47'sini değişen masraflar %20,53'ünü sabit masraflar oluşturmaktadır (Çizelge 6.24).

Hayvansal üretimde, değişken masraf unsurları arasında kesif ve kaba yem masrafları, ilaç masrafları, veteriner ücretleri, suni tohumlama veya aşım ücretleri, hayvan sigortası primleri, pazarlama masrafları ve diğer cari masraflar bulunmaktadır. Sabit masraflar ise makina, bina, irat hayvanları gibi sabit sermaye unsurlarının amortismanı, faizi, vergi ve sigorta masraflarını içermektedir.

Çizelge 6.25 Süt sığırcılığı işletmelerinde yıllık hayvansal üretim masrafları

	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Değişen masraflar	4.172.916,00	74,04
Sabit masraflar	1.463.120,70	25,96
Toplam masraflar	5.636.036,70	100

Hayvansal üretim toplam masraflar 5.636.036,70 TL iken, bu masrafın %74,04'ünü değişen masraflar, % 25,96'sını ise sabit masraflar oluşturmaktadır (Çizelge 6.25).

İncelenen işletmelerde yıllık hayvansal üretim değişen masrafların ayrıntıları ve dağılımı çizelge 6.26'da, sabit masrafların dağılımı ise çizelge 6.27'de verilmiştir.

Çizelge 6.26 İncelenen işletmelerde yıllık hayvansal üretim değişen masrafları

Masraf Unsurları	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Yem	3.263.861,00	78,22
İlaç ve Aşı	97.488,00	2,34
Veteriner Ücreti	156.705,00	3,76
Suni Tohumlama	28.764,00	0,69
Hayvan Sigortası	83.895,00	2,01
Pazarlama masrafları	53.552,00	1,28
Elektrik Bedeli	190.700,00	4,57
Akaryakıt Masrafı	207.737,00	4,98
Diğer Masraflar(dezenfeksiyon, tuz, tamir bakım)	19.364,00	0,46
Döner Sermaye Faizi	70.849,00	1,70
Toplam	4.172.916,00	100,00

İşletmenin toplam masrafı 4.172.916,00 TL'dir, bu masrafların %78,22'sini yem masrafı oluşturmaktadır (Çizelge 6.26). Dünya genelinde yapılan araştırmalar, süt sığırcılığı işletmelerinde toplam masrafların yarısından fazlasının yem masraflarından oluştuğunu ve bu oranın genellikle %50 ile %60 arasında değiştiğini ortaya koymaktadır (Anonim 2021 b). Türkiye'de yapılan ekonomik analiz çalışmalarında, süt sığırcılığı işletmelerinin faaliyetlerini en çok etkileyen unsurun yem masrafları olduğu ve bu masrafların toplam masraflar içindeki payının %60 ila %80 arasında değiştiği bildirilmiştir.

İşletmelerde hayvansal üretimde geçici işçi kullanılmamaktadır. Hayvancılık faaliyeti, sürekli ve işgücü yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği için, üretimi etkileyen en önemli faktör kullanılan girdilerin maliyetidir. İleri teknolojiyi kullanan işletmelerde, özellikle otomasyon sistemlerinin kullanımı işgücü ihtiyacı azalmakta ve bu nedenle geçici işçi sayısı da azalmaktadır. Sürü yönetim sistemleri, hayvanların sağlık durumunu takip etmek ve erken müdahale etmek için hayvanların hastalık belirtilerini izler. Böylece işletmeler, hayvanlarının sağlıklarını korumak için önlemler alabilirler. İncelenen işletmelerde hayvanlar yakın takibi sayesinde hastalıklardan korumak amacıyla gereken tedbirlerin alındığı gözlemlenmektedir.

Çizelge 6.27 İncelenen işletmelerde yıllık hayvansal üretim sabit masrafları

Masraf Unsurları	İşletmeler Ortalaması	
	TL	%
Genel İdare Giderleri	38.025,67	2,60
Daimi İşçilik Masrafı	104.467,00	7,14
Aile İşgücü Masrafı	14.875,00	1,02
Bina sermayesi amortismanı	132.475,66	9,05
Bina sermaye faizi	63.704,22	4,35
Bina sermayesi bakım	55.720,00	3,81
İnek amortismanı	820.052,38	56,05
İnek sermaye Faizi	60.556,57	4,14
Alet-makine sermayesi amortismanı	133.265,00	9,11
Alet-makine sermaye faizi	39.979,50	2,73
İşletmeler Ortalaması	1.463.120,70	100,00

Sabit masraflarda en büyük payı birinci sırada %56,05 ile inek amortismanı, %9,11 ile ikinci sırada alet makine amortismanı ve üçüncü sırada %9,05 ile bina amortismanı yer almaktadır. İşletmeler büyüdükçe aile işgücünün işletmeye katkısı azalmaktadır en düşük yüzde aile işgücü ücretine aittir (Çizelge 6.27).

6.6.4 Brüt kar

Tarım işletmesinin brüt karı, gayrisafi üretim değerinden değişen masrafların düşülmesi suretiyle hesaplanır. Brüt kar, işletme organizasyonun başarısını gösteren önemli bir kriterdir (Erkuş vd. 1995).

Çizelge 6.28 İncelenen işletmelerde brüt karın dağılımı

	İşletmeler Ortalaması
	TL
Gayrisafi Üretim Değeri	8.687.528,11
Değişen Masraflar	4.971.424,17
Brüt Kar	3.716.103,94
BBHB başına Brüt Kar	10.026,72

İncelenen işletmelerde brüt kar ortalama 3.716.103,94 TL olarak belirlenmiştir. BBHB başına brüt kar ise 10.026,72 TL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.28).

6.6.5 Saf hasıla

Saf hasıla, tarım işletmelerinin performansını ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür. Bu ölçüt, işletmenin gerçek sonuçlarını objektif bir şekilde belirlemeye ve borçsuz ve kira ödemeleri yapılmadan arazi işletmelerinde elde edilebilecek potansiyel geliri göstermeye yardımcı olur. Saf hasıla, aslında aktif sermayenin getirdiği faiz olarak kabul edilebilir. İşletme masrafları, gayrisafi hasıladan büyük olduğunda saf hasıla negatif olarak değerlendirilirken, işletme masrafları gayrisafi hasıladan daha az olduğunda saf hasıla pozitif olarak değerlendirilir. Saf hasılanın negatif olması, aktif sermaye için bir faiz elde edilmediği anlamına gelirken, pozitif saf hasıla, işletmenin kâr elde ettiğini gösterir. Gayrisafi hasıladan işletme masraflarının çıkarılmasıyla saf hasıla hesaplanmıştır (Erkuş vd. 1995).

Çizelge 6.29 İncelenen işletmelerde saf hasılanın dağılımı

	İşletmeler Ortalaması
	TL
Gayrisafi Hasıla	9.441.816,11
İşletme Masrafları	6.640.768,87
Saf Hasıla	2.801.047,24
BBHB başına saf hasıla	7.557,73

İncelenen işletmelerde ortalama saf hasıla 2.801.047,24 TL olarak belirlenmiştir. BBHB başına saf hasıla ile 7.557,73TL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.29).

6.6.6 Tarımsal gelir

Tarımsal gelir, işletme sahibinin başarısını gösteren önemli bir gösterge olarak kabul edilir ve hesaplanırken saf hasıladan kira ve ortakçılık payı ile borç faizleri, çıkarıldıktan sonra aile işgücü ücreti eklenmesi ile elde edilir (Erkuş vd. 1995). Tarımsal gelir, tarımsal işletmelerde işletmeci ve ailesinin emeğinin karşılığı olarak elde edilen kazançtır. Bu kazanç, işletmenin öz sermaye rantı ve işletmecilik rantı da dahil olmak üzere çeşitli unsurlardan oluşur.

Çizelge 6.30 İncelenen işletmelerde tarımsal gelirin dağılımı

	İşletmeler Ortalaması
	TL
Saf Hasıla (1)	2.801.047,24
Borç Faizleri (2)	75.692,66
Kira ve Ortakçılık Payı (3)	3.750,00
Aile İşgücü Ücret Karşılığı (4)	14.875,00
Tarımsal Gelir 1-(2+3)+4	2.736.479,58
BBHB Başına Tarımsal Gelir	7.383,52

Ortalama tarımsal gelir 2.736.479,58 TL olarak belirlenirken, BBHB Başına tarımsal gelir 7383,52 TL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.30).

6.6.7 Rantabilite

Bir işletmenin belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde kazandığı karın, işletmenin sahip olduğu sermayeye oranı olarak tanımlanmaktadır. Rantabilite kavramı, mali ve ekonomik olmak üzere iki farklı yöntemle hesaplanabilir. Mali rantabilite öz sermayeye oranlanarak hesaplanırken, tarım işletmelerinde yabancı kaynaklara ait paylar saf hasıladan düşülerek hesaplanmalıdır. Bu şekilde hesaplanan mali rantabilite formülü aşağıdaki gibidir (Erkuş vd. 1995).

$$\text{Mali Rantabilite} = \frac{\text{Saf Hasıla} - (\text{Borç faizleri} + \text{Kira ortaklık Payı})}{\text{Öz Sermaye}} * 100$$

$$\text{Mali Rantabilite} = \frac{2.801.047,24 - (75.692,66 + 3.750)}{16.746.201,65} * 100$$

$$\text{Mali Rantabilite} = 16,25$$

Öte yandan, ekonomik rantabilite hesaplanırken saf hasıla dikkate alınır ve aktif sermayeye oranlanır. Bu yöntemle hesaplanan ekonomik rantabilite, işletmenin elde ettiği geliri, işletmenin aktiflerine oranlamaktadır. Erkuş ve diğerlerinin (1995) belirttiği gibi, ekonomik rantabilite formülü şu şekildedir:

$$\text{Ekonomik Rantabilite} = \frac{\text{Saf Hasıla}}{\text{Aktif Sermaye}} * 100$$

$$\text{Ekonomik Rantabilite} = \frac{2.801.047,24}{18.001.568,32} * 100$$

$$\text{Ekonomik Rantabilite} = 15,56$$

Bir işletmenin rantabilitesi, o ülkedeki reel faiz oranlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilir. Eğer işletme, kullanılan sermayenin getirisinin, bankalardan alınabilecek normal kredi faiz oranlarından veya tahvil faizlerinden daha yüksekse, işletmenin durumu iyi kabul edilir. Ancak, sermaye kullanımı bu oranlardan daha düşük getiri sağlıyorsa, müteşebbisin harcadığı emek ve gayret boşa gitmiş olur (Erkuş vd 1995).

Rantabilite faktörü, saf hasıla değerinin gayrisafı hasıla değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Açıl 1980).

$$\text{Rantabilite Faktörü} = \frac{\text{Saf Hasıla}}{\text{Gayrisafı Hasıla}} * 100$$

$$\text{Rantabilite Faktörü} = \frac{2.801.047,24}{9.441.816,11} * 100$$

$$\text{Rantabilite Faktörü} = 29,61$$

Çizelge 6.31 İncelenen işletmelerde mali ve ekonomik rantabilite

	İşletmeler Ortalaması
	%
Ekonomik Rantabilite	15,56
Mali Rantabilite	16,25
Rantabilite Faktörü	29,61

Araştırma kapsamında yer alan süt sığırcılığı işletmelerinin ortalama ekonomik rantabilite oranı %15,56 olarak belirlenmiştir. Araştırma alanındaki işletmeler her 100 TL'lik toplam sermayeleri karşılığında 15,56 TL kar elde etmişlerdir. Ekonomik rantabilite oranı, cari faiz oranından yüksekse, işletme karlı çalışıyor demektir (Çetin, 2013). Çalışma kapsamında ankete çıkılan 2020 yılı cari faiz oranı ortalaması olan % 15 kullanılmıştır. Bu orana göre işletmeler bu oranın biraz üstünde çalışmaktadır.

Mali rantabilite ortalaması ise %16,25'dir (Çizelge 6.31). İşletmelerinin mali rantabilite oranlarının, ekonomik rantabilite oranlarından daha yüksek olması, işletmelerin kullandıkları yabancı sermayeyi etkin kullandıklarının bir göstergesidir. Mali ve ekonomik rantabilite oranları da bankaların uyguladığı cari faiz oranlarının üstünde seyretmektedir. Bu durum sermaye yönetiminin iyi yapıldığını göstermektedir. İşletmelerin özsermaye ağırlıklı yönetildiğini, kısa vadeli borçlarını ödeyecek kadar dönen varlıklarının olduğunu göstermektedir.

6.7 Süt Üretim Karakteristikleri ve Süt Maliyeti

Birim süt maliyeti hesaplanarak işletmenin süt üretimi faaliyetleri için harcadığı maliyetler belirlenerek etkin bir maliyet yönetimi yapıp yapmadığı ortaya konulmaktadır. Ayrıca işletmenin gelecekteki süt üretimi faaliyetlerine yönelik planlama ve bütçeleme çalışmaları içinde önemlidir.

Birim süt maliyeti hesaplanırken, toplam üretim masrafından yan ürün geliri çıkarılarak üretilen süt miktarına bölünmesiyle elde edilir ve formülü aşağıda verilmektedir;

$$\text{Birim süt maliyeti} = (\text{Toplam üretim masrafı} - \text{Yan ürün geliri}) / \text{Üretilen süt miktarı}$$

Yan ürün geliri ise, buzağı değeri ile gübre gelirinin toplamından oluşmaktadır (Kıral vd. 1999). Araştırma kapsamındaki işletmelerde, doğan buzağılar işletmede tutulduğundan, envanter kıymet artışı buzağılardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6.32 İşletmelerde birim süt maliyeti

Süt maliyet unsurları		İşlet Ort
1. Toplam süt üretimi (kg/yıl)		2.685.004,37
2 Üretim masrafı (TL)		5.636.037,08
3. Envanter kıymet artışı ve buzağı geliri (TL)		282.053,33
4. Gübre		381.732,83
5. Destek ve teşvikler	Süt teşvik primi (TL)	537.000,87
	Diğer destekler(TL)	172.906,0667
	Toplam	733.742,61
6. Birim süt maliyeti (desteksiz) [(2-(3+4))/1]		1,85
7. Birim süt maliyeti (destekli) [(2-(3+4+5))/1] (TL/kg)		1,57

İşletmelerde üretilen 1 kilogram sütün üretim maliyeti desteksiz 1,85 TL ve destekli 1,57 TL olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6.32). Araştırma alanındaki işletmelerin çoğu ürettikleri gübreyi yem bitkileri üretiminde kullandıkları için brüt üretim değeri içindeki payı düşük çıkmıştır.

6.8 İncelenen İşletmelerde Sürü Yönetimi Sistemlerine İlişkin Bulgular

Sürü Yönetim Sistemleri bölüm 4.2 başlığı altında detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Süt sığırcılığı işletmelerinde sürü özelliklerini belgelemek için sürü yönetim sistemlerini, davranışsal sensörleri, yem rasyonlarını, üreme programlarını ve sağlık kayıtlarını kullanırlar. Bu sistemler büyük miktarda veriyi sensörler aracılığıyla toplar ve depolar, böylece veriye dayalı araştırmalar için fırsatlar yaratırlar.

Bununla birlikte, veri entegrasyonun eksikliği, bir başka deyişle verileri standartlaştırılmaması çiftçilerin verileri analiz etmelerini zorlaştırıyor ve verilerin şu anda tam potansiyelleriyle kullanılmadığını göstermektedir.

Yapay sinir ağları gibi makine öğrenmesi teknikler sayesinde bu potansiyeli karar desteğine dönüştürülebilecek olması süt araştırmaları açısından umut verici bir durumdur.

Dünyanın birçok yerinde uygulamada çeşitli konsantre besleme yöntemleri benimsenmiştir. İnceleme kapsamındaki işletmelerde inekler gruplandırılarak grup özelinde konsantre yemleme programları uygulamaktadırlar. Sürü yönetim programlarından yem programları ile birlikte yem maliyetlerine ilişkin bilgiler çalışma için sistemden alınmıştır ve hem ekonomik analizde hem de teknik etkinlik analizinde kullanılmıştır (Çizelge 6.33). Sürü yönetim sistemlerinden 7408 ineğe ait süt verisi alınmıştır ve özet tablo oluşturulmuştur.

Çizelge 6.33 İşletmelerin sürü yönetim sistemlerinden alınan veriler

	İşletme Sayısı	Hayvan Sayısı ort.	Ortalama Toplam Laktasyon Süt Verimi (lt/baş/yıl)	Ortalama 305 günlük Süt verimi(lt/baş/yıl)	Günlük Süt Verim lt/baş/gün
1.Lakt.	30	104,7	8679,47	7003,50	26,52
2.Lakt	30	68,97	9000,16	7304,83	27,69
3.Lakt	30	40,1	9133,63	7465,07	27,68
4.Lakt	26	18,13	9157,27	7434,16	27,69
5.Lakt	21	9,7	8815,18	7401,65	27,46
6.Lakt	16	4,63	8452,33	7307,00	27,52
7.Lakt	9	0,6	7324,25	6449,38	26,04
8.Lakt	2	1,5	12867,00	9457,00	28,35
Genel Ortalama			9178,661	7477,824	27,37

Çizelge 6.33’de ortalama günlük süt verimlerinin laktasyon süresi arttıkça verimin arttığı görülmektedir. Bu beklenen bir durumdur, çünkü hayvanlar laktasyon dönemleri boyunca süt verimlerinde artış gösterirler. 8. laktasyondaki ineklerde buzağılama oranları çok düşük olduğu için laktasyon süresi uzundur, bu nedenle diğerlerine oranla daha fazla süt elde edilmiştir. İşletmelerin ortalama laktasyon süresi 317,67 gün toplam laktasyon verimi, 9178 lt ortalama 305 günlük süt verimi 7477 lt ve ortalama günlük süt verimi 27,37 lt/gün/inek olarak belirlenmiştir. AB-28 ülkeleri 7.647 kg/baş/yıl seviyesine yükselmiştir (Anonim 2021 b). Çalışmada yer alan işletmelerin AB’de yer alan işletmeler düzeyinde süt üretimi gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Tosun (2021) çalışmasında TRC1 bölgesinde yer alan işletmelerinde hayvan başına düşen süt üretimini 17,10 kg/gün olarak bulmuştur. Çalışmada yer alan işletmelerden geleneksel, yarı profesyonel ve profesyonel işletmelerin günlük süt üretim miktarları sırasıyla 16,20, 18,57 ve 23,83 kg/baş’dır. Araştırma kapsamında yer alan işletmelerin hayvan başına ortalama süt üretimi 27,37 lt/gün/inek dir.

Rasyon hesaplaması doğru ve hassas bir şekilde yapıldığında, ihtiyaç duyulan kuru madde alımıyla uyumlu olarak yem miktarı belirlenir. Bu sayede yemler daha etkin bir şekilde kullanılması mümkün olmaktadır. Farklı süt verimine sahip ineklerin ihtiyaç duydukları enerji ve protein değerleri çizelge 6.34’de verilmiştir. NEL (Süt Üretimi Net Enerjisi), süt üretimi sırasında hayvanların kullandığı net enerji miktarını ifade eden bir ölçüdür. ME

(Metabolik Enerji) ise, hayvanların büyüme, üreme gibi temel metabolik faaliyetleri için ihtiyaç duyulan enerji miktarıdır Net enerjinin hesaplanmasında toplam sindirilebilirlik dikkate alınmaktadır. Rasyonların enerji içeriği süt protein miktarını en çok etkileyen parametredir. Kuru madde; yem maddelerinin %100 susuz kısmıdır. Rasyon düzenlenmesinde çok önemli olup yüksek verimli süt sığırlarının genetiksel potansiyelini gösterebilmeleri için hassas bir konudur. Kuru madde içeriği yüksek yem tüketimi, yüksek miktarda enerji ve besin maddesi alımı anlamına gelmektedir. Çizelge 6.35’de işletmelerin yem rasyonlarının KM (Kuru Madde Tüketimi), NEL (Süt Üretimi Net Enerjisi) ve ME (Metabolik Enerji) hesaplanırken çizelge 6.34’deki değerler kullanılmıştır.

Çizelge 6.34 Farklı süt verimine sahip ineklerde enerji ve protein ihtiyacı

		KM (%Yem)	NEL, Mcal/gün	NEL, Mcal/kg	ME
Süt Verimi (lt/baş/gün)	25	20,3	27,9	1,37	2,46
	35	23,6	34,8	1,47	2,46
	45	26,9	41,8	1,55	2,46
	55	30	48,3	1,61	2,46

KM: Kuru Madde Tüketimi

NEL: Süt Üretimi Net Enerjisi (Net Energy Lactation)

ME: Metabolik Enerji

İşletmelerin rasyon bilgileri sürü yönetim programlarından alınmış sağılan inekler için Amasya Damızlık Sığır yetiştiriciler birliğinin NRC-2001 kodları ve yem veritabanı (<https://www.amasyadsyb.org/sut/rasyonprog/tr>) kullanılarak hazırladığı programdan yararlanılarak işletmelerin yeterli oranda kuru madde ve enerji kullanıp kullanma durumları belirlenmiştir. İşletmelerin literatürde belirlenen üzerinde kuru madde ve enerji değeri içeren rasyon hazırladıkları belirlenmiştir. İşletmelerin yem rasyonlarındaki yem içerikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6.35 İşletmelerin sürü yönetim sistemlerinden alınan ortalama yem içerik verileri

	Kuru madd e (kg), Topla m	Kaba yem oranı	Kesif Yem oranı	NEI (Mcal /gün)	ME (Mcal/ kg)	Günlü k Süt Verim lt	Kuru madd e karşıl anma oranı	NEI karşıl anma oranı	ME karşıl anma oranı	Yem Dönüş üm Oranı
1	22,58	49,65	50,35	34,72	2,46	26,45	111,23	124,44	100,00	1,17
2	13,71	81,98	18,02	19,46	2,29	23,88	67,54	69,75	93,09	1,74
3	25,44	52,83	47,17	38,49	2,42	36,41	107,8	137,96	98,37	1,43
4	22,57	54,41	45,59	34,11	2,42	25,54	111,18	122,26	98,37	1,13
5	21,16	49,43	50,57	33,01	2,49	25,77	104,24	118,32	101,22	1,22
6	22,06	55,67	44,33	33,71	2,44	27,00	108,67	120,82	99,19	1,22
7	21,62	50,51	49,49	33,5	2,47	21,23	106,5	120,07	100,41	0,98
8	20,85	53,91	46,09	31,69	2,43	23,00	102,71	113,58	98,78	1,10
9	24,08	52,87	47,13	36,1	2,40	24,26	118,62	129,39	97,56	1,01
10	29,93	46,91	53,09	44,25	2,36	27,13	147,44	158,6	95,93	0,91
11	24,15	53,62	46,38	39,48	2,56	20,78	118,97	141,51	104,07	0,86
12	16,87	48,07	51,93	30,05	2,76	23,34	83,1	107,71	112,20	1,38
13	21,62	50,51	49,49	33,5	2,47	25,82	106,5	120,07	100,41	1,19
14	19,14	50,68	49,32	29,45	2,46	19,84	94,29	105,56	100,00	1,04
15	24,05	50,10	49,9	36,96	2,46	28,42	118,47	132,47	100,00	1,18
16	20,45	44,40	55,6	32,09	2,50	25,66	100,74	115,02	101,63	1,25
17	23,01	57,50	42,5	35,11	2,44	27,22	113,35	125,84	99,19	1,18
18	20,45	44,40	55,60	32,09	2,50	23,66	100,74	115,02	101,63	1,16
19	15,62	82,84	17,16	22,66	2,33	30,1	76,95	81,22	94,72	1,93
20	16,55	78,19	21,81	24,52	2,38	37,5	81,53	87,89	96,75	2,27
21	21,2	48,63	51,37	33,42	2,51	25,82	104,43	119,78	102,03	1,22
22	22,14	48,64	51,36	33,59	2,43	26,91	109,06	120,39	98,78	1,22
23	15,49	71,66	28,34	22,95	2,38	24,04	76,31	82,26	96,75	1,55
24	25,56	53,05	46,95	38,50	2,41	33,33	108,31	137,99	97,97	1,30
25	23,88	49,75	50,25	36,66	2,45	28,88	117,64	131,4	99,59	1,21
26	27,91	43,17	56,83	42,30	2,42	27,56	137,49	151,61	98,37	0,99
27	19,73	44,35	55,65	31,42	2,53	39,77	83,60	112,62	102,85	2,02
28	23,73	50,06	49,94	36,3	2,44	27,77	116,9	130,11	99,19	1,17
29	19,82	46,17	53,83	32,00	2,57	27,65	97,64	114,7	104,47	1,40
30	19,45	41,70	58,30	31,28	2,56	27,74	95,81	154,09	104,07	1,43
Genel Ort	21,494	53,522	46,478	33,11	2,46	27,08	104,26	120,08	99,919	1,28

Araştırma alanında yer alan işletmelerin sürü yönetim sistemlerinde kayıtlı yem rasyonlarına göre işletmelerin günlük hayvan başı kullandıkları yem (KM) miktarı 21,49 kg bulunmuştur. İşletmelerin mevcut süt üretim miktarlarına kullanmaları gereken kuru madde miktarlarının %5,86 oranında fazla kullanıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 6.35).

Yem dönüşüm oranı (YDO), “üretilen süt miktarının tüketilen kuru madde miktarına bölünmesiyle hesaplanan bir ölçüttür”. Bu oran, her 1 kilogram kuru maddeye karşılık elde edilen süt miktarını ifade etmektedir. YDO, süt üretimi ve yem kullanımı arasındaki

etkinliği değerlendirmek ve işletmelerin yem verimliliğini ölçmek amacıyla kullanılan bir göstergedir (Karkacıer, 1991).

Bu çalışmada işletmelerin yem kullanımları beyana dayalı değil sürü yönetim sistemlerinden elde edilen raporlardan hesaplanmıştır. “St-Pierre (2008)’de, hayvan başı 26 kg (57,5 lb) ve 27,2 kg (60 lb) süt üretimi olan bir işletmenin hedef yem dönüşüm oranlarını 1,28 ve 1,32” olarak bulmuştur. Işletmelerdeki yem dönüşüm oranı bu aralıktadır.

6.9 İncelenen İşletmelerde Teknik Etkinlik

6.9.1 İncelenen işletmelerde stokastik sınır analizi ile teknik etkinlik analizi

Çalışmada, FRONTIER 4.1 programı kullanılarak Stokastik Sınır Analizi model tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın değişken setinin belirlenmesinde bu alanda yürütülen çalışmalardan yararlanılmıştır. Çalışmada iki ayrı değişken veri seti ile analiz yapılmıştır. Birinci veri setinde sürü yönetim sisteminde kayıtlı veriler kullanılmıştır. İkinci veri setinde ise literatüre dayanarak, ana maliyet kalemlerini oluşturan giderlerde dikkate alınarak hazırlanmıştır. ıktı olarak da hayvan başına üretilen günlük ortalama süt miktarı kullanılmıştır.

İrk, bir inekten alınacak süt miktarını belirleyen en temel faktörlerdendir. Bu nedenle çalışmanın amacı teknik etkinliği belirlemek olduğu için holstein yetiştiricilik yapan işletmeler seçilerek homojenlik sağlanmış ve çevresel faktörlerin değerlendirilmesine imkân sağlanmışır. Çalışmanın girdi ve çıktılarının belirlenmesinde yararlanılan çalışmalar izelge 6.36’da verilmiştir.

Çizelge 6.36 Literatürdeki yer alan çalışmalarda kullanılan değişkenler

Bravo-Ureta ve Rieger (1991)	• Y: İşletmenin yıllık süt üretimi (ton) • X₁: Yıllık yem tüketimi (ton) • X₂: İşgücü (Tam süreli eşdeğer) • Etkinsizlik Modeli Değişkenleri: • u₁: Ahır varlığı=1 • u₂: Çiftlik Maine Massachusetts lokasyonunda ise =1 • u₃: Çiftlik Vermont lokasyonunda ise =1
Kompas, Tom, and Tuong Nhu Che. (2006)	• Y: Toplam çıktı: satılan süt ve süt sığırlarından elde edilen brüt değer • X₁: Toplam işçilik • X₂: Yem harcamaları • X₃: Gübre, yakıt, kimyasallar, malzeme, drenaj ve su, hizmetler vb. • X₄: Bitki ve yapı sermayesi • <u>Teknik etkinsizlik modeli</u> • Z₁: Kullanılan çiftlik alanı • Z₂: Pik verimdeki inek sayısı • Z₃: balıksırtı süt ahırları için=1 diğerleri için=0 • Z₄: çift üniteli hi-line ve alçak hatlı balıksırtı mandıra kulüpleri için 1 diğeri için 0 Döner mandıralar için= 1 diğerleri için 0
Zhu ve ark (2008),	• Y₁: Gelir(EUR) • X₁: Toplam sübvansiyonlarda hayvancılık sübvansiyonlarının oranı(%) • X₂: Toplam gelirdeki toplam sübvansiyonlar oranı (%) • X₃: Çiftlik büyüklüğü (ESU) • X₄: Toplam üretim içinde süt üretimi oranı (%) • X₅: Toplam emek içinde aile emeği oranı (%) • X₆: toplam kullanılan arazi içinde Kiralık arazi oranı (%) • X₇: Uzun vadeli borç: Uzun ve orta vadeli krediler • X₈: toplam varlıklar (%) • X₉: Kısa vadeli kredilerin toplam varlıklara oranı (%)
Cabrera vd. (2010)	• Y₁= Süt Üretimi(kg) • X₁=İnek (adet) • X₂=Besleme gideri (\$) • X₃=Sermaye (\$) • X₄=Bitkisel üretim giderleri (\$) • X₅=İşgücü gideri (\$) • X₆=Hayvancılık Masrafları(\$) • X₇=bST (%) hormonu • <u>Etkinsizlik modeli</u> • u₁ TMR(karma rasyon) kullanımı (kukla) • u₂ Mera (kukla) • u₃ Sağım sistemi (kukla) • u₄ Sağım sıklığı (kukla) • u₅ Konut (kukla) • u₆ Aile emeği (% oranı) • u₇ Yem / inek (% oranı)

Çizelge 6.36 Literatürdeki yer alan çalışmalarda kullanılan değişkenler(devam)

Koyubenbe ve Özden (2011)	• Y₁: Süt Üretimi(kg) • X₁:Hayvan Varlığı • X₂:Aile İşgücü • X₃:İşgücü Maliyeti • X₄:Yem Bitk. Ekim Alanı • X₅:Konsantre Yem Maliyeti • X₆:Besi Yemi Maliyeti • X₇:İnek Sayısı
Gündüz (2011),	• Y₁: Süt verimi (kg/baş/gün) • X₁= işgücü (saat/gün) • X₂= kaba yem tüketimi (kg/baş/gün), • X₃= kesif yem tüketimi (kg/baş/gün) • X₄= veteriner ve ilaç masrafı (TL/baş/gün) • X₅= elektrik, su, tuz, temizlik gibi diğer masrafların toplamı (TL/baş/gün)
Žáková vd (2020)	• Y₁:Süt üretimi miktarı (kg) • Y₂:Diğer üretim değeri(EUR) • X₁: Yem maliyeti (EUR) • X₂: İşçilerin çalışma saatleri, • X₃:Toplam tarım alanı (ha), • X₄: Sermaye (EUR) • X₅: Sözleşmeli iş ve diğer malzemelerin maliyetleri (EUR)
Tosun (2021)	• Y₁:Süt üretimi miktarı (kg) • X₁: Laktasyon sayısı • X₂: SGS • X₃: KM tüketimi • X₄: Barınak alanı • X₅: İşgücü • <u>Etkinsizlik modeli</u> • u₁ Tecrübe (Yıl) • u₂ Kaba yem ekim durumu • u₃ Sağmal ineklerin gruplandırılması • u₄ Hasta hayvan bölmesi varlığı • u₅ Doğum bölmesi varlığı • u₆ Yeni doğuranların ayrı gruplandırılması

Çalışmada kullanılan Etkinlik analizi için Cobb-Douglas fonksiyonel formu kullanılarak üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılmıştır;

$$\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{1i}) + \beta_2 \ln(X_{2i}) + \beta_3 \ln(X_{3i}) + \beta_4 \ln(X_{4i}) + \beta_5 \ln(X_{5i}) + \beta_6 \ln(X_{6i}) + v_i - u_i.1)$$

Burada i işletmeyi (i = 1, 2, . . . , N) temsil etmektedir.

I. Model:

Y_i : i. işletmenin ortalama günlük süt verim (lt/baş/gün)

X_{1i} : i. işletmenin laktasyon sayısı ortalaması

X_{2i} : i. işletmenin inek sayısı (adet)

X_{3i} : i. işletmenin ortalama laktasyon süresi (gün)

X_{4i} : i. işletmenin yem (kuru madde) tüketimi (kg/baş/yıl)

X_{5i} : i. işletmenin ME karşılanma oranı (Mcal/kg/baş)

II. Model:

Y_i : i. işletmenin ortalama günlük süt verim (lt/baş/gün)

X_{1i} : i. işletmenin inek sayısı (adet)

X_{2i} : i. İşletmenin kurulu old. arazi (da)

X_{3i} : i. işletmenin hayvansal üretim masrafı (TL)

X_{4i} : i. işletmenin işgücü (EİB)

X_{5i} : i. işletmenin toplam hayvancılık destek tutarı (TL)

X_{6i} : i. İşletmenin kesif yem oranı

$\ln$: Doğal logaritma

β_k : tahmin edilen parametreler

V_i : Süt miktarı ölçüm hatalarıyla ilişkili rastgele hataları veya dahil edilmeyen girdi değişkenlerinin birleşik etkilerini temsil eder.

Üretim fonksiyonu, burada V_i 'lerin bağımsız ve özdeş olarak dağılmış $N(0, \sigma^2)$ rastgele değişkenleri olduğu varsayılır.

u_i , i. çiftçi için teknik etkinsizliğin etkisi olacak şekilde bağımsız olarak dağıldığı varsayılan çiftçiler tarafından üretimin teknik etkinsizliği ile ilişkili negatif olmayan rastgele değişkenleri temsil eder.

Etkinsizlik etkileri modeli eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$u_t = \delta_0 + \delta_1 z_{1i} + \delta_2 z_{2i} + \delta_3 z_{3i} \quad (2)$$

Burada iki modelde de aynı teknik etkinsizlik parametreleri kullanılmıştır.

u_i : i. işletmenin etkinsizliğini,

z_{1i} : İşletmecinin yaşı,

z_{2i} : Yıl olarak işletmecinin tecrübesi,

z_{3i} : Kuruluş sermayesindeki kredi oranı (%)

z_{4i} : Hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu (Evet=1, Hayır=0)

z_{5i} : Ari işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)

z_{6i} : Onaylı işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)

δ_s : Tahmin edilen bilinmeyen parametrelerdir.

Sınır modelinden tahmin edilen varyans parametreleri, $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma^2$ ve $\gamma = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_s^2}$ ve burada, γ parametresi 0 ile 1 arasındadır.

Model I:

Model I'de yer alan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler çizelge 6.37'de verilmektedir. Stokastik sınır üretim fonksiyonunun parametreleri, maksimum olabilirlik tahmini kullanılarak tahmin edilmiştir. Cobb-Douglas etkinlik sınırı analizi sonuçları ve etkinsizlik modelinin parametreleri sonuçları standart hatalar ve t değerleri Çizelge 6.38'de verilmektedir. Varyans parametreleri istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. LR test, işletmelerde süt verimi üzerine etkinsizlik değişkenlerinin etkisinin bulunduğunu ve bu değişkenlerin stokastik bir süreci yansıttığını göstermiştir.

Çizelge 6.37 Model I' de yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistik değerleri

	En düşük	En yüksek	Ortalama	Std. Sapma
Ortalama günlük süt verim (lt/baş/gün)	19,80	39,80	27,08	4,62
Laktasyon ortalaması	2,00	4,50	3,22	0,78
İnek sayısı (adet)	70,00	600,00	241,20	136,29
Ortalama laktasyon süresi(gün)	274,00	399,00	317,67	34,01
Kuru madde tüketimi (kg/baş/yıl)	13,70	29,90	21,50	3,60
ME (Mcal/kg)	2,29	2,76	2,46	0,09
Etkinsizlik değişkenleri				
Yaş	28,00	77,00	46,70	11,88
Tecrübe	4,00	30,00	13,77	7,11
Kuruluş Sermayesi öz kaynak oranı	25,00	100,00	79,50	28,08

Çizelge 6.38 Model I hipotez testleri sonuçları

Null hipotezi	LR	Kritik Değer ($\chi^2_{2,99}$)	Karar
Cobb Douglas uygunluk	9,128	16,074	9,128<16,025 C-D uygun
H₀=($\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = \delta_6$)	21,269	17,775	2,269>17,775 Ho red

Çizelge 6.38’de verilen hipotez testleri sonuçlarına göre LR değeri, kritik χ^2 değerinden küçük olduğundan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun araştırma verilerini yeterli düzeyde temsil ettiğine karar verilmiştir. İkinci olarak etkinsizliğin olmadığı tezini savunan hipotez test edilmiş ve H₀ hipotezi reddedilmiştir. Yani incelenen işletmelerde teknik etkinsizlik mevcuttur.

t değerleri örtük değişken ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını ifade etmektedir. Bu değerlerin 0,10 anlamlılık düzeyi için kritik değer 1,64 ile 196 arasında, 0,05 anlamlılık düzeyinde 1,96’dan, 0,01 anlamlılık düzeyinde ise 2,576’dan büyük olması gerekmektedir (Çelik ve Yılmaz, 2013).

Çizelge 6.37’de tanımlayıcı istatistikleri verilen değişkenler kullanılarak çizelge 6.39’da stokastik sınır analiz modelinin parametre tahminleri ve etkinlik değerleri Frontier 4.1 paket programı ile maksimum olasılık yöntemini kullanarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 6.39 Stokastik sınır analiz modelinin parametre tahminleri ve teknik etkinlik değeri (Model I)

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t değeri
β_0	2,984	1,054	2,828***
Laktasyon sayısı ortalaması	0,185	0,111	1,670*
İnek sayısı	0,015	0,058	0,260
Ortalama laktasyon süresi	0,214	0,222	0,975
Yem(KM) tüketimi	0,135	0,146	0,926
ME (Mcal/kg)	-1,763	0,867	-2,034**
Ölçeğe Getiri ($\sum_{i=1}^k \beta_i$)	1,77 ÖAG		
Etkinsizliği açıklayan değişkenler			
δ_0	0,275	0,222	1,239
İşletmecinin yaşı,	0,004	0,005	0,832
Yıl olarak işletmecinin tecrübesi	0,014	0,008	1,649*
Kuruluş sermayesindeki özkaynak oranı(%)	-0,007	0,004	-1,778*
Hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,121	0,092	-1,320
Ari işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,142	0,151	-0,940
Onaylı işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,172	0,151	-1,497
	Varyans Parametreler		
sigma-squared σ^2	0,017	0,004	4,098***
Gamma γ	0,340	0,175	1,935*
log likelihood function	21,269		
LR Test (X^2)	9,128		
H ₀	Red edildi		
Ortalama TE	92,04		

*, **, *** ile belirtilen değişkenler %10, %5 ve %1 ihtimal düzeyinde istatistiki açıdan önemlidir.

H₀ hipotezindeki * Kritik değerler Kodde & Palm (1986) çalışmasından alınmıştır. Tek yönlü LR testinin test istatistiği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmış ve χ^2 değeri ile karşılaştırılmıştır. χ^2 değeri Kodde ve Palm, (1986) önerisi doğrultusunda alınmıştır. Modele eklenen değişkenlerin katsayılarının toplamı 1'den büyük olduğu için ölçeğe artan getiri söz konusudur, yani girdilerindeki %1'lik artışa çıktıda ortalama %1,77'lik bir artış elde etmeleri mümkündür.

Stokastik Sınır Analizi

$$\ln Y = 2,984 + 0,185 \ln (Lak.ort) + 0,015 \ln(\dot{I}nek) + 0,214 \ln (lak.sür.) + 0,135 \ln (YemKM) - 1,763 \ln (ME)$$

Etkinsizlik modeli: $U_t = 0,275 - 0,004 (yaş) + 0,014 (tecrübe) - 0,007 (özkaynak oranı) - 0,121(eğitim alma durumu) - 0,142 (ari işolma durumu) - 0,172 (onaylı işolma durumu)$

Variance Parametresi: $\sigma_s^2 = 0,017$, $\gamma = 0,340$

Log(likelihood) = 21,269

LR Test (X^2) = 9,128

Sürü yönetim sistemi kullanan süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan başı süt üretim miktarı üzerine bağımsız değişkenlerden laktasyon ortalamasının ($p < 0,10$), ME oranının ise ($p < 0,05$) etkisi bulunmaktadır. İncelenen süt sığırcılığı işletmelerinde laktasyon ortalaması %1 oranında arttığında, süt üretim miktarı % 0,185 oranında artmaktadır. İneklerde süt verimi laktasyon sayısına paralel artmakta, 4-5. laktasyon döneminde maksimum düzeye ulaşmaktadır. İşletmelerin laktasyon ortalaması 3 olarak bulunmuştur, dolayısıyla laktasyon sayısı artması süt verimini pozitif etkilemektedir. Laktasyon süresindeki artış süt verimini olumlu etkiliyor gibi görülmekte gebelik olmaması anlamına gelmektedir ve karlılığı olumsuz etkiler.

İnceleme alanındaki süt sığırcılığı işletmelerinde MEI karşılanma oranı ($p < 0,05$) etkili bulunmuştur. MEI karşılanma oranı %1 oranında arttığında süt verimi % 1,76 oranında

azalacaktır. Bu durum çizelge 6.35’de işletmelerin yem içeriklerinde ME oranı %99,91 bulunması ve yem içeriğinde daha fazla ME eklenmesinin süt verimini olumsuz etkileyecek olmasıyla açıklanmaktadır. Yüksek metabolik enerji içeren yemler, hayvanlarda metabolik hastalıkların gelişme riskini artırmaktadır. Özellikle süt sığırlarında ketozis gibi metabolik bozukluklar ortaya çıkmaktadır.

İşletmecinin yaşı değişkenin katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Katsayısı dikkate alındığında küçük bir değere sahip olması (0,004) yaşı büyük bir kısıtlama olmadığını göstermektedir. Latruffe vd. (2004) çalışmasında yaşı etkinlik üzerinde bir etkisi olmadığını belirtmiştir, çalışma sonucu ile uyumaktadır.

İşletmecinin deneyimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,10$) ve katsayı işareti pozitifdir, tecrübe arttıkça süt verimi üzerine olumsuz etkisi olduğunu gösterir. Binici vd. (2006) çalışmasında bu sonuçla uyumlu olarak deneyimli çiftçilerin yenilikleri benimseme konusunda isteksiz olduklarını belirtmiştir.

Özkaynak oranının ($p<0,10$) anlamlı bulunmuş olup, kuruluş sermayesi içinde özkaynak oranının yüksek olması etkinsizliği azaltmaktadır. Yüksek özkaynak oranı işletmelerin finansal riskinin azaltır. Böylece işletmeler süreçleri iyileştirme, teknolojik yenilikleri benimsemek veya pazar payını artırmak gibi fırsatları değerlendirme imkanı bulabilirler.

İşletmecinin hayvancılık üzerine eğitim alma durumu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte, katsayı işareti beklenildiği gibi negatiftir. Bu sonuç, işletme yöneticisinin eğitim alma durumunda etkinsizliğin azalacağı anlamına gelmektedir.

Bravo-Ureta ve Rieger (1991) etkinlik ile çiftlik büyüklüğü, eğitim, yayım ve deneyim olmak üzere dört sosyo-ekonomik bağımsız değişken arasındaki ilişkinin analiz sonucunda ise istatistiksel olarak anlamlı ilişkilere rağmen, etkinlik düzeylerinin bu değişkenlerden önemli ölçüde etkilenmediği ortaya koymuştur.

İncelenen işletmelerin ortalama teknik etkinlik düzeyi %92,04 olarak belirlenmiştir. Bu işletmeler, girdi miktarlarında %7,96’lık bir azaltma yaparak çıktı miktarını koruduklarında tam etkinliğe ulaşılacaktır.

İncelenen işletmeler arasında en yüksek etkinlik düzeyine sahip işletmenin etkinlik oranı %99, en düşük etkinlik düzeyine sahip işletmenin ise %76 olduğu görülmüştür. Süt sığircılığında teknik etkinliği belirleyen bazı çalışmaların sonuçlarına göre, Reinhard ve ark. (1999) %89, Latruffe ve ark. (2004) %71, Cabrera ve ark. (2010) %88, Alemdar ve ark. (2010) %78, Gündüz (2011) % 88, Tosun (2021) ise profesyonel işletmelerin etkinliğini %99 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada kullanılan II. model de yer alan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler çizelge 6.40'da verilmiştir. Model II'de kullanılan değişkenlere ait ortalama, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerler verilmiştir

Çizelge 6.40 Model II'de yer alan değişkenlerin tanımlayıcı istatistik değerleri

	En düşük.	En yüksek	Ortalama	Std. Sapma
Ortalama günlük süt verim (lt/baş/gün)	19,80	39,80	27,08	4,62
İnek (adet)	70,00	600,00	241,20	136,29
İşletmenin kurulu arazi (Çıplak arazi) alanı (da)	8,50	800,00	150,18	40,63
Üretim Masraf (TL)	2.545.028,88	6.640.769,46	13.594.088,19	515.616,18
İşgücü (EİB)	3,00	21,75	10,50	10,20
Toplam hayvancılık destek tutarı (TL)	7.000,00	418.550,00	106.334,67	122.211,26
Kesif yem oranı (%)	17,16	58,3	46,478	1,97

Çizelge 6.41'de hipotez sonuçları verilmiştir LR değeri, kritik χ^2 değerinden küçük olduğundan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun uygun olup incelenen işletmelerde teknik etkinsizlik mevcut olduğuna karar verilmiştir.

Çizelge 6.41 Model II hipotez test sonuçları

Null hipotezi	LR	Kritik Değer $\chi^2_{2,99}$	Karar
$H_0=(\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4)$	22,767	17,775	22,767>17,775 Ho red
Cobb Douglas uygunluk	9,115	16,074	9,115<16,074 C-D uygun

Çizelge 6.42’de stokastik sınır analizi modelinin parametre tahminleri Frontier 4.1 paket programı ile maksimum olabilirlik yöntemini kullanarak tahmin edilmiştir.

Çizelge 6.42 Stokastik sınır analizi modelinin parametre tahminleri ve teknik etkinlik değeri (Model II)

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t değeri
β_0	6,148	1,534	4,005***
İnek (adet)	-0,116	0,088	-1,307
İşletmenin kurulu arazi (Çıplak arazi) alanı(da)	-0,007	0,017	-0,445
Üretim Masraf	-0,160	0,111	-1,440
İşgücü (EİB)	0,107	0,048	2,232**
Toplam hayvancılık destek tutarı (TL)	0,084	0,040	2,098**
Kesif yem oranı (%)	-0,205	0,087	-2,353**
Ölçeğe Getiri ($\sum_{i=1}^k \beta_i$)	5,851 ÖAG		
Etkinsizliği açıklayan değişkenler			
δ_0	0,797	0,411	1,935*
İşletmecinin yaşı,	-0,018	0,013	-1,417
Yıl olarak işletmecinin tecrübesi	0,024	0,013	1,798*
Kuruluş sermayesindeki özkaynak oranı(%)	-0,003	0,001	-2,321**
Hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,327	0,197	-1,663*
Ari işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,280	0,162	-1,725*
Onaylı işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	0,433	0,173	2,499**
sigma-squared σ^2	0.018	0,006	2,987***
Gamma γ	0,344	0,278	1,239
Log likelihood function	22,767		
LR Test (X^2)	9,115		
H_0	Reddedildi		
Ortalama TE	% 93,51		

Modele eklenen değişkenlerin katsayılarının toplamı 1'den büyük olduğu için ölçeğe artan getiri söz konusudur, yani girdilerindeki %1'lik artışa çıktıda ortalama %5,851'lik bir artış elde etmeleri mümkündür.

Stokastik Sınır Analizi

$$\ln Y = 6,148 - 0,116 \ln(\dot{I}nek) - 0,007 \ln(\dot{I}şl. Arazisi) - 0,160 \ln(\dot{U}retim masrafı) + 0,107 \ln(\dot{I}şgücü(E\dot{I}B)) + 0,084(Toplamlar hayvancılık destek tutarı) - 0,205 \ln(Kesif yem oranı)$$

$$Etkinsizlik modeli: Ut = 0,979 - 0,018(yaş) + 0,024 (tecrübe) - 0,003(öz kaynak oranı) - 0,327(Eğitim alma durumu) - 0,280(Arı işlt.olma durm) + 0,433 (Onaylı işlt.olma durm)$$

Variance Parametresi: $\sigma^2 = 0,018$, $\gamma = 0,344$

Log(likelihood) = 22,767

LR Test (X^2) = 9,115

Stokastik sınır analizi modelinin parametre tahminlerine göre sürü yönetim sistemi kullanan süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan başı süt üretim miktarı üzerine bağımsız değişkenlerden işgücü, toplam hayvancılık destek tutarı ve kullanılan kesif yem oranı ($p < 0,05$) etkisi bulunmaktadır. İncelenen süt sığırcılığı işletmelerinde işgücü oranını %1 oranında arttığında, süt üretim miktarı %0,107 oranında düşük bir artışa sebep olmaktadır. Xu ve Jeffrey (1998) çalışmasında geleneksel ve modern işletmeleri karşılaştırmıştır. İşgücü katsayısının etkisi anlamsız bulunmuştur ve bu durumu modern girdi kullanımındaki (teknolojik gelişmeler, otomasyon, yeni üretim yöntemleri vb.) artışa bağlamışlardır.

Hayvancılık destek tutarındaki %1'lik artış süt üretiminde %0,08 gibi düşük bir oranda artışa sebep olmaktadır. Lachal (1997) çalışmasında destekleme politikalarının süt sığırcılığı işletmelerinin verimliliği ve teknik etkinliği üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre ABD süt sığırcılığı sektöründe uygulanan korumacılık ve sübvansiyon politikalarının işletmelerin teknik etkinlik ve verimlilikleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu saptanmıştır. Zhu vd. (2008), verilen desteklerin

özellikle Hollandalı işletmeleri rekabet durumlarını arttırırken, Almanya ve İsveç'te bulunan işletmelerin ise teknoloji seviyelerinin artmasında olumlu etkide bulunmuştur.

Kesif yemler enerji ve protein içeriği bakımından zengin, lif içeriği bakımından ise fakir yemlerdir. Kaba yemi az, kesif yemi çok olan rasyonlar; sığırlarda mide ekşimesi (yem vurması) ya da asidoz denilen hastalıkla karşı karşıya gelmesine sebep olmaktadır. Model sonucuna göre kesif yem oranında %1'lik artış süt üretiminde %0,205'lik bir azalmaya sebep olmaktadır. Yıl olarak işletmecinin tecrübesi, hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu ve ari işletme olma durumu istatistik olarak $p < 0,10$ oranında anlamlı bulunurken, özkaynak oranı(%) ve onaylı işletme olma durumu $p < 0,05$ oranında anlamlı bulunmuştur. Bu model sonucunda işletmelerin hesaplanan ortalama TE değeri %93,51 bulunmuştur. İki model ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakmak için t testi yapılmıştır ve aşağıdaki hipotezler test edilmiştir.

H_0 : İki modelin ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_1 : İki modelin ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır.

Çizelge 6.43 Model I ve model II arasındaki t değeri

	Standart Sapma	Standart Hata	t değeri	df	p
Model 1 & Model 2	0,06965	0,01272	-1,161	29	0,255

Çizelge 6.43'de belirtildiği üzere iki model ortalamaları arasındaki anlamlılığı ortaya koymak amacıyla t değeri ($t = -1,161$, $p > .05$) olarak hesaplanmıştır ve H_0 kabul edilmiştir. İki model ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Sürü yönetim sistemlerinden elde edilen verilerin teknik etkinliğin belirlenmesinde önemli bir kaynak olacağı çalışmada ortaya konulmuştur.

Sürü yönetim sistemlerinden elde edilen verilerin doğru ve güvenilir olması, teknik etkinlik analizlerinin doğru sonuçlar vermesi açısından önemlidir. İncelenen işletmelerin her iki modele ait teknik etkinlik skorları çizelge 6.44'de verilmiştir.

Çizelge 6.44 İncelenen işletmelerin teknik etkinlik skorları

	Model 1 TE skorları		Model 2 TE skorları	
	Sayı	%	Sayı	%
73-78	5	16,67	3	10,00
79-84	0	0,00	0	0,00
85-90	4	13,33	5	16,67
91-96	12	40,00	6	20,00
97-100	9	30,00	16	53,33
Toplam	30	100,00	30	100,00

Sonuç olarak, sürü yönetim sistemlerinden elde edilen veriler, işletmenin teknik etkinliğini değerlendirmek için önemli bir araçtır. Bu veriler, işletme sahiplerine ve yöneticilere, kaynakları en iyi şekilde kullanarak etkinliği artırmak için stratejiler geliştirmede yardımcı olacaktır. Her iki modelde de gama parametresini (γ) 0,34 olması işletmeye özgü değişkenlerin (işletmecinin yaşı, deneyimi, özkaynak oranı, eğitim alma durumu, ari ve onaylı işletme olma durumu) işletmeler arasındaki etkinlik varyasyonunu çok etkilemediğini göstermektedir.

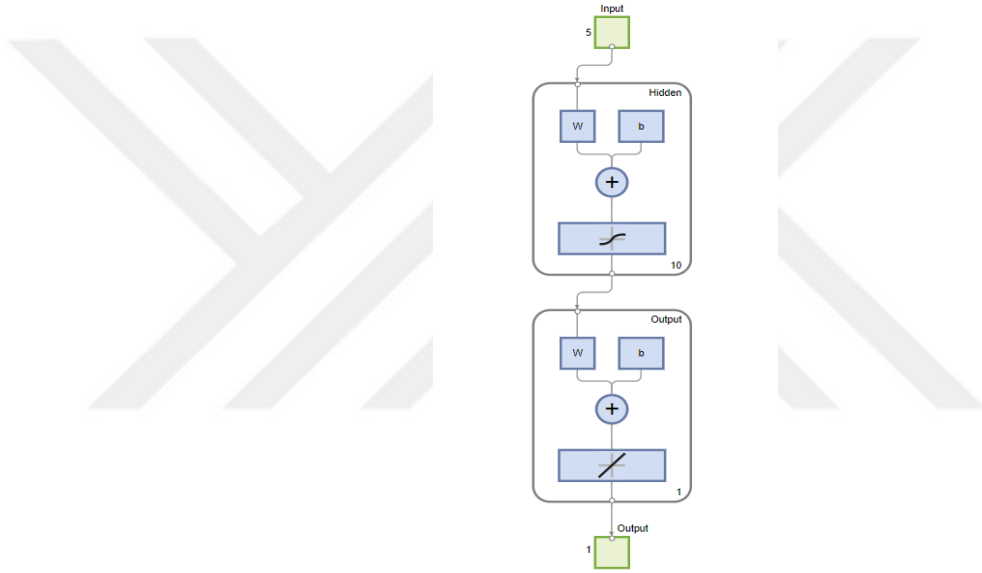
6.9.2 İncelenen işletmelerde teknik etkinliğin yapay sinir ağları ile modellenmesi

Girdiler arasındaki bağlantı ağırlıkları öğrenme algoritmalarıyla belirlenir. Bu ağırlıklar, iki eleman arasındaki bağlantı gücünü gösterir. Bir başka deyişle girdileri çıktılarla bağlayan ağırlık kümesinin tahminine dayanır. YSA'lar ile teknik etkinlik analizinde stokastik sınır analizi model 1'de kullanılan girdi ve çıktı değerlerinden oluşan veri seti eğitilerek model elde edilmiştir. Modelden üretilen tahmini çıktı değerleri teknik etkinlik analizinde kullanılmıştır.

Teknik etkinlik düzeyi, işletmenin gerçekleştirdiği çıktı düzeyi ile mevcut girdileri kullanarak gerçekleştirebileceği çıktı arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır. Yapay sinir ağları (YSA), verilen girdi setine karşılık çıktılar üretebilen kara kutu olarak tanımlanan bir yöntemdir. Diğer bilgi işleme yöntemlerinden farklı olarak daha sağlıklı sonuçlar elde etme potansiyeline sahiptir. YSA'ların en büyük avantajı, öğrenme yeteneği ve farklı öğrenme algoritmalarını kullanabilme esnekliğidir. YSA'lar matematiksel

modele ihtiyaç duymadan, yapısını ve öğrenme kuralını değiştirmek zorunda kalmadan, bir örnekten hareket ederek diğer örnekleri açıklayabilmektedir.

Bu çalışmada yapay sinir ağları ile teknik etkinlik değerini bulmak için MATLAB ortamında Neural Network Toolbox Fitting Tool kullanılmıştır. Ağın topolojisi şekil 6.1’de verilmiştir. Bu topolojide de görüldüğü gibi stokastik sınır analizi Model I’de kullanılan 5 girdi değeri kullanılarak ağın eğitimi gerçekleştirilmiştir. İki katmanlı ileri beslemeli bir topoloji söz konusudur. Gizli katman da yer alan 10 adet nöronda sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Çıktı katmanında lineer fonksiyon yer almaktadır.



Şekil 6. 1 Ağın topolojisi

Verilerin rastgele %70 i eğitim aşamasında %15 i validasyon ve %15 i ise test aşamasında yer almıştır. Ağın eğitiminde Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Geri yayılım ağları, ağırlıkları minimum hataya indiren dereceli azaltma algoritmasını kullanır. Bu nedenle, bulunan minimum hata değerleri bazen global değil, lokal minimum noktası olabilir. Ancak, ağırlıkların 5 veya 10 arası değişik başlangıç seti ve momentum değeri ile kullanılması, global minimum noktasını yakalama olasılığını artırmaktadır. Bu nedenle aynı veri seti 10 kez çalıştırılarak, birden fazla modelin eğitilmesi ve sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu yöntem, aynı veri seti üzerinde farklı başlangıç noktaları ve rastgelelikler kullanarak birden fazla modelin eğitilmesine olanak sağlar. Bu, daha iyi bir genelleme yapılması ve daha tutarlı sonuçlar elde edilmesi için faydalı

olacaktır. Ayrıca, aynı veri setini birden fazla kez çalıştırmak, modelin hassasiyetini değerlendirmek ve modelin ne kadar değişken olduğunu belirlemek için kullanılabilir. Birden fazla çalıştırma, modelin performansında bir sapma varsa bu sapmanın ne kadar olduğunu belirlemek için kullanılabilir. Veri setimizi 10 kez çalıştırdığımızda elde edilen ortalama korelasyon katsayısı (r_{xy}) ve ortalama kare hata (MSE) değerleri çizelge 6.45’de verilmiştir.

Çizelge 6.45 Eğitim, validasyon ve test MSE ve r değerleri

	Gözlem	MSE	r_{xy}
Eğitim	20	0,00798	0,82513
Validasyon	5	0,01975	0,51503
Test	5	0,05663	0,19791

Çalışmamızda elde edilen korelasyon katsayısı (r_{xy}) ve ortalama kare hata (MSE) sonuçları çizelge 6.45’de verilmektedir. MSE, ortalama karesel hata ne kadar 0’a yakınsa o kadar başarılı bir model oluşturulduğunu gösterir. Korelasyon katsayısı, R, 0-1 arasında değişen bir değer olmakla birlikte 1 e ne kadar yakınsa o kadar veriler arasındaki uyumu ifade eder. Levenberg-Marquardt eğitim algoritmasına göre yapılan uygulamada en iyi test sonucu elde edilmiştir. Levenberg-Marquardt R, korelasyon katsayısı 0,82, MSE 0,52 olarak belirlenmiştir. Yapay sinir ağları ile elde edilen model kullanılan girdi seti çizelge 6. 37’ de yer alan Model I’e ait değişkenlerdir. Bu girdi değişkenlerine ait veriler ile yapay sinir ağları eğitilmiştir ve işletmenin gerçekleştirdiği çıktı düzeyi ile mevcut girdileri kullanarak gerçekleştirebileceği çıktı elde edilip teknik etkinlik analizinde kullanılmıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 Yapay sinir ağlarında kullanılan değişken seti

Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından geliştirilen standartlaştırılmış etkinliğe ek olarak Delgado (2005) tarafından geliştirilen en büyük pozitif hatanın etkisini azaltmak için maksimum hataların bir kısmını (örneğin %5) dikkate almayı içeren metotda denenmiştir. Çalışmada işletme sayısı 30 olduğu için bu oran %5 alınamamıştır. En büyük, %10, %50 hataların ve tüm hataların (%100) ortalaması alınarak hesaplanan TE değerleri çizelge 6.46’da verilmiştir.

Çizelge 6.46 İncelenen işletmelerde yapay sinir ağı ve stokastik sınır analizi ile elde edilen teknik etkinlik değerleri

İşletmeler	TE	TE mak.	TE ort%10	TE ort %50	TE ort%100	Stokastik Sınır Analizi
1	0,998	0,902	0,920	0,953	0,971	0,957
2	0,971	0,877	0,895	0,927	0,945	0,769
3	1,040	0,945	0,963	0,996	1,014	0,969
4	0,980	0,887	0,904	0,937	0,954	0,854
5	0,997	0,901	0,919	0,952	0,970	0,962
6	0,966	0,877	0,894	0,925	0,942	0,986
7	0,898	0,814	0,830	0,859	0,874	0,767
8	0,941	0,852	0,868	0,900	0,916	0,772
9	0,954	0,864	0,880	0,912	0,929	0,857
10	1,008	0,911	0,929	0,963	0,981	0,89
11	0,936	0,845	0,862	0,894	0,911	0,778
12	0,960	0,868	0,885	0,918	0,935	0,946
13	0,997	0,901	0,919	0,953	0,970	0,989
14	0,956	0,860	0,878	0,912	0,930	0,772
15	1,011	0,915	0,933	0,967	0,984	0,991
16	1,018	0,918	0,936	0,971	0,990	0,921
17	0,960	0,870	0,887	0,919	0,935	0,961
18	1,004	0,904	0,923	0,958	0,976	0,931
19	1,008	0,914	0,931	0,965	0,982	0,983
20	1,012	0,922	0,939	0,971	0,987	0,986
21	1,001	0,904	0,923	0,957	0,974	0,928
22	0,975	0,884	0,901	0,933	0,950	0,963
23	0,994	0,896	0,915	0,949	0,967	0,942
24	0,993	0,903	0,920	0,952	0,968	0,946
25	1,026	0,927	0,946	0,980	0,998	0,973
26	0,980	0,888	0,906	0,938	0,954	0,989
27	0,985	0,893	0,910	0,942	0,960	0,972
28	1,082	0,981	1,000	1,035	1,054	0,963
29	0,995	0,901	0,919	0,952	0,969	0,908
30	0,966	0,877	0,893	0,925	0,941	0,986
Ortalama	0,987	0,893	0,911	0,944	0,961	0,9204

Teknik etkinlik skorlarına ait tanımlayıcı istatistik değerleri çizelge 6.47’de verilmiştir.

Çizelge 6.47 Yapay sinir ağları ile elde edilen teknik etkinlik skorlarının tanımlayıcı istatistikler

	TE	TE mak.	TEort %10	TEort %50	TE ort %100	SSA
Ortalama	0,987	0,893	0,911	0,944	0,961	0,920
Standart Sapma	0,035	0,032	0,032	0,033	0,034	0,076
Varyans	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005
Ortalama Mutlak Sapma (MAD)	0,026	0,023	0,024	0,025	0,025	0,061
En düşük	0,898	0,814	0,830	0,859	0,874	0,767
En yüksek	1,082	0,981	1,000	1,035	1,054	0,991

Çizelge 6.47’de yer alan veriler incelendiğinde;

- Standartlaştırılmamış teknik etkinlik değeri (TE) ortalaması Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından belirtildiği gibi TE=1 değerini aşmıştır. Bu sorunu aşmak için Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından önerilen TE mak. ve Delgado (2005) tarafından önerilen en büyük pozitif hataların belirli bir yüzdesini dikkate almayı içeren yaklaşımdan da TE ort %10 ve TEort %50’nin mutlak ortalama sapma değeri birbirine yakın çıkmıştır.
- Standartlaştırılmamış TE için ortalama mutlak sapma 0,026, TE mak. için 0,023 ve TEort (%10), TE ort (%50), TE ort (%100) için sırasıyla 0,024, 0,025 ve 0,025’dir. Ortalama mutlak sapma, verilerin ortalama değerden ne kadar sapma gösterdiğini ölçer. Bu tablo, verilerin değişkenliği hakkında bilgi verir ve veriler arasındaki farkları anlamak için faydalı bir araçtır. Ortalama mutlak sapma değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Düşük bir farkla en düşük ortalama değeri TE mak. yöntemine aittir.
- Literatürde daha çok Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından önerilen TE mak. metodunun kullanıldığı görülmüştür (Erdem ve Karakoç 2010, Tosun 2012, Molinos-Senante, Torres-Inga 2019 ve Maziotis 2022).
- Bu verilere dayanarak, elde edilen TE değerlerinin genel olarak yakın olduğunu ve düşük bir varyasyon gösterdiği görülmektedir. Stokastik Sınır Analizi (SSA)

yöntemi, diğer yöntemlere göre daha yüksek bir varyasyon göstermektedir. Diğer metotlarda standart sapmanın düşük olması verilerin yapay sinir ağları ile hesaplanmasından ve veriler arasındaki bağı model tarafından öğrenildiğinden kaynaklandığı olarak yorumlanmıştır.

- YSA ile hesaplanan ortalama TE mak %89,30 olur iken, SSA ile TE değeri ise %92,04 olarak elde edilmiştir. TE ort %10 ile etkinlik %91,10 olarak belirlenmiş olup, SSA değeri ile belirlenen değere en yakın ölçümdür.
- YSA'ların öğrenme kabiliyetinin olmasını ve farklı öğrenme algoritmaları kullanabilmesini en büyük avantajı olarak gösterebiliriz. YSA eğitimi genellikle girdi ve çıktı değişkenleri arasında daha önce bilinmeyen ilişkilerin keşfini kolaylaştırır.
- YSA performansını etkileyen çeşitli faktörleri analiz ederek, işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamaya yardımcı olmasının yanı sıra işletme büyüklüğü, işletme sahiplerinin yönetim becerilerine ve diğer etkinsizliğe neden olan faktörlerin analize katılamıyor olması bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, bu yöntem işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamak için kullanılabilecek bir araçtır ve işletme performansının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynayabilecektir.

Çalışmada Matlab Yapay Sinir Ağı Araç Kutusu'ndaki çok katmanlı perceptron sinir ağı modeli oluşturulmuştur. Şekil 6.2'de yer alan girdi değişkenlerine ait veriler ile yapay sinir ağları eğitilmiştir. Ağın eğitimi için başlangıç ağırlıkları ve sapmaların ayarlanmasından sonra çıkış değerleri çıkış katmanından elde edilir ve aktivasyon fonksiyonları kullanılarak tanımlanmıştır. İşletmenin gerçekleştirdiği çıktı düzeyi ile mevcut girdileri kullanarak gerçekleştirebileceği çıktıyı tahmin edebileceği bir model oluşturulmuştur.

The screenshot displays the OctaveOnline web interface. The top bar is red with the 'OctaveOnline' logo and a 'MENU' button. Below the bar, there's a file manager on the left, a central editor with a MATLAB script, and a right-hand pane for variables and command history.

Files: input.txt, myNeuralNetwork, myTechnicalEfficiency, output145.txt. A 'Drop Files Here to Upload' button is also present.

Script (myNeuralNetworkFunction.m):

```
1 function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
2 %MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation
3 function.
4 % Auto-generated by MATLAB, 19-Jul-2023 15:54:15.
5 %
6 % [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments
7 :
8 % x = Qx5 matrix, input #1
9 % and returns:
10 % y = Qx1 matrix, output #1
11 % where Q is the number of samples.
12 %ok<*RPMTO>
13
14 %==== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====
15
16 % Input 1
17 x1_step1.xoffset = [0.693147181;4.248495242;5.651318905;8
18 .504229525;0.828551818];
19 x1_step1.gain = [2.46630346303436;0.930910428495356;4
20 .61701291508713;2.56168594839995;10.7135857727695];
21 x1_step1.ymin = -1;
22
23 % Layer 1
24 b1 = [2.5029228699189292051;-0.67364399238552608029;2
25 .1491955821928723225;2.0362164218446205943;-0
26 .032141566406587690485;-0.10505001802030761171;-1
27 .4056456047839267498;-1.7879903302203934423;1
28 .6022355245563706383;-2.0266751566456968625];
29
30 In1_1 = [-0.4186052909329127103 -0.6736019508407757872 0
```

Command History:

```
octave:1> myNeuralNetworkFunction([1.386294361
4.317488114 5.867681404 8.504229525
0.828551818])
ans = 3.6131
octave:2> myTechnicalEfficiency(3.6133, 3.17)
o145 = 3.1700
techEff = 0.8667
ans = 0.8667
octave:3> myNeuralNetworkFunction([2.5 70
333.00 22.60 2.46])
Connection lost. Attempting to reconnect...
octave:0> myNeuralNetworkFunction([2.5 70
333.00 22.60 2.46])
ans = 3.5079
octave:4> myTechnicalEfficiency(3.50, 3.17)
o145 = 3.1700
techEff = 0.8973
ans = 0.8973
```

Şekil 6.3 Yapay sinir ağları modeli uygulaması

Elde edilen modele TE formül kodları eklenmiş olup şekil 6.3’de gösterildiği gibi model çevrimiçi ortamda çalışmakta olup araştırmacı ve üreticilerin kullanımına uygun işletme performanslarını değerlendirme imkanı vermektedir. Oluşturulan modelden yararlanılarak web tabanlı bir uygulama geliştirmek mümkündür.

6.10 İncelenen İşletmelerde Ekonomik Etkinlik Analizi

Maliyet etkinliği veya ekonomik etkinlik bir ürünün minimum maliyetinin işletmenin tarafından gerçekleştirilen maliyetine oranıdır. Stokastik sınır analizi ile ekonomik etkinlik modelinde bağımlı değişken olarak süt maliyeti (TL/lt) alınmıştır. Bağımsız değişkenler olarak yem masrafı (TL/baş), hayvan sağlığı masrafı (TL/baş), yakıt masrafı (TL/baş), elektrik masrafı (TL/baş), ve işgücü masrafı (TL/baş) kullanılmıştır.

Y_i : i. işletmenin ortalama süt maliyeti (TL/lt)

X_{1i} : i. işletmenin yem masrafı (TL/baş),

X_{2i} : i. İşletmenin hayvan sağlığı masrafı (TL/baş),

X_{3i} : i. işletmenin yakıt masrafı (TL/baş)

X_{4i} : i. işletmenin elektrik masrafı (TL/baş)

X_{5i} : i. işletmenin işgücü masrafı (TL/baş)

ln: Doğal logaritma

β_k : tahmin edilen parametreler

V_i : Süt maliyeti ölçüm hatalarıyla ilişkili rastgele hataları veya dahil edilmeyen girdi değişkenlerinin birleşik etkilerini temsil eder.

Üretim fonksiyonu, burada V_i 'lerin bağımsız ve özdeş olarak dağılmış $N(0, \sigma^2)$ rastgele değişkenleri olduğu varsayılır.

u_i , i. çiftçi için teknik etkinsizliğin etkisi olacak şekilde bağımsız olarak dağıldığı varsayılan çiftçiler tarafından üretimin teknik etkinsizliği ile ilişkili negatif olmayan rastgele değişkenleri temsil eder.

Etkinsizlik etkileri modeli eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$u_i = \delta_0 + \delta_1 z_{1i} + \delta_2 z_{2i} + \delta_3 z_{3i}$$

u_i : i. işletmenin etkinsizliğini,

z_{1i} : İşletmecinin yaşı,

z_{2i} : Yıl olarak işletmecinin tecrübesi,

z_{3i} : Kuruluş sermayesindeki kredi oranı (%)

z_{4i} : Hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu (Evet=1, Hayır=0)

z_{5i} : Ari işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)

z_{6i} : Onaylı işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)

δ_s : Tahmin edilen bilinmeyen parametrelerdir.

Stokastik maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\ln C_i = C(Y_i, w_i; \beta) + v_i + u_i$$

Çizelge 6.48 Stokastik maliyet fonksiyonu parametre tahminleri

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t değeri
β_0	0,125	1,715	7,331***
Yem masrafı (TL/baş),	0,086	0,125	0,692
Hayvan sağlığı masrafı (TL/baş),	0,192	0,083	2,314**
Yakıt masrafı (TL/baş)	0,144	0,084	1,713*
Elektrik masrafı (TL/baş)	0,119	0,066	1,790*
Toplam hayvancılık destek tutarı (TL)	-0,233	0,133	-1,752**
İşgücü masrafı (TL/baş)	-0,277	0,075	-3,658***
Ölçeğe Getiri ($\sum_{i=1}^k \beta_i$)	0,433 ÖAZG		
Etkinsizliği açıklayan değişkenler			
δ_0	0,182	0,371	0,491
İşletmecinin yaşı,	0,003	0,003	1,029
Yıl olarak işletmecinin tecrübesi	-0,002	0,007	-0,367
Kuruluş sermayesindeki özkaynak oranı(%)	0,003	0,001	1,777*
Hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu (Evet=1, Hayır=0)	0,029	0,083	0,250
Ari işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	0,382	0,110	3,461***
Onaylı işletme olma durumu (Evet=1, Hayır=0)	-0,294	0,107	-0,273
sigma-squared σ^2	0,029	0,006	4,776***
Gamma γ	0,999	0,800	1,248
Log likelihood function	10,781		
LR Test (X^2)	25,17		
H ₀	Reddedildi		
Ortalama Ekonomik Etkinlik	% 78,5		

Modele eklenen değişkenlerin katsayılarının toplamı 1'den küçük olduğu için ölçeğe azalan getiri söz konusudur, yani girdilerindeki %1'lik azalış çıktıda ortalama % 0,433'lük bir artış elde etmeleri mümkündür.

Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin ekonomik etkinliği 0,785 olup en düşük etkinliğe sahip işletme 0,66 en yüksek etkinliğe sahip işletme ise 0,90 etkinlik skoruna sahiptir. Gama parametresini (γ) 0,99 olması işletmeye özgü değişkenliğin işletmeler arasındaki etkinlik varyasyonuna daha fazla katkıda bulunduğunu göstermektedir. Çalışmada incelenen süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığını korumak için yapılan masraflar süt maliyetini olumsuz etkilemektedir ($p<0,05$). İşletmelerde verimli ve karlı bir üretim için süt veriminde kayıplara sebep olabilecek hastalıkların aşı vb. uygulamalarla önlenmesi gerekmektedir. Sarıözkan, (2019) süt sığırcılığı işletmelerinde görülen mastitis vakalarına bağlı olarak oluşan finansal kayıpları tahmin etmiştir. Hastalığın şiddetine göre bir mastitis vakasında laktasyon süt veriminde 310 litre ile 710 litre kayıp olduğu çalışma da belirtilmiştir. Özsayın (2014), ise süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığı koruma hizmetleri ekonomik açıdan değerlendirmiş, mastitis aşı uygulamasının işletmeler için brüt ekonomik faydası olduğunu vurgulamıştır. İnceleme alanında yapılan çalışma sonucu sağlık harcamalarının verim kayıplarında meydana gelecek kayıpları engellemesi, dolayısıyla üretim maliyetini azaltması bulgusu daha önce yapılmış çalışmalar ile uyusmaktadır.

Yem masrafı, sütün kilogram maliyeti üzerine etkisi anlamlı çıkmamakla birlikte olumsuz etkiye sahip bir diğer değişkendir. Tosun (2021) çalışmasında hayvan başına düşen yem masrafında meydana gelen her %1'lik artış, sütün kilogram maliyetini %0.198 artırdığını tespit etmiştir.

Yakıt ve elektrik masrafı süt maliyeti üzerinde olumsuz etkiye sahip iken destekler olumlu etkiye sahiptir ($p<0,05$). Hayvan başına düşen destek tutarındaki her %1'lik artış, sütün kilogram maliyetini %0,233 azaltacaktır.

İncelenen işletmelerde işgücü masrafındaki süt maliyeti üzerine olumsuz etkisi bulunmaktadır ($p<0,01$). Çizelge 6. 40'da incelenen işletmelerde en düşük işgücü (EİB) 3 iken en yüksek 21,75 bulunmuştur. Tarım arazisi ve hayvan sayısının büyümesi işgücü masraflarını optimize etme güçlüğüne ortaya çıkarmaktadır. Luik-Lindsaar vd. (2018) çalışmasında daha etkin çiftliklerin inek başına daha az tarım arazisi ve iş gücü kullandığını belirtmiştir.

Kuruluş sermayesindeki öz kaynak oranındaki artış ($p<0,05$) ile ari işletme olma durumu ($p<0,01$) süt maliyeti üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır. Türkiye de yaygın olarak görülen sığır tüberkülozu, sığır, koyun, keçi brusellozu gibi hayvanlardan insanlara bulaşabilen hastalıklarla etkin mücadele ve sürdürülebilir hayvancılığın amacı ile hastalıktan ari işletme desteklemesi uygulanmaktadır. Tijen vd (2020) çalışmasında hastalıktan ari işletme destekleri üzerinde bir inceleme gerçekleştirmiştir. Sertifikaya başvurmada hayvancılık desteklerinden daha fazla miktarda faydalanma, ürünü daha yüksek bedelle pazarlama isteği, ürünü daha kolay pazarlama, destek kapsamındaki testlerin ücretsiz ve düzenli takibinin yapılması gibi hususların etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Etkinlik analizi sonuçları, inceleme alanındaki süt sığırıcılığı işletmelerinin ekonomik etkinlik skorlarının 0,67 ile 0,90 arasında değiştiğini ve ortalama etkinlik skorunun 0,79 olduğunu göstermiştir. İnceleme süt sığırıcılığı işletmelerin ekonomik yetersizliklerini ortadan kaldıracak önlemler alması halinde, süt üretim maliyetlerini %21 azaltılabileceklerdir. Kumbar (2015) ekonomik etkinliği 0,42 bulmuş olup 50 baş üzeri işletmelerde ekonomik etkinliğin 0,60 olduğunu tespit etmiştir. Tosun (2021) çalışmasında profesyonel süt sığırıcılığı işletmelerinin ekonomik etkinliğini 0,89 bulmuştur, yarı profesyonel ve geleneksel süt sığırıcılığı işletmelerinden daha yüksek ekonomik etkinlik skoruna sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonuçları Tosun (2021) sonuçları ile uyumludur.

Çizelge 6.49 İşletmelerin ekonomik etkinlik skorları

	Sayı	%
66-75	8	26,67
76-85	19	63,33
86-90	3	10,00

Çizelge 6.49’da işletmelerin %63,33’ünün ekonomik etkinlik skorunun %76 ile %85 arasında olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma bölgesindeki süt sığırıcılığı işletmelerinin, ekonomik etkinlik seviyelerine göre kıyaslandığında mali rantabilite oranlarının, ekonomik rantabilite oranlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Mali rantabilite oranının ekonomik rantabilite oranını aşması, işletmelerin tarım dışından sağladıkları geliri etkili bir şekilde değerlendirdiklerini göstermektedir. Araştırma bölgesindeki süt

sığırcılığı işletmeleri, sahip oldukları mevcut varlıklarla kısa vadeli yükümlülüklerini yerine getirme kapasitesine sahiptirler.

6.11 İncelenen İşletmelerin Tahsis Etkinliği

Tahsis etkinliği, bir işletmenin belirli girdi fiyatları arasından en uygun girdi bileşimini seçme yeteneğini ölçmektedir. Bu durum, üretim sınırıyla ilişkilendirilen teknik etkinlik kavramından ayrılmaktadır. tahsis etkinliği, işletmenin toplam girdi maliyetlerini en aza indiren koşullu bir maliyet minimizasyon modelini ifade eder. Bu model aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\text{Min } C(x) = \sum_{i=1}^k q_i \cdot x_i.$$

Çizelge 6.50’de hesaplanan tahsis etkinlik ekonomik etkinliğin, teknik etkinliğe oranlanmasıyla ($AE=EE/TE$) elde edilmiştir.

Çizelge 6.50 İncelenen işletmelerin tahsis etkinlik skorları

	Ortalama	Standart Hata	En Küçük	En Büyük
Ekonomik Etkinlik	78	0,99	66	90
Teknik Etkinlik (Model I)	0,92	0,01	0,77	99,10
Teknik Etkinlik (Model II)	0,93	0,01	0,73	99,10
Tahsis Etkinlik (Model I ile)	85,30	1,54	70,82	99,08
Tahsis Etkinlik (Model II ile)	83,93	1,51	66,67	100,00

İşletmelerin ortalama tahsis etkinlik skoru %84 ila 85 arası belirlenmiştir. İşletmeler için bu değer, %15-16 oranında minimum masraflı girdi bileşiminden daha fazla masraf yaptığını göstermektedir. Bravo-Ureta ve Rieger (1991) çalışmalarında 511 süt sığırcılığı işletmelerinin teknik, ekonomik ve tahsis etkinliği analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre elde edilen analiz sonuçlarına göre işletmelerin ekonomik etkinliği %70, tahsis etkinliği %84 ve teknik etkinliği ise %83 olarak belirlemiştir. Kumbar (2015) Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illeri büyükbaş hayvancılığı işletmelerinde etkinlik skorlarını sırasıyla 0,68, 0,69 ve 0,68 olarak tespit etmiştir. Tosun (2021) çalışmasında belirlediği geleneksel, yarı profesyonel ve profesyonel süt sığırcılığı işletmeleri için tahsis etkinlik skorları sırasıyla 0,79, 0,80 ve 0,90’dır.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Konya’da sürü yönetim yazılımı kullanan süt sığırcılığı işletmelerinin sürü yönetim sistemlerini kullanan süt sığırcılığı işletmelerinin teknik etkinliklerinin ölçülmesi ve etkinsizliklerin nedenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İşletmelerin tüm yönleri ayrıntılı bir şekilde inceleyerek işletmelerin üretim düzeyleri, gelir, gider ve karlılıklarını belirlenmiş ve işletmelerin etkinliklerine etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

İşletmelerde ortalama işletme arazi büyüklüğü 641,49 dekar olarak tespit edilmiştir. Mülk arazilerin oranı %96,05, kiraya ve ortağa tutulan arazilerin oranı %3,95’dir. İşletme nüfus ortalaması 3,70 kişidir. İşletme başına düşen aile işgücü 1,99 EİB dir. İncelenen işletmelerin yabancı işgücü işletmeler ortalamasında bu değer 8,51 EİB’dir. Araştırma kapsamında yer alan işletmelerde otomatik sağım yapılıyor olması sağım için ihtiyaç duyulan işgücü oranını %50 den fazla azaltmıştır. İşletmeler sulu tarla arazilerinde kendi yemlerini üretilip depolamaktadırlar. İşletmelerin üretim alanlarının %36,01’inde yonca, %26,54’ünde ise silajlık mısır ekilidir. Araştırma alanındaki süt sığırcılığı işletmesi ortalama 370,62 BBHB hayvan varlığına sahiptir, işletme başına ortalama 239,7 baş inek varlığı görülmektedir. İşletmelerin ortalama 305 günlük süt verimi 7.235,36 lt’dir.

Araştırmada, süt sığırcılığı işletmelerinin sermaye neveleri ve dağılım oranları belirlenmiştir. Çiftlik sermayesinin oranı %51,78 iken işletme sermayesinin oranı %48,22 olarak tespit edilmiştir. İşletme sermayesi ve çiftlik sermayesi arasında bir denge gözlemlenmektedir. İncelenen işletmelerin çiftlik sermayesi içerisindeki en yüksek pay toprak sermayesine (% 27,05) aittir, ikinci sırada %23,59 ile bina sermayesi yer almaktadır. İşletme sermayesi içinde en yüksek pay hayvan sermayesine %28,22, Entansif üretim nedeniyle ikinci sıra alet-makine sermayesine (%14,81)’e aittir. İşletmelerin gayrisafi üretim değeri içerisinde hayvansal üretimin payı %79,01 iken bitkisel üretim değerinin payı %20,99 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen süt sığırcılığı işletmelerin bir yılda ortalama 6.640.768,87 TL masraf yapmaktadırlar. İşletme masraflarının %25,14’ünü sabit masraflar, %74,86’sını değişen masraflar oluşturmaktadır. Değişen masrafların %78,22’sini yem masrafı

oluşturmaktadır. Hayvan sayısındaki artışa paralel olarak yem üretiminin aynı oranda artmadığı, mevcut yem fabrikalarının tahsis etkinliklerini artırdığı ve yeni yem fabrikalarının kurulduğu gözlemlenmektedir. Bunun sonucunda, yerli hammaddelerin yeterli olmaması nedeniyle ithalat yapılması gerekmektedir, bu da kesif yem fiyatlarının artmasına ve hayvansal üretim maliyetlerinin yükselmesine sebep olmaktadır.

Hayvan beslemede oldukça önemli bir yer tutan kuru madde tüketimi hayvan sağlığı ve verimi için gerekli olan besin miktarını içermektedir. Türkiye’de büyükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılan kesif yemlerin oranı, kuru madde olarak değerlendirildiğinde %50 ila %60 arasındadır. Gelişmiş hayvancılık ülkelerinde kuru madde ihtiyacı çoğunlukla kaba yemlerle karşılanmaktadır. Türkiye’deki bitkisel üretimin yetersizliği, hayvan besleme maliyetlerini arttırdığından, tarım politikalarının geniş bir perspektiften gözden geçirilerek bitkisel üretim miktarlarının artırılması ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi gerekmektedir. Ancak araştırma alanında yer alan işletmelerin sürü yönetim sistemlerinde kayıtlı yem rasyonlarına göre işletmelerin günlük hayvan başı kullandıkları yem (KM) miktarı 21,04 kg bulunmuştur. İşletmelerin kullanmaları gereken kuru madde miktarından % 4,25 oranında fazla kullandıkları tespit edilmiştir. Yem dönüşüm oranı 1,28 olarak belirlenmiştir.

Mali rantabilite oranının (%16,25) ile ekonomik rantabilite(%15,56) oranından yüksek olması, yabancı sermayenin işletmeler tarafından etkin kullanıldığını göstermektedir. 2020 yılı cari faiz oranı ortalaması olan % 15’den yüksek rantabilite oranına sahiplerdir.

İşletmelerde üretilen 1 kilogram sütün üretim maliyeti desteksiz 1,85 TL ve destekli 1,57 TL olarak tespit edilmiştir.

Sürü yönetim sistemleri, sürüdeki hayvanların özelliklerini belgeleyerek, hayvanların sağlığı, üretkenliği ve genel sürü performansını izlemek ve geliştirmek için kullanılır.

Bu sistemler büyük miktarda veriyi sensörler aracılığıyla toplar ve depolar, böylece veriye dayalı araştırmalar için fırsatlar yaratırlar.

Bununla birlikte, veri entegrasyonun eksikliği, bir başka deyişle verileri standartlaştırılmaması çiftçilerin verileri analiz etmelerini zorlaştırıyor ve verilerin şu anda tam potansiyelleriyle kullanılmadığını göstermektedir.

Sürü yönetim programlarından yem programları ile birlikte yem maliyetlerine ilişkin bilgiler çalışma için sistemden alınmıştır ve hem ekonomik analizde hem de teknik etkinlik analizinde kullanılmıştır

İşletmelerin sürü yönetim sisteminden alınan verilere göre ortalama laktasyon süresi 317,67 gün toplam laktasyon verimi, 9178 lt ortalama 305 günlük süt verimi 7.477 lt ve ortalama günlük süt verimi 27,37 lt/gün/inek olarak belirlenmiştir. 2020 yılı AB inek başına alınan ortalama süt verimi 7.647 lt'dir çalışma kapsamındaki işletmeler AB düzeyinde üretim yapmaktadır.

Çalışmada iki ayrı değişken veri seti ile teknik etkinlik analizi yapılmıştır. Birinci veri setinde sürü yönetim sisteminde kayıtlı veriler kullanılmıştır. İkinci veri seti ise literatüre dayanarak, ana maliyet kalemlerini oluşturan giderlerde dikkate alınarak hazırlanmıştır. Stokastik sınır üretim fonksiyonunun parametreleri, maksimum olabilirlik tahmini kullanılarak tahmin edilmiştir. Cobb-Douglas etkinlik sınırı analizi sonuçlarına göre varyans parametreleri istatistiki olarak %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Model I'de sürü yönetim sistemi kullanan işletmelerde süt üretim miktarı üzerine bağımsız değişkenlerden laktasyon ortalaması, yem (KM) tüketimi, ME oranının etkisi bulunmaktadır. Model I'de işletmelerin teknik etkinliği % 92,04 ile etkinlik düzeyi yüksek bulunmuştur.

Model II'de işletmelerin teknik etkinliği % 93,51 olarak tespit edilmiştir. Her iki model de işletmelerin etkinlik düzeyi yüksek bulunmuştur. İşletmelerde süt üretim miktarı üzerine bağımsız değişkenlerden işgücü, toplam hayvancılık destek tutarı ve kullanılan kesif yem oranının etkisi bulunmaktadır.

Yıl olarak işletmecinin tecrübesi, hayvancılıkla ilgili eğitim alma durumu ve ari işletme olma durumu istatistik olarak $p < 0,10$ oranında anlamlı bulunurken, özkaynak oranı(%)

ve onaylı işletme olma durumu $p < 0,05$ oranında anlamlı bulunmuştur. İşletmecinin yaşı değişkenin katsayısı negatif ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Katsayısı dikkate alındığında küçük bir değere sahip olması (0,004) yaşın büyük bir kısıtlama olmadığını göstermektedir. İşletmecinin deneyimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,10$) ve katsayı işareti pozitifdir, tecrübe arttıkça süt verimi üzerine olumlu etkisi olduğunu gösterir. Kredi oranının ($p < 0,10$) anlamlı bulunmuş olup, kuruluş sermayesi içinde kredi oranının yüksek olması etkinliği negatif etkilemektedir. İşletmecinin hayvancılık üzerine eğitim alma durumu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte, katsayı işareti beklenildiği gibi negatiftir. Bu sonuç, işletme yöneticisinin eğitim alma durumunda etkinsizliğin azalacağı anlamına gelmektedir.

İki model ortalamaları arasındaki anlamlılığı ortaya koymak amacıyla hesaplanan t değeri ($t = -1,161$, $p > .05$) olarak hesaplanmıştır ve iki model ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Sürü yönetim sistemlerinden elde edilen verilerin teknik etkinliğin belirlenmesinde önemli bir kaynak olacağı çalışmada ortaya konulmuştur.

Sürü yönetim sistemlerinden elde edilen verilerin doğru ve güvenilir olması, teknik etkinlik analizlerinin doğru sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Sonuç olarak, sürü yönetim sistemlerinden elde edilen veriler, işletmenin teknik etkinliğini değerlendirmek için kullanılması mümkündür. Bu veriler, işletme sahiplerine ve yöneticilere, kaynakları en iyi şekilde kullanarak etkinliği artırmak için stratejiler geliştirmede yardımcı olacaktır.

YSA'lar ile teknik etkinlik analizinde stokastik sınır analizi model 1'de kullanılan girdi ve çıktı değerlerinden oluşan veri seti kullanılmış ve beş ayrı yöntemle teknik etkinlik skorları elde edilmiştir. Bu yöntemlere ait ortalama mutlak sapma değerleri en uygun tahmin yöntemini belirlemek için kullanılmıştır.

Standartlaştırılmamış TE için ortalama mutlak sapma 0,026, TE mak. için 0,023 ve TEort (%10), TE ort (%50), TE ort (%100) için sırasıyla 0,024, 0,025 ve 0,025'dir. Ortalama mutlak sapma, verilerin ortalama değerden ne kadar sapma gösterdiğini ölçer. Bu tablo, verilerin değişkenliği hakkında bilgi verir ve veriler arasındaki farkları anlamak için

faydalı bir araçtır. Ortalama mutlak sapma değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Düşük bir farkla en düşük ortalama değeri TE mak. yöntemine aittir.

Literatürde daha çok Athnassopoulos ve Curram (1996) tarafından önerilen “TE mak. metodunun kullanıldığı görülmüştür (Erdem ve Karakoç 2010,Tosun 2012, Molinos-Senante, Torre-Inga 2019 ve Maziotis 2022).

TE skorlarının genel olarak yakın olduğunu ve düşük bir varyasyon gösterdiği görülmektedir. Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemi, diğer yöntemlere göre daha yüksek bir varyasyon göstermektedir. Diğer metotlarda standart sapmanın düşük olması verilerin yapay sinir ağları ile hesaplanmasından ve veriler arasındaki bağın model tarafından öğrenildiğinden kaynaklandığı olarak yorumlanmıştır.

YSA ile hesaplanan ortalama TE mak %89,30 olur iken, SSA ile TE değeri ise %92,04 olarak elde edilmiştir. TE ort %10 ile etkinlik %91,10 olarak belirlenmiş olup, SSA değeri ile belirlenen değere en yakın ölçümdür.

YSA’ların öğrenme kabiliyetinin olmasını ve farklı öğrenme algoritmaları kullanabilmeleri en büyük avantajlarıdır. YSA eğitimi genellikle girdi ve çıktı değişkenleri arasında daha önce bilinmeyen ilişkilerin keşfini kolaylaştırır.

YSA performansını etkileyen çeşitli faktörleri analiz ederek, işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamaya yardımcı olmasının yanı sıra işletmeye ve işletme sahiplerinin ait etkinsizliğe neden olan faktörlerin analize katılamıyor olması bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, bu yöntem işletmelerin teknik etkinlik düzeylerini hesaplamak için kullanılabilecek bir araçtır ve işletme performansının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynayabilecektir.

Yapay sinir ağları kullanımı yüksek güvenilirlik oranı nedeniyle araştırmacılar için büyük avantajlar sağlamakla birlikte, YSA modellerinde çok sayıda ağ girdisi gerekmesi bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle süt sığırcılığı işletmelerinde bireysel ineklere ait verilerin depolandığı sürü yönetim yazılımlarının kullanımının artması bu alandaki gelecek çalışmalar için önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin ekonomik etkinliği 0,785 olup en düşük etkinliğe sahip işletme 0,66, en yüksek etkinliğe sahip işletme ise 0,90 etkinlik skoruna sahiptir. Çalışmada kullanılan yem masrafı (TL/baş), hayvan sağlığı masrafı (TL/baş), yakıt masrafı (TL/baş), elektrik masrafı (TL/baş), ve işgücü masrafı (TL/baş) değişkenlerin süt maliyetini olumsuz etkilemektedir. Kuruluş sermayesindeki öz kaynak oranındaki artış ile ari işletme olma durumunun ise ekonomik etkinsizliği azaltma da olumlu etkisi bulunmaktadır.

Her iki SSA teknik etkinlik modelinde de gama parametresini (γ) 0,34 olması işletmeye özgü değişkenlerin (işletmecinin yaşı, deneyimi, özkaynak oranı, eğitim alma durumu, ari ve onaylı işletme olma durumu) işletmeler arasındaki etkinlik varyasyonunu çok etkilemediğini göstermektedir. Ekonomik etkinlik analizinde ise gama parametresini (γ) 0,99 olması işletmeye özgü değişkenliğin işletmeler arasındaki etkinlik varyasyonuna daha fazla katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Her iki SSA teknik etkinlik modeliyle ortalama tahsis etkinlik skoru elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla %84 ila 85 arası belirlenmiştir. İşletmeler için bu değer minimum masraflı girdi bileşiminden daha fazla oranda masraf yaptıklarını gösterir.

Sonuç olarak;

- Teknik etkinlik analizinde sürü yönetim sistemlerinden elde edilen verilerin teknik etkinliğin belirlenmesinde önemli bir kaynak olacağı çalışmada ortaya konulmuştur.
- Sürü yönetim sistemlerinden elde edilen kapsamlı veriler YSA'lar ile teknik etkinlik çalışmalarının geleceği için fırsat sunmaktadır.
- TE mak., TEort (%10), TE ort (%50), TE ort (%100) için ortalama mutlak sapma tahmin sonuçlarına göre en iyi sonuç veren yöntem TE mak olarak tespit edilmiştir. Ancak bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
- İşletmenin gerçekleştirdiği çıktı düzeyi ile mevcut girdileri kullanarak gerçekleştirebileceği çıktıyı tahmin edebileceği bir model YSA ile oluşturulmuştur. Oluşturulan modelden yararlanılarak araştırmacı ve üreticilerin

kullanımına uygun TE skorlarını tespit için web tabanlı bir uygulama geliştirmek ileriki çalışmalar için hedeflenmektedir.

- Süt sığırcılığı işletmelerinde bireysel ineklere ait verilerin depolandığı sürü yönetim yazılımlarının kullanımının artması bu alandaki gelecek çalışmalar için önem arz etmektedir. Bu sistemlerin kullanımını artırmaya yönelik teşvik edici politikalar geliştirilmelidir.



KAYNAKLAR

- Açıl, F. ve Demirci, R. 1984. Tarım Ekonomisi Dersleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 880, Ankara.
- Afriat, S.N. 1972. Efficiency estimation of production functions, International Economic Review 13, Oct., 568-598.
- Aigner, D.J. ve SF. Chu, 1968. On estimating the industry production function, American Economic Review 58,826-839.
- Aigner, D., Lovell, C.A.K. ve Schmidt, P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of Econometrics, 6, 21- 37.
- Akıllı, A. ve Atıl H. 2014. Süt Sığırcılığında Yapay Zekâ Teknolojisi: Bulanık Mantık Ve Yapay Sinir Ağları. Hayvansal Üretim, 55(1), 39-45.
- Alpaydın, E. 2004. Inroduction To Machine Learning. England: The MIT Press Cambridge.
- Anonim 2018. Süt Sektör Politika Belgesi 2018-2022 <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Plan-Program-ve-Faaliyet-Raporlari/sekt%C3%B6r-politika-belgeleri> Erişim Tarihi: 17.05.2021
- Anonim 2020 a. GAP, DAP, DOKAP VE KOP Projeleri Kapsamındaki İllerde Hayvancılık Yatırımlarının Desteklenmesi Faaliyet Raporu [url:https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Projeler/2020%20YILI/GAP%20DAP%20DOKAP%20VE%20KOP-K%C4%B0TAP-30-06-2020-SON.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Projeler/2020%20YILI/GAP%20DAP%20DOKAP%20VE%20KOP-K%C4%B0TAP-30-06-2020-SON.pdf) Erişim Tarihi: 17.05.2021
- Anonim 2020 b. Konya ekonomi raporu 2019, Anadolu Ofset Konya. isbn: 978-605-137-773-5. [url:http://www.kto.org.tr/](http://www.kto.org.tr/) Erişim Tarihi: 17.05.2021
- Anonim 2021 a. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Çiğ Süt Üretim İstatistikleri, 2020-2021 [url:https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cig-Sut-Uretim-Istatistikleri-2020-2021-45861](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cig-Sut-Uretim-Istatistikleri-2020-2021-45861) Erişim Tarihi: 7.12.2022
- Anonim 2021 b. Ulusal Süt Konseyi (USK) 2021 Süt Raporu [url:https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/2021-Sut-Raporu.pdf](https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/2021-Sut-Raporu.pdf) Erişim Tarihi: 17.12.2022
- Anonim 2021c Konya Tarımı 2021 [url:https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/KonyaTar%C4%B1m%C4%B12021kitab%C4%B1son.pdf](https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liflet/KonyaTar%C4%B1m%C4%B12021kitab%C4%B1son.pdf) Erişim Tarihi: 07.12.2021
- Anonim 2021 d. Konya ili iklim özellikleri [url:https://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html](https://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html) Erişim Tarihi: 07.12.2021
- Anonim 2021 e. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2021 [url:https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-45500](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-45500) Erişim Tarihi: 29.06.2022
- Anonim 2021 f 2021 Konya Çevre Durum Raporu <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/konya-ilcdr-2021-20220811104238.pdf> Erişim Tarihi: 29.06.2022

- Anonim 2022 a. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). url:<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sut-ve-Sut-Urunleri-Uretimi-Aralik-2021-45747> Erişim Tarihi:09.03.2023
- Anonim 2022 b. Çiğ-Süt Yem Paritesi url:<https://ulusalsutkonseyi.org.tr/cig-sut-yem-paritesi-627/> Erişim Tarihi:09.03.2023
- Anonim 2022 c. Konya ili İkili Verileri <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KONYA> Erişim Tarihi:09.03.2023
- Anonim 2022 d Konya ili Demografik Durum url:<https://www.konyadayatirim.gov.tr/konya/demografik-durum> Erişim Tarihi:09.03.2023
- Anonim 2023a Hayvancılık Genel Müdürlüğü Hayvan Verileri url:<https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf> Erişim Tarihi:13.03.2023
- Anonim 2023b Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Hayvansal üretim verileri url:<https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do#> Erişim Tarihi:13.03.2023
- Anonim 2023 c. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). İşgücü İstatistikleri <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Labour-Force-Statistics-2020-37484> Erişim Tarihi:15.03.2023.
- Anonim 2023 d. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Bitkisel üretim istatistikleri biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr Erişim Tarihi:15.03.2023.
- Arısoy, H. 2004. Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyleri ve Geleneksel Çeşitler ile Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi-Konya İli Örneği, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Athanassopoulos, A.D. ve Curram, S.P.A. 1996. Comparison Of Data Envelopment Analysis And Artificial Neural Networks As Tools For Assessing The Efficiency Of Decision Making Units, Journal of the Operational Research Society 47 8, 1000–1016.
- Aydemir, A., 2019. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Analizi: Artvin İli Şavşat İlçesi Örneği, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ayık, M. 1985. Hayvancılıkta Mekanizasyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:948, Ankara.
- Barkema, H. W., von Keyserlingk, M. A., Kastelic, J. P., Lam, T. J. G. M., Luby, C., Roy, J. P. ve Kelton, D. F. 2015. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. Journal of dairy science, 98(11), 7426-7445.
- Battese, G.E. ve Corra, G.S. 1977. Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia, Australian Journal of Agricultural Economics 21, pp. 169-179.

- Battese, G. E. ve Coelli, T. J. 1992. Frontier Production Functions, Technical Efficiency And Panel Data: With Application To Paddy Farmers In India. *Journal Of Productivity Analysis*, 3(1), 153-169.
- Battese, G. E. ve Coelli, T. J. 1995. A Model For Technical Inefficiency Effects In A Stochastic Frontier Production Function For Panel Data. *Empirical Economics*, 20(2), 325-332.
- Bayaner, A. 1995. Konya İli Buğday Yetiştiren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Bu İşletmelerde Buğday Üretiminde Gübre Kullanımının Fonksiyonel Olarak Araştırılması, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Bayramoğlu, Z. 2003. Konya ilinde süt sığırcılığı projesi (100x2) kapsamında yer alan işletmelerin ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bewley, J. 2010. Precision Dairy Farming: Advanced Analysis Solutions For Future Profitability. First North American Conference on Precision Dairy Management. Progressive Dairy Operators. 2-5.
- Bewley, J. M., Russell, R. A., Dolecheck, K.A. ve Borchers, M.R. 2015. Precision Dairy Monitoring: What Have We Learned?. In *Precision Livestock Farming Applications: Making Sense Of Sensors To Support Farm Management* (pp. 33-44). Wageningen Academic Publishers.
- Binici, T., Demircan, V., Zulauf, C.R., 2006. Assessing Production Efficiency of Dairy Farms in Burdur Province, Turkey. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 107 (1): 1–10.
- Bülbül, M. 1979. Bafra İlçesi Tütün İşletmelerinin Ekonomik Yapısı ve Cari Harcamaların Dağılımı ve Bunların Gelir Üzerine Etkisi, A.Ü. Ziraat Fakültesi Zirai Ekonomi ve İşletmecilik Kürsüsü, Ankara.
- Bravo-Ureta, B.E. ve Rieger, L. 1991. Dairy farm efficiency measurement using stochastic frontiers and neoclassical duality. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(2), 421-428.
- Cabrera, V. E., Solis, D., ve Del Corral, J. 2010. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. *Journal of dairy science*, 93(1), 387-393.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, II, 1978, 429-444.
- Christensen, L. R., Jorgenson, D. W. ve Lau, L. J. 1973. Transcendental logarithmic production frontiers. *The Review of Economics and Statistics*, 55(1), 28-45.
- Claesson, O. 1977. Modern aspect of milk production with special reference to the milking machines. *International Dairy Federation 61 St. Annual Sessions*, p:15, Stockholm, Sweden.
- Coelli, T.J. 1995. Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement. *Australian Journal of agricultural economics*, 39(3), 219-245.

- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. ve Battese, G. E. 1998. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Publication, Second Edition, Boston.
- Coelli, T., Rahman, S. ve Thirtle, C. 2002. Technical, Allocative, Cost and Scale Efficiencies In Bangladesh Rice Cultivation: A Non-Parametric Approach. Journal of Agricultural Economics, 53(3), 607-626.
- Çakıcı, İ. 2006. Türkiye'de yaygın olarak kullanılan sürü yönetim yazılımlarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi,
- Çıkrıkcı, C. A. 2019. Türkiye'de robotik sağım sistemiyle çalışan işletmelerin sürü yönetim performans değerlerinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Daştan, H. 2018. Türkiye Şeker Sanayinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(14), 478-498.
- Demirci, R. 1978. Kırşehir merkez ilçesi hububat işletmelerinde optimal işletme organizasyonları ve yeter gelirli işletme büyüklüklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Doçentlik tezi. Ankara.
- Demircan, V., Binici, T., Zulauf, C.R., 2010. Assessing pure technical efficiency of dairy farms in Turkey. *Agricultural Economics – Czech*, 56 (3): 141–148.
- Delgado, F. J. 2005. Measuring efficiency with neural networks. An application to the public sector, *Economics Bulletin* 3 (15), 1–10, 2005.
- Elmas Ç. 2003. Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), Seçkin Yayınları: Ankara.
- Erdem, S. ve Kocakoç, I. D. 2010. A new ANN training approach for efficiency evaluation. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 39(3), 439-447.
- Ergülen, A. ve Topuz, D. 2008. İşletmelerdeki Verimliliğin Tahmin Edilebilmesi Ve Bu Verimliliği Etkileyen Faktörlerin Mlp Tipi Yapay Sinir Ağları Tekniği İle Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 219-231.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kıral, T., Açıl, A.F. ve Demirci, R. 1995. Tarım Ekonomisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı, Yayın no:5, Ankara.
- Farrell, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society, Series A, CXX*, Part 3: 253-290.
- Fountas, Z. 2011. Spiking neural networks for human-like avatar control in a simulated environment. *Computing Science of Imperial College London*.
- Gelb, E., Kislev, Y. ve Voet, H. 2005. Measuring The Benefit Of A Computer In The Milking Parlor : The Yavneh dairy case study. *ICT in Agriculture: Perspectives of Technical Innovation* (1-11). Jerusalem: The Hebrew University of Jerusalem.
- Gözener, B. 2013. TR83 Bölgesinde Sığır Yetiştiriciliğine Yer Veren İşletmelerin Ekonomik Analizi Ve Teknik Etkinlik. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, Tokat.

- Greene, W. 2003. The Invariance Assumption in Panel Data Studies of Technical Inefficiency Based on the Stochastic Frontier Model. Manuscript, Stern School of Business, New York University, Department of Economics.
- Grzesiak, W., Lacroix, R., Wójcik, J. ve Blaszczyk, P. 2003. A comparison of neural network and multiple regression predictions for 305-day lactation yield using partial lactation records. Canadian Journal of Animal Science, 83(2), 307-310.
- Gündüz, O. 2011. Süt Sığırcılığında Teknik Etkinlik: Stokastik Etkinlik Sınırı Yaklaşımı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(1), 11-20.
- Hansen, W.C. ve Plum, A. 2017. The Relationship between Animal Health and Milk Quality and the Efficiency of Danish Dairy Farms.
- İçöz, Y. 2004. Verimlilik, Tarımsal Ekonomik Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı: 5.
- Kaçıra, Ö. 2007. Mısır Üretiminde Etkinlik Analizi: Şanlıurfa ili örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kaya, E., Örs, A. 2015. Süt Çiftliklerinde Hassas Tarım Teknolojileri 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Diyarbakır.
- Kaya, M.S. ve İnce, K. 2021. Nesnelerin İnternetinde Çok Katmanlı Algılayıcı Kullanarak Zamanlama Analizi Saldırısı ile Özel Anahtar Tahminlemesi. Computer Science, (Special), 385-390.
- Keskin, G. ve İ. Dellal. 2011. Trakya Bölgesinde Süt Sığırcılığı Üretim Faaliyetinde Brüt Kâr Analizi. Kafkas Un. Vet. Fak. Derg. 2011 17 (2): 177-182.
- Kıral, T., Kasnaçoğlu, H., Tatlıdil, F.F., Fidan, H. ve Gündoğmuş, E. 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 37, Ankara.
- Kokoç, F. ve Gencer, C. T. (2019). Türk Serbest Bölgeleri Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 810-827.
- Kompas, T. ve Che, T.N. 2006. Technology choice and efficiency on Australian dairy farms. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 50(1), 65-83.
- Koyubenbe, N. ve Özden, A. 2011. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Parametrik Etkinlik Ölçümü: İzmir İli Örneği. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2), 23-27.
- Kumbar, N. 2015. Trakya Bölgesinde Büyükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Etkinlik Analizi. T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Kumbhakar, S.C. ve Lovell. C.A.K. 2000. Stochastic Frontier Analysis. Cambridge (England), New York: Cambridge University Press.
- Külekçi, M. ve Bayram, B. 2012. Buzağların beslenmelerinde etkinliğin belirlenmesi: Stokastik sınır analizi uygulaması. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1), 55-61.

- Lacroix, R., Wade, K. M., Kok, R. ve Hayes, J. F. 1995. Prediction of cow performance with a connectionist model. *Transactions of the ASAE*, 38(5), 1573-1579.
- Lachaal, L. 1994. Subsidies, Endogenous Technical Efficiency and The Measurement of Productivity Growth. *J Agr. and Applied Econ*, 26 (1): 299-310.
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S., & Zawalinska, K. 2004. Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland. *Applied economics*, 36(12), 1255-1263.
- Lazarus, W. F. and Smith, T. R., 1988. Adaptations of computers and consultant services by New York dairy farmers. *J. Dairy Sci.* 71: 1667-1675.
- Liang, D., Delgado, H., ve Cabrera, V. 2018. A virtual dairy farm brain. In *Proceedings of the 13th European International Farming System Association Symposium*.
- Liao, H., Wang, B. ve Weyman-Jones, T. 2007. Neural network based models for efficiency frontier analysis: an application to east asian economies' growth decomposition. *Glob. Econ. Rev.: Perspect. East Asian Econ. Ind.* 36 (4), 361–384.
- Luik-Lindsaar, H., Viira, A. H., Viinalass, H., Kaart, T. ve Värnik, R. 2018. How do herd's genetic level and milk quality affect performance of dairy farms?. *Czech Journal of Animal Science*, 63(10), 379-388.
- Ma, W., Bicknell, K. ve Renwick, A. 2019. Feed use intensification and technical efficiency of dairy farms in New Zealand. *Aust J Agric Resour Econ*, 63: 20-38
- Madsen, S.L., Karstoft, H., Nyholm J., Rasmus, N. ve Michael, K. 2017. Quantifying behaviour of dairy cows via multi-stage Support Vector Machines. 8th European Conference on Precision Livestock Farming: ECPLF 2017. ed. / D. Berckmans; Alassane Keita. 2017. p. 90-100.
- Mat, B., ve Cevger, Y. 2020. Balıkesir ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları. *Eurasian J Vet Sci*, 36(4), 277-286.
- Madgavkar, A., Manyika, J., Krishnan, M., Ellingrud, K., Yee, L., Woetzel, J. Ve Balakrishnan, H. 2019. The future of women at work: Transitions in the age of automation. McKinsey Global Institute. (Erişim: 24.04.2021).
- Meeusen, W. ve Van Den Broeck, J. 1977. Efficiency Estimation From Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error. *International Economic Review*, 18, 435-444.
- Meijer, R. ve Peeters. K. 2010. The use of precision dairy farming in feeding and nutrition. *First North American Conference on Precision Dairy Management*. 20-23.
- Molinos-Senante, M., ve Maziotis, A. 2022. Prediction of the efficiency in the water industry: An artificial neural network approach. *Process Safety and Environmental Protection*, 160, 41-48.
- Morag, I., Edan, Y. ve Maltz, E. 2001. IT Information Technology: An Individual Feed Allocation Decision Support System for the Dairy Farm. *Journal of agricultural engineering research*, 79(2), 167-176.

- Murphy, M. D., O'Mahony, M. J., Shalloo, L., French, P. ve Upton, J. 2014. Comparison of modelling techniques for milk-production forecasting. *Journal of dairy science*, 97(6), 3352-3363.
- Mutaf, S., Sönmez, R. 1984. Hayvan Barınaklarında Çevre ve Denetimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:438, İzmir.
- Oğuz C, Yener A, 2017. Economic analysis of dairy cattle enterprises: the case of Konya province. *European Countryside*, 9(2): 263-73.
- Örs, A. ve Oğuz, C. 2016. Süt Sağım Robotları, Satın Almaya Değer Mi?. 12.Tarım Ekonomisi Kongresi. 26-27 Mayıs, Isparta, 1605-1614.
- Örs, A. 2018. Konya İlinde İpard Programının, Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Rekabet Gücüne Etkisi Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Konya 2018, s. 308.
- Özçelik, A. 2019. Tarımsal İşletmecilik ve İşletme Planlaması. Ekin Yayınevi. ISBN: 978-605-327-866-5.
- Öztemel, E. 2003. Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, s.15-18. İstanbul.
- Richmond, J. 1974. Estimating the efficiency of production, *International Economic Review* 15, June, 515-521.
- Salehi, F., Lacroix, R. ve Wade, K. M. 1998. Improving dairy yield predictions through combined record classifiers and specialized artificial neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 20(3), 199-213.
- Santin, D., Delgado, F. J. ve Valino, A. 2004. The measurement of technical efficiency: a neural network approach. *Applied Economics*, 36(6), 627-635.
- Sauer, J. ve Latacz-Lohmann, U. 2015. Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production. *European Review of Agricultural Economics*.
- Shanmugam, R. 1998. Efficiency and productivity of Quebec dairy farms. McGill University, Department of Natural Resource Sciences, Master of Science. Canada.
- Sharma, A. K., Sharma, R. K., ve Kasana, H.S. 2007. Prediction of first lactation 305-day milk yield in Karan Fries dairy cattle using ANN modeling. *Applied Soft Computing*, 7(3), 1112-1120.
- Spicka, J. ve Smutka, L. 2014. The Technical efficiency of specialised milk farms: A regional view. Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 985149: 13p.
- Spilke, J. ve R. Fahr. 2003. Decision support under the conditions of automatic milking systems using mixed linear models as part of a precision dairy farming concept. Pages 780-785 in EFITA 2003 Conference, Debrecen, Hungary.
- Stevenson, R.E. 1980. Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation. *Journal of econometrics*, 13(1), 57-66.
- Şahinli, M. 2014. Koyunculuk sürü yönetimi: Karaman ili örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 113-120.

- Tijen, Ö., Gül, U., Özer, O. O., Hasdemir, M., Çiçekgil, Z., Yavuz, G. G., ve Uzun, B. 2020. Türkiye'de Hayvancılığa Verilen Hastalıktan Ari İşletme Desteklemesinin İncelenmesi. *Third Sector Social Economic Review*, 55(4), 2664-2683.
- Torres-Inga, C.S., López-Crespo, G., Guevara-Viera, R., Narváez-Terán, J., Serpa-García, V. G., Guzmán-Espinoza, C. K., ve Juana, Á.J.A. 2019. Technical Efficiency of Dairy Farms in Sierra Andina Using Neural Network Modeling. *Revista de Producción Animal*, 31(1).
- Torres-Inga, C. S., Crespo, G. L., Viera, R. G., Terán, J. N., García, V. G. S., Espinoza, C. L. G. Ve Juana, A. J. A. 2019. Technical Efficiency of Dairy Farms in Sierra Andina Using Neural Network Modeling. *Journal of Animal Production*, 31(1), 10-15.
- Tosun, Ö. (2012). Using data envelopment analysis–neural network model to evaluate hospital efficiency. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 9(2), 245-257.
- Tosun, H.İ. 2021. TRC1 Bölgesinde Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Karlılık ve Etkinlik Analizi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.
- Tömek, B. 2007. Süt sığırcılığında sürü yönetimi alanında kullanılan çağdaş teknoloji uygulamaları üzerine bir değerlendirme. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Tutulmaz, O. 2012. Teknik Etkinlik Analizinde Stokastik Sinir Yöntemi Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(1), 109-128.
- Tutulmaz, O., ve Şahin, H. 2014. Türk havayolu ulaştırmasının açılım dönemine yönelik teknik etkinlik analizi: Bir stokastik sınır yöntemi uygulaması. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(2), 49-72.
- Uzmay, C., Kaya, İ. ve Tömek, B. 2010. Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamaları. *Hayvansal Üretim*, 51, 50-58.
- Yavuz, İ. 2003. Verimlilik ve etkinlik ölçümüne yeni yaklaşımlar ve illere göre imalat sanayiinde etkinlik karşılaştırmaları. Milli Prodütivite Yayınları.
- Yeşilyurt, M. E. ve Yeşilyurt, F. 2008. Etkinliğin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma: Türkiye Örneği-1987-2001, 2. Ulusal İktisat Kongresi, İzmir.
- Yıldız, A.K. ve Özgüven, Y. 2016. Büyükbaş Hayvanlarda Kızgınlığın (Östrus) Hareketlilik Ve Çevre Verilerinden Yararlanarak Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi.
- Yükçü, S. ve Atağan, G. 2009. Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Cilt 23, Sayı 4.
- Žáková Kroupová, Z. ve Trnková, G. 2020. Technical efficiency and economic performance of dairy production in the EU: the role of size. *Journal of Central European Agriculture*, 21(4), 915-928.
- Zhu, X., Demeter, R.M. ve Lansink, A.O. 2008. Competiveness of Dairy farms in three countries: the role of CAP subsidies. 12. Congress of the European Association.

EK 1 ANKET

SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİ KULLANAN SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

ANKET FORMU

İl :

İlçe :

Köy / Mahalle :

İşletmecinin Adı ve Soyadı :

İşletmecinin Tel Numarası :

1.İŞLETME İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tablo 1: İşletmeci İle İlgili Bilgiler	
İşletme Yapısı	Şahıs () A.Ş () Limited (x) Hisseniz
Ad Soyad	
Yaşı	
Cinsiyet	
Eğitim durumu*	
Kaç yıldır bu işi yapıyorsunuz	
Hayvancılık üzerine eğitim aldınız mı?	
Evet ise nereden ve ne zaman	
Hangi tarımsal kuruluş/kuruluşlara üye siniz?	a)Ziraat Odası b) Tarım Kredi Kooperatifi c) Damızlık Süt Sığırtı Yetiştiriciler Birliği d) Süt Üreticiler Birliği e) Diğer..... f) Hiçbiri
Kuruluş sermayesi(%):	() Öz kaynak () Kredi Diğer.....
Aşağıda hayvancılıkla ilgili verilen hangi desteklemelerden yararlanıyor sunuz	() Buzağı/malak, () Süt Primi () Çiğ sütün değerlendirilmesi, () Yem desteği () Damızlık desteği () Hayvan gen kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi () Ari () Onaylı () Diğer..... () Hiçbiri
1=Okur-Yazar Değil, 2=Okur-Yazar Olup Bir Okul Bitirmedir, 3=İlkokul, 4=İlköğretim, 5=Ortaokul, 6=Orta Dengi Meslek, 7=Lise, 8=Lise Dengi Meslek, 9=2 Yıllık Yüksekokul, 10=4 Yıllık Yüksekokul, 11=Yüksek Lisans 12=Doktora	

Tablo 2. İşletmenin Arazi Varlığı ve Arazi Tasarruf Şekli

Arazinin tasarruf şekli			Arazi neveleri		Alınan toplam ana ve yan ürün (kg)		Normal yıllarda verim (kg/dk.)		Fiyat (TL/kg.)		Açıklama
					Ana ürün	Yan ürün	Ana ürün	Yan ürün	Ana ürün	Yan ürün	
1=Mülk Arazi 2=Toplam kiralanan arazi 3=Toplam ortakçılıkla işlenen arazi 4=Toplam diğer şekillerde işlenen arazi	Parça (Tarla) no	Arazi büyüklüğü (da)	1=Sulu tarla 2=Kuru tarla 3=Sebzelik arazi 4=Meyvelik arazi 5=Çayır ve otlak 6=Diğer açıklayınız...	Ekilen ürün cinsi (varsa nadas ve genişlik belirtilecek)							
1											
2											
3											
4											
Toplam											

Tablo 3. İşletmenin Nüfus ve İşgücü Durumu

Fert no	Cinsiyet	Yaş	Eğitim Durumu	İşletme haricinde çalışmışsa		
	1=Erkek, 2=Kadın		1=okur-yazar değil, 2=okur-yazar olup bir okul bitirmedi, 3=İlkokul, 4=İlköğretim, 5=Ortaokul, 6=Orta dengi meslek, 7=Lise, 8=Lise dengi meslek, 9=2 yıllık yüksek okul, 10=4 yıllık yüksek okul, 11=Yüksek Lisans 12=Doktora	İşin türü*	Süre (gün veya ay)	Ücreti (günlük, aylık, yıllık)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Tablo 4. İşletmenin Yabancı İşgücü Durumu									
Fe rt no	Cins iyet	Y aş	Daimi İşçi			Geçici İşçi			Açık lama
	1=Er kek 2=K adın 3=Ç ocuk		Çalıştığı süre (gün)	Hangi işte çalıştığı	Toplam ödenen ücret (TL)	Çalıştığı süre (gün)	Hangi işte çalıştığı	Toplam ödenen ücret (TL)	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Tablo 5. İşletmenin Bina Varlığı

Bina cinsi	Binanın yapı tarzı	Bina yaşı	Yapım Maliyeti	Binanın		
	1.Taş 2.Kerpiç 3.Briket 4.Beton 5.Ahşap			Alanı	Hacmi	Adedi
1. İşletme Binası						
2. İşçi Lojmanı						
3. Ahır						
3. Ahır						
3. Ahır						
3. Ahır						
4.Dana Bölümü						
5. Samanlık						
6. Kesif Yem Deposu						
7. Yem Hazırlama Binası						
8. Silaj çukuru						
9. Gübre Çukuru						
10. Alet Makine Hangarı						
11. Su Deposu						
12 Sağım Ünitesi/Odası						
13. Doğumhane						
Diğer (belirtiniz...)						

Tablo 6. İşletmenin Alet-makine Varlığı

Cinsi	Ad et	Satın Alma Fiyatı (TL)	Satın Alındığı Yıl	Yaşı	Gücü (BG)	Kapasitesi (ton veya m.)	Açıklama
1.Traktör							
2.Römork							
4.Silaj Makinası							
5.Ot Bıçme Makinası							
6.Ot Paketleme Makinası							
7.Otomatik Yemleme Makinası							
8.Yem Kırma Karıştırma Makinası							
9.Otomatik Gübre Sıyırma Düzenegi							
10.Gübre karıştırma+separatörü							
11.Sıvı gübre taşıma ve dağıtma tankı							
12.Otomatik Süt Sağım Sistemi							
10.Soğutmalı Süt Tankı							
11.Süt Sağım Odası için basınçlı yıkama sistemi							
11.Sürü Yönetimi Yazılımı							
12.Pedometre							
13. Buzağı Kulubesi							25
14. Diğer							

Tablo 7. İşletmenin Bitki Sermayesi

Nevi	Sene başı				Sene Sonu			
	Yaşı	Ade di	Birim Değeri (TL)	Toplam Tutarı(TL)	Yaşı	Ade di	Birim Değeri (TL)	Toplam Tutarı(TL)
1.Meyve Ağaçları								
2.Meyvesiz Ağaçları								
3.Diğerleri								
4.Tarla Demirbaşı								
4.1.Nadas								
4.2.Tarlaya atılmış tohum+İşçilik								
4.3.Tarlaya atılmış gübre+İşçilik								

Tablo 8.İşletmenin Arazi Islahı Sermayesi

İslahın Nevi	Yapıldığı Yıl	Maliyeti (TL)	Bugünkü Değeri(TL)	Açıklama(Tamir-bakım, sigorta vb. masrafları varsa belirtiniz.)
1.Sulama Tesisi				
1.1.Bent				
1.2.Kanal				
1.3.Ark				
1.4.Su Kuyusu				
1.5.Diğerleri(Belirtiniz...)				
2.Muhafaza Tesisi				
2.1.Duvar				
2.2.Çit				
2.3.Hendek				
2.4.Drenaj				
2.5.Teras				
2.6.Tesviye				
2.7.Diğerleri(Belirtiniz...)				
3.Büyük Çapta Taş Ayıklama				

Tablo 9. İşletmede Ambarda Bulunan Malzeme ve Yardımcı Maddeler

Grubu	Malzemenin Cinsi	Yıl Sonu		
		Miktarı (kg)	Birim Fiyatı(TL/kg)	Tutarı(TL)
1.Tohumluk	Buğday			
	Arpa			
	Fiğ			
	Diğerleri (Belirtiniz.....)			
	TOPLAM			
2.Yemler	Arpa Kırmısı			
	Buğday Kırmısı			
	Saman			
	Kuru Ot			
	Pancar Posası			
	Besi Yemi			
	Süt Yemi			
3.Gübre	TOPLAM			
	Kimyevi Gübre			
	Çiftlik Gübresi			
4.Tarımsal İlaç	TOPLAM			
5.Yiyecek				
6.Yakacak	Odun			
	Kömür			
	Tezek			
	TOPLAM			
7. Temizlik vb.				
8. Pazarlanacak Ürünler				
	TOPLAM			

GENEL TOPLAM							
Tablo 10 Bitkisel Üretim Değeri							
Ürünler	Yetiştirilen Alan (da)	Verim		Fiyat		Bitkisel Üretim Değeri (TL)	Açıklama
		Ana Ürün	Yan Ürün	Ana Ürün	Yan Ürün		

Tablo11 Bitkisel Üretimde Değişen Masraflar											
Ürün ün Adı	Yetiştiri len Alan (da)	Tohu m Bede li (TL)	Satı n alın an güb re bed eli (TL)	Kullanı lan Mücad ele ilacı bedeli (TL)	Tohu m temizl iği (TL)	Su bed eli	Değiş en maki ne masra fı (yakıt , yağ, bakı m)	Geçi ci işçili k	Para ile yaptırı lan işler (TL)	Diğ eri (TL)	TOPL AM (TL)

Tablo 12. Hayvancılıkta Değişen Masraflar		
Masraflar	Yapılan Masraf Tutarı (TL/yıl)	Açıklama
Su Bedeli		
Veteriner Ücreti		
Aşı ve İlaç Masrafı		
Aydınlatma Masrafı		
Hayvan Sigortası		
Suni Tohumlama Masrafı		
.Pazarlama Masrafı		
.Sürü Yenileme		
.Dezenfeksiyon Masrafı		
Akaryakıt Masrafı		
.Diğer Masraflar (Belirtiniz.....)		
Genel Toplam		

Tablo 13:Yemler ve Yem Masrafları						
Yem Çeşidi		Satın Alınan		İşletmeden Sağlanan		Yıllık Kullanım Miktarı
		Miktar (Kg)	1 kg Fiyatı (TL)	Miktar (Kg)	Maliyeti	
Kesif Yem	Fabrika Yemi					
	Soya Küspesi					
	Mısır Küspesi					
	Mısır Kepeği					
	Pamuk Tohumu Küspesi					
	Ayçiçeği Küspesi					
	Buğday Kepeği					
	Mineral-Vitamin-Tuz					
	Mermer Tozu					
	TOPLAM					
Kaba Yem	Saman					
	Kuru Ot					
	Yonca					
	Diğer (Karamba vs)					
	TOPLAM					
Yeşil Yem	Korunga					
	Fiğ					
	Yonca					
	Silaj (Mısır, tahıl)					
	Ş. Pancarı Posası					
	TOPLAM					
Dane Yemler	Arpa					
	Yulaf					
	Mısır					
	Buğday					
	TOPLAM					
TOPLAM						

Tablo 14. Hayvansal Üretim Değeri							
Hayvanlar	İrki 1=Yerli 2=Melez 3=Kültür	Hayvan Sayısı (baş)	Hayvan Sayısı (kg veya adet)	Toplam Üretim (kg veya adet)	Ürün Fiyatı (TL/kg) veya (TL/adet)	Üretim Değeri (TL)	Açıklama
SİĞİRCİLİK							
Süt							
Gübre							
Deri							
PDKA*							
Diğer							

Tablo 15: Gelirler

Gelirler	Miktar	Birim	Satış Fiyatı	Tutar
Süt Satışı				
Gübre Satışı				
Buzağı Satışı				
Dana Satışı				
Düve Satışı				
İnek Satışı				
Süt Desteği				
Buzağı Desteği				
Anaç Sığır Desteği				
Yem Bitkisi Desteği				
Yem Satışı				
Diğer				

Tablo 16. İşletmenin Para Mevcudu ve Alacakları		
İşletmenin Para Mevcudu ve Alacakları	Sene başı(TL)	Sene sonu(TL)
1.Para Mevcudu		
1.1.Kişide		
1.2.Bankada		
1.3.Kooperatifte		
1.4.TOPLAM		
2.Alacaklar		
2.1.KişilerdenNakdi		
2.2.Ayni Alacaklar		
2.3.TOPLAM		
3.GENEL TOPLAM		
İşletmenin Borçları		
1.Nakdi Borçlar		
1.1.Kişilere		
1.2.Bankaya		
1.3.Kooperatifte		
1.4.Devlete		
1.5.TOPLAM		
2.Ayni Borçlar		
2.1.TOPLAM		
3.GENEL TOPLAM		

Tablo 17. Son Bir Yıl içindeki Hayvan Envanteri Değişimi										
Cins	Dönem Başı Sürü Mevcudu		Satın Alınan		Satılan		Diğer(Ölen, kayıp, İşçiye verilen vs.)		Dönem Sonu Sürü Mevcudu	
	Adet	Fiyatı (TL/Baş)	Adet	Fiyatı (TL/Baş)	Adet	Fiyatı (TL/Baş)	Adet	Fiyatı (TL/Baş)	Adet	Fiyatı (TL/Baş)
İnek										
Düve										
Dişi Dana										
Dişi Buzağı										
Erkek Buzağı										
Erkek Dana										
Tosun										
Boğa										

2. SÜRÜ YÖNETİM SİSTEMİNDEN ALINAN BİLGİLER

Hayvan No	Grup	Laktasyon No	Ortalama Laktasyon Süresi (gün)	Günlük Süt verimi (lt)	Ortalama Toplam Laktasyon Süt Verimi (lt)	Ortalama 305 günlük Süt Verimi (lt)	Sağımda Geçen Gün Sayısı	Gebelikte Geçen Gün Sayısı

3. YEM RASYONLARINA İLİŞKİN BİLGİLER

Yem Ve Katkı	Sağmal Yüksek (Kg/Baş)	Sağmal Düşük (Kg/Baş)	Gebe Ve Kuru (Kg/Baş)	Düveler (Kg/Baş)	Kulube Hayv. (Kg/Baş)	Dana (Kg/Baş)
Saman						
Yonca						
Sılag						
Süt Yemi						
Reygrass						
Arpa						
Buzağı Başlangıç						
Bezelye Fiğ						
Düve Yemi						

EK 2 Fronteir 4.1 Sonuçları

Teknik Etkinlik Model (I) Sonuçları

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = TE-ins.txt

data file = SSY.txt

Tech. Eff. Effects Frontier (see B&C 1993)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.34938102E+01	0.17465846E+01	0.20003670E+01
beta 1	0.14468939E+00	0.12817965E+00	0.11288015E+01
beta 2	0.87101883E-01	0.54216376E-01	0.16065604E+01
beta 3	-0.96773040E-02	0.26658314E+00	-0.36301260E-01
beta 4	0.16194308E+00	0.17641260E+00	0.91797914E+00
beta 5	-0.14181197E+01	0.89097224E+00	-0.15916542E+01
sigma-squared	0.24031542E-01		

log likelihood function = 0.16704819E+02

the estimates after the grid search were :

beta 0	0.35189514E+01
beta 1	0.14468939E+00
beta 2	0.87101883E-01
beta 3	-0.96773040E-02
beta 4	0.16194308E+00
beta 5	-0.14181197E+01
delta 0	0.00000000E+00
delta 1	0.00000000E+00
delta 2	0.00000000E+00
delta 3	0.00000000E+00
delta 4	0.00000000E+00
delta 5	0.00000000E+00
delta 6	0.00000000E+00
sigma-squared	0.19857311E-01
gamma	0.50000000E-01

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.29841157E+01	0.10549365E+01	0.28287158E+01
beta 1	0.18568001E+00	0.11115820E+00	0.16704122E+01
beta 2	0.15226017E-01	0.58414088E-01	0.26065660E+00
beta 3	0.21460166E+00	0.22008278E+00	0.97509521E+00
beta 4	0.13564357E+00	0.14637199E+00	0.92670439E+00
beta 5	-0.17635828E+01	0.86702661E+00	-0.20340585E+01
delta 0	0.27544412E+00	0.22219430E+00	0.12396543E+01
delta 1	0.45774986E-02	0.54955721E-02	0.83294306E+00
delta 2	0.14197514E-01	0.86078119E-02	0.16493754E+01
delta 3	-0.73395255E-02	0.41257529E-02	-0.17789542E+01
delta 4	-0.12192227E+00	0.92301021E-01	-0.13209201E+01
delta 5	-0.14293265E+00	0.15192463E+00	-0.94081288E+00
delta 6	-0.17246084E+00	0.11519625E+00	-0.14971047E+01
sigma-squared	0.17567635E-01	0.42863240E-02	0.40985317E+01
gamma	0.34040746E+00	0.17587914E+00	0.19354624E+01

log likelihood function = 0.21269050E+02

LR test of the one-sided error = 0.91284620E+01
 with number of restrictions = 8
 [note that this statistic has a mixed chi-square distribution]

number of iterations = 27

(maximum number of iterations set at : 100)

number of cross-sections = 30

number of time periods = 1

total number of observations = 30

thus there are: 0 obsns not in the panel

technical efficiency estimates :

firm	year	eff.-est.
1	1	0.95754171E+00
2	1	0.76995894E+00
3	1	0.96954876E+00
4	1	0.85475943E+00
5	1	0.96241764E+00

6	1	0.98655355E+00
7	1	0.76733202E+00
8	1	0.77274676E+00
9	1	0.85750688E+00
10	1	0.88025893E+00
11	1	0.77864244E+00
12	1	0.94653006E+00
13	1	0.98880541E+00
14	1	0.77294413E+00
15	1	0.99165290E+00
16	1	0.92132551E+00
17	1	0.96021151E+00
18	1	0.93074019E+00
19	1	0.98326984E+00
20	1	0.98699442E+00
21	1	0.92817538E+00
22	1	0.96399509E+00
23	1	0.94022504E+00
24	1	0.94644784E+00
25	1	0.97357547E+00
26	1	0.98936860E+00
27	1	0.97270149E+00
28	1	0.96368485E+00
29	1	0.90808769E+00
30	1	0.98662210E+00

mean efficiency = 0.92042082E+00

Teknik Etkinlik Model (II) Sonucu

Output from the program FRONTIER (Version 4.1c)

instruction file = TE-ins.txt

data file = SSM3.txt

Tech. Eff. Effects Frontier (see B&C 1993)

The model is a production function

The dependent variable is logged

the ols estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.45699717E+01	0.23721648E+01	0.19264984E+01

beta 1	-0.43364583E-01	0.11675235E+00	-0.37142363E+00
beta 2	-0.17116140E-01	0.22266206E-01	-0.76870484E+00
beta 3	-0.97152622E-01	0.17379479E+00	-0.55900767E+00
beta 4	0.84126966E-01	0.67020105E-01	0.12552497E+01
beta 5	0.62308788E-01	0.45574558E-01	0.13671836E+01
beta 6	-0.84085877E-01	0.88989658E-01	-0.94489494E+00
sigma-squared	0.22682043E-01		

log likelihood function = 0.18210118E+02

the estimates after the grid search were :

beta 0	0.45938825E+01
beta 1	-0.43364583E-01
beta 2	-0.17116140E-01
beta 3	-0.97152622E-01
beta 4	0.84126966E-01
beta 5	0.62308788E-01
beta 6	-0.84085877E-01
delta 0	0.00000000E+00
delta 1	0.00000000E+00
delta 2	0.00000000E+00
delta 3	0.00000000E+00
delta 4	0.00000000E+00
delta 5	0.00000000E+00
delta 6	0.00000000E+00
sigma-squared	0.17961292E-01
gamma	0.50000000E-01

the final mle estimates are :

	coefficient	standard-error	t-ratio
beta 0	0.61483451E+01	0.15348601E+01	0.40058016E+01
beta 1	-0.11602864E+00	0.88751889E-01	-0.13073372E+01
beta 2	-0.76221825E-02	0.17118730E-01	-0.44525397E+00
beta 3	-0.16092526E+00	0.11169125E+00	-0.14408046E+01
beta 4	0.10790830E+00	0.48335250E-01	0.22324969E+01
beta 5	0.84681410E-01	0.40356780E-01	0.20983193E+01
beta 6	-0.20528041E+00	0.87207784E-01	-0.23539230E+01
delta 0	0.79707897E+00	0.41178916E+00	0.19356483E+01
delta 1	-0.18781735E-01	0.13251938E-01	-0.14172822E+01
delta 2	0.24302105E-01	0.13515356E-01	0.17981107E+01
delta 3	-0.33714564E-02	0.14524672E-02	-0.23211928E+01
delta 4	-0.32772267E+00	0.19700929E+00	-0.16634884E+01
delta 5	-0.28063519E+00	0.16267020E+00	-0.17251789E+01
delta 6	0.43381522E+00	0.17359301E+00	0.24990362E+01

sigma-squared 0.18468917E-01 0.61817381E-02 0.29876576E+01
gamma 0.34485356E+00 0.27825002E+00 0.12393658E+01

log likelihood function = 0.22767870E+02

LR test of the one-sided error = 0.91155034E+01
with number of restrictions = 8
[note that this statistic has a mixed chi-square distribution]

number of iterations = 35

(maximum number of iterations set at : 100)

number of cross-sections = 30

number of time periods = 1

total number of observations = 30

thus there are: 0 obsns not in the panel

technical efficiency estimates :

firm	year	eff.-est.
1	1	0.93898727E+00
2	1	0.73731663E+00
3	1	0.98765435E+00
4	1	0.98496669E+00
5	1	0.99132854E+00
6	1	0.98818349E+00
7	1	0.97359744E+00
8	1	0.85761728E+00
9	1	0.96928936E+00
10	1	0.99001441E+00
11	1	0.77775423E+00
12	1	0.92371274E+00
13	1	0.87722636E+00
14	1	0.74954409E+00
15	1	0.98124653E+00
16	1	0.97349276E+00
17	1	0.98761389E+00
18	1	0.94794852E+00
19	1	0.85396410E+00
20	1	0.97012140E+00
21	1	0.98155394E+00
22	1	0.97901529E+00

23	1	0.87538126E+00
24	1	0.96154605E+00
25	1	0.90851675E+00
26	1	0.97841153E+00
27	1	0.95190855E+00
28	1	0.98392280E+00
29	1	0.98839954E+00
30	1	0.98490404E+00

mean efficiency = 0.93517133E+00

