



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI



**HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE YAĞMUR
SUYU HASADI VE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

MERYEM SÜMEYYE EKİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2026



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI



**HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE YAĞMUR
SUYU HASADI VE KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

MERYEM SÜMEYYE EKİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Sedat BOYACI

KIRŞEHİR

2026

KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

22/01/2026

Öğrenci
Meryem Sümeyye EKİZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	I
TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Kırşehir İlinin Konumu ve Meteorolojik Özellikleri	15
3.1.2. İşletmelerde Yerleşim Planı ve Çatı Yüzey Alanlarının Belirlenmesi	15
3.2. Metot.....	20
3.2.1. Hasad edilecek yağmur suyu ve depolama kapasitesinin belirlenmesi	20
3.2.2. Hayvanların günlük içme suyu tüketim miktarları	22
3.2.3. Yağmur suyu depolama sistemlerinin kurulum maliyetleri.....	22
3.2.4. Yağmur suların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. Kırşehir İlinde Yağmur Suyu Hasadı Gereksiniminin Meteorolojik Olarak İncelenmesi	25
4.2. Hasad Edilen Yağmur Sularının Hayvanlar Tarafından Kullanılabilirliği	28
4.3. Süt Sığırcılığı İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi	30
4.4. Besi Sığırcılığı İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi	33
4.5. Koyunculuk İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi	36
4.6. Yumurta Tavukçuluğu İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi.....	39
4.7. Etlik Piliç İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi	41
4.8. Yağmur Suyu Hasadı İle Tasarruf Oranlarının Belirlenmesi	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	51
EKLER	59
EK-1..	59

EK-2	60
EK-3	61
EK-4	62
EK-5	63
EK-6	64
ÖZGEÇMİŞ	65

TEŞEKKÜR

Çalışmalarında bilgi ve tecrübeleriyle daima desteklerini gördüğüm, ilmi ve insani yönüyle büyük bir örneklik sergileyen kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Sedat BOYACI' ya sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Tezimin şekillenmesinde ve nihai hale gelmesinde katkıları olan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Atılgan ATILGAN ve Prof. Dr. Sultan KIYMAZ'a teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Çalıőmalarımın yürütülmesinde ilgi ve yardımlarından ötürü değerli fakültemiz Zootekni Bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimim boyunca ve sonrasında kendi aile bireylerinden gibi hissetmemi sağlayan, manevi desteğini daima hissettiğim kıymetli hocam Prof. Dr. Orhan DOĞAN'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, sabır ve anlayış gösteren aileme ve hayatımın her alanında sevgisiyle güç veren kıymetli eşim ve minik oğluma teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2026

Meryem Sümeyye EKİZ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANCILIK İŞLETMELERİNDE YAĞMUR SUYU HASADI VE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Meryem Sümeyye EKİZ

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Sedat BOYACI
Yıl: 2026, Sayfa: 65
Jüri: Prof. Dr. Sedat BOYACI
Prof. Dr. Atılğan ATILGAN
Prof. Dr. Sultan KIYMAZ

Karasal iklim özelliği gösteren Kırşehir ili meteorolojik açıdan yarı kurak ve kurak sınıfına girmektedir. İlde son 75 yıllık yağışlar incelendiğinde yaklaşık olarak 45 yılın ilin ortalama yağış değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Hayvancılık işletmelerinde kullanılacak yağmur sularının kimyasal özelliklerinin (pH, EC ve Bor) hayvanlar tarafından içme suyu olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığı belirlenmiştir. Yağmur suyu hasadı ile toplanacak su miktarları ve hayvanların su tüketiminin karşılaştırması sonucunda tasarlanan süt sığırcılığı işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %6.4–%39.8 arasında, ortalama %26.8 olarak belirlenmiştir. Besi sığırcılığı işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %3.9–%24.3 arasında, ortalama %16.3 olarak belirlenmiştir. Koyunculuk işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %8.6–%53.4 arasında, ortalama %36.0 olarak belirlenmiştir. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %3.3–%20.7 arasında, ortalama %36.0 olarak belirlenmiştir. Etlik piliç işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %9.7–%50.5 arasında, ortalama %38.8 olarak belirlenmiştir. Hasad edilecek yağmur sularının depolanabilmesi için ihtiyaç duyulan deponun maliyeti geri ödeme süresi galvanizli modüler su deposu kullanılması durumunda 7.9–80.5 yıl, beton havuz yapılması durumunda ise 3.7–19 yıl arasında hesap edilmiştir. Buna göre yoğun hayvancılık faaliyetleri yapılan ilde yağmur suyu hasadının işletmelere alternatif su kaynağı sunması yanında yeraltı ve yerüstü kaynaklarına ilave olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hayvancılık, İçme suyu, Yağmur suyu hasadı, Su tüketimi

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

INVESTIGATION OF RAINWATER HARVESTING AND USE POSSIBILITIES IN LIVESTOCK FARMS

Meryem Sümeyye EKİZ

**KIRŞEHİR AHI EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING**

**Supervisor: Prof. Dr. Sedat BOYACI
Year: 2026, Pages: 65
Juries: Prof. Dr. Sedat BOYACI
Prof. Dr. Atılğan ATILGAN
Prof. Dr. Sultan KIYMAZ**

Kırşehir province, exhibiting continental climate characteristics, falls into the semi-arid and arid meteorological categories. An analysis of rainfall over the last 75 years in the province revealed that approximately 45 years of rainfall were below the province's average. The chemical properties (pH, EC, and Boron) of rainwater used in livestock farms were found to be acceptable for use as drinking water for animals. Comparing the amount of rainwater harvested with animal water consumption, the designed dairy farm project showed that the amount of rainwater harvested annually for animal drinking water ranged from 6.4% to 39.8%, averaging 26.8%. For beef cattle farming, the amount of rainwater harvested annually ranged from 3.9% to 24.3%, averaging 16.3%. Finally, for sheep farming, the amount of rainwater harvested annually ranged from 8.6% to 53.4%, averaging 36.0%. In egg-laying poultry farms, the percentage of rainwater harvested annually for animal drinking water was determined to be between 3.3% and 20.7%, averaging 36.0%. In broiler chicken farms, the percentage of rainwater harvested annually for animal drinking water was determined to be between 9.7% and 50.5%, averaging 38.8%. The payback period for the cost of a storage tank needed to store the harvested rainwater was calculated to be between 7.9 and 80.5 years if a galvanized modular water tank is used, and between 3.7 and 19 years if a concrete pool is constructed. Accordingly, it has been determined that in the province where intensive livestock activities are carried out, rainwater harvesting offers an alternative water source for enterprises and can be used in addition to underground and surface water resources.

Keywords: Livestock farming, Drinking water, Rainwater harvesting, Water consumption

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Kırşehir ilinin yıllara göre büyükbaş hayvan sayıları	2
Tablo 1.2. Kırşehir ilinin yıllara göre küçükbaş hayvan sayıları.....	3
Tablo 1.3. Kırşehir ilinin yıllara göre tavuk sayıları	3
Tablo 3.1. Kırşehir iline ait uzun yıllık meteorolojik veriler.....	15
Tablo 3.2. Süt sığırcılığı işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları.....	16
Tablo 3.3. İşletme içerisindeki binalara ait çatı alanları.....	17
Tablo 3.4. Koyunculuk işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları.....	17
Tablo 3.5. Yumurta tavuğu işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları	18
Tablo 3.6. Etlik piliç işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları	19
Tablo 3.7. Hayvanlar için ihtiyaç duyulan günlük içme suyu miktarları	22
Tablo 3.8. Yağmur suyunu depolama sistemleri için kullanılacak ekipmanlar ve maliyetleri	23
Tablo 3.9. Yağmur suyu örneklerinde yapılan analizlere ait yöntemler ve referanslar.....	24
Tablo 4.1. Yağmur suyunun kimyasal analiz sonuçları.....	28
Tablo 4.2. Süt sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları	30
Tablo 4.3. Süt sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları	31
Tablo 4.4. Besi sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları	33
Tablo 4.5. Besi sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları	34
Tablo 4.6. Koyun sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları	36
Tablo 4.7. Koyunculuk işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları	37
Tablo 4.8. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları	39
Tablo 4.9. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları.....	40
Tablo 4.10. Etlik piliç işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları.....	41
Tablo 4.11. Yağmur suyu hasadı için ilk yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Kırşehir ilinin yıllara göre büyükbaş hayvan sayılarındaki değişim	2
Şekil 1.2. Kırşehir ilinin yıllara göre küçükbaş hayvan sayılarındaki değişim.....	3
Şekil 1.3. Kırşehir ilinin yıllara göre tavuk sayılarındaki değişim	4
Şekil 3.1. Süt sığırcılığı işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı	16
Şekil 3.2. Besi sığırı işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı	17
Şekil 3.3. Koyunculuk işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı	18
Şekil 3.4. Yumurta tavuğu işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı.....	19
Şekil 3.5. Etlik piliç işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı.....	20
Şekil 4.1. Kırşehir ilinin yağış miktarı ve yağışlı gün sayısının aylık değişimi	25
Şekil 4.2. Kırşehir iline ait uzun yıllık ortalama yağış miktarlarının değişimi.....	27
Şekil 4.3. Süt sığırcılığı işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi.....	32
Şekil 4.4. Besi sığırı işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi.....	34
Şekil 4.5. Koyunculuk işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi.....	37
Şekil 4.6. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi	40
Şekil 4.7. Etlik piliç işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının periyotlara göre değişimi	42

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
±	Eksiği veya Fazlası

Kısaltmalar	Açıklama
TL	: Türk Lirası
pH	: Asitlik–bazlık derecesi
EC	: Elektriksel iletkenlik
PE	: Polietilen
mm	: milimetre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp
L	: Litre
L/m ²	: Litre/metrekare
me/L	: Miliekivalen/Litre
mg/L	: Miligram/Litre
ds/m	: Decisiemens/metre
hm ³	: Hektometreküp

1. GİRİŞ

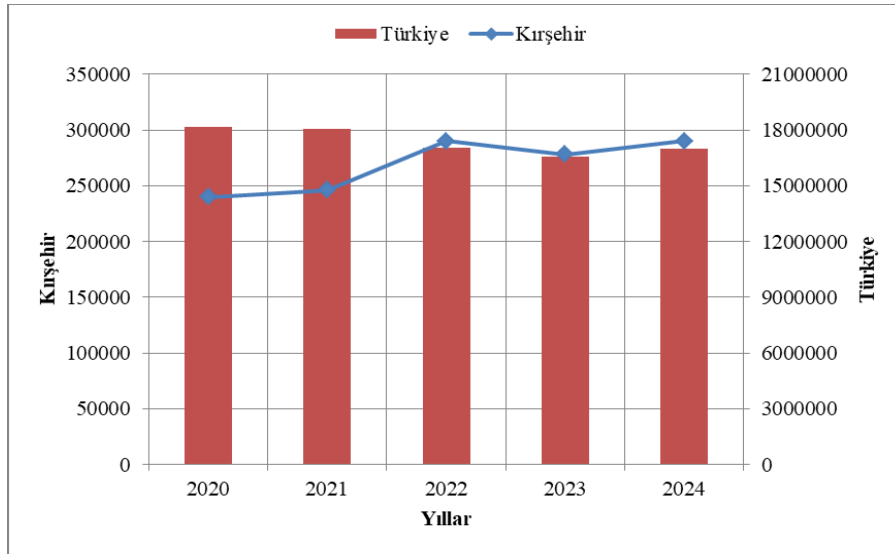
Yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için en temel gereksinimlerden biri olan suyun önemi ve etkin kullanımı her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Nüfus artışı ve plansız sanayileşme mevcut su kaynaklarının tüketimini arttırmaktadır. Ayrıca iklim değişikliğinin bir sonucu olarak ortaya çıkan kuraklık su kaynakları açısından önemli bir tehdite neden olmaktadır. Su kaynaklarının tükenebilir olması, nüfus hızla artması, sanayileşmedeki plansızlıklar ve kuraklık gibi etmenler alternatif su kaynaklarına olan yönelimi arttırmaktadır (Ertop ve ark., 2023). Özellikle Akdeniz Bölgesi'nde kurak–yarıkurak ortamlarda tarımsal üretime yönelik suyun yaygın biçimde kıt olması, kullanıldığı suyun kullanım verimliliğini artırmaya yönelik stratejilerin uygulanmasını zorunlu kılmıştır. Düzensiz ve dengesiz yağış dağılımının yanı sıra iklim değişikliği de bu bölgelerde tarımsal üretimin sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (İnce Kaya ve Yazar, 2016; Shammout ve ark., 2018). Su, tüm canlılar için vazgeçilmez olması yanında hayvanlar için de ayrı bir öneme sahiptir. Yetiştiriciliği yapılan hayvanlar için kullanılacak suyun sertliği, kalitesi ve miktarının uygun oranda olması gerekmektedir. Ayrıca suyun tüketilmesinde hayvanın çevre koşulları ile fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Hayvanlara verilecek suyun yeterli kalite ve miktarda olmaması, hayvanların hastalanmasına, yem tüketimlerinin azalmasına ve verimlerinin düşmesine yol açar. Bu nedenle hayvancılıkta yetersiz su temini ve hatalı yönetim uygulamaları sağlık sorunlarına neden olması yanında işletmeye de ekonomik zararlar vermektedir (Kılıç ve ark., 2023). Yağmur suyu hasadı işletmelerde gereksinim duyulan suyun karşılanması veya suyun kıt olduğu bölgelerde mevcut su kaynaklarına destek olarak tercih edilebilir (Çaylı, 2021). Hoss ve ark. (2022) yoğun olarak yapılan hayvansal üretim faaliyetlerinde sürdürülebilirliğin doğrudan su yönetimiyle ilişkili olduğunu ve su kaynakları üzerindeki artan baskı ile birlikte her geçen gün artan şiddetli kuraklıkların ortaya çıkması, kırsal bölgelerde hayvancılık talebinin karşılanmasını zor hale getirdiğini belirtmişlerdir. Bu sorunun çözümü içinse akılcı su kullanım stratejilerinin ve alternatif olarak su temin edilebilecek kaynaklarının araştırılmasının önemi vurgulanmıştır. Çalışma alanı olan Brezilya'nın güneyinde yer alan Santa Catarina eyaletinin orta batı bölgesinde, hayvanların içerisinde barındırıldığı binaların çatı yüzey alanlarından hasad edilen yağmur sularını depolanması amacıyla sarnıçların kullanılmasının, su kıtlığının azaltılması için yaygın olarak kullanılan ve teşvik edilen bir alternatif olduğunu bildirmişlerdir. Yayılı Kılıç ve Abuş (2018) su sıkıntısının çekildiği ve su temininin ekonomik olarak yüksek

maliyetlere neden olduğu günümüzde, yağmur suyu hasadı gibi ucuz ve pratik sistemlerin yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu sistemlerin yaygınlaştırılmasının ekolojik denge, sürdürülebilir kalkınma ve su kaynaklarının daha verimli kullanılması üzerine olumlu katkılar sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Ülkemizin İç Anadolu bölgesinde yer alan Kırşehir ilinin son beş yıllık büyükbaş (süt, besi ve manda) hayvan sayıları Tablo 1.1’de grafiksel olarak Şekil 1.1’de verilmiştir (TÜİK, 2025).

Tablo 1.1. Kırşehir ilinin yıllara göre büyükbaş hayvan sayıları

Yıllar	Büyükbaş Hayvan Sayısı (Baş)		Oran, %
	Kırşehir	Türkiye	
2020	239 819	18 157 971	1.32
2021	246 119	18 036 117	1.36
2022	290 039	17 023 791	1.70
2023	278 210	16 583 005	1.68
2024	290 124	16 986 259	1.71
Toplam	1 344 311	86 787 143	1.55



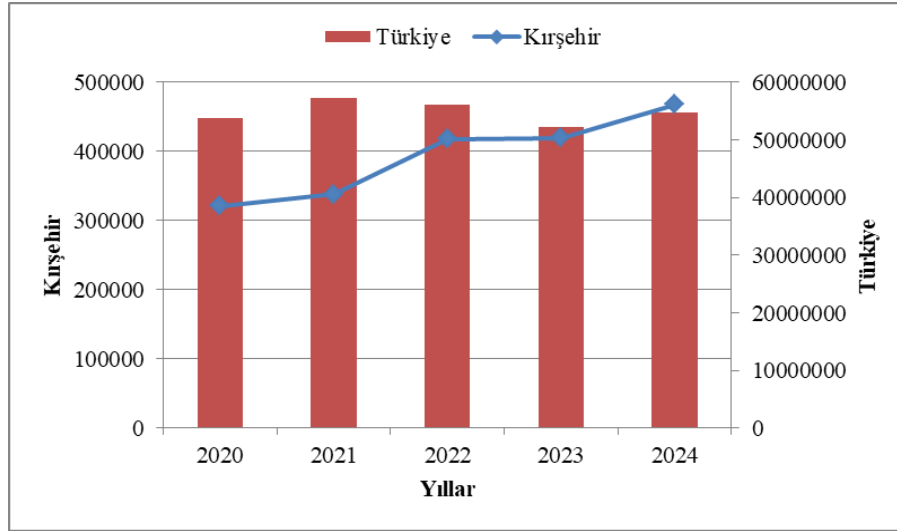
Şekil 1.1. Kırşehir ilinin yıllara göre büyükbaş hayvan sayılarındaki değişim

Kırşehir ilinin büyükbaş hayvan sayısına bakıldığında son beş yıl içinde artış ve azalışlar göstermiştir. Buna göre yetiştirilen büyükbaş hayvan sayıları Türkiye’de yetiştirilen süt sığırı sayısının %1.32-%1.71 arasında ortalama %1.55’ini oluşturmaktadır (Tablo 1.1 ve Şekil 1.1).

Ülkemizin İç Anadolu bölgesinde yer alan Kırşehir ilinin son beş yıllık küçükbaş (koyun ve keçi) hayvan sayıları Tablo 1.2’de grafiksel olarak Şekil 1.2’de verilmiştir (TÜİK, 2025).

Tablo 1.2. Kırşehir ilinin yıllara göre küçükbaş hayvan sayıları

Yıllar	Küçükbaş (Baş)		Oran, %
	Kırşehir	Türkiye	
2020	321 019	53 825 606	0.60
2021	338 297	57 229 647	0.59
2022	417 533	56 008 096	0.75
2023	419 035	52 153 226	0.80
2024	467 653	54 700 425	0.85
Toplam	1 963 537	273 917 000	0.72

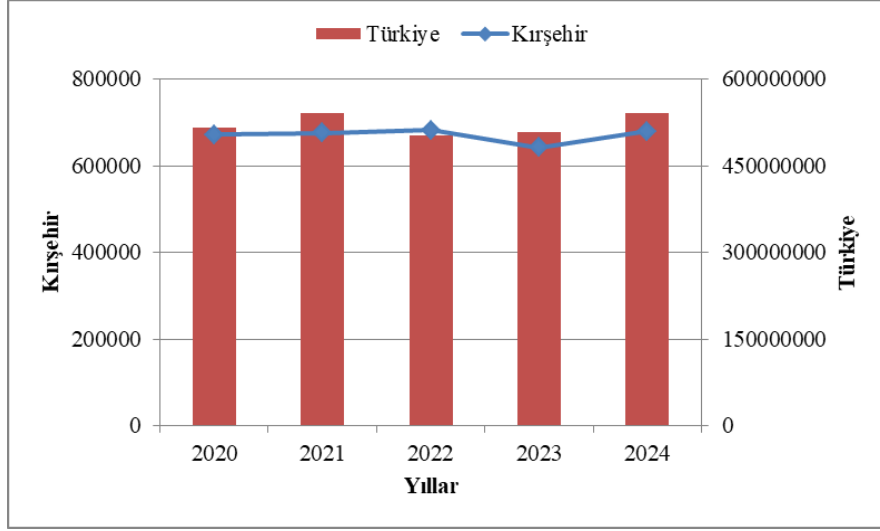
**Şekil 1. 2.** Kırşehir ilinin yıllara göre küçükbaş hayvan sayılarındaki değişim

Kırşehir ilinin küçükbaş hayvan sayısına bakıldığında son beş yıl içinde artış ve azalışlar göstermiştir. Ayrıca büyükbaş hayvancılığına göre Türkiye ortalamasının gerisinde kalmıştır. Buna göre yetiştirilen büyükbaş hayvan sayıları Türkiye’de yetiştirilen süt sığırı sayısının %0.59-%0.85 arasında ortalama %0.72’ini oluşturmaktadır (Tablo 1.2 ve Şekil 1.2).

Ülkemizin İç Anadolu bölgesinde yer alan Kırşehir ilinin son beş yıllık kümes (yumurta ve etlik piliç) hayvan sayıları Tablo 1.3’te grafiksel olarak Şekil 1.3’te verilmiştir (TÜİK, 2025).

Tablo 1.3. Kırşehir ilinin yıllara göre tavuk sayıları

Yıllar	Kümes tavuğu sayısı		Oran, %
	Kırşehir	Türkiye	
2020	672 000	516 092 680	0.13
2021	676 250	540 786 244	0.13
2022	682 250	502 579 598	0.14
2023	642 250	508 295 154	0.13
2024	679 500	541 053 222	0.13
Toplam	3 352 250	2 608 806 898	0.13



Şekil 1.3. Kırşehir ilinin yıllara göre tavuk sayılarındaki değişim

Kırşehir ilinin kümes tavuğu sayılarına bakıldığında son beş yıl içinde artış ve azalışlar göstermiştir. Ayrıca büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığına göre Türkiye ortalamasının oldukça gerisinde kalmaktadır. Buna göre yetiştirilen büyükbaş hayvan sayıları Türkiye’de yetiştirilen süt sığırı sayısının %0.13-%0.14 arasında ortalama %0.13’ini oluşturmaktadır (Tablo 1.3 ve Şekil 1.3).

Kıymaz (2011) tarafından yapılan çalışmada, Kırşehir ilinin başlıca geçim kaynağının tarım ve hayvancılığa dayandığı bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada, ilden geçen en önemli akarsu kaynağının Kızılırmak (1355 km) olduğunu ancak il sınırları içindeki uzunluğunun 110 km olması ve ildeki derelerin az olması sebebiyle, ovalık alan ve sulanabilen alan bakımından fakir olduğunu belirtmiştir. Toprak ve topoğrafik durumu dikkate alındığında tarım arazilerinin %80.54’ü sulanabilir özellikte olmasına rağmen ancak %6.84’ü sulanabildiğini ve yıllık yağışın 250-500 mm civarında olduğu ilde suyun önemini ifade etmekle birlikte ilin sınırlı su kaynaklarına sahip olması nedeniyle suyun planlı kullanılması gerektiğini bildirmiştir. Kırşehir ilinde hayvan sayılarına bakıldığında (Tablo 1.1, Tablo 1.2 ve Tablo 1.3) yıllar itibariyle artış ve azalışlar göstersede, ilde yapılan yoğun hayvancılık nedeniyle yer altı ve yer üstü su kaynaklarına olan ihtiyaç oldukça fazla olduğu açıktır. Bunun yanında su zengini olmayan ülkeler sınıfına giren Türkiye de ilerleyen yıllarda etkisini daha çok hissettirmesi beklenen iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen düzensiz yağış rejimleri gereksinim duyulan içme ve kullanma sularına erişimde sorunlara neden olacaktır. Ortaya çıkan bu durum insanoğlunun yaşamını olumsuz etkilemesi yanında su tüketiminin yoğun olduğu tarım ve hayvancılık sektörünü de olumsuz etkileyecektir. Sürdürülebilir hayvancılık için su kısıtlarından dolayı ortaya çıkacak verim kayıpları ve

hayvan sağlığı sorunlarının asgari düzeye indirilmesi açısından hayvancılık işletmelerinde alternatif su temin yöntemlerine gereksinim olacaktır.

Bu amaçla çalışmada, hayvancılık işletmesi içinde yer alan (1) bina çatı yüzey alanlarından hasad edilebilecek yağmur suyu miktarının hesaplanması, (2) yağmur suyu hasadının işletme türlerine göre hayvanların içme suyu tüketimini karşılama potansiyeli ve (3) yağmur suyu hasadı ile tasarruf edilebilecek ekonomik kazanç belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarının benzer iklime sahip bölgelerde üretim yapan hayvancılık işletmelerine yağmur suyu hasadı konusunda yol gösterici olacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İklim, uzun bir zaman periyodunca her gün gerçekleşen hava olaylarının toplamını temsil etmekte olup oldukça geniş bir bölge üzerinde ve uzun yıllar boyunca değişmeyen ortalama hava koşullarıdır (Özgürel ve Pamuk Mengü, 2009). İklimi etkileyen dışsal doğal faktörlerin yanı sıra insan faaliyetleri ve fosil yakıtların kullanımı neticesinde atmosferin bileşimi değişmeye başlamıştır (EPA, 2020). Buna bağlı olarak ortaya çıkan değişim kaynaklı yağış dalgalanmaları, artan sıcaklıklar ve su kıtlığı, dünyanın karşılaşacağı en büyük sorunlar olarak gösterilmektedir (World Economic Form, 2020). İklim değişikliği dünyanın birçok bölgesinde çevresel, ekonomik ve toplumsal sistemleri olumsuz etkileyen küresel bir sorundur. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak yükselen sıcaklık değerleri, buharlaşma süreçlerini hızlandırmakta ve yağış rejimlerindeki düzensizliklerle birlikte, küresel ölçekte kullanılabilir tatlı su kaynaklarının miktarını önemli ölçüde azaltmaktadır (IPCC, 2022). Kullanılabilir tatlı su potansiyelindeki azalma ve su kaynaklarının hatalı kullanımı, su kalitesinin bozulmasına; bunun sonucunda ise yeraltı su rezervlerinin tükenmesine ve su ekosistemlerinin yapısal bütünlüğünün zedelenmesine yol açmaktadır (WWAP, 2023). Bu durum özellikle kurak ve yarı kurak iklim özelliklerinin hüküm sürdüğü bölgelerde su kaynakları üzerindeki baskının daha da artmasına yol açmaktadır (UNEP, 2021).

Ekonomik refahtaki gelişmeler ve beslenme düzenlerinde hayvansal ürünlerin daha fazla tüketilmesine doğru yaşanan değişimler, su kaynaklarına olan ihtiyacın sürekli artmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda, su kaynakları üzerindeki baskılar artmaktadır. Dünya genelinde birçok bölge, su kıtlığıyla baş etmeye çalışmaktadır. Bu durum, su kullanımında suyun bulunabilirliği veya saflığı üzerindeki etkileri nedeniyle, çevresel ihtiyaçlar da dahil olmak üzere tüm sektörlerde su talebinin tamamının karşılanamamasıyla karakterize edilmektedir (He ve ark., 2021; Van Vliet ve ark., 2021). Küresel ısınmanın dünyamızda ortaya çıkardığı en önemli tehdit şüphesiz ki su kıtlığıdır. Özellikle tarım sektöründe su vazgeçilemez bir bileşendir. Bu nedenle geleceğimizi tehdit altına alan su kıtlığına karşı alternatif su kaynakları ve yöntemlerini geliştirmek büyük bir önem taşımaktadır (Kılıç ve ark., 2023). İklim değişikliğinin bir sonucu olan kuraklık, su kaynakları için bir tehdit oluşturmakla birlikte su kaynaklarının tükenebilirliği, hızlı nüfus artışı ve plansız sanayileşmenin getirdiği sorunlar tüm sektörlerde alternatif su kaynaklarına yönelimi artırmaktadır (Ertop ve ark., 2023).

İçme suyunun ana kaynağı yağıştır. Dolayısıyla, yağmur suyu hasat edilirse su kıtlığı sorunları tamamen azaltılabilir, hatta ortadan kaldırılabilir. Yağmur suyunun

toplanması ve depolanmasının yüzyıllardır uygulandığı bilinen bir gerçektir (Khaleq ve Ahmed, 2007). Son yıllarda depolama ve yeniden kullanım için yeni teknolojik seçenekler üzerine yapılan araştırmalar sonucunda çeşitli teknik çözümler geliştirilmiştir. Ülkelerin çoğu, insan faaliyetlerinden kaynaklanan baskılarla ilişkili olarak gözlenen su talebindeki artış bağlamında alternatif su kullanım seçeneklerini artırmak için bu uygulamanın güncellenmiş yöntemlerini desteklemektedir (Christian Amos ve ark., 2016). Su kaynaklarının verimli bir şekilde yönetimi, alternatif olarak kullanılabilir su kaynaklarının kullanılmasını içermelidir (Hristov ve ark., 2021). Su temini için kullanılabilir alternatif kaynaklardan biriside su kıtlığı üzerinde olumlu etkisi oluşturan yağmur suyu hasadı yöntemidir (Ertop ve ark., 2023). Su temini amacıyla potansiyel olacak kaynakların araştırılması, yüksek maliyetli kamu suları, kirlenmiş olabilecek kuyulardan, nehirlerden veya kanal gibi tesislerden sağlanacak su miktarını azaltarak daha verimli tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesine önemli katkılar sunacaktır (Lupia ve Pulighe, 2015).

Tarım sektöründe yağmur suyu kullanımı, su toplama alanının büyüklüğüne, iklim koşullarına ve tercih edilen su talebine bağlıdır. Büyüklüklerine ve yapısal özelliklerine göre yağmur suyu hasad uygulamaları çatı uygulamaları (Bafdal ve ark., 2018) ve arazi temelli (Adham ve ark., 2019) olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Bugüne kadar, birçok bilimsel çalışma, tarım binalarının düz veya eğimli çatılarından gelen yağmur suyu arıtma sonuçlarını ortaya koymuştur. Sistem, suyu toplayıp yeraltı veya yüzey suyu depolama alanlarına yönlendirmek üzere tasarlanmıştır (Napierała ve ark., 2024). Su hasadı, akarsu veya kuyular gibi yaygın olarak kullanılan kaynakların kıt olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde çeşitli amaçlar için yüzey akışa geçen yağmur sularının toplanması ve depolanması anlamına gelir. İnsan, hayvan ve vahşi yaşam için içme suyu sağlamanın yanında, su hasadı sistemleri, bitkisel ürünleri yetiştirmek içinde ek su sağlayabilir (Fraiser, 1980). Çok eski zamanlardan beri bilinen bir su toplama yöntemi olan su hasadı, günümüzde artan kuraklık problemlerine alternatif bir çözüm olarak yeniden önem kazanmıştır. Bölgenin yağın yağışların yoğunluğuna bağlı olarak potansiyel bir kaynak olan yağmur suyu, ihtiyaç duyulan su ve gıda krizini azaltmak için iyi bir alternatif olabilir (Helmreich ve Horn, 2009). Yağmur suyu hasadı, su kıtlığından etkilenen bölgelerde etkili alternatif bir su sağlama çözümü olabilir. Son yıllarda kurak ve yarı kurak bölgelerde su temininde sağladığı katkılar ve ekonomik olarak maliyetlerinin uygunlu dikkate alındığında su hasadı yeniden önemli bir alternatif haline gelmiştir (Liuzzo ve ark., 2016). Su kaynakları üzerinde artan kirlenme

ve aşırı tüketim baskısı nedeniyle kullanılabilir su miktarı, dünyada ve ülkemizde her geçen gün azalmaktadır. Özellikle artan nüfus ve sanayi faaliyetlerine ilave olarak küresel iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi her geçen gün hızlı bir şekilde artış göstermektedir. Bu nedenle günümüzde, suyun kullanımı ve tasarrufu oldukça fazla önem kazanmakta olup kaynakların yeni stratejilerle verimli ve bilinçli kullanılması gerekmektedir. Yenilikçi teknolojilere sahip sanayi üretimiyle su tüketiminin azaltılması, evsel nitelikli atık suların arıtılarak tekrar kullanılması, su sıkıntısının yoğun olarak yaşandığı bölgelerde deniz suyundan tatlı su elde edilerek kullanılması ve binalarda yağmur suyu hasadı gibi su kaynaklarına yönelik alternatif teknolojiler tüm Dünya’da giderek yaygınlaşmaktadır (Üstün ve ark., 2020). Yağmur suyu hasadı geliştirmekte olan ülkelerde kırsal alanlarda bütünleyici su temini çözümü olarak yüksek potansiyel vaat etmektedir. Yağmur suyu hasadının yeniden canlanmasını, aşırı su kullanımı ve yeraltı suyu seviyelerinin düşmesi tetiklemiştir. Çatılarda veya taşlık, kayalık alandan gelen yağış suları toprak altında depolanarak evsel ihtiyaçlar veya hayvanlar için içme suyu olarak kullanılabilir (Kantaroglu, 2009). Hoss ve ark. (2022) yağmur suyu hasad sistemleri sadece kurak dönemlerinin olumsuz etkilerini azaltmak için değil aynı zamanda kırsal bölgelerde yer alan hayvancılık işletmelerinin gereksinim duyduğu suyu karşılamak, su güvenliğini sağlamak ve mevcut su kaynaklarına katkı sağlaması gibi özellikleri nedeniyle yüksek bir potansiyel ortaya koyduğunu belirtmişlerdir. Akdeniz iklimine sahip bölgelerde sıcaklıkların 2050 yılına kadar 3°C artış gösterebileceği ve yağışların ise yaklaşık %30 oranında azalma gösterebileceği, bu durumunda mevcut su kaynaklarında %40’a varan bir azalmanın ortaya çıkmasına neden olabileceğini belirtmişlerdir (EEA, 2021). Küresel olarak tarım ve hayvancılık üretimi tüketilen tüm suyun %72’sini kullanmaktadır, tarımsal üretimin yoğunlaşması nedeniyle bu miktar geliştirmekte olan ülkelerde daha da yüksek olabilir ve su rekabeti artar. Bu nedenle, su stresini azaltmanın yolu sürdürülebilir gıda sistemlerinden geçer (Carra ve ark., 2023). Parker ve ark. (2000) Teksas’ın belli bölgelerinde su tasarrufunun, yeraltı suyu kaynakları tükendikçe giderek daha önemli hale geldiğini bildirmiştir. Çalışmada, besi sığırı tesisinde iki yıl süresince su kullanım çalışması yapılmış ve iki yıllık dönemde ortalama günlük su kullanımını 40.9 L/baş/gün olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, kış aylarında toplam kullanımın %66’sı içme amaçlı, yaz aylarında ise %89’unun içme amaçlı olarak kullanıldığını bildirmişlerdir.

Süt çiftliklerinde su, hayvanların sağlığı, verimliliği ve refahı için hayati önem taşır. Su, tüm biyolojik süreçlerde temel bir bileşendir ve yetersiz su alımı süt üretimini,

üreme sağlığını ve genel hayvan refahını olumsuz etkileyebilir. Süt ineklerinin su ihtiyacı yaş, ağırlık, süt verimi, çevre sıcaklığı ve beslenme durumu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Yetişkin bir süt ineği günde yaklaşık 80-150 litre su tüketebilir. Bu ihtiyaç yüksek verimli ineklerde artar. Yeterli su alımı süt üretimini doğrudan etkiler, çünkü sütün yaklaşık %87'si sudan oluşur. Suyun kalitesi, miktarı kadar önemlidir (Erkan Can ve Boğa, 2025).

Su, kümes ve çiftlik hayvanlarının vücudunda öncelikli bileşendir ve hayvanların vücut ağırlığının %50-%80 i sudur. Çiftlik ve kümes hayvanlarının su ihtiyaçlarını değerlendirirken, vücuda alınan suyun ayrımını yapmak önemlidir. Yüksek kalitede bol ve sürekli su kaynağı, hayvanların sağlığı ve iyi bir şekilde yetiştirilmesi için gereklidir. Yetersiz kalitede su kullanılması verimin düşmesi, beslenmenin bozulması ve hayvan sağlığının olumsuz etkilenmesiyle sonuçlanabilir. Düşük kalitede su kullanılmasının hayvan üreticilerine verdiği en büyük zararlar, fark edilmeyen üretim verimsizlikleri ve karlılık üzerindeki etkilerdir. Çiftlik hayvanları için su kaynağının güvenli olması oldukça önemlidir. Su kalitesinin standartların altında olması sebebiyle hayvanlar sağlık problemi yaşayabilir veya yem tüketimleri azalabilir. Sudaki inorganik veya organik kirlilik verimin düşmesine neden olmakta ve değişik hastalıklara yol açabilmektedir (Cemek ve ark., 2011).

Meehan ve ark. (2021) süt sığırlarında sütün %87'sini su oluşturur ve süt sığırlarının tükettiği suyun yaklaşık %30'u süt yoluyla kaybedilir. Bu nedenle süt sığırlarının su gereksinimleri, üretim aşaması ve süt üretim seviyesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Süt sığırlarının tükettiği suyun büyük bir kısmı (yaklaşık %83) içme yoluyla tüketilmekte, geri kalan su ise yemlerden sağlanmaktadır. Su gereksinimleri hayvanın beslenmesinden etkilenir ve kuru madde, tuz ve proteindeki artışlarla birlikte artar. Yetersiz su süt üretimini sınırlayabileceğinden su, süt sığırları için en önemli besin bileşenidir. Laktasyondaki süt inekleri üretilen her kg süt için yaklaşık 4 L suya ihtiyaç duyar. Kılıç ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmalarında süt sığırı işletmesindeki yapıların fazla olması ve Bursa ilinde kış aylarında yağış ortalamasının yüksek olması nedeniyle yapıların çatısı aracılığıyla önemli miktarda yağmur suyunun toplanabileceğini bildirmişlerdir. Buna göre çalışmada en fazla su 195.4 m³ ile Aralık ayında toplanırken, en az su 30.4 m³ ile yaz aylarında toplanmaktadır. Bu durumda hayvanların kış aylarında ihtiyaç duyduğu suyun %100'ü karşılanırken yaz aylarında ise %30'unun karşılanabileceği ve yıllık ise tüketilen suyun yaklaşık %74'ünün yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği belirtilmiştir. Kılıç ve ark. (2023) besi sığırı çiftliğinde

çatı alanına bağlı olarak hesapladıkları yağmur suyu hasadı miktarının, besi sığırlarında kış aylarında ortalama su ihtiyacının %57.4'ünü ve yazın ise %16.4'ünün karşılanabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer olarak tüketilen su miktarının %59'unun yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği belirlenmiştir. Kılıç ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmalarında ağıl çatı alanlarına bağlı olarak yağmur suyu hasadı ile koyun çiftliğinde hayvanların aylık su ihtiyacı 64.4 m³ olduğunu ve özellikle kış aylarında ihtiyaç duyulan su miktarından daha fazla su toplanabileceğini belirtmişlerdir. Kış aylarında 216.9 m³ ile gerekli su ihtiyacı karşılanırken, ilerleyen aylarda su transferi sağlanabileceğini, böylece bahar aylarında ihtiyacın çok altında su hasadı yapılırsa da toplam ihtiyacın %90.4'ü karşılanabilecek. Yaz aylarında ihtiyaç duyulan suyun ise %32'sini karşılama potansiyeli bulunduğunu ve yıllık ise tüketilen suyun yaklaşık %75.6'sının yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği bildirmişlerdir. Arenas-Navarro ve ark. (2020) tarafından Kolombiyanın La Mesa de Los Santos bölgesinde yapılan çalışmada, bölgede kümes hayvanı yetiştiriciliği 40.000'den fazla doğrudan ve 70.000'den fazla dolaylı iş imkanı oluşturmaktadır. Ayrıca bölgenin, kümes hayvancılığının her yıl 340000 ton tavuk eti ve 2.900 milyon yumurta üretimi ve 1400000 tondan fazla yem üretimi ile ülkenin kapasite ve sektör anlamında %20'lik paya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bölgede aşırı nüfus artışı, tarım ve kümes hayvancılığı üretimine su temininin ekosistemin doğal olarak sağlayabileceğinden fazla su kullanımına ilave olarak yağışların azalması ile birlikte suyun yanlış yönetimi bölgeyi su kıtlığının ekonomik etkilerine karşı duyarlı hale gelmesine neden olduğunu belirtmişlerdir. Fenavi'ye (Ulusal Kümes Hayvanı Yetiştiricileri Federasyonu) göre şu anda, bu bölgedeki su kıtlığı nedeniyle işletmelere suyun tankerlerle (12 ve 20 m³ kapasiteli) tedarik edildiğini ve bunun da üretim maliyetini artırması nedeniyle yetiştiriciliğin azalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Artan su kıtlığı ve iklim değişikliği olgusuyla mücadele etmek ve su kaynaklarını gelecek nesiller için korumak için bölgede ve ulusal düzeyde büyük yenilik ve yatırımların gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Çaylı (2021) tarafından yapılan çalışmada, Kahramanmaraş iklim koşullarında etlik piliç kümeslerinde gereksinim duyulan su miktarı hesaplanmış ve bunun yağmur suyu hasadı ile karşılanabilme potansiyeli belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yağmur suyunun depolanması ile işletmenin su ihtiyacının büyük oranda (%64.2) karşılanabileceğini göstermesine rağmen, bu amaçla ihtiyaç duyulan depo kapasitesinin büyük olmasından dolayı işletmeler için yüksek maliyetlere neden olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle yağmur suyu hasadı ile gereksinim duyulan suyun

karşılanması, suyun kıt olduğu bölgelerde ve mevcut su kaynaklarına destek olarak tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Türkiye'nin Niğde ilindeki süt çiftliklerinde içme suyunun kalitesini, hayvan sağlığı ve verimliliği üzerindeki etkileri üzerine yürütülen çalışmada, su örnekleri, su depoları ve yalıkları da dahil olmak üzere 11 hayvancılık işletmesinden toplanmış ve elektriksel iletkenlik (EC), pH, nitrat (NO_3), nitrit (NO_2) ve fosfat fosfor (PO_4) konsantrasyonları açısından analiz edilmiştir. Sonuçlar, EC değerlerinin ortalama 0.803 dS/m olduğunu ve hayvancılık için kabul edilebilir standartlar içinde olduğunu göstermiştir. Ancak bazı depolardaki yüksek konsantrasyonlar, mineral içeriği ve potansiyel sağlık etkileri konusunda endişelere yol açmıştır. pH değerleri 7.27 ile 8.20 arasında değişmiş ve tüm hayvancılık sınıfları için uygun kalmıştır. NO_3 konsantrasyonları ortalama 21.834 mg/L olup, hiçbir örnek 10 mg/L eşiğinin altında bulunmamıştır. Bu da uzun süreli maruz kalmanın risklerini vurgulamaktadır. Buna karşılık, NO_2 konsantrasyonları ortalama 0.251 mg/L olup, güvenli sınırlar içinde kalmıştır. PO_4 konsantrasyonları minimum düzeyde olup ortalama 0.056 mg/L bulunmuş ve önemli bir risk oluşturmadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, kirlenme risklerini azaltmak ve optimum sağlık ve verimliliği sağlamak için hayvancılık çiftliklerinde periyodik su kalitesi izlemesinin önemini vurgulamaktadır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar belirli çiftlik ortamlarına uyacak şekilde özelleştirilmiş su yönetimi tekniklerinin gerekliliğini ve su kalitesinin hayvancılık performansı üzerindeki karmaşık etkilerine dair anlayışımızı geliştirmenin önemini vurguladığı bildirilmiştir (Erkan Can ve Boğa, 2025)

Küçük, sığ kuyular ve akarsu gibi su kaynakları, daha büyük kuyulara veya akarsulara nazaran kirlenmeye ve su kalitesinin düşmesine daha yatkındır. Özellikle yeraltı suyu, yüzey suyuna göre genellikle daha fazla kimyasal dengesizliğe sahiptir. Mevsimsel değişiklikler de su kalitesini etkilemektedir. Sıcak ve kurak dönemlerde, hayvanlar için su sağlayan içme suyu havuzlarından veya tanklarından aşırı buharlaşma gibi faktörler, daha yüksek tuz konsantrasyonlarına, ısı nedeniyle artan su tüketimine ve yükselen su sıcaklıklarına neden olabilir. Bu koşullar, kısmen uygun su kaynaklarını kullanılamaz hale getirebilir. Hayvanların yaşı ve durumu da hassasiyetlerini etkiler. Özellikle genç, zayıf ve emziren hayvanlar bu duruma karşı daha hassastır (FAO, 1994).

İşletmenin büyüklüğünden bağımsız olarak, hayvancılık sektörü hayvanların gelişimi, üremesi ve süt üretimi için sürekli olarak temiz ve güvenilir suya gereksinim duyar. Su kalitesi ve tarımsal ekosistemler dinamik ve karmaşık bir şekilde etkileşim

halindedir. İşletmeler genel olarak hayvanlar için içme suyu sağlamak amacıyla kuyu gibi yeraltı suyu kaynaklarını veya nehirler ve göller gibi yüzey sularını kullanır. Bu su kaynaklarına yakınlıkları nedeniyle işletmeler, gübreden kaynaklanan patojenlerin yanı sıra fosfatlar, nitratlar ve pestisitler gibi kirleticileri de içerebilen tarımsal akıntıdan kaynaklanan kirlenmeye maruz kalabilirler. İçme suyunun kirlenmesi ise hayvanların sağlığını ciddi şekilde tehlikeye atabilir. Bu durum hastalığa, kilo kaybına ve ciddi durumlarda ölümlere dahi sebep olabilir. Hayvanlara verilecek suyun kalitesi doğrudan tarım faaliyetlerinden etkilenir. Su kalitesi sorunları, uygun olmayan su yönetimi, gübre ve pestisit kirliliği ile yetersiz su kaynaklarından kaynaklanabilir. İşletmelerin su kaynaklarını kirleticilerden korumak ve hayvanlara iyi kalitede su temini için kaynakları düzenli olarak kontrol altına alması gerekmektedir. Ayrıca, su yönetiminin diğer tarımsal tekniklerle, özellikle ürün yönetimi ve toprak sağlığıyla bütünleştirilmeside önemlidir (USEPA, 2015).

Tarım ve hayvancılık, en yüksek su tüketimine sahip sektörler arasındadır. Bu sektörlerde suyun yetersiz kullanımı, canlılara zarar verir ve buna bağlı olarak verimlilikte azalmaya yol açar. Bu nedenle, işletmelerin sürdürülebilirliğini sürdürmesi için su hayati önem taşır. Yağmur suyu toplama yöntemi, geniş çatı alanları nedeniyle hayvancılık çiftliklerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Geniş çatı alanları ayrıca toplanan su miktarını da artırır (Kılıç ve Kılıç, 2025).

Polonya tarımının gelecekteki su miktarı ve kalitesindeki değişikliklere hazırlanması, kırsal alanlarda önemli bir uyum stratejisidir. Bu tür uygulamalardan biri de, çiftliklerdeki su kıtlığına çözüm olarak hayvancılık binalarının ve üretim alanlarının geniş çatı alanlarından yağmur suyu toplama (YKH) yöntemidir. Bu, paha biçilmez bir kaynak olup tarımın sürdürülebilirliği için hayati önem taşımaktadır. Yağmur suyu, çiftlikte toplanıp depolanarak çeşitli amaçlar için yeniden kullanılabilir. Uygun teknolojik arıtmadan sonra, su hayvanlara su sağlamak, tesisleri ve makineleri yıkamak veya mahsulleri ilaçlamak için kullanılabilir (Napierała ve ark., 2024).

Berbeć ve ark. (2017)'ye göre, hayvancılık ve çok yönlü üretim yapan çiftlikler, su yönetimi ve su tasarrufu yöntemleri arayışı konusunda daha aktiftir. Bu durum büyük ölçüde, tarlada yapılan bitkisel üretime göre su ihtiyacı kat kat daha fazla olan hayvancılık üretiminin varlığından kaynaklanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Hayvancılık işletmelerinde yağmur suyu hasadı ve kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmada, yağmur suyu toplama alanı olarak Kırşehir ilinde yer alan büyükbaş, küçükbaş ve tavuk kümesi işletmelerinde yer alan bina çatı alanları belirlenerek toplanabilecek yağmur sularının işletmeler tarafından kullanım olanakları incelenmiştir.

3.1.1. Kırşehir İlinin Konumu ve Meteorolojik Özellikleri

Kırşehir ili 39°08'02"K enlem ve 34°07'08"D boylamı arasında yer alıp ilin ortalama rakımı 1082 m. dir. Kırşehir ilinin uzun yıllara ait (1930-2024) bazı iklim değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir (MGM, 2025).

Tablo 3.1. Kırşehir iline ait uzun yıllık meteorolojik veriler

Ölçümler	Aylar											
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ortalama sıcaklık (°C)	-0.1	1.5	5.3	10.8	15.5	19.7	23.1	23.1	18.6	13	6.6	2.2
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	4.6	6.8	11.3	17.3	22.1	26.3	29.9	30.2	26.1	20	13.1	7.0
Ortalama en düşük sıcaklık (°C)	-4.2	-3.1	-0.2	4.4	8.6	12.4	15.7	15.7	11.2	6.1	1.2	-1.8
Ortalama yağışlı gün sayısı	12.0	10.2	10.8	10.4	11.35	7.25	1.97	1.44	3.04	6.2	7.99	11.7
Aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm)	48.2	34.7	40.5	40.6	44.3	34.6	8.1	7.8	13.2	26	36.1	48.1

Çalışma alanı olan Kırşehir ilinde Aralık ayı 48.2 mm (48.2 L/m²) yağış miktarının en yüksek olduğu ay iken Ağustos ayı 7.8 mm (7.8 L/m²) yağışın en düşük ölçüldüğü aydır. İlde uzun yıllık yağış miktarı 382.0 mm (382.0 L/m²) ve yağışlı gün sayısı 94.2 gündür (Tablo 3.1).

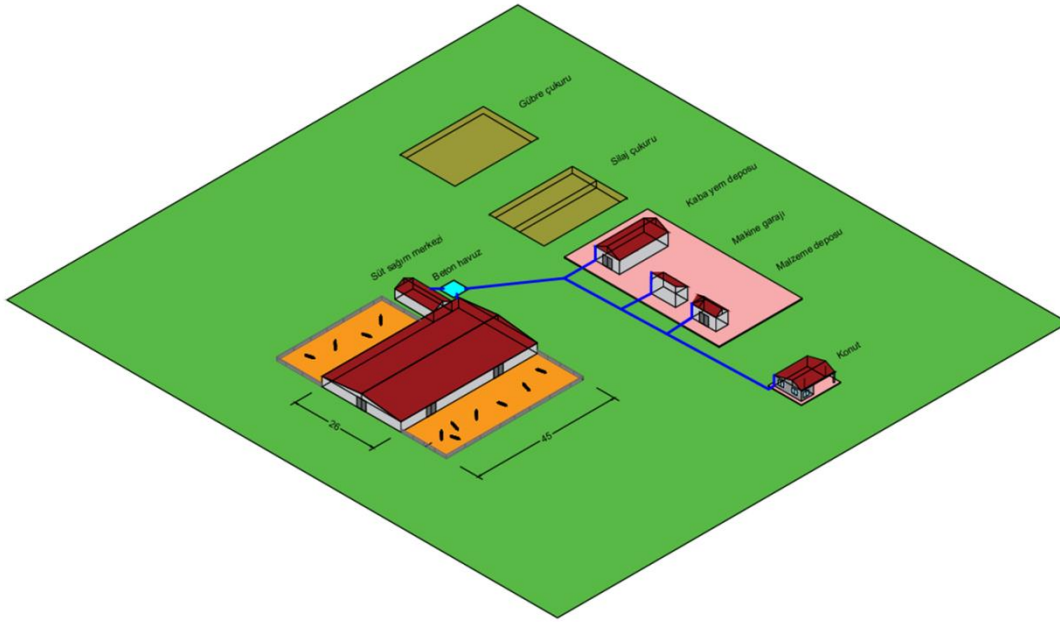
3.1.2. İşletmelerde Yerleşim Planı ve Çatı Yüzey Alanlarının Belirlenmesi

Çalışmada tasarlanan süt sığırcılığı işletmesi içerisinde yer alan ahır, yem deposu, süt sağım merkezi, malzeme depo binası ve makine garajına ait binaların çatı alanları, yağmur suyu hasadının toplanacağı alanlar olarak belirlenmiştir. İşletme içerisinde 0-1 yaş arası 52 baş, 1-3 yaş arası 22 baş ve 3 yaş ve üstü 50 baş olmak üzere toplam 124 baş sığır için planlama yapılmıştır. Tasarlanan süt sığircılığı işletmesinde işletme içerisinde yer alan ahır ve diğer bina boyutları araştırmacıların vermiş oldukları değerler

dikkate alınarak belirlenmiştir (Olgun, 2009; Büyüктаş ve ark., 2016). Tasarlanan süt sığırı işletmesinde yer alan binaların çatı yüzey alanları toplamı 1878.3 m² olarak hesaplanmıştır. İşletme içerisindeki binalar ve binalara ait çatı alanları Tablo 3.2’de işletme içerisinde binaların yerleşim planı Şekil 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Süt sığırcılığı işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları

Birimler	Çatı alanı, m ²
Ahır	1334.0
Kaba ve Kesif yem deposu	204.0
Süt sağım merkezi	104.0
Malzeme depo binası	72.0
Makina garajı	64.0
Bakıcı evi	100.3
Toplam alan	1878.3

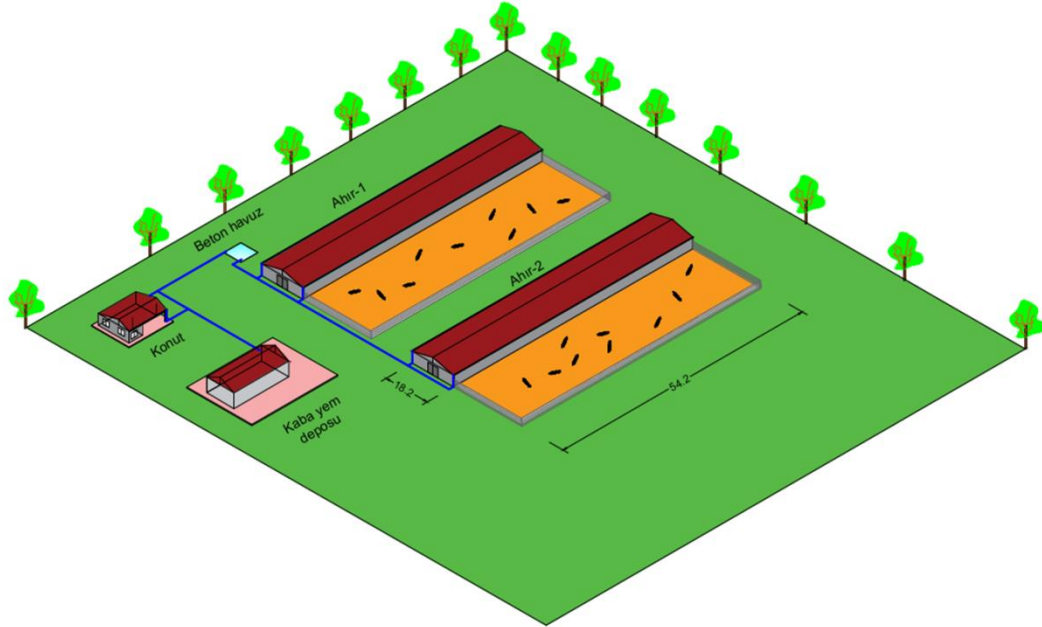


Şekil 3.1. Süt sığırcılığı işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı

Çalışmada tasarlanan besi sığırı işletmesi içerisinde yer alan her biri 150 kapasiteli toplam 300 hayvanın barındırıldığı iki adet ahır, yem deposu ve bakıcı evine ait binaların çatı alanları, yağmur suyu hasadının toplanacağı alanlar olarak belirlenmiştir. Tasarlanan besi sığırcılığı işletmesinde işletme içerisinde yer alan ahır ve diğer bina boyutları araştırmacıların vermiş oldukları değerler dikkate alınarak belirlenmiştir (Olgun, 2009; Büyüктаş ve ark., 2016). Tasarlanan besi sığırı işletmesinde yer alan binaların çatı yüzey alanları toplamı 2470.0 m² olarak hesaplanmıştır. İşletme içerisindeki binalar ve binalara ait çatı alanları Tablo 3.3’te işletme içerisinde binaların yerleşim planı Şekil 3.2’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Süt sığırcılığı işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları

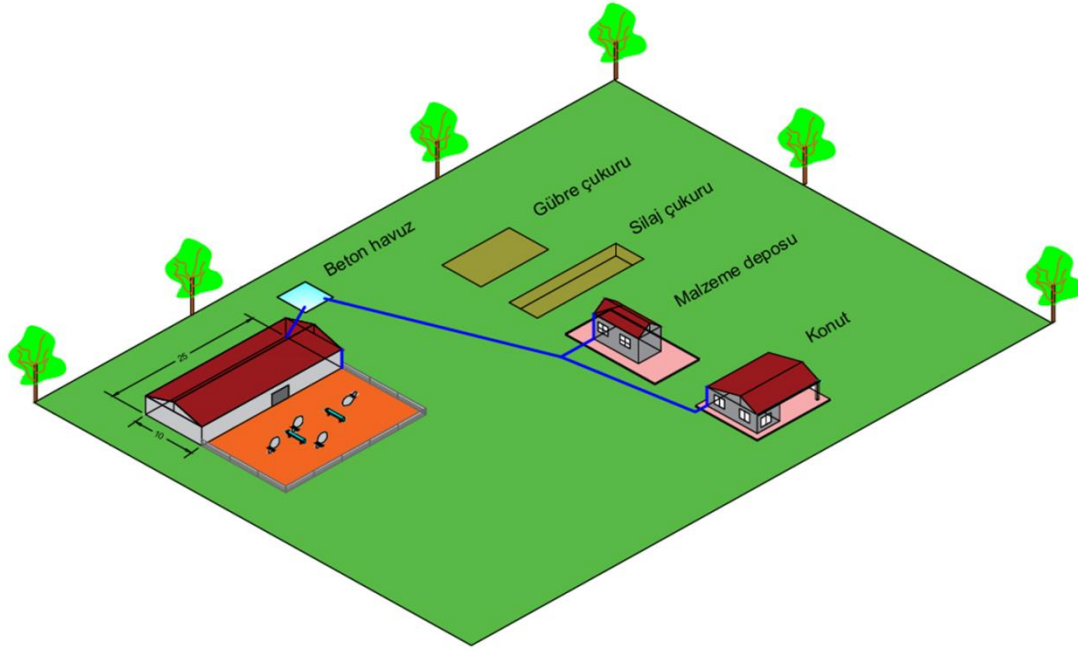
Birimler	Çatı alanı, m ²
Ahırlar	2020.0
Kaba ve Kesif yem deposu	380.0
Bakıcı evi	70.0
Toplam alan	2470.0

**Şekil 3.2.** Besi sığırcılığı işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı

Çalışmada tasarlanan 100 başlıklı koyun ağılı işletmesi içerisinde yer alan ağıl, yem deposu, malzeme deposu ve bakıcı evine ait binaların çatı alanları, yağmur suyu hasadının toplanacağı alanlar olarak belirlenmiştir. Tasarlanan koyunculuk işletmesinde işletme içerisinde yer alan ağıl ve diğer bina boyutları araştırmacıların vermiş oldukları değerler dikkate alınarak belirlenmiştir (Olgun, 2009; Büyüктаş ve ark, 2016). Tasarlanan koyunculuk işletmesinde yer alan binaların çatı yüzey alanları toplamı 446,3 m² olarak hesaplanmıştır. İşletme içerisindeki binalar ve binalara ait çatı alanları Tablo 3.4'te işletme içerisinde binaların yerleşim planı Şekil 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Koyunculuk işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları

Birimler	Çatı alanı, m ²
Ağıl	274.0
Malzeme deposu	72.0
Bakıcı evi	100.3
Toplam alan	446.3

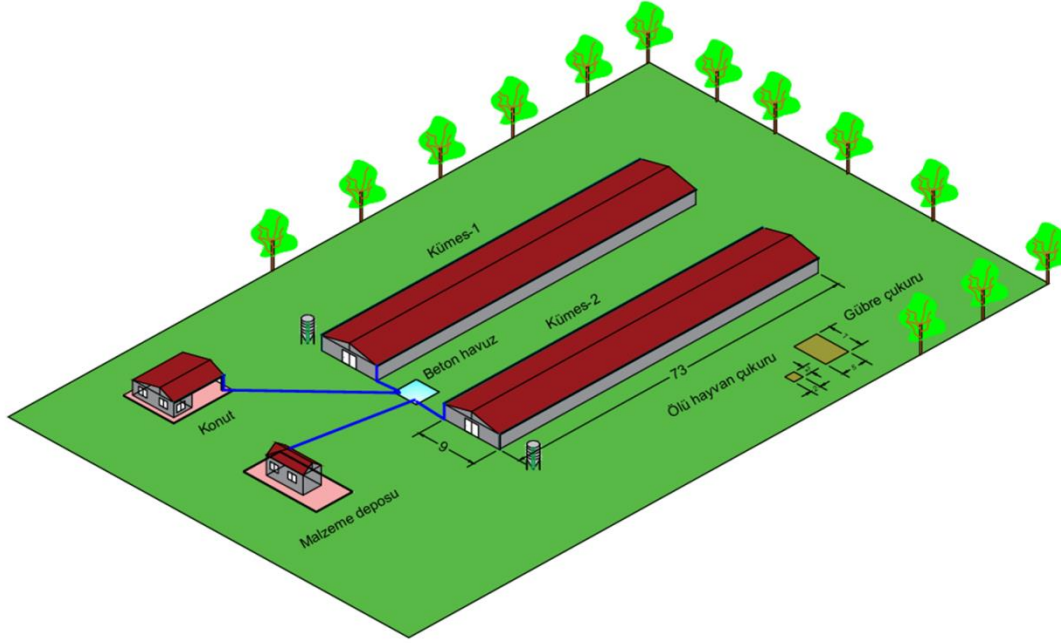


Şekil 3.3. Koyunculuk işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı

Tasarlanan her biri 15 000 kapasiteli kafes sistemi iki kümes içerisinde kafesler 4 katlı 3 sıralı olarak planlanmıştır. Yumurta tavuğu işletmesinde yer alan binaların çatı yüzey alanları toplamı 1660.8 m² olarak hesaplanmıştır. Tasarlanan yumurta tavukçuluğu işletmesinde işletme içerisinde yer alan kümes ve diğer bina boyutları araştırmacıların vermiş oldukları değerler dikkate alınarak belirlenmiştir (Olgun, 2009; Büyüktaş ve ark., 2016). İşletme içerisindeki binalar ve binalara ait çatı alanları Tablo 3.5'te işletme içerisinde binaların yerleşim planı Şekil 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Yumurta tavuğu işletmesindeki binalara ait çatı alanları

Birimler	Çatı alanı, m ²
Kümesler	1488.5
Malzeme depo binası	72.0
Bakıcı evi	100.3
Toplam alan	1660.8

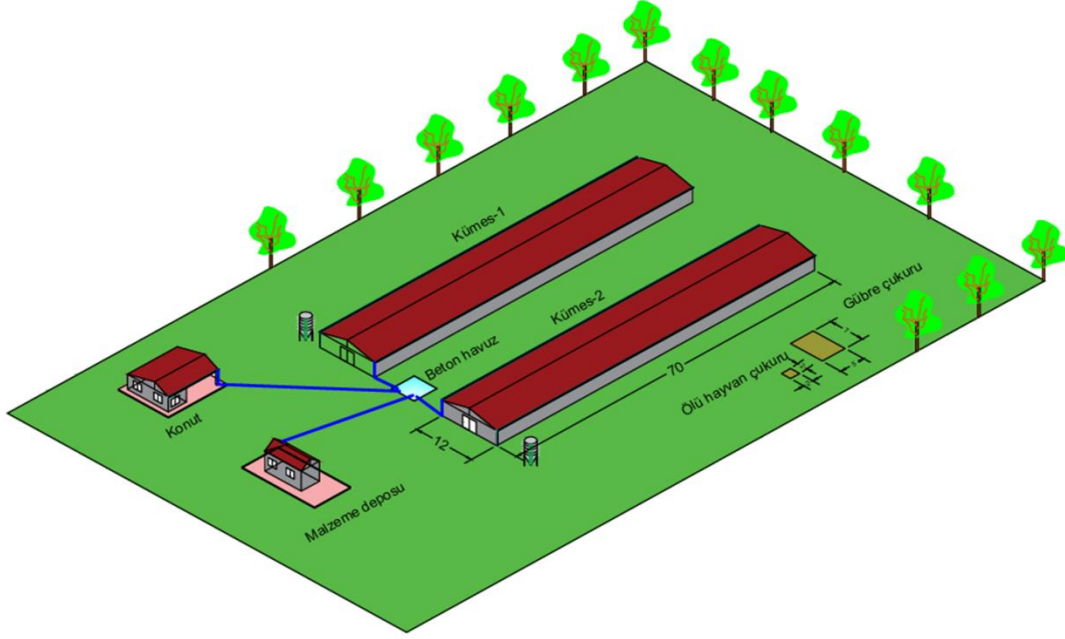


Şekil 3.4. Yumurta tavuğu işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı

Tasarlanan her biri 10 080 kapasiteli 2 adet etlik piliç işletmesinde işletmede yer alan binaların çatı yüzey alanları toplamı 1919.3 m² olarak hesaplanmıştır. Tasarlanan etlik piliç işletmesinde işletme içerisinde yer alan kümes ve diğer bina boyutları araştırmacıların vermiş oldukları değerler dikkate alınarak belirlenmiştir (Olgun, 2009; Büyüктаş ve ark., 2016).İşletme içerisindeki binalar ve binalara ait çatı alanları Tablo 3.6’da işletme içerisinde binaların yerleşim planı Şekil 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.6. Etlik piliç işletmesi içerisindeki binalara ait çatı alanları

Birimler	Çatı alanı, m ²
Kümesler	1747.0
Malzeme depo binası	72.0
Bakıcı evi	100.3
Toplam alan	1919.3



Şekil 3.5. Etlik piliç işletmesi içerisinde binaların yerleşim planı

3.2. Metot

3.2.1. Hasad edilecek yağmur suyu ve depolama kapasitesinin belirlenmesi

İşletmelerin çatılarına kurulacak yağmur suyu toplama sistemi ile elde edilebilecek hasad miktarı ve işletmenin ihtiyacı olan su miktarı karşılaştırılmıştır. Kırşehir ilinin aylık yağış miktarları (P) için uzun yıllık (1930-2024) ortalama yağış miktarları hesaplamalarda dikkate alınmıştır (MGM, 2025). Çalışmada, hayvancılık işletmelerinden hasad edilebilecek yağmur su miktarı Eşitlik 3.1 ile hesaplanmıştır (Yalılı Kılıç ve Abuş, 2018; Hoss ve ark., 2022; Kılıç ve ark., 2023).

$$CV_m = \frac{A \times P \times RC \times FEC}{1000} \quad (3.1)$$

Eşitlikte:

CV_m = Toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı (m^3),

A= Hasad yapılacak binaların çatı yüzey alanları (m^2),

P= Yağış miktarı (L/m^2),

RC= Çatıya ulaşan yağışın kullanılacağı çatı katsayısı (0.8),

FEC: Filtre edilecek yağmur suyunda filtrenin verim katsayısı (0.9),

Hayvanlar tarafından tüketilecek aylık su miktarı Eşitlik 3.2, dış kaynaklardan gereksinim duyulan su miktarı (WRES) Eşitlik 3.3 ve yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı (SR) Eşitlik 3.4 ile hesaplanmıştır.

$$AWR_m = \frac{HS \times HTTS \times d_m}{1000} \quad (3.2)$$

$$WRES = AWR_m - CV_m \quad (3.3)$$

$$SR = \frac{AWR_m}{CV_m} \quad (3.4)$$

Eşitlikte:

AWR_m = Hayvanlar tarafından tüketilecek su miktarı (m^3)

HS=Hayvan sayısı (baş)

HTTS= Hayvanlar tarafından tüketilen su miktarı (baş/gün)

d_m = Ayın günleri

WRES= Dış kaynaktan alınacak su miktarı (m^3)

SR= Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı (%)

Çalışmada depolanabilir aylık yağış miktarı (STP_m) Eşitlik 3.5 yardımı ile hesaplanmıştır (von Zabeltitz, 2011). Yapılan hesaplamalarda depolama havuzundan oluşacak buharlaşma kayıpları (EV_{depo}) havuz yüzeyi polietilen (PE) plastikle örtülmüş kabul edilerek sıfır alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda depolanabilir aylık yağış miktarı (STP_m) pozitif olduğunda depodaki su miktarı artacak, STP_m değeri negatif olduğunda ise depodaki su miktarı azalacaktır.

$$STP_m = CV_m - AWR_m - EV_{depo} \quad (3.5)$$

Eşitlikte:

STP_m = Depolanabilir aylık yağış miktarı (m^3/ay),

CV_m = Hasat edilen aylık yağış miktarı (m^3/ay),

EV_{depo} = Depolama havuzundan oluşan buharlaşma kaybı (m^3/ay),

AWR_m = Hayvanların aylık su gereksinimi (m^3/ay),

Depolanan yıllık yağış miktarı (STBy) Eşitlik 3.6, Eşitlik 3.7 ve Eşitlik 3.8 nolu eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir.

$$STB_y = STP_y - Def_y \quad (3.6)$$

$$STP_y = \Sigma(+) STP_m \quad (3.7)$$

$$Def_y = \Sigma(-) STP_m \quad (3.8)$$

Eşitliklerde:

STB_y = Depolanan yıllık yağış miktarı ($m^3/yıl$),

STP_y = Depolanabilir yıllık yağış miktarı ($m^3/yıl$),

Def_y = Yıllık açık miktarı ($m^3/yıl$),

3.2.2. Hayvanların günlük içme suyu tüketim miktarları

Hayvan türleri ve yaş gruplarına göre ihtiyaç duyulan günlük su tüketim miktarları Tablo 3.7’de verilmiştir (Chapagain ve Hoekstra, 2003).

Tablo 3.7. Hayvanlar için ihtiyaç duyulan günlük içme suyu miktarları

Yaşlara göre hayvan grupları	İhtiyaç duyulan su, L/hayvan/gün
Süt sığırı	
Buzağı, 0-1 yaş	5–23
Düve, 1-3 yaş	26–70
Sağmal inek	70
Besi sığırı	
Genç sığır	5
Yetişkin sığır	38
Koyun	
Kuzu	0.38
Yetişkin koyun	7.6
Tavuklar	
Civciv	0.02
Yumurtacı tavuk	0.30
Etlik piliç	0.18

3.2.3. Yağmur suyu depolama sistemlerinin kurulum maliyetleri

Çalışmada, öncelikle işletmelerde çatı alanına bağlı olarak depolanabilecek yağmur suları için gerekli depo kapasiteleri belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen depo hacmine bağlı olarak yağmur suyunu depolama sistemlerinin kurulumu için gerekli ekipmanlar ve maliyetler Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8. Yağmur suyunu depolama sistemleri için kullanılacak ekipmanlar ve maliyetleri

Ekipmanlar	Maliyet, (TL)	Referanslar
12.5 tonluk galvanizli modüler su deposu	121 776.0	
10.0 tonluk galvanizli modüler su deposu	104 017.0	Anonim (2025a)
2.5 tonluk galvanizli modüler su deposu	53 277.0	
Vorteks Filtre	167 50.0	Anonim (2025b)
Dalgıç pompa	5 000.0	Anonim (2025c)
Beton santralinde üretilen C 16/20 basınç dayanım sınıfında, (m ³)	2 901.3	Anonim (2025d)
Makine ile her derinlik ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması, (m ³)	80.0	Anonim (2025d)
Bağlantı parçaları	5 000.0	
Galvanizli modüler su deposu kurulum ücreti	10 000.0	
Beton havuz işçilik ücreti (TL/günlük)	2 000.0	

Çalışmada, depolanabilecek yağmur suyundan elde edilebilecek tasarruf oranlarının belirlenebilmesi amacıyla Kırşehir Belediyesi 2025 yılı gelir tarife cetvelinde yer alan suyun birim fiyatına göre 21.472 m³/TL olarak alınmıştır. (Anonim, 2025e)

3.2.4. Yağmur suların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmada, hayvancılık işletmelerinde kullanılacak yağmur sularının kimyasal özelliklerinin belirlenip hayvanlar tarafından kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla barınak çatısından oluklar yardımıyla 17.11.2025 tarihinde yağın yağışlardan alınan yağmur suyu örneğinin analizi için barınak çatısına düşen yağmur suyu temiz bir şişeye 3–4 kez çalkalanarak doldurulmuş ve analiz edilmek üzere laboratuvara getirilmiştir (De Pascale ve ark., 2013; Üçlü Tekin, 2025). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Merkez laboratuvarında analiz edilen yağmur suyu örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik, anyon ve katyonlar ölçülmüştür. Yapılan analizlere ait yöntemler ve referanslar Tablo 3.9’da verilmiştir.

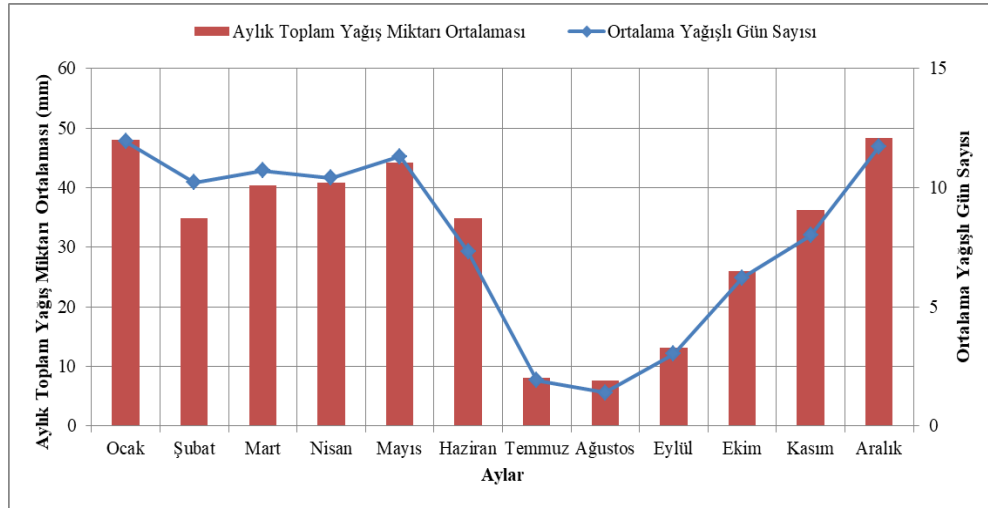
Tablo 3.9. Yağmur suyu örneklerinde yapılan analizlere ait yöntemler ve referanslar

Analizler	Analiz metodu/ Referanslar
pH	Yurdakul 2018 / TS ISO EN 10523
Elektriksel iletkenlik (25°C)	Richards 1954 / TS 4530
Sodyum (me/l)	Richards 1954 / TS 4530
Potasyum (me/l)	Richards 1954 / TS 4530
Kalsiyum (me/l)	ICP-AOS/AAS Yöntemi
Magnezyum (me/l)	ICP-AOS/AAS Yöntemi
Klorür (me/l)	Richards 1954 / TS 4164
Karbonat (me/l)	Richards 1954 / TS 8489
Bikarbonat (me/l)	Richards 1954 / TS 8459
Sülfat (me/l)	Richards 1954 / TS 5095
Bor (mg/l)	Richards 1954

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kırşehir İlinde Yağmur Suyu Hasadı Gereksiniminin Meteorolojik Olarak İncelenmesi

Çalışma alanı olan Kırşehir ilinin 1930-2024 yılları arasındaki uzun yıllık toplam yağış miktarı ve yağışlı gün sayısının aylık değişimleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



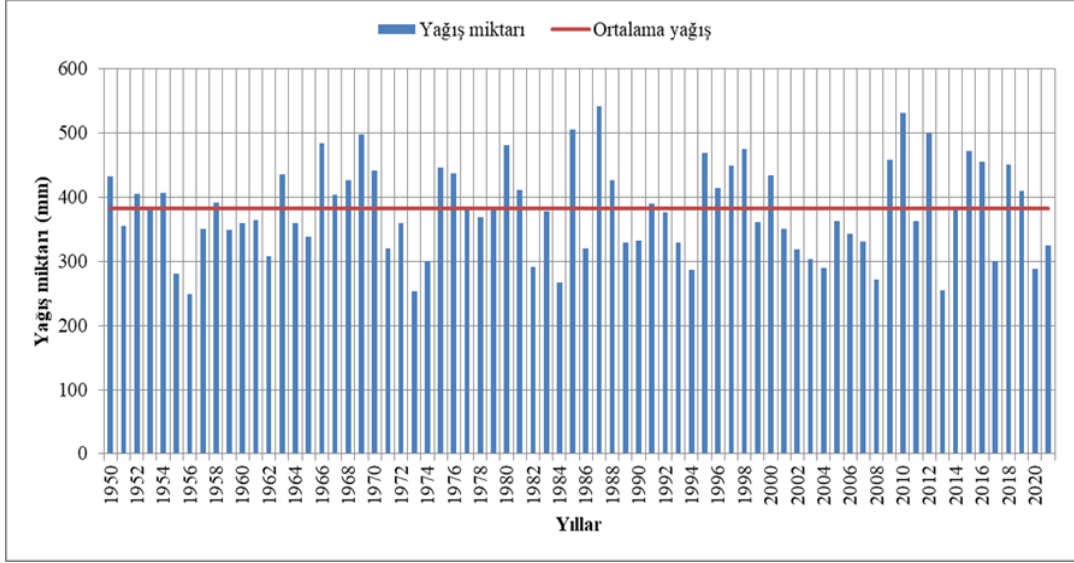
Şekil 4.1. Kırşehir ilinin yağış miktarı ve yağışlı gün sayısının aylık değişimi

Kırşehir ilinin yağış ortalaması en düşük Ağustos ayında 7.8 mm iken en yüksek Ocak ayında 48.2 mm olup toplam yağış miktarı ortalaması 382.0 mm'dir. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı ise en düşük Ağustos ayında 1.44 iken en yüksek Ocak ayında 11.97 olup uzun yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 94.2 dir (Şekil 4.1). Kırşehir ili, Thorntwait iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak-az nemli iklim özelliği, Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre yazları sıcak, kışları soğuk, ılıman karasal, Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre kurak, Erinç iklim sınıflandırmasına göre yarı kurak, De Martonne kuraklık indeksine göre yarı kurak-nemli arasındadır (MGM, 2025). Araştırmacıların iklim sınıflandırmaları dikkate alındığında karasal iklim özelliği gösteren Kırşehir ilinin yarı kurak ve kurak bir iklim özelliği göstermektedir. Ekonomisi önemli bir oranda tarım ve hayvancılığa dayanan Kırşehir ilinde bahar ve yaz aylarında hayvancılık yanında tarımsal alanlardada ortaya çıkacak su gereksinimi nedeniyle ilde yoğun bir su tüketimi olacaktır. Kurak iklim özelliği gösteren ilde sınırlı su kaynaklarının mevcudiyeti dikkate alındığında bu aylarda hayvancılık işletmelerinin bina çatılarından yapılacak yağmur suyu hasadı hayvanlar için su temininin yanı sıra yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına alternatif olarak önemli miktarda yağmur suyu toplama potansiyeli olacaktır.

Dünyada olduğu gibi Türkiyede de ortaya çıkan iklim değışiklikleri her geçen gün daha fazla kendini hissettirmekle beraber araştırmacıların Kırşehir ilinin uzun yıllık sıcaklık değışimleri üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, Boyacı ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, 1960-2015 arasındaki uzun yıllık ve 2006-2015 yılları arasındaki 10 yıllık dönemdeki sıcaklık değışimleri incelenmiştir. Uzun yıllık ortalamalara göre son 10 yılda Mayıs ayında 0.61°C, Haziran ayında 0.96°C, Temmuz ayında 0.97°C, Ağustos ayında 1.67°C, Eylül ayında 1.20°C ve Ekim ayında 0.60°C artış olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda son 10 yılda ortalama sıcaklık değerinin uzun yıllara göre ortalama 0.68°C daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Boyacı ve Küçükönder (2021) tarafından Kırşehir ilinde kuraklık sürecinin bütünlük çok kriterli karar verme yöntemleriyle inceledikleri çalışmalarında, uzun yıllık (1950-2019) ve son 10 yıllık (2010-2019) sıcaklık değerlerini karşılaştırmışlardır. İlde uzun yıllık ortalamalara göre son 10 yılda 1°C'lik sıcaklık artışı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada uzun yıllara göre sıcaklık değışimlerini Mayıs ayında 0.8°C, Haziran ayında 0.9°C, Temmuz ayında 1.3°C, Ağustos ayında 1.6°C, Eylül ayında 1.7°C ve Ekim ayında 0.6°C lik artış olduğu bildirilmiştir. WMO (2024) Haziran 2023 tarihinden Eylül 2024 tarihleri arasındaki 16 aylık süreçte ölçülen sıcaklıkların bugüne kadar kayıt altına alınan en sıcak yıllar olduğunu bildirilmiştir. Aynı zamanda 2015-2024 arasındaki son 10 yıllık sürecin 175 yıllık gözlemsel kayıtlardaki en sıcak on yıl olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 2024 yılı Ocak-Eylül dönemi, sanayi öncesi ortalamasının 1.54±0.13°C üzerinde olduğu bildirilmiştir. Araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalara bakıldığında Kırşehir ilinin de yaşanan sıcaklık artışları dünyada yaşan sıcaklık artışlarına paralel olarak bir artış göstermektedir. İklim değışikliği nedeniyle günümüzde bu sıcaklık artışlarının devam etmesi beklendiğinden ilde de benzer sıcaklık artışlarının yaşanması beklenebilir.

Kırşehir ilinde uzun yıllar (1950-2024) süresince ölçülen uzun yıllık ortalama yağış miktarlarının değışimleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Kırşehir iline ait uzun yıllık ortalama yağış miktarlarının değişimi

Kırşehir ilinde kayıt altına alınan 75 yıllık yağış miktarı ortalaması 382.0 mm olup bu sürenin 35 yılında ortalama yağışın üzerinde yağış kayıt altına alınırken 40 yılında ise ortalamanın altında yağış olmuştur. Ölçülen yağış miktarlarına göre Kırşehir ilinde yaklaşık olarak iki yılda bir düşen yağışların uzun yıllık ortalamasının altında kaldığı görülmektedir (Şekil 4.2). Boyacı ve Küçükönder (2021) Kırşehir ilinde 1971-2019 yılları arasında yaşanan kuraklık değerlendirmesine yönelik önerilen karar modeli, kuraklığın oluşmasında toplam yağış miktarının diğer kriterlerden (buharlaşma, en yüksek ve en düşük sıcaklıklar) daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, sonuçlar 49 yılın 17'sinde kuraklık yaşandığını ve kuraklık şiddetinin hafif, orta ve şiddetli olmak üzere üç farklı seviyede sınıflandırılabilirliğini göstermiştir.

Dünya ve Türkiye genelinde yaşanan iklim değişikliklerinde olduğu gibi Kırşehir ilinde de son yıllarda yaşanan düzensiz yağış değişiklikleri ve değişimleri görülmektedir. Ayrıca ilde son yıllarda artan sıcaklıkların etkisi ile yerüstü suları daha hızlı buharlaşacaktır. Bunun yanında yaklaşık olarak iki yılda bir yağışların ilin ortalama yağış miktarının altında kalmasından dolayı yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının yağışlarla beslenmesinde olumsuzluklar yaşanacaktır. Su kaynaklarında yaşanacak bu sorunlar tarım sektöründe olduğu gibi hayvancılık işletmelerinin su temininde de problemleri beraberinde getirecektir. Bu durum yapılan üretimde verim kayıplarının yaşanması yanında hayvan sağlığı ile ilgili sorunları da beraberinde getirecektir. Özdemir ve ark. (2022) tarafından Kırşehir ilinde iklim değişikliğinin farkındalık düzeyinin araştırıldığı çalışmada üreticiler ile yüzyüze görüşmeler yapılarak iklim değişiminin geçimini tarım ve hayvancılıktan kazanan yöre halkını ekonomik olarak

etkilemesi konusunda vermiş oldukları cevaplarda katılımcıların %88.4'ünün iklim değişikliğinin geçimini tarım ve hayvancılıktan kazanan yöre halkını ekonomik olarak etkilediğini, %3.2'ü etkilemediğini, %8'i ise fikri olmadığını ifade etmiştir. Bu sonuçlar dikkate alındığında, Kırşehir ilinde özellikle kurak geçen dönemlerde geçimini tarım ve hayvancılık sektöründen sağlayan üreticilerin su kısıtı nedeniyle yaşayacağı problemlerin en aza indirilebilmesi amacıyla su teminine alternatif bir yöntem olan yağmur suyu hasad sistemlerinin kullanılması işletmelere ekonomik olarak kazanç sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle hayvancılıkta çatı yüzey alanına sahip binalarda yağmur sularının hasad edilerek hayvanların içme suyu olarak kullanılması işletmeler bakımından su kaynağına erişim açısından alternatiflerin oluşturulması yanında hayvanlarda verim kayıpları ve sağlık problemlerinin azaltılmasında katkı sağlayacaktır.

4.2. Hasad Edilen Yağmur Sularının Hayvanlar Tarafından Kullanılabilirliği

Çalışmada, hayvancılık işletmelerinde kullanılacak yağmur sularının kimyasal özelliklerinin belirlenip hayvanlar tarafından kullanılabilirliği amacıyla yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yağmur suyunun kimyasal analiz sonuçları

Analizler	Değerler
pH	7.07
Elektriksel iletkenlik (25°C) (ds/m)	0.05
Sodyum (me/L)	nd
Potasyum (me/L)	nd
Kalsiyum (me/L)	nd
Magnezyum (me/L)	0.04
Klorür (me/L)	nd
Karbonat (me/L)	nd
Bikarbonat (me/L)	0.04
Sülfat (me/L)	nd
Bor (mg/L)	0.03

nd: Tespit edilemedi.

Hayvanların sağlığı ve üretimi için içme suyunun EC değeri önemli bir faktördür. Sudaki çözünmüş tuz ve minerallerin konsantrasyonu, suyun EC değeriyle ilişkilidir. Yüksek EC seviyeleriyle gösterilen yüksek tuz konsantrasyonları, hayvanlarda dehidrasyona, sindirim sorunlarına ve yem alımında azalmaya neden

olabilir. Öte yandan, düşük EC değerleri genellikle minimum çözünmüş kirletici madde içeren yüksek kaliteli suyu gösterir. İçme suyundaki EC seviyeleri düzenli olarak izlendiğinde, hayvanlar optimum sağlık ve performansı destekleyen su alırlar, bu da potansiyel sağlık sorunlarını azaltır ve genel verimliliği artırır (Erkan Can ve Boğa, 2025). Çiftlik ve kümes hayvanları için su kalite sınıflarına göre sudaki EC değerinin 1.5 ds/m altında olması suyun mükemmel sınıfında olduğunu ve çiftlik hayvanları ve kümes hayvanlarının bütün sınıfları için kullanılabilir (FAO, 1994; Cemek ve ark., 2011). Çalışmada EC değerinin 0.05 ds/m olması nedeniyle bu suların sorunsuzca kullanılabilirliği belirlenmiştir. Erkan Can ve Boğa (2025) tarafından yapılan çalışmada EC değerlerinin ortalama 0.803 dS/m olduğunu ve hayvancılık için kabul edilebilir standartlar içinde olduğunu göstermiştir. Ancak bazı depolardaki yüksek konsantrasyonların, mineral içeriği ve potansiyel sağlık etkileri konusunda endişelere yol açtığını ifade edilmiştir. Buna göre sularında tuzluluk problemleri olan işletmelerin yağmur suyu hasadı yapması veya hayvanlara vermiş oldukları suyu yağmur suları ile seyreltmesi içme suyu kalitesinin artırılarak hayvan sağlığının korunması açısından da önemli olacaktır.

pH seviyesi, içme suyunun lezzeti, klorlama etkinliği, aşındırıcı özellikleri ve çok sayıda ek özelliği gibi çeşitli faktörleri etkiliyor gibi görünmektedir (Hersom ve Crawford, 2008). Otçul türlerde hafif bir alkalilik derecesi, asitliğe göre daha kabul edilebilir olarak değerlendirilir. Sularda 5.5'ten düşük bir pH değeri asidoza neden olur ve bu da kilo kaybı ve üretimde azalma için potansiyel bir risk oluşturur. Belirtilen bu pH aralıklarından sapmalar, su ve yem tüketiminde azalmaya, sindirim süreçlerinde değişikliklere, ishale ve optimum olmayan yem dönüşüm oranlarına neden olabilir (Looper, 2012). Hayvanlar için önerilen pH aralığı 6.5-8.5 arasında olması tavsiye edilir (Erkan Can ve Boğa, 2025). Çalışmada yağmur suyunun pH değeri 7.07 olarak ölçülmüş ve hayvanların tüketimi bakımından bir problem olmadığı belirlenmiştir.

Hayvanların yüksek magnezyum içeren suları tüketmesi istisnada olsa ishal ve şiddetli ishale sebep olur (Cemek ve ark., 2011). Hayvanlar için önerilen magnezyumun sınır değerleri kümes hayvanları ve süt sığırları için <21 me/L, besi sığırları için 33 me/L ve koyunlar için 41 me/L olarak belirtilmiştir (FAO, 1994). Çalışmada yapılan analizde magnezyum 0.04 me/L olarak bulunmuştur. Buna göre magnezyum konsantrasyonu bakımından hasad edilen yağmur suyunun hayvanların alımı bakımından bir sorun oluşturmadığı belirlenmiştir.

Bikarbonatlar ve karbonatlar sularda pH'ı yani alkaliliği artırır. Hasad edilen yağmur suyunda ölçülen 0.04 me/L bikarbonatın sorun oluşturmadığı belirlenmiştir. Aynı zamanda pH değerinin uygun aralıkta olması nedeniyle bikarbonatın sorun oluşturmadığı görülmektedir.

Çiftlik hayvanları içme suyundaki bor seviyesinin üst sınır değeri 5 mg/L olarak önerilmektedir. Çalışmada yağmur suyunda ölçülen bor değeri 0.03 mg/L olarak belirlenmiştir. Buna göre yağmur suyundaki mevcut borun hayvanlar tarafından kullanılması bir toksiteye neden olmayacaktır.

Yağmur suyunun kimyasal analiz sonuçlarına göre barınak çatısından hasad edilen yağmur suyunun hayvanlar tarafından içme suyu olarak kullanılmasında bir sorun olmadığı belirlenmiştir.

4.3. Süt Sığırcılığı İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi

Süt sığırı yetiştirilen işletmede bina çatılarından yapılacak yağmur suyu hasadı ile toplanacak su miktarları ve hayvanların su tüketimini karşılama oranları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Süt sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları

Aylar	P, (mm)	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	WRES, (m ³)	SR, (%)
Ocak	48.2	65.2	163.8	98.6	39.8
Şubat	34.7	46.9	148.0	101.0	31.7
Mart	40.5	54.8	163.8	109.0	33.4
Nisan	40.6	54.9	158.5	103.6	34.6
Mayıs	44.3	59.9	163.8	103.9	36.6
Haziran	34.6	46.8	158.5	111.7	29.5
Temmuz	8.1	11.0	163.8	152.8	6.7
Ağustos	7.8	10.5	163.8	153.3	6.4
Eylül	13.2	17.9	158.5	140.7	11.3
Ekim	25.8	34.9	163.8	128.9	21.3
Kasım	36.1	48.8	158.5	109.7	30.8
Aralık	48.1	65.0	163.8	98.8	39.7
Toplam	382.00	516.6	1928.7	1412.1	26.8

P: yağış, CV_m: Hasad edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, WRES: Dış kaynaktan alınacak içme suyu, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

İşletmede hayvanların toplam su tüketimi 1928.7 m³ olup aylık ortalama su tüketimi ise 160.7 m³ tür (Tablo 4.2). İşletme içerisinde kapalı alana sahip binaların çatı alanlarından toplanacak yağmur suyu hasadı ile yağışın en fazla olduğu Ocak ayında toplanabilecek yağmur suyu miktarı ile tüketilen su miktarının %39.8'ü

karşılabilirken, az miktarda suyun toplandığı Ağustos ayında tüketilen miktarın %6.4'ü karşılanabilecektir. Toplamda yıl boyu tüketilen su miktarının karşılanma oranı %26.8'i olacaktır. Buna göre, Kırşehir ilinde aylık yağış ve hayvanların su tüketimlerine göre depolanabilecek yağmur suyu elde edilememektedir. Günlük yağış potansiyeli belirlenirken bölgede maksimum yağışa denk gelen aydaki günlük yağmur suyu potansiyeli hesaplanmaktadır. Günlük ihtiyaç duyulan su miktarı ve yağmur suyu potansiyeli karşılaştırılarak minimum olan değer en az 3 gün depolanabilecek şekilde depo seçimi yapılmaktadır (Anonim, 2022). Buna göre en yüksek yağışın olduğu aya göre 3 günlük depolama hacmi önerildiğinden işletme için depo hacmi 15 m³ alınmalıdır. Yıl içerisinde çatıdan toplanabilecek yağmur suyu miktarı 516.6 m³ ve süt sığırları tarafından tüketilecek su miktarı 1928.7 m³ olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmenin dış kaynaklardan temin etmesi gereken su miktarı 1412.1 m³ olacaktır.

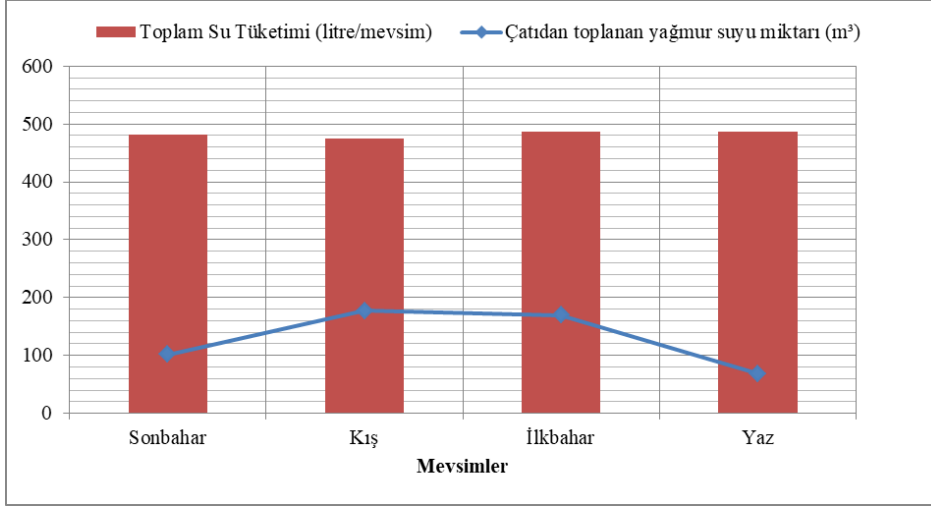
Süt sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre hayvanlar tarafından tüketilecek suyu karşılama oranları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Süt sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları

Mevsimler	CV _m (m ³)	AWR _m (m ³)	SR, (%)
Sonbahar	101.6	480.8	21.1
Kış	177.2	475.6	37.3
İlkbahar	169.6	486.1	34.9
Yaz	68.3	486.1	14.0
Toplam	516.6	1928.7	26.8

CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Süt sığırcılığı işletmesinde binaların çatı yüzey alanlarından toplanabilecek yağmur suyu hasadı ile kış mevsiminde işletmenin ihtiyaç duyduğu suyun %37.3'ü karşılanabilirken yağışın az olduğu yaz aylarında tüketilen suyun %14.0'ı yağmur suyu hasadı ile karşılanabilecektir. İşletmede yıl boyu tüketilen su miktarının karşılanma oranı ise ortalama %26.8 olacaktır. İşletmede toplam su tüketimi ve çatıdan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Süt sığırcılığı işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere kış (177.2 m^3) ve ilkbahar (169.6 m^3) aylarında artan yağışa bağlı olarak çatıdan toplanan yağmur suyu miktarı da artış göstermiştir. Buna göre çatıdan toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı arttıkça işletmenin toplam su tüketimini karşılama oranı artmıştır. Yaz aylarında ise yağışların azlığı nedeniyle çatıdan toplanan suyun işletmede hayvanların içme suyu ihtiyacını karşılama oranı oldukça düşüktür.

Araştırmacıların yapmış oldukları benzer çalışmalarda, Meehan ve ark. (2021) süt sığırlarında sütün %87'sini su oluşturur ve süt sığırlarının tükettiği suyun yaklaşık %30'u süt yoluyla kaybedilir. Bu nedenle süt sığırlarının su gereksinimleri, üretim aşaması ve süt üretim seviyesinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Süt sığırlarının tükettiği suyun büyük bir kısmı (yaklaşık %83) içme yoluyla tüketilmekte, geri kalan su ise yemlerden sağlanmaktadır. Su gereksinimleri hayvanın beslenmesinden etkilenir ve kuru madde, tuz ve proteindeki artışlarla birlikte artar. Yetersiz su süt üretimini sınırlayabileceğinden su, süt sığırları için en önemli besin bileşenidir. Laktasyondaki süt inekleri üretilen her kg süt için yaklaşık 4 L suya ihtiyaç duyar. Kılıç ve ark. (2023) yapmış oldukları çalışmalarında süt sığırları işletmesindeki yapıların fazla olması ve Bursa ilinde kış aylarında yağış ortalamasının yüksek olması nedeniyle yapıların çatısı aracılığıyla önemli miktarda yağmur suyunun toplanabileceğini bildirmişlerdir. Buna göre çalışmada en fazla su 195.4 m^3 ile Aralık ayında toplanırken, en az su 30.4 m^3 ile yaz aylarında toplanmaktadır. Bu durumda hayvanların kış aylarında ihtiyaç duyduğu suyun %100'ü karşılanırken yaz aylarında ise %30'unun karşılanabileceği ve yıllık ise tüketilen suyun yaklaşık %74'ünün yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği

belirtilmiştir. Çaylı (2021) yağmur suyu hasadı ile ihtiyaç duyulan suyun karşılanması, suyun kıt olduğu bölgelerde ve mevcut su kaynaklarına destek olarak tercih edilebileceğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda, süt sığırı yetiştiriciliğinde hayvanların refahı ve veriminin sağlanması açısından günlük tüketilen günlük su miktarlarının oldukça önemli olduğu görülmektedir. Ancak ortaya çıkan yüksek miktarda su tüketimi yıllık yağış miktarının düşük olduğu Kırşehir ilinde, iklim değişikliği kaynaklı ortaya çıkan düzensiz yağış rejimleri de dikkate alındığında suyun temin edilmesi ilerleyen yıllarda işletmeler için bir sorun oluşturacaktır. Bu nedenle işletmelerin yağmur suyu gibi alternatif su kaynaklarına yönelmesi aynı zamanda yer üstü ve yeraltı suları üzerindeki baskıyı da azaltacaktır.

4.4. Besi Sığırlığı İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi

Besi sığırı yetiştirilen işletmede bina çatılarından yağmur suyu hasadı ile toplanacak su miktarları ve hayvanların su tüketimini karşılama oranları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Besi sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları

Aylar	P, (mm)	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	WRES, (m ³)	SR, (m ³)
Ocak	48.2	85.7	353.4	267.7	24.3
Şubat	34.7	61.7	319.2	257.5	19.3
Mart	40.5	72.0	353.4	281.4	20.4
Nisan	40.6	72.2	342.0	269.8	21.1
Mayıs	44.3	78.8	353.4	274.6	22.3
Haziran	34.6	61.5	342.0	280.5	18.0
Temmuz	8.1	14.4	353.4	339.0	4.1
Ağustos	7.8	13.9	353.4	339.5	3.9
Eylül	13.2	23.5	342.0	318.5	6.9
Ekim	25.8	45.9	353.4	307.5	13.0
Kasım	36.1	64.2	342.0	277.8	18.8
Aralık	48.1	85.5	353.4	267.9	24.2
Toplam	382.00	679.3	4161.0	3481.7	16.3

P: yağış, CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, WRES: Dış kaynaktan alınacak içme suyu, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

İşletmede hayvanların toplam su tüketimi 4161.0 m³ olup aylık ortalama su tüketimi ise 346.8 m³ tür (Tablo 4.4). İşletme içerisinde kapalı alana sahip binaların çatı alanlarından toplanacak yağmur suyu hasadı ile yağışın en fazla olduğu Ocak ayında toplanabilecek yağmur suyu miktarı ile tüketilen su miktarının %24.3'ü karşılanabilirken, az miktarda suyun toplandığı Ağustos ayında tüketilen miktarın %3.9'u karşılanabilecektir. Toplamda yıl boyu tüketilen su miktarının karşılanma oranı

%16.3 olacaktır. Yıl içerisinde çatıdan toplanabilecek yağmur suyu miktarı 679.3 m³ ve besi sığırları tarafından tüketilecek su miktarı 4161.0 m³ olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmenin dış kaynaklardan temin etmesi gereken su miktarı 3481.7 m³ olacaktır.

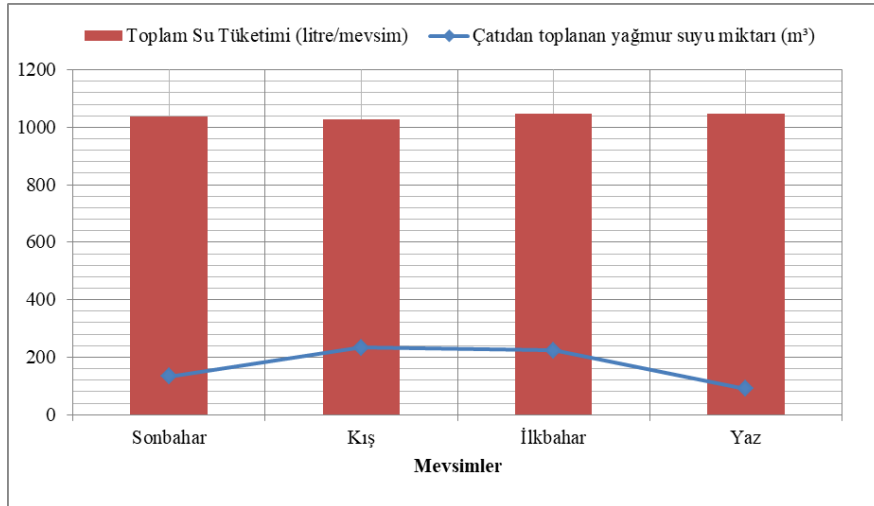
Besi sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre hayvanlar tarafından tüketilecek suyu karşılama oranları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Besi sığırcılığı işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları

Mevsimler	CV _m (m ³)	AWR _m (m ³)	SR, (%)
Sonbahar	133.6	1037.4	12.9
Kış	233.0	1026.0	22.7
İlkbahar	223.0	1048.8	21.3
Yaz	89.8	1048.8	8.6
Toplam	679.3	4161.0	16.3

CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Besi sığırcılığı işletmesinde binaların çatı yüzey alanlarından toplanabilecek yağmur suyu hasadı ile kış mevsiminde işletmenin ihtiyaç duyduğu suyun %22.7'si karşılanabilirken yağışın az olduğu yaz aylarında tüketilen suyun %8.6'sı yağmur suyu hasadı ile karşılanabilecektir. İşletmede yıl boyu tüketilen su miktarının karşılama oranı ise ortalama %16.3 olacaktır. İşletmede toplam su tüketimi ve çatıdan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Besi sığırcılığı işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi

Şekil 4.4'te görüldüğü üzere kış (233.0 m³) ve ilkbahar (223.0 m³) aylarında artan yağışa bağlı olarak çatıdan toplanan yağmur suyu miktarı da artış göstermiştir. Buna göre çatıdan toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı arttıkça işletmenin

toplam su tüketimini karşılama oranı artmıştır. Yaz aylarında ise yağışların azlığı nedeniyle çatıdan toplanan suyun işletmede hayvanların içme suyu ihtiyacını karşılama oranı oldukça düşüktür.

Parker ve ark. (2000) Amerika'nın Teksas eyaletinin bazı bölgelerinde tükenmeye başlayan yeraltı su kaynakları nedeniyle su tasarrufunun, çok daha önemli bir hale geldiği bildirilmiştir. Çalışmada, besi sığırı tesisinde iki yıl süresince su kullanım çalışması yapılmış ve iki yıllık dönemde ortalama günlük su kullanımını 40.9 L/baş/gün olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, kış aylarında toplam kullanımın %66'sı, yaz aylarında ise %89'unun içme amaçlı olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Kılıç ve ark. (2023) besi sığırı çiftliğinde çatı alanına bağlı olarak hesapladıkları yağmur suyu hasadı miktarının, besi sığırlarında kış aylarında ortalama su ihtiyacının %57.4'ünü ve yazın ise %16.4'ünün karşılanabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer olarak tüketilen su miktarının %59'unun yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği belirlenmiştir. Çelik ve Sarıözkan (2017) Kırşehir il ekonomisinde sığır besiciliği faaliyetinin önemli bir yeri olduğunu, Doğan ve Altuntaş (2017) Kırşehir ilinde besi sığırcılığı yapan tarım işletmelerinin sorunları ve çözüm önerilerine yönelik yapmış oldukları çalışmalarında, anket yapılan besi sığırı işletmelerde üreticilerin üretim sürecinde ortaya çıkan en büyük maliyetin enerji ve su gideri olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Besi hayvanlarının sulanmasında ve işletme içerisindeki su ihtiyacının giderilmesinde üreticilerin büyük bir bölümünün kuyu suyundan faydalandıkları belirlenmiştir. Besideki hayvanlara yeterli ve kaliteli su kaynağı sağlanması hem hayvanın sağlığı, verimliliği ve refahı hem de işletmenin karlılığı için oldukça önemlidir (Altınçekiç ve Sözcü, 2013). Demirkaya (2024) tarafından Kırşehir ilinde yapılan çalışmada besideki hayvanlar için en kritik besin maddelerinden biri de su olduğunu ve çalışma alanında ahırların %64'ünde yedek su deposu kullanılırken %36'sında ise yedek su deposu kullanılmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda verim odaklı besi sığırı yetiştiriciliğinin ana etmenlerinden birisinde sığırların istediği anda kaliteli suya ulaşmalarını sağlamak olduğu belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda, besi sığırı yetiştiriciliğinde hayvanların refahı ve veriminin sağlanması açısından günlük tüketilen günlük su miktarlarının oldukça önemli olduğu görülmektedir. Ancak ortaya çıkan yüksek miktarda su tüketimi yıllık yağış miktarının düşük olduğu Kırşehir ilinde, iklim değişikliği kaynaklı ortaya çıkan düzensiz yağış rejimleri de dikkate alındığında suyun temin edilmesi ilerleyen yıllarda işletmeler için bir sorun oluşturacaktır. Bu nedenle işletmelerin yağmur suyu gibi

alternatif su kaynaklarına yönelmesi aynı zamanda yer üstü ve yeraltı suları üzerindeki baskıyı da azaltacaktır.

4.5. Koyunculuk İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi

Koyun yetiştiriciliği yapılan işletmede yağmur suyu hasadı ile toplanacak yağmur suyu miktarları ve hayvanların su tüketimini karşılama oranları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Koyun sığırı işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları

Aylar	P, (mm)	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	WRES, (m ³)	SR, (%)
Ocak	48.2	15.5	29.0	13.5	53.4
Şubat	34.7	11.2	26.2	15.0	42.6
Mart	40.5	13.0	29.0	16.0	44.9
Nisan	40.6	13.0	28.0	15.0	46.5
Mayıs	44.3	14.2	29.0	14.7	49.1
Haziran	34.6	11.1	28.0	16.9	39.6
Temmuz	8.1	2.6	29.0	26.4	9.0
Ağustos	7.8	2.5	29.0	26.5	8.6
Eylül	13.2	4.2	28.0	23.8	15.1
Ekim	25.8	8.3	29.0	20.7	28.6
Kasım	36.1	11.6	28.0	16.4	41.4
Aralık	48.1	15.5	29.0	13.5	53.3
Toplam	382.00	122.8	341.2	218.5	36.0

P: yağış, CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, WRES: Dış kaynaktan alınacak içme suyu, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

İşletmede hayvanların toplam su tüketimi 341.2 m³ olup aylık ortalama su tüketimi ise 28.4 m³ tür (Tablo 4.6). İşletme içerisinde binaların çatı yüzey alanlarından hasad edilecek yağmur suyu ile kış mevsiminde yağışın en fazla olduğu Ocak ayında toplanabilecek yağmur suyu miktarı ile tüketilen su miktarının %53.4'ü karşılanabilirken, yaz mevsiminde az miktarda yağmur suyunun hasad edildiği Ağustos ayında tüketilen içme suyu miktarın %8.6'sı karşılanabilecektir. İşletmede yıl boyunca tüketilecek içme suyu miktarının karşılama oranı ise %36.0 olacaktır. Yıl içerisinde çatıdan toplanabilecek yağmur suyu miktarı 122.8 m³ ve besi sığırları tarafından tüketilecek su miktarı 341.2 m³ olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmenin dış kaynaklardan temin etmesi gereken su miktarı 218.5 m³ olacaktır.

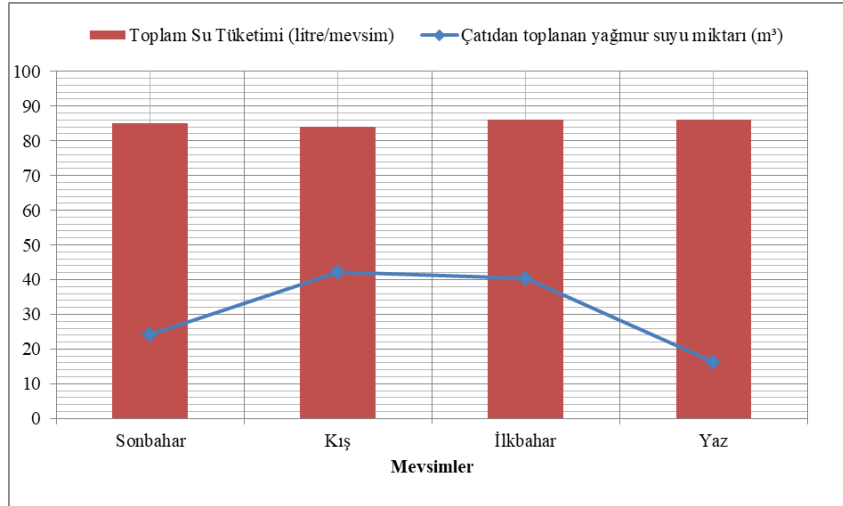
Koyunculuk işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre hayvanlar tarafından tüketilecek suyu karşılama oranları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Koyunculuk işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları

Mevsimler	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	KO, (%)
Sonbahar	24.1	85.1	28.4
Kış	42.1	84.1	50.0
İlkbahar	40.3	86.0	46.9
Yaz	16.2	86.0	18.9
Toplam	122.8	341.2	36.0

CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Koyunculuk işletmesinde binaların çatı yüzey alanlarından toplanabilecek yağmur suyu hasadı ile kış mevsiminde işletmenin ihtiyaç duyduğu suyun %50.0'si karşılanabilirken yağışın az olduğu yaz aylarında tüketilen suyun %18.9'u yağmur suyu hasadı ile karşılanabilecektir. İşletmede yıl boyu tüketilen su miktarının karşılama oranı ise ortalama %36.0 olacaktır. İşletmede toplam su tüketimi ve çatıdan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimleri Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Koyunculuk işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi

Şekil 4.5'te görüldüğü üzere kış (42.1 m³) ve ilkbahar (40.3 m³) aylarında artan yağışa bağlı olarak çatıdan toplanan yağmur suyu miktarı da artış göstermiştir. Buna göre çatıdan toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı arttıkça işletmenin toplam su tüketimini karşılama oranı artmıştır. Yaz aylarında ise yağışların azlığı nedeniyle çatıdan toplanan suyun işletmede hayvanların içme suyu ihtiyacını karşılama oranı oldukça düşüktür.

Kılıç ve ark. (2023) tarafından Bursa ilinde yapmış oldukları çalışmalarında ağıl çatı yüzey alanlarına bağlı olarak yağmur suyu hasadı ile koyun çiftliğinde hayvanların aylık su ihtiyacı 64.4 m³ olduğunu ve özellikle kış aylarında ihtiyaç duyulan su

miktarından daha fazla su toplanabileceğini belirtmişlerdir. Kış aylarında 216.9 m³ ile gerekli su ihtiyacı karşılanırken, ilerleyen aylarda su transferi sağlanabileceğini, böylece bahar aylarında ihtiyacın çok altında su hasadı yapılırsa da toplam ihtiyacın %90.4'ü karşılanabilecek. Yaz aylarında ihtiyaç duyulan suyun ise %32'sini karşılama potansiyeli bulunduğunu ve yıllık ise tüketilen suyun yaklaşık %75.6'sının yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği bildirmişlerdir. Boyacı ve Yoldaş (2025) tarafından yapılan Bingöl ili için yapılan çalışmada koyunculuk işletmesinde yer alan bina çatı yüzey alanlarına göre toplanabilecek yağmur suyu miktarı 262.0 m³ iken koyunların içme ve temizlik için gereksinim duyduğu su miktarları toplamı 458.8 m³ olarak hesaplanmıştır. Yağışın en fazla olduğu Ocak ayında işletmede yer alan binaların çatı yüzey alanlarından toplanabilecek yağmur suyu miktarı 38.4 m³, yağışın en düşük olduğu Ağustos ayında 1.2 m³ olacaktır. İşletmede koyunların aylık ortalama su tüketiminin 188.8 m³ olarak belirlenmiştir. Ayrıca koyunlar tarafından yıl boyu tüketilen su miktarının karşılanma oranının ise %21.1 olduğu ifade edilmiştir. Erkan Can ve ark. (2023) Karasal iklime sahip Yozgat ilinde yürütmüş oldukları çalışmalarında, çalışma alanında çadır ağaçlarda yetiştirilen koyunlar için içme suyu kaynağı olarak işletmelerin %66.67 sinin şehir şebeke suyu, %28.57'sinin kuyu suyu ve %4.76'sinin kaynak suyu kullanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, köylerinde içme suyu sıkıntısı olmayan işletmelerin tamamında çadır içerisinde veya dışında suluk yaptırdığı, içme suyu sorunu olan köyde ise işletme sahiplerinin ağaçta içinde ve dışında suluk yaptıramadığı bu sorunun çözümü içinde koyunlarını köye ait ortak hayvan yalağına kadar götürerek su içmelerini sağladığı belirtilmiştir.

Araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalara bakıldığında işletmelerin sahip oldukları çatı alanı ve bölgenin yağış miktarına bağlı olarak hasad edilebilecek yağmur suyu miktarı farklılıklar göstermektedir. Karasal iklime sahip Kırşehir ilinde düşük yağış miktarı nedeniyle çatıdan toplanabilecek su miktarının hayvanların içme suyunun %36 sını karşılayabileceği görülmektedir. Ayrıca Kırşehir iline komşu ve benzer iklim özelliği gösteren Yozgat ilinde yapılan çalışmada su sorunu olan işletmelerin hayvanları ağaçta değil su kaynağına götürdüğü belirtilmiştir. Yapılacak yağmur suyu hasadı ile koyunculuk işletmelerinde suyun bir kısmında olsa yağmur suyu hasadı ile karşılanabilecek olması işletmeler açısından da önemli olacaktır.

4.6. Yumurta Tavukçuluğu İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi

Yumurta tavukçuluğu yapılan işletme içerisinde bina çatı yüzeylerinden yağmur suyu hasadı ile toplanacak su miktarları ve hayvanların su tüketimini karşılama oranları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları

Aylar	P, (mm)	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	WRES, (m ³)	SR, (m ³)
Ocak	48.2	57.6	279.0	221.4	20.7
Şubat	34.7	41.5	252.0	210.5	16.5
Mart	40.5	48.4	279.0	230.6	17.4
Nisan	40.6	48.5	270.0	221.5	18.0
Mayıs	44.3	53.0	279.0	226.0	19.0
Haziran	34.6	41.4	270.0	228.6	15.3
Temmuz	8.1	9.7	279.0	269.3	3.5
Ağustos	7.8	9.3	279.0	269.7	3.3
Eylül	13.2	15.8	270.0	254.2	5.8
Ekim	25.8	30.9	279.0	248.1	11.1
Kasım	36.1	43.2	270.0	226.8	16.0
Aralık	48.1	57.5	279.0	221.5	20.6
Toplam	382.00	456.8	3285.0	2828.2	13.9

P: yağış, CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, WRES: Dış kaynaktan alınacak içme suyu, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Yumurta tavukçuluğu yapılan işletmede tavukların toplam su tüketimi 3285.0 m³ olup aylık ortalama su tüketimi ise 273.8 m³ tür (Tablo 4.8). İşletmede binaların çatı yüzey alanlarından hasad edilebilecek en fazla su miktarı yağışın en yüksek olduğu Ocak ayıdır. Bu ayda hasad edilebilecek yağmur suyu miktarı ile tavukların tüketeceği su miktarının %20.7’sini karşılayabilmek mümkün olurken yağışın en düşük olduğu Ağustos ayında ise tavuklar tarafından tüketilecek içme suyunun %3.3’ü karşılanabilecektir. İşletmede tavuklar tarafından yıl boyu tüketilen içme suyunun karşılanma oranı ise %13.9 olacaktır. Yıl içerisinde çatı yüzeylerinden toplanabilecek yağmur suyu miktarı 456.8 m³ ve yumurta tavukları tarafından tüketilecek su miktarı 3285.0 m³ olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmenin dış kaynaklardan temin etmesi gereken su miktarı 2828.2 m³ olacaktır.

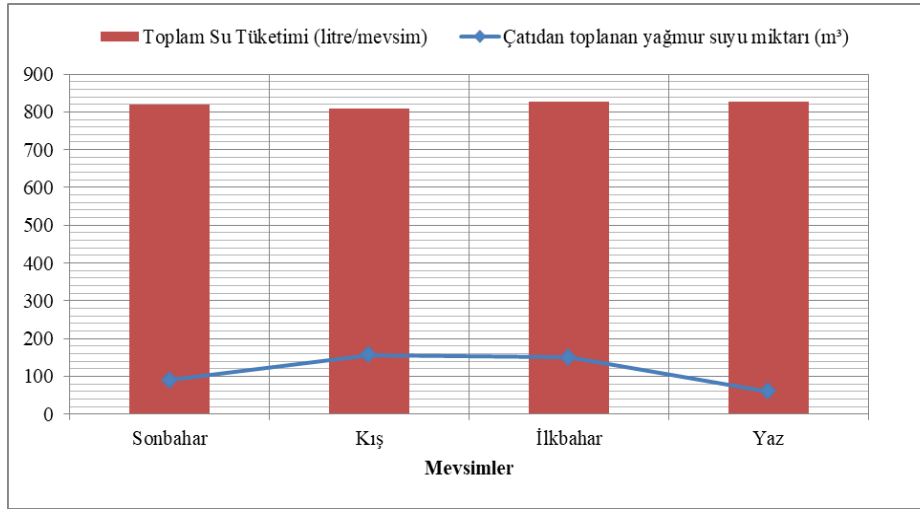
Yumurta tavukçuluğu işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre hayvanlar tarafından tüketilecek suyu karşılama oranları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde yağmur suyu hasadının mevsimlere göre tüketilecek suyu karşılama oranları

Mevsimler	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	SR, (%)
Sonbahar	89.8	819.0	11.0
Kış	156.6	810.0	19.3
İlkbahar	150.0	828.0	18.1
Yaz	60.4	828.0	7.3
Toplam	456.8	3285.0	13.9

CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Yumurta tavukçuluğu işletmesinde binaların çatı yüzey alanlarından toplanabilecek yağmur suyu hasadı ile kış mevsiminde işletmenin ihtiyaç duyduğu suyun %19.3'ü karşılanabilirken yağışın az olduğu yaz aylarında tüketilen suyun %7.3'ü yağmur suyu hasadı ile karşılanabilecektir. İşletmede yıl boyu tüketilen su miktarının karşılama oranı ise ortalama %13.9 olacaktır. İşletmede toplam su tüketimi ve çatıdan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının mevsimlere göre değişimi

Şekil 4.6'da görüldüğü üzere kış (19.3 m³) ve ilkbahar (18.1 m³) aylarında artan yağışa bağlı olarak çatıdan toplanan yağmur suyu miktarı da artış göstermiştir. Buna göre çatıdan toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı arttıkça işletmenin toplam su tüketimini karşılama oranı artmıştır. Yaz aylarında ise yağışların azlığı nedeniyle çatıdan toplanan suyun işletmede hayvanların içme suyu ihtiyacını karşılama oranı oldukça düşüktür.

Su, kanatlı hayvanlar için esansiyel besin maddelerin biri olup vücut ağırlıklarının yaklaşık %70'ini, yumurta ağırlığının ise % 65' ini su oluşturmaktadır. Bu

bakımdan su yumurta tavuklarında yumurta verimini ve kalitesini doğrudan etkiler (Açıkgöz ve ark., 2002). İşletmede kafestavukçuluğu için yapılan hesaplamada birim alanada daha fazla tavuk konulabilmesi nedeniyle işletmenin yağmur suyu hasadı ile içme suyunu karşılama oranı düşük çıkmıştır. Bu kümeşte yağmur suyu hasad sisteminin kurulması suyun kıt olduğu yerde daha çok işletmeye ek kaynak sağlaması bakımından önemli olacaktır.

4.7. Etlik Piliç İşletmesinde Yağmur Suyu Hasadı Miktarının Belirlenmesi

Etlik piliç yetiştiriciliği yapılan işletmede bina çatılarından yağmur suyu hasadı ile toplanacak yağmur suyu miktarları ve hayvanların içme suyu tüketimini karşılama oranları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Etlik piliç işletmesinde toplanacak su miktarları ve karşılama oranları

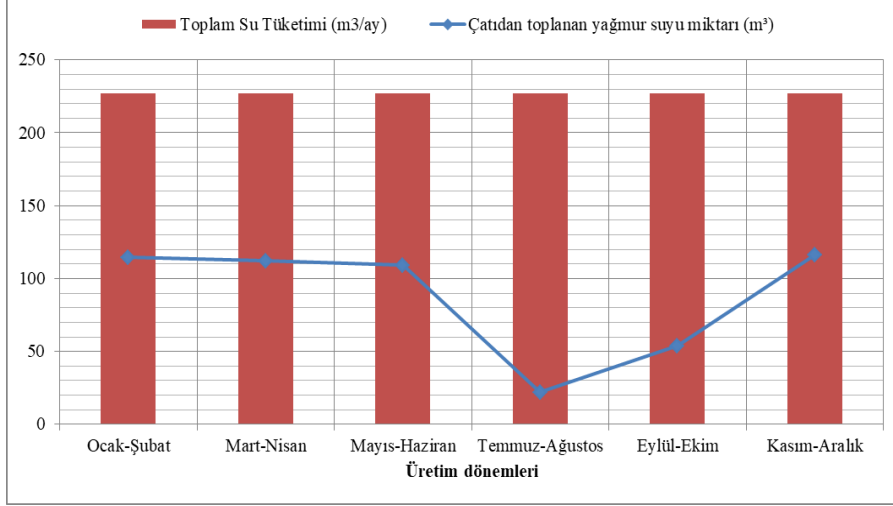
Aylar	P, (mm)	CV _m , (m ³)	AWR _m , (m ³)	WRES, (m ³)	SR, (%)
Ocak-Şubat	82.9	114.6	226.8	112.2	50.5
Mart-Nisan	81.1	112.1	226.8	114.7	49.4
Mayıs-Haziran	78.9	109.0	226.8	117.8	48.1
Temmuz-Ağustos	15.9	22.0	226.8	204.8	9.7
Eylül-Ekim	39	53.9	226.8	172.9	23.8
Kasım-Aralık	84.2	116.4	226.8	110.4	51.3
Toplam	382.0	527.9	1360.8	832.9	38.8

P: yağış, CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, AWR_m: Hayvanların aylık içme suyu tüketimi, WRES: Dış kaynaktan alınacak içme suyu, SR: Yağmur suyunun hayvanların içme suyunu karşılama oranı

Etlik piliç yetiştiriciliği yapılan işletmede hesaplamalar 2 aylık süreler için yapılmıştır. Buna göre etlik piliçlerin kesim yaşı olan 42 gün süresince hasad edilen sular içme suyu olarak kullanılacak ve geri kalan 18 günlük sürede hasad edilen sular depoda toplanacaktır. Buna göre işletmede yer alan binaların çatı yüzey alanlarından hasad edilecek yağmur suyunun etlik piliçlerin su tüketimini en fazla karşılayacağı aylar Kasım-Aralık ayları olacaktır. Bu üretim periyodunda hasad edilecek yağmur suyu miktarı ile etlik piliçlerin tüketeceği suyun %51.3’ü karşılanabilirken, yaz aylarına denk gelen Temmuz-Ağustos aylarında az miktarda suyun toplanması nedeniyle tüketilecek içme suyunun %9.7’si yağmur suları ile karşılanabilecektir. Buna göre altı üretim periyodu süresince etlik piliçler tarafından tüketilecek içme suyunun yağmur suyu hasadı ile karşılanma oranı %38.8 olacaktır. Yıl içerisinde çatıdan toplanabilecek yağmur suyu miktarı 527.9 m³ ve etlik piliçler tarafından tüketilecek su miktarı 1360.8

m³ olarak belirlenmiştir. Buna göre işletmenin dış kaynaklardan temin etmesi gereken su miktarı 832.9 m³ olacaktır.

İşletmede toplam su tüketimi ve çatıdan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının üretim periyotlarına göre değişimleri Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Etlik piliç işletmesinde toplam su tüketimi ve hasat edilebilecek yağmur suyu miktarının periyotlara göre değişimi

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere 1., 2. ve 3. üretim periyodu ile 6. üretim periyodunda yağmur suyu hasadı ile etlik piliçlerin tükettiği içme suyunun yaklaşık olarak yarısı karşılanabilecektir. Buna göre çatıdan toplanabilecek yağmur suyu hasadı miktarı arttıkça işletmenin toplam su tüketimini karşılama oranı artmıştır. Ayrıca 4. ve 5. üretim periyotları olan Temmuz-Ekim ayları arasında ise yağışa bağlı olarak hasad edilebilecek yağmur suyu miktarı en düşük seviyelerde olacaktır.

Çaylı (2021) tarafından yapılan çalışmada, etlik piliç üretiminin yılda altı periyotta üretim yapılması durumunda tavukların içme suyu ihtiyacı her periyotta 77.38 L/m² olarak belirlenmiştir. Yıl içerisinde altı periyot üretim yapılması durumunda ihtiyaç duyulan toplam içme suyu 464.3 L/m² yıl olarak hesaplanmıştır. Kümeste evaporatif serinletme yöntemlerinden olan fan ped ile serinletme yapılması durumunda ve sistemin 27°C’de çalışması durumunda ve iç ortamı ıslak termometreye kadar düşürülmesi durumunda tüketilecek su miktarı ve tavukların tükettiği su miktarı dikkate alındığında toplam su tüketiminin 1532 L/m² yıl olacağını bildirmiştir. Ancak bu suyun tamamının çatıdan yapılacak yağmur suyu hasadı ile karşılanamayacağını bunun çatı alanı dışında ek su toplama alanına ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Boyacı (2023) tarafından yapılan çalışmada etlik piliç yetiştiriciliğinde 42 günlük yetiştiricilik süresince günlük içme suyu tüketimleri 360-6804 litre/gün arasında değiştiği ve tavuk

sayısına bağı olarak bir üretim periyodundaki su tüketiminin toplam 159768 L/periyot olduğunu belirlemiştir. İşletmede 6 üretim döneminde yetiştiricilik yapılması durumunda her yetiştirme periyodunda 159768 L içme suyu ve üretim dönemleri arasında temizlik için 2352 L olmak üzere içme ve temizlik için periyotluk olarak gerekli toplam su miktarı 162120 L olarak hesaplanmıştır. İşletmede yıllık 6 üretim periyodu süresince gerekli olan su miktarı ise toplam 972720 L/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışmada elde edilen bulgulara göre etlik piliç işletmesinde tavuklar için gerekli içme ve temizlik suyunun %33.4'ünün yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği ve tasarlanan sistemin geri ödeme süresi 11.9 yıl olarak hesaplanmıştır. Kılıç ve ark. (2023) Bursa Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürüttükleri çalışmalarında işletmelerin genelinde Aralık ayında en fazla, Ağustos ayında ise en az yağmur suyu hasadı yapılabileceği belirlenmiştir. Araştırılan kümes işletmelerinde Aralık ayında gerekli su ihtiyacının %71.5 i karşılanabilirken, Ağustos ayında %13.3'ünün karşılanabileceği belirtilmiştir.

4.8. Yağmur Suyu Hasadı İle Tasarruf Oranlarının Belirlenmesi

Hasad edilecek yağmur sularının depolanabilmesi için ihtiyaç duyulan deponun maliyeti ve depolanacak yağmur suyunun hacmi birlikte göz önüne alınarak optimum depolama hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla toplama alanı olarak belirlenen çatı yüzey alanlarından depoya iletilecek günlük yağış potansiyeli ve yağmur suyunun kullanılacağı alanda ihtiyaç duyulan günlük suyun miktarı hesaplanarak karşılaştırma yapılmalıdır (Anonim, 2022). İşletmelerde binaların çatı yüzey alanlarına bağı olarak toplanabilecek yağmur suyu miktarına bağı olarak depo hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Ancak yapılan hesaplamalardan görüldüğü üzere hasad edilecek yağış miktarı hayvanlar tarafından tüketilecek içme sularını karşılayamamaktadır. İşletmeye konulacak büyük hacimli depoları yıl boyunca doldurmak ve depolanan yağmur sularını diğer aylarda kullanma imkanı olmayacaktır. Bir bölgede günlük yağış potansiyeli belirlenirken maksimum yağışın olduğu aydaki günlük yağmur suyu potansiyeli hesaplanmaktadır. Günlük gereksinim duyulan su miktarı ve yağmur suyu potansiyeli karşılaştırılarak minimum olan değer en az 3 gün depolanabilecek şekilde depo hacmi belirlenmektedir (Anonim, 2022). Ayrıca, işletmelerde kurulacak yağmur suyu hasad sistemin ortalama ekonomik ömrü 25 yıldır (Kılıç ve ark., 2024). Buna göre işletmelerde seçilecek depolama kapasitesine bağı

olarak ilk yatırım maliyetleri, yağmur suyundan elde edilebilecek kazanç ve sistemin geri ödeme süreleri Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Yağmur suyu hasadı için ilk yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri

İşletme tipi	STB _y , (m ³)	CV _m , (m ³)	YSEEK, (TL)	GMSD maliyeti, (TL)	GÖS, (yıl)	BH maliyeti, (TL)	GÖS, (yıl)
Süt sığırcılığı işletmesi	10	516.6	11 092.6	140 767.0	13.5	43 592.6	3.9
Besi sığırcılığı işletmesi	12.5	679.3	14 587.0	158 526.0	13.4	53 752.6	3.7
Koyunculuk işletmesi	2.5	122.8	2 635.7	90 027.0	31.5	50 151.28	19
Yumurta tavukçuluğu işletmesi	10	456.8	9 808.1	140 767.0	7.9	53 592.6	5.5
Etlik piliç işletmesi	10	527.9	11 334.7	140 767.0	80.5	50 691.3	4.5

STB_y: Depolanacak yıllık yağış miktarı, CV_m: Hasat edilen aylık yağış miktarı, YSEEK: Yağmur suyunda elde edilecek kazanç
GMSD: Galvanizli modüler su deposu maliyeti, BH: Beton havuz, GÖS: Geri ödeme süresi

Süt sığırcılığı işletmesi içerisinde yağmur suyu hasadının yapılacağı binaların çatılarından hasad edilecek yağmur sularının depolanması için işletme içerisinde tasarlanan deponun kapasitesi 10 ton olarak belirlenmiştir. Deponun modüler sistem galvanizli çelik su deposu olması durumunda ilk yatırım maliyetleri belirlenmiştir. İşletme içerisinde kurulacak depo, çatıdan gelen suların filtre edilmesi için vorteks filtre ile iletim hattını oluşturan boru ve bağlantı parçaları dikkate alındığında tasarlanan sistemin maliyeti 140 767.0 TL olarak hesaplanmıştır. Hasad edilecek su miktarıyla tasarruf edilebilecek ekonomik kazanç 11 092.6 TL olacaktır. Buna göre sisteminin geri ödeme süresi 13.5 yıl olacaktır. Yağmur suyu depolama sisteminin beton havuz olması durumunda ise maliyet 43 592.6 TL olacaktır. Bu durumda geri dönüşüm süresi 3.9 yıl olacaktır. Sistem ortalama ömrü (25 yıl) dikkate alındığında galvanizli çelik depolar için geri kalan 11.5 yıl, beton havuzlar içinse yaklaşık 21 yıl sürüsünce işletmeye karlı duruma geçecektir.

Besi sığırcılığı işletmesinde yer alan binaların çatı yüzeylerinden yağmur suyu oluklarından toplanacak sularının depolanabilmesi amacıyla kurulacak deponun kapasitesi 12.5 ton kapasiteli modüler sistem galvanizli çelik su deposu olarak tasarlanması durumunda sistemin maliyeti 158 526.0 TL olacaktır. Hasad edilecek yağmur suyu ile tasarruf edilecek ekonomik kazanç 14 587.0 TL olarak belirlenmiştir. Buna göre kurulacak sisteminin geri ödeme süresi 13.4 yıl olarak belirlenmiştir. Yağmur suyu depolama sisteminin beton havuz olması durumunda ise maliyet 53 752.6 TL olacaktır. Bu durumda geri dönüşüm süresi 3.7 yıl olacaktır. Sistem ortalama ömrü

dikkate alındığında galvanizli çelik depolar için geri kalan yaklaşık 12 yıl, beton havuzlar içinse yaklaşık 21 yıl sürüsünce işletmeye karlı duruma geçecektir.

Koyunculuk işletmesinde bulunan binaların çatı yüzey alanlarından hasad edilebilecek yağmur sularının depolanması için tesis edilecek deponun kapasitesi 2.5 ton modüler sistem galvanizli çelik su deposu olarak belirlenmiştir. Buna göre sistemin kurulum maliyeti 90 027.0 TL olacaktır. Hasad edilecek yağmur suyundan ekonomik olarak tasarruf edilebilecek kazanç 2 635.7 TL olacaktır. Hesaplanan değerlere göre tasarlanan yağmur suyu hasad sisteminin geri ödeme süresi 31.5 yıl olarak belirlenmiştir. Yağmur suyu depolama sisteminin beton havuz olması durumunda ise maliyet 50 151.2 TL olacaktır. Bu durumda geri dönüşüm süresi 19 yıl olacaktır. Koyunculuk işletmesinde çatı yüzey alanlarının küçük olması nedeniyle hasad edilebilecek yağmur suyu miktarının az olması geri ödeme süresini uzatmakta ve sistemden kar edilmesi mümkün görülmemekle birlikte işletmenin yeraltı ve yerüstü su kaynakları üzerindeki baskının azılması bakımından önemli olacaktır. Beton havuzlar içinse kalan 6 yıl süresince işletme karlı duruma geçecektir.

Yumurta tavuğu yetiştirilen işletme içerisindeki binaların çatı yüzeyinden yağmur suyu olukları ile toplanacak yağmur sularının depolanması için işletmede ihtiyaç duyulacak deponun kapasitesi 10.0 ton olarak belirlenmiştir. Tasarlanan sistemin modüler sistem galvanizli çelik su deposu olması durumunda sistemin maliyeti 140 767.0 TL olarak hesaplanmıştır. Hasad edilecek yağmur suyu ile ekonomik olarak tasarruf edilebilecek kazanç yaklaşık 9 808.1 TL olacaktır. Yapılan hesaplamalara göre işletmede tasarlanan yağmur suyu hasad sisteminin geri ödeme süresi 7.9 yıl olacaktır. Yağmur suyu depolama sisteminin beton havuz olması durumunda ise maliyet 53 592.6 TL olacaktır. Bu durumda geri dönüşüm süresi 5.5 yıl olacaktır. Sistem ortalama ömrü dikkate alındığında galvanizli çelik depolar için geri kalan yaklaşık 17 yıl, beton havuzlar içinse yaklaşık 19.5 yıl sürüsünce işletmeye karlı duruma geçecektir.

Etlik piliç yetiştirilen işletme içerisinde yer alan binaların çatılarından yağmur olukları ile toplanabilecek sularının depolanması için tesis edilecek deponun kapasitesi 10.0 ton olarak belirlenmiştir. Sistemin modüler sistem galvanizli çelik su deposu olarak tasarlanması durumunda sistemin maliyeti 140 767.0 TL olacaktır. Hasad edilebilecek yağmur suyu miktarıyla tasarruf edilebilecek ekonomik kazanç 11 334.7 TL olacaktır. Yapılan hesaplamalara göre kurulan sisteminin geri ödeme süresi 7.9 yıl olarak belirlenmiştir. Yağmur suyu depolama sisteminin beton havuz olması durumunda ise maliyet 50 691.3 TL olacaktır. Bu durumda geri dönüşüm süresi 4.5 yıl olacaktır.

Sistem ortalama ömrü dikkate alındığında galvanizli çelik depolar için geri kalan yaklaşık 17 yıl, beton havuzlar içinse yaklaşık 20.5 yıl sürüsünce işletmeye karlı duruma geçecektir.

Özellikle düşük gelirli ülkelerde yağmur suyu hasadı gibi alternatif su temin yöntemlerinin ekonomik analizi hayati önem taşımaktadır. Düşük gelirli ülkelerde yağmur suyu hasadının finansal yönlerine odaklanan literatür oldukça azdır. Su güvenilirliğinin sağlanmasında ekonomik fizibilitenin incelenmesi çok önemlidir (Muhirirwe ve ark., 2022). Kılıç ve ark. (2024) tarafından yapılan araştırmada, hasad edilebilecek yağmur suyunu depolayacak sistemin kullanım ömrünün 25 yıl olarak belirlenmiş ve sistemin 12.5 yılda kendini amorti edebildiği, sistemin geri kalan işletiminde ise işletmenin ekonomik kazanç elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Kılıç ve ark. (2023) tarafından hayvancılık işletmelerinde yağmur suyu hasadı potansiyeli ve işletme içerisindeki tasarımı üzerine yapmış oldukları çalışmalarında yağmur suyu hasadından yıllık ortalama 94 962.5 TL ekonomik kazanç elde edilebileceği ve tesis edilecek depolama sistemin geri ödeme süresinin ise yaklaşık 7 yıl olacağını belirtmişlerdir. Jianbing ve ark. (2010) tarafından yapılan bir ekonomik değerlendirmeye göre, Pekin'in kırsal kesimlerdeki 267 yağmur suyu toplama sisteminin %66.7'si önemli ekonomik faydalar sağlayabilir. Pekin'deki yağmur suyu toplama sistemlerinin maliyet-fayda analizi yöntemiyle yapılan finansal ve ekonomik performans analizinde, yağmur suyu toplamanın ekonomik olarak uygulanabilir olduğu ve olumlu toplumsal etkileri olduğu bulunmuştur (Liang ve Van Dijk, 2011). Ekonomik uygulanabilirlik, yağmur suyu toplama sistemlerinin uygulanıp uygulanmayacağına karar vermede hayati önem taşır. Düşük gelirli ülkelerde, yatırım maliyetleri genellikle yağmur suyu toplama sistemlerinin uygulanmasının önündeki ekonomik engeldir (de Sá Silva ve ark., 2022). Brezilya'da çok katlı bir binadaki yağmur suyu toplama sisteminin ekonomik değerlendirmesi, yağmur suyu toplama tanklarının aşırı büyük olduğunu ve geri ödeme süresinin su kullanımına bağlı olarak altı ile on bir yıl arasında değiştiğini ortaya koymuştur (Kuntz Maykot ve Ghisi, 2020). Ürdün'de yağmur suyu hasadı (RWH) konusunda bütünsel bir çalışma yaklaşımı, yağış koşullarına, çatı boyutuna, su tasarrufu sağlayan ürünlerin fiyatına ve depo tipine bağlı olarak RWH sistemlerinin kurulumuyla ilişkili maliyetin 5–45 yıl içinde dengelenebileceğini göstermiştir (Abdulla, 2020). Campos Cardoso ve ark. (2020), Brezilya'da RWH sistemlerinin finansal fizibilitesini incelemiş ve küçük ve büyük binalar için sırasıyla 6 ve 10 yıl arasında bir geri ödeme süresi olduğunu bildirmekle beraber yağmur suyu hasad

sistemlerinin ekonomik uygulanabilirliğinin, bölgedeki içme suyu maliyetlerinden etkilendiğininide bildirmişlerdir (Abdulla, 2020; Bus ve Szelagowska, 2021; Preeti ve Rahman, 2021). Napierała ve ark. (2024) tarafından Polonya’da yürütülen çalışmada hayvan barınaklarının üretim amaçlı yağmur suyu toplama kullanımına ve bu tür faaliyetlerin karlılığına ilişkin yapılan analizlerde toplam alanı 88.000 hektarın üzerinde ve 41 hm³ ün üzerinde su tutma kapasitesine sahip hayvan barınaklarının çatıları, hayvanların toplam su ihtiyacının yalnızca %15’ini karşılamaktadır. Hesaplamalarda, hayvanlar için yalnızca içme suyu kullanımını dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda yağmur suyu hasadının mevcut su kaynaklarına iyi bir tamamlayıcı olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca Polonya’nın bazı illerinde musluk suyu fiyatlarının çok düşük olması nedeniyle yağmur suyu hasadı tesislerine yapılan yatırımların çok karlı olmadığını belirtmişlerdir. Ancak sürekli artan enerji fiyatları, su dağıtım şirketlerinin içme suyu miktarı için ücretleri artırmaya zorlayacak ve bu da gelecekte yatırımların karlılığını artıracaktır.

Çalışmada görüldüğü üzere yağmur suyu hasad sistemleri işletmelerin tüm içme suyu ihtiyacını karşılayamamaktadır. Kırşehir ilinde düşen yağış miktarının azlığı toplanabilecek yağmur suyu miktarını azaltmaktadır. Bu durum hasad edilebilecek yağmur suyu miktarını azaltması yanında sistemin geri ödeme süresinide uzatarak sistem karlılığını azaltmaktadır. Bu nedenle işletmelerde yağmur suyu hasad sistemlerinin tasarlanmasında ekonomik analizlerin yapılması son derece önemlidir. Özellikle kapalı tankların kullanıldığı sistemlerin yüksek maliyetlerine dikkat edilmelidir. Ancak işletmede uygun alanın bulunması durumunda sızdırmazlığa dikkat edilerek toprak veya beton havuzların tesis edilmesi çatıdan gelen suları depolamanın yanında yüzey akışa geçen sularında depolanmasını sağlayacağından alan sorunu olmayan işletmeler için daha ekonomik olabilecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karasal iklim özelliği gösteren Kırşehir ili meteorolojik açıdan yarı kurak ve kurak sınıfına girmektedir. İlde son 75 yıllık yağışlar incelendiğinde yaklaşık olarak 45 yılın ilin ortalama yağış değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Hayvancılık işletmelerinde kullanılacak yağmur sularının kimyasal özelliklerinin (pH, EC ve Bor) hayvanlar tarafından içme suyu olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığı belirlenmiştir. Yağmur suyu hasadı ile toplanacak su miktarları ve hayvanların su tüketimini karşılaştırması sonucunda tasarlanan süt sığırcılığı işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %6.4-%39.8 arasında, ortalama %26.8 olarak belirlenmiştir. Besi sığırcılığı işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %3.9-%24.3 arasında, ortalama %16.3 olarak belirlenmiştir. Koyunculuk işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %8.6-%53.4 arasında, ortalama %36.0 olarak belirlenmiştir. Yumurta tavukçuluğu işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %3.3-%20.7 arasında, ortalama %13.9 olarak belirlenmiştir. Etlik piliç işletmesinde yıl içinde hasad edilebilecek yağmur suyu ile hayvanların içme suyunun %9.7-%50.5 arasında, ortalama %38.8 olarak belirlenmiştir. Hasad edilecek yağmur sularının depolanabilmesi için ihtiyaç duyulan deponun maliyeti geri ödeme süresi galvanizli modüler su deposu kullanılması durumunda 7.9-80.5 yıl beton havuz yapılması durumunda ise 3.7-19 yıl arasında hesap edilmiştir. Buna göre yoğun hayvancılık faaliyetleri yapılan ilde yağmur suyu hasadının işletmelere alternatif su kaynağı sunması yanında yeraltı ve yerüstü kaynaklarına ilave olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Ancak işletmelerde suların uygun yöntemler ile hasad edilebilmesi için bina çatılarından akışa geçen yağmur sularının planlı bir şekilde toplanıp depoya iletilmesi gerekmektedir. Bunun için hayvancılık işletmelerinde yağmur oluklarının ve depolarının yeterli büyüklükte olması gereklidir. Ayrıca, işletme içerisinde yer alan tüm binaların çatısına yağmur oluklarının planlama aşamasında yapılması, bunun yanında depolanan suların içerisinde bulunabilecek sediment ve depolama esnasında oluşacak kirlenici risk faktörlerinin en aza indirilmesi gerektiğinden hayvanlara verilmeden önce filtre edilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdulla, F. (2020). Rainwater harvesting in Jordan: potential water saving, optimal tank sizing and economic analysis. *Urban Water J.* 17, 446–456.
- Açıkgöz, Z., Bayraktar, H., & Altan, A. (2002). Yüksek sıcaklıkta yumurta tavuklarının su tüketimi–verim performansı arasındaki ilişki. *Hayvansal Üretim* 43(1), 25-31.
- Adham, A., Wesseling, J.G., Abed, R., Riksen, M., Ouessar, M., & Ritsema, C.J. (2019). Assessing the impact of climate change on rainwater harvesting in the Oum Zessar watershed in Southeastern Tunisia. *Agricultural Water Management*, 221, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.006>
- Altınçekiç, Ş.Ö., & Sözcü, A. (2013). Çiftlik hayvanlarında suyun önemi ve kalite özellikleri, 8. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 5-7 Eylül 2013, 286-293, Çanakkale.
- Anonim, (2022). Yağmur Suyu Hasadı Rehber Dokümanı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Erişim Linki: <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/502/DosyaGaleri/7970/yagmursuyuhasaki.pdf>, (Erişim Tarihi: 20.09.2025).
- Anonim, (2025a). Paslanmaz modüler su deposu fiyatları. Erişim Linki: <http://www.novasantek.com/?product=5661370&pt=Paslanmaz%20%C3%87elik%20Mod%C3%BCler%20Su%20Depolar%C4%B1&DosNo=1>. Erişim tarihi: 15.12.2025.
- Anonim, (2025b). Vortex filtre fiyatları. Erişim Linki: <https://tankplast.com/vortex-filtreler>. Erişim tarihi: 15.12.2025.
- Anonim, (2025c). Derin kuyu dalgıç pompa fiyatları. Erişim Linki: <https://www.kampa.com.tr/kategori/derin-kuyu-dalgic-pompa>. Erişim tarihi: 15.12.2025.
- Anonim, (2025d). 2025 yılı inşaat birim fiyatları. Erişim Linki: <https://www.insaatim.com/insaatimorg/dosya/birim-fiyatlar/2025/2025-yili-birim-fiyat-degisim-oranlari.pdf>. Erişim tarihi: 15.12.2025.
- Anonim, (2025e). T.C. Kırşehir Belediyesi 2025 yılı gelir tarife cetveli. Erişim Linki: <https://www.kirsehir.bel.tr/storage/files/3FOOhwUNfGkVosWVKfLHtECF8yCGY0E7hZy7ZCo7.pdf>. Erişim tarihi: 01.11.2025.
- Arenas-Navarro, I., Montes, E. F, Serrano-Pinilla, S. M., & Rueda-Ordoñez, D. A., (2020). Development of a rainwater harvesting model for broiler farms. *Rev. UIS Ing.*, 19(2), 127-134. doi: 10.18273/revuin.v19n2-2020014
- Bafdal, N., & Dwiratna, S. (2018). Water harvesting system as an alternative appropriate technology to supply irrigation on red oval cherry tomato production.

- International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 8(2), 561-566. <http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.8.2.5468>
- Berbeć, A. K., Feledyn-Szewczyk, B., & Kopiński, J., (2017). Ocena stopnia zrównoważenia gospodarstw rolnych o różnych kierunkach produkcji za pomocą modelu RISE. *Problems of World Agriculture / Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(2), 7-17. <https://doi.org/10.22630/PRS.2017.17.2.22> (in Polish).
- Boyacı, S., & Küçükönder, H. (2021). Assessment of drought process with integrated multi-criteria decision-making methods. *Mugla Journal of Science and Technology*, 7(1), 65-72.
- Boyacı, S., & Yoldaş, E. (2025). Biyosistem Mühendisliği VII, “Bingöl ili koyunculuk işletmelerinde yağmur suyu hasadı ve kullanım olanaklarının araştırılması”. Edt: Değirmenci, H., Atılğan, A., Saltuk, B., Akademisyen Kitabevi, ISBN: 978-625-399-497-6.
- Boyacı, S. (2023). Biyosistem Mühendisliği V, “Etlik piliç işletmesinde yağmur suyu hasadı ve kullanım olanaklarının belirlenmesi”. Edt: Değirmenci, H., Atılğan, A., Saltuk, B., Akademisyen Kitabevi, ISBN: 978-625-399-497-6.
- Boyacı, S., Akyüz, A., Baytorun, A. N., & Çaylı, A. (2016). Kırşehir ilinin örtüaltı tarım potansiyelinin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 142-157.
- Bus, A., & Szlagowska, A. (2021). Green water from green roofs—The ecological and economic effects. *Sustainability* 13, 1–14.
- Büyüктаş, K., Atılğan, A., & Tezcan, A. (2016). Tarımsal Üretim Yapıları. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 101.
- Campos Cardoso, R. N., Cavalcante Blanco, C. J., & Duarte, J. M. (2020). Technical and financial feasibility of rainwater harvesting systems in public buildings in Amazon. *Brazil. J. Clean. Prod.* 260, 121054.
- Carra, S. H. Z., Drastig, K., Palhares, J. C. P., Bortolin, T. A., Koch, H., & Schneider, V. E. (2023). Impact assessment of livestock production on water scarcity in a watershed in Southern Brazil. *Water*, 15, 3955. <https://doi.org/10.3390/w15223955>
- Cemek, B., Çetin, S., & Yıldırım, D. (2011). Çiftlik ve kümes hayvanlarının su tüketimi ve su kalite özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4(1), 57-67.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products, Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE. Erişim Linki: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report13.pdf>, Erişim Tarihi: 01.11.2024.
- Christian Amos, C., Rahman, A., & Mwangi Gathenya, J. (2016). Economic analysis and feasibility of rainwater harvesting systems in urban and peri-urban

- environments: A review of the global situation with a special focus on Australia and Kenya. *Water*, 8(4), 149. <https://doi.org/10.3390/w8040149>
- Çaylı, A. (2021). Kümeslerin su gereksiniminin yağmur suyu hasadından karşılanması üzerine bir araştırma: Kahramanmaraş örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 24(5), 1048-1058.
- Çelik, C., & Sarıözkan, S. (2017). Kırşehir ili merkez ilçede sığır besiciliği yapan işletmelerin ekonomik analizi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*, 6(1), 38-45.
- De Pascale, S., Orsini, F., & Pardossi, A. (2013). Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. (Irrigation water quality for greenhouse horticulture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: Ed. Baudoin W, NonoWomdim R, Lutaladio N, Hodder A) 169-204p.
- de Sá Silva, A. C. R., Bimbato, A. M., Balestieri, J. A. P., & Vilanova, M. R. N. (2022). Exploring environmental, economic and social aspects of rainwater harvesting systems: a review. *Sustain. Cities Soc.* 76, 103475.
- Demirkaya, İ. (2024). *Kırşehir ili besi sığırı işletmelerinde barınakların hayvan refahı yönünden değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırşehir. 69s.
- Doğan, H. G., & Altuntaş, B. (2017). Kırşehir koşullarında besi sığırcılığı yapan tarım işletmelerinin sorunları ve çözüm önerilerine yönelik tarımsal politika arayışları (Körpınar ve Taşlıtepe Köyleri Örneği). *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 19(32), 55-64.
- EEA (2021). Water and Agriculture: towards sustainable solutions. publications office of the European Union, Copenhagen, Denmark, pp 123. Erişim Linki: <https://doi.org/10.2800/73735> Erişim Tarihi: 01.11.2023.
- EPA (2020). The Effect of climate change on water resources and programs. Erişim Linki: https://cfpub.epa.gov/watertrain/pdf/modules/climate_change_module.pdf, Erişim Tarihi: 10.10.2023.
- Erkan Can, M., & Boğa, M. (2025). Determination of water quality in dairy cattle enterprises: A case of Niğde province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 13(3), 766-776.
- Erkan Can, M., Ermetin, O., & Boğa, M. (2023). Karasal iklim şartlarında çadır ağıl tipinin kullanım olanakları; Yozgat İli Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(2), 314-325. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1054377>
- Ertop, H., Kociğcka, J., Atilgan, A., Liberacki, D., Niemiec, M., & Rolbiecki, R. (2023). The importance of rainwater harvesting and its usage possibilities: Antalya example (Turkey). *Water*, 15(12), 2194.

- FAO (1994). Water quality for agriculture, by R.S. Ayers & D. W. Westcot. FAO Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev. 1 Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Frasier, G.W. (1980). Harvesting water for agricultural, Wildlife, and domestic uses. *J. Soil Water Cons.*, 35, 125-128.
- He, C., Liu, Z., Wu, J., Pan, X., Fang, Z., Li, J., & Bryan, B. A. (2021). Future global urban water scarcity and potential solutions. *Nature Communications*, 12(1), 4667.
- Helmreich, B., & Horn, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, 248(1), 118-124. doi: 10.1016/j.desal.2008.05.046.
- Hersom, M. & Crawford, S. (2008). Water nutrition and quality considerations for cattle. UFIFAS Extension; AN-195.
- Hoss, C. G., Tavares, J. M. R., Moreira, A. J. G., Belli Filho, P., & Matthiensen, A. (2022). Assessing the potential for rainwater harvesting use in a concentrated animal feeding operation region in the South of Brazil. *Sustainability*, 14, 12523.
- Hristov, J., Barreiro-Hurle, J., Salputra, G., Blanco, M., & Witzke, P. (2021). Reuse of treated water in European agriculture: Potential to address water scarcity under climate change. *Agricultural Water Management*, 251, 106872.
- IPCC, (2022). Impacts, adaptation and vulnerability. intergovernmental panel on climate change. Erişim Link: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>, Erişim tarihi 01.10.2025
- İnce Kaya, Ç., & Yazar, A. (2016). Saltmed model performance for quinoa irrigated with fresh and saline water in a Mediterranean environment. *Irrigation and Drainage*, 65, 29–37.
- Jianbing, Z., Changming, L., & Hongxing, Z., (2010). Cost-benefit analysis for urban rainwater harvesting in Beijing. *Water Int.* 35, 195–209.
- Kantaroğlu, Ö. (2009). Yağmur suyu hasadı plan ve hesaplama prensipleri. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 6-9 Mayıs, İzmir, Türkiye
- Khaleq, R. A., & Ahmed, I. A. (2007). Rainwater harvesting in ancient civilizations in Jordan. *Water Supply*, 7(1), 85–93.
- Kılıç, U., & Kılıç, İ. (2025). Technical and economic analysis of rainwater harvesting in farm buildings. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 42(2), 109-119. <https://doi.org/10.55507/gopzfd.1665160>

- Kılıç, U., Yaylı, B., & Kılıç, İ. (2024). Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan seralarda yağmur suyu hasadı potansiyelinin belirlenmesi ve ekonomik analizi. *Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38(2), 313- 324.
- Kılıç, U., Yaylı, B., & Kılıç, İ. (2023). Rainwater harvesting and system design in livestock farms. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 9(2), 218-228.
- Kıymaz, S. (2011). Kırşehir ili toprak ve su kaynaklarının tarımsal açıdan değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(2), 76-85.
- Kuntz Maykot, J., & Ghisi, E. (2020). Assessment of a rainwater harvesting system in a multi-storey residential building in Brazil. *Water*, 12, 546, <https://doi:10.3390/w12020546>
- Liang, X., & Van Dijk, M.P. (2011). Economic and financial analysis on rainwater harvesting for agricultural irrigation in the rural areas of Beijing. *Resour. Conserv. Recycl.* 55, 1100–1108.
- Liuzzo, L., Notaro, V., & Freni, G. (2016). A Reliability analysis of a rainfall harvesting system in Southern Italy. *Water*, 8, 1-20.
- Looper, M. (2012). Quantity and quality of water for dairy cattle. Erişim Linki: https://en.engormix.com/dairy-cattle/dairy-cattle-nutrition/quantity-quality-water-dairy_a35399/, Erişim Tarihi: 10.10.2025.
- Lupia, F., & Pulighe, G. (2015). Water use and urban agriculture: estimation and water savings scenarios for residential kitchen gardens. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 50-58.
- Meehan, M. A., Stokka, G., & Mostrom, M. (2021). Livestock Water Requirements. NDSU Extension, Erişim Linki: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/livestock/livestock-water-requirements>. Erişim Tarihi: 10.10.2023
- MGM, (2025). Resmi İklim İstatistikler. Erişim Linki: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KIRS EHIR> . Erişim Tarihi: 01.10.2025.
- Muhirirwe, S. C., Kisakye, V., & Van der Bruggen, B. (2022). Reliability and economic assessment of rainwater harvesting systems for dairy production. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 14, 200079.
- Napierała, M., Mrozik, K., & Keşicka, B., (2024). Rainwater harvesting on animal farms as a response to the increasing water deficit in agriculture. *Economics And Environment*, 3(90), 2-19.

- Olgun, M. (2009). Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1577, Ders Kitabı: 529.
- Özdemir, B., Özdamar, A., Kıymaz, S., & Akıllı, A. (2022). İklim değişikliğinin farkındalık düzeyinin araştırılması: Kırşehir ili örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(9), 1732-1740, 2022DOI:<https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i9.1732-1740.5393>
- Özgürel, M., & Pamuk Mengü, G. (2009). Tarımsal Meteoroloji. Ege Üniversitesi yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın no: 567, s10.
- Parker, D. B., Perino, L. J., Auvermann, B. W., & Sweeten, J. M. (2000). Water use and conservation at Texas high plains beef cattle feedyards. *Applied Engineering in Agriculture*, 16(1), 77-82.
- Preeti, P., & Rahman, A., (2021). A case study on reliability, water demand and economic analysis of rainwater harvesting in Australian capital cities. *Water (Basel)* 13, 2606.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils, Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.
- Shammout, M. W., Qtaishat, T., Rawabdeh, H., & Shatanawi, M., (2018). Improving water use efficiency under deficit irrigation in the Jordan Valley. *Sustainability* 10(11), 4317.
- TÜİK, (2025). Hayvancılık istatistikleri. Erişim Linki: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> Erişim tarihi: 01.06.2025.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). Rainwater harvesting: Sustainable solutions for urban water management. Retrieved from Erişim Linki: <https://www.unep.org>, Erişim tarihi: 01.06.2025.
- USEPA, (2015). United States Environmental Protection Agency (EPA). Erişim Linki: Agriculture. Available at: https://www.epa.gov/nps/nonpoint-source-agriculture?utm_source=chatgpt.com, Erişim tarihi: 01.07.2025.
- Üğlü Tekin, G. (2025). Sulama Suyu Analizleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erişim Linki: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Belgeler/brosurler/SulamaSuyuAnalizleri.pdf> Erişim Tarihi: 19.10.2025
- Üstün, G.E., Can, T., & Küçük, G. (2020). Binalarda yağmur suyu hasadı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1593-1610.

- Van Vliet, M. T., Jones, E. R., Flörke, M., Franssen, W. H., Hanasaki, N., Wada, Y., & Yearsley, J. R. (2021). Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. *Environmental Research Letters*, 16(2), 024020.
- von Zabeltitz, C. (2011). Integrated greenhouse systems for mild climates. Springer - Verlag Berlin Heidelberg.
- WMO, (2024). State of the Climate 2024 Update for COP29. Erişim Linki: https://library.wmo.int/viewer/69075/download?file=State-Climate-2024-Update-COP29_en.pdf&type=pdf&navigator=1. Erişim Tarihi: 24.11.2024
- World Economic Forum, (2020). The Global Risks Report 2020. Erişim Linki: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf. Erişim tarihi: 10.10.2023.
- WWAP, (2023). The United Nations World Water Development Report 2023. Paris: UNESCO. Erişim Linki: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2023>. Erişim tarihi:01.10.2025
- Yalılı Kılıç, M., & Abuş, M.N. (2018). Bahçeli bir konut örneğinde yağmur suyu hasadı. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 209-215.
- Yurdakul, İ. (2018). Toprak gübre su bitki organik materyal ve mikrobiyoloji laboratuvar el kitabı. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları, No: T-72, Ankara, Türkiye.

EKLER

EK-1

Kongre Katılım Belgesi



EK-2

Kongre Katılım Belgesi



EK-3

Kitap Bölümü Belgeleri



127 | TARIM VE DOĞA BİLİMLERİNDE GÜNCEL METODOJİLER

BÖLÜM 6

SÜT SIĞIRI İŞLETMELERİNDE YAĞMUR SUYU HASADININ KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

Prof. Dr. Sedat BOYACI¹
Meryem Sümeyye EKİZ²


DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16763791>

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kırşehir, Türkiye. sedat.boyadi@ahievran.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9356-1736

² Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kırşehir, Türkiye. meryemsuemeyycekiz@gmail.com, Orcid ID: 0009-0007-0739-7038

EK-4

Uluslararası yayın belgesi




INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS
INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH

ISSN 1732-5587
e-ISSN 2956-7971

[Home page](#) / [Key Words Index](#) / [Authors](#) / [Search](#) / [Conference](#)

Information:

- Scientific sheets
- Journal scope
- Publication ethics
- Monographs
- Board of Programme
- Reviewers
- Publishing Procedure
- Declarations
- Links
- Contact



Publisher

SCIENTIFIC JOURNAL
Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich / Infrastructure and Ecology of Rural Areas

ISSN: 1732-5587 e-ISSN: 2956-7971

Editor-in-Chief:
Prof. dr hab. inż. Roman Rolbiecki
e-mail: roman.rolbiecki@pbs.edu.pl
tel. + 48 52 374 95 47

Editorial Office:
ul. Balicka 116B, budynek D
30-149 Kraków, Poland
e-mail: infreco.english@gmail.com
roman.rolbiecki@pbs.edu.pl;
mateusz.malinowski@urk.edu.pl; anna.krakowiak-bal@urk.edu.pl;
joanna.kociecka@up.poznan.pl

Publisher:
STOWARZYSZENIE INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
affiliated by the Commission of Technical Rural Infrastructure
of the Polish Academy of Sciences, Branch in Krakow
ul. Św. Jana 28
31-018 Kraków, Poland
NIP 676-242-47-76
Bank PEKAO SA : 04 1240 4533 1111 0010 3470 7705

EK-5

Kongre Katılım Belgesi



EK-6

Kongre Katılım Belgesi



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Meryem Sümeyye EKİZ
Uyruğu:	T.C.
Orcid Numarası:	0009-0007-0739-7038

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırıkkale Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	İnşaat Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	2016
Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	2026

Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler
Boyacı, S., Ekiz, M.S., Sezer, M., & Özçelik, G. (2025). Adana ilinde seralarda havalandırma ve soğutma uygulamalarının etkinliğinin araştırılması. <i>International Adana Scientific Research and Innovation Congress, 3-5 Kasım 2025</i> , Adana, Türkiye.
Boyacı, S., Sezer, M., & Ekiz, M.S. (2025). Evaluation of the performance of direct evaporative cooler in high tunnel greenhouse conditions. <i>5th International World Energy Conference, 12-13 Aralık 2025</i> , Kayseri, Türkiye.
Boyacı, S., & Ekiz, M.S. (2025). Tarım ve Doğa Bilimlerinde Güncel Metodolojiler , “Süt sığırcılığı işletmelerinde yağmur suyu hasadının kullanım olanaklarının belirlenmesi”. Edt:Kazankaya, A., Ateş, MA., İksad Publishing House, ISBN:978-625-378-292-4.
Boyacı, S., Aktaş, M., Ekiz, M.S., & Başpınar, A. (2024). Determination of heat requirement in greenhouses and evaluation of precautions to be taken for energy efficiency. <i>Infrastructure And Ecology Of Rural Areas, 19(1)</i> , 77–92.
Boyacı, S., Başpınar, A., Ekiz, M.S., & Aktaş, M. (2024). Etlik piliç kümesinde farklı yalıtım değerlerine bağlı olarak ısıtma ve soğutma saat değerlerinin belirlenmesi. <i>Ahi Evran 4. International Congress on Scientific Research, 26-28 Nisan 2024</i> , Kırşehir, Türkiye.
Boyacı, S., Başpınar, A., Ekiz, M.S., & Aktaş, M. (2024). Venlo tip serada ısıtma gereksiniminin derece saat yöntemiyle belirlenmesi: Kırşehir ili örneği. <i>Ahi Evran 4. International Congress on Scientific Research, 26-28 Nisan 2024</i> , Kırşehir, Türkiye.