

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI



**NİTRAT VE NİTRİT İÇEREN SULARIN TERS OZMOS
SİSTEMİ İLE İŞLENMESİNİN ETİK PİLİÇLERDE
PERFORMANSA ETKİLERİ**

**KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ YÜKSEK LİSANS
TEZİ**

HÜSEYİN EMRE EROL

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Sabri Arda ERATALAR

BOLU, TEMMUZ 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Hüseyin Emre EROL tarafından hazırlanan “**NİTRAT VE NİTRİT İÇEREN SULARIN TERS OZMOS SİSTEMİ İLE İŞLENMESİNİN ETLİK PİLİÇLERDE PERFORMANSA ETKİLERİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 22/07/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Sabri Arda ERATALAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Nezih OKUR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Eyüp ALTINÖZ
Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

HÜSEYİN EMRE EROL

ÖZET

**NİTRAT VE NİTRİT İÇEREN SULARIN TERS OZMOS SİSTEMİ İLE
İŞLENMESİNİN ETİK PİLİÇLERDE PERFORMANSA ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HÜSEYİN EMRE EROL
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI
KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. SABRİ ARDA ERATALAR)**

BOLU, TEMMUZ - 2025

X + 27 sayfa

Su, tüm canlıların yaşamlarının devamı için vazgeçilmez bir unsur olup, oksijen kadar temel bir ihtiyaçtır. Fizyolojik, metabolik ve davranışsal süreçlerin sağlıklı devam edebilmesi büyük ölçüde yeterli ve kaliteli suya bağlıdır. Etlik piliç yetiştiriciliğinde içme suyu kalitesinin devamlılığının sağlanması ve kirli sayılan suların alternatifinin olmadığı durumlarda temiz suyun sürekli şekilde sağlanması gerekmekte olup, bunun garantisi için arıtma yöntemleri ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

Su kaynaklarındaki nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2^-) kirliliği, azot kaynaklı organik ve inorganik gübreleme, atık su sızıntıları gibi nedenlerle yükselebilmektedir. Böylece ortaya çıkabilen fizyolojik ve mikrobiyolojik sebeplerle hayvanlarda performans yetiştirme süresi içerisinde olumsuz etkilenebilmektedir. Yüksek nitrat düzeyi yemden yaralanma ve canlı ağırlık artışında azalmalara da sebep olabilmektedir. Bu nedenle su arıtma teknolojileri ile nitrat ve nitrit giderimi sağlanarak suyun kalitesinin iyileştirilmesi gerekebilmektedir. Ters ozmos (TO) en yaygın yüksek verimli membran filtrasyon yöntemlerinden biridir. TO membranları, sudaki çözünmüş iyonların %80–%99'unu tutarak suyu büyük oranda saflaştırır ve bakteri ile kirlilik etmenleri kökenli bulaşmalardan arı hale getirir.

Çalışmada nitrat-nitrit kontaminasyonu olan yeraltı suyu ile TO teknolojisi ile işlenen suyun içme suyu olarak kullanımının etlik piliç performansı üzerindeki etkileri incelenmiş, 4 kontrol 4 deneme bölmesinde 64 etlik piliç civcivi kullanılmış, deneme grubuna arıtılmış su, kontrol grubuna nitrat-nitrit ile kontamine su verilmiştir. Hayvanların gelişim performansı bakımından, canlı ağırlık, yem tüketimi, su tüketimi verilerinde ($P>0.05$) önemli bir farklılık görülmemiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, TO ile muamele edilmiş suyun etlik piliçlerde içme suyu olarak kullanımının 6 haftalık standart ve 8 haftalık uzatılmış yetiştirme dönemlerinde olumsuz bir etkisi olmadığı ve rahatlıkla kullanılabilir olduğu söylenebilir. Bununla birlikte hastalık etmeni varlığında denemeler yapılması önerilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Nitrat, Nitrit, Ters ozmos, Etlik piliç, Su kalitesi, Büyüme performansı

ABSTRACT

EFFECTS OF TREATMENT OF NITRATE AND NITRITE CONTAINING DRINKING WATER WITH REVERSE OSMOSIS SYSTEM ON THE PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS

MASTER THESIS

HUSEYIN EMRE EROL

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF POULTRY SCIENCES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. SABRI ARDA ERATALAR)

BOLU, JULY 2025

X + 27 pages

Water is an essential element for the survival of all living organisms, as fundamental as oxygen. The healthy continuation of physiological, metabolic, and behavioral processes largely depends on the availability of sufficient and high-quality water. In broiler production, maintaining the continuity of drinking water quality is crucial, and in situations where there is no alternative to contaminated water sources, the continuous provision of clean water becomes necessary, highlighting the need for water treatment methods.

Nitrate (NO_3^-) and nitrite (NO_2^-) pollution in water sources can increase due to factors such as organic and inorganic nitrogen-based fertilization and wastewater leakage. As a result, physiological and microbiological effects may negatively impact animal performance during the rearing period. High nitrate levels can also reduce feed efficiency and body weight gain. Therefore, the use of water treatment technologies to remove nitrate and nitrite and improve water quality may be required.

Reverse osmosis (RO) is one of the most widely used high-efficiency membrane filtration methods. RO membranes retain 80–99% of dissolved ions in water, significantly purifying it and eliminating bacterial and contaminant-related pollutants.

In this study, the effects of using RO-treated water and nitrate-nitrite contaminated groundwater as drinking water on broiler performance were investigated. A total of 64 broiler chicks were used in 4 control and 4 treatment pens. The treatment group received RO-treated water, while the control group was given contaminated water. No significant differences were observed in terms of growth performance indicators such as body weight, feed consumption, and water intake ($P>0.05$).

According to the results, the use of RO-treated water as drinking water for broilers during both standard (6-week) and extended (8-week) rearing periods had no adverse effects and can be used safely. However, further studies are recommended under conditions where pathogenic factors are present.

KEYWORDS: Nitrate, Nitrite, Reverse Osmosis, Broiler, Water Quality; Growth Performance

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TABLO LİSTESİ	vii
Sayfa	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	ix
TEŞEKKÜR	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
1.1.1 Nitrat ve Nitritin Tanımı.....	4
1.1.2 Nitrat ve Nitrit Kirliliğinin Kaynakları ve Etkileri.....	5
1.1.3 Etlik Piliçlerde Su Kalitesinin Önemi	7
1.1.4 Ters Ozmos (TO) Teknolojisi ve Su Arıtmadaki Yeri	11
1.1.5 Ters Ozmos Sisteminin Dezavantajları	13
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
2.1 Kullanılan Ekipmanlar.....	15
2.2 Hayvan Materyali, Bakımı ve Beslenmesi	16
2.3 İstatistik Analiz Yöntemi.....	19
3. BULGULAR	20
3.1 Canlı Ağırlık.....	20
3.2 Yem Tüketimi.....	20
3.3 Su Tüketimi	21
3.4 Yem Dönüşüm Oranı.....	22
4. TARTIŞMA	23
4.1 Canlı Ağırlık.....	23
4.2 Yem Tüketimi.....	23
4.3 Su Tüketimi	23
4.4 Yem Dönüşüm Oranı.....	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR	26

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Hayvancılıkta Nitrat İçeren Suların Kullanımına İlişkin Kılavuz.....	7
Tablo 2. Etlik piliçlerde su sıcaklığının su tüketimine etkisi	8
Tablo 3. Çeşitli Sınıflardaki Tavuklar ve Hindiler İçin Su İhtiyaçları	9
Tablo 4. Referans Test Seviyesi	9
Tablo 5. Kümes Hayvanları Su Kalite Standartları ve Arıtma Seçenekleri	10
Tablo 6. D.Kullanılan Suların Kimyasal Ve Mikrobiyolojik İçerikleri	17
Tablo 7. Denemede kullanılan yemler ve kimyasal içerikleri	18
Tablo 8. Canlı Ağırlık Verileri	20
Tablo 9. Haftalık Yem Tüketimi	20
Tablo 10. Ortalama Yem Tüketimi	21
Tablo 11. Kümülatif Yem Tüketim Ortalaması	21
Tablo 12. Ortalama Su Tüketimi	21
Tablo 13. Yem Dönüşüm Oranı	22

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Kimyasal Gübre, Hayvansal Atık ve Doğal Azot Fiksasyonu.....	4
Şekil 2. Ters ozmos (RO) işleminin şeması	11



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

RO	:Reverse Osmosis (Ters Ozmos)
TO	: Ters Ozmos
NO₃⁻	:Nitrat (Nitrate)
NO₂⁻	:Nitrit (Nitrite)
FAO	:Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)
FAC	:Food and Agriculture Committee (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Komitesi)
WHO	:World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
TS	:Türk Standardı
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
T.C.	:Türkiye Cumhuriyeti
FCR	:Feed Conversion Ratio (Yem Dönüşüm Oranı / Yemden Yararlanma Oranı)
CA	:Canlı Ağırlık
KS	:Kontamine Su (Nitrat ve nitrit içeren su)
DFWI	:Daily Fresh Water Intake (Günlük İçme Suyu Tüketimi)
R²	:Determinasyon Katsayısı (İstatistiksel model uygunluk ölçütü)
PASS	:Power Analysis and Sample Size (Güç Analizi ve Örneklem Hesaplama Programı)
SEM	:Standard Error of Mean (Ortalamanın Standart Hatası)
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences (İstatistiksel analiz programı)
ANOVA	:Analysis of Variance (Varyans Analizi)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi, tecrübe ve desteğiyle bana her zaman yol gösteren çok kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Sabri Arda ERATALAR'a ve bölüm başkanımız Sn. Prof. Dr. Handan ESER ve bölüm hocalarıma; bilgi ve katkılarıyla çalışmama değer katan değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Nezih OKUR ve Prof. Dr. Eyüp ALTINÖZ'e; araştırma materyallerinin temininde destek sağlayan Akpiliç firmasına; birlikte tez çalışmasında desteklerini esirgemeyen Ahmet Kuru'ya; bu bölüme adım atmamda vesile olan ve her daim manevi desteğini hissettiren değerli arkadaşım Zir. Yük. Müh. Sefer KAPANŞAHİN'e; hayatım boyunca bana inanan ve her koşulda yanımda olan sevgili Annem Hülya EROL ile Babam Rıza EROL'a; tez sürecinde bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, aynı zamanda manevi desteğini esirgemeyen kardeşlerim Op. Dr. Eren EROL'a ve Av. Ayşenur KARAKURT' a, her zaman yanımda olan, sabrı ve sevgisiyle bana güç veren eşim Işıl EROL'a ve varlıklarıyla bana ilham kaynağı olan sevgili çocuklarıma en derin şükran ve minnet duygularımı sunuyorum.

1. GİRİŞ

Etlik piliç yetiştiriciliği, dünya genelinde tarımın önemli bir alanı olan önemli bir sektör olarak önemini sürdürmektedir. Etlik piliçlerden elde edilen et insanlar için önemli, sağlıklı ve ulaşılabilir bir hayvansal protein kaynağıdır. Düşük maliyetli ve hızlı büyüme özellikleri sayesinde, birçok ülke ve topluluk, etlik piliç etini uygun bir gıda kaynağı olarak kullanır. Bu, beslenme ve gıda güvenliği açısından büyük bir rol oynar, ekonomik açıdan da büyük bir öneme sahiptir. Dünya genelinde toplam et tüketiminin yaklaşık %35'i kanatlı etinden karşılanmakta olup, bu oran domuz etinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (FAO, 2014). Bu rakam 2023 yılında %39 kanatlı eti (%36'sından fazlası etlik piliç eti) ve %34 domuz eti olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2023). Aynı zamanda 2023 yılında dünya et ticaretinin %39,35'i kanatlı eti, %26,65'i domuz eti ve %30,15'i büyükbaş hayvan eti olarak seyretilmiştir (FAO, 2023). Gelecek on yıllık süreçte et tüketimindeki büyümenin yaklaşık %50'sinin kanatlı eti kaynaklı olacağı tahmin edilmekte ve bu talep artışının ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşacağı bildirilmektedir (FAO, 2023; a.v.e.c., 2015). 2050 yılı itibarıyla dünya nüfusunun 9 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu doğrultuda, gelir seviyesindeki artışla birlikte bireylerin diyetlerine daha fazla hayvansal ürün dahil etmeleri öngörülmekte; bu eğilim, talep odaklı bir hayvancılık devrimini beraberinde getirecektir (Delgado, D. et al., 1999, Foresight. 2011).

2020 yılında, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Birliği (FAC), 155 milyon tonluk rekor bir kümes hayvanı üretimi bildirmiştir. Yapılan çalışmalara göre de uzmanlar bu büyümenin devam edeceğini öngörmektedir. Etlik piliç etinin diğer et ürünlerine nazaran uygun fiyatlı olması, sağlıklı ve daha sürdürülebilir protein kaynağı olmasından dolayı gelişmekte olan ekonomilerde tercih edilen bir seçim haline gelmektedir. Beslenme ihtiyacının yanında etlik piliç yetiştiriciliği; kümes hayvanı tedarik zincirinde çiftçilikten ve yem üretiminden kuluçkahane operasyonlarına, veterinerlik hizmetlerinden ara elaman istihdamına kadar birçok iş fırsatları sunmaktadır. Kümes hayvancılığı sadece bir gıda kaynağı değil, aynı zamanda dünya çapında aileleri ve işletmeleri destekleyen gelişen bir sektördür. (Aviagen, 2023a)

Etlik piliç yetiştiriciliği, hayvan sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve son tüketicie sunulan et ürünleri gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle, etlik piliç yetiştiriciliği üzerine yapılan araştırmalar ülke tarımına, kanatlı endüstrisine ve tüketicie önemli katkılarda bulunma potansiyeline sahiptir.

Hayvan yetiştiriciliğinde yeterli ve kaliteli su temini, hayvan sağlığı ve performansı için önemli bir faktördür. Su, kümes hayvanlarının canlı ağırlığının %50–%80’ini oluştırur ve “yüksek kalitede bol ve sürekli su kaynağı, hayvanların sağlığı ve iyi yetiştirilmesi için gereklidir”. Kaliteli suyun aksine, yetersiz kalitede su kullanımı ile verim düşüşü, yemden yararlanmanın bozulması ve hayvan sağlığının olumsuz etkilenmesi gibi sonuçlar ortaya çıkabileceği bildirilmiştir (Cemek et al., 2011). Bu nedenle su kalitesini korumaya yönelik stratejiler geliştirmek hem insan sağlığı hem de hayvan yetiştirmede verimi artırma adına önemli bir adımdır.

Ters ozmos (TO) teknolojisi, su arıtımında oldukça etkin bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu prosesin suyun içindeki istenmeyen maddelerin ve kirleticilerin uzaklaştırılmasına olanak sağlamasının yanı sıra nitrat ve nitrit gibi zararlı maddelerin temizlenmesine katkı sağlaması açısından da büyük yararı vardır. Hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan suyun kalitesinin artmasıyla hayvan besleme süreçlerinde ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının önüne geçilebilmektedir (Eratalar et al., 2021). Bu teknoloji yalnızca suyun temizlenmesini değil; çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; nitrat ve nitrit içeren su kaynaklarının işlenmesinde TO sisteminin verimini incelemek ve arıtılmış suyun etlik piliçlerin performansı üzerindeki etkisini derinlemesine analiz etmektir. Araştırma sonuçları su arıtmada kullanılan yöntemlerin genel etkinliğini ortaya koyarken bir yandan da hayvan sağlığı ve performansını artırma potansiyelinin ne seviyede olabileceğini vurgulayacaktır.

Bu kapsamda; nitrat ve nitrit içermeyen suyun kullanımı hem etlik piliçlerin sağlığı hem de genel hayvan yetiştiriciliği uygulamaları için önemli bir hedef olmalı ve bu hedefin gerçekleştirilmesini desteklemek için yapılması gereken araştırmalar

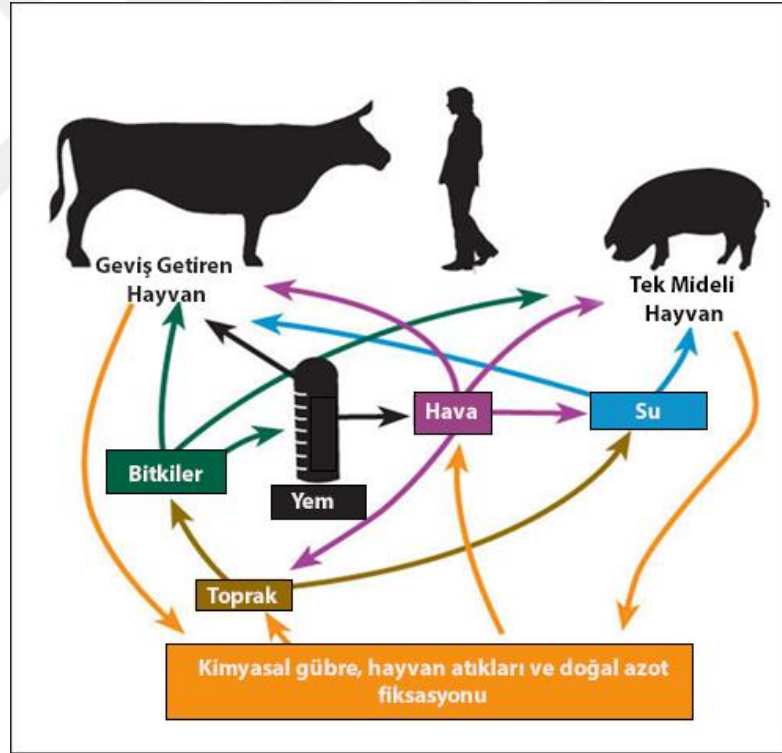
ve uygulamalar artırılmalıdır. Bu süreçlerin hayvanların performansı ve sağığı üzerindeki olumlu etkilere odaklanmak, sektörde verimliliğı artırma açısından büyük önem taşımakla birlikte TO ile arıtılmış suların etlik piliçlerde içme suyu olarak kullanımının etkinliğı konusunda bir fikir sahibi olunabilecektir.



1.1 KAYNAK ÖZETLERİ

1.1.1 Nitrat ve Nitritin Tanımı

Nitrat (NO_3^-) ve nitrit (NO_2^-), doğal azot döngüsünün temel bileşenleri arasında yer alan, doğadaki ve ekosistemlerdeki önemli yere sahip temel bileşiklerdir. İnorganik azot formunda olan bu bileşikler nitrojen döngüsü açısından önemlidir. nitrifikasyon yoluyla toprakta bulunan amonyak ve organik azot bileşikleri mikroorganizmalar tarafından oksitlenmesi sonucunda nitrat oluşur, nitrit ise organik maddenin anaerobik koşullarda bakteriyel ayrışmasıyla ortaya çıkmaktadır (Camargo & Alonso., 2006). Nitrat bitki besini konusunda önemli bir azot kaynağıdır. Özellikle tarımsal gübreleme işlemlerinde gereğinden fazlama gübreleme sonucu toprak ve yeraltı sularına yaygın biçimde karışmaktadır. Bu durumu endüstriyel atıklar ve sanayideki işlemler de etkilidir.



Şekil 1. Kımyasal Gübre, Hayvansal Atık ve Doğal Azot Fiksasyonu
(Kallenbach, R.,2014).

1.1.2 Nitrat ve Nitrit Kirliliğinin Kaynakları ve Etkileri

Su, doğadaki en etkin çözücülerden biri olmasının yanı sıra, aynı zamanda güçlü bir taşıyıcı özelliğe sahiptir. Doğal su kaynakları; çeşitli çözünmüş maddeler, katı partiküller ve mikroorganizmalar gibi birçok bileşeni içermektedir. Hem insanlar hem de hayvanlar, yaşamsal ve ekonomik ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla suyu hidrolojik döngü aracılığıyla kullanmakta ve kullanım sonrası yeniden çevreye geri bırakmaktadır.

Su kirliliği ise bu kullanım süreçleri sırasında suya karışan çeşitli kimyasal, fiziksel ve biyolojik kirleticilerin, suyun doğal özelliklerini değiştirmesiyle meydana gelmektedir. Bu değişimler; sucul ekosistemlerin dengesini bozmakta, biyolojik çeşitliliği tehdit etmekte ve zamanla suyun kendini yenileme ve özümleme kapasitesinin azalmasına, hatta tamamen ortadan kalkmasına neden olabilmektedir.

Tarımda bitkilerin besin kaynağı olarak kullanılan azotlu gübreler, kontrolsüz hayvansal atıklar, filtresiz atık su deşarjları ve septik sistem sızıntıları, nitratın yerüstü ve yeraltı sularına karışmasında başlıca kaynaklar arasında yer almaktadır. Bu durum hem çevresel hem de insan sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır. Nitratın indirgenmesiyle oluşan nitrit, hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini azaltarak methemoglobinemi (mavi bebek sendromu) gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (AgroLab, 2011). Özellikle bebekler ve bağışıklık sistemi zayıf bireyler için risk teşkil etmektedir (Ward et al., 2005). Aynı durum hayvanlarda da geçerlidir. Yavru hayvanlar (özellikle civcivler) bu durumda riskli grupta yer alırlarken; yetişkin hayvanlar nispeten yüksek nitrat seviyelerine dayanma bakımından gençlere nazaran biraz daha dayanıklı olabilmektedirler.

Sulardaki nitrat kirliliği başlıca iki temel nedene dayanmaktadır: topraktaki organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması ve tarımsal gübre kullanımının kontrolsüz şekilde gerçekleşmesi. Toprakta oluşan nitratın bir kısmı bitkiler tarafından alınırken, geriye kalan miktar yağmur ve sulama sularıyla yıkanarak yer altı ve yüzey sularına taşınmakta, böylece de su kaynaklarında kirliliğe yol açabilmektedirler. Aynı zamanda, bilinçsiz ve aşırı gübre kullanımı da toprakta nitrat birikimine neden olmakta; bu birikim zamanla su kaynaklarına sızarak

Çevresel ve ekolojik açıdan ciddi tehditler oluşturabilmektedir. Yapılan incelemelerde ideal koşullarda toprağa atılan azotun bitkiler tarafından kullanılan oranının %50–70; buharlaşma yoluyla kaybedilen oranın %2-20, kil toprakta bulunan organik maddeler ile birleşen oranın %15-25 ve yüzey ve yeraltı sularına karıştığı bildirilen oranın ise %2-10 civarında olduğu açıklanmıştır. (Bryan, 2022). Toprakta biriken nitratın su kaynaklarına geçişi birçok faktörden etkilenmekte olup, bu süreçte nitrat seviyeleri önemli ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu geçişi etkileyen başlıca faktörler arasında toprağın fiziksel yapısı, sıcaklık, bitkilerin azot ihtiyacı, yağış miktarı, kullanılan gübre miktarı ve toprağın nem içeriği yer almaktadır.

Genel olarak, nitrat konsantrasyonlarının tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde daha yüksek, tarım yapılmayan alanlardaki sularda ise daha düşük düzeylerde olduğu gözlemlendiği bildirilmiş olup, tarımsal faaliyetlerin bulunmadığı bölgelerde yüzey ve yer altı sularındaki nitrat düzeyleri genellikle 0 ila 10 mg/l arasında değişmekte olduğu ifade edilmiştir. (Akkurt et al.,2002). (Bryan, 2022).

Dünya Sağlık rgt (WHO), insan sağlığını koruma amacıyla içme sularında maksimum nitrat (NO_3^-) sınırını 50 mg/l, nitrit (NO_2^-) sınırını ise 0,5 mg/l olarak belirlemiştir. Bu sınırların aşılması durumunda özellikle çocuklar ve genç hayvanlar için ciddi sağlık riskleri söz konusu olabilmektedir. (WHO, 2017). Aynı şekilde Türkiye'de de TS 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı ve ilgili yönetmelikler kapsamında aynı sınırlar benimsenmiş olup, nitrat ve nitritin halk sağlığına ve hayvan yetiştiriciliğine olası etkileri dikkate alınmış ve su kalitesine yönelik sıkı düzenlemeler getirilmiştir. (TSE, 2005; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

Tablo 1. Hayvancılıkta Nitrat İçeren Suların Kullanımına İlişkin Kılavuz

Nitrat içeriği* milyon başına parça (ppm) olarak nitrat azotu (NO₃ - N)**	Yorumlar
100'den az	Deneysel bulgular, bu suyun çiftlik hayvanlarına veya kümes hayvanlarına zarar vermemesi gerektiğini göstermektedir.
100 ila 300	Bu su tek başına hayvancılığa veya kümes hayvanlarına zarar vermemelidir. Saman veya silajlar yüksek düzeyde nitrat içeriyorsa bu su sığır, koyun veya atlarda nitrat sorununa önemli ölçüde katkıda bulunabilir.
300'den fazla	Bu su sığır, koyun veya atlarda tipik nitrat zehirlenmesine neden olabilir ve bu hayvanlar için kullanımı önerilmez. Bu nitrat seviyesi tuz içeriğine önemli miktarda katkıda bulunduğundan, bu suyun domuz veya kümes hayvanları için kullanımından kaçınılmalıdır.
Kaynak: Hayvancılık ve Kümes Hayvancılığı için Su Kalitesi , FO-1864-GO. Minnesota Üniversitesi Uzantı Bölümü, 1990. Gösterilen değerler nitrat ve nitrit azotunu içerir. Nitrit formunun daha büyük toksitesi nedeniyle hiçbir durumda sular 50 ppm'den fazla nitrit azotu (NO₂-N) içermemelidir. **1 ppm nitrat azotu 4,4 ppm nitrata (NO₃-N) eşdeğerdir. Not: insan tüketimi için suda nitratin N olarak maksimum seviyesi (ABD EPA tarafından belirlendiği gibi) litre başına 10 miligramdır.	

1.1.3 Etlik Piliçlerde Su Kalitesinin Önemi

Çiftlik ve kümes hayvanları için içme suyun temiz ve sürekli olması hayvan refahı ve gelişim performansı açısından kritik öneme sahiptir. Su kalitesinin istenilen standartlarda olmaması sağlık sorunlarına ve performans düşüklüğüne sebep olabilir. Özellikle etlik piliçler hızlı büyüdükleri için yüksek miktarda su tüketirler. Su tüketiminde suyun içerik kalitesi ve sıcaklığı da önemlidir (Eratalar et al.,2021). İdeal su sıcaklığı 18-21 °C olmalıdır. Sıcak iklimlerde su sıcaklığı

evre sıcaklığına göre daha düşük olması istenmektedir. Etlik piliçlerde su sıcaklığının su tüketimine etkisi Tablo 2.1.' de gösterilmiştir (Aviagen, 2023b). Bu oran kabaca ağırlık bazında tüketilen yem miktarının yaklaşık iki katı kadardır. Sıkışık, sıcak vb. stresli ortamlarda su tüketiminin dört kat daha arttığı bildirilmiştir (Joseph et al., 2019).

Tablo 2. Etlik piliçlerde su sıcaklığının su tüketimine etkisi

Su Sıcaklığı	Su Tüketimi
5°C 'den düşük	çok soğuk, daha az su tüketimi
18-21 �C	İdeal
30 �C 'den yüksek	çok sıcak, daha az su tüketimi
40 �C 'den yüksek	Kanatlılar içmeyi reddeder

Kümes Hayvanlarında Su Tüketimi;

Tavuklar Xin (1994) 1-56 günlük etlik piliçler için aşağıdaki denklemi geliştirmiştir [8]: $DFWI = -2,78 + 4,70D + 0,128D^2 - 0,00217D^3$ $R^2 = 0,999$

DFWI: Günlük içme suyu (Her 1000 tavuk başına, L/gün)

D: Tavuğun kaç günlük olduğu (Yaş) Kümes hayvanlarının her birinde su tüketiminin farklı olduğu belirtilmiştir (Parker et al., 2003).

Tavukların su gereksinimi; cins, yaş ve büyüme evresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Tablo 3'te farklı tavuk ırklarının ilk ve son haftalardaki günlük su tüketim miktarları karşılaştırmalı olarak verilmiş olup, çeşitli sınıflardaki tavukların su ihtiyaçları özetlenmiştir. Bu farklılıklar, tür bazlı fizyolojik özellikler ve çevresel koşullarla da ilişkilidir (Cemek et al., 2011).

Tablo 3. Çeşitli Sınıflardaki Tavuklar ve Hindiler İçin Su İhtiyaçları

SU TÜKETİMİ (her bir hayvan için 1 haftada litre olarak tüketilen su miktarı)					
Yaş (Haftalık)	Broyler Tavukları	Beyaz Yumurtalı Tavuklar	Kahverengi Yumurtalı Tavuklar	Büyük beyaz hindiler	
				Erkek	Dişi
1	0,22	0,20	0,20	0,38	0,38
2	0,48	0,30	0,40	0,75	0,69
4	0,10	0,50	0,70	1,65	1,27
6	0,15	0,70	0,80	2,87	2,15
8	0,20	0,80	0,90	4,02	3,18
10	-	0,90	1,00	5,34	4,40
12	-	1,00	1,10	6,22	4,66
14	-	1,10	1,10	6,68	4,70
16	-	1,20	1,20	6,92	4,74
18	-	1,30	1,30	7,00	-

Düşük kaliteli suların; sindirim bozukluklarına, iştah azalmasına, yemden yararlanma yani FCR oranında düşmeye neden olabildiği bildirilmiştir (Cemek et al., 2011).

Tablo 4. Referans Test Seviyesi

Kirletici / Mineral / İyon	Ortalama Seviyeler	Maksimum Kabul Edilebilir Seviye	Açıklamalar
Nitratlar	1-5 mg/l	25 mg/l	Yüksek nitrat seviyeleri, zayıf büyüme ve yem dönüşüm oranlarına neden olabilir. Nitrat varlığı dışkı kaynaklı kirliliği gösterebilir, bu nedenle bakteri testi de önerilir. Nitratlar, ters ozmos veya anyon değişim reçineleriyle giderilebilir.

Raymond C. Ward, Ph.D.(2011) Interpretation Of Water Analysis. Ward Guide. www.wardlab.com

Mississippi Eyalet Üniversitesi tarafından hazırlanan, “Su Kalitesi Broiler Performansı İçin Kritiktir” yayınındaki bir tabloya göre, içme suyunda nitratın

ortalama 1–5 mg/l, kabul edilebilir üst sınırının ise 25 mg/l olduğu, üst sınırın aşılması durumunda “zayıf büyüme ve kötü yemden yararlanma” gibi belirtiler ortaya çıkabileceği vurgulanmıştır. Yine aynı kaynağa göre yüksek nitrat değeri fekal kontaminasyonu işaret edebilmekte ve bu durumda suyun TO veya anyon değiştirici gibi arıtma yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir. Bu bulgu, etlik piliçlerde nitrat seviyesi yüksek suların performansı düşürebileceğini göstermektedir.

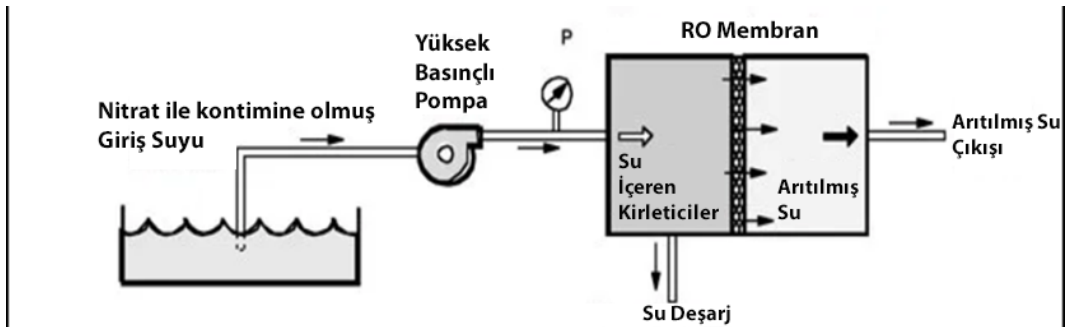
Tablo 5. Kümes Hayvanları Su Kalite Standartları ve Arıtma Seçenekleri

Su Kalitesi Göstergesi	Ortalama Olarak Kabul Edilen Seviyeler	Maksimum Kabul Edilebilir Seviye	Maksimum Seviyelerin Gösterdiği Durumlar	Arıtma Seçenekleri / Yorumlar
Klorür (Cl)	50 mg/l	150 mg/l	Sodyumla birlikte yüksek seviyelerde olduğunda ishale ve bağırsak problemlerine neden olabilir. Enterokok bakteri üremesini teşvik edebilir.	Ters ozmos; tuz içermeyen suyla karıştırma, suyu temiz tutma, hidrojen peroksit veya iyot gibi günlük dezenfektanlarla mikrobiyal büyümeyi önleme.
Sodyum (Na)	50 mg/l	150 mg/l	Yüksek klorür seviyeleriyle birlikte ishale neden olabilir. Enterokok bakteri üremesini teşvik edebilir.	Klorür ile aynı tedavi yöntemi uygulanır.
Sülfatlar	15–40 mg/l	200 mg/l	İshale neden olabilir. Hidrojen sülfür (çürük yumurta kokusu), sülfür seven bakterilerin üremesine işaret eder; bu da ishal ve su sisteminde hava kilitlerine neden olabilir. Sülfür gaz haline geçebileceğinden test sonuçları gerçek seviyeleri olduğundan düşük gösterebilir.	Sülfürün gaz haline geçmesi için suyu bekletme tankında havalandırın. Anyon değişimi (klor bazlı). Oksitleyici dezenfektanlarla arıtma, ardından filtrasyon. Eğer çürük koku varsa şok klorlama ve kuşlar varken günlük sanitasyon önerilir.
Nitratlar	1–5 mg/l	25 mg/l	Kötü büyüme ve yem dönüşüm oranı. Dışkı kaynaklı kirliliğe	Ters ozmos. Anyon değişimi.

			işaret edebilir; koliform bakteri testi yapılmalıdır.	
Kurşun (Pb)	0 mg/l	0.05 mg/l	Etlik piliç ve hindi damızlıklarında zayıf kemikler ve üreme sorunlarına neden olabilir.	Doğal olarak bulunmaz. Kurşun içeren boru, bağlantı parçaları veya lehim kontrol edilmelidir. Su yumuşatıcılar ve aktif karbonla azaltılabilir.
Bakır (Cu)	0.002 mg/l	0.6 mg/l	Yüksek seviyeler ağız yaralarına veya taşlık erozyonuna neden olabilir.	Büyük olasılıkla boru veya bağlantı parçalarının aşınmasından kaynaklanır.
Çinko (Zn)	-	1.5 mg/l	Yüksek seviyelerde büyüme azalabilir.	Su yumuşatıcı ve aktif karbon emilimi azaltacaktır.

1.1.4 Ters Ozmos (TO) Teknolojisi ve Su Arıtmadaki Yeri

Ters Ozmos teknolojisi, su arıtım sistemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan etkin bir membran teknolojisidir. Çalışma prensibi, yarı geçirgen bir zarın bir tarafına çözeltilerin ozmotik basıncını aşan bir basınç uygulayarak sadece su moleküllerinin geçişine izin vermektedir. Bundan dolayı çözünmüş katılar, iyonlar ve kirleticilerin (örneğin nitrat ve nitrit) geride bırakılmaktadır. Bu teknoloji ile elde edilen suyun saflığı ve kalitesi önemli ölçüde artmaktadır.



Şekil 2. Ters ozmos (TO) işleminin şeması

Bu teknolojide kullanılan membranlar genellikle poliamid, selüloz asetat veya polietilen tereftalat gibi özel polimerlerden üretilmektedir. Bu membranların kimyasal dayanıklılığı, seçiciliği ve yüzey özellikleri sistemin verimliliğini etkileyen önemli unsurlardır. TO sürecinde, su yüksek basınç altında membranın bir tarafına iletilir; yalnızca küçük su molekülleri zarın diğer tarafına geçerken, büyük moleküller ve istenmeyen iyonlar tutulur. Bu sayede özellikle nitrat ve nitrit gibi insan ve hayvan sağlığına zararlı bileşiklerin sudan uzaklaştırılması sağlanır.

Ancak membranlar kullanım sürecinde zamanla tortu, organik madde ve mikrobiyal kirlenmeye maruz kalırlar. Bu da performans kaybına yol açabilir. Bu nedenle membranlara düzenli bakım ve temizlik yapmak gerekmektedir.

Sistemin çalışmasını mümkün kılan diğer önemli bir bileşen ise yüksek basınç pompalarıdır. Bu pompalar, gerekli itme kuvvetini uygulayarak suyu membran üzerinden geçirir ve arıtım sürecini başlatır. Basıncın yeterli seviyede olması özellikle nitrat ve nitrit gibi çözünmüş inorganik maddelerin uzaklaştırılmasında kritik öneme sahiptir.

Sistemin daha uzun ömürlü olması, enerji verimliliğinin artması ve genel performansının yükseltilmesi için ön filtreleme kullanılmalıdır. Bu sayede suyun içindeki büyük partikülleri tutularak membranların korunmasına yardımcı olur.

TO teknolojisi içme suyu, tarım, gıda üretimi ve endüstriyel işlemler gibi pek çok alanda suyun arıtılması için kullanılmaktadır. Etlik piliç yetiştiriciliği gibi hassas üretim alanlarında hayvan sağlığı ve üretim performansı açısından olumlu etkilere sahiptir.

Sonuç olarak, TO sistemleri teknolojisi suların arıtımında yüksek etkinliğe sahip, çok yönlü ve kontrollerinin dikkatlice yapılmasını gerektiren teknolojilerdir. Sistemdeki tüm bileşenlerin birbiriyle uyumlu ve düzenli çalışması, su kalitesini artırmakta ve bu suyun kullanıldığı alanlarda verimliliği sağlamaktadır.

1.1.5 Ters Ozmos Sisteminin Dezavantajları

1.1.5.1 Mineral Eksikliği Ve Sağlık Endişeleri

Ters ozmos (TO) sistemiyle arıtılan sular, içerdikleri faydalı minerallerin büyük kısmını kaybeder; özellikle kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi mineraller bu süreçte önemli ölçüde uzaklaştırılır. Bu durum, uzun vadede sağlık açısından bazı riskler doğurabilir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), mineral içeriği düşük suların özellikle kardiyovasküler sistem ve kemik sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini belirtmiştir. (WHO.2019) Ayrıca, TO ile arıtılan suyun pH değeri genellikle 5 ila 6,5 arasında olup hafif asidik özellik gösterir. Bu da uzun süreli tüketimde vücudun asit-baz dengesini etkileyerek çeşitli metabolik sorunlara neden olabilir.

1.1.5.2 Çevresel ve Ekonomik Faktörler

Atık Su Sorunu: Ters ozmos (TO) sistemlerinin en büyük dezavantajlarından biri, yüksek oranda atık su deşarjıdır. Bu sistemler, her 1 litre temiz su elde etmek için yaklaşık 3 ila 4 litre suyu atık olarak dışarı atar. Özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde bu durum ciddi bir israfa neden olmakta ve sürdürülebilir su yönetimi açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (EPA.2021).

Enerji Tüketimi: Ters ozmos (TO) sistemleri, suyu zar yapısından geçirebilmek için yüksek basınçla çalışmak zorundadır. Bu durum, sistemlerin fazla enerji harcamasına neden olur. Artan enerji ihtiyacı kullanıcılar için maliyetleri yükselttiği gibi çevresel etkileri de artırarak karbon ayak izini büyütür.

Filtre Değişim Maliyeti: Ters ozmos sistemlerinde kullanılan membranlar ve ön filtreler zamanla tıkanır ve etkinliğini kaybeder. Bu nedenle bu parçaların düzenli aralıklarla değiştirilmesi gerekir. Filtre ve membran değişimi, kullanıcılar için ekstra bir maliyet oluşturur ve uzun vadede ekonomik bir külfete dönüşebilir.

1.1.5.3 Tat

TO sistemiyle arıtılmış su, içdiği minerallerin büyük çoğunluğunu kaybettiği için genellikle "yassı" ya da "yavan" denilen tatsız bir hale gelir. Bu durum, hayvanların su tüketimini olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle kümes hayvanlarında suyun tadı ve içim kolaylığı, toplam su alımını ve dolayısıyla yem

tüketimi ile canlı performansını doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, suyun lezzeti ve mineral dengesi, hayvan sağlığı ve verimliliği açısından dikkate alınması gereken önemli bir faktördür (Popkin et al., 2010).



2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Kullanılan Ekipmanlar

Bu çalışma Bolu ilinde, 40°46'44''N, 31°43'54''E koordinatlarında özel sektörde yetiştiricilik yapan bir işletmeye ait araştırma & geliştirme deneme kümesinde gerçekleştirilmiştir. İşletme sahibinden ve entegre şirketten gereken izinler alınmıştır.

Deneme kümesinde 2*2 m ebatlarında 4 m² ebadında, hayvanların üzerlerinden atlamayacakları yükseklik olan 1.2 m yükseklikte kümes teli döşenmiş 12 adet deneme bölmesi bulunmakla birlikte, bu denemede bölmelerinden 8 tanesi araştırmada kullanılmıştır. 4 bölme nitrat – nitrit içeren su verilen (kontamine su - kontrol grubu) kontrol bölmesi ve 4 bölme de ters ozmos (TO) su verilen deneme bölmeleri olarak dizayn edilmiştir.

Deneme bölmelerinde suluk olarak kare boruya takılı, paslanmaz çelikten imal edilmiş 4 nipel suluk bulunmaktadır. Bu suluklar (Gün-Tav – Flex – 15, Türkiye) 55 – 85 ml/dk. su verme kapasitesine sahip olup, deneme boyunca çalışmaları takip edilmiştir. Suluklara su veren düzenek içerisinde her bölmeye ait 20L ebatlı derecelendirilmiş bidonlar kullanılmıştır.

Deneme bölmelerinde yemlik olarak civciv döneminde ilk hafta içerisinde 5kg kapasiteli yer civciv yemlikleri (Gün-Tav civciv yemliği, Türkiye) ilerleyen yaşlarda 10kg kapasiteli askılı etlik piliç yemlikleri kullanılmıştır (Gün-Tav Askılı Yemlik, Türkiye).

Deneme kümesi otomatik havalandırma ve ısıtma sistemine sahip olup, otomatik beyin vasıtasıyla kontrol edilmiştir (En-Da 60, Türkiye). Bu sistem tarafından sıcaklığa bağlı olarak kontrol edilen iki adet 1100 m³/sa. kapasiteli minimum havalandırma fanı (Bahçivan BPP 30, Türkiye) ve sıcaklık artmasında ek olarak çalışan 4500 m³/sa. kapasiteli soğutma fanı (Bahçivan BSM 400) kullanılmıştır. Deneme kümesi 60m² boyutta olup, 5cm kalınlıkta duvar ve çatı panelleri ile imal edilmiş çelik konstrüksiyon yapıda olup, tabanı beton olarak imal edilmiş bir yapıdır.

Su kaynağı olarak kuyudan elde edilen doğal olarak nitrat ve nitrit kirlenmesine uğramış olan su doğrudan kuyu pompasından alınarak deneme kümesine aktararak kullanılmıştır. Deneme grubunda kullanılan su olan TO su ise önce kuyudan alınan suyun yumuşatılması (kireçten arındırma) ve sonrasında da endüstriyel Ters Ozmos (TO) cihazından geçirilmesi ile temin edilmiştir.

Isıtma sistemi 4 adet elektrikli yağlı radyatör ile sağlanmış (Flavel RI 3000M, Türkiye) olup, otomasyon ile kontrol edilmiştir. Açılıp kapanmaları otomasyon termostatına bağlı olarak gerçekleşmiş ve dönem içerisinde sıcaklık en çok 2°C oynayacak şekilde çalıştırılmıştır.

Aydınlatma sistemi de otomatik olarak karartma saatlerinde kapanan ve açılan şekilde dizayn edilmiş olup, 1 saat karanlık, 23 saat aydınlık uygulamasıyla dönem boyu kullanılmıştır. Her bölme üzerinde 10W (Cata 10W led ampul, Türkiye) kapasiteli beyaz led tasarruflu ampul kullanılmıştır.

Altlık materyali olarak yerli firmalardan temin edilen kuru, uygun boyda planya talaşı kullanılmıştır. Metrekareye 5kg olarak serilmiş olan altlık dönem boyunca kontrol edilmiş ve ıslanması durumunda ilgili muamele yapılarak yenilenmiştir.

Yem materyali olarak entegre firmanın yem fabrikasından temin edilen 4 farklı yem kullanılmıştır. Yemlerin içerikleri ve verildikleri dönemler Tablo 1’de verilmiştir.

2.2 Hayvan Materyali, Bakımı ve Beslenmesi

Hayvanlar deneme kümesine yumurtadan çıkışlarını takiben önceden deneme için Power testi PASS 11 programı ile hesaplanmış (Hintze, 2011) olup, bölmelere 8 adet olmak üzere 64 adet Ross 308 günlük civciv rasgele şekilde yerleştirilmiştir.

Civcivlere kanat numarası (National Band & Tag Zip Style 890, USA) uygulaması yapılmıştır. Bu şekilde ağırlıklar bireysel olarak doğru şekilde tespit edilebilmiş, ölüm veya muhtemel hayvan seleksiyonu yapılması gereksinimi gibi durumlarda müdahale kolaylığı sağlanabilmesi için gerekli önlem olarak değerlendirilmiştir.

Yem ve su ad-libitum (serbest tüketime açık) olarak verilmiş olup, günlük olarak tüketimleri not edilerek tespit edilmiştir. Su kontrol grubu olarak değerlendirilen kontamine su (kontrol grubu) olarak adlandırılmış nitrat ve nitrit içeren kuyu suyu ve deneme grubu da Ters Ozmos (TO) sistemi ile muamele görmüş olan su verilmiş gruplara ayrılarak kontrollü olarak ve sürekli takip edilerek verilmiştir.

Tablo 6. Denemede Kullanılan Suların Kimyasal ve Mikrobiyolojik İçerikleri

	Nitrat-Nitrit (K)	Ozmos
pH (20°C)	7,05	5,55
İletkenlik (20°C) µS/cm	1088	27,80
Nitrat (NO ₃) g/l	16,60	1,40
Nitrit (NO ₂) mg/l	0,02	0,01
Toplam Sertlik °f (fransız sertliği)	52,80	1,80
Bulanıklık	✓	✓
Σ Bakteri (37C) 200ad/100ml	210	35
Σ Bakteri (22C) 2000ad/100ml	164	156
Koliform (0 ad / 100 ml)	40	0
E. Coli (0 ad / 100 ml)	0	0
P. Aeruginosa (0 ad / 100 ml)	0	0
Enterokoklar (0 ad / 100 ml)	130	1

Su tüketimleri, bidonların üzerlerindeki çizelgelerden takip edilerek takip edilmiş ve üzerine yeniden ilave edilmesi veya gerektiğinde yenilenmesi ile takviye edilmiş, hayvanlar hiçbir zaman susuz bırakılmamıştır. Tüketim değerleri haftalık olarak istatistik analizden geçirilmiş ve Tablo 4’te verilmiştir.

Yem tüketim değerleri günlük olarak tespit edilmiş olmakla birlikte, kıyaslama kolaylığı ve genel uygulamaya uygunluk sebebiyle istatistikler haftalık olarak tutulmuş ve yem tüketimi gibi performans değerleri haftalık olarak sunulmuştur.

Tablo 7. Denemede kullanılan yemler ve kimyasal içerikleri

	Giriş	Başlangıç	Geliştirme	Bitirme
Ham Protein (%)	22,49	21,53	19,25	17,97
Ham Selüloz (%)	3,00	3,00	2,72	2,93
Yağ (%)	6,11	8,10	7,89	8,26
Ham Kül (%)	4,38	4,27	3,36	3,21
Kalsiyum (Ca)	1,00	0,93	0,64	0,60
Toplam Fosfor (P)	0,73	0,70	0,52	0,53
Sodyum (N)	0,19	0,18	0,22	0,19
Lisin (%)	1,56	144,00	1,23	1,17
Metiyonin (%)	0,78	0,58	0,50	0,53
Vitamin A (IU)	12500	10000	5000	5000
Vitamin D3 (IU)	5625	4500	2250	2250
Demir (Demir Sülfat Monohidrat %30, mg)	20,00	20,00	15,00	10,00
Bakır (Bakır Sülfat Pentahidrat, mg)	16,00	16,00	12,00	8,00
Çinko (Çinko Oksit %72, mg)	110,00	110,00	83,00	55,00
Mangan (Mangan Oksit %62, mg)	120,00	120,00	90,00	60,00
İyot (Calsiyum İyodid %10, mg)	1,25	1,25	0,94	0,625
Selenyum (Sodyum selenit %4,5, mg)	0,30	0,30	0,25	0,15

Canlı ağırlık (CA) değerleri haftalık olarak kanat numaralarına göre teker teker ölçülerek, bireysel şekilde takip edilmiş, kayıt altına alınmış ve istatistik analizleri haftalık olarak gerçekleştirilmiştir.

Yem tüketimi ve CA değerlerinden hesaplanan Yem Dönüşüm Oranı (YDO) haftalık olarak Formül 1'deki gibi hesaplanmış olup Tablo 3'te bilgi amaçlı verilmiştir.

Yem ve canlı ağırlık tartımlarında hassas (± 1 gr) terazi (TEM TNT 015D, Türkiye) kullanılmış olup, kontrol amacıyla hassas başka bir terazi ile çapraz kontrole tabi tutulmuştur (RADWAG AS220R2, Polonya).

Deneme tam kontrollü kümes ortamında gerçekleştirilmiş olup, Ross 308 etlik piliç civcivleri kullanılmış, deneme bu hayvanların istediği standart sıcaklık, nem ve havalandırma taleplerini karşılayacak şekilde Ross 308 (Anonim, 2017)

yetiştirme rehberi ve güncel yetiştirme katalogu gereksinimlerini karşılayacak şekilde gün boyunca ayarlanmıştır.

Deneme başlangıcında altlık 30°C ve ortam 32°C olacak şekilde kümes ısıtılmış, deneme boyunca 3. günden itibaren günde 0,5°C düşürülerek 20±2°C'ye ulaşıldığında sabitlenerek bu şekilde deneme sonuna kadar devam etmiştir.

Nem deneme boyunca %55-65 aralığında tutulmaya çalışılmıştır.

Aydınlatma şiddeti deneme başlangıcında 75 lux olarak ayarlanmış olup, denemenin ilk haftasından itibaren 30 lux seviyesine düşürülerek deneme sonuna kadar bu şekilde devam ettirilmiştir. 23 saat aydınlık, 1 saat karanlık uygulaması dönem boyunca yapılmıştır.

2.3 İstatistik Analiz Yöntemi

Deneme tesadüf parselleri deneme tertibinde düzenlenmiş olup, analizler SPSS 22,0 ve Minitab 14 istatistik programları ile değerlendirilmiştir.

Deneme verileri ilk olarak homojenlik testine sokularak normal dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Bundan sonra veriler varyans analizi metodu (ANOVA) ile değerlendirilmiş ve sonuçlar bulgular kısmında verilmiştir. Analiz formülü verilmiş olup, Y_{ij} bağımlı değişken, μ ortalama, S_i tüketilen su cinsi ve e_{ij} de tesadüfi hata faktörü olarak belirtilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

Tablolardaki bulgular ortalama ± SEM değerleri olarak sunulmuştur.

3. BULGULAR

3.1 Canlı Ağırlık

Denemeden elde edilen canlı ağırlık verileri Tablo 6’de verilmiş olup, deneme süresi içerisinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 8. Canlı Ağırlık Verileri

Hafta	Canlı Ağırlık (ort.)(g)		
	Kontrol Grubu	Ozmos	P
1	190,25 ± 16,34	184,50 ± 21,50	0,133
2	507,31 ± 46,46	494,84 ± 51,25	0,493
3	899,96 ± 82,79	908,66 ± 83,92	0,284
4	1495,90 ± 143,00	1466,70 ± 141,30	0,496
5	2050,20 ± 441,90	1943,50 ± 209,30	0,142
6	2738,50 ± 290,10	2660,90 ± 309,90	0,160
7	3561,50 ± 390,90	3316,40 ± 541,40	0,059
8	4392,10 ± 515,60	3956,60 ± 703,00	0,095

3.2 Yem Tüketimi

Denemeden elde edilen gruplara ait haftalık yem tüketimi verileri Tablo 7’de verilmiş olup, deneme süresi içerisinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 9. Haftalık Yem Tüketimi

Hafta	Yem Tüketimi (toplam) (g)		
	Kontrol Grubu	Ozmos	P
1	2243,7 ± 597,40	1782,90 ± 91,60	0,222
2	2937,70 ± 657,30	2866,80 ± 312,70	0,826
3	3966,60 ± 390,20	4263,90 ± 354,00	0,295
4	4688,50 ± 792,70	4509,90 ± 943,40	0,953
5	7100,30 ± 134,00	6850,40 ± 406,60	0,276
6	7991,00 ± 1140,00	8258,00 ± 336,00	0,770
7	8081,00 ± 1162,00	6077,00 ± 2438,00	0,401
8	7011,00 ± 968,00	6345,00 ± 757,00	0,804

Denemeden elde edilen bireysel (ortalama) haftalık yem tüketimi verileri Tablo 8’de sunulmuş olup, deneme süresi içerisinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 10. Ortalama Yem Tüketimi

Hafta	Yem Tüketimi (ort.) (g)		
	Kontrol Grubu	Ozmos	P
1	280,46 ± 74,68	222,86 ± 11,45	0,222
2	367,21 ± 82,16	358,34 ± 39,09	0,826
3	495,83 ± 48,77	532,99 ± 44,25	0,295
4	586,10 ± 99,10	563,70 ± 117,90	0,953
5	887,53 ± 16,76	856,31 ± 50,82	0,276
6	998,90 ± 142,60	1032,20 ± 42,00	0,770
7	1154,40 ± 166,00	868,10 ± 348,40	0,401
8	1168,50 ± 161,30	1057,50 ± 126,10	0,804

Denemeden elde edilen her yaşı ait kümülatif yem tüketimi verileri Tablo 9’da verilmiş olup, deneme süresi içerisinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 11. Kümülatif Yem Tüketim Ortalaması

Hafta	Yem Tüketimi (kümülatif ort.) (g)	
	Kontrol Grubu	Ozmos
1	280,46	222,86
2	647,67	581,20
3	1143,50	1114,19
4	1729,60	1677,89
5	2617,13	2534,20
6	3616,03	3566,40
7	4770,43	4434,50
8	5938,93	5492,00

3.3 Su Tüketimi

Denemeden elde edilen su tüketimi verileri Tablo 10’da verilmiş olup, deneme süresi içerisinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 12. Ortalama Su Tüketimi

Hafta	Su Tüketimi (ort.) (l)		
	Kontrol Grubu	Ozmos	P
1	1,21 ± 0,38	1,10 ± 0,21	0,156
2	1,06 ± 0,44	1,04 ± 0,08	0,480
3	1,44 ± 0,16	1,38 ± 0,10	0,884
4	1,94 ± 0,07	1,91 ± 0,16	0,670
5	2,80 ± 0,10	2,88 ± 0,12	0,505
6	2,30 ± 0,09	2,08 ± 0,10	0,573
7	2,35 ± 0,44	2,08 ± 0,32	0,776
8	2,65 ± 0,31	2,20 ± 0,21	0,697

3.4 Yem Dönüşüm Oranı

Denemeden elde edilen yem dönüşüm oranı verileri Tablo 11’ de verilmiş olup, değerler arasında gözlemlenen önemli bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 13. Yem Dönüşüm Oranı

Hafta	Kontrol Grubu	Ozmos
1	1,474	1,207
2	1,276	1,174
3	1,270	1,226
4	1,156	1,143
5	1,276	1,303
6	1,320	1,340
7	1,339	1,337
8	1,352	1,388

4. TARTIŞMA

4.1 Canlı Ağırlık

Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı bakımından yapılan çalışmalarda arıtılmış suların tüketimi durumunda etlik piliçlerde herhangi bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (Ebrahimi et al., 2024). Bu veriler de araştırma bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

4.2 Yem Tüketimi

Yapılan kaynak araştırmasında TO muamelesiyle arıtılmış sular ile beslenen etlik piliçlerde yem tüketim değerleri ile alakalı benzer çalışma ve kaynaklara rastlanmamış olmakla birlikte, araştırmacıların ifadelerine göre TO'nun nitrat bulaşmasında bu kontaminantın eliminasyonu için uygun bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Rabin, 2024).

Denememizde de nitrat – nitrit içeren kontamine sularla ve TO uygulamasıyla arıtılmış sularla beslenen etlik piliçlerde 8 hafta boyunca yem tüketim değerleri bakımından herhangi bir farklılık görülmemiş, bu durum araştırmacının ifadeleriyle TO uygulamasıyla elde edilen arıtılmış suyla beslenen etlik piliçlerde su tüketiminin normal seyrinde gittiği ifadeleriyle desteklenmiştir.

4.3 Su Tüketimi

Denemede gruptaki su tüketim verileri karşılaştırıldığında gözlemlenen farklılıkların istatistik açıdan bir önemi olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre, TO muamelesi ile arıtılmış su içen hayvanlar ile, nitrit-nitrat ile kontamine su içen hayvanların su tüketimleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ifade edilebilir.

Bu durum Keohavong et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışma olan deniz suyunun TO uygulamasıyla arıtılarak etlik piliçlere sunulması denemesinden elde edilen verilerle uyum göstermektedir. Bu denemede musluk suyu ve TO arıtılmış deniz suyu tüketen etlik piliçlerde, deneme gruplarında su tüketimi açısından bir farklılık gözlenmemiş olduğu bildirilmiştir. Bu da çalışmamızın sağlıklı yürüdüğüne bir göstergesi olarak nitelendirilebileceği gibi, su tüketim verileri

bakımından TO muamelesinin su tüketiminde olumsuz bir etki yapmadığının da desteği olarak değerlendirilebilir.

Bu şekilde su tüketimi bakımından TO'nun musluk suyu ve nitrat – nitrit içeren sulara kıyasla kullanımının herhangi bir tüketim problemine yol açmadığı söylenebilir.

4.4 Yem Dönüşüm Oranı

Yem tüketimi, canlı ağırlık bakımından deneme grupları arasında herhangi bir farklılık olmadığı görülmüş olup üzerinde değerlendirme ve karşılaştırmalar yapılmaya çalışılmıştır. YDO değeri bu iki değerin oranı olduğu için istatistik analize tabi tutulmasına gerek görülmemiş olup, Ebrahimi et al. (2024) tarafından yapılan bir araştırmada su kalitesi ile etlik piliçlerin yem tüketimi, canlı ağırlıkları ve yem dönüşüm oranlarının etkilendiğini, kaliteli bir su ile beslenen etlik piliçlerde önemli bir değişiklik görülmendiğini bildirmişlerdir. Bu da çalışmanın sağlıklı yürütüldüğü, arıtma sisteminin düzgün olarak vazife yaptığını gösteren bir parametre olmakla birlikte, nitrat-nitrit içeren su ile yapılan beslemede de 8 haftalık süre içerisinde etlik piliçlerde YDO bakımından görsel bir farklılığa rastlanmadığı da ifade edilebilir. Bununla birlikte, herhangi bir çalışmada TO uygulanmış olan denemelerde YDO sonuçları verilmediğinden dolayı bir kıyaslama yapılamamakla birlikte, verilerin ve denemenin doğruluğu diğer parametrelerle desteklenmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak etlik piliçlerin TO uygulamasıyla arıtılmış su tüketmelerinin, nitrat-nitrit kontamine su tüketmelerine göre olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Çalışma bulgularından elde edilen veriler incelendiğinde performans kriterleri bakımından canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, haftalık bireysel yem tüketimi, haftalık kümülatif yem tüketimi, haftalık su tüketimi değerlerinde önemli bir farklılığa rastlanmamış olup, TO uygulamasının performansa 8 haftalık uzatılmış yetiştiricilik dönemi boyunca olumsuz bir etkisinin görülmediği belirtilebilir.

Bu bulgular yanında, ilerleyen haftalarda yem tüketimi ve canlı ağırlık bulgularında istatistiki önemi olmamakla birlikte gözlemlenen farklılıklar sıcaklık, soğuk, ses, korku gibi stres etmenlerinin yetiştirme periyodunda görülmesi ile kontamine su tüketen hayvanlarda sağlık bakımından olumsuz durumların ortaya çıkmasını tetikleyebilecektir. Bununla beraber hastalık etmenlerinin yetiştirme döneminde görünmemiş olmasıyla beraber, herhangi bir hastalık durumunda kontamine suyun performansı olumsuz yönde etkileme ihtimali yüksek olduğundan bu yönde ileri düzey çalışmaların yapılması bilgi eksikliğinin giderilmesi açısından olumlu olacaktır.

Temel anlamda bilgilerin elde edilmesinin amaçlandığı bir başlangıç çalışması olarak gerçekleştirilmiş olan çalışma konusunun genişletilerek, yer altı suyu, musluk suyu, kontamine su ve farklı arıtma sistemleri ile elde edilmiş olan arıtılmış suların birlikte denenmesinin ve bunların etlik piliçlerin büyüme performansı üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi tavsiye edilebilir. Böylece, farklı su kaynaklarının ve arıtma yöntemlerinin etlik piliçlerin performansı ve sağlık durumları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve en uygun su kullanım stratejilerinin ortaya konması açısından gerekli bilgiler elde edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Akkurt, F., Alıcılar, A., & Şendil, O. (2002). Sularda Bulunan Nitratın Absorpsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Anonim. (2017). Dünya En Fazla Piliç Eti Üretimi Yapan Ülkeler. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Kanatli%C4%B1%20Hayvanc%C4%B1%C4%B1k%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>. 23 Haziran 2020
- a.v.e.c. (2015). Annual Report. <http://www.avec-poultry.eu/annual-reports-overview>
- Aviagen. (2023a). Ross Damızlık Sevk ve Idare Kitabı. <https://aviagen.com/>
- Aviagen. (2023b). Sustainability Report. <https://aviagen.com/>
- Bryan, S. (2022). Nitrates In Drinking Water. Penn State Extension. <https://extension.psu.edu/nitrates-in-drinking-water>
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological And Toxicological Effects Of Inorganic Nitrogen Pollution In Aquatic Ecosystems: A Global Assessment. *Environment International*, 32(6), 831–849.
- Cemek, B., Çetin, S., & Yıldırım, D. (2011). Çiftlik ve Kümes Hayvanlarının Su Tüketimi Ve Su Kalite Özellikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Atakum, Samsun.
- Delgado, D., Rosegrant, M., Steinfeld, H., Ehui, S., & Courbois, C. (1999). Livestock to 2020: The next food revolution. IFPRI, FAO, ILRI.
- Ebrahimi, N. A., Nobakht, A., İnci, H., Palangi, V., Suplata, M., & Lackner, M. (2024). The New Era Of Food And Agriculture: Sustainable Strategies To Achieve Zero Hunger. *World*, 5(4), 952–961. <https://doi.org/10.3390/world5040048>
- EPA. (2021). Water Treatment Technology Reports. U.S. Environmental Protection Agency.
- Eratarlar, S. A., & Kaveci, B. (2021). The Effects Of Harvested Rainwater On The Performance And Some Slaughter Parameters Of Broilers. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 436–443.
- FAO. (2014). Sources of meat. Agriculture and Consumer Protection Department, Animal Production and Health. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_sources.html
- Foresight. (2011). The Future Of Food And Farming: Final Project Report. The Government Office for Science, London, UK.
- Hintze, J. L. (2011). PASS 11. NCSS, LLC. Kaysville, UT, USA.
- Joseph, B. H., & Ken, S. M. (2019). Evaluating Water Quality For Poultry. Auburn University. <https://www.aces.edu/blog/topics/farming/evaluating-water-quality-for-poultry/>
- Kallenbach, R. (2014). Nitrate Problems in Livestock Feed and Water. Extension University of Missouri. <https://extension.missouri.edu/publications/g9800#sensitivity>
- Keohavong, B., Lee, J. Y., Lee, J. H., Yun, S. M., Lee, M. H., Lee, S. K., Kim, G. Y., & Ohh, S. J. (2010). Effects Of Drinking Reverse-Osmosis Treated Deep Sea Water On Growth Performance and Immune Response In Broiler Chickens. *Journal of Animal Science and Technology*, 52(3), 212–220.
- Minitab. (2013). Minitab Statistical Software (Release 16.1) [Computer software]. State College, PA, USA.

- Parker, D. B., & Brown, M. S. (2003). Livestock And Poultry Production, Water Consumption For. In B. A. Steward & T. A. Howell (Eds.), Encyclopedia Of Water Science. Dekker, Inc.
- Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, Hydration And Health. Nutrition Reviews, 68(8), 439–458.
- Rabin, R. (2024). Specific Drinking Water Quality Parameters On Nutrient Digestibility And Early Broiler Performance [Doctoral dissertation, Tennessee State University]. ProQuest Dissertations & Theses. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/>
- Raymond, C. W. (2011). Interpretation Of Water Analysis: Ward Guide. www.wardlab.com
- SPSS. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows (Version 22.0). IBM Corp.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2014). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.
- TSE. (2005). TS 266: İnsani Tüketim Amaçlı Sular.
- Ward, M. H., deKok, T. M., Levallois, P., et al. (2005). Workgroup Report: Drinking-Water Nitrate and Health—Recent Findings And Research Needs. Environmental Health Perspectives, 113(11), 1607–1614.
- WHO. (2017). Guidelines For Drinking-Water Quality (4th ed., incorporating the 1st addendum). World Health Organization.
- WHO. (2019). Health Risks Of Drinking Demineralized Water. World Health Organization.