

BURSA BÖLGESİ KÜMES HAYVANLARININ OLUŞTURDUĞU ÇEVRESEL YAYILI KİRLİLİK YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

Büşra YAYLI* 
İlker KILIÇ* 

Alınma: 18.01.2023; düzeltme: 22.02.2023; kabul: 08.03.2023

Öz: Hayvancılık işletmelerinde en önemli sorun gübredir. Üretim yoğunluğunun artmasıyla birlikte gübre miktarının da artması, sorunu daha ciddi boyutlara getirmektedir. Gübrenin depolanması, yönetimi, işlenmesi süreci doğru şekilde planlanmadığı ve uygulanmadığı takdirde yer altı ve yüzey su kaynaklarında önemli çevresel problemleri tetiklemektedir. Bu sebeple gübre kirlilik yükünün belirlenmesi, etkilerinin iyi analiz edilmesi, bunları önlemeye yönelik doğru stratejilerin uygulanması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Bursa ilinin son on yıldaki kanatlı üretiminden kaynaklanan gübrenin oluşturduğu atık miktarının ve kirlilik yükünün belirlenerek değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Bursa ilinin kanatlı üretiminden kaynaklanan kirlilik potansiyelinin en fazla olduğu ilçeler Karacabey ve Mustafakemalpaşa, en düşük olduğu ilçe ise Gürsu olmuştur. Yumurta tavukçuluğunun, et tavukçuluğu ve hindi yetiştiriciliği ile kıyaslandığında yayılı kirlilik potansiyelinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kirlilik potansiyelinin %88'ini azot kirliliği oluştururken, %12'sini ise fosfor kirliliği oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Azot Yüğü, Et Tavuğı, Fosfor Yüğü, Hindi, Yumurta Tavuğı

Determination of Environmental Distanced Pollution Load by Poultry of Bursa Region

Abstract: Manure is the most critical problem in livestock farms. Increasing the amount of manure and increasing production intensity brings the problem to a more profound dimension. If manure's storage, management and operation process is not planned and applied correctly, it triggers important environmental problems in underground and surface water resources. For this reason, it is imperative to determine the manure pollution load, analyze its effects well, and apply the right strategies to prevent them. This paper is aimed to determine and evaluate the amount of waste and pollution load caused by manure resulting from poultry production in Bursa province for the decade. According to the results of the study, Karacabey and Mustafakemalpaşa are the districts with the highest pollution potential due to poultry production in Bursa, while Gürsu has the lowest. It has been determined that the potential for diffuse pollution is higher when compared to laying hen, broiler and turkey breeding. Nitrogen pollution constitutes 88% of the pollution potential, while phosphorus pollution constitutes 12%.

Keywords: Nitrogen Load, Broiler, Phosphorus Load, Turkey, Laying Hen

1. GİRİŞ

Hayvansal kaynaklı proteinler, insan beslenmesinde önemli bir kısmı oluşturmaktadır. Nüfusun artmasıyla birlikte gıdaya olan talebin de artması, şüphesiz üretim üzerinde önemli düzeyde etkili olmuştur. Yumurta, beyaz et gibi kümes hayvanlarının ürünleri özellikle diğer hayvansal kaynaklı proteinlerden daha ekonomik olması sebebiyle daha fazla tercih edilen besinlerdendir.

* Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059, Nilüfer/Bursa
İletişim Yazarı: Büşra YAYLI (busrayayli@uludag.edu.tr)

Kanatlı sektöründe üretim miktarının artması, protein içeriği yüksek yemlerin kullanılması ortaya çıkan fizyolojik ve metabolik sorunlarda artışa neden olmaktadır. Kanatlı hayvanlar ruminant hayvanlar olmadıkları için çok az mikrobiyal fermantasyon gerçekleştirmektedirler. Ayrıca yem dönüşüm verimlilikleri de diğer hayvan türlerine göre daha yüksektir. Bundan dolayı sera gazı emisyonlarına etkileri düşüktür. Fakat gıda talebine olan ihtiyacı karşılamak için kanatlı hayvan ürünlerinin yoğun üretimi, daha fazla protein içeren pelet yemlerin kullanılması daha yüksek miktarda azot içeren gübre ve dışkı oluşumunu artırmaktadır (Cesari ve diğ., 2017). Çiftlik hayvan atıklarının çevreye olan etkilerinin etki derecesi hayvan sayısına ve üretim yoğunluğuna bağlıdır (Hahne ve diğ., 1996; Polat ve Olgun, 2009). Bundan dolayı azot ve fosforun çevre üzerinde neden olduğu etkilerin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Hayvansal gübreler içerik olarak azot (N) ve fosfor (P) bakımından oldukça zengindir, bundan dolayı yüzey ve yeraltı sularına karışan azot ve fosfor kirliliğinin birincil kaynağıdır. Azot ve fosfor içeren kirleticiler yüzey sularına yüzey akışı yoluyla taşınırken, yer altı sularına derine sızarak karışmaktadır. Gübrenin uygun kapalı ortam koşullarında depolanmadığı, araziye gereğinden fazla uygulandığı ve iyi yönetilemediği durumlarda su kaynaklarına azot ve fosfatlar sızarak kirliliğe neden olmaktadır. Su kaynaklarına karışan besin maddeleri sedimantasyon ve alg üretimini artırarak ötrofikasyona neden olur ve su kalitesine ciddi oranda zarar vermektedir. Su kalitesini belirleyen en önemli gösterge nitrat konsantrasyonudur. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'ne göre yer altı ve yüzey su kaynaklarında 50 mg/L'yi geçmemelidir (URL, 2016).

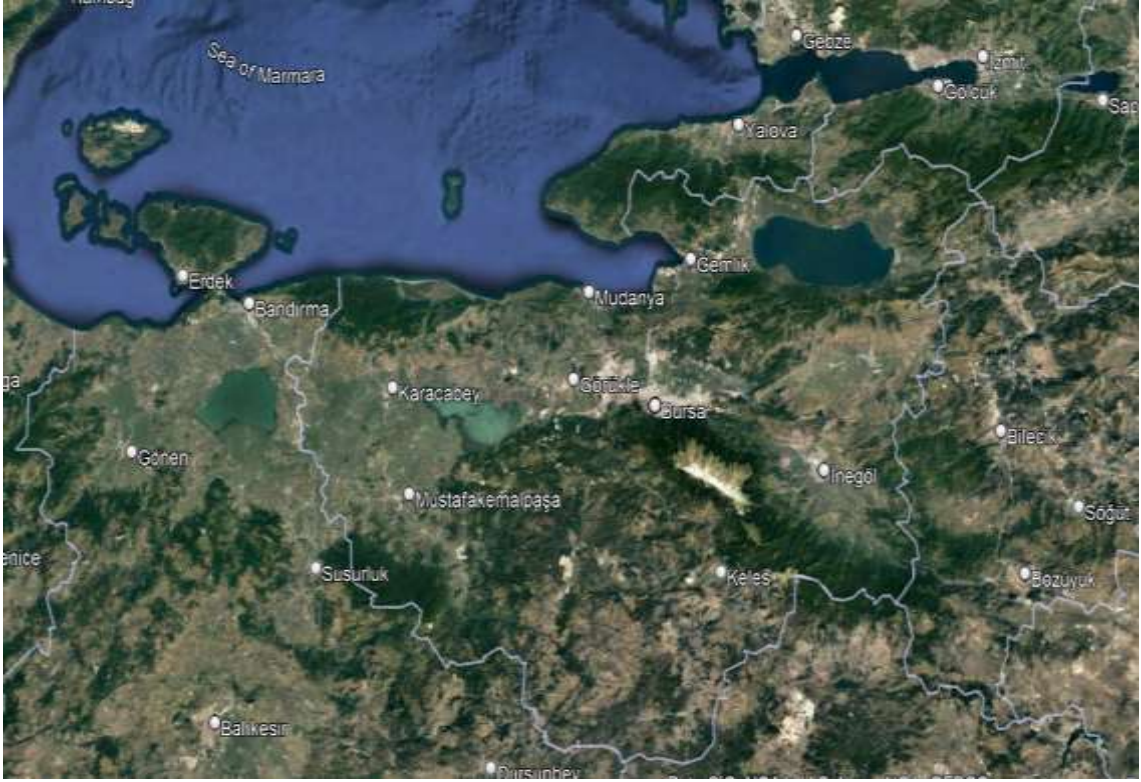
Ötrofikasyon ve getirdiği etkiler, su kaynaklarının içme ve kullanma suyunun kısıtlanmasına neden olur ve su kaynaklarını tehlikeye sokmaktadır. Ayrıca çözünmüş oksijen miktarını azaltarak sucul yaşam ortamına da zarar vermektedir. Belirli ve tek bir kaynağı olmayan, su kaynaklarına karışan hayvansal atıkların oluşturduğu yayılı kirliliğin sınırlarının belirlenmesi oldukça güçtür ve uzun zamanlı araştırmalar ve incelemelerin yapılması gerekmektedir. Yayılı kirlilik yükünün belirlenmesi için genel kabullerin kullanılmasıyla kirlilik yükünün belirlenmesi daha az veri ve kısa süre içerisinde tahmini yük değerine ulaşmak mümkündür. Yayılı kirletici kaynaklar mekan ve zamansal olarak belirsiz davranışlar sergilediği için noktasal kirletici kaynaklara göre toprak ve sudaki sızıntı ve akışlarının kontrol edilmesi ve yönetilmesi oldukça zordur (Gürel ve diğ., 2011). Daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için kapsamlı modellere ve kompleks simülasyon modelleriyle daha fazla veri, havzaların fiziksel özellikleri, akarsuların kalite ve debi ihtiyaçları gibi farklı verilere ihtiyaç vardır (Haksevenler ve Ayaz, 2021).

Bu çalışmada Bursa'nın son on yıldaki kanatlı üretiminden kaynaklanan gübrenin oluşturduğu kirlilik yükü ve neden olduğu yayılı kirlilik yükünün potansiyeli değerlendirilmiştir. Konuya ilişkin var olan durum belirlenmiş olup bu durumun iyileştirilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

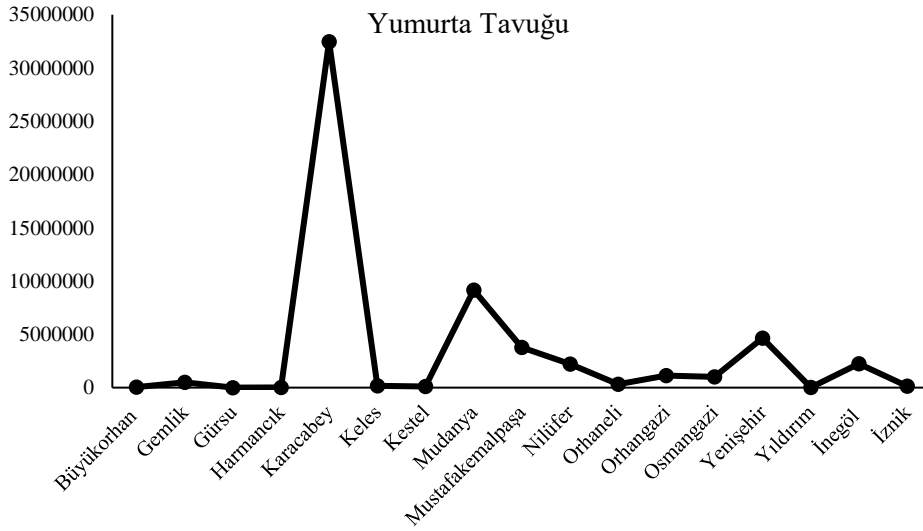
Bu çalışmada, Bursa'da bulunan kümes hayvanları üretiminden ortaya çıkan son on yılın kirlilik yükü değerlendirilmiştir. Kümes hayvanları içerisinde en fazla üretimi yapılan ve ürünleri en çok tüketilen et tavukçuluğu, yumurta tavukçuluğu ve hindi yetiştiriciliği göz önüne alınmıştır.

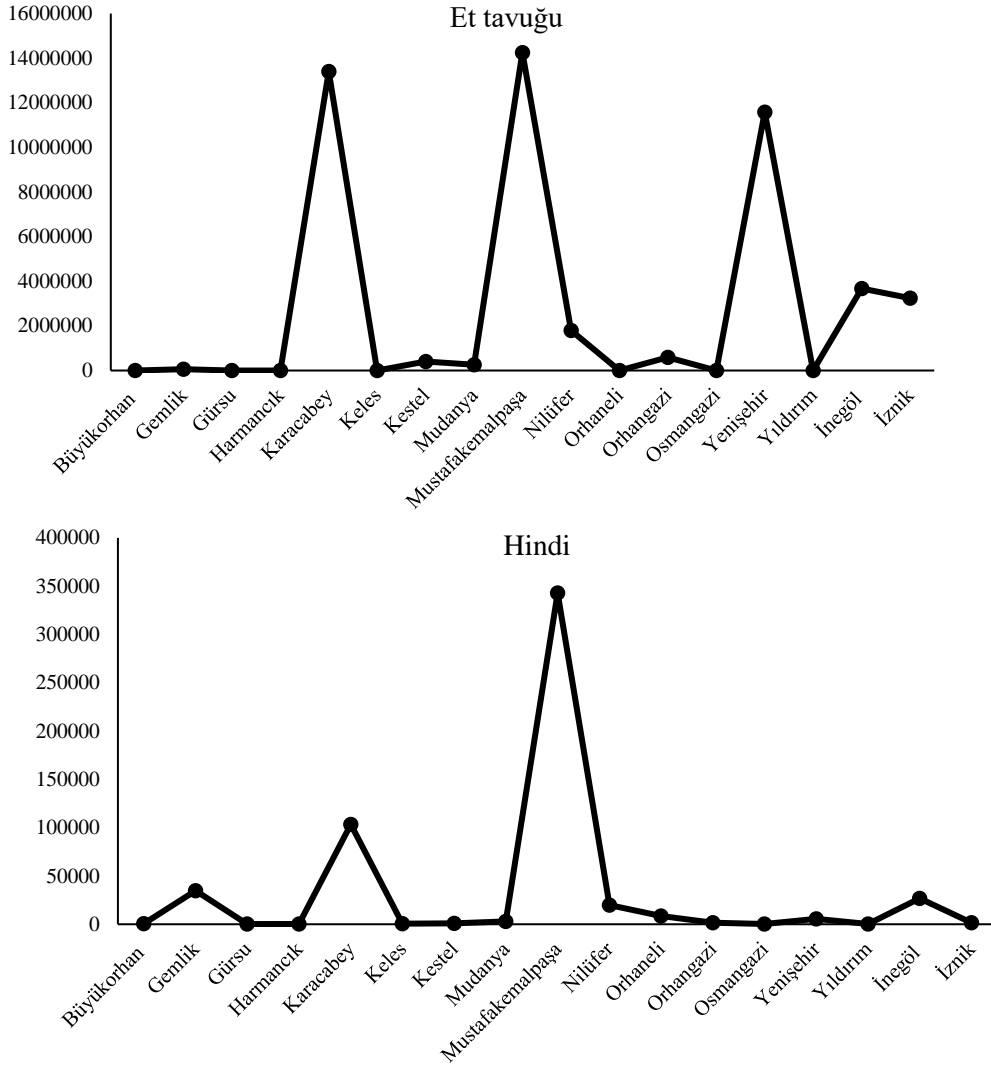
Bursa bölgesi kümes hayvancılığı üretiminde önemli rol oynamaktadır (Şekil 1). Türkiye'de 2021 yılı verilerine göre kümes hayvanlarının sayısı (et tavuğu, yumurta tavuğu, kaz, hindi, ördek ve beç tavuğu) 398 milyon adet olup, Bursa 14 milyon adet hayvan ile bu varlığın %3,7'sini karşılamaktadır. Bursa ili kümes hayvanları varlığında yumurta tavuğu %61,2'lik oranla en fazla paya sahipken, et tavuğu üretimi %38,6'lık paya ve hindi yetiştiriciliği ise %0,1'lik orana sahiptir (TÜİK, 2022).



Şekil 1:
Çalışma alanı

Bursa'da son on yıldaki kümes hayvan varlığı incelendiğinde yumurta tavuğu varlığının zengin olduğu ilçe Karacabey olurken, et tavukçuluğu ve hindi yetiştiriciliğinde ise en önemli ilçenin Mustafakemalpaşa olduğu görülmektedir (Şekil 2).





Şekil 2:
Hayvan sayılarının ilçelere göre dağılımı (TÜİK, 2022)

Çalışmada kirlilik yükünün hesaplanabilmesi için bazı kabuller kullanılmıştır. Yaş ve kuru gübre miktarının hesaplanmasında Eşitlik-1 ve Eşitlik-2'den yararlanılmıştır (Aksüt ve diğ., 2022) (Tablo 1). YGM: yaş gübre miktarı, HS: hayvan sayısı, GTA: günlük atık miktarını, KGM: kuru gübre miktarını ifade etmektedir. Tavuklar için hayvan başına günlük atık üretimi 0,035 kg olarak alınmıştır. Hindilerin günlük gübre üretim miktarı ise 0,06 kg olarak alınmıştır. Kanatlı hayvanlar için katı madde oranı %35 ve atığın kullanılabilirlik oranı %99 olarak alınmıştır (Dağtekin ve diğ., 2019; Aksu, 2019).

Hayvansal kaynaklı atıkların yayılı kirlenici yüklerinin hesaplanmasında Eşitlik 3-4-5-6 kullanılmıştır (Tablo 1). Yumurta tavuğu ve et tavuğu üretiminin neden olduğu azot ve fosfor kaynaklı kirlilik yüklerinin hesaplanmasında canlı hayvan ağırlıkları (ACH) ortalama olarak 2 kg olarak alınırken, hindiler için canlı ağırlık değeri ortalama 5 kg alınmıştır. Kümes hayvanları için genel kabullerden günlük azot kirlenici yükü (QNYK) 0,52 kg/ton hayvan sayısı/gün ve günlük fosfor kirlenici yükü ise 0,22 kg/ton hayvan sayısı/gün değerleri alınmıştır (Yetiş ve diğ., 2018; Hacısalihoğlu, 2022). Yayılı kirlenicilerin alıcı sucul ortamlara ulaşmasında, bölgenin iklimsel, coğrafik, jeolojik özellikleri taşınması sırasında bir kısmının kaybolmasına neden olmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak alıcı ortama ulaşma yüzdeleri azot için (YUN) %15 ve fosfor için ise

(YUP) %5 olarak kabul edilmiştir (Derin ve diğ., 2019; Haksevenler ve Ayaz, 2021; Tırnık, 2021).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kabuller

	Eşitlik	Açıklama
(1)	$YGM = (HS * GTA * 365)/1000$	YGM: Yaş gübre miktarı (ton/yıl) HS: Hayvan sayısı GTA: Günlük katı atık üretimi (kg/gün hayvan)
(2)	$KGM = (YGM * 0,35 * 0,99)$	KGM: Kuru gübre miktarı (ton/yıl) 0,35: Katı madde oranı (%) 0,99: elde edilebilirlik oranı (%)
(3)	$QTN = \frac{QNYK * ACH * YUN * 365}{1000}$	Q _{TN} : Azot kaynaklı toplam yayılı kirletici yük (kg/hayvan sayısı/yıl) Q _{NYK} : Günlük azot kirletici yükü (kg/ton hayvan sayısı/gün) A _{CH} : Canlı hayvan ağırlığı (kg) Y _{UN} : Azot yayılı kirleticisinin alıcı ortama ulaşma yüzdesi (%)
(4)	$QTP = \frac{QPYK * ACH * YUP * 365}{1000}$	Q _{TP} : Fosfor kaynaklı toplam yayılı kirletici yük (kg/hayvan sayısı/yıl) Q _{PYK} : Günlük fosfor kirletici yükü (kg/ton hayvan sayısı/gün) A _{CH} : Canlı hayvan ağırlığı (kg) Y _{UP} : Fosfor yayılı kirleticisinin alıcı ortama ulaşma yüzdesi (%)
(5)	$QNY = \frac{QTN * NCH}{1000}$	Q _{NY} : Yıllık oluşan toplam azot yükü (ton/yıl) N _{CH} : Canlı hayvan sayısı (adet)
(6)	$QPY = \frac{QTP * NCH}{1000}$	Q _{PY} : Yıllık oluşan toplam fosfor yükü (ton/yıl) N _{CH} : Canlı hayvan sayısı (adet)

Bursa için et tavuğu, yumurta tavuğu ve hindi canlı hayvan sayıları ise TÜİK resmi sitesinden elde edilmiştir (TÜİK, 2022) (Tablo 2). Son on yılda yumurta ve et tavuğu sayısında artış söz konusuken dalgalanmalar gözlenmiştir. Hindi canlı sayısında ise 2014 yılından itibaren devamlı düşüş söz konusudur. Tüm kümes hayvan sayıları incelendiğinde ise 2020 yılında önceki yıla oranla kümes hayvanları varlığında düşüş yaşandığı gözlenmektedir. COVID-19 salgını nedeniyle alınan tedbirler kapsamında ihracatın yavaşlaması, restoranların kapalı olması gibi sebepler bu düşüşte etkili olmuştur.

Tablo 2. Bursa 2012-2021 dönemi kümes hayvanları varlığı (adet)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Yumurta tavuğu	4203460	3 844 748	4 134 030	4 450 390	5 728 276	6 893 684	6 269 538	7 825 840	5 649 704	8 953 754
Et tavuğu	4423957	4 559 300	4 873 950	5 449 065	5 393 300	5 812 095	4 694 577	2 362 476	6 085 295	5 640 711
Hindi	53703	74723	102253	76200	64712	62913	55386	33268	13543	14201

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, Bursa'da üretimi gerçekleştirilen kümes hayvanlarının gübre kaynaklı yayılı kirleticilerinin son on yıllık oluşturduğu kirlilik yükü toplam azot ve toplam fosfor yükleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Bursa ilinin et ve yumurta tavukçuluğu ile hindi varlığına ilişkin son on yıldaki yaş ve kuru gübre miktarları Tablo 3'te verilmiştir. Yumurta tavuğundan oluşan gübre miktarlarının et tavuğu ve hindiye kıyasla daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun sebebi yumurta tavuğu varlığının diğer türlerden fazla olmasıdır. On yıllık değerlendirme göz önüne alındığında kümülatif toplam gübre üretiminin %25,7'sini kuru gübre, %74,3'ünün ise yaş gübrenin oluşturduğu belirlenmiştir. Hayvan türlerine göre ise %54 oranında en fazla etkiyi yumurta tavuğu gübresi oluştururken, et tavuğunun gübre üretiminde %46'luk etkisi olmuştur. Hindi yetiştiriciliği ise %1 etkisiyle en az gübre oluşturan tür olmuştur. Yumurta tavuğunun oluşturduğu etkinin daha fazla olmasının sebebi, hayvan sayısının daha yüksek olmasıdır. Bir birim tavuğun yılda oluşturduğu yaş gübre miktarı ise 12,78 kg/yıl, kuru gübre miktarı ise 4,43 kg olmaktadır. Hindilerde ise hayvan başına düşen yaş gübre miktarı 21,9 kg/yıl iken, kuru gübre miktarı ise 7,6 kg/yıl'dır.

Tablo 3. Yıllara göre yaş ve kuru gübre miktarları (ton/yıl)

Yıllar	Yaş Gübre			Kuru Gübre		
	Yumurta Tavuğu	Et Tavuğu	Hindi	Yumurta Tavuğu	Et Tavuğu	Hindi
2021	114384	72060	311	39634	24969	108
2020	72175	77740	297	25009	26937	103
2019	99975	30181	729	34641	10458	252
2018	80093	59973	1213	27752	20781	420
2017	88067	74250	1378	30515	25727	477
2016	73179	68899	1417	25356	23874	491
2015	56854	69612	1669	19700	24120	578
2014	52812	62265	2239	18299	21575	776
2013	49117	58245	1636	17019	20182	567
2012	53699	56516	1176	18607	19583	408

Kümülatif azot yükleri incelendiğinde Bursa ili için yumurta tavuğu yetiştiriciliğinden 329 987 ton, et tavuğu yetiştiriciliğinden ise 280 684 ton ve hindi yetiştiriciliğinden ise 7842 ton azot yükü ortaya çıkmıştır. Yumurta tavukçuluğunda azot yüküne en fazla etkisi olan ilçe Karacabey'dir. Karacabey 184 945 ton kümülatif azot yükü ile toplam yumurta tavukçuluğu azot yükünün %56'sını oluşturmaktadır (Tablo 4). Et tavukçuluğunda ise 81 167 ton azot yükü ile en fazla kirlilik oluşturan ilçe Mustafakemalpaşa'dır (Tablo 5). Mustafakemalpaşa et tavukçuluğunun azot kirlilik yükünde %29'luk paya sahiptir. Hindi yetiştiriciliğinde 4 881 ton azot yükü oluşturarak en fazla kirlilik yüküne neden olan ilçe Mustafakemalpaşa'dır. Bu ilçenin hindi yetiştiriciliğinden oluşan azot yüküne etkisi ise %62'dir (Tablo 6).

Tablo 4. Bursa ilçelere göre yumurta tavuğu üretiminden kaynaklanan azot kirletici yükü (ton/yıl)

İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	40,2	40,6	43,0	43,2	41,6	22,8	22,2	22,8	22,8	21,6
Gemlik	78,8	291,3	388,5	424,4	313,2	199,3	187,9	353,0	353,0	227,8
Gürsu	2,4	2,0	1,6	1,2	1,4	1,4	1,3	0,6	0,0	0,0
Harmancık	8,6	8,2	8,7	6,0	5,7	8,3	8,5	9,7	12,0	12,8
Karacabey	38551,5	19955,0	25049,5	20697,3	24693,4	17850,7	11957,4	9850,6	8118,5	8221,1
Keles	67,7	72,4	110,9	101,4	103,6	103,1	102,5	102,5	102,5	106,8
Kestel	138,9	19,8	19,2	49,8	56,9	62,3	62,4	62,3	68,3	56,9
Mudanya	6716,8	6151,9	7786,7	6662,0	5238,5	5124,6	3416,4	3985,8	3530,3	3416,4
M.kemalpaşa	1450,0	1315,3	1768,2	3106,6	2024,8	1928,3	2351,6	2516,9	2479,7	2476,9
Nilüfer	394,3	436,3	946,1	74,6	1511,4	1280,8	1036,3	496,5	1666,1	4681,8
Orhaneli	261,3	417,9	512,5	213,5	170,8	162,3	36,7	36,4	31,9	31,3
Orhangazi	411,3	540,5	763,7	391,3	720,3	751,6	774,4	757,3	797,2	484,0
Osmangazi	455,5	420,2	593,6	556,0	548,5	652,0	811,4	431,0	431,0	929,3
Yenişehir	2302,7	2314,4	5220,2	2348,2	2324,3	2331,7	2382,9	2667,6	2664,8	1903,2
Yıldırım	28,3	34,9	27,1	21,1	20,7	8,2	7,7	7,7	5,4	6,6
İnegöl	65,5	140,1	1279,0	899,7	1416,1	2010,0	2049,8	2140,9	1508,9	1252,7
İznik	8,7	8,8	41,8	102,5	61,5	119,6	131,0	97,4	99,6	105,3

Tablo 5. Bursa ilçelere göre et tavuğu üretiminden kaynaklanan azot kirletici yükü (ton/yıl)

İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gemlik	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2	62,6	62,6	187,9	0,0
Gürsu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Harmancık	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karacabey	11193,2	11565,2	3799,5	7342,1	9193,1	8114,0	8128,2	6548,1	5523,2	4919,6
Keles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kestel	0,0	0,0	0,0	239,1	227,8	340,5	341,6	341,6	284,7	540,9
Mudanya	637,7	696,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,6	68,3
Mustafakemalpaşa	9846,4	8039,1	5440,5	6671,3	9501,0	8785,8	8011,5	8643,5	7857,7	8370,2
Nilüfer	1,1	88,1	365,4	528,3	1176,0	501,1	1203,1	1669,5	2946,1	1771,1
Orhaneli	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	12,8	10,8	8,5
Orhangazi	684,4	444,1	0,0	441,3	284,7	284,7	325,9	310,3	313,2	301,8
Osmangazi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yenişehir	6085,7	8227,7	2407,7	7052,1	8497,9	7672,7	7964,5	6320,3	5756,6	5992,4
Yıldırım	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İnegöl	2966,4	3711,7	680,6	2759,8	1992,9	2197,9	2220,7	1594,3	1252,7	1508,9
İznik	703,2	1877,0	758,3	1696,8	2220,7	2761,6	2755,9	2249,1	1765,1	1708,2

Tablo 6. Bursa ilçelere göre hindi üretiminden kaynaklanan azot kirletici yükü (ton/yıl)

İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	0,56	0,51	0,43	0,50	0,37	1,07	1,00	1,07	1,42	1,14
Gemlik	1,11	1,22	1,57	0,00	85,41	42,71	7,97	99,65	99,65	155,16
Gürsu	0,00	0,00	0,06	0,48	0,94	1,00	0,43	0,21	0,00	0,00
Harmancık	0,46	0,28	1,21	1,14	0,28	0,26	0,28	0,28	0,28	0,21
Karacabey	17,20	8,60	259,93	229,43	229,03	215,66	201,85	302,49	2,85	2,99
Keles	0,71	0,90	1,02	1,00	1,14	1,14	1,00	1,00	1,01	1,15
Kestel	1,71	1,67	1,67	1,61	1,42	0,91	0,93	0,78	0,71	0,57
Mudanya	2,56	2,96	2,96	7,12	8,11	7,12	5,69	4,27	1,14	0,71
Mustafakemalpaşa	97,79	93,62	103,76	479,11	498,23	586,48	713,17	814,24	925,28	569,40
Nilüfer	2,63	2,82	3,39	6,41	6,55	4,27	85,41	166,55	2,14	2,85
Orhaneli	31,32	32,74	39,46	3,77	2,70	2,78	2,70	2,56	2,21	2,14
Orhangazi	1,82	1,81	1,96	2,62	2,46	2,42	2,35	2,25	2,49	2,14
Osmangazi	0,75	0,97	1,35	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yenişehir	2,56	2,35	2,85	3,35	3,17	8,83	12,10	13,81	13,98	15,12
Yıldırım	1,11	1,05	0,70	0,67	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İnegöl	39,86	41,28	49,82	48,60	54,96	44,84	45,55	42,71	5,69	5,91
İznik	0,00	0,00	1,44	1,42	0,14	1,71	4,27	3,70	4,84	4,98

Fosfor kirlilik yükünde ise Bursa ilinin on yıllık kümülatif yükü 87 226 ton'dur. Yumurta tavukçuluğundan kaynaklanan toplam fosfor yük potansiyeli 46 537 ton'dur. Karacabey ilçesi 26 082 ton kirlilik ile toplam fosfor yükünün en büyük kısmını oluştururken, yumurta tavukçuluğundan oluşan fosfor yükünün %56'sını oluşturmaktadır (Tablo 7). Et tavukçuluğunda ise kümülatif fosfor kirlilik yükü 39 584 ton'dur. Fosfor yükünün en fazla oranını %29'luk oran ile Mustafakemalpaşa ilçesi oluştururken, on yıllık fosfor kirlilik yükü 11 447 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 8). Hindi yetiştiriciliğinden kaynaklanan on yıllık toplam fosfor yükü 1 106 ton'dur. En fazla fosfor kirlilik yükünü oluşturan Mustafakemalpaşa ilçesi, 688 ton ile %62'lik yoğunluğu oluşturmaktadır (Tablo 9).

Tablo 7. Bursa ilçelere göre yumurta tavuğu üretiminden kaynaklanan fosfor kirlenici yükü (ton/yıl)

İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	5,7	5,7	6,1	6,1	5,9	3,2	3,1	3,2	3,2	3,1
Gemlik	11,1	41,1	54,8	59,9	44,2	28,1	26,5	49,8	49,8	32,1
Gürsu	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
Harmancık	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8	1,2	1,2	1,4	1,7	1,8
Karacabey	5436,8	2814,2	3532,6	2918,9	3482,4	2517,4	1686,3	1389,2	1144,9	1159,4
Keles	9,6	10,2	15,6	14,3	14,6	14,5	14,5	14,5	14,4	15,1
Kestel	19,6	2,8	2,7	7,0	8,0	8,8	8,8	8,8	9,6	8,0
Mudanya	947,2	867,6	1098,1	939,5	738,8	722,7	481,8	562,1	497,9	481,8
Mustafakemalpaşa	204,5	185,5	249,4	438,1	285,5	271,9	331,6	355,0	349,7	349,3
Nilüfer	55,6	61,5	133,4	10,5	213,1	180,6	146,1	70,0	235,0	660,3
Orhaneli	36,8	58,9	72,3	30,1	24,1	22,9	5,2	5,1	4,5	4,4
Orhangazi	58,0	76,2	107,7	55,2	101,6	106,0	109,2	106,8	112,4	68,3
Osmangazi	64,2	59,3	83,7	78,4	77,4	91,9	114,4	60,8	60,8	131,0
Yenişehir	324,7	326,4	736,2	331,2	327,8	328,8	336,1	376,2	375,8	268,4
Yıldırım	4,0	4,9	3,8	3,0	2,9	1,2	1,1	1,1	0,8	0,9
İnegöl	9,2	19,8	180,4	126,9	199,7	283,5	289,1	301,9	212,8	176,7
İznik	1,2	1,2	5,9	14,5	8,7	16,9	18,5	13,7	14,1	14,9

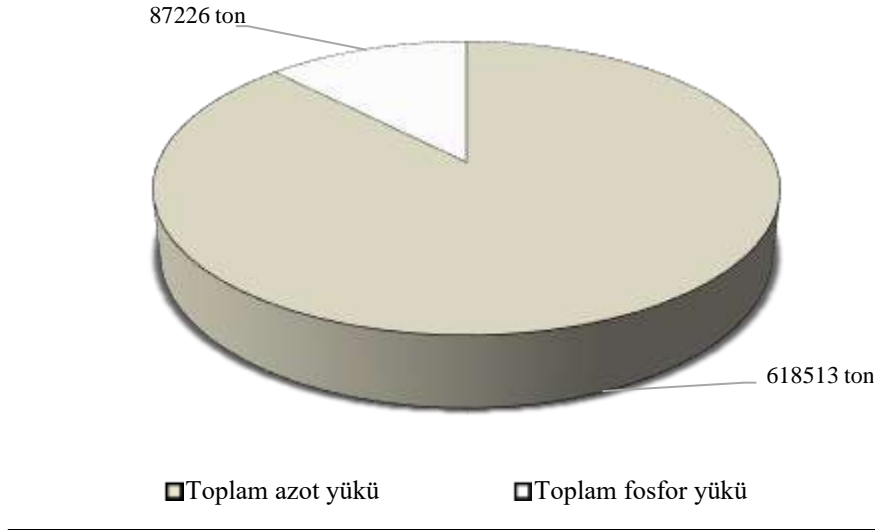
Tablo 8. Bursa ilçelere göre et tavuğu üretiminden kaynaklanan fosfor kirlenici yükü (ton/yıl)

İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gemlik	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	8,8	8,8	26,5	0,0
Gürsu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Harmancık	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karacabey	1578,5	1631,0	535,8	1035,4	1296,5	1144,3	1146,3	923,5	778,9	693,8
Keles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kestel	0,0	0,0	0,0	33,7	32,1	48,0	48,2	48,2	40,2	76,3
Mudanya	89,9	98,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	9,6
Mustafakemalpaşa	1388,6	1133,7	767,2	940,8	1339,9	1239,0	1129,8	1219,0	1108,1	1180,4
Nilüfer	0,2	12,4	51,5	74,5	165,9	70,7	169,7	235,4	415,5	249,8
Orhaneli	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	1,5	1,2
Orhangazi	96,5	62,6	0,0	62,2	40,2	40,2	46,0	43,8	44,2	42,6
Osmangazi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yenişehir	858,2	1160,3	339,5	994,5	1198,4	1082,0	1123,2	891,3	811,8	845,1
Yıldırım	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İnegöl	418,3	523,4	96,0	389,2	281,1	310,0	313,2	224,8	176,7	212,8
İznik	99,2	264,7	106,9	239,3	313,2	389,5	388,7	317,2	248,9	240,9

Tablo 9. Bursa ilçelere göre hindi üretiminden kaynaklanan fosfor kirlenici yükü (ton/yıl)

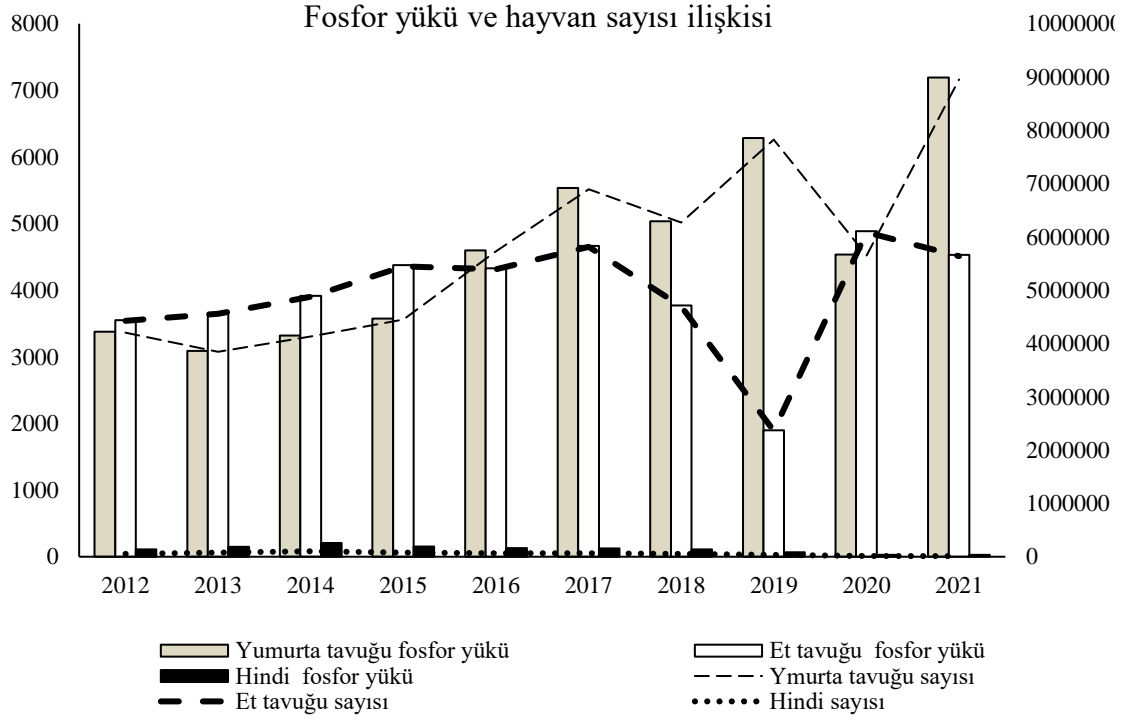
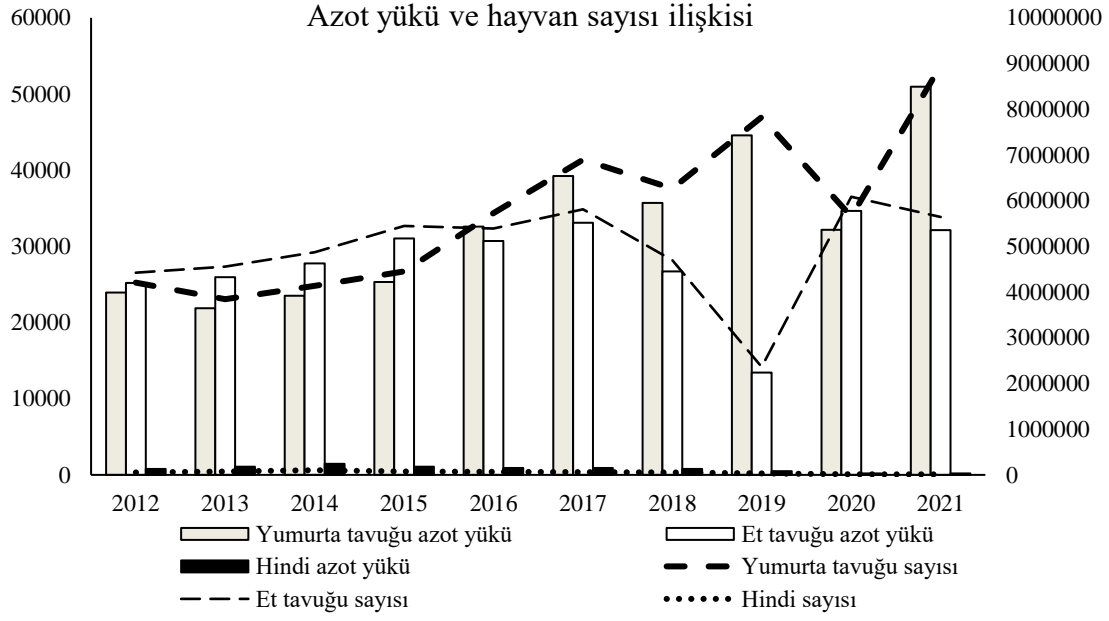
İlçeler	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Büyükorhan	0,078	0,072	0,060	0,070	0,052	0,151	0,141	0,151	0,201	0,161
Gemlik	0,157	0,173	0,221	0,000	12,045	6,023	1,124	14,053	14,053	21,882
Gürsu	0,000	0,000	0,008	0,068	0,132	0,141	0,060	0,030	0,000	0,000
Harmancık	0,064	0,040	0,171	0,161	0,040	0,036	0,040	0,040	0,040	0,030
Karacabey	2,425	1,213	36,657	32,355	32,299	30,414	28,466	42,659	0,402	0,422
Keles	0,100	0,126	0,145	0,141	0,161	0,161	0,141	0,141	0,143	0,163
Kestel	0,241	0,235	0,235	0,227	0,201	0,128	0,130	0,110	0,100	0,080
Mudanya	0,361	0,418	0,418	1,004	1,144	1,004	0,803	0,602	0,161	0,100
Mustafakemalpaşa	13,792	13,203	14,633	67,566	70,263	82,709	100,576	114,829	130,488	80,300
Nilüfer	0,371	0,397	0,478	0,903	0,923	0,602	12,045	23,488	0,301	0,402
Orhaneli	4,417	4,617	5,565	0,532	0,381	0,391	0,381	0,361	0,311	0,301
Orhangazi	0,257	0,255	0,277	0,369	0,347	0,341	0,331	0,317	0,351	0,301
Osmangazi	0,106	0,137	0,191	0,171	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Yenişehir	0,361	0,331	0,402	0,472	0,448	1,245	1,706	1,947	1,971	2,132
Yıldırım	0,157	0,149	0,098	0,094	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
İnegöl	5,621	5,822	7,026	6,854	7,751	6,324	6,424	6,023	0,803	0,833
İznik	0,000	0,000	0,203	0,201	0,020	0,241	0,602	0,522	0,683	0,703

2012-2021 yılları arasında Bursa’da yapılan kümes hayvancılığı üretiminden ortaya çıkan N ve P yayılı kirleticilerinin potansiyel yüklerine etkileri ve hayvan sayılarıyla ilişkileri Şekil 3’te verilmiştir. Kirleticilerin %12’si fosfor kirlilik yükü (87 226 ton) oluştururken, %88’si ise azot içerikli kirletici yükleri (618 513 ton) oluşturmaktadır. Tavuklarda hayvan başına yılda oluşturulan N kirliliği ise 5,7 kg/yıl ve P kirliliği ise 0,80 kg/yıl’dır. Hindilerde ise hayvan başına yılda oluşturulan N kirliliği 14,2 kg/yıl iken P kirliliği 2 kg/yıl’dır. Kümes hayvanlarından ortaya çıkan gübre, hayvanların tükettiği yem rasyonlarına bağlı olarak N ve P içeriği bakımından diğer hayvansal gübrelere oranla daha zengindir. Eğer doğru şekilde depolama yapılamazsa ve araziye uygulanırken yanlış zaman ve yöntemler kullanılırsa ticari değeri yüksek olan bir gübrenin yitirilmesi, maddi kayba yol açması ve hatta sucul ortamlarda kirliliğin artmasıyla değerli bir gübrenin birçok açıdan dezavantajlı duruma geçmesi kaçınılmazdır.



Şekil 3:
Azot ve fosfor toplam yük dağılımı

Şekil 4 incelendiğinde, yıllara göre gittikçe artan kirlilik yükü potansiyeli görülmektedir. Kümes hayvanları türü olarak değerlendirildiğinde ise toplam kirlilik yüklerine yumurta tavuğunun diğer kümes hayvanlarına oranla daha fazla etki ettiği görülmektedir. Kirletici yük potansiyelleri en fazla etkili olan ilçeler Karacabey ve Mustafakemalpaşa olurken, en az kirlilik yüküne sahip ilçe ise Gürsu olmuştur. Bu sonucun, ilçelerin sahip olduğu hayvan sayılarına paralel olarak gerçekleştiği söylenebilir.



Şekil 4:
2012-2022 yılı Bursa yayılı kirlenici yük miktarları (ton/yıl)

Yapılan çalışmalar incelendiğinde hayvancılık faaliyetlerinin yayılı kirlenici kaynaklarına etkilerinin önemi göz önüne konulmaktadır. Derin ve diğ., (2019) Mardin’de yapmış oldukları çalışmada hayvansal kirlilik yükünü belirlemişlerdir. 2018 yılı için büyükbaş küçükbaş ve kümes hayvanları için toplam azot kirlilik ve toplam fosfor yükünü sırasıyla 270,626 ton/yıl ve 7,89 ton/yıl olarak bildirmişlerdir. Yaylı ve Kılıç (2021), yaptıkları çalışmada Bursa’da çiftlik hayvanlarının oluşturduğu kirlilik yükünün 2019 yılında 1 062 004 ton N/yıl ve 2020 yılında 834

381 ton N/yıl olduğunu ve büyükbaş hayvanların azot kirlilik yüküne daha fazla etkiye bulunduğunu belirtmişlerdir. Tırınk (2021), yaptığı çalışmada Iğdır ili için hayvansal atıkların yayılı kirletici yükünü büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları için hesaplamıştır. 2019 yılına ait toplam N yükü 2509,697 ton/yıl ve toplam fosfor yükünü ise 203,521 ton/yıl olarak bildirmiştir. Hacısalihoğlu (2022), 2020 yılı için Bursa'da hayvansal kaynaklı kirleticilerin oluşturduğu N kirliliğini 3241,944 ton/yıl ve fosfor kaynaklı kirlilik yükünü ise 341,327 ton/yıl olarak bildirmiştir. Haksevenler ve Ayaz (2021), yaptıkları çalışmada Alaşehir Çayı alt havzası üzerinde noktasal ve yayılı kirleticilerin yüzeysel su kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre kirleticilerin önemli bir kısmının yayılı kaynaklardan oluştuğu ve yayılı kirliliğe neden olan en önemli faaliyetlerin gübre kullanımı ve hayvancılık faaliyetleri olduğu bildirilmiştir.

4. SONUÇ

Hayvan sayılarında öngörülebilir artışın, gelecekte kirlilik artışında daha tehlikeli bir boyuta gelmesi kaçınılmazdır. Bundan dolayı yayılı kirlilik yüklerinin takip edilebileceği veri tabanı oluşturulması, kontrol altına alınmasında izlenebilirlik kazandırması zorunlu bir durum haline gelmektedir.

Kanatlı yetiştiriciliğinde üretim sürecinde yaşam döngüsü boyunca tüm etki ve etki kaynaklarının değerlendirilmesi bütüncül bir önleme stratejisi açısından oldukça önemlidir. Yüzeysel ve yer altı su kaynaklarına karışan kirleticilerin azaltılması için gübre uygulamalarının bilinçli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Üretim süreçlerinin aşamaları belirlenerek, oluşan ya da oluşabilecek kirlilik potansiyellerine yönelik üretimdeki her bir aşama için alınabilecek çeşitli önlemler, kontrollü bir yaklaşım sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadırlar.

YAZAR KATKISI

Bu araştırmada; Büşra YAYLI çalışmanın kavramsal ve/veya tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, veri toplama, veri analizi ve yorumlama, makale taslağının oluşturulmasında, İlker KILIÇ fikrinsel içeriğin eleştirel incelenmesi, son onay ve tam sorumluluk kısımlarında katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Aksu Y. (2019). Amasya ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Aksüt, B., Dursun, S.K., ve Ergüneş, G. (2022). Determination of biogas potential from animal waste in Tokat province, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(5), 958-963. doi: 10.24925/turjaf.v10i5.958-963.5217
3. Cesari, V., Zucali, M., Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L. ve Toschi, I. (2017). Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system through a Life Cycle approach, *Journal of Cleaner Production*, 143, 904-911. doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.030
4. Dağtekin, M., Aybek, A. ve Bilgili, M.E. (2019). Adana ve Mersin'de bulunan etlik piliç kümeslerinde oluşan gübrenin biyogaz ve elektrik üretim potansiyelinin belirlenmesi,

Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(2), 9-22.
doi:10.21605/cukurovaummfd.608919

5. Derin, P., Yetiş, A.D., Yeşilnacar, M.İ., ve Yetiş, R. (2019). Mardin merkez ve ilçeleri için anropojenik yayılı kirletici kaynaklarından hayvansal kirlilik yükünün belirlenmesi, *Uluslararası Katılımlı 2. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 72, 694-698.
6. Gürel, M., Erturk, A., Seker, D.Z., Tanik, A., Ekdal, A., Avsar, C. ve Ozturk, I. (2011). Estimation of monthly diffuse nutrient loads for a watershed in Turkey, *Water and Environment Journal*, 25(2), 219-229. doi: 10.1111/j.1747-6593.2009.00214.x
7. Hacısalihoğlu, S. (2022). Hayvansal kaynaklı yayılı kirlilik yükleri hesabı, Bursa örneği, *Bursa Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 27(1), 361-374. doi:10.17482/uumfd.1059035
8. Hahne, J., Beck, J. ve Oechsner, H. (1996). Management of livestock manure in Germany-a brief overview.
9. Haksevenler, B.H.G. ve Ayaz S. (2021). Noktasal ve yayılı kirletici kaynaklarının yüzeysel su kalitesi üzerinde etkisi, Alaşehir Çayı alt havzası örneği, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1258-1268. doi: 10.17714/gumusfenbil.882693
10. Polat, H.E. ve Olgun, M. (2009). Hayvancılık işletmelerindeki atık yönetimi uygulamalarının su kirliliği üzerine etkileri, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009(2), 71-80.
11. Tırınk, S. (2021). Iğdır ili ve ilçelerindeki hayvansal atıkların çevresel etkileri ve yayılı kirletici yükü hesabı, *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 4(2), 43-50. doi: 10.34248/bsengineering.841821
12. TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım, Hayvancılık istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Agriculture-111> Erişim Tarihi: 28.11.2022
13. URL, (2016). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/07/20160723-2.htm> Erişim Tarihi: 1.4.2023
14. Yaylı, B. ve Kılıç, İ. (2021). Determination of nitrogen pollution amount from livestock breeding in Turkey, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(4), 1250-1257. doi: 10.17714/gumusfenbil.923918
15. Yetiş, A.D., Teke, R.B. ve Yetiş, R. (2018). Muş Merkez ve ilçelerinin hayvansal kaynaklı kirlilik yükü hesabı. *In 6th International GAP Engineering Conference*, Şanlıurfa (pp. 527-532).