

## Hayvancılık İşletmelerindeki Atık Yönetimi Uygulamalarının Su Kirliliği Üzerine Etkileri\*

H. Eylem Polat<sup>1</sup>      Metin Olgun<sup>2</sup>

1- Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu Meslek Yüksekokulu, Kuzeykent Kampüsü, Kastamonu  
2- Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 06110 Ankara

**Özet:** Tarım alanlarının kontrolsüz bir biçimde yerleşim ve ticaret faaliyeti alanlarına dönüşmesi, başta su kaynakları olmak üzere, toprak ve hava gibi doğal kaynakların kirlenmesine ve sonuçta da geri dönüşümü olmayan çevre sorunlarına yol açmaktadır. Türkiye, diğer aday ülkeler gibi, Avrupa Birliği'ne uyum sürecine paralel olarak tarımsal kaynaklı su kirliliği çalışmalarını son yıllarda daha da önem vererek sürdürmektedir. İyi tarım uygulamaları ve uygun atık yönetimi sistemlerinin birkaç pilot bölgede başlatılması da iyi bir örnek olmaktadır. Bu çalışmada, hayvancılık işletmelerine yakın olarak seçilen 3 adet yüzey su kaynağı ve 10 adet içme suyu amaçlı kullanılan kuyu araştırma materyali olarak seçilmiştir. Gözlemlerin ve deneysel çalışmaların sürdürüldüğü 2005 – 2007 yılları arasında, seçilen su kaynaklarındaki nitrat ve fosfor düzeyleri ile bunların değişimleri belirlenmiştir. Buna göre yüzey sularında, nitrat düzeyleri 62.9±0.090 mg/L, fosfor düzeyleri 3.2±0.092 mg/L aralıklarında değişim göstermiştir. Yeraltı sularında ise bu değerler sırasıyla, 21.3±0.088 mg/L ve 0.4±0.086 mg/L olarak belirlenmiştir. Bölgedeki hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan sıvı atıkların doğrudan yüzey sularına deşarjı, yüzey ve yeraltı sularında nitrat ve fosfor konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle de yağışlı günlerden sonra bu konsantrasyonlardaki artışın daha da fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, hayvancılık işletmelerindeki uygun olmayan atık yönetimi uygulamalarının yüzey ve yer altı su kaynaklarına zarar verdiği ve önümüzdeki yıllarda kirliliğin boyutlarının daha da artış göstereceği kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık yönetimi, atık depolama, su kirliliği, nitrat, fosfor

## Effects of Livestock Waste Management Practices on Water Pollution

**Abstract:** Turning into a settlement and commercial or industrial areas of agricultural lands by the uncontrolled way causes pollution of natural resources firstly such a water, soil and air etc. has been resulting serious non-recovering environmental problems. Works of protection of waters against pollution caused by agricultural activities of Turkey has been carried out with efforts that increasing recently in process of adapting to the European Union like the other candidate countries. It has been a very good case that best management practices and appropriate livestock waste management systems applications have been started on a few pilot regions in Turkey. Aim of this study, to determine the effect of existing waste managements systems to the water sources. Three surface water sources and ten drinking water wells had been selected as a material of this research. It has been carried out between the 2005-2007 years with observations and laboratory works. Samples had been taken for one years from the water sources and nitrate and phosphorous levels and variations had been determined by laboratory works. It has been analyzed nitrate and phosphorus levels in surface water sources samples were 62.9±0.090 mg/L N and 3.2±0.092 mg/L found. In underground water sources these values were found that 21.3±0.088 mg/L N and 0.4±0.086 mg/L. Liquid wastes from cattle breeding enterprises has been directly discharged to surface water sources in this region causing nitrate and phosphorus levels have been increased in water contents. Especially after rainy days these levels have been increased more than normal conditions. Result of this study has been inappropriate applications of waste management systems in livestock enterprises causes environmental problems such a surface and ground waters pollution by nitrate and phosphorous with increasingly upcoming years.

**Keywords:** Waste management, waste storage, water pollution, nitrate, phosphorous

### 1. Giriş

Endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklar, su kirliliğinin başlıca nedenleridir (Kaplan ve ark., 1999). Bu bağlamda, özellikle azot ve fosfor hem yeraltı sularında kirlilik hem de yüzey sularında ötrofikasyon açısından oldukça önemlidir. Ötrofikasyon ve buna bağlı olarak ortaya çıkan

ekolojik etkiler tüm su kaynaklarının içme ve kullanma suyu olarak kullanılmasını kısıtlamakta ve tehlike altına sokmaktadır (Sharples, 1995, Anonymous, 2000).

Hahne et al. (1996), çiftlik hayvanlarının atıklarının çevreye olan etkilerinin derecesinin hayvan sayısına ve yoğunluğuna bağlı olduğunu bildirmektedirler. Bunun yanında hayvansal

\* Bu makale Yrd. Doç. Dr. H. Eylem POLAT'ın "Ankara İli Büyükşehir Hayvancılık İşletmelerinde Atık Yönetim Sistemlerinin Değerlendirilmesi" adlı Doktora Tezi'nden üretilmiştir.

atıkların iyi tarım uygulamalarına göre uygun alanlarda değerlendirilme durumları da çevre kirliliğini önleme açısından önemli olmaktadır. Hayvansal atıkların çevreye olan negatif etkileri; iklim koşulları, atık karakteristikleri, yemleme tekniği ve atık yönetiminde uygulanan teknikler gibi faktörlere bağlıdır (Morlacchini et al., 1992). Hayvansal atıklar, kontrolsüz atık yönetimi sonucu, yüzey ve yer altı su kaynaklarını kirletebilmektedir. Bu olay; hayvanların doğrudan bir su kaynağına ulaşması, gübre yığınlarından, barınaklardan ve açık yemleme alanlarından gelen yüzey akış suları, gübre depolama yapılarından oluşan sızıntılar, depolama alanlarının sular altında kalması gübre uygulanan alanlardan gelen yüzey akış suları ve meralardan olan yüzey akış suları etkisiyle gerçekleşir (Anonymous, 2005a).

İçinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde, Fransa'da sulak alanların %67'si kaybolmuş durumdadır. Aynı durum 1950'li yıllardan bu yana İngiltere'deki sulak alanların %84'ünde gerçekleşmektedir. Almanya'da %57 ve İspanya'da da %60 oranında sulak alanlar kayba uğramıştır. Bunun nedeni, hayvancılık ve diğer tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan atıkların bu alanlara drene edilmesi ve bu alanların şehirselleşmeye açılmasıdır. Bu tip sulak alanlarda yılda 0.8 ton azot / ha denitrifikasyonla kayba uğramaktadır (Risse et al., 1997, Philips and Sneath, 2000). İngiltere'de, elde edilen atık miktarına bağlı olarak oluşturulmuş iyi tarım uygulamalarına ilişkin yönetmelik uygulanmaktadır. Besi sığırları bir hayvan birimi olarak alınmakta ve en az 10 hayvan birimine sahip işletmelerde mutlaka bir depolama yapısının bulunması gerektiği bildirilmektedir. Hollanda'da, tüm depolama tesisleri koku ve amonyak yayılımı ve su kaynaklarının kirlenme riskine karşı tamamen kapalı yapılmalıdır. Özellikle toprak altı depolama yapılarının kullanımı giderek artmaktadır (Bertrand, 1998). Fransa'da, depolama yapılarına, kamp, spor ve yerleşim alanlarına en az 100 m uzaklıkta olma koşulu getirilmiştir. Bu yapılar, akarsu yataklarından en az 35 m, yüzülen sulardan, plajlardan ve balık üretim tesislerinden en az 200m uzaklıkta olmalıdır. Özellikle kümes hayvancılığında elde edilen yarı sıvı haldeki gübre depolama yapıları yerleşim alanlarından en az 500 m uzaklıkta bulunmalıdır. Süt hayvancılığında,

sağım merkezlerinin, diğer yardımcı tesislerinin temizlenmesinden ortaya çıkan atık sular doğrudan 5-6 ay süreyle betonarme havuzlarda depolanmalıdır. Silaj tesislerinden gelen yüzey akış ise yarı sıvı atıkların depolandığı havuzlara verilmelidir (Bertrand, 1998). Besi hayvancılığında, atıkların depolanması için belirtilen süre 4-6 ay olarak belirlenmiştir. Yarı sıvı şekilde elde edilen gübre tamamen betonarme havuzlarda, katı atıklar ise kapalı ve betonarme rampalı havuzlarda depolanmalıdır. Hollanda'da tüm depolama yapıları hangi koşullarda olursa olsun tamamen kapalı olmalıdır (Abler and Shortle, 2000). İyi tarım uygulamaları kapsamında, yağış suyu ve yüzey akışın, atıkların işlenmesi sonucu ortaya çıkan atık sularından ayrı bir sistemde toplanması gerektiği bildirilmektedir (Brussard and Grosman, 1992).

Üye ülkelerin tümü atıkların araziye uygulanması için, toprak, bitki ve iklim koşulları uygun olana kadar gereksinim duyulabilecek atık depolama yapılarının projelendirilmesine ilişkin düzenlemeler getirmişlerdir. Çoğu ülkede uygun depolama yapılarının yapılabilmesi için devlet eliyle çiftçilere finansal ve teknik destek sağlanmaktadır (Kofoed et al., 1996). Avrupa Birliği'nin tarımsal politikası, hayvanlardan elde edilen gübrelerden çevreye yayılan zararlı gaz ve maddelerle ilgili konuları tarımsal çevre kapsamına alarak, gerekli önlemlerin alınması yönünde olmuştur. Bu süreç içerisinde Agenda 2000 CAP-REFORM'da (Genel Tarım Politikası Reformu) da bu amaçla düzenlemeler getirilmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde hayvancılık faaliyetlerinin yoğunlaşması, buna bağlı olarak atık depolama yapılarının, arazi uygulamalarının artması havadaki amonyak ve diğer sera gazlarının miktarını, toprak koşullarını ve su kaynaklarının kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Anonymous, 1999, Anonymous, 2002).

Gübreden kaynaklanan kirlilik içerisinde üzerinde en fazla durulan konu suların nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ile kirlenmesidir. Çünkü nitrat ( $\text{NO}_3$ ), hayvansal üretimde çıktı ve bitkisel üretimde ise girdi olarak nitelenen gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda toprakta birikmektedir. Biriken bu nitrat ( $\text{NO}_3$ )'ın toprak, topografya, iklim vb. koşullara göre değişen miktarları yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve çoğunlukla da yüzey ve yer

altı su kaynaklarına karışmaktadır(Kaplan ve ark. 1999). Yer altı su kaynaklarında nitrat kirliliği bütün dünyada tarımsal alanlara yakın olan bölgelerde önemli bir problem olarak göze çarpmaktadır(McLay et al., 2001). Çiftliklerdeki gübreliklere ya da fosseptiğe yakın olarak bulunan kuyu sularındaki nitrat düzeyi insanlar ve hayvanlar için tehlikeli seviyelere çıkabilmektedir. Yüksek miktarda nitrat alımı hayvanlarda sancı, kusma ile koma ve ölümlere yol açmaktadır (Kaya, 2002). İnsanlarda ise bağışıklık sisteminin bozulmasından çeşitli türde kalıtsal hastalıkların oluşumuna yol açabilmektedir (Weyer, 2002). Belli koşullar altında nitrat, çok daha zehirli olan nitrit'e ve daha sonrada kanserojen özellikteki nitrozamine dönüşebilmektedir. Yetişkinlerde yüksek tansiyona, altı aydan küçük bebeklerde methemoglobinemiye (mavi bebek hastalığı) neden olmaktadır.

Su ortamlarındaki fosfor kirliliğini oluşturan kaynaklar, toprak erozyonu, fosforlu gübre uygulamaları, hayvan gübresi, kanalizasyon sızıntıları, gıda ve deterjan endüstrisi atıklarıdır (Gilliam et al., 1998). Fosfor, toprakta hareketsiz olduğu için yeraltı sularına fazla sızamaz. Ancak yüzey su kaynaklarında kirlilik oluşturur. Yüzey su kaynaklarına karışan fosfor içme suyu tesisleri, balıkçılık işletmeleri ve göller gibi insan sağlığına doğrudan etkili kaynakları kirletmektedir. Suda mavi-yeşil alglerin gelişmesine ve böylece dengenin bozularak, ötrofikasyon olayının gerçekleşmesine yol açmaktadır. Algler 50 mg/l fosfor konsantrasyonları ve üzerinde hızla gelişirler. Sudaki oksijeni azaltarak, diğer su canlılarının ölümüne ve ortamda daha fazla fosfor birikimine neden olurlar (Zhang et al., 2002).

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü, sularda nitrat için en fazla 10 mg/L, nitrit için ise 1 mg/L düzeylerinde sınırlama getirmiştir (Anonymous, 2006). Dünya Sağlık Örgütü, içme suyu kalitesinde nitrat değerini 50 mg/L olarak tavsiye etmektedir (Anonymous, 2004). Avrupa Ekonomik Komitesi de (EEC) içme suyunda nitrat için belirlenen düzeyi 50 mg/L olarak bildirmektedir. Ülkemizde içme suyu Yönetmeliği' ne göre sularda nitrit miktarı en fazla 0.05 mg/ L, nitrat miktarı ise 45 mg/L'dir (Anonim, 2004a). Hayvanların tükettiği sulardaki nitrat düzeyi 100 ppm'e kadar güvenli olarak kabul edilir.

Yüzey suyu nitrat konsantrasyonu tarımsal sulama, insan ya da hayvan atıklarıyla kirlenme sonucu yüksek düzeylere ulaşabilir (0-18 mg/L). Nitrat konsantrasyonu son yıllarda birçok Avrupa ülkesinde artış eğilimindedir. Örneğin İngiltere'de bazı ırmaklarda ortalama yıllık 0.7 mg/L artış belirlenmiştir. ABD'de bazı domuz çiftliklerindeki kuyu sularında yaptıkları ölçümlerde nitrat düzeylerinin %11.7'nin 45 ppm'in üzerinde ve %4.3'ünün ise 100 ppm' den daha fazla olduğu belirlenmiştir (Bruning-Fann et al., 1994).

Türkiye'de de yeraltı ve yüzey sularındaki nitrat ve fosfor miktarlarına ilişkin birçok çalışma yapılmıştır. Omurtag (1992) tarafından yapılan araştırmada, Marmara Bölgesi yeraltı ve yüzey sularının sentetik gübre atıklarıyla kirlenmesini ortaya çıkarmak amacıyla, kaynak, musluk, artezyen, dere, baraj ve kuyu sularındaki nitrat düzeyleri sırasıyla 2,2-46,5, 1,8-59,3, 6,2-81,9, 6,2-81,9, 1,8-32,3, 2,2-305,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Dağoğlu ve ark. (1995) Van Yöresi'nde yaptıkları çalışmada kaynak sularındaki nitratın 50 ppm'in altında, kuyu sularında ise %46'sının 50 ppm'in altında, %6'sının ise 100 ppm'in üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Bursa Yöresi tavuk çiftliklerinin içme sularındaki nitrat düzeylerinin 1,5-129,5 ppm arasında olduğu; örneklerin %72,5'inde 50 ppm'in altında, %20'sinde 50- 100 ppm arasında, %7,5'inin ise 100 ppm'in üzerinde bulunduğu Yılmaz ve ark. (1993) tarafından bildirilmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma alanı olarak, büyükbaş hayvancılığın yoğun olduğu, Ankara İli'nin Akyurt ve Çubuk İlçeleri seçilmiştir. Yüzölçümü 30715 km<sup>2</sup> olan Ankara ili, 39°57' kuzey enlemi ile 32°53' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Ortalama olarak deniz seviyesinden yüksekliği 890 m'dir.

Araştırmanın yürütüldüğü ilçelerden biri olan Akyurt, 258 km<sup>2</sup>'lik bir alanda bulunmaktadır. Nüfus sayımı sonuçlarına göre, 1997 nüfus sayımı 8100 iken, 2000 nüfus sayımında ilçenin nüfusu 18907 olmuştur (<http://www.akyurt-bel.tr/>, 2006). Bu durum, ilçedeki iş olanaklarının özellikle hayvancılık faaliyetlerinin artmasının bir sonucu olmaktadır. İlçede büyükbaş hayvancılık oldukça yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü diğer bir ilçe olan

Çubuk, Ankara İli'nin kuzeyinde ve şehir merkezine 39 km uzaklıkta bulunmaktadır. Yüzölçümü 1341 km<sup>2</sup> ve 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre ilçenin nüfusu 75119'dır. İlçede 1990-2000 yılları arasında meydana gelen nüfus artışı merkezde %100, köylerde %-2, toplamda %36.7'dir. İlçede km<sup>2</sup> başına düşen kişi sayısı 50 olup, 1990-2000 yılları arası yıllık nüfus artış hızı %3.7'dir (<http://www.cubuk-bel.tr/>, 2006). İlçede, özellikle köylerden merkeze olan göçler, ilçe merkez nüfusunu ve yeni yerleşim alanlarını arttırmaktadır. Köylerden göç eden aileler geçimlerini hayvancılıkla sürdürmektedirler. Bu durum şehrsel yerleşim alanlarına hayvan barınaklarının yapılmasına neden olmaktadır. İlçe merkezinde alanın kısıtlı olması yeni yerleşim alanlarının kırsal alanlara ve bitkisel üretim yapılan verimli arazilere doğru kaymasına neden olmaktadır. Bu durum, hayvancılık faaliyetlerinde bulunan işletmeler ile şehrsel yerleşmelerin iç içe girmesine neden olmaktadır. Şehrsel yerleşim alanlarında yoğun olarak hayvancılık faaliyetlerinin yapılması ve kırsal alanlara plansız olarak kaydırılan şehrsel yerleşmeler bölgede çevre kirliliği riskini arttırmaktadır.



Şekil 1. Ankara İli ve araştırma alanı

Çubuk İlçesi, verimli tarımsal arazilerin olduğu düz bir ova üzerine kurulmuştur. Akyurt ilçesinde de kuzey doğuya doğru arazinin topografik yapısı biraz engebeli özellik gösterse de çoğunlukla düz bir yapı görülmektedir (Anonim, 1992). Çubuk ilçesi merkezinden geçen Çubuk Çayı ilçeyi ikiye böler. Çubuk

Çayı kuzeyden güney doğrultusunda akarak ilçe dışına çıkar ve Çubuk I barajını besler. Ankara'nın sulama, içme ve kullanma su ihtiyacının temin edilmesi, ağaçlandırma ve rekreasyon gibi amaçlarla kurulmuştur. Çubuk II Barajı, Ankara'nın 54 km. kuzeyinde Çubuk Çayı üzerinde Çubuk'un 5 km. kuzeyinde, vadinin nispeten daraldığı bir yerde şehrin su ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulmuştur. Akyurt ilçesinde bulunan yüzey suları çoğunlukla sulama için kullanılmaktadır (Anonim, 1992).

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Esenboğa Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilen 25 yıllık meteorolojik verilere göre, araştırma alanında ortalama en düşük sıcaklık Ocak ayında -5.8, ortalama en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 29.0, ortalama sıcaklık ise 9.9 olarak ölçülmüştür. Ortalama en düşük bağıl nem %51, ortalama en yüksek bağıl nem %79 ve ortalama bağıl nem ise %64 olarak ölçülmüştür. En hızlı esen rüzgarın yönü güneybatı, en çok esen rüzgarın yönleri ise kuzey, ikinci olarak da kuzeydoğu olmaktadır.

Çubuk İlçesi'nde %40.2'lik oranla tarım arazileri en fazla yayılımı göstermektedir. Akyurt İlçesi'nde ise %45.2'lik oranla mera alanları en fazla yayılımı göstermektedir. Bunu %30.2'lik bir oranla 2. sınıf tarım arazileri izlemektedir (<http://www.cubuk-bel.tr/>, 2006). Akyurt'ta toprak kaybı olan köy sayısı 15'tir. Toprak koruma çalışması 7 köyde sürdürülmektedir. Bu köylerde nöbetli otlatma ve eğime dik yönde sürüm uygulamaları yapılmaktadır. Çubuk'ta 20 köyde toprak kaybı vardır. Önlem olarak yalnızca 2 köyde nöbetli otlatma yapılmaktadır. Toprak analizi yaptıran işletme sayısı Akyurt'ta 10, çubukta ise 250 adettir. Araştırma alanının %56.2'si tarıma elverişli 1. ve 2. sınıf arazilerdir. Ancak bu arazilerde gün geçtikçe yeni yerleşim alanları, hayvancılık işletmeleri kurulmaktadır. Hayvancılık faaliyetleri ve şehrsel yerleşimin etkileri sonucu toprak verimliliğinin azalması da olasıdır (Anonim, 1997).

Akyurt'ta çiftlik gübresi kullanan işletme sayısı 116, kimyasal gübre kullanan işletme sayısı 372, çiftlik ve kimyasal gübreyi bir arada kullanan işletme sayısı ise 500, gübre kullanmayan işletme sayısı ise 47 adettir. Çubuk'ta çiftlik gübresi kullanan işletme sayısı 131, kimyasal gübre kullanan işletme sayısı 1775, çiftlik ve kimyasal gübreyi bir arada

kullanan işletme sayısı ise 1750, gübre kullanmayan işletme sayısı ise 475 adettir. Araştırma alanında kimyasal gübre kullanımının oldukça fazla olduğu görülmektedir (Anonim, 1997).

Akyurt İlçesi'nde toplam 1480 tarım işletmesi bulunmaktadır. Tarım işletmelerinin %57.3'ü hem bitkisel hem de hayvansal üretim yapmaktadırlar. İşletmelerin %4.4'ü yalnız bitkisel, %12.6'sı yalnız hayvansal üretim yapmaktadır. Akyurt İlçesi'nde yerleşik olmayan ancak tarımsal faaliyette bulunan işletmelerin oranı ise %25.7 olmaktadır. Bu işletmelerin yalnızca 10'u bitkisel üretim yapmakta geriye kalan işletmeler ise hayvancılıkla uğraşmaktadırlar (Anonim, 2004b). Çubuk ilçesinde toplam 4948 tarım işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerin %65.9'u hem bitkisel hem de hayvansal üretim, % 17.6'sı yalnızca bitkisel ve %5.3'ü ise yalnızca hayvansal üretim yapmaktadırlar. Yerleşik olmayan ancak tarımsal faaliyette bulunan işletmelerin oranı ise %11.2 dir. Yerleşik olmayan işletmelerin %49.4'ü hem bitkisel hem de hayvansal, %36'sı yalnızca hayvansal ve %18'i ise yalnızca bitkisel üretim yapmaktadır. Araştırma alanında baskın olarak hayvancılık yapıldığı bu bilgilerden de anlaşılmaktadır (Anonim, 2004b).

Atık yönetim sistemlerinin etkinliğinin ve uygulamada karşılaşılan sorunların daha iyi bir biçimde belirlenmesi açısından araştırma alanında amaçlı örnekleme yöntemine göre 140 adet büyükbaş hayvancılık işletmesi seçilmiştir. Bu işletmelerdeki atık yönetim uygulamalarına ilişkin olarak, gözlem, anket, fotoğraf çekimi ve işletmedeki atık yönetimine ilişkin yapıların ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanındaki büyükbaş hayvan barınaklarından elde edilen gübre ve diğer atıklar, tüm işletme tiplerinde açıkta ve uygunsuz koşullarda bekletilmektedir. Depolama yapısında gübrenin bekletilme süresi en az 6 ay olmaktadır. Araştırma alanındaki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin %24.1'inde (123 adet) bir gübre depolama havuzu bulunmamaktadır. İşletmelerin %17'si zemin üzerinde tabanı toprak duvarları betondan yapılmış, %8'i tamamen betonarme malzemeden yapılmış, %48'i toprak havuz ya da çukur şeklinde bırakılmış, %2.9'u ise ızgara tabanlı sistemlerde ızgaralar altındaki betonarme çukurlar şeklindedir. Arazi çalışması sırasında yapılan

gözlemler, birkaç işletme dışında, bu havuzların gübreyi depolama amacından oldukça uzak olduklarını ortaya koymuştur. Bazı işletmeler elde edilen gübrenin bir bölümünü havuzlarda, artan kısmını da çevredeki araziye yayarak bekletmektedir. İnşa edilen depolama havuzları elde edilecek gübrenin hacmi hesaplanmadan gelişigüzel yapıldığından yeterli olmamaktadır. Bu havuzların yetersizliği; atıkların bir depolama periyodunda havuzdan taşması, yağış sonrası depolama havuzlarındaki seviyenin yükselerek kendiliğinden çevreye yayılması ile kendini göstermektedir. Araştırma alanındaki büyükbaş hayvancılık işletmelerinde hayvansal atıkların sıvı kısmının çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması için herhangi bir önlem alınmamaktadır. Gübre yığından sızan bu sıvı kısım, çevredeki yüzey sularına karışmakta, çoğunlukla bitkisel üretim yapılan alanlarda göllenmekte, koku ve sinek oluşumuna yol açmaktadır. Kuyu suyu ile içme- kullanma suyunun sağlandığı işletmelerde sıvı atıkların toprağa sızması da sağlık koşulları açısından bir tehlike oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, mevcut atık yönetimi uygulamalarının su kaynakları üzerinde olumsuz etkileri olduğu söylenebilir. Araştırmanın yürütüldüğü 140 adet işletmenin alan üzerindeki yoğunluklarını ve yerleştikleri arazinin özelliklerini belirlemek amacıyla, büyükbaş hayvancılık işletmelerinin GPS (Coğrafik konum belirleme) yardımıyla koordinatları belirlenmiştir. Elde edilen koordinatlar, NETCAD programı kullanılarak araştırma alanının haritası üzerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde işletmelerin hangi tip araziler üzerinde oldukları ve su kaynaklarına olan yakınlık durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü işletmeler içerisinde amaçlı örnekleme yöntemine göre seçilen işletmelerde bulunan 10 adet kuyudan ve bu işletmelerin yakınında bulunan 3 adet yüzey su kaynağından (Şekil 2) bir yıl boyunca aylık periyotlarda örnekler alınarak, su örnekleri üzerinde nitrat ve fosfor tayini yapılmış ve miktarlarındaki değişimler standart analiz yöntemleri kullanılarak, belirlenmeye çalışılmıştır (Gündüz, 1986, Anonim, 2005, Anonymous, 2004b).



Çizelge 1. Yüzeysel sularda nitrat seviyelerinin değişimi, mg/L

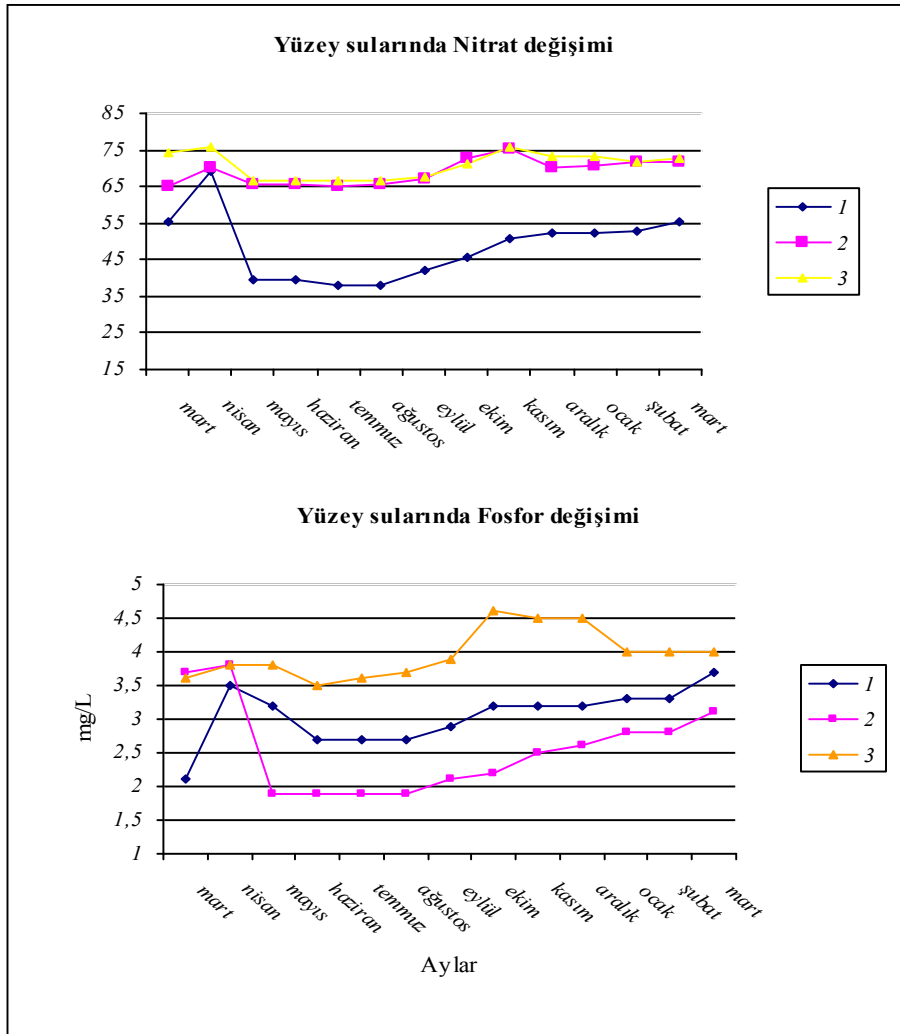
Su kaynağı	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	Ortalama
1*	35.3	39.3	39.6	39.6	38.2	38.1	41.9	45.8	50.9	52.2	52.2	52.6	55.5	44.7
2**	65.3	70.2	65.7	65.7	65.2	65.7	67.0	72.6	75.4	70.2	70.5	71.6	71.9	69.0
3***	74.3	75.7	66.8	66.8	66.5	66.7	67.4	71.3	75.8	73.5	73.5	71.9	72.5	71.0
Ortalama	58,3	71.7	57.3	57.4	56.7	56.8	58.8	63.2	67.3	63.5	65.4	65.3	66.6	62.2

\*; Ravlı deresi; \*\*; Kışlacık deresi; \*\*\* Çubuk çayı

Çizelge 2. Yüzeysel sularda fosfor seviyelerinin değişimi, mg/L

Su kaynağı	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	Ortalama
1*	2.1	3.5	3.2	2.7	2.7	2.7	2.9	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.7	3.1
2**	3.7	3.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.2	2.5	2.6	2.8	2.8	3.1	2.6
3***	3.6	3.8	3.8	3.5	3.6	3.7	3.9	4.6	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0
Ortalama	3.1	3.7	3.0	2.7	2.7	2.7	3.0	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.2

\*; Ravlı deresi; \*\*; Kışlacık deresi; \*\*\* Çubuk çayı



Şekil 4. Yüzeysel sularda nitrat ve fosfor seviyelerinin aylık ortalama değerlerinin değişimleri

Sonuç olarak, yüzeysel sularına deşarj edilen sıvı gübre ve diğer hayvansal atıklar sudaki nitrat ve fosfor seviyelerini arttırmaktadır.

### 3.2 Yeraltı sularına olan etkiler

Araştırmanın yürütüldüğü 10 adet işletmeye ait kuyu sularından bir yıl boyunca aylık olarak

su örnekleri alınmıştır. Kuyu sularının nitrat seviyelerindeki değişimler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeye göre yer altı sularında bir yıl süre içerisinde ortalama nitrat seviyesi 21.3 mg/L olmaktadır. Zamanın %95'inde görülen en düşük değer 18.2mg/L, en yüksek değer 24.4 mg/L ve ortalama standart sapma 0.088

## Hayvancılık İşletmelerindeki Atık Yönetimi Uygulamalarının Su Kirliliği Üzerine Etkileri

belirlenmiştir. Yer altı sularında fosfor seviyelerinin zamana göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Çizelgede verilen, işletmelerde bulunan kuyu sularına ilişkin bu sonuçlara göre, 10 işletmede de kuyudan alınan suların içilemez olduğu yönündedir. Avrupa Birliği ve Amerika'da uygulanan standartlara göre içilebilir nitelikteki su için nitrat seviyesi 25 mg/L'ye kadar tehlikesi yoktur ve maksimum 50 mg/L'ye kadar izin verilebilir şeklindedir. Ortalama değerler göz önüne alındığında, bu sınırlar aşılmamış olsa da; aylık değişimler incelendiğinde, 4, 6 ve 7 numaralı işletmelerde özellikle yağışların olduğu sonbahar – kış döneminde 25 mg/L değerinin aşıldığı görülmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü işletmelere ait kuyu sularında fosfor seviyelerindeki

değişimler çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'e göre yer altı sularında bir yıl süre içerisinde ortalama nitrat seviyesi 0.4 mg/L olmaktadır. Zamanın %95'inde görülen en düşük değer 0.3 mg/L, en yüksek değer 0.5 mg/L ve ortalama standart sapma 0.088 belirlenmiştir. Yer altı sularında fosfor seviyelerinin zamana göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Çizelge 4'e bakıldığında, kuyu sularında fosfor seviyeleri Avrupa Birliği standartlarında belirtilen 0.02mg/L sınır değerinden çok daha yüksektir. İncelenen işletmelerde kuyulara çok yakın yerlerde gübrenin açık alanlarda yığılması, bekletilmesi sonucunda gübreden sızan sıvı kısmın toprak aracılığıyla kuyulara sızdığı söylenebilir.

Çizelge 3. Kuyu sularında zamana bağlı olarak Nitrat seviyelerindeki değişim (mg/L)

İşletme No	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	Ortalama
1	17.4	21.8	24.4	21.1	20.6	20.4	21.2	23.5	25.9	25.5	24.2	24.6	24.1	22.7
2	15.4	16.6	10.8	11.1	11.0	10.6	10.4	12.0	13.1	13.6	14.5	16.5	16.3	13.2
3	19.2	22.8	26.5	26.3	24.0	22.2	22.2	23.0	25.8	25.4	26.0	26.1	25.4	24.2
4	19.7	21.2	23.6	21.3	21.5	23.5	23.8	25.0	25.1	21.4	20.0	21.2	21.1	22.2
5	18.5	19.4	19.6	19.3	19.1	18.4	20.0	21.0	21.9	22.7	19.8	16.9	16.2	19.4
6	19.4	22.6	21.5	23.4	24.1	24.4	25.7	25.8	26.4	26.5	25.7	25.6	24.3	24.3
7	18.8	20.1	20.1	21.6	21.7	21.4	23.6	25.4	25.4	25.6	25.8	24.5	23.8	23.0
8	18.2	21.0	21.0	21.4	21.6	21.0	22.4	23.6	23.7	23.8	23.8	22.4	21.2	21.8
9	18.6	19.8	20.4	21.0	21.5	21.2	22.1	23.5	23.8	24.0	23.9	22.8	21.0	22.0
10	17.8	18.6	19.6	19.5	19.0	18.0	18.6	19.2	20.2	20.8	20.5	20.2	20.0	19.4
Ortalama	18.3	20.6	20.9	20.6	20.3	20.1	21.0	22.2	23.3	23.0	22.3	22.2	21.6	21,3

Çizelge 4. Kuyu sularında zamana bağlı olarak fosfor seviyelerindeki değişim

İşletme No	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	Ortalama
1	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7
7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3
9	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3
10	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
Ortalama	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Elde edilen değerler içme suyu standartları için tehlikeli bir durum yarattığından bu suların içme ve kullanma suyu olarak kullanılması sakıncalı olabilir. Bu konu ile ilgili analizleri yapan Köy Hizmetleri Ankara İl Müdürlüğü ve Hıfzısıhha'dan elde edilen önceki yıllara ilişkin analiz sonuçları da, araştırma alanında bulunan kuyu sularının gelecekte risk altında olduğunu göstermektedir. Çubuk ilçesi'nde 6 yıllık

(1999-2005) içme suyu analiz raporlarının ortalama sonuçlarına göre gelen kuyu suyu örneklerinin %19.7'sine nitrat, amonyum, organik madde ve fosfor yönünden içilemez raporu verilmiştir. Bu raporlarda, ortalama olarak, nitrat seviyeleri 0-21.1 mg/L, fosfor seviyeleri 0-0.2 mg/L arasında değişmektedir. Fosforda izin verilebilen maksimum değer 0.02 mg/L ve nitratta tavsiye edilen değer 25 mg/L



(maksimum 50 mg/L) olduğu düşünülürse; kuyu sularının, içme ve kullanma için uygun olmadığı ve kirlilik riski altında bulunduğu söylenebilir.

#### 4. Sonuç

Araştırma sonucunda, yeraltı ve yüzey sularından alınan örneklerde nitrat ve fosfor seviyelerinin aylara göre değişiminin yağış, sıcaklık gibi iklimsel faktörlerin etkisi altında olduğu ve bu değişimlerin önemli olduğu ( $p < 0.01$ ) sonucuna varılmıştır. Özellikle yağışlı mevsimlerde meydana gelen yüzey akışlar ile açıkta ve uygunsuz koşullarda bekletilen gübrelerden besin maddesi kaybı daha çok olmaktadır. Bu olay su kaynaklarındaki nitrat ve fosfor seviyelerinin yükselmesine yol açmaktadır.

Yapılan bu analizlerden sonra, mevcut atık yönetimi uygulamalarının çevre kirliliği yaratma potansiyelinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanına uygun olabilecek atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ve iyi tarım uygulamalarına uygun olabilecek atık yönetim sistem planının gerçekleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, öncelikle araştırmanın yürütüldüğü büyükbaş hayvan barınaklarının yapısal ve fonksiyonel özellikleri açısından gözlemlenen sorunlar iyileştirilmeli ve çevre dostu atık yönetimi uygulamaları için yeterli toplama, depolama, değerlendirme yapıları planlanmalıdır.

Ülkemizde su kalitesinin iyileştirilmesine ilişkin yasaların ve yönetmeliklerin düzenlenmesi çalışmaları, tehlikeli maddelerin su ortamına deşarjı, su çerçeve direktifi, arıtma çamurlarının kullanılması, atık su arıtımı, içme

ve kullanma suyu kalitesi ve yüzey ve yeraltı suyu kalitesi konularında da yapılmıştır. Yapılan tüm bu çalışmalar Avrupa Birliği uyum sürecinde oldukça yararlı olacaktır. Ancak bu çalışmaların içerisinde ayrı bir başlık altında hayvansal atık yönetimi konusunda ulusal bir eylem planı ve hayvancılık işletmeleri ile ilgili olarak da özel standartlar geliştirilmelidir. Bu şekilde sağlık koşulları ile toprak ve su kirliliği daha kolay kontrol altına alınabilecektir. Bu amaçla izlenebilecek stratejiler aşağıda özetlenmiştir.

- Hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı yerlere 1000 m den daha yakın olan alanlarda yeni kentsel yerleşim yerlerinin kurulmasına izin verilmemelidir (T.C. Çevre Mevzuatı 1999'a göre). Mevcut kentsel yerleşim yerlerine çok yakın olan hayvancılık işletmelerinin de kapatılması düşünülmelidir.

- Su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması için gübre depoları ile bir yüzey su kaynağı ya da bir drenaj sistemi arasında en az 10m, kuyularla ise en az 50m mesafe bulunmalıdır (The Forthcoming Water Framework Directive. 2000/60/EC; Code of Good Agricultural Practice for the Prevention of Pollution of Water 2005'e göre).

- Gübre uygulaması yapılan alan ile özellikle içme suyu olarak kullanılan kaynaklar arasındaki mesafe en az 250m olmalıdır (T.C. Çevre Mevzuatı 1999; The Directives on WEEE and ROHS 2002/96/EC; Nitrate Directive 2005'e göre).

- Hayvansal atıkların çevre kirliliği yönünden önemli riskler oluşturduğu alanlar belirlenmeli, toprak ve su kaynakları düzenli olarak izlenmelidir.

#### Kaynaklar

Abler, D.G. and Shortle, J.S. 2000. Potential for environmental and agricultural policy linkages and reforms in the European Community. American Journal of Agricultural Economics. Vol. 74, No: 3.

Anonim, 1992. Ankara İli arazi varlığı. KHGM yayınları.

Anonim, 1997. Köy envanteri, istatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu.

Anonim, 1999. T.C. Çevre Mevzuatı. Çevre Vakfı Yayınları.

Anonim, 2004a. 2001 Tarım sayımı sonuçları. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.

Anonim, 2004b. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete, Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687, 2004.

Anonim, 2005. Su Temini ve Denetimi İle ilgili Yasal Düzenlemeler. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Gıda Güvenliği Daire Başkanlığı, Ankara, 2005.

Anonymous, 2004. WHO, Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Draft for Review and Comments, Nitrates and nitrites in drinking-water. WHO.

Anonymous, 2005a. Code of Good Agricultural Practice for the Prevention of Pollution of Water Department of Agriculture and Rural Development. ISBN: 1 85527 577 5, North Ireland. www.scotland.gov.uk

## Hayvancılık İşletmelerindeki Atık Yönetimi Uygulamalarının Su Kirliliği Üzerine Etkileri

- Anonymous, 2005b. Principles of Environmental Stewardship – Manure and water quality concerns 2005. Midwest Plan Service, Iowa State University. www.lpes.org
- Anonymous, 2006. EPA, U. S. Environmental Protection Agency. Consumer Factsheet on: NITRATES/NITRITES. <http://www.epa.gov/safewater/dwh/c-ioc/nitrates.html>].
- Anonymous, 1999. Proceedings, workshop on atmospheric nitrogen compounds II. Emissions, transport, transformation, deposition and assessment. George Murray and James Southerland eds. N.C. Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC., June 7-9.
- Anonymous, 2000. Manure production and characteristics. American Society of Agricultural Engineers, 1998. In: ASAE Standards, 45th Edition. ASAE, St. Joseph, MI, pp. 646–648.
- Anonymous, 2002. Implementation of council directive 91/676/EC concerning the Protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Synthesis from year 2000 Member states Reports. European Commission-Directorate General for Environment.
- Anonymous, 2004. Nomenclature/Terminology and standards for livestock manure handling equipment. /ASAE S466.1 FEB04. American Society of Agricultural engineers, ASAE standards, 2950 Niles Rd. St. Joseph, MI 49085-9659, USA.
- Bertrand, R., 1998. Manure management in Europe. Soils branch, BC. Ministry of Agriculture and Fisheries. Abbotsford.
- Bruning-Fann CS, Kaneene JB, Miller RA, Gardner I, Johnson, R. and Ross, F., 1994. The use of epidemiological concepts and techniques to discern factors associated with the nitrate concentration of well water, in swine farms in the USA. *Sci Total Environ*, 153, 85-96.
- Brussard, W. and Grossman, M.R., 1992. Legislation to abate pollution from manure: The Dutch approach. *The North Carolina Journal of International Law and Commercial Regulation*. Vol. 15, No:1.
- Dağoğlu, G., Bildik, A. ve Aksoy, A., 1995. Van yöresindeki sularda nitrat ve nitrit düzeyi. *Fırat Üniv Sağlık Bil Derg*, 9, 240-244.
- Gelberg K.I.J., Church, L., Casey, G., London, M., Roerig, D.S., Body, J. and Hill, M., 1999. Nitrate; levels in drinking water in rural New York State. *Environ Res*, Section A 80, 34-40.
- Gilliam, J.W., Baker, J.L. and Reddy, K.R., 1999. "Water quality effects of drainage in humid regions", in R. W. Skaggs and J. van Schilfgaarde (eds.), *Agricultural drainage*, Agron. Monogr. 38. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 801–830.
- Gündüz, T., 1986. Instrumental Analiz Ders Notları, A.Ü. Fen Fakültesi Matbaası, Ankara.
- Hahne, J., Beck, J. and Oechsner, H., 1996. Management of livestock manure in Germany – a brief overview. *Ingénieries-EAT. Animal manures in Europe*, pp. 11-22. *Waste Management*, Vol.23, Issue 10, 2003, pp.917-932, Elsevier
- Kaplan, M., Sönmez, S. ve Tokmak, S., 1999. Antalya Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. *Turkish. Journal of Agriculture and Forestry* 23(1999) 309- 313© Tübitak, Ankara.
- Kaya, S. ve Akar, F., 2002. Metaller, Diğer Organik Maddeler ve Radyoaktif Maddeler 240-243. *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji 2. Baskı*. Ed: S. Kaya, İ. Pirinçci, A. Bilgili., Ankara.
- Kofoed, A., Williams, J.H. and Hermite, P.L., 1996. Efficient Land use of sludge and manure. Commission of the European Communities, England.
- McLay, C.D.A, Dragten, R, Sparling, G. and Selvarajah, N., 2001. Predicting groundwater nitrate concentration a region of mixed agricultural land use: a comparison of three approaches. *Environmental Pollution Journal*, 115,191-204.
- Morlacchini, M., Amerio, M. and Piva, G., 1992. L'alimentazione quale mezzo per ridurre l'azione inquinante delle deiezioni suine supplemento a l'informatore agrario. N.18, April 1992, pp. 7-10.
- Omurtag, G.Z., 1992. Marmara ve Trakya bölgelerindeki yeraltı ve yüzey sularının sentetik gübre atıklarıyla kirlenmeleri bakımından nitrat düzeylerinin saptanması. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 18, 9-21.
- Phillips, V.R. and Sneath, R.W., 2000. Inventory of Ammonia Emission from UK Agriculture 1998. MAFF Contract WA0630. IGER, North Wyke, Devon, UK.
- Risse, L.M., Cabrera, M.L., Franzluebbers, A.J., Gaskin, J.W., Gilley, J.E., Killorn, R., Radcliffe, D.E., Tollner, W.E. and Zhang, H., 2001. Land application of manure for beneficial reuse. White paper on Animal Agriculture and the Environment for National Center for Manure and Animal Waste Management. MWPS, Ames, IA, 38 p
- Sharpley, A.N., 1995. Dependence of runoff phosphorus on extractable soil phosphorus. *J. Environ. Qual.* 24, pp.920-926. Elsevier, UK.
- Weyer P.J., Cerhan J.R., Kross B.C., Hallberg, G.R., Kantamneni J., Breuer G., Jones M.P., Zheng W. and Lynch C.F., 2001. Municipal Drinking Water Nitrate Level and Cancer Risk in Older Women: The Iowa Women's Health Study. *Epidemiology*. May 12(3). 327-338.
- Yılmaz, O., Sonal, S. ve Ceylan, S., 1993. Bursa yöresi tavuk çiftliklerinin içme sularındaki nitrat düzeyleri. *Uludağ Üniversitesi Vet Fak Dergisi*, 12, 20-23.
- Zhang, H., Johnson, G. and Farm, M., 2002. Managing phosphorus from animal manure. Oklahoma state University Extension Service, F-2249, USA.