ESKİŞEHİR İLİNDE YERALTI VE YÜZEYSEL SULARDA NİTRAT KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZGÜR ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ESKİŞEHİR İLİNDE YERALTI VE YÜZEYSEL SULARDAKİ NİTRAT KİRLİLİĞİNİN KİRLETİCİ KAYNAKLARI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZGÜR ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

YRD. DOÇ DR. BURCU ÖZKARAOVA GÜNGÖR

SAMSUN - 2007

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 23/02/2007 tarihinde yapılan sınav ile ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../2007

Prof. Dr. Nur ONAR

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ESKİŞEHİR İLİNDE YERALTI VE YÜZEYSEL SULARDA NİTRAT KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir İli sınırları içerisinden seçilen yüzey ve yeraltı suyu örnekleme noktalarındaki nitrat konsantrasyonlarının incelenerek özellikle bölgedeki mevcut kirletici kaynakların nitrat değerleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için çalışmada, Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında yer alan 14 adet yüzeysel su numune alma noktasında Ocak 2004-Eylül 2006 periyodunda elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Bununla birlikte, çalışmanın yeraltı suyu ile ilgili bileşenini desteklemek amacıyla, MATRA Programı kapsamında yapılan "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitratın Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" nde pilot alan olarak ele alınan Eskişehir İlinde seçilen 15 adet yeraltı suyu numune alma noktasında nitrat parametresi bazında yapılmış olan izleme çalışmalarının Ekim 2005-Temmuz 2006 arasındaki verilerinden faydalanılmıştır. Söz konusu veriler nokta ve yıl bazında grafiklere aktarılarak değerlendirilmiştir.

Değerlendirme yapılırken Eskişehir İlinin iklimsel, jeolojik, hidrojeolojik durumu, İldeki nüfus dağılımı, alan kullanımı, gübre kullanım miktarları, hayvan sayısı, atık suyunda nitrat bulunabilecek sanayiler, evsel atıksu deşarjları ve katı atık depolama alanları vs. birçok faktör dikkate alınarak noktasal ve alansal kaynakların su kaynakları üzerinde yaratmış olduğu baskıların nitrat konsantrasyonlarına etkileri incelenmiştir.

Yüzeysel su örnekleme noktalarına ait nitrat, nitrit ve amonyum değerleri incelendiğinde nitrat değerlerinin 0,087 - 24,25 mg/lt arasında, amonyum değerlerinin 0,031 - 26,02 mg/lt arasında, nitrit değerlerinin ise 0,0033 - 1,75 mg/lt arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bununla beraber yeraltı suyu örnekleme noktalarının

değerlerine bakıldığında nitrat konsantrasyonlarının 13 – 360 mg/lt arasında değiştiği görülmüştür. İçme suyu standartları göz önünde bulundurulduğunda (WHO (50 mg/lt), TS 266 (25 mg/lt), İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik(50 mg/lt)) yüzeysel su örnekleme noktalarının hiç birinde nitrat konsantrasyonu standardının aşılmadığı, 6 yeraltı suyu örnekleme noktasında İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte verilen zorunlu değer (50 mg/lt) aşılırken 14 yeraltı suyu örnekleme noktasında ise kılavuz değerin (25 mg/lt) aşıldığı belirlenmiştir.

Yüzeysel su örnekleme noktaları arasında en yüksek nitrat konsantrasyonu Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında 24,25 mg/lt olarak tespit edilirken, en yüksek amonyum konsantrasyonunun Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında 26,02 mg/lt, en yüksek nitrit konsantrasyonunun ise Beşdeğirmen örnekleme noktasında 1,75 mg/lt olduğu belirlenmiştir. Yeraltısuyu örnekleme noktalarında ise en yüksek nitrat konsantrasyonunun Yazıdere Köyü Kuyu/Seyitgazi örnekleme noktasında 360 mg/lt ölçüldüğü tespit edilmiştir. Amonyum konsantrasyonlarının Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında en yüksek değere ulaşmasının nedeninin atıksu arıtma tesisinin sadece biyolojik arıtma sonrası atıksularını Porsuk Çayı'na deşarj ediyor olması olduğu düşünülmektedir. Yazıdere Köyü örneklenme noktasında ise nitrat konsantrasyonlarının bu derece yüksek olmasının Eskişehir katı atık deponi alanında oluşan sızıntı sularının topraktan yeraltısuyuna sızma ve/veya Takhasan Dere yatağı-yeraltısuyu arasındaki etkileşim yoluyla taşınmış olabileceğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Azot, Nitrat , Kirletici kaynak,Yeraltısuyu,Yüzeysuyu

THE EVALUATION OF THE NITRATE POLLUTION OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER IN THE PROVINCE OF ESKIŞEHIR WITH RESPECT TO POLLUTANT SOURCES

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effect of possible pollutant sources on the nitrate pollution in Eskişehir by examing the nitrate concentration of selected ground and surface water sampling points. For this aim to be realized, the data obtained by the State Hydraulics Works Region III, in the scope of the routine monitoring works carried out at 14 surface water sampling points between January 2004 and September 2006 were used. Additionally, to support the groundwater component of study, nitrate values of 15 ground water sampling points in the province of Eskişehir obtained from the monitoring works were used. Eskişehir was selected as the pilot region in the scope of the MATRA Programme on "The Implementation of the the Nitrate Directive (91/676/EEC) in Turkey with a view to reducing the water nitrate pollution coming from agricultural sources (PPA 04/TR/7/6)". These data has been evaluated on point and year basis.

Many factors such as the climate, the geological and hydro- geological situation of the province of Eskişehir, the distribution of population, land use, fertilizer application, animals, the industries discharging waste water possibly containing nitrogen, the urban waste water discharges and landfills within the province have been considered while examining the effects of point and diffuse sources on the nitrogen concentrations of water resources.

Interpretation of the data revealed that ammonium, nitrite and nitrate values of the surface water sampling points vary between 0,087-24,25 mg/l, 0,031- 26,02 mg/l and 0,0033 -1,75 mg/l, respectively. Additionally, nitrate values of groundwater sampling points were found to vary between 13-360 mg/l. Taking into account the drinking water standards (WHO (50 mg NO_3/l), TS 266 (25 mg NO_3/l), Regulation on Water Human Consumption (50 mg NO_3//l)), it can be seen that none of the surface water sampling points exceeded these standards, but that 6 groundwater sampling points exceeded the compulsory values which are stated in the Regulation on Water

Human Consumption and that 14 groundwater sampling points exceeded the guide values.

Considering the ammonium, nitrate and nitrite values of surface water sampling points, the highest ammonium concentration of 26,02 mg/lt was determined at the sampling point after the Eskişehir Waste Water Treatment Plant, the highest nitrate concentration of 24,25 mg/l was found at the sampling point which is located downstream of the Eskişehir Sugar Factory, whereas the highest nitrite concentration of 1,75 mg/lt was determined at the Beşdeğirmen sampling point. For the groundwater sampling points, it has been found that the highest nitrate concentration of 360 mg/l has been determined at the Yazıdere Köyü Kuyu/Seyitgazi sampling point. The reason of the high ammonium concentrations at the sampling point after the Eskişehir Waste Water Treatment Plant is thought to be discharge of waste water into the River Prosuk after the conventional biological treatment with no nutrient removal. biologically treated the waste water. On the other hand, the reason of the high nitrate concentrations at the Yazidere Köyü groundwater sampling point might be the oozing of the leachate generated at the Eskişehir Solid Waste Landfill into the groundwater and/or the transport due to the interaction between groundwater and the Creek Takhasan bed.

Keywords: Nitrogen, Nitrate, Pollutant Source, Surface Water, Groundwater

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yardımını, yakın ilgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen hocam Yrd. Doç.Dr. Burcu Özkaraova GÜNGÖR'e teşekürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca yapmış olduğum araştırma ve incelemelerde bana destek olan, veri sağlayan Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve DSİ III. Bölge Müdürlüğü personeline, "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EEC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" kapsamında çalışmama veri sağlayan Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Eskişehir İl Tarım Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan, her koşulda özveri ile maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen eşime ve oğluma da teşekkür eder, hazırlamış olduğum tezimi atfederim.

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
1.	GİRİŞ	1
2.	LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1.	Azotun Yapısı ve Bileşikleri	3
2.2.	Azot Döngüsü	6
2.2.1.	Yüzeysel Sularda Azot Döngüsü	12
2.2.2.	Toprak ve Yeraltı Suyunda Azot Döngüsü	14
2.3.	Hidrolojik Döngü ve Yüzeysel ile Yeraltı Suyu Etkileşimi	16
2.3.1.	Yeraltı Sularının Çekilmesinin Yüzeysel ile Yeraltı Suyu Etkileşimine Etkisi	20
2.3.2.	Yüzeysel ve Yeraltı Suyu Etkileşimi ve Nitrat Taşınımına Etkisi	21
2.4.	Kirletici Olarak Azotlu Bileşiklerin Kaynakları	22
2.4.1.	Kaynak Tipleri	22
2.4.1.1.	Doğal Kaynaklar	25
2.4.1.2.	Antropojenik Kaynaklar	26
2.4.2.	Yüzeysel Sularda Azot Bileşiklerinin Kaynakları	34
2.4.3.	Yeraltı Sularında Azot Bileşiklerinin Kaynakları	35
2.5.	Yüzeysel ve Yeraltı Suyunda Nitrat Konsantrasyonu Değişimlerine Etki Eden Faktörler	38
2.6.	Azotlu Bileşiklerin Çevreye Etkisi	39
2.7.	Eskişehir İlinin Tanıtımı	46
2.7.1.	Eskişehir'in Coğrafik Konumu	46
2.7.1.1.	İl ve İlçe Sınırları	46
2.7.2.	Eskişehir İlinin Topografyası ve Jeomorfolojik Durumu	51
2.7.3.	Eskişehir İlinin Jeolojik Yapısı	52
2.7.3.1.	Metamorfizma ve Mağmatizma	53
2.7.4.	Eskişehir-İli Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri	56
2.7.4.1.	Eskişehir ve İnönü Ovalarının Hidrojeolojik Özellikleri	57
2.7.4.2.	Eskişehir-ALPU Ovası Hidrojeolojik Özellikleri	62
2.7.5.	Akarsular	63

2.7.6.	İklim	69
2.7.6.1.	Rüzgar	69
2.7.6.2.	Nem	69
2.7.6.3.	Basınç	70
2.7.6.4.	Sıcaklık	70
2.7.6.5.	Buharlaşma	72
2.7.6.6.	Yağış Miktarları	73
2.7.6.7.	Toprak Sıcaklıkları	74
2.7.6.8.	Mikroklima	75
2.7.7.	Toprak ve Arazi Kullanımı	75
2.7.7.1.	Genel Toprak Yapısı	75
2.7.7.2.	Arazi Kullanımı	76
2.7.7.3.	Tarımsal Üretim	77
2.7.7.4.	Hayvansal Üretim	84
3.	MATERYAL VE METOT	85
3.1.	Eskişehir İlinde Yeraltı ve Yüzeysel Su Örnekleme Noktaları	85
3.1.1.	Eskişehir İlinde Yüzeysel Su Örnekleme Noktaları	85
3.1.2.	Eskişehir İlinde Yeraltı Suyu Örnekleme Noktaları	86
3.2.	Laboratuvar Analiz Metotları	90
3.3.	Verilerin İşlenmesi	90
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	92
4.1.	Eskişehir İlinde Azotlu Kirletici Kaynaklar	92
4.1.1.	Yayılı Kaynaklar	92
4.1.2.	Noktasal Kaynaklar	94
4.2.	Genel	101
4.3.	Eskişehir İlinde Yüzeysel Su Örnekleme Noktalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	102
4.3.1.	Ağaçköy Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	102
4.3.2.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	105
4.3.3.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	108

4.3.4.	Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	112
4.3.5.	Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	115
4.3.6.	Beşdeğirmen Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	118
4.3.7.	Eşenkara Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	121
4.3.8.	Şeker Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	125
4.3.9.	Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	128
4.3.10.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	132
4.3.11.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası (Şekerçiftliği) Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	135
4.3.12.	Alpu Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	138
4.3.13.	Beylikova Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	141
4.3.14.	Sazılar (İlören) Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	144
4.4.	Eskişehir İlinde Yeraltı Suyu Örnekleme Noktalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	147
4.4.1.	Güneli DSİ Pompası Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	147
4.4.2.	Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	150
4.4.3.	Parsibey Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	153
4.4.4.	Akköprü Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	155
4.4.5.	Kalkanlı Köy Çeşmesi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	156
4.4.6.	Yazıdere Köyü-Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	158
4.4.7.	Doğançayır-I /Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	160

4.4.8.	Doğançayır-II /Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	163
4.4.9.	İsmetpaşa Köyü/Çeşme/İsmetpaşa Köyü Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	165
4.4.10.	Karacahöyük-Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	166
4.4.11.	Yassıhöyük-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	167
4.4.12.	Mihalgazi-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	169
4.4.13	Sarıcakaya-I Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	170
4.4.14.	Sarıcakaya-II Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	171
4.4.15.	Türkmentokat Köyü Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme	172
4.5.	Örnekleme Noktalarında Ölçülen Nitrat Konsantrasyonlarının Standartlarla Karşılaştırılması	174
4.5.1.	Yüzeysel Su Örnekleme Noktalarında Ölçülen Nitrat Konsantrasyonlarının Standartlar İle Karşılaştırılması	174
4.5.2	Yeraltı Suyu Örnekleme Noktalarında Ölçülen En Yüksek Değerler ve Standartlar	178
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	181
5.1.	Sonuçlar	181
5.2.	Öneriler	183
6.	KAYNAKLAR	185
7.	ÖZGEÇMİŞ	191

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

ÇOB Çevre ve Orman Bakanlığı

DMİGM Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

DSİ Devlet Su İşleri

EİÇOM Eskişehir İl Çevre ve Orman Müdürlüğü

İEEEPYSKY İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik

İTASHY İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik

TKB Tarım ve Köyişleri Bakanlığı

TKNKKSKY Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği

vb. ve bunun gibi

vd. ve diğerleri

TS Türk Standartları

WHO Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
2.1.	Azot Döngüsü	6
2.2.	Soya fasulyesinin (a) ve yoncanın (b) kök nodüllerinde doğal olarak bulunan Rhizobium bakterisi (c) ve aquatik çevrelerde bağımsız yaşayan azot sabitleyicilerden mavi-yeşil algler (d)	8
2.3.	Hidrolojik Döngü	17
2.4.	Nehirin yeraltı suyu tarafından beslenmesi	18
2.5.	Yeraltı suyunun nehir tarafından beslenmesi	18
2.6.	Yeraltı suyunun nehir tarafından bağlantılı olmayan akıntılar ile beslenmesi	19
2.7:	Yeraltı suyu tarafından beslenen bir yüzeysel su kaynağının doğal koşullar altında hidrolojik durumun şematik gösterimi	20
2.8.	Bir noktasal kaynaktan kirliliğin yeraltı suyu yoluyla taşınımı yeraltı suyunun kirliliğinin yaygın olması yüzeysel suların kirlenmesine neden olabilir	23
2.9.	Doğal alanlarda azot kaynakları ve azot akıntıları	26
2.10.	İnsanlar tarafından etkilenmiş alanda azot kaynakları ve azot akıntıları	28
2.11.	Asit yağmurlarına nitratın katkısının artışı	41
2.12.	Eklenen azota bağlı olarak orman büyümesindeki değişiklik	42
2.13.	Kıyıdaki haliçlerde azot yükünün kaynakları	43
2.14.	Massachusetts'de Waquoit Körfezi'nde azot yükleri ile Zostera Otu Örtüsünün ilişkisi	44
2.15.	Eskişehir İline ait ilçeler ve sınırları	47
2.16.	Eskişehir İline ait jeoloji haritası	55
2.17.	Eskişehir ve İnönü Ovalarına ait hidrojeoloji haritası	60
2.18.	Eskişehir-Alpu Ovasına ait hidrojeoloji haritası	61
2.19.	Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama yerel basınç değerleri	70
2.20.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri	71

2.21.	Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama buharlaşma değerleri	72
2.22.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005 yıllarına ait ortalama toplam yağış miktarı değerleri	74
2.23.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarında 2004, 2005 ve 2006 yıllarında ölçülen ortalama 5 cm. de toprak sıcaklıkları	74
2.24.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarında 2004, 2005 ve 2006 yıllarında ölçülen ortalama 10 cm. de toprak sıcaklıkları	75
2.25.	Eskişehir İli Tarım Alanlarının Sınıfsal Dağılımı	78
3.1.	Yüzeysel Su Örnek Alma Noktalarının Konumları	88
3.2.	Yeraltı Suyu Örnek Alma Noktaları	89
4.1.	Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	103
4.2.	Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	104
4.3.	Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	104
4.4.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	106
4.5.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	107
4.6.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	107
4.7.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	109
4.8.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	110
4.9.	Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	110

4.10.	Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	113
4.11.	Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	113
4.12.	Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	114
4.13.	Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	116
4.14.	Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	117
4.15.	Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	117
4.16.	Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	119
4.17.	Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	120
4.18.	Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	120
4.19.	Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	122
4.20.	Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	123
4.21.	Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	123
4.22.	Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	126
4.23.	Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	126
4.24.	Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	127
4.25.	Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	129

4.26.	Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	129
4.27.	Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	130
4.28.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	133
4.29.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	133
4.30.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	134
4.31.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	136
4.32.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	136
4.33.	Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	137
4.34.	Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	139
4.35.	Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	139
4.36.	Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	140
4.37.	Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	142
4.38.	Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	142
4.39.	Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	143
4.40.	Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	145
4.41.	Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	145

4.42.	Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	146
4.43.	Güneli DSİ Pompası Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	148
4.44.	Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	151
4.45.	Parsibey Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	153
4.46.	Akköprü Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	155
4.47.	Kalkanlı Köy Çeşmesi Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	157
4.48.	Yazıdere Köyü Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Kasım 2005 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	159
4.49.	Doğançayır I-Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	161
4.50.	Doğançayır II-Seyitgazi-Kozyaka Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	164
4.51.	İsmetpaşa Köyü/Çeşme/İsmetpaşa Köyü Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Kasım 2005 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	165
4.52.	Karacahöyük-Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	167
4.53.	Yassıhöyük-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	168
4.54.	Mihalgazi-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	169
4.55.	Sarıcakaya I Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	171
4.56.	Sarıcakaya II Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	172
4.57.	Türkmentokat Köyü Örnekleme Noktasına Ait Ekim2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri	173

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo No		Sayfa
2.1.	Azotun periyodik cetveldeki yeri, özellikleri ve yapısı	3
2.2.	Farklı formlarda bulunan azotun temel kaynakları, kullanım alanları ve etkileri	24
2.3.	Yeraltı suyu için azot kaynakları	37
2.4.	Nitrat konsantrasyonlarını etkileyen faktörler	38
2.5.	Eskişehir Merkez ve İlçe Belediyeler İle Bunlara Bağlı Köy Durumları ve Belediye Sayıları	46
2.6.	İnönü Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu	59
2.7.	Eskişehir Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu	59
2.8.	Eskişehir-Alpu Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu	63
2.9.	Eskişehir İlinde yeralan önemli akarsular	68
2.10.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri	71
2.11.	Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama buharlaşma değerleri	72
2.12.	Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005 yıllarına ait ortalama toplam yağış miktarı değerleri	73
2.13.	Eskişehir İlinin İlçeleri İtibariyle Tarım Alanları Dağılımı	77
2.14.	Eskişehir İlinde İşletme Tipleri ve İşletme Büyüklüğüne Göre Dağılım	79
2.15.	2004 Yılı Mücadele İcraatlarında Kullanılan İlaçlar	80
2.16.	Dekara Kullanılması Gereken Gübre Miktarı	81
2.17.	Yıllar İtibariyle Eskişehir İli Gübre Tüketimi	82
2.18.	2005 Yılı Eskişehir İli Kimyevi Gübre Tüketim Durumu	83
2.19.	2005 yılı Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı	84
3.1.	Devlet Su İşleri tarafından Alınan Numunelerin Örnekleme Sıklıkları	86
4.1.	Düzenli depolama alanlarından sızan sudaki değişik inorganik bileşenlerin temsilci değerleri	95

4.2.	Kullanılmış Suların Tipik Bileşimi	97
4.3.	Mezbahalarda oluşan birim kirlilik yükleri	98
4.4.	Hayvan atıklarının bulunduğu yerlerde oluşan atık suların özellikleri	98
4.5.	Sığır kesimi ve işleme tesisleri atıksu özellikleri	99
4.6.	Bir et paketleme tesisinin atıklarının özellikleri	99
4.7.	Porsuk Çayı Kütahya İli Azot Yükü Bulunması Muhtemel Kirletici Kaynakları	100
4.8.	Porsuk Çayı Eskişehir İli Kirletici Kaynakları	100
4.9.	Çiftlik hayvanlarından oluşan yıllık nütrient miktarı	163
4.10.	DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve SKKY Standartları	175
4.11.	DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve TS 266, WHO Standartları	176
4.12.	DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Standartları	177
4.13.	TKB Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları, TS 266, WHO Standartları	179
4.14.	TKB Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Standartları	180

RESİMLER LİSTESİ

Fotoğraf No		Sayfa
4.1.	Porsuk Baraj Gölü	124

1. GİRİŞ

Azotlu bileşikler doğada bir çevrim içerisinde hareket etmekle birlikte her geçen gün bu bileşiklerin doğadaki miktarları giderek artmakta ve bu döngü olumsuz yönde etkilenmektedir. Özellikle yüzeysel sular ve yeraltı suyu rezervlerinde karşılaşılan nicelik sorunlarına paralel olarak artış gösteren problem yeraltı ve yüzey sularının kalitesinde meydana gelen bozulmalardır. Yüzey suları ve yeraltı sularında görülen kirlilik problemleri doğal yollardan ve insani kaynaklı olarak gerçekleşebilmekte olup gün geçtikçe artmaktadır.

Azotlu kirletici kaynaklar doğal ve antropojenik olarak sınıflandırılabildiği gibi bu kirleticilerin çevreye veriliş şekline bağlı olarak noktasal ve noktasal olmayan yayılı kaynaklar olarak da tanımlanabilmektedir. Azotlu noktasal kirletici kaynaklar ya küçük relatif bir alan boyunca yüzeysel suya veya yeraltı suyuna ya da bir su yapısı hacmine boşalan kirleticilerdir ki evsel atıksular, çöp depolama sahalarından meydana gelen sızıntılar ve gübre sanayi gibi endüstriyel tesislerin atık suları bu kirletici kaynaklara örnek olarak verilebilir. Azotlu noktasal olmayan kirletici kaynaklar ise noktasal kaynaklar ile karşılaştırıldığında daha geniş alanlarda çevre kirliliğine neden olabilen ve oldukça geniş alanları etkileyen kirleticilerdir ve tarımsal alanlarda bilinçsiz gübre kullanımları buna örnek olarak verilebilir.

Azot kirlenmesinin temel olarak hava kalitesine, ormanlara ve su kalitesine olumsuz etkileri bulunmaktadır. Azot kirleticilerini alan akarsu ve göller asidifikasyona uğrar, yeraltı suları kirlenir ve kıyı ekosistemlerinin besi maddesi yönünden normalin üzerinde zenginleşmesi (ötrofikasyon) meydana gelir. Bununla birlikte, nitrat içerikli suyun altı aydan küçük bebeklerde tüketilmesi sonucunda methemoglobinemia olarak isimlendirilen ve "mavi bebek sendromu" olarak da bilinen bir rahatsızlık gelişebilir. Besicilikte meydana gelen nitrat toksisitesi semptomları da nitrat içerikli suyun kullanılması sonucu görülebilmektedir.

Bu nedenle, azotlu kirleticilerin tespiti ve izlenmesi giderek önem kazanmış ve bazı Avrupa ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de çevre ve halk sağlığını korumak amacıyla suların kullanım amaçları dikkate alınarak söz konusu azotlu bileşiklerin yüzey sularında ve yeraltı sularında müsaade edilebilir standart değerleri belirlenmiştir.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartlarına göre içme ve kullanma sularında 25 mg/lt nitrat konsantrasyonu tavsiye edilmekte olup 50 mg/lt ise uyulması gereken zorunlu değerdir. TS-266'da da benzer şekilde tavsiye edilen değer 25 mg/lt olup maksimum değer 50 mg/lt dir. Ayrıca "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" nde nitrat kirliliğine karşı suların korunması amacıyla 50 mg/lt nitrat konsantrasyon sınırı bulunmakta olup bu standardı aşan alanlar hassas alan olarak nitelendirilmektedir.

Avrupa Ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de noktasal ve/veya yayılı azot kirletici kaynakları bilinmekte ve su yoksunu olan ülkemizde içilebilir su kaynaklarının da azlığı düşünüldüğünde yüzey sularının ve yeraltı sularının aşırı besi maddesi birikimi nedeniyle kullanılamaz hale gelmesinin engellenmesi amacıyla bu kirleticilerin tespitine yönelik faaliyetler sürdürülmektedir. Henüz entegre bir yaklaşım benimsenememekle birlikte kurum ve kuruluşların münferit su kalitesi izleme çalışmaları, Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde yapılan çalışmalar ve projeler devam etmektedir.

Bu eser, Avrupa'da ve Avrupa Birliği Mevzuat Uyum ve Uygulama Çalışmaları kapsamında ülkemizde giderek önem kazanan yeraltı ve yüzey sularındaki nitrat kirlenmesi sorununun ayrıntılı olarak anlaşılabilmesi ve ülkemizde konu ile ilgili bir uygulama örneğinin ortaya konulması amacıyla hali hazırda uygulanan "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği"(Resmi Gazete No.25377, 18 Şubat 2004) ve "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EEC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" nde yapılan çalışmalar da dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Ülkemizde sürdürülen çalışmalara rağmen izleme sonuçlarının değerlendirilmesi, yorumlanması ve bu sonuçların bölgesel ve ulusal politikaları destekler hale getirilmesi konusunda problemler yaşandığı bilinmektedir. Bu çalışmada bölgedeki noktasal ve/veya alansal nitrat kirletici kaynakları tanımlanarak bu kirleticilerin nitrat konsantrasyonlarında meydana getirdiği seviye değişimlerinin Eskişehir İlinin coğrafik, iklimsel, hidrojeolojik, jeolojik durumu, nüfus, hayvan sayısı, gübre kullanımı vb. bilgileri de dikkate alınarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çalışmada birçok bilgi ve veriden faydalanılmakla birlikte konu ile ilgili olarak daha birçok bilgi ve çalışmaya ihtiyaç duyulduğu açıktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Azotun Yapısı ve Bileşikleri

Azot canlılardaki temel elemanlardan biri olup yaşamın meydana gelmesinde proteinler, DNA ve RNA lar için önemli bir bileşendir. Bütün organizmalar yaşama ve büyümeleri için azota ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden azot, canlı besin maddelerinin de vazgeçilmez bir bileşenini teşkil eder (Harrison, 2003).

Azot atmosferde gaz olarak depolanmış (esas olarak N_2) halde bulunur ve yaşayan organizmaların içerdiği toplam azot bu deponun milyonda biri kadardır. Azotun diğer ana depoları okyanuslar ve topraktaki organik maddelerdir (Pidwirny, 2006).

Atmosferdeki zenginliğe rağmen bitki büyümesi için gerekli besi maddesi olan azot sınırlıdır. Bunun nedeni relatif olarak inert olan N_2 moleküllerindeki N atomları arasındaki güçlü üçlü bağlardır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Azotun periyodik cetveldeki yeri, özellikleri ve yapısı (Wikipedia, 2006)

İsim, Sembol, Atom numarası	**Azot, N, 7**
Kimyasal seri	Ametal
Grup, Periyot, Blok	15, 2, p
Kristal Yapısı	Hekzagonal
Atom ağırlığı	14,0067 $gmol^{-1}$
Pauling skalasına göre elektronegatiflik	3,0
Yoğunluk	$1,25x10^{-3}$ $g.cm^{-3}$ at 20°C
Erime noktası	-210 °C
Kaynama noktası	-195,8 °C
Vanderwaals radius	0,092 nm
Ionic radius	0,171 nm (-3) ; 0,011 (+5) ; 0,016 (+3)
Izotopları	4
Elektron yapısı	[He] $2s^2 2p^3$
İlk iyonlaşma enerjisi	1402 $kJ.mol^{-1}$
İkinci iyonlaşma enerjisi	2856 $kJ.mol^{-1}$
Üçüncü iyonlaşma enerjisi	4578 $kJ.mol^{-1}$

Bu problem çoğu bitkinin azotu sadece iki katı formunda alabilmesi nedeniyle meydana gelir. Bu formlar amonyum iyonu (NH_4^+) ve nitrat iyonudur (NO_3^-). Çoğu bitki toprak eriyiklerinden ihtiyaç duyduğu azotu inorganik nitrat olarak alır. Amonyum fazlasıyla toksik olan yüksek konsantrasyonları nedeniyle bitkiler tarafından daha az kullanılır. Hayvanlar azotun kısmen oluşmuş moleküllerini içeren canlı ve ölü organik maddelerin tüketimi yoluyla üreme, büyüme ve metabolizmaları için ihtiyaç duyulan gerekli azotu doğadan alırlar (Harrison, 2003).

Azot inanılmaz derecede çok yönlü bir elementtir ve farklı oksidasyon durumlarında mümkün olduğu kadarıyla organik ve inorganik formlarda bulunur. Azotun atmosfer, biyosfer ve geosferde bulunduğu farklı formlar aşağıda daha detaylı olarak irdelenmiştir.

Azot Gazı (N_2)

Azot gazı dünya atmosferinin hacim olarak % 78' ini teşkil eder ve relatif olarak inerttir. Azot, azot oksit (NOx) olarak form aldığında yüksek sıcaklıklar haricinde yanmaz ve kokmaz. Azot yağmurla buharlaşarak nitrik asit formunda iken doğal elektriksel olaylar (yıldırım vs.) yoluyla oksijen ile birleşebilir.

Bazı serbest yaşayan toprak bakterileri de oksijen ile birleştirme yoluyla azot gazını sabitleyebilirler. Fasulye, bezelye ve yonca gibi baklagillerin köklerindeki nodüllerde yaşayan bakteriler en büyük azot sabitleyicilerdir (Information Note FWR-WFD 16/1).

Amonyum (NH_4^+)/Amonyak gazı (NH_3)

Amonyum iyonu suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Buna karşın serbest amonyak düşük derişimlerde bile yüksek toksik etki yapar. Bilindiği gibi amonyum/amonyak değeri pH değerine ve sıcaklığa bağımlıdır. pH'sı 8,5' tan büyük olan ortamlarda amonyak yüzdesi ve buna bağlı olarak toksisite hızlı bir şekilde artar. Böylece özellikle küçük debili akarsularda yaz aylarında ve alkali ortamlarda amonyak içeren atık suların suda yaşayan canlılar için zararlı olacağı söylenebilir (Uslu ve Türkman, 1987).

Uygulamalarda amonyağın toksik etkisinin oksijen eksikliği, sıcaklığın artışı ve diğer toksik maddelerin bulunması ile daha da artabileceğine dikkat edilmelidir. Bu yüzden balıçılık yapılan sularda amonyak için tolerans sınırı 0,1 g NH_3-N/m^3 olarak saptanmıştır. Suda yaşayan yumuşak hayvanlar ve algler amonyağa karşı balıklardan daha az duyarlıdır (Uslu ve Türkman, 1987).

Amonyak gazı suda oldukça çözünürdür ve alkali, amonyum hidroksit olarak form alır. Amonyak gazı kompostlama alanlarından, hayvani gübrelerden ve topraktan havaya salınır. Atmosferde su buharı ile birleşir ve yağışla yere geri döner. Amonyum hidroksit duyarlı habitatlarda olumsuz bir etkiye neden olur. Böcekler uyum içerisinde yaşadıkları yaşama ortamlarını kaybedebilirler. Amonyumun nitrifikasyonu asidifikasyona katkıda bulunur (Information Note FWR-WFD 16/1).

Nitrit (NO_2^-)

Amonyum ve nitrata kıyasla nitrit iyonları yüzeysel sularda daha düşük derişimlerde bulunurlar. Bunun nedeni nitritin ortama göre gerçekleşen indirgeme ve yükseltgeme reaksiyonlarının bir ara ürünü olmasıdır. Böylece nitrit ya oksitlenerek nitrata dönüşmekte veya indirgenerek amonyağa dönüşmektedir.

Ancak yeterli derecede nitrifikasyona uğramamış atıksuların alıcı ortama verilmesi halinde bu ortamlarda çok yüksek nitrit değerlerine rastlanması mümkündür. Böyle durumlarda bu sulardaki canlılar için ek toksik etkiler görülmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrat (NO_3^-)

Nitrat bileşiği suda oldukça fazla çözünürlüğe sahiptir ve azot döngüsünde yer alan son formdur. Nitrat iyonları negatif yükle yüklüdür ve toprakta negatif olarak yüklüdür. Bu nedenle nitratın yağışın etkisi ile topraktan yıkanarak sızma yoluyla yeraltı suyuna karışması diğer azotlu bileşiklere oranla daha kolaydır.

Yeraltı suyu ve yüzeysel suda nitrat formundaki azot kırsal ve kentsel alanlardan ortaya çıkan yayılı kirliliğin (toprak erozyonu, hayvan otlatmadan oluşan atıklar ve tarımda azotlu gübrelerin uygulanması) önemli bir sonucu olmakla birlikte münferit kirletici kaynaklardan da oluşabilmekte olup bu konular daha sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

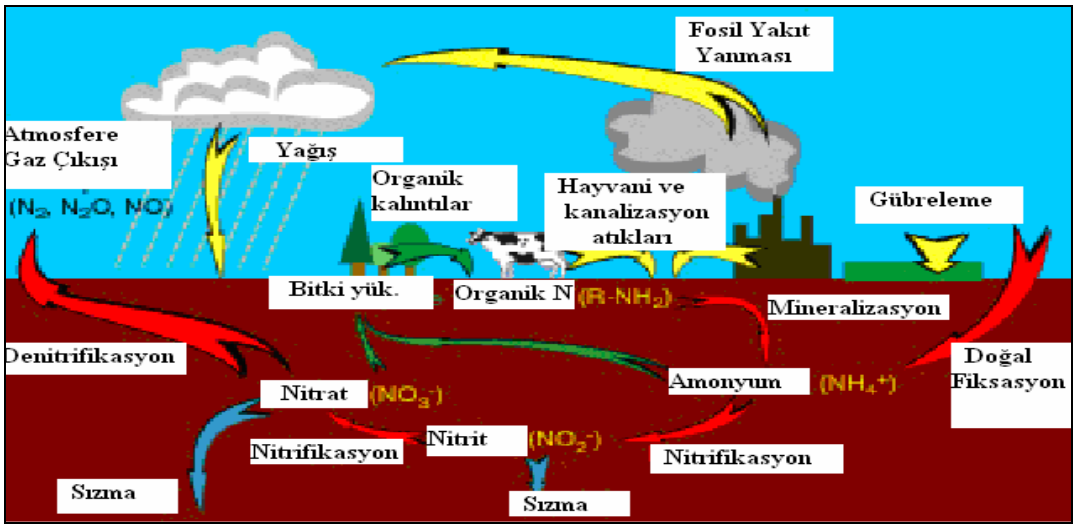
Eğer amonyum nitrat gübresi uygulanmasından sonra yüksek yağış meydana geliyorsa, nitratın çoğu yeraltına sızacaktır. Diğer yandan nitrat bitkiler tarafından oldukça hızlı bir şekilde alınacak, bitkiler gelişecek ve gelişmelerini tamamlayan bitkiler yapraklarını dökecek veya hasat edilecektir. Bu şekilde bitkilerin ana kısımları dekompoze olacak ve toprak organik maddelerine katılacaktır. Örneğin buğday ürününün ağırlığının yaklaşık olarak % 70' i saplarında ve köklerinde olup hektarda 10 ton tane hasılatı varken 23 ton kök ve sap vardır (Information Note FWR-WFD 16/1).

Özellikle baklagiller yapıları gereğince bakterilere besin verir ve bakteriler de bitkilere nitrat sağlarlar. Baklagiller geçmişte kimyasal gübrelemeler geliştirilmeden önce çiftçilikte temel azot kaynağı olarak kullanılmış olup hala organik çiftçilikte aynı şekilde kullanılmaktadır.

Sıcak sonbahar toprağında bitkiler parçalandığında, organik azotun bir kısmı mineralize olacak ve nitrata nitrifiye olacaktır. Bir baklagil ürününü takip eden hasat döneminde tarımsal alan sürüldüğünde, nitrat ya bir sonraki üründe (baklagil olmayan) kullanılmak üzere açığa çıkacak ya da kış dönemi boyunca yağmurlar yoluyla derinlere sızacak veya denitrifikasyon yoluyla kaybolacaktır. Bu değerli nitratın alınması bitkilerin mümkün olduğu kadar çabuk gelişmesini sağlayacaktır (Information Note FWR-WFD 16/1).

2.2. Azot Döngüsü

Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse de ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot çevrimi dediğimiz bir döngü içinde sürekli dolanım halindedir. Şekil 2.1' de temel azot döngüsü prosesi anlatılmış olup şekilde yer alan sarı oklar çevreye azotun insani kaynaklarını, kırmızı oklar azotun mikrobiyolojik dönüşümünü, mavi oklar azotun fiziksel kuvvetlerin işleyişini ve yeşil oklar da azotun akıbeti ve formundan etkilenen mikrobiyolojik olarak gerçekleşmeyen doğal prosesleri gösterir.



Şekil 2.1.: Azot döngüsü (Harrison, 2003).

Biyosfer, atmosfer ve geosfer boyunca azot döngüsünde beş ana proses vardır. Bunlar; azot fiksasyonu, azot yükseltgenmesi (organizmal büyüme), azot mineralizasyonu (bozulma), nitrifikasyon ve denitrifikasyondur. Mikroorganizmalar özellikle bakteriler ana azot dönüşümünün bütününde temel bir rol oynar (Harrison, 2003).

Azot Fiksasyonu: ($N_2 \rightarrow NH_4^+$)

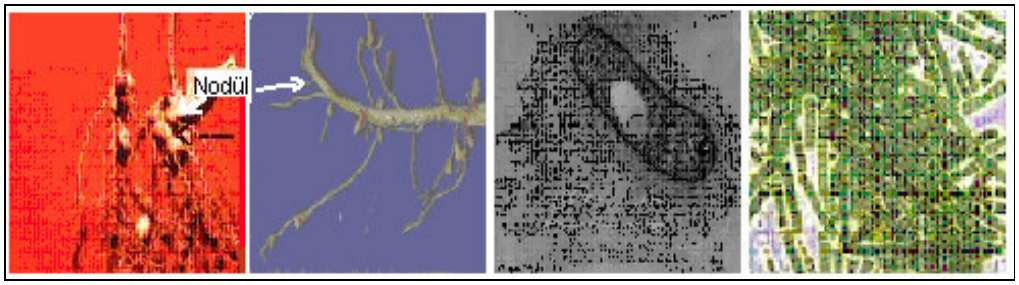
Azot fiksasyonu, N_2 yi amonyuma dönüştüren bir prosestir. Organizmaların atmosferden azotu direkt bulabilmeleri için tek yol olduğu için önemlidir. Moleküler azotun bağlanması atmosferdeki azotun kullanılması şeklinde gerçekleşir. Atmosferi oluşturan gazlar içinde yaklaşık % 78 azot bulunur. Bilindiği gibi moleküler haldeki azot çok zor reaksiyona girer ve bu yüzden birçok bitki tarafından doğrudan kullanılması mümkün olmaz (Harrison, 2003).

Ancak belirli mikroorganizmalar moleküler azotu indirgeyerek protein sentezinde kullanılabilir. Bunlardan en önemlileri aerob ortamda bulunan azoto bakterler, hocardiyalar, mavi algler (Nostoc ve Anabaena) ve anaerob ortamda yaşayan Klostridyum türleridir. Bunların yanı sıra bazı yüksek bitkilerin yumruları ile simbiyoz halde yaşayan Rhizobium türleri de metabolik prosesler yoluyla moleküler azotu sabitleyebilirler. Azot sabitleyen bakteriler sık sık bu bakteriye ev sahipliği yapan bitkilerle simbiyotik bir ilişki içinde form alır. Bu simbiyotik ilişki iyi bilindiği üzere fasulye, bezelye ve yonca gibi baklagil ailesinde yer alan bitkilerle meydana gelir.

Bu ilişkide, azot sabitleyen bakteriler baklagillerin kök nodüllerinde yaşarlar ve karbonhidratları ve sabitledikleri azotun bir kısmını üzerinde oldukları bitkiye uygun koşullar oluştuğunda verirler.

Burada, azot sabitleyen bakteriler üzerinde yaşadıkları bitki olmaksızın da bağımsız yaşayan azot sabitleyiciler olarak bilinirler. Aquatik çevrelerde, mavi-yeşil algler bağımsız yaşayan azot sabitleyicilerden olup gerçekte cyanobacteria olarak isimlendirilir.

Görüldüğü gibi azot indirgenmesi gerek heterotrof gerekse de ototrof mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Moleküler azotun bağlanabilmesi her ne kadar az sayıda ve türde mikroorganizma tarafından gerçekleştirilebiliyorsa da azot çevrimi açısından ve yeryüzü ölçeğinde bu olayın önemi büyüktür (Harrison, 2003).



(a) (b) (c) (d)

Şekil 2.2: Soya fasulyesinin (a) ve yoncanın (b) kök nodüllerinde doğal olarak bulunan Rhizobium bakterisi (c) ve aquatik çevrelerde bağımsız yaşayan azot sabitleyicilerden mavi-yeşil algler (d) (Harrison, 2003; Terence ve Cooper, 2005).

Azot sabitleyen bakterilere ilave olarak, yıldırım, orman yangını gibi yüksek enerjili doğal olaylar ve sıcak lav akışları bile daha küçük fiksasyonlara neden olabilir ki bu sayede azotun önemli bir kısmı açığa çıkar. Böyle doğal olayların yüksek enerjisi N_2 moleküllerinin üçlü bağını kırabilir. Böylece ortaya çıkan bireysel N atomları kimyasal dönüşüm için kullanılabilir olur. Azot çevrimi içinde, atmosferdeki elektriksel deşarjlar sonucunda azot oksitlerin oluşması, önemsiz bir bileşeni oluşturur. Ortaya çıkan bu azotoksitler, yağışlarla yeryüzüne ulaşır ve gerek sucul gerekse de toprak ekosistemlerinde bitkiler tarafından tüketilebilirler (Harrison, 2003).

Azot Mineralizasyonu: (Organik N → NH_4^+)

Çoğu ekosistemlerdeki azot, yaşayan ve ölü organik maddelerde birincil olarak tutulmaktadır. Azot, organik azotun parçalanması (çözünme) yolu ile biyojeokimyasal döngüye yeniden girerek inorganik formlara dönüşmektedir. Genel olarak mineralizasyon olarak bilinen bu olayda kimyasal olarak organik maddelerde bulunan azot, amonyak (NH_3) dan amonyum tuzlarına (NH_4^+) bakteriler, actinomycetes ve fungi türleri yardımıyla dönüşür (Pidwirny, 2006).

Bu süreçler içinde özellikle protein parçalanması büyük önem taşır. Bu olaya amonifikasyon (amonyaklaştırma, amonyaklaşma) denir. Amonyaklaşma olayı gerek anaerobik gerekse de aerobik ortamlarda gerçekleştirilebilir. Her iki halde de büyük protein molekülleri proteolitik ekzoenzimler yardımı ile önce polipeptitler ve

oligopeptitlere daha sonra pepdiazlar yardımıyla aminoasitlere parçalanırlar (Uslu ve Türkman, 1987).

Aminoasitler hücre çeperinden geçebilecek boyutlardaki moleküllerden oluşurlar ve hücre içindeki metabolik süreçler aracılığı ile daha da küçük parçalara ayırırlar. Bu parçalanma sırasında aminoasitler NH_2 gruplarını amonyağa veya başka bileşiklere kaybedebilirler. Organik bileşiklerin geriye kalan karbon yapısı daha ileri düzeyde reaksiyonlarla CO_2 ve N_2O gibi son ürünlere parçalanırlar (Uslu ve Türkman, 1987).

Anaerobik koşullar altında protein moleküllerinin ancak bir kısmı amonyağa dönüşür. Geriye kalan aminoasitler karboksil gruplarını kaybeder ve bunun sonucunda CO_2 ve primer aminler oluşur (Uslu ve Türkman, 1987).

Amonyum formundaki azot topraktaki kil partiküllerinin yüzeylerinde absorbe olabilir. Amonyum iyonları, toprak kolloidleri tarafından normal olarak tutulan pozitif moleküler yüke sahiptir. Bu proses, bazen "misellefiksasyon" olarak isimlendirilir. Amonyum pozitif yüklü iyonun değişimi yoluyla kolloidlerden bırakılır. Bırakıldığında amonyumun çoğu sık sık kimyasal olarak ototrofik bakterilerin özel tipleri yoluyla NO_2 nitrite dönüştürülür (Pidwirny, 2006).

Nitrifikasyon: ($NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$)

Parçalanma yoluyla üretilen amonyumun bir kısmı bitki besi maddesi olarak tüketilirken, diğer yandan oksijenli ve tampon kapasitesi olan ortamlarda belirli kemoliototrof organizmalar tarafından nitrit ve daha sonra da nitrata yükseltgenirler. Nitrifikasyon prosesi olarak isimlendirilen bu proses sadece toprak ve sedimentlerin yüzeysel katmanlarında ve akan sularda veya devir daim olan oksijence zengin çevrelerde gerçekleşir.

Nitrifikasyon gerek ototrof ve gerekse de heterotrof bakteriler tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Heteretrof nitrifikasyon konusundaki mevcut bilgiler oldukça ilkel düzeydedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrifikasyon prosesi önemli sonuçlara sahiptir. Nitrat iyonlarının aksine amonyum iyonları pozitif olarak yüklüdür ve bu nedenle negatif olarak yüklü toprak organik maddelerine ve kil partiküllerine yapışır. Pozitif yükler yağış yoluyla topraktaki amonyum azotunun yıkanmasını önler (Harrison, 2003).

Nitrifikasyon otorof iki bakteri türü tarafından gerçekleştirilir. Bunlardan nitrit bakterileri diye isimlendirdiğimiz nitrosomonas grubu amonyumu nitrite dönüştürür.

$$NH_4^+ + 1{,}5\ O_2 \xrightarrow{\text{nitrosomanas}} NO_2^- + H_2O + 2H^+ + \text{enerji}$$ ya da

$$(NH_4)_2CO_3 + 3\ O_2 \xrightarrow{\text{nitrosomanas}} 2HNO_2 + CO_2 + 3\ H_2O + 615{,}9\ \text{kj/mol} \quad (1)$$

Nitrosomonas tipi bakteriler organik karbondan yoksun su ortamlarında yaşarlar. Bu nedenle amonyak oksidasyonu ancak karbonlu madde oksidasyonunun tamamlanmış olduğu ortamlarda gerçekleşir. Nitrosomonas grubu aerob ototrof olup, yaşam koşulları pH :8-9, sıcaklık 25-30 °C dir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrat bakterileri diye isimlendirilen nitrobakter grubu ise nitriti nitrata dönüştürür.

$$NO_2 + 0{,}5\ O_2 \xrightarrow{\text{nitrobakter}} NO_3 + \text{Enerji}$$

ya da

$$2HNO_2 + O_2 \xrightarrow{\text{nitrobakter}} 2HNO_3 + 157{,}3\ \text{kj/mol}$$

Nitrobakterler de nitrosomonas gibi organik karbonun bulunmadığı ortamlarda yaşayabilmektedir. Ayrıca bu bakteriler, amonyum tuzlarının bulunduğu basit koşullarda yaşayamadığından amonyum azotu nitrite dönüşmeden faaliyete geçmemektedirler. Optimum yaşama koşulları pH 7,6-8,6, sıcaklık 25-28 °C arasındadır (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrifikasyon bakterileri aktivitelerini sudaki çözünmüş oksijen derişimine bağlı olarak arttırırlar. Aktif çamur sistemlerinde yapılan deneyler, nitrifikasyonun 0,5-1,0 mg/lt O_2/l derişimlerinde minimum olduğunu göstermiştir (Uslu ve Türkman, 1987)

Nitrifikasyon sırasında ortaya çıkan enerji oldukça düşüktür. Bunun sonucu olarak azot bakterileri çok yavaş büyürler. Bunların jenerasyon süresi 10-12 saattir. Atıksuların arıtılması açısından bakıldığında bu sonuç optimum nitrifikasyonun çok yüksek çamur yaşları (4 gün), düşük çamur yükleri (0,1 kg BOI_5/kg MLSS gün) ve çok uzun hidrolik bekleme sürelerini anlamına gelir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrit oluşumu sırasında oksitlenen her amonyum iyonu için 2 H iyonu ortaya çıkar. Sucul sistemlerde bu HCO_3 düzeyinin düşmesine ve dolayısıyla pH'ın azalmasına neden olur.

Nitrifikasyon reaksiyonları sırasında tüketilen oksijen önemli boyutlara ulaşır. 1 mol amonyum oksidasyonu için 2 mol oksijen gerekli olmaktadır. Kütle hesabı ile oksijen bilançosu aşağıdaki gibi gösterilebilir;

Nitrit oluşumu 3,43 g O_2/g NH_4^+-N

Nitrat oluşumu 1,14 g O_2/g NO_2^-N

Toplam nitrifikasyon 4,58 gO_2/g NH_4^+-N

Yukarıda görüldüğü gibi nitrifikasyon sadece çözünmüş oksijen varlığında gerçekleşebilmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Denitrifikasyon: (NO_3^- → N_2+ N_2O)

Denitrifikasyon boyunca, azotun nitrat ve nitrit (NO_2^-) gibi okside olmuş formları N_2 ve daha az da azot oksit gazına dönüşür. Denitrifikasyon anaerobik bir prosestir ki bu denitrifiye edici bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bu bakteriler aşağıdaki sıra ile nitratı N_2 ye dönüştürür;

$NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$

Diazot monoksit (N_2O) hemen N_2 ye dönüşür, azot atmosferde hızlıca kaybolduğu ve gaz olduğundan dolayı biyolojik olarak kullanılabilir eski formuna dönüşmesi ihtimal dahilinde değildir. Denitrifikasyon sadece azot dönüşümüdür ki bu da ekosistemden azotun uzaklaştırılmasıdır ve bu kabaca yukarıda tanımlanan azot sabitleyiciler yoluyla azotun sabitlenme miktarını dengeler (Harrison, 2003).

Anoksik koşullar altında nötrale yakın pH değerlerinde ve organik hidrojen vericilerinin bulunması halinde ise denitrifikasyon mümkün olmaktadır. Denitrifikasyon sırasında nitrat, nitrite ve daha sonra azotoksitler aracılığıyla da moleküler azota indirgenir. Bu süreç bir solunumu andırdığından "nitrat solunumu" diye adlandırılır.

Birçok fakültatif bakteri türü anoksik koşullar altında nitrat solunumu gerçekleştirebilir. Yani nitratları ve nitritleri bir hidrojen alıcısı olarak kullanabilirler. Ancak bu dönüşüm belirli bir zamanı gerektirmektedir. Bunun nedeni nitrat solunumu gerçekleştirebilecek enzimlerin ancak oksijenin yok olması durumunda ortaya çıkmasıdır. Buna karşın nitrat solunumundan normal oksijen solunumuna dönüş ani olarak gerçekleşebilir (Uslu ve Türkman, 1987).

Nitrat solunumunda da organik substratlar, aynı oksijen solunumunda olduğu gibi, CO_2 ve H_2O gibi son ürünlere oksitlenirler. Moleküler oksijenin hidrojen alıcısı durumunda olmasına kıyasla nitrat solunumunda gerekli oksijen miktarı % 10 kadar daha düşüktür (Uslu ve Türkman, 1987).

Şekerler, asetik asit, etanol, aseton ve metanol gibi çeşitli organik maddeler, denitrifikasyon da elektron verici olarak davranabilmektedir. Aşağıda metanol ile gösterildiği gibi denitrifikasyon iki aşamada gerçekleşir.

1.Aşama

NO_3^- + 1/3 CH_3OH ---------- NO_2^-+1/3 CO_2+2/3 H_2O

2.Aşama

NO_2^- + 1/2 CH_3OH----------1/2 N_2+ 1/2 CO_2 +1/2 H_2O+OH

NO_3^-+ 5/6 CH_3OH----------1/2 N_2 + 5/6 CO_2+ 7/6 H_2O+ OH (Uslu ve Türkman, 1987)

Böylece 1 mol nitratın tamamen moleküler azota indirgenebilmesi için 5/6 mol metanol gerekli olmaktadır.

Denitrifikasyon sırasında nitratı nitrite dönüştüren bakteri türlerinin nitriti moleküler azota dönüştüren türlerden çok daha fazla sayıda olduğu görülmüştür. Yine bazı ortamlar ve bazı bakteri türleri tarafından nitrat indirgenmesinin amonyuma kadar ilerlediği de gözlenebilmiştir. Ancak bu olaylar normal denitrifikasyona kıyasla çok daha nadir görülmektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

2.2.1. Yüzeysel Sularda Azot Döngüsü

Global azot çevrimi daha küçük ölçekte yüzeysel sularda da gerçekleşir. Ancak bu küçük ölçekli çevrimde dış etkenler ile bazı ufak değişiklikler söz konusu olur. Örneğin bu sulara çeşitli organik ve anorganik azot bileşikleri yağışlar, kanalizasyonlar ve tarımsal alanların drenajı ile katılır. Bunun ötesinde yüzeysel su ortamlarında azot bağlayabilen mavi algler vb. yardımıyla önemli ölçüde moleküler azot bağlanması söz konusu olur. Bu suların dip çökellerinde anaerobik olarak yaşayabilen klostridium türleri de moleküler azotu bağlayabilirler (Uslu ve Türkman, 1987).

Yüzeysel sularda azot döngüsü gerçekleşirken; organik azot, amonyak ve nitrit, biyolojik süreçler aracılığıyla nitrat şekline dönüşebilmekte olup bu reaksiyonlarda tüketilen oksijen önemli boyutlara ulaşmaktadır (4,57 g O_2/gNH_4-N). Özellikle kanalizasyon atıksuları doğrudan veya tam bir arıtmaya tabi tutulmadan (tam nitrifikasyon uygulanmadan) yüzeysel su kaynağına deşarj edildiğinde önemli oksijen tüketimine neden olabilmektedir. Ancak organik maddelerin ayrışması ile azotlu bileşiklerin dönüşümü farklı oksijen tüketimlerine yol açmaktadır.

Bununla birlikte, organik maddelerin heterotrof organizmalar tarafından parçalanması yoğun bir bakteri faaliyetini gerektirmekte olup oldukça kısa akarsu kesimlerinde bu parçalanma tamamlanır. Buna karşın nitrifikasyon olayı çok daha yavaş gerçekleştiğinden tamamlanması genellikle çok uzun sürmektedir.

Viel tarafından 1930 yılında yapılan araştırmalar sonucunda parçalanabilir organik maddenin oksitlendiği akarsu kesimleri ile nitrifikasyonun gerçekleştiği kesimler arasında kesin bir ayrım olduğu ortaya konmuştur. Mikrobiyolojik açıdan da böyle bir ayrım yapılması gereklidir. Çünkü bilindiği gibi nitrifikasyon bakterileri karbonlu organik maddeyi parçalayan heteretrof bakterilerin baskın olduğu ortamlarda etkin olmamaktadır (Uslu ve Türkman, 1987).

Yüzeysel sulardaki azot çevrimini karmaşıklaştıran etkenlerden biri de dip çökelleri ile su sütunu arasındaki karşılıklı ilişkileridir. Çökellerdeki anaerobik koşullar altında azot reaksiyonları su sütunundaki aerobik koşullardakine kıyasla daha değişik yollar izlerler. Ötrofik su ortamlarında su sütunun içindeki ayrı bölgeler (epilimniyon, metalimniyon, hipolimniyon) değişik azot reaksiyonlarının yer aldığı ortamlar haline gelir. Özellikle stabil yaz tabakalaşmasının mevcut olduğu durumlarda epilimniyon bölgesi nitrifikasyon süreçleri için çok uygun bir ortam oluştururken, hipolimniyonda denitrifikasyon süreçleri yer alır (Uslu ve Türkman, 1987).

Yüzeysel sulardaki azot değişim süreçleri yukarıda açıklanan mikrobiyolojik olayların yanısıra bir dizi abiyotik faktörlerce de etkilenir. Bunların en önemlileri; su sıcaklığı, pH değeri, alkalinite, oksijen değişimi ile amonyumun amonyak, nitrit ve biyolojik olarak ayrışabilir organik maddeye oranıdır.

Bunların yanısıra kemolitotrof nitrifikasyon bakterilerinin mineral ve iz element (anorganik karbon, fosfat, kalsiyum, magnezyum ve molibden) gereksinimleri de önemli rol oynar. Öte yandan bu ortamlarda bulunan bazı organik kükürt bileşikleri, klorlu karbon bileşikleri, aminler ve fenoller nitrifikasyonu engelleyici maddelerdir (Uslu ve Türkman, 1987).

2.2.2. Toprak ve Yeraltı Suyunda Azot Döngüsü

Azot çoğunlukla toprakta ve yeraltı suyunda okside olmuş (NO_3), indirgenmiş (NH_4) veya organik (bir bileşik aralığında) azot olmak üzere üç kimyasal formdan birinde bulunur. Toprak ve yeraltı suyundaki azot yüklerinin daimi kaynakları bu formların bir veya daha fazlasını içerebilir. Farklı formlar farklı hareketliliğe sahiptir ve bir formdan diğer forma geçiş yeraltı suyundan uzaklaştırılmaya yol açabilir. Temel uzaklaştırma mekanizmaları denitrifikasyon ve bitkiler tarafından yükseltgenmedir. Anaerobik durumlarda indirgeme nitratın azot gazına dönüşmesine ve azot gazının nihai olarak atmosfere gitmesine neden olur.

Yeraltı suyundaki en yaygın kirletici nitrat (NO_3^-) formundaki çözünmüş azottur. Tarımsal faaliyetlerden ve kanalizasyon atıklarının yüzeyde veya yeraltında depolanmasından dolayı oluşan bu kirletici giderek artan şekilde yaygınlaşmaktadır. İstenmeyen konsantrasyonlardaki varlığı dünyanın birçok yerindeki geniş akifer sistemlerini tehdit etmektedir. Yeraltı suyundaki azotun ana şekli NO_3^- olsa da, çözünmüş azot, amonyum (NH_4^+), amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-), azot (N_2), azot oksit (N_2O) ve organik azot şeklinde de oluşur. Organik azot, organik maddelere eşlik eden azottur (Kayabalı, 2003; Freze ve Cherry, 1979).

Yeraltı suyundaki nitrat genellikle yer yüzeyindeki, zemin kuşağındaki veya nitratça zengin atıkların bulunduğu yerlerdeki nitrat kaynaklarından oluşmaktadır.

Yeraltı suyuna giren NO_3^- bazı durumlarda arazi yüzeyine atılan gübre veya atıklardan da kaynaklanabilir. Bunlar nitratın doğrudan kaynakları olarak da değerlendirilmiştir. Diğer durumlarda NO_3^-, doğal olarak veya zemine beşeri faaliyetler yoluyla giren organik azotun veya NH_4^-'un dönüşümünden kaynaklanır. Nitrifikasyon sürecinde NH_4^- oksitlenme ile NO_3^-'a dönüşür. Amonifikasyon ve nitrifikasyon süreçleri genellikle organik madde ve oksijenin bol olduğu su tablası üzerindeki zemin kuşağında oluşur (Kayabalı, 2003; Freze ve Cherry, 1979).

Yeraltı suyunda genellikle rapor edilen NO_3^- konsantrasyon değer aralığı sadece çözünürlük ile sınırlı değildir. Bu sebepten ve de anyon formundan dolayı, NO_3^- yeraltı suyunda çok hareketlidir. NO_3^-, çözünmüş azotun kuvvetli şekilde oksitleyici olan yeraltı suyundaki duyarlı formudur. Yeraltı suyunda bir dönüşüme uğramadan ve çok az ya da sıfır gecikme ile hareket eder. İleri derecede geçirgen çökeller veya çatlaklı kaya içindeki sığ yeraltı suyu genellikle bolca çözünmüş O_2 ihtiva eder. NO_3^- 'ın girdi alanlarından büyük mesafelere göç ettiği alanlar bu hidrojeolojik ortamlarda yer alır (Kayabalı, 2003).

Yeraltı suyunun redoks potansiyelindeki bir azalım bazen, NO_3^-'ın N_2O veya N_2'ye dönüştüğü bir süreç olan azot tüketmeye neden olabilir. Su kalitesi açısından bakıldığında, azot tüketme yeraltı suyunda arzu edilen bir süreçtir. Tersinir bir termodinamik ile tanımlanan ideal bir sistemde azot tüketme, pH=7 ve 25 °C şartlarında suda p*E* cinsinden yaklaşık 4,2 redoks potansiyelinde oluşur. Suda bu redoks potansiyelinde çözünmüş O_2 yoktur (yani ölçülme sınırı altındadır). NO_3^- bu durumda N_2O'ya indirgenir ve redoks potansiyelinin daha da azalmasıyla N_2O da N_2'ye indirgenir. Suyun doymamış zona hareket etmesi halinde N_2O veya N_2'nin bir kısmı gaz şeklinde kaçarak zemin havasına karışır.

Azot tüketme laboratuvarda ve arazideki toprak sistemleri üzerinde yapılan çok sayıdaki araştırmada gözlenen bir süreçtir. Belirli bir organik madde kaynağı ve bol miktarda NO_3^- mevcut olduğunda topraktaki bakteri sistemleri büyük miktarlardaki NO_3^- azot tüketme sürecine maruz bırakabilir. Ancak, yeraltı suyu kuşağındaki azot tüketme süreci hakkında çok şey bilinmemektedir. Yeraltı suyu kuşağında organik maddenin uygun türlerinin veya miktarının eksikliği azot tüketici bakterilerin yeraltı suyunda büyümesini genellikle önlemektedir. Bu durum, redoks sistemi indirgeyici şartlara doğru değişmişse (gelişmişse) azot tüketme hızını sınırlar. Ancak, yeraltı suyu genellikle düşük hızlarda aktığından, yavaş gelişen bir azot tüketme yeraltı ortamının nitrat bütçesi bakımından önemli olabilir (Kayabalı, 2003; Freze ve Cherry, 1979).

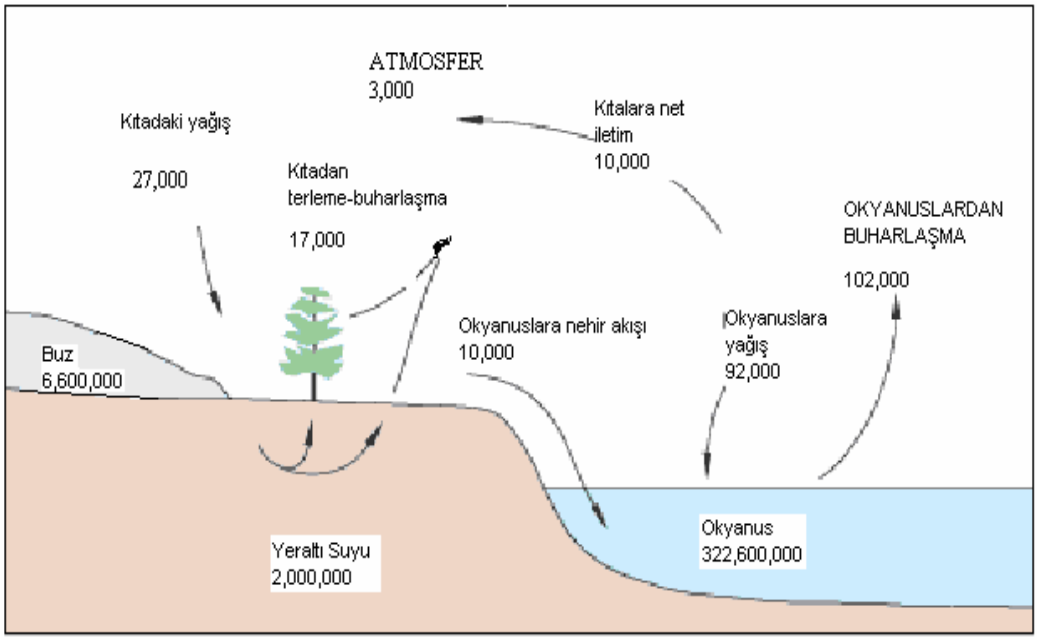
2.3. Hidrolojik Döngü ve Yüzeysel ile Yeraltı Suyu Etkileşimi

Hidrolojik döngünün içerisinde yer alan yeryüzeyinin üzerindeki sular yüzeysel su olarak tanımlanır ki bu sular okyanuslar, koylar, körfezler kadar sulak alanlar, göller, akarsu, dere, çay, ırmak vs.dir. Yüzeysel sular kar ve buz gibi suyun katı formlarını da içerir. Yeryüzünün (zeminin) altındaki sular birincil olarak yeraltı sularıdır, fakat bu sular aynı zamanda topraktaki suyu da içerir (Winter vd., 2005).

Hidrolojik döngü ile azot döngüsünün ilişkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için hidrolojik döngüde yüzeysel ve yeraltı suyu etkileşimini incelemek gerekir. Hidrolojik döngü çoğunlukla sadece okyanuslar ve anakaralar (kıtalar) arasındaki temel (ana) geçişleri gösteren çok basit bir diyagram ile tarif edilir (Şekil 2.3). Şeklin sol tarafında doğal koşullar altında yeraltı suyunun hidrolojik döngüsü gösterilmiştir.

Yağış süzüldüğünde doygun veya geçirimsiz bir yüzeye düşmediyse infiltrasyon yoluyla toprağın içerisine taşınır. Topraktaki suyun bir kısmı evaporasyon yoluyla atmosfere geri döner. Toprakta kalan su (bakiye) (yağış – evapotranspirasyon = yağışın verimi) permeabilitesi düşük olan alanlarda toprak üzerinden akar veya doygun olmayan bölge boyunca sızma yoluyla yeraltı suyuna yeniden dolar. Yeraltı suyu nehir yatakları içerisine sızar, yüzeye çıkarak boşalır veya akifer boyunca akar (Winter vd., 2005).

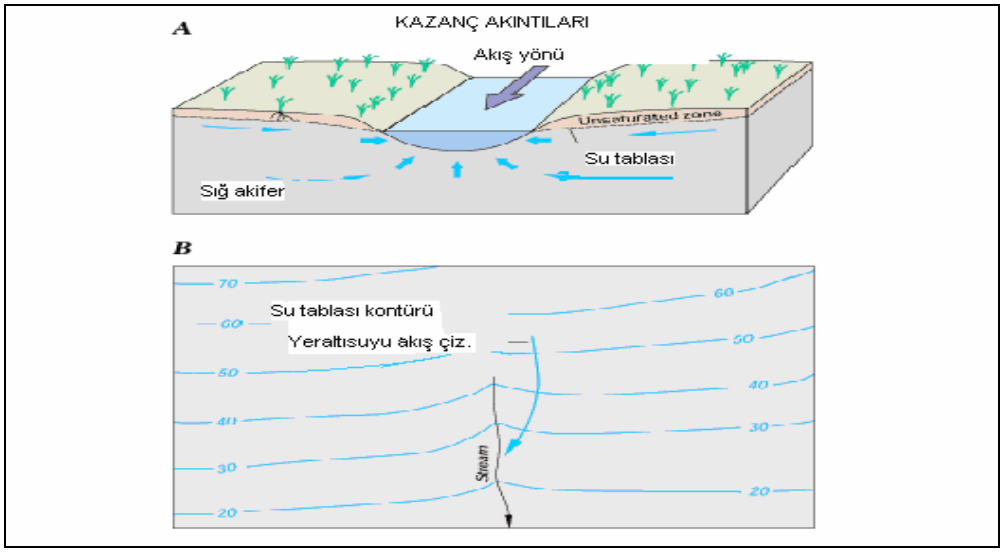
Kar ve yağmur neredeyse her yerde hidrolojik döngüde tüm tatlı suların temel kaynağıdır fakat yeryüzünde yağışların dağılımı oldukça değişkenlik gösterir. Benzer olarak, her yerde suyun neredeyse tamamı buharlaşma ve terleme yoluyla atmosfere geri dönmesine rağmen atmosferik koşullara bağlı olarak buharlaşma ve terleme oranları oldukça farklılık gösterir. Hidrolojik döngünün bireysel bileşenlerinin relatif büyüklüğü, buharlaşma-terleme olarak, orman alanına yakın bir noktada ve bir tarımsal alan arasında küçük değerlendirmelerde bile çok önemli farklılıklar gösterir. Bununla birlikte, su kaynakları yönetimi ve hidrolojik proseslerin anlaşılması için, pek çok farklı zaman ve yerde ve geniş bir değerlendirme aralığında hidrolojik döngü gereklilikleri tetkik edilmelidir (Winter vd., 2005)



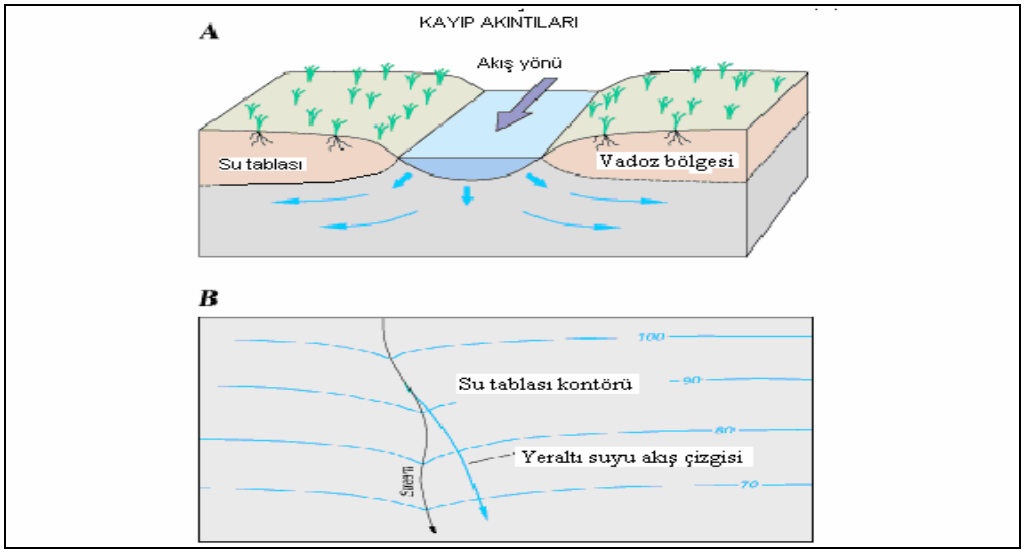
Şekil 2.3. Hidrolojik Döngü. (Schelesinger, 1991)

Akarsu, dere, çay, ırmak vb. akıntılar yer şekillerinin tümünde yeraltı suyu ile etkileşimdedir. Bu etkileşimde üç basit yol vardır: yüzey suyu yatağı boyunca yeraltı sularının içeriye akıştan dolayı suyunun artması (akıntının artması, Şekil 2.4.A), yüzey suyu yatağı boyunca dışarıya akıştan dolayı yeraltı sularından suyun kaybı (akıntının azalması, Şekil 2.5.A) veya bunların her ikisi birden gerçekleşmesi, yani yeraltı suyunda bazı alanlarda artışlar, diğer alanlarda kayıpların olmasıdır (Winter vd., 2005).

Bir yüzey suyu kanalı içerisine yeraltı suyunun boşalımı için, yüzey suyu civarındaki su tablasının yüksekliği yüzey suyu akıntısının yüksekliğinden daha fazla olmalıdır. Aksine, yüzey suyunun yeraltı suyuna sızması durumu (besleme) için, yüzey suyu civarındaki su tablasının yüksekliği yüzey suyu akıntısının yüksekliğinden daha düşük olmalıdır. Su tablasının yüksekliğinin düzey çizgisi, akıntının alt kısmındaki noktalarda kazanılan akımları (Şekil 2.4.B) ve akıntının yakınında mevcut olan akımın üst kısmındaki noktalarda kaybedilen akımları gösterir (Şekil 2.5.B).



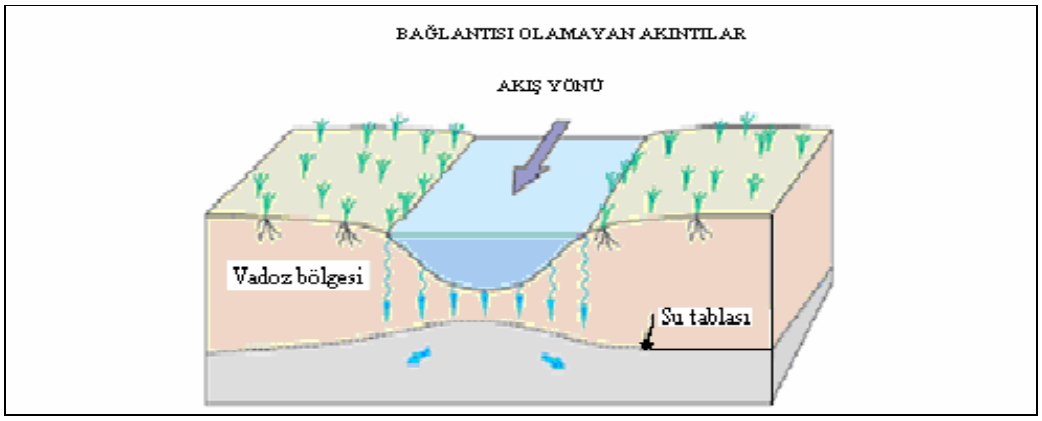
Şekil 2.4. Nehirin yeraltı suyu tarafından beslenmesi: Artan akımlar yeraltı suyu sistemlerinden su alır (A). Bu akımın çizildiği yerde akımın üst kısmındaki düzey çizgisi haritaları yoluyla su tablası haritalarından tayin edilebilir (B) (Winter vd., 2005).



Şekil 2.5. Yeraltı suyunun nehir tarafından beslenmesi: Azalan akımlar yeraltı suyu sistemine su verir (A). Bu akımın çizildiği yerde akımın aşağı kısmındaki düzey çizgisi noktaları yoluyla su tablası haritalarından tayin edilebilir (B) (Winter vd., 2005)

Yeraltı suyunun oldukça sığ olması durumlarında yüzeysel su kaynağından gerçekleşen kayıplar doğrudan doygun bölge içerine gerçekleşebilir (Şekil 2.5.A).

Yeraltı suyu seviyesinin çok düşmesi durumlarında ise yüzeysel su kaynağından gerçekleşen kayıplar doygun olmayan (vadoz) bölge içerisinden süzülerek yeraltı suyuna ulaşabilir (Şekil 2.6).

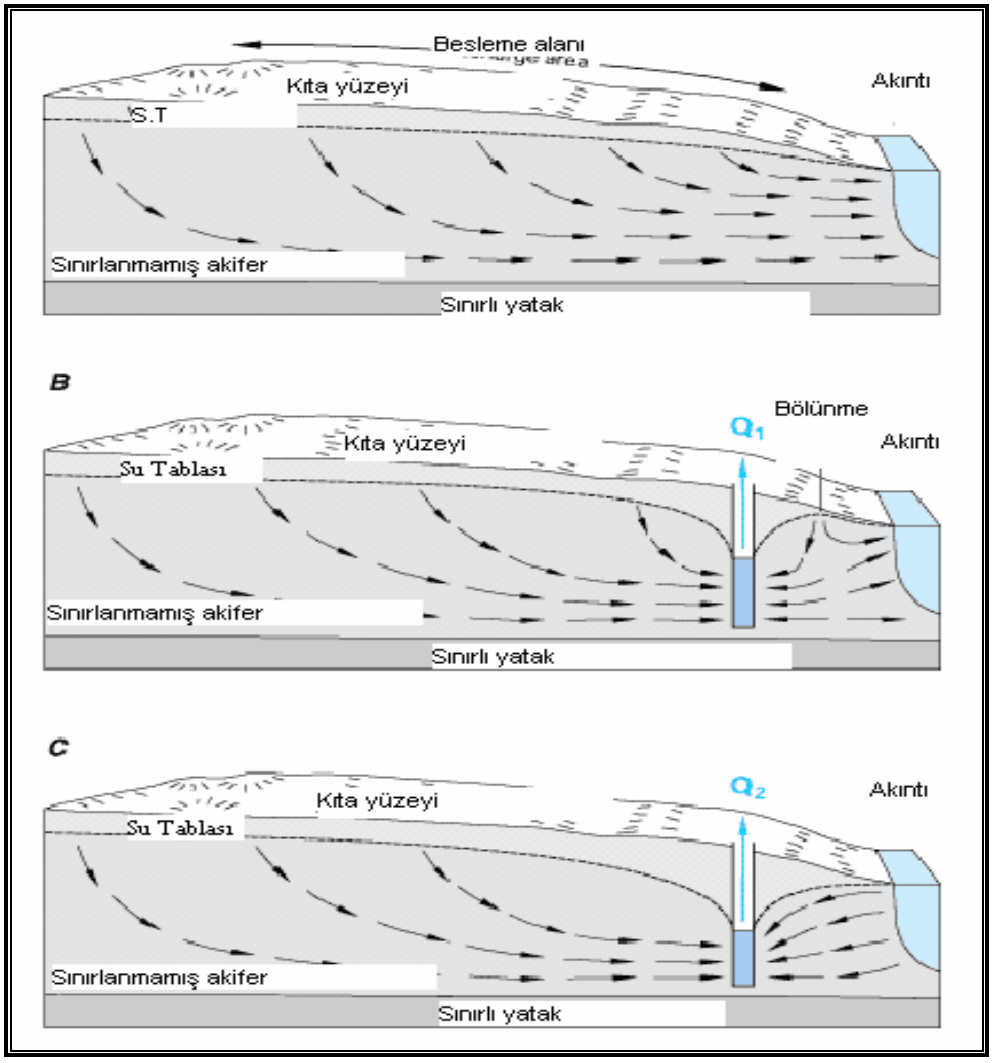


Şekil 2.6. Yeraltı suyunun nehir tarafından bağlantılı olmayan akıntılar ile beslenmesi (Winter vd., 2005)

Bazı çevrelerde, yüzey suyu akışında kazanç veya kayıplar olabilir. Bu olay akıntının yeraltı suyundan daima su alması veya yeraltı suyuna daima su vermesi şeklinde olur. Bununla birlikte, bazı çevrelerde, akış yönü yüzey suyu boyunca çok fazla değişebilir; bazı alanlar yeraltı suyunu alır ve diğer alanlar yeraltı suyuna suyu verir. Ayrıca, akış yönü yüzey suyu birikiminin yakınında yoğun besleme nedeniyle münferit artışın bir sonucu olarak oldukça kısa bir zaman çerçevesinde değişebilir, bu da geçici taşkın kanallardan aşağı hareket ederek pik yapabilir veya yüzey suyu tarafındaki vejetasyon nedeniyle yeraltı suyunun terlemesine neden olabilir (Winter vd., 2005). Suyun kazanıldığı ve kaybedildiği durumlarda yüzey suyu akış yönündeki değişimler yüzey suyu yakınında pompa yardımıyla çekilen yeraltı suları nedeniyle olabilir (Winter vd., 2005).

2.3.1. Yeraltı Sularının Çekilmesinin Yüzeysel ile Yeraltı Suyu Etkileşimine Etkisine

Yüzeysel su yapılarıyla direkt bağlantılı olan sığ akiferlerden suların çekilmesinin, söz konusu su yapıları arasındaki su hareketi üzerinde önemli bir etkiye yol açmaktadır (Winter vd., 2005).



Şekil 2.7: Yeraltı suyu tarafından beslenen bir yüzeysel su kaynağının doğal koşullar altında hidrolojik durumun şematik gösterimi (A), yüzeysel su kaynağının yakınında açılmış bir kuyudan kısmen daha düşük oranda suyun çekilmesi sonucunda akıntının kısmen engellenmesi (B), Kuyudan daha yüksek oranda suyun pompalanması (Q2) sonucunda yüzeysel su kaynağındaki beslenme durumunun değişmesi (C)

Tekil bir kuyuda veya küçük bir grup kuyuda pompalamanın etkileri lokaldir. Bununla birlikte, geniş bir alan üzerinde bir akiferden birçok kuyudan suyun çekilmesinin etkisi bölgesel olacaktır (Winter vd., 2005).

Kamu ve evsel, sulama ve evsel kullanım amaçları için sığ akiferlerden suyun çekilmesi yaygındır. Yüzeysel su yapıları yakınındaki sığ akiferlerden çekilen sular, yeraltı suyu akışı tutulması nedeniyle yüzeysel su yapısına mevcut su sağlamayı azaltabilir.

Birbirini besleme durumunun bulunduğu su yapılarında, sığ bir akiferden kuyu aracılığı ile çekilen su da yapılacak analizler neticesinde beslenmenin hangi yönde gerçekleştiğini, kısaca akıntının yeraltı suyundan yüzeysel kaynağa doğru veya yüzeysel kaynaktan yeraltı suyuna doğru olduğunu anlamak mümkündür. Ayrıca, iki su yapısı arasındaki akış yönündeki değişimler kirliliğin taşınımını etkilemektedir (Winter vd., 2005).

Sığ bir akiferde pompaj ile yapılacak su çekiminin yüzeysel su kaynağının beslenme durumunu nasıl etkileyeceği Şekil 2.7'de görülmektedir. Düşük oranlarda kuyudan su çekiminin (Q1) yeraltı suyu ile yüzeysel su kaynakları arasındaki akıntı yönünü etkilemeyebileceği gibi (Şekil 2.7.B) oranların yükselmesi (Q2) durumlarında yüzeysel su kaynağının da su kaybetmesi mümkündür (Şekil 2.7.C). Söz konusu hususların her iki su kaynağının kalitesini etkileyebileceği belirtilmelidir. Bununla birlikte, derin akiferlerin kalitelerinin etkilenmesi sığ akiferlere göre kıyaslandığında daha az olacağı vurgulanmalıdır.

2.3.2. Yüzeysel ve Yeraltı Suyu Etkileşimi ve Nitrat Taşınımına Etkisi

Azot ve su bütün organizmalar için hayati önem taşımakta olup, hidrolojik döngü ile azot döngüsünün bileşenleri arasında bir ilişki söz konusudur. Hidrolojik döngü, yeryüzünün üzerindeki ve altındaki suların hareketini tanımlarken azot döngüsü de azotun atmosfer- su ve toprak arasında ne şekilde yer ve form değiştirdiğini anlatır.

Sular hidrolojik döngü içerisinde hareket ederken doğal faktörler ve/veya antropojenik etkilerle azot ve azot bileşikleri bu döngüye dahil olur ve ortamın özelliğine göre bu bileşikler form kazanır.

Yeraltı suyu – yüzeysel su arasındaki etkileşim süregelirken akışın durumuna ve ortam koşullarına bağlı olarak yüzeysel suda bulunan azot bileşikleri yeraltı suyuna, yeraltı suyunda bulunan azot bileşikleri de yüzeysel suya taşınabilir ve bu taşınım esnasında azot form değiştirerek çeşitli formlarda bulunabilir.

Yüksek kirlilik taşıyan sulara sahip uzun kanallar veya nehirler yoluyla akiferlerin kirlenmesi birçok yerde tanımlanmaktadır (BGS and MoPH, 1994; Kaçaroğlu ve Gunay, 1997). Bununla birlikte özellikle tarımsal faaliyetler sonucu kirlenmiş yeraltı sularının besledikleri nehir, deniz vs gibi yüzeysel kaynakları kirletmeleri de mümkündür. Bununla birlikte yüzeysel su yatağının azotlu bileşiklerin taşınımı ve dönüşümü üzerinde önemli etkileri bulunduğu bilinmektedir. Örneğin, Thames havzasında olduğu gibi kirliliğe bir engel gibi davranabilen yüzey suyu yatağı sedimeni ve nehir suyu sızıntısı boyunca nitrat konsantrasyonu azalabilir (Younger vd., 1993).

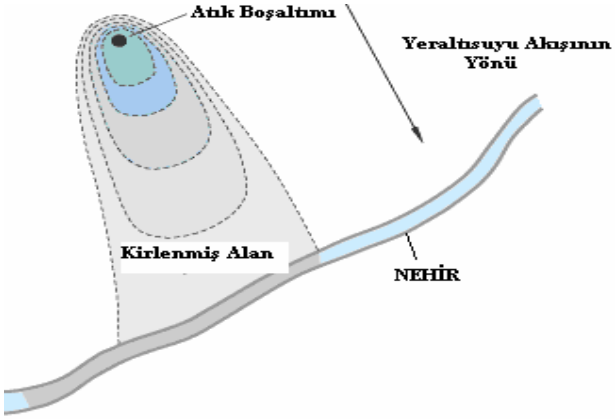
2.4. Kirletici Olarak Azotlu Bileşiklerin Kaynakları

Kirleticiler, doğal proseslerin bir sonucu olarak veya insan aktiviteleri ile ilgili dağılma ve yerini değiştirme mekanizmaları yoluyla havada veya suda mevcut olabilir (Winter vd., 2005). Doğal prosesler, daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi biyolojik ayrışma ile yağmur suları yoluyla azotun atmosferik formlarının doğal reaksiyonlarını, nitrat ve amonyum iyonlarının teşekkülünü kapsar. Böylece, nitrat, azot döngüsünün doğal proseslerine bağlı olarak mevcut olan bir azotlu bileşik olurken, antropojenik kaynaklar da nitrat konsantrasyonunu büyük oranda arttırır. Yaygın antropojenik kaynaklar evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, septik tanklar, çayırlara (otlaklara) azot yönünden zengin gübrelerin uygulanması ve tarımsal proseslerdir.

2.4.1. Kaynak Tipleri

Kaynaklar doğal ve antropojenik olarak sınıflandırılabildiği gibi kirleticilerin çevreye veriliş şekline bağlı olarak noktasal ve noktasal olmayan yayılı kaynaklar olarak da ayrılabilmektedir. Noktasal bir kaynaktan kirleticiler ya göreceli olarak küçük bir alan boyunca yüzeysel suya veya yeraltı suyuna ya da bir su yapısı hacmine boşalır (Şekil 2.8). Noktasal kaynaklara evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, gazolin

depolama tankları, endüstriyel alanlar, çöp ve kimyasal atık depolama alanlarından gerçekleşen sızıntılar örnek olarak verilebilir (Winter vd., 2005).



Şekil 2.8: Bir noktasal kaynaktan kirliliğin yeraltı suyu yoluyla taşınımı yeraltı suyunun kirliliğinin yaygın olması yüzeysel suların kirlenmesine neden olabilir (Winter vd., 2005).

Noktasal olmayan kirletici kaynaklar ise noktasal kaynaklar ile karşılaştırıldığında daha geniş alanlarda çevre kirliliğine neden olabilen ve oldukça geniş alanları etkileyebilen kaynaklardır. Örneğin tarımsal alanlarda pestisit ve gübrelerin geniş alanlara aşırı miktarda ve zamansız uygulanması çevreye bu pestisit ve gübrelerin salıverilmesine neden olabilir. Diğer bir örnek, kombine kanalizasyon sistemine sahip olmayıp bireysel septik tanklara sahip olan kentsel alanlardan daha küçük yerleşim yerlerindeki evlerdir. Lokal skalada, her bir septik tank sığ yeraltı suyunu kirleten noktasal bir kaynak olarak düşünülürken bölgesel skalada kentsel alanlardan daha küçük yerleşimlerdeki bütün septik tanklardan yeraltı suyunun birleştirilmiş olarak kirlenmesi noktasal olmayan bir kirletici kaynak olarak düşünülür (Winter vd., 2005).

Yukarıdaki bölümlerde ifade edildiği üzere azot birçok farklı şekilde form alır. Azot, döngü içerisinde ortam şartlarına göre bu formlar arasında sürekli değişime uğrar. Azotun bu formlarının temel kaynakları, bu formların kullanım alanları ve etkileri kısaca Tablo 2.2' de verilmiştir.

Tablo 2.2. Farklı formlarda bulunan azotun temel kaynakları, kullanım alanları ve etkileri (Information Note FWR-WFD 16/1).

Formu	Kaynak	Kullanımı	Etkisi
Azot(azot) N_2 (gaz)	Atmosfer	Gübre üretimi, dondurucu (soğutucu), patlayıcı özelliği olmayan madde, elektronik üretimi, petrol endüstrisinin kuyularda oluşturduğu baskı	Direkt değil- Etkisiz
Amonyak NH_3 (gaz)	Hayvan atıkları, Gübrelenmiş topraklar, kompostlama, katı atık depolama alanları,	Temizlik ürünleri, nitrik asit üretimi	Toprak asidifikasyonu, sularda ötrofikasyon (alg büyümesi)
Amonyum NH_4^+	Topraktaki organik maddelerin bozulması (parçalanması),atıksu arıtımı, hayvan atıkları	Gübrelerin bileşenleri, bitki besi maddeleri, (Bitkiler tercihen nitratı kullanır)	Toprak asidifikasyonu, sularda ötrifikasyon
Nitrat NO_3^-	Hayvani atıklar, kanalizasyon suları, gübreler	Azotun bitkiler tarafından kullanılan temel formu	Nehirler ve göllerde ötrifikasyon. İçmesuyu limitlerinin aşılması
Nitrit NO_2^-	Amonyumun nitrifikasyonla nitrata dönüşümünde bir ara üründür kısa süreli ömrü vardır.		Bitkiler için toksik
Azot oksit N_2O (gaz)	Karayolu ulaşımı, güç üretimi, endüstriler, kanalizasyon arıtımı, hayvani atıklar, topraktaki denitrifikasyon	Anestezik, besin depolanmasında antioksidan olarak, roket yakıtı	Sera gazı, yer seviyesindeki ozonun habercisi, yer seviyesine çökmesi asidifikasyona ve ötrofikasyona neden olur.

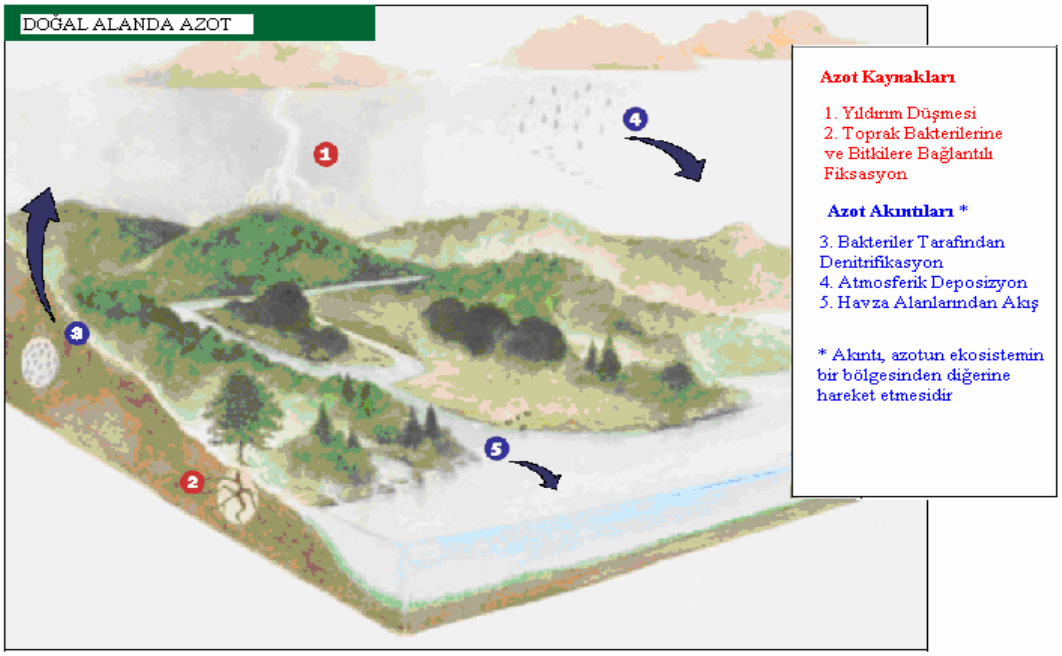
2.4.1.1. Doğal Kaynaklar

Doğal azot yükleri bu ortamlarda bulunan organik maddelerin mikroorganizmaların ayrıştırması sonucu sağladığı, yağışların getirdiği azot bileşiklerden oluşur (Şekil 2.9). Bunun ötesinde yüzey akışıyla sulara karışan azot bileşikleri de doğal azot yükünün önemli bir bileşenini oluşturur.

Topraktaki organik maddeler azotun bir kaynağıdır. Wisconsin topraklarının çoğundaki ürün katmanı 500-5.000 pound/N.acre içerir (Bundy vd., 1914). Bununla birlikte, bitkiler amonifikasyon geçirene kadar organik maddelerdeki azotu kullanamazlar. Mikroorganizmaların amonyuma (NH_4^+) dönüştürdüğü organik maddeler (ürün kalıntılarını, insan ve hayvan atıklarını) ve azotu bitkiler kökleri yoluyla absorblarlar. Topraktan gelen azot yükleri konusunda genel geçerliliği olan değerler vermek oldukça güçtür. Söz konusu yükler bir çok faktörün yanı sıra zemin cinsi, iklim ve bitki örtüsü tarafından farklı şekillerde etkilenmekte olup amonyum olarak 0,1-2,0 gN/m^3, nitrit olarak 0,01-0,1 gN/m^3 ve nitrat olarak 0,8-7,0 gN/m^3 gibi farklı sınırlar arasında değişmektedir. Azot yüklerinin belirlenmesinde kaynaklar noktasal ve yayılı olarak iki grupta sınıflandırılır (Uslu ve Türkman, 1987).

Azotun biyolojik olarak bağlanması (fiksasyon) bazı bölgeler için tarımda kullanılabilir azotun önemli bir kaynağıdır. Fiksasyon, azot gazını amonyuma dönüştüren bitkiler ve mikroorganizmaların hüneridir. Göllerde ve nehirlerdeki bazı algler bazı bakterilerin de yaptığı gibi azotu sabitler. Tarımda, soya fasulyesi ve yonca gibi baklagiller rhizobia olarak isimlendirilen özel bir toprak bakterisinin yardımıyla atmosferik azotu sabitlerler.

Diğer bir kaynak yağış sularıdır. Antropojen etkilerden uzak bölgelerdeki yağış sularının getirdiği azot yüklerine 0,2 g/m^3 toplam azot (İsveç'te yağış sularında ölçülmüştür) ve 0,18 g/m^3 toplam azot (Sierra Nevada, ABD'de kar ölçümleri) örnek verilebilir (Uslu ve Türkman, 1987). Wisconsin için olan veriler temel olarak nitrat ve amonyum formunda 10 lb.N/acre.yıl azotun yağışta mevcut olduğunu göstermiştir. Bu durum tarımda önemsiz olmasına rağmen orman ve göller gibi çiftlik olmayan alanlarda azotun temel kaynağıdır (Bundy vd., 1914).



Şekil 2.9. Doğal alanlarda azot kaynakları ve azot akıntıları (Driscoll vd., 2003).

2.4.1.2. Antropojenik Kaynaklar

Doğal kaynaklar çoğunlukla yayılı kaynak tipinde olmakla birlikte antropojen kaynaklar noktasal kaynak biçiminde de olabilmektedir. Yayılı kaynakların en başında gübreleme, hayvancılık, sulama vs gibi tarımsal faaliyetler gelirken, tarımsal olmayan yayılı kaynaklara septik tanklar, kanalizasyon vs örnek verilebilir. Noktasal kaynakların başında ise endüstriyel faaliyetler, düzensiz depolama sahaları, büyük ölçekli hayvan çiftlikleri bulunur (Şekil 2.10).

Tarımsal Kaynaklar

Tarımdaki azotun temel kaynakları ticari gübreler, hayvan çiftliği atıkları ve organik formlara dönüştürülebilen ve havadaki azotu sabitleyebilen yonca gibi baklagil türü bitkilerin kalıntılarıdır. Modern tarımsal üretimin vazgeçilmez unsurlarından olan ticari gübreler çeşitli formlarda maksimum ürün üretmek üzere oldukça fazla sayıdaki çiftçi tarafından toprağa besi maddesinin yeniden kazandırılması amacıyla uygulanmaktadır. Verilen gübre içerisindeki bulunuş biçimine bağlı olarak organik azot, amonyum veya nitrat şeklinde açığa çıkar.

Nitrat, amonyum iyonlarına kıyasla toprakta daha güç bağlanabilmesi nedeniyle yağış ve sulama sonucunda su ortamlara yüzeysel akış veya sızıntı yolarıyla ulaşır. Nitrat problemleri çoğunlukla çiftçilerin alanlarına azotlu gübreyi uyguladıkları bahar aylarında artış gösterir. Doğal gübrelerin kullanılması halinde de toprak bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucunda nitrat iyonları oluşacağından zaman içinde bunların yıkanması söz konusudur. Tarımsal arazinin drenajı ile oluşan nitrat yükü çeşitli faktörlere bağımlıdır. Bunların en önemlileri;

-Bitkilerin cinsi, besi maddesi gereksinimi ve gelişme süresi

-Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, toprak nemi ve yeraltı suyu hareketleri

-Gübrenin cinsi, miktarı ve zaman içindeki dağılımı

-Yağış miktarı ve zaman içindeki dağılımları

-Arazinin topoğrafyasıdır.

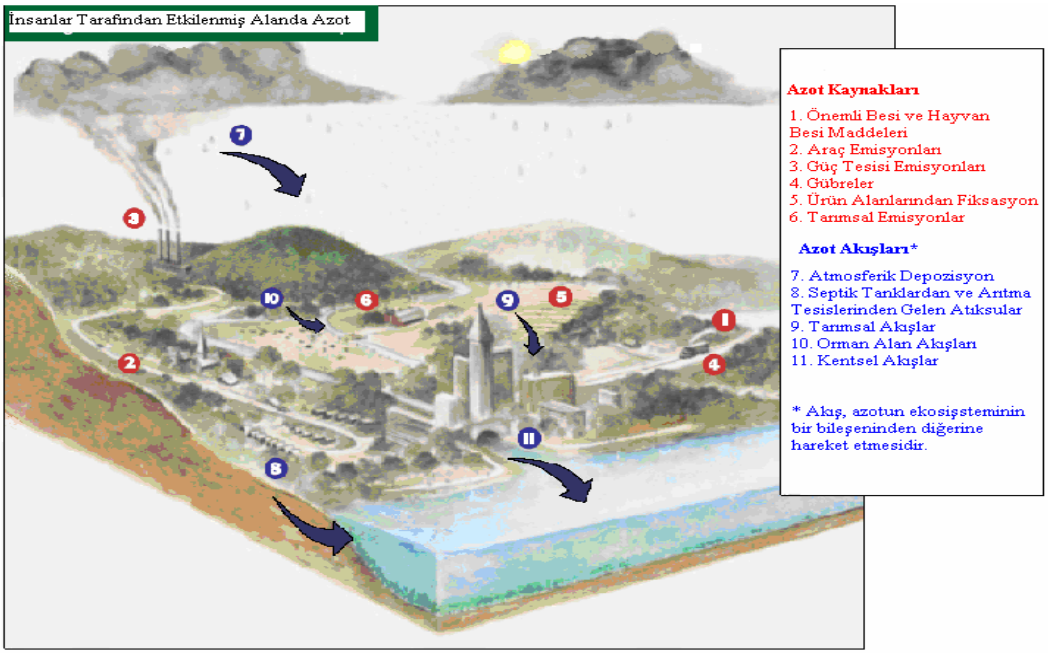
Yukarıdaki faktörlerin çeşitliliği, tarımsal kaynaklardan gelen azot yüklerinin de miktarının saptanmasında genel kuralların geçerli olamayacağını göstermektedir. Kaynaklarda verilen değerler tarım alanları için 1-150 kgN/ha-yıl, meralar için 1-50 kgN/ha-yıl arasında değişmektedir. Bu verilerin istatistiksel analizi tarlalar için 35, meralar için 8, ormanlar için 15kg N/ha-yıl ortalama değerlerini vermektedir (Uslu ve Türkman, 1987).

Çiftliklerdeki kapalı alanlarda ve çayırlarda yaşayan hayvanlar ürettikleri idrar ve dışkı (tezek), bakteri, potasyum ve nitrat olarak kirleticilerin potansiyel bir kaynağını meydana getirir. Örneğin Wisconsin'de her yıl üretilen hayvani gübreler yaklaşık olarak 300.000 t/toplam azot içermektedir (Bundy vd., 1914). Hayvanlar tarafından üretilen idrar ve dışkının açık alanlarda veya kötü dizayn edilmiş hayvani gübre depolama çukurlarında, lagünler ve depolama tanklarında biriktirilmesi esnasında oluşan sızıntı özellikle yeraltı suyundaki nitrata önemli oranda katkıda bulunur.

Çatlaklı kayaların üzerinde zayıf veya kumlu topraklar yer aldığında ahır depolarından sızan azotun aerobik ve poroz ortamda hızlıca yeraltı suyuna sızdığı düşünülebilir. Söz konusu durumlar, gelişmiş ülkelerden çok gelişmekte olan ülkelerde yeraltı suyuna nitratın karışmasında önemli bir kaynak olabilmektedir. Benzer nedenlerden dolayı, hayvan otlatılan çayırlarda, küçük otlaklarda hayvan

atıkları konsantre olarak yeraltı suyu kirlenmesi için bir potansiyele neden olur (Halberg ve Keeney, 1993).

Yağış ile birlikte bilinçsiz sulamanın da su kaynaklarında nitrat kirliliği riskini arttırdığı, yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarının aynı koşulları taşıyan sulamanın yapıldığı yerde kuru tarımın yapıldığı yerden daha büyük olduğu bilinmektedir (Burkart ve Kolpin, 1993).



Şekil 2.10. İnsanlar Tarafından Etkilenmiş Alanda azot kaynakları ve azot akıntıları (Driscoll vd., 2003).

Tarımsal arazinin drenajı ile oluşan nitrat yükünün, yağış vs gibi hususların dışında bitkilerin cinsi, besi maddesi gereksinimi ve büyüme süresi ile yakından ilgili olduğu daha önce belirtilmişti. Mısır ve patates gibi yüksek azot ihtiyacı olan ürünler ile yonca gibi derinlere kök salmış ürünler nitratı uzaklaştırabilir, nitratın bu toprakta biriktirilmesini önler ve sızma potansiyelini azaltır.

Bitkiler gibi mikroorganizmalar da nitratı amonyum gibi kolayca kullanırlar. Mikroorganizmaların büyümeleri için gerekli azotu kullanmaları prosesi immobilizasyon prosesi olarak isimlendirilir. Bununla birlikte denitrifikasyonun da özellikle sıcakta, az oksijenin ve yüzey toprağının ıslak olduğu yerde nitratın azot gazına (N_2) ye dönüşmesi nedeniyle nitrata yönelik bir azalmayı sağlayacağı açıktır.

Kanalizasyon Şebekeleri ve Septik Tanklar

Tarımsal olmayan yayılı kaynakların başında kanalizasyon şebekeleri ve septik tanklar gelmektedir. Kanalizasyon borularından hasar görme, depremler veya göçüklerle yıllar boyunca uygunsuz yapılanmalar ve bozulmalar nedeniyle sızmalar olur. Kanalizasyon sisteminden sızıntı, kanalizasyon sistemi su tablası üzerinde yer alıyorsa meydana gelir. Almanya'da yüzeyin hemen altında zarar görmüş kanalizasyondan sızan atıksuların miktarı yaklaşık olarak 100 Mm^3/yıl dır (Eiswirth vd., 2000). Kanalizasyondan meydana gelen sızıntılar yeraltı sularındaki organik, inorganik veya bakteriyel kirleticilere katkıda bulunmaktadır.

Diğer yandan, evsel atıksuların kaynağından direkt deşarjı fosseptik tankı ve hela çukurlarına olmaktadır. Amerika'da oluşan kanalizasyon sularının tahmini olarak üçte biri septik tanklar yoluyla bertaraf edilmektedir (Harman vd. 1996). Septik tanklar Avusturalya ve Kanada gibi diğer ülkelerde de mevcut bir uygulamadır. Bunun tersine, İngiltere'de nüfusun sadece % 5'i ana kanalizasyona bağlı değildir ve bunların çoğu septik tank sistemlerine sahiptir (Payne ve Butler, 1993).

Tipik bir septik tank sisteminden akan akıntıdaki toplam azot konsantrasyonu 25-60 mg/lt aralığında olup bu toplamın büyük bir kısmı amonyaktır. Amonyak olarak 20-55 mg/lt ve nitrat olarak 1 mg/lt den daha azdır (Canter, 1997). Akıntılardaki amonyum iyonları nitrata okside olabilir toprak yüzeyinin altındaki septik tanklara absorpsiyon ile iletebilir ve nihai olarak yeraltı suyuna ulaşabilir (Wakida ve Lerner, 2004).

Ön arıtım olmaksızın atıkların deşarjı nedeniyle hela çukurlarının kullanımı yeraltı suyunun kalitesinde büyük bir tehdittir. İnsan dışkısı kişi başı 5 kgN/yıl civarında azot içerir (Lewis vd., 1980). Yeraltı suyunu kirlenmeye karşı emniyet altına almak için minimum 0,4-0,6 ha boyutlarında hela çukurlarına ihtiyaç duyulur (Bicki ve Brown, 1991). Septik tanklar nedeniyle yeraltı suyunun kirlilik açısından tehlikeye girmesine neden olan diğer faktörler uygunsuz dizayn, yetersiz bakım ve su tablasının derinliğidir (Yates, 1985).

Kentsel Gübre Kullanımı (Bahçeler, rekreasyon çim alanları ve evsel bahçecilik)

Sebze yetiştiriciliği için kentsel alanlar bahçeler ve çimenlik alanlara uygulanan gübrelerden sızan nitrat yeraltı suyunda bulunan nitratın önemli bir kaynağı olabilmektedir. Bahçelerdeki gübre kullanımı, yerleşik çim alanlar ve rekreasyonel çim alanlar (golf alanları gibi) kentsel akiferler de nitratın kaynaklarından biri olarak tanımlanır (Sharma vd., 1996; Katzet vd., 1980; Wang vd., 1988). Almanya'da kırsal bir toplulukta yapılan çalışmada araştırmacılar toplam çalışma alanının sadece % 3,5 ini kapsayan ev bahçelerinden sızan azotun toplam azotun % 27 sini oluşturduğunu bulmuşlardır (Kliebsch vd., 1998). Toprağa uygulanan gübreden nitratın sızması sulamaya, yağışa, zamana, hıza, N kaynaklarına ve toprağın tekstürüne büyük oranda bağlıdır (Petrovic, 1990).

Kentsel besin üretimi dünyada artış göstermektedir ve buna paralel olarak çoğu şehirlerde alanın büyük kısmı sebze bahçesi olarak kullanılmaktadır. Örneğin, New York'da 1000 den fazla bahçe olup Berlin 80.000 bahçeye sahiptir (Anonymous, 1996). Şehirlerde sebze yetiştiriciliği çoğu gelişen ülkede çok yaygın bir aktivitedir. Lusaka'da (Zambia'nın başkenti) düşük gelirli ailelerin neredeyse % 60'ı yiyeceklerini kendi bahçelerinde yetiştirmektedir (Sanyal, 1985).

Bu arada, Zimbabwe, Harrare'da şehir alanının % 16'sı kentsel tarıma tahsis edilmiş olup bu alanlarda bahçe sulamasının yeraltı suyuna etkileri tanımlanmıştır (Anonymous, 2004; Pionke vd., 1990). Bu çalışmalar sonucunda, ana katmanın altındaki drenaj suyunda 71-209 mg/lt ve sığ yeraltı suyunda 9-80 mg/lt azot konsantrasyonu bulunmuştur (Thompson vd., 2002). Taban akiferinde yüksek kirlilik potansiyeli gösteren bahçıvanlık seralarında 60 cm derinlikte 527 kgN/ha toprak mineralinin anlamlı bir değeri bulunmuştur. Dünyadaki evsel bahçecilikten kaynaklanan azot yükünün oldukça çeşitli olma olasılığı vardır. Bunlar bu aktiviteler için kullanılan alana ve yönetim uygulamalarına bağlıdır. Temelde literatürü gözden geçirdiğimizde, kentsel tarımda kullanılan gübreler büyük olasılıkla gelişen ülkelerde bazı hızlı büyüyen şehirlerde yeraltı suyuna önemli bir azot kaynağı olabilecektir.

Atmosferik Depozisyon

Atmosferde azot emisyonları okside olmuş ve indirgenmiş formlar olarak bulunabilmektedir. Okside olmuş formlar, yoğun hammadde yetiştirme ve tarımdan temel alan indirgenmiş türler (amonyak) ve çoğunlukla araba motorları ve endüstrisi yoluyla oluşmaktadır (Wakida ve Lerner, 2004).

Atmosferik depozisyon, kentsel havzalardan boşalan "sel suları" ile ilişkili ağır metaller ve nütrientlere ortalama % 40-50 katkıda bulunabilir (Ellis,1986). İngiltere'de Çevre Departmanı azot çöküntülerini ve emisyonlarını rakamlarla ifade etmiştir. En yüksek miktarda yağış alan bölgelerde çöküntü aralığı 10-20 kg N/hayıl' dır (DOE, 1994). Bununla birlikte, endüstrileşmenin ve kentleşmenin yoğunlaştığı bölgelerde yağmur sularındaki azot miktarının daha yüksek değerlere (1 g toplam azot/m^3) ulaştığı gözlenmiştir (Wakida ve Lerner, 2004).

Atıksu Deşarjları

Noktasal olmayan kaynakların başında evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, endüstriyel kirlenmeler ve atık bertarafı yer almaktadır. Özellikle yüzeysel su kaynakları açısından kentsel ve endüstriyel atık sular birçok azotlu bileşik içerir. Söz konusu atıksuların arıtılmadan deşarj edilmesi veya ön arıtma sonrası deşarjı ciddi boyutlarda azot kirliliğine sebep olmaktadır. İleri arıtım yöntemleriyle nütrient gideriminin yapılmadığı durumlarda konvansiyonel arıtma ile su kaynaklarında nitrat kirliliğinin önlenmesi mümkün olamamaktadır.

Endüstriyel Alanlar ve Atık Depolama Alanları

Endüstriyel tesisler ürettikleri, proseslerinden yan ürün olarak ortaya çıkan ve/veya atık olarak ürettikleri kimyasalların çeşitli alanlara atılması ve dökülmesi ile ilgili olarak uzun zamandır sorumlu olup sıklıkla reddedilen bu uygulamalar sonucu birçok endüstriyel faaliyet yeraltı suyunun içerisine kirliliğin sızmasının devam ettiği kirlenmiş alanları miras bırakmaktadır.

Koklaştırma tesisleri, bazı kimya endüstrileri (yapay gübre ve nitroselüloz fabrikaları), tekstil (yün), gıda endüstrileri, deri endüstrileri, bira fabrikaları, süt endüstrileri ve mezbahalar verilebilecek örneklerdir. Bunların dışında azot bileşiklerin kullanıldığı diğer endüstrilere örnek olarak ilaç sanayi, ev temizleme, kontraplak

üretimi, kereste üretimi, tekstil endüstrileri için hammadde, plastik ve metal iyileştirme verilebilir (Anonymous, 2002). Hakim azot bileşikleri amonyak, nitrik asit, üre ve amonyum nitrat endüstrilerinde kullanılmakta ve nitrat kirliliği bu bileşiklerin kullanımı, bertarafı veya yetersiz işlenmesi (işleme şekli) sonucu oluşabilmektedir (Potash Corporation of Sakatchewan, 2002).

Kuzey Denizi'nde 1960'lı yıllarda doğal gaz bulunmadan önce, çoğu Kuzey Avrupa ülkelerinde aydınlatma ve ısıtma için kömürün gazlaştırılarak kullanıldığı bilinmekte olup çoğu şehirler kendilerine ait gazlaştırma tesislerine sahiptiler. Bu tesislerden atılan atıklar organik ve inorganik bileşikler yoluyla toprağın ve yeraltı suyunun ciddi şekilde kirlenmesine neden oluyordu. Sızıntılardaki amonyak konsantrasyonu 50-1000 mg/lt aralığındaydı (Davison, 1998). İngiltere'de kömür gazlaştırma ile ilgili yaklaşık 10.000 tesis halen mevcuttur (De Henaut ve Haris, 1996).

Endüstriyel kullanımdan dolayı ortaya çıkan kirlenmiş alanlara diğer bir örnek patlayıcı, havai fişek ve ateşleyicilerin patlaması veya üretimi ile ilgili askeri tesislerdir. Bunlar nitrat ile yeraltı suyunun kirlenmesinin potansiyel bir kaynağıdır. Nitrat, hexogen ve cylonite, çoğunlukla RDX olarak bilinen cyclotrimethylene-trinitramine ($C_6H_6N_6O_6$) gibi patlayıcıların yanması ve biyodegredasyonu yoluyla form alır. Amerika'da birkaç yerde patlamalardan oluşan kirlilik tanımlanmıştır ki bu alanlarda N konsantrasyonu 20 mg/lt den 200 mg/lt nin üzerine kadar çıkabilmektedir (ITRC, 2000)

Terkedilmiş katı atık deponi alanları, terkedilmiş endüstriyel alanlar veya havagazı tesisleri gibi kirletilmiş alanların yeraltı suyuna önemli bir miktarda azot katkısı bulunmaktadır. Katı atık deponi alanları hakkında, son kırk yıllık sürede raporlananlar yorumlandığında yeraltı suyu kalitesinde önemli etkileri olduğu ve kirleticilerin temel kaynağı olduğu düşünülür (Zanoni, 1972; Walls, 1975; Mac Farlane vd., 1983; Reinhard vd., 1984; Albaiges vd., 1986; Flyammar, 1995). İngiltere'de en azından 5000 kapanmış depolama alanı olduğu tahmin edilmekte olup bu alanlar orijinal olarak şehrin kıyılarında olsa bile, şehirlerin genişlemesi ile birlikte kentsel alan içerisinde kaldığı bildirilmektedir (De Henaut ve Haris,1996).

Sızıntı suları, ağır metaller, organik bileşikler ve yüksek miktarda azot içerir. Sızıntı suyunda bulunan azot çoğu depolama alanındaki hakim koşullara bağlı olarak

amonyak azotu şeklinde form alır. N' in tipik konsantrasyonlarında amonyum 0-1250 mg/lt ; nitrat 0-9,8 mg/lt ve nitrit 1,5 mg/lt dir (Arigala vd., 1995). Çoğu gelişen ülkede depolama alanları açık çöplükten farklı değildir.

Büyük Ölçekli Hayvan (At) Çiftlikleri

Büyük ölçekli hayvan besi yerlerine örnek olarak dana çiftlikleri verilebileceği gibi at çiftlikleri de verilebilmektedir. Her ikisinin de gübre üretimi dikkate değer olmakla birlikte, muhtemelen bu atık belirli bölgelerde konsantre olmuştur. Bu bölgelerde gübrelerin kullanım için toplandığı alanlar bulunmaktadır. İhtimal dahilinde olmayan husus bu at gübrelerinin akiferde baskın bir N konsantrasyonu kirliliğini oluşturmasıdır. Ama lokal kirlilikler görülebilir. Kentsel Birmingham akiferinde 1910 yılında tahmini olarak 100.000- 200.000 ton/yıl at gübresi üretilmiştir (Fernandes ve Tellam, 2001).

Sel Suları

İyi bilinir ki ana yollar ve kentsel alanların drenajı azotlu kirleticileri içerebilmektedir. Ana yolların drenajındaki azot bileşikleri çeşitli kaynaklardan meydana gelebilir. Bu kaynaklar, atmosferik çöküntü, çürümüş organik maddeler, tarımsal alanlara komşu (yakın) alanlardan gübre yayılımı ve daha nadir olarak gübre, arıtma çamuru, sulu çimento (kömür çamuru) gibi azot içeren materyallerin kaza ile dökülmesini içerir (Bellinger vd., 1982). Her ne kadar, yeraltı suyu kirliliği durumlarının yol kirleticilerinden kaynaklanabildiği raporlanmış olsa da "sel sularının" düşük N konsantrasyonları nedeniyle yeraltı suyundaki N'un temel kaynağı olmadığı görülmektedir (Saleem, 1977; Howard ve Beck, 1993).

Ev İnşaları

Ev inşalarına bağlı nitrat sızması tarımsal alanların altındaki yeraltı suyunda nitratın temel kaynağı olarak tanımlanan otlak alanların sürülmesine bağlı nitrat sızmasına potansiyel olarak eşittir (Whitmare vd., 1992).

Ev inşaları boyunca toprağın karışması toprak organizmaları ile azot ve karbon kaynaklarının karışmasını ve toprağın havalanmasını arttırır. Uygun koşullarda topraktaki mikrobiyal aktiviteler mineralizasyon ve nitrifikasyon proselerine bağlı

olarak nitratın akümülasyonuna tesir eder. Nitrat, bitkiler tarafından alınmazsa fazla suyun drenajı yoluyla sızacaktır (Mc Lenaghen vd., 1996).

Mevcut çalışmalar göstermiştir ki ev inşası aktiviteleri yeraltı suyuna nitrat sızmasına tesir eder. Yapıların altındaki alanlardan ortalama nitrat kaybı yaklaşık olarak 59 kgN/ha.yıl dır (Wakida, 2002). Ev inşalarından sızan nitrat potansiyelini etkileyen en önemli faktörler alanın kullanılmasından önceki durumu içerir, çalışmaların başlangıç tarihi ve toprağın üst yüzeyi sıyrıldıktan sonra kalıntıdaki toplam azotun miktarını içerir. İlk iki faktör ev inşası boyunca ve inşadan önce büyük oranda toprağın durumunu tanımlayan önceki alan kullanımı büyük oranda ilişkilidir. Çalışmanın başlangıç tarihi toprağın karışma tarihini ve böylece topraktaki organik azotun nitrifikasyonu ve mineralleşme potansiyelini tanımlayacaktır (Wakida ve Lerner, 2004).

2.4.2. Yüzeysel Sularda Azot Bileşiklerinin Kaynakları

Önceki bölümlerde anlatılan kaynakların yüzeysel sulara ilişkin olarak özetlenmesinde fayda görülmektedir. Yüzeysel sulara karışan azot bileşikleri doğal ya da antropojen kökenli olabilir. Toplama havzasının özelliklerine göre suların azot yükünün bileşimi büyük farklılıklar gösterebilir.

Tüm bu farklılaşmalara rağmen günümüzde inceleme konusu olan yüzeysel sularda antropojen kaynaklı azot yüklerinin doğal kaynaklı olanlara kıyasla çok daha büyük önem taşıdığı görülmektedir. Yüzeysel suların doğal azot yükleri bu ortamlarda bulunan mikroorganizmaların bağladığı, yağışların getirdiği azot bileşiklerden oluşur. Bunun ötesinde yüzey akışı sırasında sulara karışan azot bileşikleri de doğal azot yükünün önemli bir bileşenini oluşturur.

Yüzeysel sularda antropojen kaynaklı noktasal azot yüklerinin en önemli kısmını kentsel atıksu arıtma tesislerinin çıkış suları oluşturur. Bu tesislere gelen ham atıksu yağışsız kuru havada 40-80 gN/m^3 içerir. Bu azotun yaklaşık % 50-80 arasındaki kısmı amonyum azotu şeklindedir. Kişi başına düşünüldüğünde ve özgül atıksu azot katkısının 8-15 g toplam N/kişi-gün olduğu ortaya çıkar. Bu atıksularda bulunan organik ve anorganik azot bileşiklerinin genellikle üre ve proteinden oluştuğu bilinmektedir.

Konvansiyonel mekanik biyolojik arıtma tesisleri bu atıksulardaki toplam azotun % 40 kadarını giderebilir. Bunun yanısıra tesise özgü işletme koşullarına bağımlı olarak boyutları değişebilen bir nitrifikasyon da söz konusu olur. Federal Almanya'da yapılan araştırmalara göre çamur yükünün 0,15 kg BOI/kg MLSS-gün ve daha küçük olması durumunda amonyak azotunun % 90'nın üzerindeki oranlarda giderilebileceği saptanmıştır (Uslu ve Türkman, 1987).

Kentsel atıksu arıtma tesislerinin yanı sıra bazı endüstri kuruluşları da noktasal azot yükü kaynakları oluştururlar. Bunların içinde en önemlileri, koklaştırma tesisleri, bazı kimyasal endüstriler (yapay gübre ve nitroselüloz fabrikaları), yoğun hayvancılık tesisleri, tekstil (yün), gıda endüstrileri, deri endüstrileri, bira fabrikaları, süt endüstrileri ve mezbahalardır (Uslu ve Türkman, 1987).

Antropojen kökenli yayılı kaynakların en önemli bölümünü ise tarımsal faaliyetler oluşturur. Bunun nedeni, toprağın fosfat ve amonyum iyonlarına kıyasla nitrat iyonlarının daha güç bağlayabilmesi ve sonuçta drenaj sularıyla bu iyonların yıkanmasıdır. Topraktaki nitrat iyonlarının kaynağı ise gübreler ve toprakta bulunan organik maddenin mineralleşmesi olayıdır. Bu noktada toprakta bulunan azotun genellikle organik olarak bağlı azot şeklinde bulunduğuna ve çok az miktarda da amonyum ve nitrat azotunun mevcut olduğuna işaret etmek gerekir. Doğal gübrelerin kullanılması halinde bile toprak bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucunda nitrat iyonları oluşacağından zaman içinde bunların yıkanması söz konusudur.

2.4.3. Yeraltı Sularında Azot Bileşiklerinin Kaynakları

Doğal kaynaklar yeraltı suyunda nitratın yüksek konsantrasyonlarına katkıda bulunmaktadırlar. Bunun bir örneği yeraltı suyuna nitratın sızmasında orman alanlarının etkisidir. Doğal, yetişkin ormanlar yeraltı suyunun nitrat kirliliğini etkileyebilecek insani bozulmalar nedeniyle azotu muhafaza eder. Bununla birlikte, yeraltı suyu için potansiyel bir problem olurken, ormanlar tarım ile karşılaştırıldığında azot kaynağının çok küçük bir kısmını oluşturur (Hallberg ve Keeney, 1993).

Nitrat ile yeraltı suyunun kirlenmesi potansiyel olarak azotun birçok kaynağından olabilmekle birlikte, antropojenik kaynaklar tehlikeli bir seviyeye çıkan azot miktarının gerçekten sıkça görülen bir nedenidir. Yeraltı suyunun potansiyel nitrat kirliliğinin lokal kaynakları mevcuttur. Bunlar insan ve hayvan kanalizasyonlarının

bertarafı için kullanılan alanlar, besin üretimi, savaş gereçleri üretimi ve bazı polyresin fabrikaları ile ilgili endüstriyel atıklar ve azotlu materyallerin kaza ile döküldüğü ve işlendiği yerlerdeki alanlardaki akümülasyondur (Hallberg ve Keeney, 1993). Septik tanklar yeraltı suyunun antropojenik kaynaklı azot kirliliğinin diğer bir örneğidir. Amerika ve diğer ülkelerin çoğu alanlarında septik tanklardan yeraltı suyunun önemli oranda kirlenmesi raporlanmıştır (Hallberg ve Keeney, 1993). Yoğun nüfuslu alanlarda, septik sistemler yeraltı suyuna nitratın temel bir lokal kaynağını oluşturabilir. Bununla birlikte, daha az nüfuslu alanlardaki septik sistemler yeraltı suyu kirliliğinde bir tehdit gibi görünmektedir.

Uzmanlar nitratın kaynaklarını kolayca listelemişlerdir, ancak yüzeysel sulara veya her bir kuyuya fiili katkısını ölçmek daha zordur. Örneğin Wisconsin'de nitratın lokal kaynakları küçük çiftlik hayvancılığı alanları ve septik sistemlerin sızıntı yataklarından sızan suları içerir. Bölgesel kaynaklar yoğun sulu ve sulu olmayan tarımı içerir. Önceden de açıklandığı gibi ormanlar, otlaklar (çayır) ve yoncalık alanlarda nitrat çıktısı daima daha düşüktür (Bundy vd., 1914).

Nitrat toprak kalıntılarına tutunmaması nedeniyle su beraberinde topraktan aşağıya doğru hareket eder. Nitratın hareketinin hızını ve miktarını, bir alanın içerisinde bile toprakların özelliklerinde yaygın farklılıklar olabileceğinden dolayı doğru olarak tahmin etmek oldukça zordur. Kumlu (kalın dokulu) topraklar suyu ince dokulu topraklardan daha az tutar, kilde su tutma oranı daha yüksektir. Böylece, kök bölgesinin altında (aşağısında) hızlı nitrat hareketi için gerilim (potansiyel) kumlu topraklarda daha büyüktür. Bununla birlikte nitrat akiferdeki su ile yavaşça karışır. Sonuç olarak akiferdeki belirli bir su katmanı aşağısındaki veya üzerindeki su katmanından daha fazla kirli (kirlenmiş) olabilir. Yeraltı suyu hareketinin karmaşık bir şekilde olması nedeniyle, nitrat ile kirlenmiş yeraltı sularının akibetinin kati olarak belirlenmesi güçtür. Bununla birlikte, onlar er ya da geç bir göle, nehre, sulak alana veya kuyuya boşalır.

Tablo 2.3. Yeraltı suyu için azot kaynakları (Lerner, 2000)

Yükün tipi	**Tarımsal**		**Tarımsal olmayan**	
	Kaynak	**Alan kullanımı**	**Kaynak**	**Alan kullanımı**
Yüzeye yayılı, devamlı	Atmosfer, gübreler, hayvani gübreler ve kanalizasyon çamuru	Ekilebilir alan, çayır, otlak(mera) alanı, ormanlık alan	Atmosfer, gübreleme ve hayvani gübre	Parklar ve bahçeler
				Parseller
				Golf alanları vb.
			Sıvı lağım suları	Dağılma, yayılma
Dağılmış,Tekil olaylar	Toprak organik maddeleri	Sürülmüş otlak alanlar	Toprak organik maddeleri	İnşaat yapımı
Yoğun noktasal	Sıvı gübre depoları, siloda saklanan hayvan yemi (silaj) ve kimyasal gübre depolarından sızıntı ve döküntüler		Endüstriden dökülme ve sızmalar	
			Kirlenmiş alanlardan sızmalar	
			Katı atık depolama alanlarından sızmalar	
Yoğun çok noktalı, yeraltı			**Kaynak**	**Dolumun tipi**
			Kanalizasyon	Kanalizasyondan sızma
				Septik tanklar
			Su sağlama	Ana hatlardan(şebekeden sızıntı)
			Anayolların drenajı	Kanalizasyonlardan sızma
				Suların uzaklaştırılması
			Nehir suları	Su kaybeden nehirler

2.5. Yüzeysel ve Yeraltı Suyunda Nitrat Konsantrasyonu Değişimlerine Etki Eden Faktörler

Yüzeysel ve yeraltı suyunda bulunan nitrat konsantrasyonlarındaki değişimler temel olarak yağış, alan kullanımı, sıcaklık, eğim vb. faktörlere bağlı olup, bu faktörler ile nitrat ilişkisi Tablo 2.4' de kısaca özetlenmiştir.

Tablo 2.4. Nitrat konsantrasyonlarını etkileyen faktörler (Anonymous, 2001)

Yağış	Kuru periyot boyunca, topraktan nitratın hareketi kaybı nispeten azdır ama ilk ciddi yağıştan sonra önemli ölçüde artar. Bahar (İlkbahar) boyunca bazı yüzeysel sularda görülen yüksek nitrat seviyeleri genel olarak yağış olaylarına bağlanır. Uzun kuraklık dönemlerinde eğer sulama yapılmıyorsa azot gübrelemesi uygulamasından kaçınılmalıdır.
Alan Kullanımı	Yoğun alanlarda nitrat daha az hareket eder. Otlak veya ormanlık alanlar yoğun bitki büyümesi olan alanlardan daha az nitrat kaybından daha az etkilenir. Sonuç olarak, ürün alanlarında hasatın gerçekleştirilmesinden sonra ve sonbaharda bitki büyümesinden önce yapılan sürüme bağlı olarak toprak organik maddelerinin mineralizasyonundan nitrat kaybına daha fazla eğilim vardır. Bu gibi durumlarda açığa çıkan nitrat yeraltı suları ve yüzeysel sularda nitrat konsantrasyonlarının artışına neden olabilir.
Sıcaklık	Hayvansal gübrenin araziye uygulanmasında bu uygulamaların ürünlerin büyümediği dönemler olan soğuk ve nemli havada yapılmasından kaçınılmalıdır. Soğuk ve nemli havalarda yapılan gübreleme sonucu yüzeysel sular ve yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarını arttırabilir. Toprak sıcaklığı ortalama olarak 5 °C altına düştüğünde gübre (sulu amonyak) uygulanmamalıdır. Sıcak topraklardaki sulu amonyak değişken bir nitrat konsantrasyonuna dönüşebilir ve kaybolur. Toprak ve sudaki daha yüksek sıcaklıklarda biyolojik büyüme artar nitrat konsantrasyonları azalır. Su ile doymuş, sel görmüş, donmuş ve/veya üzeri karla kaplı toprakların bulunduğu alanlarda gübre toprak tarafından alınamadığı için bu tip alanlara gübre uygulanması yüzeysel ve yeraltı sularına karışabilir. Bu nedenle nitrat konsantrasyonlarında artış gösterebilir.

Tablo 2.4. Nitrat konsantrasyonlarını etkileyen faktörler (Anonymous, 2001) (Devamı)

Eğim	Eğimi % 20 yi aşan arazilerde herhangi bir gübreleme işlemi yapılması o bölgede bu uygulamadan etkilenebilecek yakınlıktaki yüzeysel ve yeraltı sularındaki nitrat konsantrasyonlarını arttırabilir. Ayrıca eğimi % 6 yı aşan alanlarda hayvansal gübre uygulanacaksa bu gübre tercihen toprağa karıştırılmalıdır, karıştırma işlemi gübre uygulanmasından sonraki ilk 12 saat içerisinde yapılmalıdır. Bu işlem yapılmadığı taktirde hayvansal gübrelerin bitkilerce kullanılma şansı azalacağı için kalıntı gübreler suya karışarak nitrat konsantrasyonlarının artışına neden olacaktır.

2.6. Azotlu Bileşiklerin Çevreye Etkisi

Azot bütün yaşam şekillerinde kullanılan zaruri bir besi maddesidir. Saf koşullar altında (bozulmamış olarak) çevrede azot yeterli derecede bulunmaz. Geçmiş yüzyıldır bunun böyle olması ile birlikte durum değişmemiştir. Artan insan nüfusu yiyecek ve enerjinin dünyada yayılması için bir talep artışı yaratmıştır. Bu talebin karşılanması çevrede reaktif azotun miktarını arttırmıştır. Geçmiş yüzyılda gelişen reaktif azotu reaktif olmayan azota çeviren birincil prosesler gübre üretimi, fosil yakıtların yanması ve azot tutan ekin alanlarıdır.

Çevredeki fazla azot kirlilik problemlerine önderlik etmektedir, bu problemler hava kalitesinin bozulması, ormanların bozulması, göllerin ve akarsuların asidifikasyonu ve kıyı sularının bozulmasıdır. İnsan aktivitelerinden dolayı reaktif azot global olarak artış gösterirken, büyük enerji üretimi ve ekin (mahsül) veriminin artışı bu aktiviteleri destekler konumdadır ve bu da çevreye karşı bir seri olumsuz değişiklik gösterir. İnsan aktiviteleri nedeniyle oluşan ilave reaktif azotun kirlilik problemi oluşturan kısmı hayvanlar, bitkiler ve bakterilerin temel ihtiyaçlarını aşan kısmıdır.

Azot kirliliği, toprak seviyesinde ozona, asit yağmurlarına, toprağın ve yüzeysel suların asidifikasyonuna, orman gelişiminin bozulmasına, kıyı sularının zenginleşmesine ve diğer çevresel etkilere neden olur (Driscoll vd., 2003).

Azot kirlililiğinin temel etkilerini özetleyecek olursak;

Hava kalitesine etkiler: toprak seviyesinin üzerinde ozon, havada artmış zerreler, asit yağmurları ve azot çöküntüsü

Ormanlara etkiler: Orman topraklarının artan asiditesi, orman ekosisteminin azot doygunluğu ve ormanlara ozonun zararları

Su kalitesine etkiler: Akarsu ve göllerin yüksek miktarda asidifikasyonu, yeraltı suyu kirliliği, kıyı ekosistemlerinin besi maddesi yönünden normalin üzerinde zenginleşmesi (Ötrofikasyon) şeklindedir (Driscoll vd., 2003).

Diğer etkiler ise global iklim değişikliğine katkıda bulunan sera gazların üretiminin artışı ve yer seviyesindeki ozonun ve azotlu kirletici maddelerin insan sağlığında oluşturduğu olumsuz etkilerdir.

Hubbard Brook Araştırma Vakfı tarafından bir araya getirilen bir grup bilim adamının Kuzeydoğu Amerika'da azot kirliliğinin kaynakları ve etkileri ile ilgili yapmış olduğu çalışma kapsamında reaktif azot girdisinin artışı görülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre, azot ilk olarak ormanlarda artış gösterse de sonunda toprağa zarar vererek, ağaçların büyümesini azaltmış ve akıntılara asidik nitrat boşalımını meydana getirmiştir. Ormanlardan nitrat boşalımı göller ve akarsuların asidifikasyonuna katkıda bulunmuştur.

Azot emisyonları aynı zamanda yer yüzeyindeki ozonun birincil kaynağıdır ve bu da bitkilere zarar verir ve insan sağlığını tehlikeye düşürür. Ozonun yüksek seviyelerine bağlı olarak bu bölgelerde orman ürünlerinde yaklaşık olarak % 14 civarında azalma tahmin edilmektedir. Amerika'nın Kuzeydoğusunda çalışma yapılan bu alanda tahmini olarak 26 milyon insan (her yıl) yüksek ozon seviyelerine maruz kalmaktadır. Azot depozisyonundan kaynaklanan azot kirliliğinin büyük bir kısmı orman alanlarından olmaktadır ve yoğun nüfuslu su çizgileri (nehir kıyısı yerleşim) birçok kaynaktan azot alır. Örneğin, insanlar tarafından yenen yiyecekler sonucu azot yönünden zengin atıksular oluşur, azot emisyonları er geç yer yüzeyinde depozite olur ve gübrelerdeki azot da yüzey sularına boşalır (Driscoll vd., 2003).

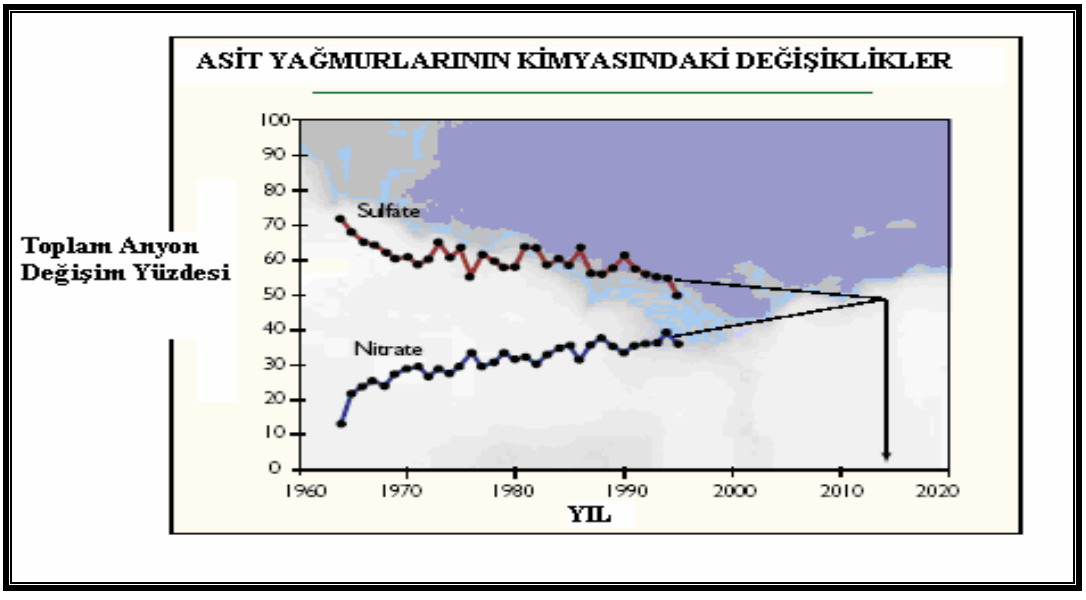
Akışa girdikten sonra, reaktif azot haliçlere yüzey suyu yönünde taşınır. Amerika'nın Kuzeydoğusu'nda 14 ana haliç yüksek azot girdisine bağlı olarak "fazla etkilenmiş" olarak tanımlanmıştır. Bu alanda görülen etkiler, denizlerdeki doğal

yapının kaybı, alg büyümesi, biyoçeşitliliğin azalması ve oksijen tükenmesine bağlı olarak balıkların ölmesidir.

Haliçlerdeki azot yükü itibariyle bu çalışmadan ortaya çıkan model sonuçları göstermiştir ki, azot girdisi nedeniyle oluşan kirliliğin engellenmesi için Maine Koyu, Casca, New York ve Connecticut'un Long Island Boğazı'nda azotlu maddelerin giderimine yönelik atıksu arıtma tesisi gereklidir. Septik sistemde gelişen ve su çizgisi boyunca olan atıksu arıtım ünitelerindeki azot uzaklaştırma Casco Koyunda % 40, Long Island Boğazı'nda % 55 civarında azot yükünü indirgemektedir (Driscoll vd., 2003).

Aynı çalışma kapsamında Hubbard Brook Deneysel Ormanında, asit yağmurlarına bağlı olarak geçmiş 60 yılda topraktaki kabul edilen kalsiyumun tahmini olarak % 50 den fazlasının azaldığı (Şekil 2.11) ortaya konmuştur (Likens vd., 1996).

Topraktaki kullanılabilir kalsiyum ve magnezyumun küçük miktarlarını içeren asite duyarlı havzalarda asit yağmurları yüzey suyu içerisine topraktan sızan alüminyumun inorganik formlarına neden olur. İnorganik alüminyum çok düşük konsantrasyonlarda bile diğer aquatik organizmalar ve balıklar için oldukça toksiktir. Alüminyum ortamın asiditesini arttırmasından çok asidik olaylar boyunca balık ölüm oranını arttırır.



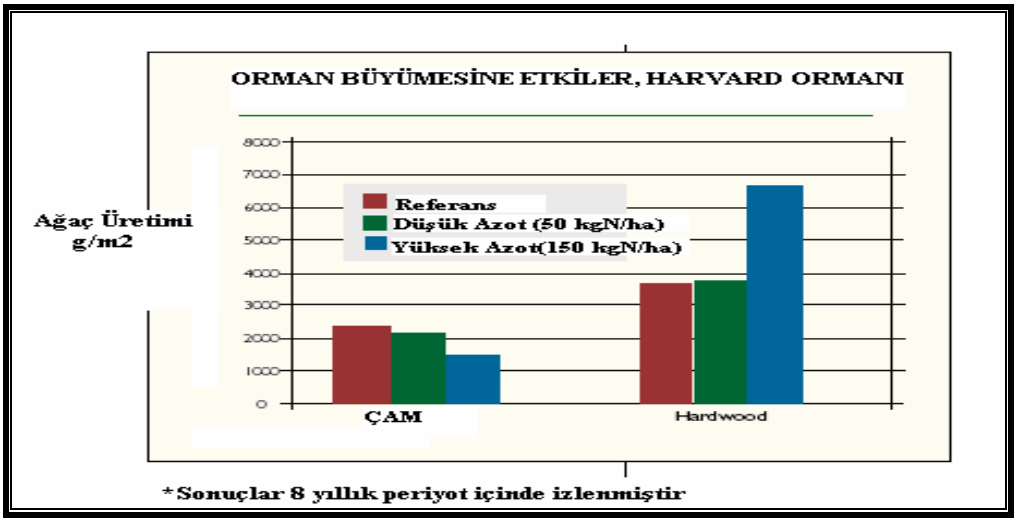
Şekil 2.11. Asit yağmurlarına nitratın katkısının artışı (Likens ve Lambert, 1998)

Araştırmalar göstermiştir ki asit yağmurları ayrıca ormanları da iki yolla etkiler:

Yapraklara direkt etkiler

Topraktaki değişimler ile toleransının azalması

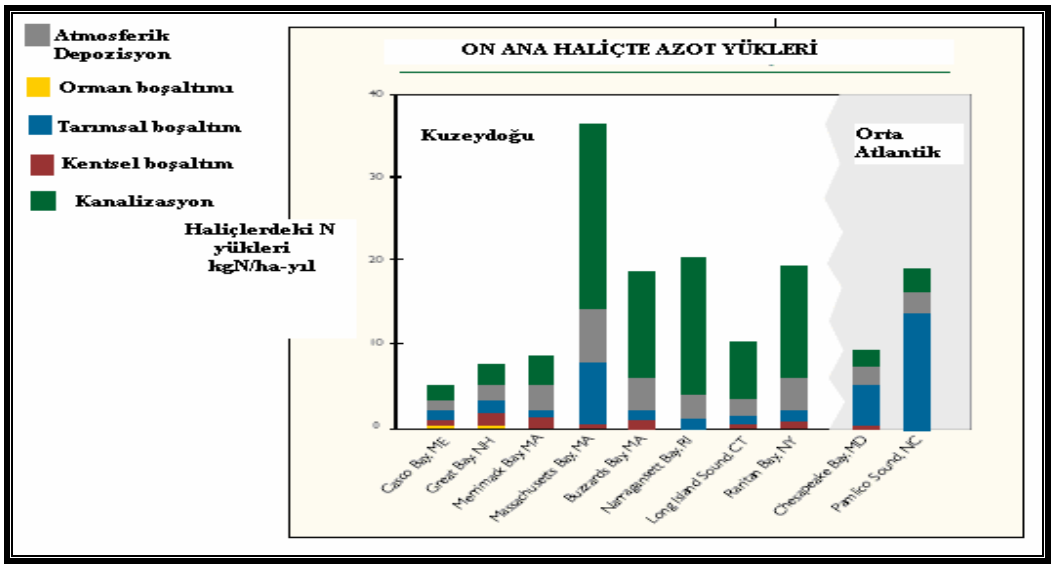
Orman büyümesine asit yağmurlarının etkisi ise Şekil 2.12 de incelenmiştir.



Şekil 2.12. Eklenen azota bağlı olarak orman büyümesindeki değişiklik (Magill vd., 2000)

Bu çalışma dahilinde, Amerika'nın Kuzeydoğu'sunda azot kirliliğinin kıyı sularına etkilerini anlayabilmek için bölgedeki havzalara besinler, atmosferik depozisyon veya gübreleme yoluyla eklenen reaktif azotun kaynakları ayrıntılı olarak ortaya konmuş ve ve bu kirleticilerin yaklaşık olarak % 22 sinin yüzey suyu yönünde kıyı haliçlerine aktığı belirtilmiştir (Van Bremen vd., 2002). Bu çalışmada analiz edilen sekiz havzanın aşağı akım yönündeki haliçlerdeki azot yüklerinde, azotun atmosferik depozisyonunun (% 14-35) ve atıksu çıkışının (% 36-81) hakim olduğu vurgulanmıştır (Şekil 2.13).

Çalışma'da bu kaynaklar dikkate alındığında, bölgedeki kıyı ekosistemlerinin bitki ve hayvan yaşamı açısından doğal olarak çok zengin olduğu belirtilmiş ve bununla birlikte tuzlu su ekosistemlerinin zenginleşmesinin reaktif azot kullanılırlığı yoluyla doğal olarak sınırlandırıldıktan sonra fazla azotun ötrofikasyon olarak bilinen aşırı zenginleşme (aşırı besi maddesi büyümesi) durumunu ortaya çıkarabileceği vurgulanmıştır (Şekil 2.13).

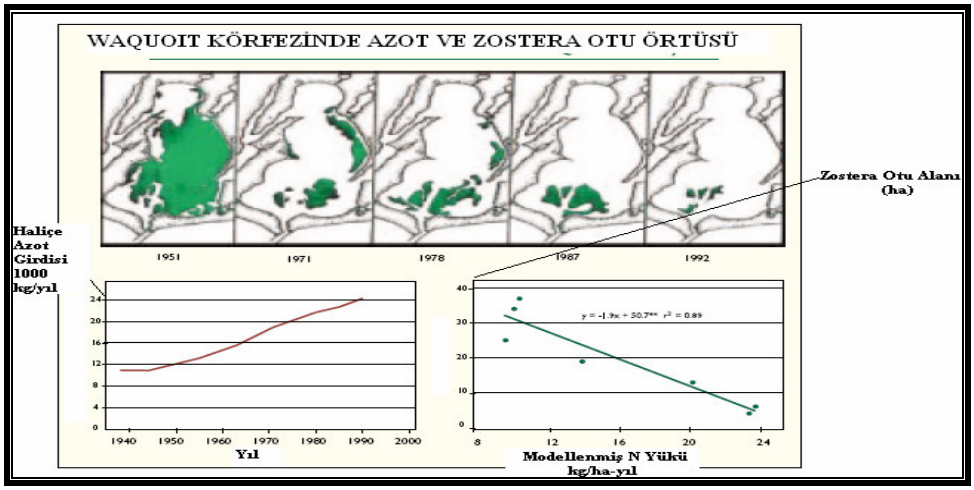


Şekil 2.13. Kıyıdaki haliçlerde azot yükünün kaynakları

Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi tarafından yapılan bir çalışmaya bağlı olarak Amerika'nın Kuzeydoğusu'nda 23 haliç değerlendirilmiş olup bunların % 61 inin aşırı besi maddesi zenginleşmesi nedeniyle şiddetli olarak niteliğinin bozularak su kalitesi açısından orta derecede olarak tanımlandığı belirlenmiştir (Bricker vd., 1999).

Haliçlerin aşırı zenginleşmesi aşırı alg büyümesini teşvik eder. Artan alg büyümesi deniz yeşillikleri yataklarını gölgelendirebilir ve diğer batık aquatik vejetasyon diğer deniz organizmaları ve balıklar için tehlikeli bir yaşam ortamı sağlar. Ayrıca algler öldüğünde ve çürüdüğünde dipteki oksijen tükenir. Düşük oksijen koşulları olarak bilinen hypoxia, balık ve su kabuklularının yaşamının sıkıntıya girmesine neden olabilir (Driscoll vd., 2003).

Örneğin Massachusetts'de Waquoit Körfezi'nde yüksek nitrat konsantrasyonları uzun süredir raporlanmaktadır. Bu alan baskın olarak geçirimli toprakta kırsal yerleşim alanıdır ve bu havzada atık sular ve atmosferik depozisyon haliçlerdeki reaktif azotun miktarına katkıda bulunur. Bu alandaki uzun dönemli araştırmalar halıçteki toplam reaktif azot yüklerindeki artış ile Zostera otunun azalması arasındaki ilişkinin rakamlara dökülmesine fırsat vermiştir (Şekil 2.14).



Bozulmamış deniz yeşillikleri yatağı

Degrade olmuş deniz yeşillikleri yatağı

Şekil 2.14. Massachusetts'de Waquoit Körfezi'nde azot yükleri ile Zostera Otu Örtüsünün ilişkisi (Driscoll vd., 2003)

Örneğin, 1950'lerde drenaj havzasında evsel atık (kanalizasyon) alanlarının genişlemesine bağlı olarak nitrat girdisindeki artış nedeniyle zostera otundaki azalma meydana gelmiştir. Zostera otunun kaybı stabilize sedimentdeki aquatik bitkiler ile ilgilidir ve haliç ve kıyılardaki körfezlerde diğer fauna ve genç balıklar için ideal bir habitat sağlar. Büyük nitrat konsantrasyonları bulanıklık ve gölgelenme nedeniyle alg büyümesini destekler bu da zoestera otunun azalmasına katkıda bulunur (USGS).

İçmesuyu standartları 10 mg/lt den fazla nitrat- azot içeren suların kamuya su sağlamada kullanılmasına izin vermez. Bununla birlikte, örnek olarak Wisconsin'deki çoğu özel kuyular bu seviyeyi aşmaktadır. Sığ kuyular ve tarımsal alanlarda kaplama içerisinde yer alan 40 feet den daha az derinlikte olan kuyular nitrat kirliliği için daha yüksek riske sahiptir. Nitratın yüksek olduğu sular altı aydan küçük çocuklar için risktir (Bundy vd., 1914).

Çocuklardaki nitrat zehirlenmesi ilk 1945 de raporlanan bir problem olduğundan beri kaygı uyandırmaktadır. Küçük çocukların besinlerinde kullanılan yüksek nitrat içerikli sular methemoglobinemia diye isimlendirilen bir durum geliştirebilir, bu aynı zamanda "mavi bebek sendromu" olarak da refere edilir. Sendromdan etkilenen bebeklerin cilt renklerinin karakteristik olarak lavanta rengi veya mavi olması nedeniyle bu sendrom böyle isimlendirilmiştir. Ayırt edilebilen mavi renk vücudun dinlenmesi esnasında akciğerlerden oksijenin "kırmızı kan hücreleri"nin yetersizliği nedeniyle taşınamaması neden olur (Bundy vd., 1914).

Methemoglabinamia genel olarak sağlıklı yetişkinleri ve diğer çocukları etkilemez. Bununla birlikte bazı bilgiler erken hamilelik dönemindeki insanlarda nitrat kirliliği taşıyan içmesularının tüketilmesinin doğan bebeklerde doğumsal eksiklikler konusunda bir risk oluşturduğunu göstermiştir. Avusturalya, Kanada ve New Jersey 'de yürütülmüş çalışmalarda, nitrat seviyelerinin aşıldığı yerlerde yarık damak ve nöral tüp kusurlarına büyük oranda rastlanmıştır. İlave olarak hamilelik boyunca nitrata maruz kalma ile ilgili olarak, gelişen fetüste methemoglobin seviyelerinin potansiyel olarak artışı ve plesentada nitrit ile karşılaşılmıştır (Bundy vd., 1914).

Öyle ki bilim adamlarının, yüksek nitrat seviyelerini içeren suların uzun dönemli tüketimini tavsiye etmemeleri nitratın kronik sağlık etkileri yaratmasındandır. Bazı araştırmacılar içmesuyundaki nitrat seviyelerinin aşıldığı yerlerde daha yüksek mide kanseri olaylarının olduğunu raporlamışlardır.

Besicilikte meydana gelen nitrat toksisitesi semptomları bu dozlarda insanlar için ihtiyaç duyulandan daha fazla akut toksisite üretmeye ihtiyaç duyar.

Besicilikte nitrat zehirlenmesi çoğunlukla su nedeniyle değil besinler nedeniyle olur. Nitrat ile kirlenmiş sular, bazı besinlerde mevcut yüksek nitrat konsantrasyonları ile aynı anda sularda nitrat olduğunda daima bir problemdir.

Hayvanlar için nitratın hayati (ölümcül) seviyelerinin tanımlanması göreceli olarak kolay olurken, kronik ölümcül olmayan semptomları meydana getiren veya nitrat zehirlenmesinden ortaya çıkan kronik semptomları gösteren dozun tanımlanması zordur. İştah azalması, büyüme zayıflığı ve çocuk düşürme gibi çoğu genel semptomlar bile sadece nitrat sorumluluğundadır (Bundy vd., 1914).

2.7. Eskişehir İlinin Tanıtımı

2.7.1. Eskişehir'in Coğrafik Konumu

Eskişehir İli, İç Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında 29-32^{o} doğu boylamları, 39-40^{o} kuzey enlemleri arasında yer alır. Kuzeyinde Bolu, doğusunda Ankara, güneyinde Konya-Afyon, batısında Kütahya-Bilecik İlleri bulunmaktadır. Yüzölçümü 13.652 km²'dir.

2.7.1.1. İl ve İlçe Sınırları

Eskişehir İli'ne bağlı 12 adet ilçe bulunmakta olup bu ilçelere ait bilgiler Tablo 2.5 de verilmiştir.

Tablo 2.5. Eskişehir Merkez ve İlçe Belediyeler İle Bunlara Bağlı Köy Durumları ve Belediye Sayıları (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006)

İLÇESİ	BUCAĞI	BELEDİYE	KÖY
Merkez	**Merkez**	**6**	**90**
	Hekimdağ	**0**	**11**
Alpu	**Merkez**	**3**	**27**
Beylikova	**Merkez**	**1**	**21**
Çifteler	**Merkez**	**1**	**22**
Günyüzü	**Merkez**	**3**	**14**
Han	**Merkez**	**1**	**11**
İnönü	**Merkez**	**1**	**12**
Mahmudiye	**Merkez**	**1**	**15**
Mihalgazi	**Merkez**	**3**	**3**
Mihalıççık	**Merkez**	**3**	**49**
Sarıcakaya	**Merkez**	**2**	**8**
Seyitgazi	**Merkez**	**2**	**27**
	Kırka	**1**	**18**
Sivrihisar	**Merkez**	**3**	**56**
	Kaymaz	**1**	**5**
TOPLAM		**32**	**389**

Şekil 2.15. Eskişehir İline Ait İlçeler ve Sınırları (Eskişehir Valiliği Web Sitesi, 2006)

Sivrihisar İlçesi

İlçenin yüzölçümü 2.546 km² olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1.070 m. dir. Arazilerin büyük kısmı ova görünümünde olup yer yer yüksek dağ ve tepeler bulunmaktadır. En önemli yükseltiler Sivrihisar Dağlarıdır ve en yükseği Çal Dağıdır. Diğer önemli dağ ve tepeler ise Arayit Dağı, Boz Tepe, Büvelik Tepe ve Yediler Tepesidir. Sakarya Nehri İlçe topraklarında 50 km lik bir yay çizmektedir.

İlçe nüfusu 2000 yılında yapılan genel nüfus sayımına göre 31.583 dir. Nüfusun 21.009 (% 66,5) köylerde, 10.574 (% 33,5) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 2.546 km^2 olup nüfus yoğunluğu 12 (km^2/kişi) dir.

Seyitgazi İlçesi

Eskişehir İline 43 km mesafede yer alan İlçenin yüzölçümü 1.502 km² olup deniz seviyesinden yüksekliği 1.040 m. dir. Yüzeysel su olarak en büyük su kaynağı İlçe merkezinden geçen Seydisuyu' dur.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 21.701 olup, nüfusun 18.420 (% 85) köylerde, 3.281 (% 15) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 1.494 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 15 (km^2/kişi) dir.

Sarıcakaya İlçesi

İlçe doğudan batıya doğru uzanan güneyinde Sündiken Dağlarının, kuzeyinde Köroğlu Dağlarının arasında bulunan Sakarya Nehri boyunca 450 km² lik bir alana sahiptir. Denizden yüksekliği 200-250 metredir. İlçe 1958 yılında Eskişehir'e bağlı bir ilçe olmuştur.

Bölge Akdeniz iklim özelliği göstermekte olup, yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve yağışlıdır. İlçe Orta Anadolu, Batı Karadeniz ve Marmara Bölgelerinin kavşak yerlerinde bulunmasına rağmen Akdeniz İklim özelliğini taşımaktadır. Şubat ayının ortalama ısısı 15 derece olmaktadır. Sakarya Nehri İlçe topraklarını ikiye ayırmakta olup tarım elverişli bir vadi oluşturmaktadır. Bölge halkının % 80'ni çiftçilik ile geçimini sağlamaktadır. İşletmeye elverişli 38.305 dekar arazi mevcut olup, bunun sadece 24.645 dekarı işletilmektedir.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 14.968 olup, nüfusun 7.026 (% 47) köylerde, 7.942 (% 53) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 375 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 40 (km^2/kişi) dir.

Mihalıççık İlçesi

İlçenin yüzölçümü 1.837 km² olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1.325 m. dir. Orta kesimde kalan Sündiken Dağlarının yüksekliği yer yer 1.800 m.yi bulmaktadır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 18.696 olup, nüfusun 13.990 (% 74,8) köylerde, 4.706 (% 25,2) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 1.837 km^2 olup nüfus yoğunluğu 10 km^2/kişi dir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Mihalgazi İlçesi

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 14.029 olup, nüfusun 6.416 (% 45,7) köylerde, 7.613 (% 54,3) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 131 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 107 km^2/kişi dir.

İlçede sebzecilik gelişmiş olup yazlık ve kışlık üretim mevcuttur. Tarımsal alanların dar olması nedeniyle son yıllarda örtü altı sebzeciliği ve seracılık büyük gelişme göstermiş olup; 1997 yılı içerisinde 26 adet yüksek tünel sera 1998 yılında da 11 adet yüksek tünel sera ve 2000 yılında 10 adet yüksek tünel sera olmak üzere toplam 47 adet sera kurularak bu alanda çiftçilerin teşvik edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca azalmakla beraber halen İlçede ipekböceği yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Günyüzü İlçesi

İlçenin deniz seviyesinden yüksekliği 850 m'dir. İlçenin arazileri ova görünümünde ise de yer yer yüksek dağ ve kayalıklar arazideki düzlüğü bozmaktadır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 16.508 olup, nüfusun 11.771 (% 71) köylerde, 4.737 (% 29) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 1.396 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 12 (km^2/kişi) dir.

Mahmudiye İlçesi

Kasaba tahıl, şeker pancarı ve bahçeciliğe elverişli tarım alanlarına sahiptir. İlçe merkezi olarak 15 köye sahiptir. Kent nüfusunda devamlı fakat az bir artış kaydedilmektedir. İlçenin Eskişehir merkezine yakın olması kentin ticari ve ekonomik gelişmesinde olumsuz etkide bulunmuştur.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 10.132 olup, nüfusun 4.991 (% 49,2) köylerde, 5.141 (% 50,8) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin

yüzölçümü 678 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 15 (km^2/kişi) dir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Çifteler İlçesi

İlçe, İç Anadolu Bölgesinin yukarı Sakarya havzasında Eskişehir İlinin güneyinde ve İl merkezine 67 km. uzaklıktadır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan Genel Nüfus Sayımına göre, 18.545 olup, nüfusun 6.254 (% 33,7) köylerde, 12.291 (% 66,3) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 794 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 22 (km^2/kişi) dir.

Beylikova İlçesi

Eskişehir İlinin doğusunda, İl Merkezine 76 km. uzaklıkta bulunan Beylikova İlçesi, Eskişehir-Ankara demiryolu üzerinde yer almaktadır.

2000 tarihinde yapılan Genel Nüfus sayımında kesin olan sonuçlara göre Beylikova'nın Merkez nüfusu 4.876, köylerin nüfusu ise 5.086 olup, toplam nüfus 9.962 dir. Nüfusun % 52 si kadın, % 48 i erkektir. Nüfusun % 90 ı çiftçi, % 5 i esnaf, % 3 ü memur ve % 2 si işçidir. İlçenin yüzölçümü 450 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 22 (km^2/kişi) dir.

İnönü İlçesi

Doğu batı doğrultusunda Bozüyük'e kadar uzanan İnönü Ovası, yer kabuğunda meydana gelen tektonik hareketler sonucu oluşmuş olup, son derece verimlidir.

İlçe halkının esas geçim kaynağı tarımdır. Hayvancılığın ilçe ekonomisinde içerisinde ayrı bir önemi vardır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 9.331 olup, nüfusun 4.151 (% 44) köylerde, 5.180 (% 56) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 341 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 27 (km^2/kişi) dir.

Han İlçesi

İlçe toprakları Yazılıkaya platosu üzerinde yer almakta olup; ilçedeki dağların büyük kısmı Küçük Türkmen Dağlarının uzantısıdır. İlçede verimli yaylalar bulunmakta olup bunların ortalama yükseklikleri 1200-1500 m. arasındadır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 3.681 olup, nüfusun 1.631 (% 44) köylerde, 2.050 (% 56) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 250 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 15 (km^2/kişi) dir.

Alpu İlçesi

İlçe, Eskişehir İlinin 40 km. doğusunda olup, Porsuk Irmağından tali kanallarla ekseriyetle sulu tarım yapılan tarım arazilerine sahiptir. Taban suyu da yüksek olan Alpu Ovası İç Anadolu Bölgesinin zengin ovaları arasında yer almaktadır.

İlçe nüfusu 2000 yılda yapılan genel nüfus sayımına göre, 16.727 olup, nüfusun 11.019 (% 65,9) köylerde, 5.708 (% 34,1) ilçe merkezinde yaşamaktadır. İlçenin yüzölçümü 886 km^2 olup, nüfus yoğunluğu 19 (km^2/kişi) dir.

Toprakların büyük bölümünde şeker pancarı ekilidir. Besicilik ve sütçülük yaygındır.

2.7.2 Eskişehir İlinin Topografyası ve Jeomorfolojik Durumu

Eskişehir İlinin topoğrafik yapısını; Sakarya ve Porsuk havzalarındaki düzlükler ile bunları çevreleyen dağlar oluşturur. Havza düzlüklerini kuzeyden Bozdağ ve Sündiken Dağları, batı ve güneyden ise İç Batı Anadolu eşiğinin doğu kenarında yer alan Türkmen Dağı, Yazılıkaya Yaylası ve Emirdağ kuşatır.

Dağlar Eskişehir İl alanının % 22'sini kaplamaktadır. Bunların arasında en önemlileri Bozdağ, Sündiken, Sivrihisar ve Türkmen dağlarıdır. İl toprakları içinde en yüksek nokta 1.825 m. ile Türkmen Dağı tepesidir.

Bölgedeki diğer yükseltiler, kuzeyde Panet Tepe (960 m), Arapöldü Tepesi (1047m), Umurlarbayırı Tepesi (1008 m), Dede Tepesi (1115 m), güneyde Büyükdülüçe Tepesi (1008 m), Çengel Tepe (942 m), Bozyamaç Tepesi (869 m), Yıldız Tepesi (941 m), Taşlı Tepe (944 m)'den oluşur.

Ovaların il içindeki payı % 26'yı bulmaktadır. Genellikle dağlarla çevrilmiş ovaların içinde Porsuk, Sarısu, Yukarı Sakarya Ovaları büyük önem taşır. İlde yaylalık alanlar Türkmen Dağlarının doğu uzantıları ve Bozdağ ile Sündiken Dağları üzerindedir.

Ayrıca Porsuk ve Sakarya Havzalarını birbirinden ayıran Sivrihisar Dağları üzerinde de yaylalık alanlar bulunmaktadır. Yaylalar il topraklarının % 0,6 gibi çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır.

Eskişehir İli toprakları ana vadiler ve bunlarla birleşen çok sayıdaki vadilerle parçalanmış durumdadır. Sakarya ve Porsuk Vadileri ilin en önemli vadileridir.

İlde yeryüzü şekillerinin oluşturduğu topoğrafik yapının doğal sonucu olarak gelişmiş bir akarsu ağı bulunmaktadır. Türkiye'nin en önemli akarsularından biri olan Sakarya Irmağı aynı zamanda Eskişehir'in başlıca akarsuyu olup Sakarya Irmağının çok sayıdaki kolu içerisinde Porsuk Çayı'nın uzunluğu 460 km'dir. Bölgeye güneybatıdan girip, doğudan çıkmaktadır ve başlı başına önem taşımaktadır. İl sınırları içerisinde sürekli akarsu kaynağı olmayan ama Eskişehir'in yeryüzü şekillerinin oluşumunda büyük etkisi olan çok sayıda dere ve çay vardır. Özellikle düzlükleri çevreleyen dağ ve yayla gibi yükseltilerin eteklerinde yer alan bu dereler yağışların arttığı ve karların eridiği zamanlarda kabararak taşkınlara yol açar. İl sınırları içinde göl yoktur. Ancak Sakarya Irmağı üzerindeki Gökçekaya Baraj Gölü ile Porsuk Çayı üzerindeki Porsuk Baraj Gölü ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ayrıca il sınırları içinde çok sayıda sulama amaçlı gölet bulunmaktadır.

Bölge topoğrafik yapısını, neoteknotik dönemde kazanmış olup, yapısal jeolojinin kontrolünde gelişmiştir. Doğu-batı gidişli fayların etkisiyle, aynı yönde uzanan doruklar ve çöküntü ovaları oluşmuştur. Eskişehir-İnönü Ovaları buna en tipik örnektir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

2.7.3. Eskişehir İlinin Jeolojik Yapısı

Bölgenin en yaşlı birimlerini Triyas yaşlı metamorfik şist mermer ile ofiyolitik melanj oluşturur. Bu iki birim arasındaki dokanak teknotiktir. Bu birimler üzerine açısal diskordansla Eosen yaşlı konglomera, marn, kiltaşı, kireçtaşı, miyosen yaşlı andezit, konglomera, kilmarn, tüf ve kireçtaşı ile pliyosen yaşlı kil, tüf ve bazalt serisi gelmekte, bölgenin en geç birimleri olarak alüvyonlar bütün birimleri örtmektedir.

2.7.3.1. Metamorfizma ve Mağmatizma

Kayaçların litolojik özellikleri ise şöyledir;

Metamorfik Şist-Mermer; Genellikle glokofan şist, muskovit şist ve kristalize kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Bu birimler teknotik olarak ofiyolitik melanj ile dokanaklıdır. Genç karasal çökeller tarafından örtülen metamorfik çok kıvrımlı, kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Bu kayaçlar içinde fosile rastlanılmamıştır.

Yaygın olarak Keskin, Alınca, Emirce ve Mamuca köyleri ile Muttalıp Köyü kuzeyinde geniş alanda yüzeylenmektedir.

Ofiyolotik Melanj; Serpantinit, radyolarit, kireçtaşı bloklarından oluşan birim, kuzeyde Atalantekke, Ilıca, Dağküplü Köyleri ile Ahiler Köyü güneyinde geniş alanda yüzeylenmektedir. Ayrıca, Karagözler Köyü güneyi ve Mamuca Köyü güneybatısında da görülmektedir.

Radyolarit ve çamurtaşları kırıklı ve kıvrımlı yapılar gösterirler. Peridotit ve Gabrolar sivri tepeler oluştururlar.

Eosen; Konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Karacaşehir Köyü etrafı, Büyükdülüce Tepe ve Güneydoğu Mamuca Köyü dolaylarında gözlenir. Tabanda kırmızı şarabi renkte konglomera ve kumtaşı yer alır, çakılları mermer, serpantin ve radyolaritten türemiştir. Üste doğru kiltaşı, kireçtaşı gelmektedir. Kireçtaşlarında bol miktarda Nummulites fosili bulunur.

Miyosen; Andezit, andezitik tüf, aglomera ve bazaktlardan oluşan bu volkanik kayaçlar, bölgenin SW'da gözlenmektedir.

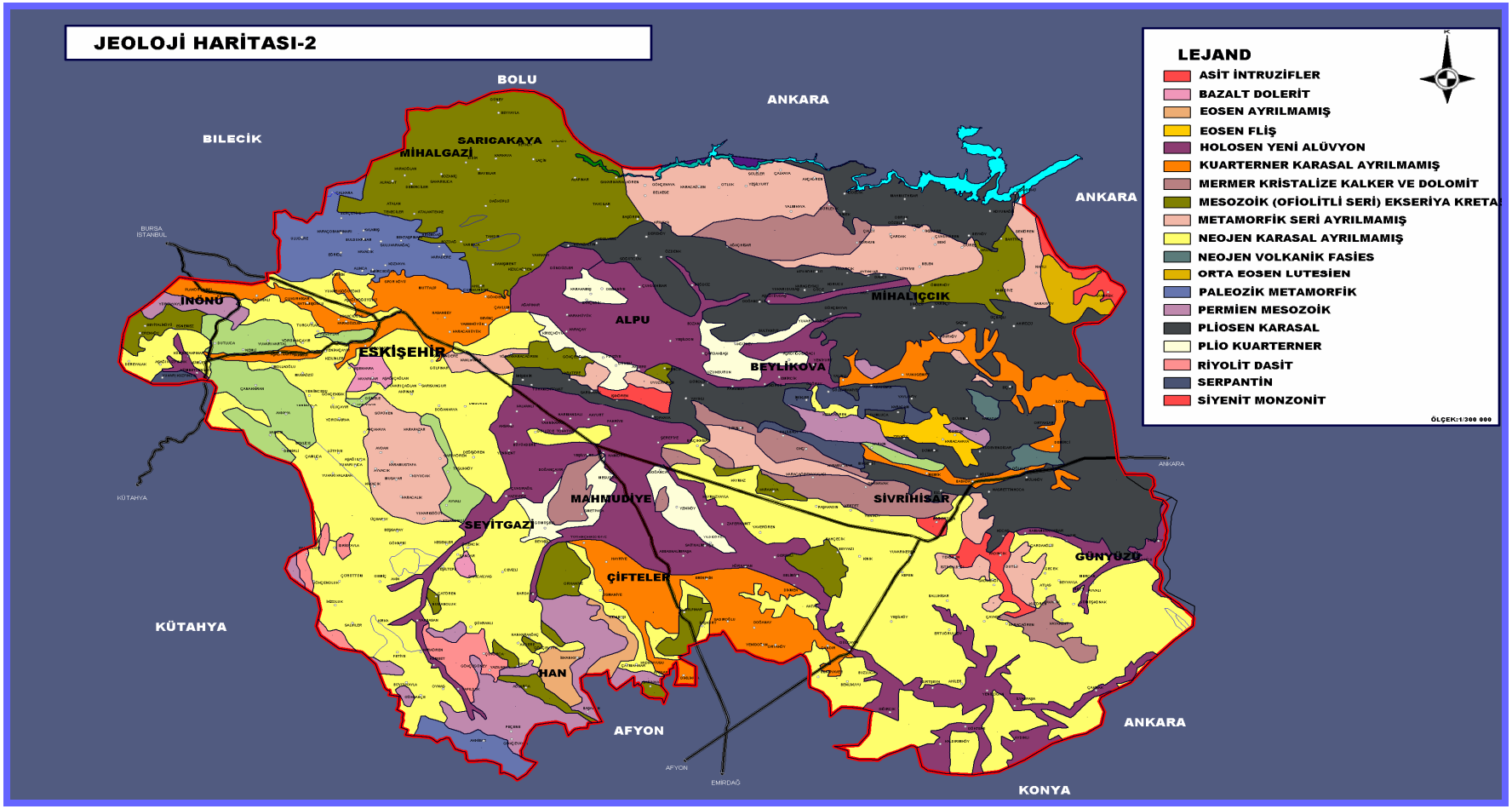
Teknotik olaylar sonucu kayaç içinde oluşan silis ve karbonat yerleşmiştir. Volkanitler, konglomera, kireçtaşı, kiltaşı, marn, tüf ve kireçtaşlarından örtülmektedir. Bu birimler şist, mermer tüf, radyolarit ve granit çakıllarından oluşan konglomera ile başlar. Bunların üzerine kiltaşı, marn, tüf seviyeleri gelir. Eosen serileri üzerine açısal uyumsuzlukla gelir.

Pliyosen; Bazalt ve tüflerden oluşan bu kayaçlar SE'den Kızılinler, Karacaşehir köyleri civarında yüzeylenmektedir. Birim Eosen ve Miyosen çökelleri üzerine dik şevler oluşturur.

Plyistosen; Konglomera, kumtaşı ve yer yer killi kireçtaşı tabakalarından oluşur. Konglomeralar gevşek tutturulmuş olup, kendinden yaşlı birimlere ait çakılları içermektedir.

En genç birimler ise aktüel alüvyonlar olup, dere yataklarında gevşek tutturulmuş çakıl ve kum tanelerinden oluşur (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Şekil 2.16. Eskişehir İline Ait Jeoloji Haritası (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).



2.7.4. Eskişehir-İli Hidrolojik ve Hidrojeolojik Özellikleri

Eskişehir Ovası: Ovada yeraltı suyu temin edilen akifer formasyon alüvyondur. Kalınlığı 5-95 m arasında değişir. Ovada açılan sondaj kuyularının derinlikleri 11-250 m arasında olup verimleri 10-50 lt/sn 'dir. Özgül verimleri ise 0,62-7,00 lt/sn/m arasında değişir. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme ile Porsuk Çayı ve sulama kanallarından olmaktadır. Ovada 132,5 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi hesaplanmış olup 86 x $l0^6$ m^3/yıl yeraltı suyu yıllık emniyetli rezerv belirlenmiştir.

Ovada açılan sondajlardan alınan yeraltı suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre C_2S_1 ve C_3S_1 sulama suyu sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Ovadaki yeraltı suları çoğunlukla sanayi suyu, kullanma suyu, sulama suyu ve bazen de içme suyu olarak kullanılmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

İnönü Ovası: Yeraltı suyu yönünden en önemli akifer alüvyonlardır. Kalınlıkları 10-30 m arasında değişir, ikinci derecede önemli akifer ise Sarısuyun eski alüvyonlarıdır. Kalınlığı 30-50 m arasındadır. Ovada açılan sondaj kuyularının derinlikleri 11-230 m arasında değişmektedir. Kuyu verimleri 10-24 lt/sn özgül verimleri ise 0,5 - 4,5 lt/sn/m civarındadır. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme ile olmaktadır. Ovada 3,5 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi belirlenmiş olup emniyetli rezerv 2,5 x 10^6 m^3/yıl'dır.

Ovada açılan sondajlardan alınan yeraltı suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre yeraltı sulan C_2S_1 sulama suyu sınıfına girdikleri belirlenmiştir. Ovadaki yeraltı suyu sanayi, kullanma, sulama ve içme suyu olarak kullanılmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Eskişehir - Alpu Ovası: Ovada yeraltı suyu taşıyan önemli akiferler Porsuk Çayı vadi yatağına bağlı olarak gelişen alüvyonlar ile neojen yaşlı kireçtaşı ve çakıltaşlarıdır. Alüvyon kalınlığı 5- 40 m arasında değişir. Ovada açılan sondaj kuyularının derinlikleri 30-300 m arasında olup verimleri 10-60 lt/sn arasında değişmektedir, özgül debi alüvyon için 0,5-20 lt/sn/m'dir. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olmaktadır. Ovada 56 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi belirlenmiş olup 33,5 x 10^6 m^3/yıl emniyetli yeraltı suyu rezervi mevcuttur.

Açılan sondajlardan alınan yeraltı suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre yeraltı suları C_2S_1 ve C_3S_1 sulama suyu sınıfında oldukları belirlenmiştir. Ovadaki yeraltı suyu sanayi, kullanma, sulama ve içme suyu olarak kullanılmaktadır.

Yukarı Sakarya Havzası: Havzadaki akifer birimler alüvyon, neojen yaşlı silisli kireçtaşları ile konglomeralar ve mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşları ile ofiyolitlerdir. Havzada yeraltı suyu arama ve işletme amacıyla değişik tarihlerde yüzlerce sondaj açılmıştır. Sondajlardaki yeraltı suyu verimi 10-80 lt/sn arasında değişmektedir, özgül debileri ise 0,01-9,75 lt/sn/m arasındadır. Havzanın beslenimi yağıştan süzülme ve yüzeysel akıştan süzülme şeklindedir. Havzada 545,5 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi belirlenmesine rağmen bazı alt drenaj havzalarındaki tuzluluk problemleri nedeniyle 169 x $l0^6$ m^3/yıl emniyetli yeraltı suyu rezervi alınabileceği belirlenmiştir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Ovada açılan sondaj kuyularından alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre ; pH 6,7-8,8 arasında değişmekte olup genellikle bazik karakterdedirler. Elektriki geçirgenlik değerleri genellikle 500-1200 mikromho/cm civarındadır. Bu değer jipsli sahalarda 5.000-10.000 mikromho/cm olabilmektedir. Sularda kalsiyum bikarbonat tuzu hakimdir. Suyun sertlikleri genellikle 18 - 50 FS° arasında değişmektedir. Havzadaki yeraltı suları genellikle C_2S_1 - C_3S_1 sınıfı sulama suyu olup jipsli bölgelerde C_3S_3 - C_4S_4 sınıfı olabilmektedir. Ovadaki yeraltı suları tarımsal amaçlı sulama suyu, içme suyu ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Günyüzü Ovası: Ovada akifer olan birimler alüvyon, neojen yaşlı konglomera ile kireçtaşlarıdır. Ovada açılan sondaj kuyularından 10-55 lt/sn yeraltı suyu alınabilmektedir. Yeraltı suyu beslenimi yağıştan süzülme ve yüzeysel akıştan süzülme yoluyla olmaktadır. Ovada 4,5 x 10^6 m^3/yıl'dır.

2.7.4.1 Eskişehir ve İnönü Ovalarının Hidrojeolojik Özellikleri

Eskişehir-İnönü Ovası Hidrojeolojik incelemesi için seçilen etüt sahası Orta Anadolu Bölgesinin kuzeybatısında yer alır. 39 derece 27 dakika enlem daireleri ve Greenwich başlangıcına göre 30 derece ile 30 derece 45 dakika boylamları arasında bulunmaktadır. Drenaj alanı 1225 km^2, ova alanı (eski alüvyonlar dahil) 410 km^2 dir. Her iki ova da doğu- batı istikametinde uzanmaktadır. Etüt sahasında başlıca yükseltiler, İnönü 'nün kuzeybatısında Topçu Tepe (1064 m), güneybatısında

Çalındoruk Tepe (1281 m), güneyinde Kuzudoruğu Tepe (1333 m), güneydoğusunda Yeldeğirmeni Tepesi (1230 m), Eskişehir'in kuzeybatısında Yılanlı Tepe (1220 m), kuzeydoğusunda Kapalıkça Tepe (1250 m), güneydoğusunda Yığılçakıl Tepe (1029 m) dir (DSİ, 1975).

Etüd sahasında yaşlıdan gence doğru, Paleozoik yaşlı şist ve mermerler; Mesozoik yaşlı fliş, kalker ve oliolitler; Tersiyer-Paleojen yaşlı konglomera ve kalkerler; neojen yaşlı koglomera, andezit fliş, tüfit kalker ve bazaltlar ile Pliokuaterner'e ait eski alüvyonlar ve Kuaterner yaşlı yeni alüvyonlar bulunmaktadır (DSİ, 1975).

Etüd sahasının akarsuları, İnönü'yü batı-doğu istikametinde kateden Sarısu ve Eskişehir'den geçen Porsuk Çayıdır. İki nehir Eskişehir'in hemen yanında şehrin kuzeybatısında birleşirler ve doğuya doğru akarlar. Ovaların kotu 850-770 m arasında değişir (DSİ, 1975).

İnönü Ovasında bulunan Büyük Havuz ve Küçük Havuz kaynakları Eskişehir'de bulunan Ilıca Kaynağı havzanın en önemli kaynaklarıdır.

Ovada verimli akiferler, yeni ve eski alüvyonlardır. İnönü Ovasında alüvyonların kalınlıkları 10-30 m., Eskişehir Ovasında 5-95 m ler arasında değişir. Çakıl, kum ve kumlu killerden teşekkül etmişlerdir. İnönü ovasındaki alüvyonların iletkenlik katsayıları 300 m^3/gün/m. Ortalama verim 20 lt/sn, özgül verimde 4 lt/sn/m dir. Eskişehir ovasındaki alüvyonların ortalama iletkenlik katsayısı 100 m^3/gün/m., ortalama verim 40 lt/sn ve özgül verim de 7 lt/sn/m dir (DSİ, 1975).

İnönü ovasında yeraltı suyu boşalımı Sarısu Deresi ile olmaktadır. Eskişehir Ovasında, yeraltı suyu akımı genellikle Porsuk Çayına doğrudur. Fakat ovada yer yer Porsuk Çayı'nın da yeraltı suyunu beslediği görülür. Eskişehir ve İnönü Ovalarına ait yeraltı suyu bilançosu Tablo 2.6 ve 2.7 de verilmiştir.

Yeraltı suyunun yıllık emniyetli verimi Sarısu Ovasında 2,5x106 m^3/yıl, Eskişehir Ovasında $86x10^6$ m^3/yıl dır.

Eskişehir – İnönü Ovalarına ait hidrojeolojik harita Şekil 2.17' de verilmekte olup DSİ tarafından 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalar üzerine geçirilerek 1/100.000 ölçeğine küçültülmüştür (DSİ, 1975).

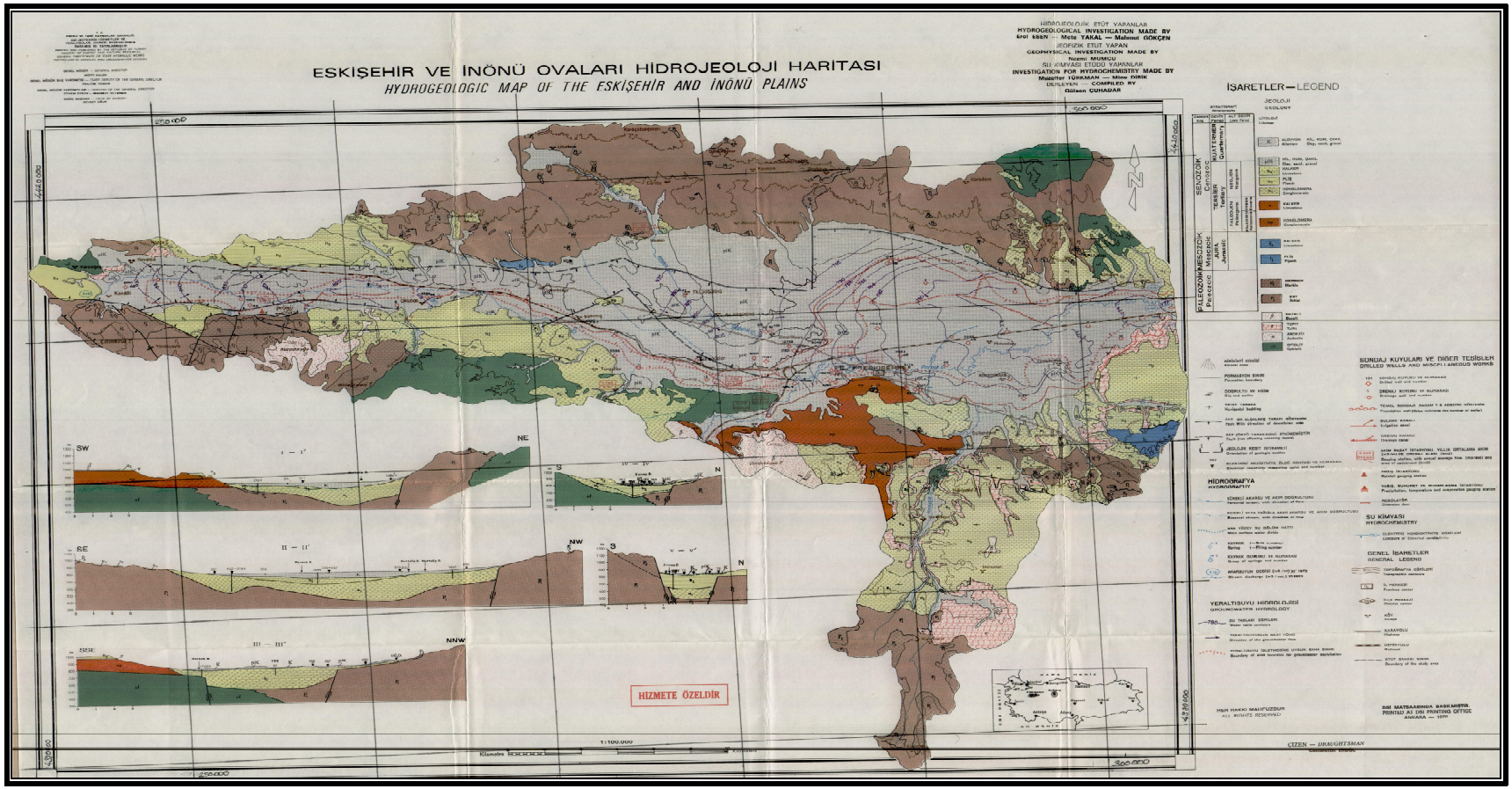
Tablo 2.6. İnönü Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu (DSİ, 1975)

BESLENİM	x 10^6 m^3/yıl	BOŞALIM	10^6 m^3/yıl
Yağıştan süzülme	2,0	Sarısu Deresine	3,5
Yüzeysel akıştan süzülme	1,0		
Yanal beslenim	0,5		
TOPLAM	3,5	TOPLAM	3,5

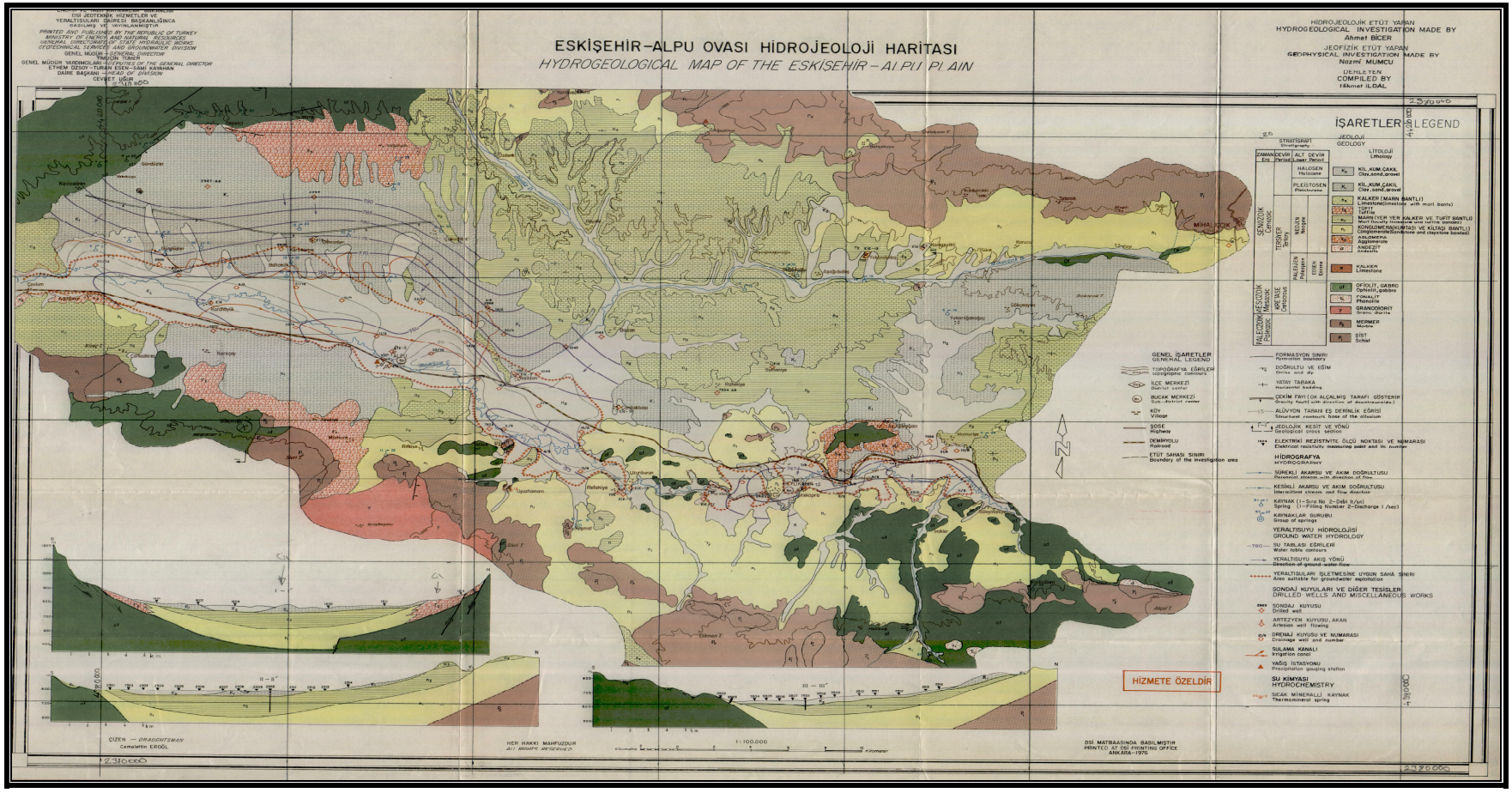
Tablo 2.7. Eskişehir Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu (DSİ, 1975)

BESLENİM	x 10^6 m^3/yıl	BOŞALIM	10^6 m^3/yıl
Yağıştan süzülme	17,5	Porsuk Çayına	116,0
Yüzeysel akıştan süzülme	10,0	Suni boşalım	16,5
Porsuk ve sulama kanallarından beslenim	81,0		
Yanal beslenim	24,0		
TOPLAM	132,5	TOPLAM	132,5

Şekil 2.17. Eskişehir ve İnönü Ovalarına Ait Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 1975)



Şekil 2.18. Eskişehir-Alpu Ovasına Ait Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 1977)



2.7.4.2. Eskişehir-ALPU Ovası Hidrojeolojik Özellikleri

Eskişehir-Alpu Ovası Hidrojeolojik incelemesi için seçilen etüt sahası Orta Anadolu Bölgesinin Kuzeybatısında yer alır. Eskişehir iline bağlı Mihalıççık İlçesi ile Alpu ve Beylikahır İlçe merkezleri etüt sahasının içerisindedir. 39 derece 27 dakika - 39 derece 57 dakika enlem ve 30 derece 41 dakika - 31 derece 30 dakika boylamları arasında bulunmaktadır. Drenaj alanı 2120 km^2, ova alanı (eski alüvyonlar dahil) 525 km^2 dir. Ortalama ova kotu 750-800 m dir.

Etüt alanının kuzey ve güney drenaj sınırlarını çevreleyen başlıca yükseklikler sırasıyla şunlardır (DSİ, 1977).

Alpu Ovasının kuzey drenaj sınırı batıdan doğuya doğru Karamuk Tepe (1145 m), Kitrecik Tepe (1417 m), İçmecinin Set Tepe (1325 m), Lazoğlu Tepe (1717 m), Somdöken Tepe (1769 m), Taş Tepe (1657 m) ile sınırlanmıştır.

Güneydeki tabii drenaj sınırı batıdan doğuya doğru Tekke Tepe (1145 m), Altıpatlar Tepe (1188 m), Sarı Kavakçalı Tepe (1284 m), Kayalık Tepe (1015 m), Kuç Tepe (1074 m) , Karaağaçlı Tepe (1147 m), İncik Tepe (1258 m), Halanın Pınarı Tepe (1284 m), Dede Tepe (1271m), Karaburun Sivrisi Tepe (1332 m), Beyduran Tepe (1242 m) ve Akçal Tepe (1436 m) ile sınırlanır.

Doğu drenaj sınırı ise güneyden kuzeye doğru; Sarınç Tepe (1513 m), Sivri Tepe (1278 m), Gökederci Burun Tepe (924 m) , İğdeli Asar Tombak Tepe (1093 m) ve Yelkentepe (1419 m) ile sınırlanmıştır (DSİ, 1977).

Etüt sırasında yaşlıdan gence doğru, Paleozoik yaşlı şist ve mermerler mesozoik yaşlı granodiorit, gobro, fonolit ve ofiolitler; Senozoik yaşlı kalkerler; konglomera, aglomera, marn ve tüfitler ile eski ve yeni alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 2.18).

Etüt sahasının akarsuları, Mihalıççık, Büydüzü, Okçu Dereleri ile ovayı batı-doğu istikametinde kat eden Porsuk Çayıdır.

Alpu Ovasında bulunan en önemli kaynaklar Okçu, Koşmat, Söğütlü, Osmaniye ve Karapınar Kaynaklarıdır (DSİ, 1977).

Ovada verimli akiferler yeni ve eski alüvyonlardır. Alüvyonların kalınlıkları 10-40 m arasında değişir, çakıl, kum ve kumlu killerden teşekkül etmişlerdir.

Alpu ovasındaki alüvyonların iletkenlik katsayıları 200-3.900 m^3/gün/m ortalama verim 20 lt/sn dir. Özgül verim 0,5-20 lt/sn/m dir.

Alpu ovasında yeraltı suyu boşalımı Porsuk Çayı'na ve suni boşalımla olmaktadır. Yeraltı suyu akımı ise Porsuk Çayına doğrudur. Yeraltı suyu bilançosu aşağıda gösterilmiştir (DSİ, 1977).

Tablo 2.8. Eskişehir-Alpu Ovasına Ait Yeraltı Suyu Bilançosu (DSİ, 1977)

Beslenim x 10^6 m^3/yıl		Boşalım x 10^6 m^3/yıl	
Yağıştan süzülme	6,5	Porsuk Çayına	44,5
Yüzeysel akıştan süzülme	30,0	Suni Boşalım	11,5
Sulama suyundan süzülme	15,0		
Yanal beslenim	4,5		
Toplam Beslenim	$56x10^6$	Toplam Boşalım	$56x10^6$

Boşalımın 0,80'i emniyetli verim kabul edilmiştir bu da $33,5x10^6$ m^3/yıl dır. Halen bu rezervin $11,6x10^6 m^3$ yeraltından çekilerek kullanılmaktadır. Eskişehir-Alpu Ovasına ait hidrojeolojik harita Harita 2.4 de sunulmuştur (DSİ, 1977).

2.7.5. Akarsular

Eskişehir'de gelişmiş bir akarsu ağı mevcut olup, bunlarda geçici ve daimi akarsular olmak üzere iki bölümde incelenmektedir.

Geçici Akarsular

Topografyanın şekillenmesinde asıl rolü oynayan seller bilhassa düzlükleri çevreleyen dağ ve yayla gibi yükseltilerin eteklerinde ve üzerinde sayısız denecek kadar çoktur (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Buralarda yağış ve kar erimeleri esnasında su mevcut olup, bunun dışında tamamen kurudur. Nadiren çok zayıf debili pınar ve kaynak suları ile beslendiklerinden yıl içinde daha uzun süre su bulundururlar. Özellikle ilkbahar sonu, yaz ayları ve sonbahar başında su kaynaklarının kurumaları ile akış yok olur.

Daimi Akarsular

Türkiye'nin en önemli akarsularından olan Sakarya Eskişehir'de bulunmaktadır. Çok sayıda kola sahip olup içlerinden en önemlisi Porsuk'tur.

Sakarya: Çifteler İlçesinin takriben 4-5 km güney-doğusunda yer alan "Sakarya Başı" adı verilen yerden çıkar. Birbirine yakın beş kaynağı olup, sıcaklıkları 19,5 °C ile 25 °C arasında değişmektedir. Uzunluğu 824 km, toplam debisi de 3600 lt/sn'dir. Bu kaynaklar suni bir gölette toplanıp bir hidroelektrik tirbününü çevirdikten sonra Sakarya Nehri başlamış olur. Sakarya başı kaynakları önce Bardakçı Suyu, Seydisu ve biraz doğuda Sarısu ile birleşerek güney-doğuya doğru akışa geçerek Dedemözü Deresi'nde alır. Aktaş Köprü'de DSİ tarafından yapılan ölçümlere göre yıllık ortalama debisi 9,7 m^3/sn dir. Aktaş Köprü'den sonra sağdan Sadıroğlu, Köprübaşı köyleri civarında yer alan Alikan Pınarlarının sularını toplayan kanalı alır ve tekrar güneydoğuya Buzluca köyüne doğru yönelir. Konya İlinde yer alan Akgöl'ün ayağı olan Gölpınar Deresi'ni de sağdan alarak İlin güneydoğu köşesinde Çakmak Köyü yakınında sağdan bir dere aldıktan sonra Eskişehir-Ankara arasında aynı zamanda il sınırı olur ve kuzeye döner. Sağdan Ankara İlinden Çıralıözü ve Ilıcaözü derelerini, soldan Sivrihisar dağlarından inen Çardaközü suyunu alır ve biraz kuzeyde Kavuncu Köprüsü'ne ulaşır. DSİ' nin burada yaptığı ölçümlere göre yıllık ortalama debisi 27 m^3/sn dir. Kuzeyde Beylikköprü'den itibaren Ankara hudutları içinde kalır ve burada soldan en önemli kolu olan Porsuk'u alır. Kuzeyde akışına devam eder ve sağda Ankara Çayını alır. Bu mevkide Seydipınar yakınında Sakarya tekrar iki ilin arasında sınır olur. Sarıyer Barajı mevkiinde soldan İn Deresi'ni sağdan Girmir Suyu'nu alır. Bu noktada ilin kuzeydoğu köşesinde Sakarya üzerinde yapılan Sarıyer Barajı Gölünün eski yatağını eksen alarak geniş alana yayılmıştır. Baraj gölüne sağdan karışan diğer bir kolda Aladağ Çayı'dır. Sarıyer Barajı'ndan sonra akışı batıya dönen Sakarya burada dar derin boğazların içinden akar ve yine il sınırı durumuna girer. Burada Sarıyer Barajı'ndan sonra 50 km mansapta Gökçekaya Barajı ve hidroelektrik santrali inşa edilmiştir. Sağdan Nallıhan, soldan Güllük, sağdan Yanlışlar, soldan Kuşbaşı yine sağdan Kızıl dereleri aldıktan sonra Sarıcakaya'ya ait Düzköyün kuzeyinde sınır durumu biter ve Sarıcakaya İlçesi ve toprakları içinden akmaya devam eder. Sağdan Çatakköyü batısından Bilecik İline girer. Sakarya Irmağının başlangıcı olan "Sakarya Başı" kaynaklarının denizden yükseltisi 850-900 m.

arasındadır. İlin güney-doğu köşesinde kuzeye döndüğü noktada 750 m'ye ancak inebilmiştir. Sarıyer Barajı mevkiinde yükselti 500 m'ye iner. Akış barajdan sonra batıya yönelir ve ili terk ettiği noktada da 250 m'ye inmiş olur. İl içinde yer alan Sakarya'nın önemli kolları Sarısu ve Seydisu' dur.

Sarısu: Mahmudiye İlçesinde doğan bu akarsu Çifteler İlçesinin Saithalimpaşa köyünün güney-doğusunda Sakarya ile birleşir.

Seydisu: Seyitgazi İlçesi Kırka Bucağı civarında çeşitli yönlerden derelerin toplanması ile meydana gelir ve Kumarcı Adası civarında Sakarya'ya karışır. Toplam uzunluğu 107 km, debisi 38 m³/sn dir. Feyezanı Mart ayı civarında görülmekte ve kar sularını bunda büyük rolü olmaktadır. Yaz aylarında sulamaların da etkisi ile akış tamamen durmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Bardakçı Suyu ve İhsaniye Suları: Bu akarsu Çifteler İlçesinin güney-batı köşesindeki Akdere Köyü'nün Keçi Çayı mevkiinden ve Seyitgazi İlçesinin Bardakçı Köyü civarından çıkan kaynakları ile meydana gelir. Sakarya'ya ulaşmadan önce Çifteler ile merkezinin doğusunda Ilıcabaşı Suyu ile birleşip Ilıcabaşı İhsaniye Köyü'nün 1,5 km kuzey-doğusundan satha çıkar, suyun sıcaklığı 22,5 °C ve kaynak kısmında debisinin de 100 lt/sn olduğu tahmin edilmektedir. Sakaryabaşı yakınında Kınalıtepe Köprüsü'nde ise debisi 15 lt/sn olarak ölçülmüştür. Zaiyat % 85'dir. Bu bilhassa aşırı sulamaların neticesidir. Bardakçı ve İhsaniye sularını toplayan drenaj alanı 1200 km² ve toplam boyları 42 km dir. Feyezanları ilkbaharda mart ayları civarında görülür (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Porsuk Çayı: Porsuk Çayı başlıca iki koldan meydana gelir. Bunlardan ilki ;"Porsuk Suyu" dur. Bu kolu meydana getiren sular Murat dağından, Altıbaş ovasındaki sazlığa inerler ve burada toplanarak Gölsuyunu meydana getirirler. Bunun kuzeye devamı "Porsuk suyu" ismini alır. Kütahya ovasına girmeden önce Porsuk Çiftliği yakınlarında Koca Dağ dibindeki pınar sularını aldıktan sonra debisi artar. Diğeri ise; yine Kütahya İlinin batısından gelen Yoncalı Ilıcalarının da fazla sularını alan ve Eskişehir'in "Porsuk Çayı" ismi ile geçen koludur. Bu iki kol Kütahya merkezinin 3 km kuzey-doğusunda (Çukur Ovada) birleşirler ve buradan itibaren de yine "Porsuk Çayı" adı altında akarlar. Porsuk Çayı Eskişehir İli sınırlarına İncesu Köyü'nün kuzey batısında yer alan Kalburcu Çiftlikleri mevkiinde dahil olur. Çıkışından itibaren umumiyetle dar ve eğimli bir vadi içinden akan Porsuk Çayı İl

içinde önce soldan Kunduzlar Çayını sonradan Kargın Deresi'ni alır. Eskişehir'in 8 km güneybatısında yer alan orman fidanlığından sonra eğimi hayli azalır ve bu durum Sakarya'ya karışıncaya kadar devam eder. Porsuk çayı Eskişehir İl merkezine güney-batıdan sokulur ve batı yönünden girer. Daha önce şehrin batısında Ertuğrulgazi Mahallesi yakınında soldan Sarısuyu alarak batı-doğu yönünde şehrin ortasından akmaya devam eder. İl merkezinden sonra Sakarya'ya karışıncaya kadar Porsuk'a katılan kollar kısa, debisi zayıf ve önemsizdir. Bunların birkaçı hariç tamamı ovanın kuzey ve güneyindeki yükseltilerden inen geçici sulardır. Nitekim şehri geçtikten sonra soldan Şeker Fabrikası Çiftliğinden Keskin-Muttalip derelerini alır Sakarya'ya kavuşmadan önce İlören kuzeyinden sağdan Sivrihsar dağları içinden gelen Pürtek Çayını da alır. Buradan takriben kuşuçuşu 16 km doğuda İl sınırını terk eder ve sınırın 6 km doğusundaki "Kıran Harman Köyü"nün 2 km kuzey-doğusundan da Sakarya'ya karışır. Porsuk Çayı'nda şehir içinde yapılan ölçmelere göre maksimum debi (1961 taşkınında) 2000 m^3/sn olarak ölçülmüştür. Yaz aylarında bazen akışın tamamen durmasına sebep Porsuk'un Kunduzlar kolundan sonra kurulmuş olan Porsuk barajıdır. Ortalama debisi 10 m^3/sn dir. Yıllık Ortalama akıttığı su miktarı ise 300.000.000 m^3/sn'dir.

Porsuk Çayına İl içerisinde karışan kollar; Kunduz Çayı, Kargın Deresi, Ilıca Suyu , Mollaoğlu Deresi ve Pürtek Çayı dır.

Kunduz Çayı: İnönü Bucağının güneyindeki dağlık yöreden çıkarak çeşitli derelerle birleşip en sonra Kunduzlar çayı ismini alır ve Kütahya İl hududu yakınında Nedimbey Çiftliği mevkiinde Porsuk Çayına soldan karışır.

Kargın Deresi: Kütahya merkez kazasına bağlı Sabuncupınar Bucağı civarından gelen derelerin birleşmesi ile meydana gelir, Eskişehir İl hududunu geçtikten sonra Kargın ismini alır. Taydeposu ve Gökçekısık istasyonları arasında sağdan Porsuk'a karışır. Halen sebep olduğu taşkınları önlemek ve sulamada faydalanılmak üzere yapılan inşaat ile Porsuk Çayı göl sahasına derive edilmiştir.

Ilıca Suyu: Türkmendağı eteklerinden gelen yayla, kalabak dereleri birleşerek Ilıcasuyunu meydana getirirler. Uluçayır köyünün güneyinde buna yine Türkmendağı eteklerinden gelen yayla suyu deresi soldan, bu köyün 1,5 km kuzeyinde de Ilıca suyu sağdan Porsuk'a karışır.

Mollaoğlu Deresi: Eskişehir merkez ilçesine bağlı Nemli Köyü yakınlarından çıkar. Mollaoğlu Köyü içinden geçerek Kızılinler Köyü'nün güneyinden Porsuk Çayına karışır. Bu kolun üzerinde Musaözü Köyü yakınlarında sulama ve selleri önleme amacıyla bir baraj yapılmıştır.

Kütahya İlinin merkez ilçesine bağlı Dodurga Köyü yakınından ve Eskişehir İli İnönü Bucağını batısında sıcaksu kaynaklarından meydana gelir. Sarısu Ovasını aşar ve Eskişehir İl merkezinin batısında yer alan Ertuğrulgazi Mahallesi'nin yanında soldan Porsuk'a karışır. Kargın Deresi ile bu kol taşkınlarla Porsuk'a külliyetli su getirirler. Bu su üzerinde taşkınları önleme ve sulama tesisleri yapmak gayesiyle Dodurga Barajı yapılmıştır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Pürtek Çayı: Sivrihisar İlçe merkezinin kuzeybatısında Sivrihisar Dağları yer alan "Karaburhan"Deresi adı ile başlar, doğuya akar, Mülk Köyü'nün doğusunda kuzeye döner ve Pürtek Çayı adını alır. Demirci ve Ortaklar köyleri yakınından geçtikten sonra İlören Köyü'nün kuzeyinde Porsuk'a karışır.

Tablo 2.9. Eskişehir İlinde yeralan önemli akarsular (DSİ III. Bölge Müdürlüğü, 2003)

Akarsuyun Adı	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Toplam Uzunluğa Oranı (%)	*Debisi (m^3/sn)	İl Sınırları İçindeki Başlangıç ve Bitiş Noktaları	Kolu Olduğu Akarsu
Sakarya Nehri	627	400	% 64	98,57	Çifteler Sakarbaşı Alpagut	-
Porsuk Çayı	255	225	% 88	5,34	İncesu Kıranharman	Sakarya Nehri
Bardakçı Deresi	46	46	% 100	2,22	-	Sakarya Nehri
Sarısu Deresi	44	44	% 100	2,00	-	Sakarya Nehri
Seydi Suyu	70	70	% 100	3,38	-	Sakarya Nehri
Çardaközü Deresi	18	18	% 100	0,25	-	Sakarya Nehri
Sarısu Deresi	60	40	% 67	1,37	Kandilli	Porsuk Çayı
Pürtek Çayı	40	40	% 100	0,83	-	Porsuk Çayı

Başlangıç ve bitiş noktaları; akarsuyun İle girdiği ve İlden çıktığı mevkilerin adı olarak belirtilmiştir.

*Debi değerler yıllık ortalama değerleridir.

2.7.6. İklim

Eskişehir, coğrafi şartları, yükseltileri, yeryüzü şekilleri, denize olan uzaklığı gibi nedenlerden dolayı kara iklimi özelliğine sahiptir. Bir taraftan da Ege ve Marmara bölgelerine yakın olması nedeniyle bu bölgeler ikliminin etkilerini taşımaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Genellikle Eskişehir'de kışlar parçalı bulutlu, kar yağışlı, baharlar orta derecede yağışlı ve yazlar ise az bulutlu ve açık geçer. Bu bölümde anlatılan iklimsel özellikler ile ilgili bilgiler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınıp işlenerek tablolara ve grafiklere aktarılmıştır.

2.7.6.1. Rüzgar

39,49 Enlem, 30,31 Boylamı ve 789 m yüksekliğinde yer alan Eskişehir Anadolu ve 39,27 Enlem, 31,32 Boylam ve 1070 m yüksekliğinde yer alan Eskişehir-Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait verileri;

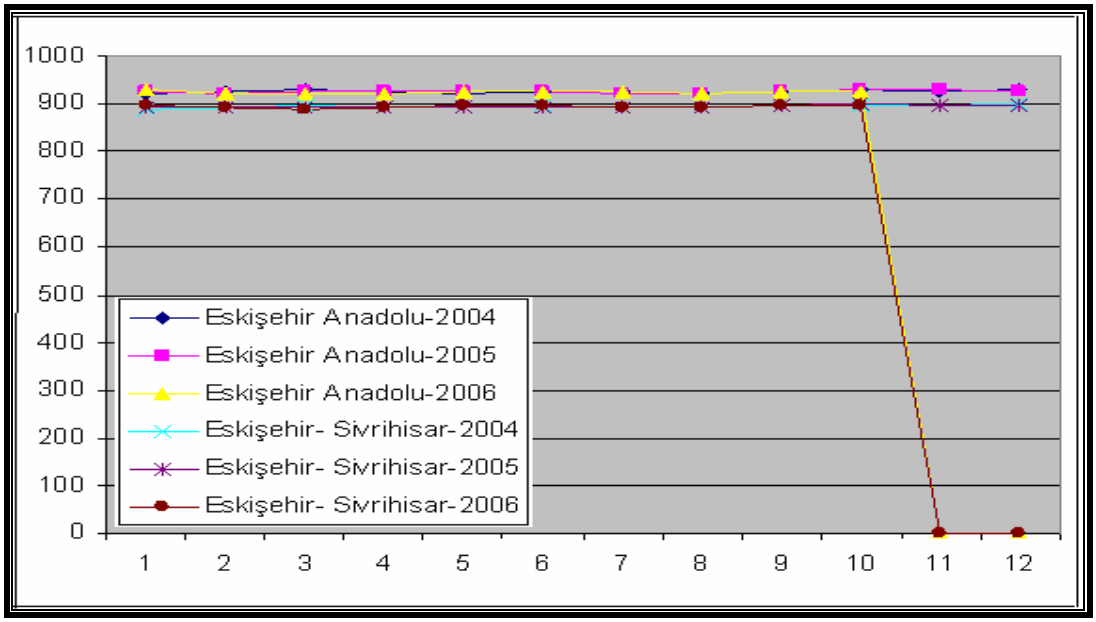
Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü batı-kuzey batı, rüzgar hızı ise 2,7 m/sn, 2005 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü batı-kuzeybatı, rüzgar hızı ise 2,6 m/sn ve 2006 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü güneybatı, rüzgar hızı ise 3,03 m/sn'dür. Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü batı, rüzgar hızı ise 2,0 m/sn, 2005 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü batı-kuzeybatı, rüzgar hızı ise 1,9 m/sn ve 2006 yılında tespit edilen hakim rüzgar yönü güneydoğu, rüzgar hızı ise 2,04 m/sn.dir (DMİGM, 2006).

2.7.6.2. Nem

Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 58 , 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 59 ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 56 dır. Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 56, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 56 ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama bağıl nem % 56,1 dir (DMİGM, 2006).

2.7.6.3. Basınç

Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama yerel basınç 925,3 hPa, 2005 yılında tespit edilen ortalama yerel basınç 924,8 hPa ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama yerel basınç 923,9 hPa'dür. Eskişehir-Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama yerel basınç 894,5 hPa, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama yerel basınç 894,3 hPa ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama yerel basınç 893,4 hPa' dir (DMİGM, 2006).



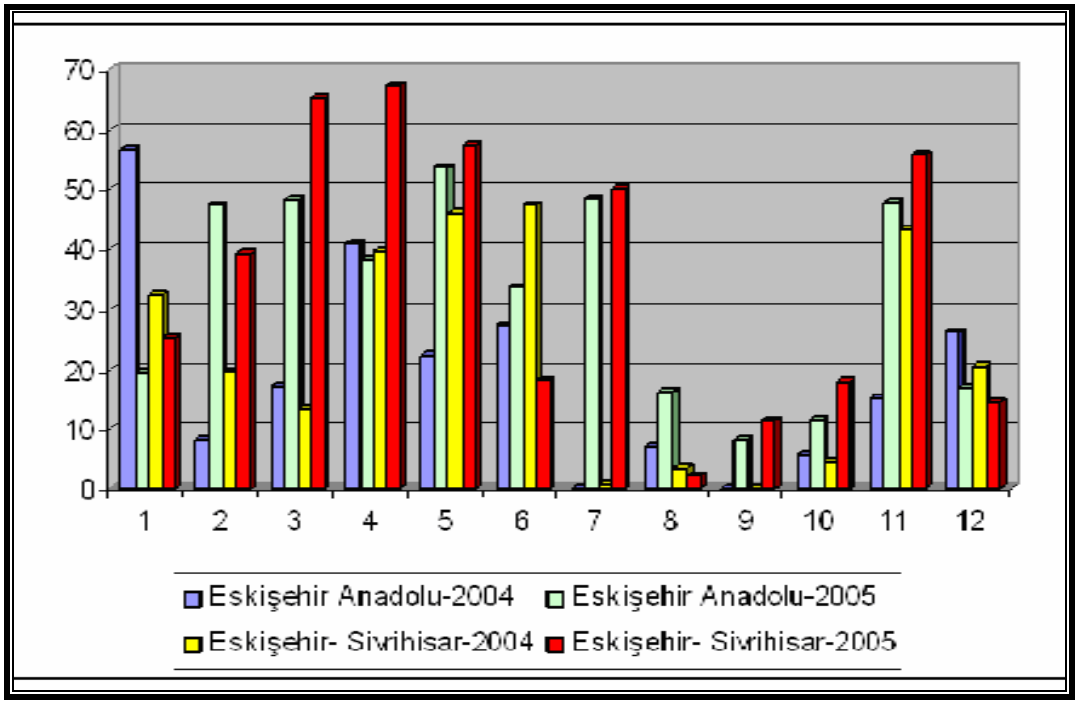
Şekil 2.19. Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama yerel basınç değerleri (hPa)

2.7.6.4. Sıcaklık

Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 10,7 °C, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 10,9 °C ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 12,2 °C dır. Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 11,4 °C, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C ve 2006 yılında tespit edilen yıllık ortalama sıcaklık 12,9 °C dir (DMİGM, 2006).

Tablo 2.10. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri (°C)

İstasyon Adı	Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anadolu	2004	- 0,3	1,1	5,4	9,6	14,0	18,8	21,7	20,6	17,5	12,8	5,7	1,4
Anadolu	2005	2,1	1,5	4,9	10,0	14,7	18,2	22,4	22,8	16,8	9,5	5,2	2,5
Anadolu	2006	-2,8	-1,8	5,8	11,3	14,8	19,4	21,1	24,6	16,6	12,6	0	0
Sivrihisar	2004	- 0,2	1,0	6,1	10,5	14,2	19,1	22,8	21,6	18,8	14,3	6,7	2,3
Sivrihisar	2005	2,9	1,3	5,1	10,2	15,2	18,8	23,5	23,8	17,6	10,4	5,5	3,3
Sivrihisar	2006	-2,2	-0,4	6,1	11,7	15,0	20,0	22,0	26,0	17,5	13,3	0	0



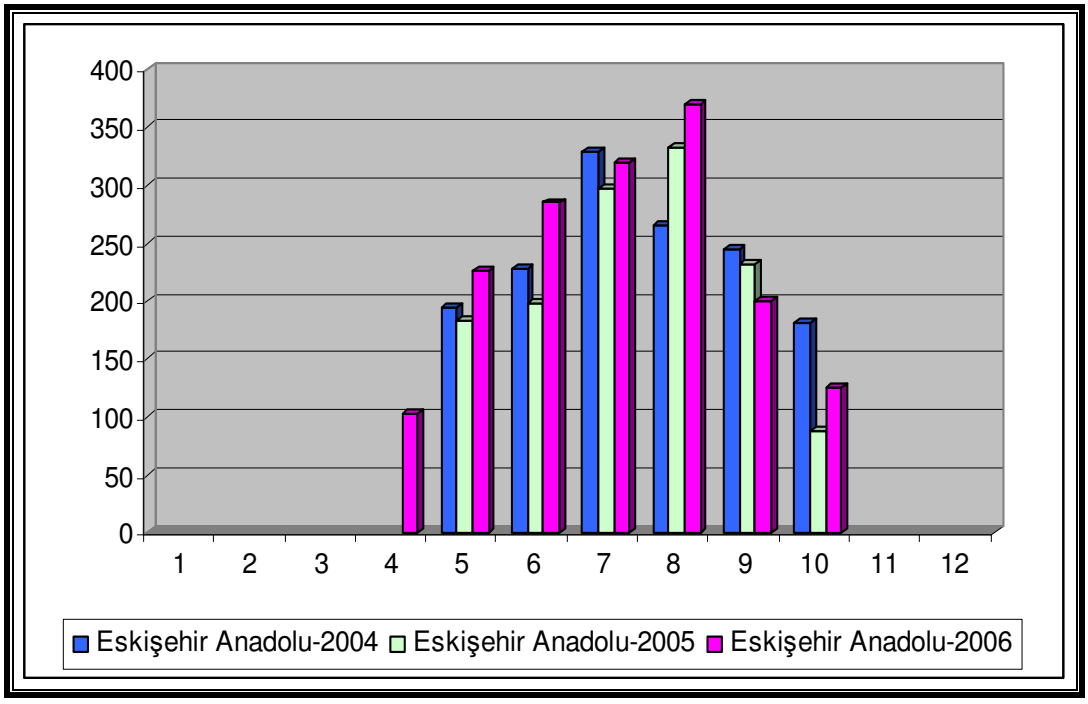
Şekil 2.20. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama sıcaklık değerleri (°C)

2.7.6.5. Buharlaşma

Eskişehir İli'ne ait Eskişehir-Anadolu ölçüm istasyonunda belirlenmiş buharlaşma ortalama buharlaşma değerleri Tablo 2.11 ve Grafik 2.3 de verilmektedir.

Tablo 2.11. Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama buharlaşma değerleri (mm)

İstasyon Adı	Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anadolu	2004	-	-	-	-	194,6	228,8	328,8	265,4	245,7	182,0	-	-
Anadolu	2005	-	-	-	-	182,5	199,0	297,9	333,2	232,1	88,8	-	-
Anadolu	2006	-	-	-	102,0	226,4	285,0	320,2	369,4	199,1	126,00	-	-



Şekil 2.21. Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004, 2005, 2006 yıllarına ait ortalama buharlaşma değerleri (mm)

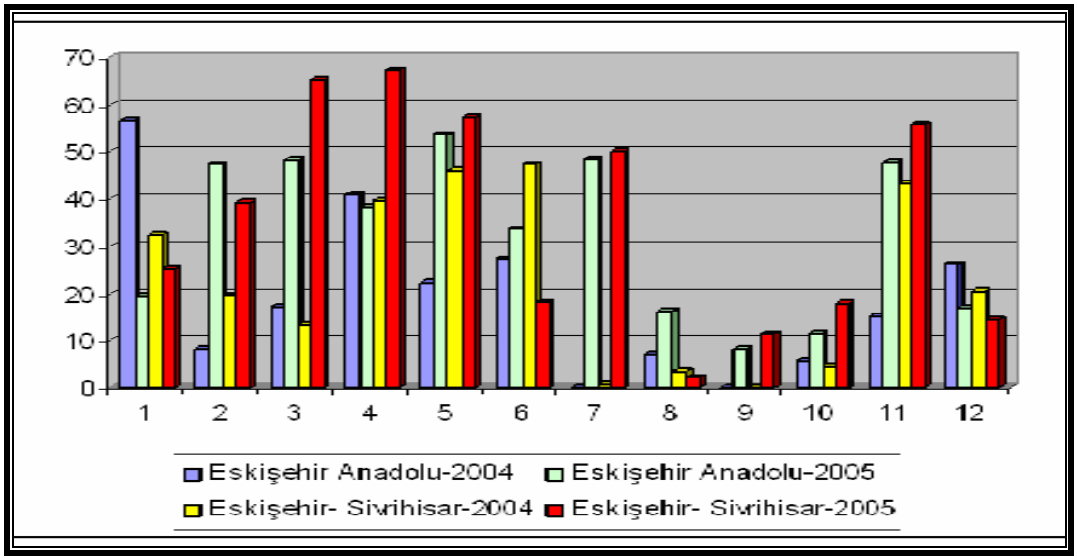
2.7.6.6. Yağış Miktarları

Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 22,7 mm, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 39 mm dir. Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 27,2 mm, 2005 yılında tespit edilen yıllık ortalama toplam yağış miktarı 42,5 mm dir (DMİGM, 2006).

Eskişehir Anadolu Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen toplam yıllık yağış miktarı 227,1 mm., 2005 yılında tespit edilen toplam yıllık yağış miktarı 390,3 mm dir. Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonunda 2004 yılında tespit edilen toplam yıllık yağış miktarı 271,6 mm., 2005 yılında tespit edilen toplam yıllık yağış miktarı 424,9mm dir (DMİGM, 2006).

Tablo 2.12. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005 yıllarına ait ortalama toplam yağış miktarı değerleri (mm)

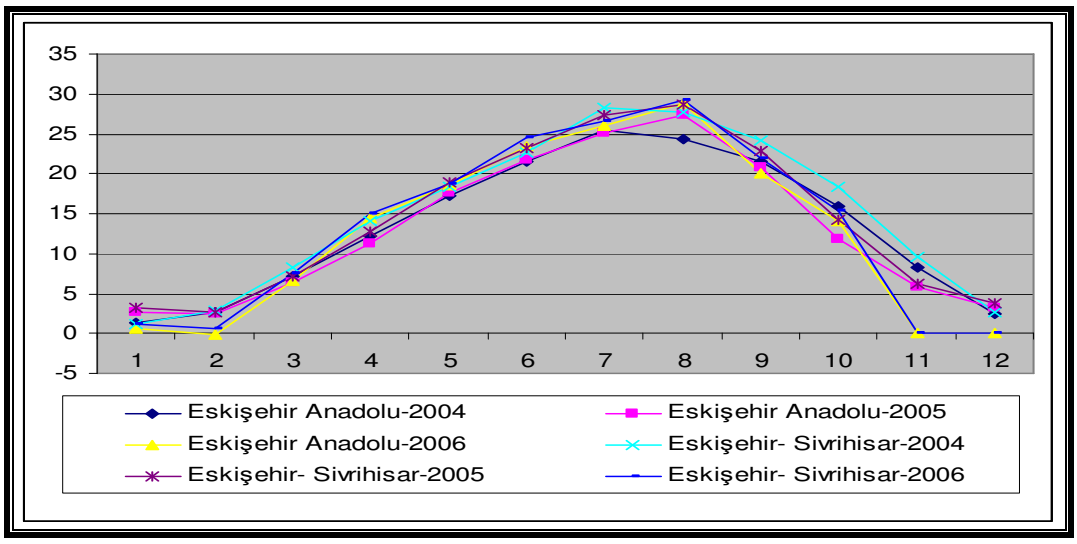
İstasyon Adı	Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Eskişehir Anadolu-2004	2004	56,6	8,3	17,3	40,9	22,4	27,2	0	7,3	0	5,8	15,1	26,2
Eskişehir Anadolu-2005	2005	19,4	47,5	48,3	38,3	53,6	33,8	48,5	16,2	8,2	11,5	48,0	17,0
Eskişehir-Sivrihisar-2004	2004	32,4	19,7	13,4	39,6	46,1	47,4	0,8	3,6	0	4,8	43,2	20,6
Eskişehir-Sivrihisar-2005	2005	25,3	39,4	65,4	67,3	57,3	18,2	50,1	2,3	11,4	18,0	55,7	14,5



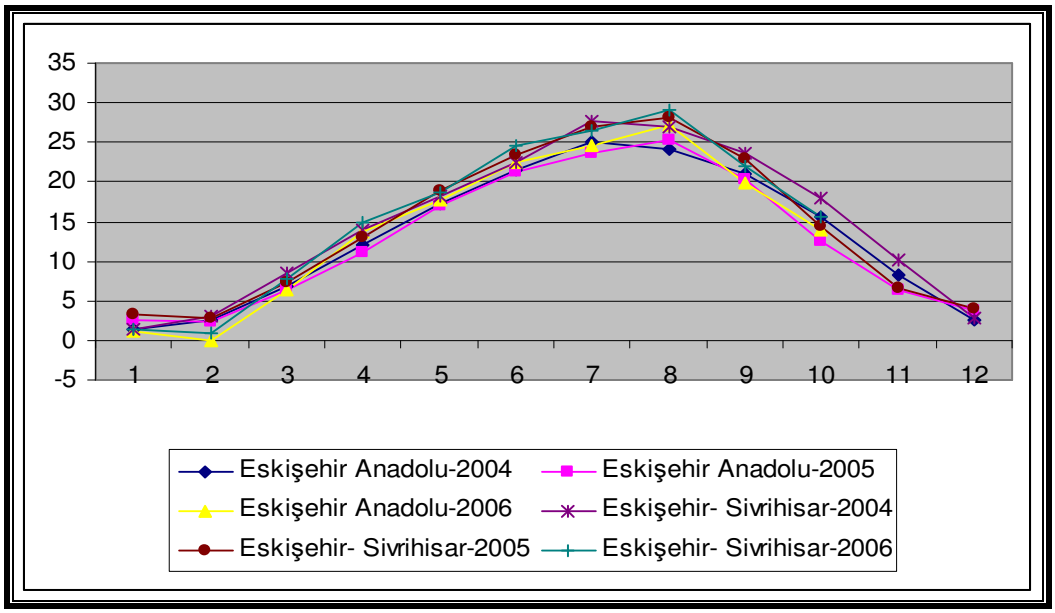
Şekil 2.22. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarının 2004, 2005 yıllarına ait ortalama toplam yağış miktarı değerleri (mm)

2.7.6.7. Toprak Sıcaklıkları

Eskişehir İli'ne ait Eskişehir-Anadolu ve Eskişehir-Sivrihisar ölçüm istasyonlarında 5 cm - 10 cm'de 2004, 2005 ve 2006 yıllarında ölçülen ortalama sıcaklık değerleri Grafik 2.5. ve Grafik 2.6.'da verilmektedir.



Şekil 2.23. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarında 2004, 2005 ve 2006 yıllarında ölçülen ortalama 5 cm. de toprak sıcaklıkları (°C)



Şekil 2.24. Eskişehir Anadolu ve Eskişehir- Sivrihisar Ölçüm İstasyonlarında 2004, 2005 ve 2006 yıllarında ölçülen ortalama 10 cm. de toprak sıcaklıkları (°C)

2.7.6.8. Mikroklima

Eskişehir İli Sarıcakaya İlçesi (225 m) mikroklima özelliği göstermekte olup Sarıcakaya'da yıllık ortalama toplam yağış 372,2 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 15,1°C dir.

2.7.7. Toprak ve Arazi Kullanımı

2.7.7.1. Genel Toprak Yapısı

Eskişehir İlinde tespit edilen 8 adet toprak grubu vardır. Buna göre % 48,8 ile en fazla kahverengi topraklar, % 26,36 ile kahverengi orman toprakları ve % 12,70 ile kalkersiz kahverengi orman toprakları bulunmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Toprak Bünyesi: Saturasyon yüzdesine göre yapılan sınıflandırmada tarım topraklarının % 48,4'ü tın, % 47,9'u killi tın, % 2,9'u kil ve % 0,7'si kum bünyeye sahiptir, bu dağılım ilde tarım için uygun toprak bünyesi varlığını göstermektedir·

Toprak Reaksiyonu: Tarım topraklarının % 0,3'ü asit, (pH 6,5'den düşük), % 8,2'si nötr (pH 6,6-7,5), % 91,5'i alkali (pH 7,5'den büyük) reaksiyona sahiptir.

Toprak Tuzluluğu (% Toplam Tuz): İşlemeli tarım uygulanan toprakların % 97,6'az tuzlu, % 2,2'si tuzlu ve % 0,2'si ise çok tuzludur.

Toprakta Kireç ($CaCO_3$) : İl topraklarının % 5,2'si az kireçli, % 36'sı az kireçli, % 16,8'i kireçli, % 22,9'u fazla kireçli ve % 19,1'i ise çok fazla kireçlidir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Organik Madde: Tarım topraklarının büyük bir kısmı organik madde yönünden fakir durumdadır. Analiz sonuçlarının ortalamasına göre; topraklarının % 13,1'in de organik madde çok az, % 38,7'sinde orta, % 10,8'inde iyi ve 4,6'sında ise yeter düzeydedir.

Fosfor: Bitkiler tarafından alınabilir fosfor tayinlerinde (Olsen Metoduna göre) tarım topraklarının % 19,7'sinde fosfor çok az, % 30,6'sında az, % 22,7' sinde orta, % 13,5'inde yüksek ve % 13,5'inde ise çok yüksek fosfor varlığı tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre fosfor eksikliği gösteren toprakların fosforlu gübrelerle takviye edilmesi gerekmektedir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

2.7.7.2. Arazi Kullanımı

Arazi Varlığı ve Arazi Sınıfları

Eskişehir İl arazisinin % 21,8' i dağlık, % 6' sı yayla, % 25,8' i ova ve % 51,8'i dalgalıdır. 582.505 hektar (% 43) tarım alanına sahip olan Eskişehir İlinde; 325.851hektar çayır-mera arazisi (% 26) , 360.204 hektar (% 24) orman ve fundalık arazi, 96.996 hektar (% 7) tarıma elverişsiz araziler ve diğer alanlar bulunmaktadır.

Arazi kabiliyeti yönünden ildeki arazilerin % 9'u 1. sınıf, % 36'sı 2. ,3., ve 4. ,sınıf, % 55'i de 5.,6.,7. ve 8. sınıf arazilerdir. Sulanabilir arazilerde her yıl ekim yapılmaktadır. Geriye kalan araziler kıraç ve taban arazi olup, "Nadas-Ekim" münavebe sistemi uygulanmakta ve her yıl 194.890 ha'ı nadasa bırakılmaktadır.

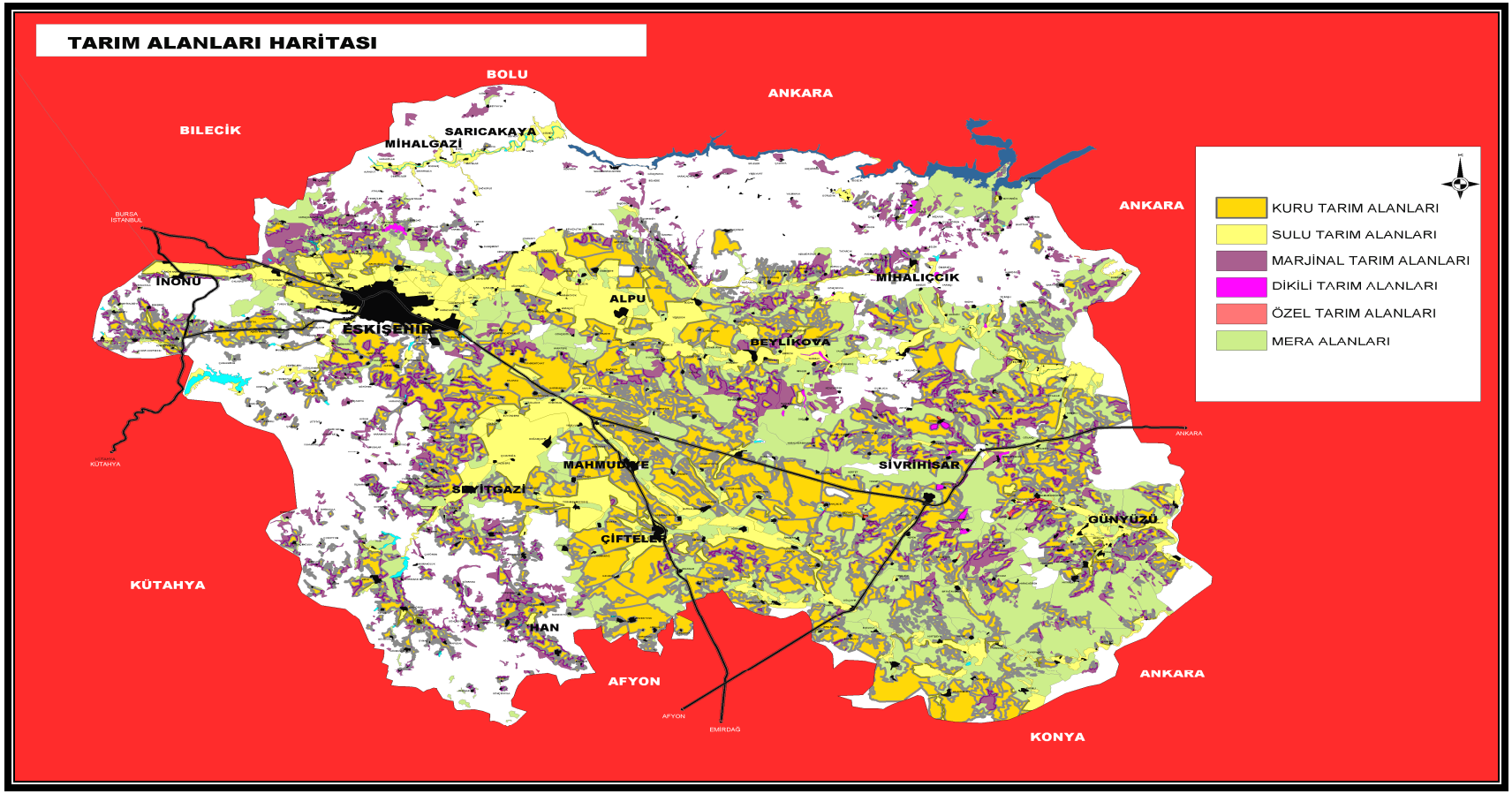
2.7.7.3.Tarımsal Üretim

Tarımsal üretimin yapı itibariyle büyük ölçüde tabiat şartlarına bağlı olması Eskişehir İlinde de bitki deseni ve ürünlerin miktar ve çeşitliliğini sınırlamaktadır. Bu sebeple Eskişehir İlindeki tarımsal üretim, tarla tarımı ve buna bağlı olarak hububat ekimi toplam tarla arazisinin % 88,84' ünü teşkil etmektedir. Eskişehir İli bitkisel ve hayvansal üretimde Türkiye ortalamasının üzerinde üretim yapabilen bir teknolojiye ulaşmıştır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).Eskişehir İli genelinde iki ekim yapılmakta olup Ekim ve Mart(Nisan) aylarında ekime paralel olarak gübreleme yapılmaktadır.

Tablo 2.13. Eskişehir İlinin İlçeleri İtibariyle Tarım Alanları Dağılımı (Ha) (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

İLÇELER	TARLA	SEBZE	MEYVE	BAĞ	ZEYTİN	TOPLAM
Merkez	98,420	1,370	208	31	0	100,029
Alpu	44,904	528	14	0	0	45,446
Beylikova	24,786	48	5	0	0	24,839
Çifteler	61,485	125	7	2	0	61,619
Günyüzü	33,916	438	53	211	0	34,618
Han	10,141	2	23	0	0	10,166
İnönü	13,378	68	21	0	0	13,467
Mahmudiye	43,446	31	17	0	0	43,494
Mihalgazi	50	1,428	44	350	20	1,892
Mihalıççık	41,663	339	520	100	0	42,622
Sarıcakaya	2,424	949	75	450	50	3,948
Seyitgazi	61,834	122	81	0	0	62,037
Sivrihisar	137,629	434	60	205	0	138,328
Toplam	574,076	5,882	1,128	1,349	70	582,505

Şekil 2.25. Eskişehir İli Tarım Alanlarının Sınıfsal Dağılımı (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006)



Tarımsal İşletmeler

Eskişehir İlindeki tarımsal işletmelere ait bilgiler Tablo 2.14'de verilmiştir.

Tablo 2.14. Eskişehir İlinde İşletme Tipleri ve İşletme Büyüklüğüne Göre Dağılım (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

İşletme Büyüklüğü (Da)	Yalnız Bitkisel Üretim Yapan	Yalnız Hayvancılık Yapan	Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Yapan	TOPLAM
Arazisi olmayan	-	500	-	500
<5	353	-	107	460
5 – 9	574	-	381	955
10 – 19	615	-	670	1.285
20 – 49	1.939	-	2.033	3.972
50 – 99	1.165	-	3.456	4.621
100 – 199	1.751	-	4.346	6.097
200 – 499	1.354	-	4.746	6.100
500 – 999	306	-	494	800
1000– 2499	159	-	38	197
2500– 4999	-	-	34	34
≥ 5000	-	-	1	1
TOPLAM (arazili)	8.216	-	16.306	24.522
GENEL TOPLAM	8.216	500	16.306	25.022

Tarımsal Faaliyetlerde Pestisit Kullanımı

Eskişehir İlinde kullanılan zirai mücadele ilaçları cinsleri ve kullanılan miktarları itibariyle Tablo 2.15'de verilmiştir.

Tablo 2.15. 2004 Yılı Mücadele İcraatlarında Kullanılan İlaçlar (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

KONU	
İlaçlanan Alan (Ha)	1.680.183
İlaçlanan Ağaç (adet)	73.250
İlaçlanan Tohum (ton)	61.165
İlaçlanan Ambarlanmış Ürün (ton)	15.000
Kullanılan İnsektisit (Kg)	32.416 kg - 8.354 lt.
Fumigant (Kg)	206
Kullanılan Fungusit (Kg)	88.772
Kullanılan Herbisit (Kg)	128 kg – 209.125 lt.
Kullanılan Akarisit (Kg)	1.210 lt.
Kullanılan Kışlık- Yazlık Yağ (Kg)	1.579 lt.
TOPLAM	121.552 kg. 220.268 lt.

Tarımsal Faaliyetlerde Gübre Kullanımı

Eskişehir İlinde gübre kullanımı genelde normal düzeydedir. Sadece sebze ve şeker pancarında çok az sayıda uygulama da gübreleme biraz fazladır. Tablo 2.16'da kullanılması gereken gübre miktarları verilmiştir. Ancak gübrelemede toprak analizleri dikkate alınmalıdır. Tablo 2.17'de 8 yıllık gübre tüketimi, Tablo 2.18' de 2005 yılında kullanılan gübre miktarları verilmiştir.

Tablo 2.16. Dekara Kullanılması Gereken Gübre Miktarı (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

Bitki Cinsi	Azotlu Gübreler (kg/ Da)			Fosforlu Gübreler (kg/Da)		
	Amonyum Sülfat % 21 N	Amonyum Nitrat % 26 N	Üre %46 N	Triple Süper Fosfat % 42 P_2O_5	Diamonyum Fosfat % 18-46	Kompeze Gübre 20-20-0
Buğday (Kuru)	30-35	25-30	14-16	14-16	12-14	30-35
Buğday (Sulu)	55-60	45-50	25-28	16-18	14-16	35-40
Arpa	35-40	30-35	16-18	16-18	14-16	35-40
Mısır (Sulu)	55-60	45-50	25-28	16-18	14-16	35-40
Ayçiçeği (Sulu)	45-50	35-40	20-22	16-18	14-16	35-40
Patates (Kuru)	45-50	35-40	20-22	18-20	18-20	40-45
Patates (Sulu)	65-70	55-60	30-32	24-26	24-26	50-55
Ş. Pancarı (Kuru)	40-45	30-35	18-20	14-16	14-16	30-35
Ş. Pancarı (Sulu)	60-65	50-55	28-30	18-20	18-20	40-45
Sebzeler	60-65	50-55	28-30	16-18	16-18	35-40
Bostan-(Kuru) Kavun- Karpuz	30-35	25-30	14-16	12-14	12-14	25-30
Bostan-(Sulu) Kavun-Karpuz	45-50	35-40	20-22	16-18	16-18	35-40
Bağ (Kuru)	40-45	30-35	18-20	14-16	14-16	30-35
Bağ (Sulu)	45-50	35-40	20-22	16-18	16-18	35-40
Meyve (Ağaç başına)	1-2	0,8-1,5	0,6-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	1-2
Yonca	15-20	12-16	7-9	75-80	30-32	26-28
Nohut	15-20	12-16	7-9	35-40	14-16	12-14
Kuru Fasulye	15-20	12-16	7-9	45-50	18-20	16-18

Tablo 2.17. Yıllar İtibariyle Eskişehir İli Gübre Tüketimi (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

Gübre Cinsleri	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
A. sülfat (% 21)	1.880	1.928	2.829	1.167,85	1465,65	2546,2	2673,0	2917,90
A. Nitrat (% 26)	24.835	32.866	24.668	1.8427,2	14527,23	17709,85	12366,35	17057
A. Nitrat (% 33)	3.983	2.045	2.811	3.297,0	6073,4	7243,5	14873,8	17343
Üre (% 46)	12.971	12.823	17.942	9.717,15	10804,55	11176,55	11451,05	8250,95
T.S.P. (% 42-44)	6.121	2.891	2.031	254,10	200,75	530,05	949,2	983,8
DAP (% 18-46)	28.112	33.544	32.133	27.694,76	26672,87	29821,75	31652,35	34159,9
Kompoze (15-15-15)	2.652	3.148	1.925	1.211,2	2115,8	2570,93	3920,85	2863,7
Kompoze (20-20-0)	1.856	16.377	8.253	5.075,7	5541,75	3758,05	4341,9	2571,9
Kompoze (12-30-12)	352	1.117	7.823	-	6697,6	5256,9	5305,15	5134,55
Kompoze (20-20-ZN)	-	-	-	8.037,35	6363,95	5789,85	6586,15	5557,35
Kompoze (15-15-15)Zn	-	264	-	-	8,8	63,45	157,65	283,8
Kompoze (8-24-8)	15.756	7.515	-	-		-	-	-
Pot. Sülfat (%50)	25	33	27	-	2,4	17,8	17,75	48,35
Pot. Nitrat (13-0-46)	34	41	78	27,25	8,4	12,2	22,3	17,825
Kal.Nitrat (15.5 N)	-	-	4	-		0,8	21,25	16,5
Kompoze (3/15-ZN)	-	-	-	56,95		-	-	-
TOPLAM	108.577	114.593	109.304	78.635,16	80483,15	86497,88	95822,75	98025,53

Tablo 2.18. 2005 Yılı Eskişehir İli Kimyevi Gübre Tüketim Durumu (Ton) (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

İLÇELER	A.SÜL %21	A.NITRAT %26	A.NİTRAT % 33	ÜRE %46	DAP 18 46 0	KOMP 2020 0	KOMP. 15 15 15	KOMP. 12 30 12	20 20 0 %1 Zn	15 15 I5 % Zn,	TSP %42	P.NIT.	P.SÜL	Normal SüFos	K.NİT	TOPLAM
Merkez	1409,3	5134	8098,1	2465,35	10041,5	1418,25	1165,3	1179,2	1344,75	85,55	38	13,625	33	799	16	32877,73
Alpu	95	584,6	1526,05	1168,1	1661,9	132,75	319,45	376,9	414,7	25,7	47,65	0	0	0	0	7155,1
Beylikova	1	413	143,1	434,75	913,9	40,85	44,85	836	196	0	83,95	0	0	0	0	2648,3
Çifteler	819,9	3286,15	3306,45	1119,65	7297,45	257,3	527,75	325,45	1030,55	97,75	287	1,5	0	20	0	18887,45
Günyüzü	3,35	711,95	423,8	735,15	1260,65	166,7	129,25	0	406,15	0	0	0	0	0	0	4162,45
Han	0	53,8	15	0	87	0	0	284	0	0	0	0	0	0	0	155,8
İnönü	66,7	502,65	444,75	329,25	567,1	17,9	79,15	128	171	0	0	0	0	0	0	2462,5
Mahmudiye	44,1	305	415,55	134,4	1245,5	97,75	138,65	0	306,4	0	0	0	0	0	0	2815,35
Mihalgazi	30	0	25	35	1,5	0	0	177	0	45	20,55	1,7	0,35	0	0,5	159,6
Mihalıççık	0	459,65	857,1	296,35	1247,95	62,6	72	0	545,85	29,8	52	0	0	0	0	3800,3
Sarıcakaya	15,75	0	0	0	0	0	0	495	0	0	0	0	0	0	0	15,75
Seyitgazi	222,9	1715,45	1040,05	488,6	2976	161,2	328,75	517	257,1	0	0	0	0	0	0	7685,05
Sivrihisar	209,9	3890,75	1048,05	1044,35	6859,45	216,6	58,55	5134,55	884,85	0	454,65	1	15	0	0	15200,15
TOPLAM	2917,90	17057	17343	8250,95	34159,9	2571,9	2863,7	5134,55	5557,35	283,8	983,8	17,825	48,35	819	16,5	98025,53

2.7.7.4. Hayvansal Üretim

En çok koyun varlığı Sivrihisar İlçesindedir. Bu ilçeyi Merkez İlçe ve Seyitgazi ilçeleri takip etmektedir. Keçi varlığı bakımından Mihalıççık birinci sıradadır. Mihalıççık'ı Merkez İlçe, Seyitgazi ve Han ilçeleri takip etmektedir. Sığır yetiştiriciliğinin gelişmesinde suni ve tabii tohumlamanın yanında ithal edilen ineklerle kurulan yeni işletmeler Eskişehir İlinde sığır ırkının % 85 melez ve kültür ırkı olmasını sağlamıştır. Eskişehir İlinde hayvancılık mera hayvancılığından entansif hayvancılığa dönüşmeye başlamış ve kültür ırkı hayvancılık büyük bir gelişme göstermiştir.

Tablo 2.19. 2005 yılı Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006; İl Tarım Müdürlüğü, 2005)

Cinsi	IRKI	Miktar (Adet)
Sığır	Kültür	57.395
	Melez	41.663
	Yerli	13.540
	Toplam	112.598
Koyun	Merinos	252.851
	Yerli-Diğer	224.199
	Toplam	477.050
Keçi	Tiftik	20.793
	Kıl	59.481
	Toplam	80.274
Arı	E.Usul kovan S.	997
	Y.Usul Kovan S.	9.788
	T Kovan S.	10.785
Kümes Hayvanı	Broiler Sayısı	2.409.839
	Y.Tavuk Sayısı	674.989
	Hindi Sayısı	51.382
	Ördek Sayısı	6.388
	Kaz Sayısı	10.376
	Tavuk Yumurtası Sayısı	116.308.782

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Eskişehir İlinde Yeraltı ve Yüzeysel Su Örnekleme Noktaları

Bu çalışmada, Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılmakta ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne bildirilmekte olan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında Eskişehir İlinde incelenen 14 numune alma noktasındaki yüzeysel su analiz sonuçlarının Ocak 2004 - Eylül 2006 periyodunda elde edilen ham verilerinden faydalanılmıştır.

Ayrıca, MATRA Programı (Hollanda Hükümeti tarafından üyeliğe aday ve yeni üye ülkeleri desteklemek amacıyla kurulmuş olan teknik işbirliği programı) tarafından desteklenen ve amacı Türkiye'de Nitrat Direktifi' nin uygulanması için kurumsal yapılanma ve organizasyonun yapılması ve direktifin Türkiye'de uygulanması ile ilgili süreçlerin tanımlanması ve uygulama örneklerinin görülmesi olan "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" Tarım ve Köyişleri Bakanlığı koordinasyonunda Çevre ve Orman Bakanlığı ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olup proje kapsamında Eskişehir İli pilot alan olarak belirlenmiştir. Proje faaliyeti ile başlayan izleme çalışması ile 15 numune alma noktasında yeraltı suyu izlemesi sadece nitrat parametresi bazında yapılmış olup bu çalışma kapsamında Ekim 2005-Temmuz 2006 arasındaki verilerden faydalanılmıştır.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı koordinasyonunda yeraltı sularının izlenmesi amacıyla alınan örnekler mümkün olduğu kadarıyla aylık olarak alınmakta olup Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan yüzeysel su örneklemeleri ise suyun kullanım amacına bağlı olarak ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü' nün yapmış olduğu yıllık program dahilinde alınmaktadır. Eskişehir İli için kaynaklara göre örnek alma ve analiz sıklıkları Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Devlet Su İşleri tarafından Alınan Numunelerin Örnekleme Sıklıkları (DSİ, 2006)

1	Porsuk Çayı-Ağaçköy	6 kez/ yıl
2	Porsuk Çayı-Beşdeğirmen (12)	4 kez/ yıl
3	Porsuk Çayı-Şekerçiftliği(15)	4 kez/ yıl
4	Porsuk Çayı-Beylikova(17)	4 kez/ yıl
5	Porsuk Çayı-Sazılar(İlören)(19)	4 kez/ yıl
6	Porsuk Çayı-Alpu(72)	4 kez/ yıl
7	Porsuk Çayı-Azot Fabrikası Öncesi(88)	4 kez/ yıl
8	Porsuk Çayı-Eşenkara(100)	12 kez/ yıl
9	Porsuk Çayı-Kütahya Atıksu Arıtma Öncesi(202)	4 kez/ yıl
10	Porsuk Çayı- Kütahya Atıksu Arıtma Sonrası(203)	4 kez/ yıl
11	Porsuk Çayı-Azot Fabrikası Sonrası(206)	4 kez/ yıl
12	Porsuk Çayı-Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi(237)	4 kez/ yıl
13	Porsuk Çayı-Eskişehir Şeker Fabrikası Öncesi(238)	4 kez/ yıl
14	Porsuk Çayı-Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası(239)	4 kez/ yıl

3.1.1. Eskişehir İlinde Yüzeysel Su Örnekleme Noktaları

Yüzeysel su örnekleme noktaları Eskişehir İli'nin en önemli yüzeysel su kaynağı olan Porsuk Çayı üzerinde ve bölgeyi temsil edebilecek nitelikte toplam 14 ayrı yerde seçilmiştir.

Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından izlenen yüzeysel su örnekleme noktaları ve kodları:

1- Porsuk Çayı-Ağaçköy (10)

2- Porsuk Çayı-Beşdeğirmen (12)

3- Porsuk Çayı-Şekerçiftliği (15)

4- Porsuk Çayı-Beylikova (17)

5- Porsuk Çayı-Sazılar (İlören) (19)

6- Porsuk Çayı-Alpu (72)

7- Porsuk Çayı-Azot Fabrikası Öncesi (88)

8- Porsuk Çayı-Eşenkara (100)

9- Porsuk Çayı-Kütahya Atıksu Arıtma Öncesi (202)

10- Porsuk Çayı-Kütahya Atıksu Arıtma Sonrası (203)

11- Porsuk Çayı-Azot Fabrikası Sonrası (206)

12- Porsuk Çayı-Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi (237)

13- Porsuk Çayı-Eskişehir Şeker Fabrikası Öncesi (238)

14- Porsuk Çayı-Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası (239) (DSİ, 2006)

3.1.2. Eskişehir İlinde Yeraltı Suyu Örnekleme Noktaları

Yeraltı suyu örnekleri tarımsal kaynaklı kirliliği de değerlendirebilmek amacıyla daha yaygın bir alanda seçilmiş ve değerlendirmede Tarım ve Köyişleri Bakanlığınca izlenen 15 adet örnekleme noktası üzerinde çalışılmıştır.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Eskişehir Tarım İl Müdürlüğü tarafından izlenen noktalar;

1- Güneli DSİ Pompası- Güneli/Alpu

2- Parsibey Sulama Kuyusu-Parsibey/Beylikova

3- Parsibey Tulumba-Parsibey/Beylikova

4- Akköprü Sulama Kuyusu-Akköprü Köyü/Beylikova

5- Kalkanlı Köy Çeşmesi-Kalkanlı Köyü

6- Yazıdere Köyü-Kuyu-Yazıdere Köyü/ Seyitgazi

7- Doğançayır-I-Doğançayır/Seyitgazi

8- Doğançayır-II-Doğançayır/Seyitgazi

9- İsmet Paşa Köyü-Çeşme-İsmetpaşa Köyü/Seyitgazi

10- Karacahöyük-Tulumba-Karacahöyük Köyü

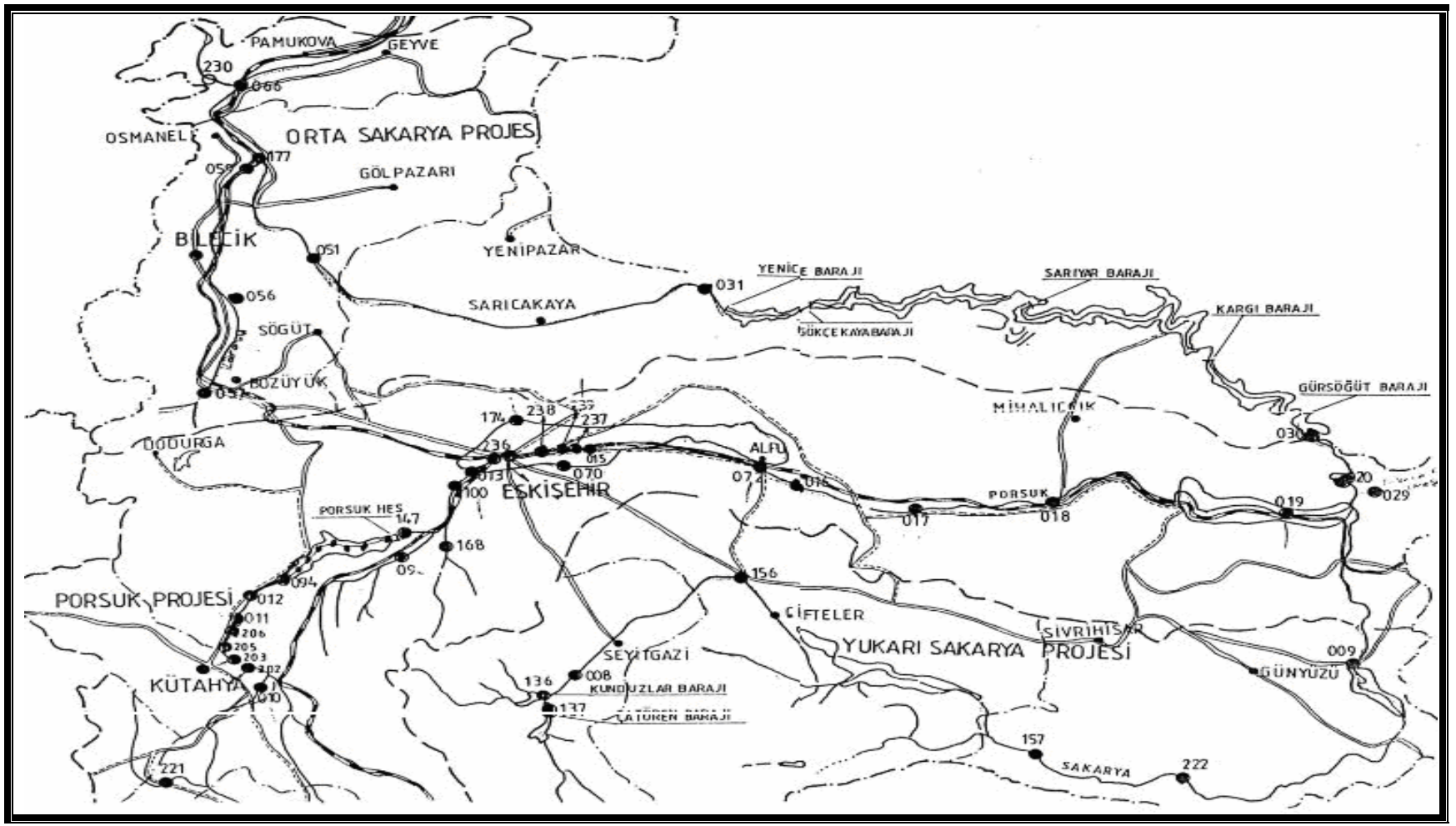
11- Yassıhöyük-Kuyu-Yassıhöyük Köyü

12- Mihalgazi-Kuyu-Mihalgazi İlçesi

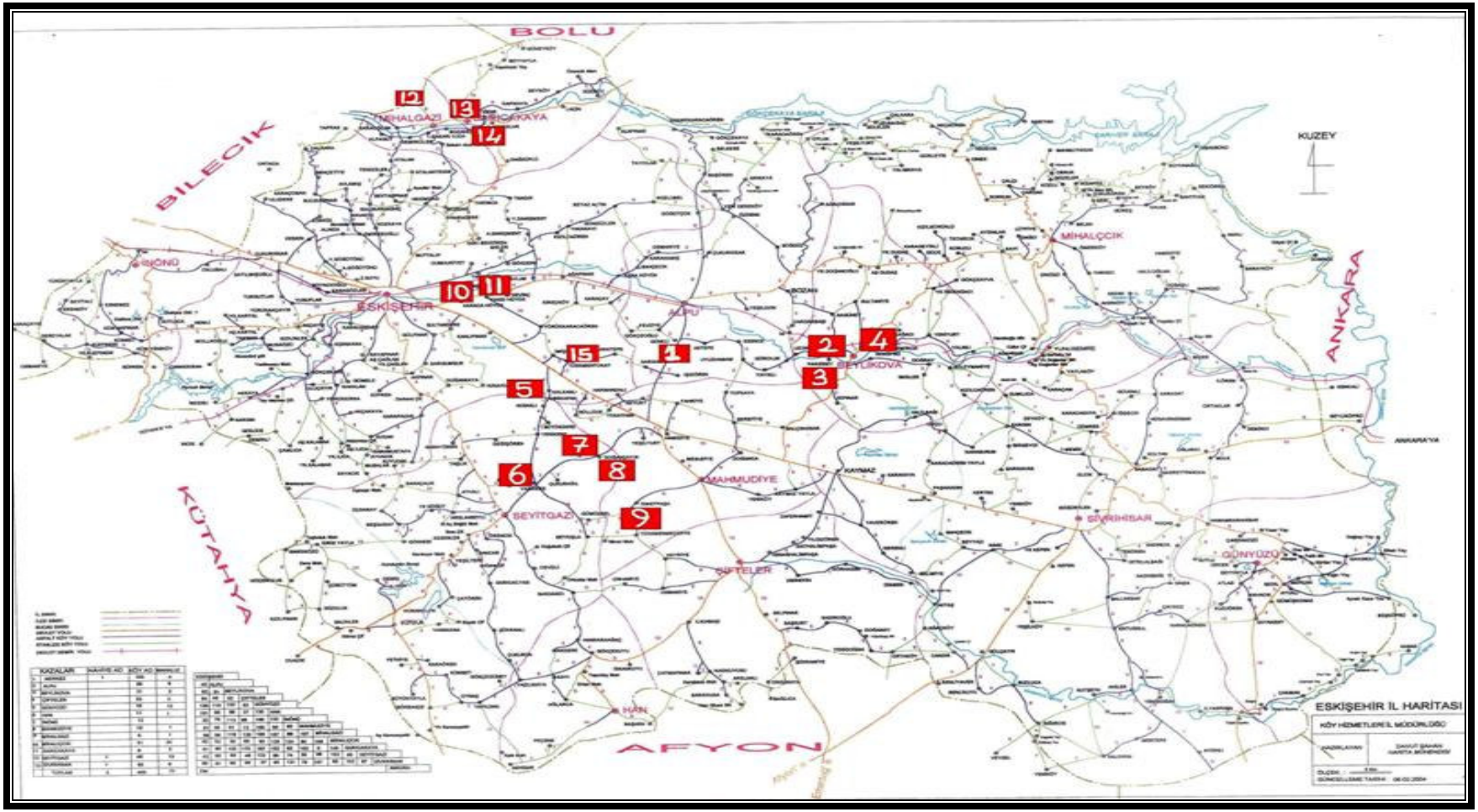
13- Sarıcakaya-I-Sarıcakaya İlçesi

14- Sarıcakaya-II- Sarıcakaya İlçesi

15- Türkmentokat Köyü-Türkmentokat Köyü (TKB,2006)



Şekil 3.1. Yüzeysel Su Örnek Alma Noktalarının Konumları (DSİ, 2006)



Şekil 3.2. Yeraltı Suyu Örnek Alma Noktaları (TKB, 2006)

3.2. Laboratuvar Analiz Metotları

Su örneklerinde nitrat tayini çok çeşitli yöntemler (bu yöntemler spektrofotometrik veya iyon kromatografisi yöntemleridir) kullanılarak yapılabilmekle birlikte Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan su kalitesi izlemeleri kapsamında yapılan nitrat analizinde spektrofotometrik bir tayin yöntemi olan ve TS 3308 'e uygun olan Brusin Sülfat Metodu kullanılmıştır.

DSİ III. Bölge Müdürlüğü laboratuarında nitrit parametresinin analizinde Kolorimetrik Metod ve amonyak parametresinin analizinde ise Neslerizasyon Metodu kullanılmaktadır (Baltacı, 2000).

Eskişehir İlinde Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı laboratuarda nitrat analizinde de yine spektrofotometrik yöntem kullanılmaktadır. Su örneği, çinko ve kadmiyum asetat ön muamelesine tabi tutularak nitrat nitrite indirgenmekte aynı zamanda renk oluşturan reaktif ilave edilerek kırmızı renkli kompleksin renk yoğunluğu spektrofotometrede okunmaktadır, nitrit konsantrasyonu ise çinko ve kadmiyum ile indirgeme aşamasına gelmeden belirlenmektedir. Örnekteki nitrat miktarı toplam nitrit + nitrat miktarından nitrit miktarı çıkarılarak hesaplanmaktadır. Kullanılan bu tayin yönteminin uluslararası standart ISO 13395 (1996) ile ilişkili olduğuna da işaret etmek gerekir (Baltacı, 2000).

Laboratuar dışında, arazide Palintest şirketinden alınan taşınabilir arazi spektrofotometresi ve kimyasalları kullanılmaktadır.

3.3. Verilerin İşlenmesi

Bu çalışmada, yüzey suyu için Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından üretilen nitrit azotu, nitrat azotu ve amonyak azotu parametrelerine ait ham verilerden faydalanılmış olup söz konusu veriler çalışmada kullanılmadan önce aşağıda yer alan hesaplama yöntemleri kullanılarak nitrit, nitrat ve amonyak haline dönüştürülmüştür. Yeraltı sularında ölçülen değerler mg/lt cinsinden nitrat konsantrasyonlarını ifade ettiğinden çalışmada bu veriler direkt kullanılmıştır.

Hesaplama :

$$mg\ NH_3\text{-}N/l = \frac{mg\ NH_3 - N \times 1000}{V}$$

V: ml numune

mg/lt NH_3 = mg NH_3-N/l x 1,216

mg/lt NH_4^+ = mg NH_3-N x 1,288

Hesaplama

$$mg\ NO_2\text{-}N/l = \frac{mg\ NO_2\text{-}N \times 1000}{V}$$

V: ml numune

mg/lt nitrit= mg/lt nitrit azotu x 3,29

Deneyin hata sınırı ± % 12 dir.

Hesaplama

mg/1 NO_3^--N= Standart eğriden bulunan nitrat azotu x 10

mg/ 1 NO_3^- mg/1 NO_3^-N x 4,43

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Eskişehir İlinde Azotlu Kirletici Kaynaklar

Çalışmamızın amacı, Eskişehir İli'nde yer alan kirletici kaynaklarının, söz konusu yüzey ve yeraltı suyu örnekleme noktalarında izlenen nitrat konsantrasyonlarına etkisini değerlendirmektir. Bu nedenle genel olarak Eskişehir İli'nde yer alan ve azot (nitrat) kirliliğine neden olan kirletici kaynakların belirlenerek değerlendirilmesinde fayda görülmektedir.

Eskişehir İlinde yer alan ana yüzeysel su kaynağının Porsuk Çayı olduğundan, yüzeysel su örnekleme noktaları Porsuk Çayı üzerinden seçilmiştir. Ancak, daha önce belirtildiği gibi söz konusu çayın Eskişehir İli sınırlarına girmeden önce Kütahya İl sınırlarını kat ettiği göz önüne alınarak çalışmada Eskişehir İlinde yer alan kirletici kaynakların yanı sıra Kütahya İlinde de yer alan ve azot (nitrat) konsantrasyonlarına katkısı ve/veya etkisi olacağı düşünülen kaynakların da üzerinde durulacaktır.

Eskişehir İlinde de nihai olarak nitrat kirlenmesine neden olan kaynakları noktasal ve yayılı kaynaklar olarak gruplayabiliriz.

4.1.1. Yayılı Kaynaklar

Tarımsal kaynaklı sürekli ve yaygın azotlu kirleticiler, ekilebilir alan, çayır, otlak (mera) alanı ve ormanlık alanlarda kullanılan kimyasal gübreler, hayvani gübreler ve (septik tanklarında ve kanalizasyon hatlarında) bulunan kanalizasyon çamurlarıdır. Tarımsal olmayan yaygın ve sürekli azot kaynakları ise park ve bahçe, parsel, golf alanları vb. alanlarda kullanılan kimyasal ve doğal gübreler ile yüzeye yayılan sıvı lağım sularıdır. Ayrıca, atmosfer de azotlu bileşikleri barındırması ve taşıması nedeniyle bir yaygın ve sürekli bir kirletici kaynak olarak düşünülmektedir.

Tarımsal menşeli yayılı kaynaklardan gübre kullanımı dışında zaman zaman göz önünde bulundurulması gereken tekil (münferit) kaynak toprak organik maddesidir. Ancak kaynak olarak önemsenebilmesi için otlak alanlarının sürülmesi veya inşaat alanlarında olduğu gibi arazide hafriyat işlemlerinin gerçekleşerek organik madde ayrışmasının hızlanması gerekmektedir.

Yayılı kaynakların en önemli bölümünü oluşturan tarımsal üretim Eskişehir ovasında önemli olup il ekonomisinde büyük bir yer tutmaktadır. Eskişehir İlinde arazi kullanım durumuna bakıldığında tarım alanları ilin % 43 ünü, çayır ve mera alanları % 24 ünü ve ormanlık ve fundalık alanlar ise % 26 sını oluşturmaktadır. Bu kadar büyük bir alanda tarımın yapıldığı Eskişehir İline ait tarımsal üretim, gübre kullanım miktarları ve hayvan sayıları vs. hakkındaki bilgiler daha önceki bölümlerde detaylandırılmış olup hayvani veya kimyasal azotlu gübrelerin zamansız ve bitkinin ihtiyacından fazla kullanılması, fazla atılan gübrelerin yıkanarak yüzeysel akışla Porsuk Çayı ve Kollarına ve daha çok yeraltı suyuna sızmasına neden olabilmektedir. Çayır, mera alanları ve ormanlık ve fundalık alanlarda genelde kimyevi azotlu gübre yaygın olarak kullanılmamakla birlikte hayvani gübre açısından çayır ve mera alanları özellikle yaz aylarında zenginleşmekte ve bu zenginleşme su kaynaklarını da etkileyebilmektedir.

Eskişehir İlinde tarımsal üretimin yoğunluğu düşünüldüğünde tarımsal olmayan yüzeye yayılı, devamlı azotlu kirletici kaynaklardan gelen kirliliğin önemsenmeyecek boyutta olduğu düşünülmektedir.

Eskişehir İlinde atmosferin azot kirliliğine olan katkısı konusunda herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Azotun diğer bir kaynağı olan sürülmüş otlak alanlarda toprakta bulunan organik maddelerin mineralleşmesi olayı da bütün tarımsal alanlarda olduğu gibi Eskişehir İlinde yer alan tarım alanlarında da söz konusu olabilir. Bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucunda nitrat iyonlarının zaman içerisinde yıkanarak yüzey ve yeraltı suyuna karışarak su kalitesini olumsuz etkilemesi mümkündür.

Sulama kanalları vasıtası ile ovanın büyük bir kısmı sulanmakta ve sulamadan dönen sular kullanılan gübre ve ilaçların oldukça fazla olması nedeniyle yüzey suyu ve yeraltı suyunun bölgesel olarak kirlenmesine ve azotlu maddelerce zenginleşmesine neden olabilmektedir.

Tarım menşeli yoğun noktasal kaynaklar sıvı gübre depoları, siloda saklanan hayvan yemi (silaj) ve kimyasal gübre depolarından sızıntı ve döküntülerdir. Eskişehir İlinde hayvan yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde sıvı gübrelerin kötü depolama şartlarında olduğu, ancak söz konusu yüzeysel akış ve sızıntılarının

yüzeysel ve yeraltı suyunda ne ölçüde nitrat kirliliğine etkisi olduğu bilinmemekle birlikte sürekli bir kaynak olarak göz önünde bulundurulmalıdır (Eskişehir Mission Report 1, 2006).

4.1.2. Noktasal Kaynaklar

Kaynağı tarım olmayan yoğun noktasal kaynaklı azotlu kirleticiler ise endüstriden dökülme ve sızmalar, kirlenmiş alanlardan sızmalar ve katı atık depolama alanlarından sızmalardır.

Eskişehir İlinde yaklaşık 12 yıldır şehir merkezinde oluşan evsel, endüstriyel, tıbbi, tehlikeli ve zararlı katı atıklar, hafriyat ve inşaat molozları herhangi bir ayrıma tabi tutulmadan Seyitgazi Karayolu üzerinde 13. km de bir vadide bulunan kuru dere yatağına dökülerek dozerle yayılmakta ve zaman zaman toprakla örtülmektedir. Yaz aylarında günde yaklaşık 400 ton, kış aylarında ise kül ve cüruf nedeniyle 500 ton'u aşan katı atıkların bertaraf edildiği mücavir alan dışındaki deponi sahasında yaklaşık 1 m kalınlığında oldukça geçirimli, çatlaklı bir yapıda kalker ve marn tabakaları bulunmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Yaklaşık 950-1000 m yükseltiye sahip olan çöp depolama alanında oluşan sızıntı suyu günümüzde kontrolsüz bir şekilde kuzey istikametinde Mamuca Köyü ve Organize Sanayi Bölgesi yönüne doğru dere yatağına akarak yeraltına sızmaktadır. Çöp tepesinin diğer tarafında ise (güney yönü) katı atığın önünü kapattığı dere yatağında yaklaşık 1 m derinliğinde 800 m² dolayında bir gölet alanı oluşmuştur. Çöp tabanının sıvılaşmasına yol açarak bir heyelanın önlenmesi, metan gazının kontrol altına alınabilmesi ve ayrıca yeni ve düzenli bir katı atık bertaraf sahasının oluşumu için çalışmalar sürdürülmektedir. Tablo 4.1 'de yer alan bir düzenli depolama alanından sızan suyun karakteristiğine bakacak olursak bu sularda amonyak formunda ve organik azot formunda azotun 10-1000 mg/lt seviyelerinde olmasına rağmen nitrat değerinin 0,1-10 mg/lt civarında olduğu görülmektedir. Ancak bu suların yeraltı sularına sızdığı düşünüldüğünde nitrifikasyon yoluyla nitrat değerinin artarak sularda ciddi kirlenmeye neden olabileceği ortadadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Noktasal azot yüklerinin en önemli kısmını kentsel atıksu arıtma tesislerinin çıkış suyu oluşturur. Kentsel atıksu tesislerinin yanı sıra noktasal azot yükü kaynakları

oluşturan en önemli endüstri kuruluşları yapay gübre, yoğun hayvancılık tesisleri, tekstil (yün), gıda endüstrileri, deri endüstrileri, bira fabrikaları, süt endüstrileri ve mezbahalar olarak sayılabilir (Uslu ve Türkman, 1987).

Tablo 4.1: Düzenli depolama alanlarından sızan sudaki değişik inorganik bileşenlerin temsilci değerleri (Grifin vd.,1976; Leckie vd., 1975)

Parametre	**Temsilci değer (mg/lt)**
K^+	200-1000
Na^+	200-1200
Ca^{+2}	100-3000
Mg^{+2}	100-1500
Cl^-	300-3000
SO_4^{-2}	10-1000
Alkalinite	500-10.000
Fe(Toplam)	1-1000
Mn	0,01-100
Cu	<10
Ni	0,01-1
Zn	0,1-100
Pb	<5
Hg	<0,2
NO_3^-	0,1-10
NH_4^+	10-1000
PO_4 formunda P	1-100
Organik Azot	10-1000
Toplam çözünmüş organik karbon	200-30.000
COD(kimyasal oksijen ihtiyacı)	1000-90.000
Toplam çözünmüş katılar	5000-40.000
pH	4-8

Hızla büyüyen, gelişen Eskişehir il merkezinde aynı zamanda büyük bir nüfus artışı da izlenmiştir. Ancak bu olumlu gelişmeler beraberinde yoğun bir kirliliği de gündeme getirmiştir. Bu kirlilik, Eskişehir ovasını oluşturan alüvyonun geçirgenliğine bağlı olarak yeraltı sularının kalitesinin bozulmasına neden olmuştur (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Eskişehir Büyükşehir Belediyesinin kanalizasyon sisteminin büyük bir kısmı (% 90) tamamlanmıştır (Özçelik ve Sarıiz, 2001). Eskişehir Atıksu Arıtma tesisleri inşaatı ESKİ tarafından Temmuz 1993 de başlatılmış ve 1998 yılında tamamlanarak faaliyete geçmiştir. Aktif Çamur Sistemi ile arıtma prensibine dayanmakta olup, günde 75.000 m³ atıksu arıtma kapasitesine sahiptir. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi

Alpu yolu 3. km yer almaktadır. Arıtılan atıksular tahliye kanalıyla Porsuk Çayına verilmektedir. Ancak bazı sanayi kuruluşlarının (mezbaha vb.) da atık sularını kabul etmesi ve hızlı nüfus artışı nedeniyle Arıtma Tesisi yeterli arıtma verimini sağlayamamaktadır (EİÇOM, 2006). Halen Eskişehir'e bağlı ilçelerin hiç birinde atıksu arıtma tesisi mevcut değildir. Kanalizasyonun olmadığı yerleşim alanlarında evsel atık sular fosseptiklerde toplanmakta, Porsuk Çayına veya sulama kanallarına yakın yerlerde çaya ve kanallara verilmektedir. Fosseptiklerde toplanan evsel atık suları yeraltına süzülmeleri sonucu yeraltı suyu, kirli atık sularla beslenir, bu nedenle çok sayıdaki fosseptik kirlilik için kaynak oluşturmaktadır (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006).

Yoğun çok noktalı kaynaklardan oluşan azotlu kirleticiler genelde tarımsal değildir. Bunlar kanalizasyon hatlarından ve septik tanklardan sızan kanalizasyon, içmesuyu sağlanan ana şebekeden sızan sular, anayolların drenajından kaynaklanan sular ve yeraltı suyu-yüzeysel su etkileşimi ile olabilmektedir. Yoğun çok noktalı kirleticilerden olan fosseptik türü kirletici kaynaklar bir bölgede ya da alanda çok sayıda foseptiğin bulunması durumunda noktasal kaynak özelliğinden sıyrılıp yayılı kaynak özelliği gösterebilirler.

Yukarıda da vurgulandığı üzere, Eskişehir İlinde kanalizasyonun olmadığı yerleşim alanlarında evsel atık sular fosseptiklerde toplanmakta Porsuğa veya sulama kanallarına yakın yerlerde çaya ve kanallara verilmektedir (Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006). Kanalizasyon şebekesinin ve arıtmanın olmadığı İlçeler düşünüldüğünde çok sayıda foseptikte toplanan evsel atık suların yeraltına süzülmelerinden dolayı alan yayılı bir kirliliğe maruz kalabilir bunun sonucu olarak yeraltı suyu kirli atık sularla beslenir.

Kütahya evsel atıksuları 1992 yılına kadar doğrudan Porsuk Çayı'na verilmekteydi. 1992 yılında arıtma tesisleri yapılmış olmasına rağmen bu tesislerin düzenli olarak çalışmadığı gözlemlenmiştir (Özçelik ve Sarıiz, 2001). Aşağıdaki tabloda atıksuların tipik bileşimi görülmektedir.

Tablo 4.2. Kullanılmış Suların Tipik Bileşimi (Metcalf ve Eddy, 1991)

Muhteva	Konsantrasyon (mg/lt)		
	Kuvvetli	Orta	Zayıf
Toplam Katı Maddeler	1200	720	350
Çözünmüş Maddeler (toplam)	850	500	250
Sabit	525	300	145
Uçucu	325	200	105
Askıda Maddeler (toplam)	350	220	100
Sabit	75	55	20
Uçucu	275	165	80
Çökebilen Madde (ml/l)	20	10	5
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI_5 ,20 °C)	400	220	110
Toplam Organik Karbon (TOK)	290	160	80
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	1000	500	250
Azot (Toplam N)	**85**	**40**	**20**
Organik	**35**	**15**	**8**
Serbest Amonyum (Amonyak)	**50**	**25**	**12**
Nitrit	**0**	**0**	**0**
Nitrat	**0**	**0**	**0**
Fosfor (Toplam P)	15	8	4
Organik	5	3	1
İnorganik	10	5	3
Klorürler	100	50	30
Alkalinite ($CaCO_3$ olarak)	200	100	50
Gress	150	100	50

Porsuk çayı, Kütahya (bilhassa azot fabrikasının atık sularının arıtılmadan çaya verilmesi) ve Eskişehir'den geçerken endüstriyel atık suların çaya verilmesi yoluyla kirletilmektedir (EİÇOM, 2006). Her iki ilde de Tablo 4.7. ve 4.8. de anlatılan endüstrilerin endüstriyel atık sularının tamamı ve/veya bir bölümü Porsuk Çayı ve sulama kanallarına verilmektedir.

Kütahya İlinde azot yönünden en önemli noktasal kirletici kaynak Azot Fabrikasıdır. Bu fabrikanın çöktürme havuzu dışında herhangi bir atıksu arıtma tesisi mevcut değildir. Atıksu miktarı 6500 m^3/gün dür. Atıksularını Felent Çayı vasıtasıyla Porsuk Çayı'na deşarj etmektedir (ÇOB, 2004).

Gübre imali ve fabrikalardaki kimyasal işlemler sırasında da atmosfer azotu nitratlara ve amonyağa dönüşür (Şengül, 1991). Gübre Sanayinde, kazan sularının ve soğutma kulesi çıkış sularının arıtılması gibi hususlar nedeni ile bir atıksu arıtma

problemi söz konusudur. Atıkları oluştukları kaynağa göre (H_3PO_4 ve NH_3) arıtmak üzere gerekli arıtma işlemleri uygulanmalıdır. Çıkış suları, fosforik asit çıkış suları ve NH_3 'lü çıkış suları olarak iki grupta toplanabilmektedir. Ayrıca, amonyak, üre, arsenik, fosfat, florür, asit ve alkali içeren atıklar oluşur. Fosforik asitli çıkış sularının florür içeriği yüksektir, pH'sı düşüktür, fosfat içeriği fazladır. Standart uygulama; suyu arıtıp, geri kullanma şeklindedir. Bunun için katı maddeleri çöktürmek üzere çökeltim havuzları yapılır. Bu havuzdan çıkan sular kireç ile muamele edilerek arıtılmalıdır. Bu atıksuların arıtılması konusunda farklı uygulamalar da mevcuttur (Şengül, 1991).

Gübre sanayinde oluşan diğer atıksular amonyak üretimi ve amonyak içeren ürünlerin üretiminden oluşurlar. Gaz yıkama ve gaz temizleme işlemlerinden çıkan sularda NH_3 konsantrasyonu yüksektir. Gaz temizleme proseslerinden karbonat veya sodyum hidroksiti yüksek atıklar oluşur (Şengül, 1991).

Ayrıca Kütahya İlinde Belediye Mezbahası da yer almaktadır (Özçelik ve Sarıiz, 2001). Bu mezbahadan çıkan atıksular da evsel atıksu arıtma tesisine gitmektedir. Aşağıda yer alan tablolarda mezbahalarda oluşabilecek olan kirlilik yükleri özetlenmiştir.

Tablo 4.3. Mezbahalarda oluşan birim kirlilik yükleri (kg/500 kg canlı ağırlık) (Nemerow, 1978)

Kesilen Hayvanın Cinsi	BOI	Askıda Katı Madde	Azot	Yağ ve Gres
Büyükbaş Hayvan	9,40	6,70	1,00	0,31
Küçükbaş Hayvan	4,53	5,00	0,49	0,25
Ortalama	6,97	5,85	0,75	0,28

Tablo 4.4. Hayvan atıklarının bulunduğu yerlerde oluşan atık suların özellikleri (Nemerow, 1978)

Parametre	Konsantrasyon (ppm)
Toplam askıda katılar	173
Uçucu askıda katılar	132
Organik azot	11
Amonyak azotu	8
BOI	64

Tablo 4.5. Sığır kesimi ve işleme tesisleri atıksu özellikleri (Şengül, 1991)

Atıksu Kaynağı	Konsantrasyonlar						
	Katı Maddeler (mg/lt)		Azot (mg/lt)		NaCI (mg/lt)	BOI_5 (mg/lt)	pH
	Top.	Süs.	Organik	NH_3	Cl^-		
Öldürme Böl.	1840	220	134	6	435	825	6,6
Kan ve tank suyu	44640	3690	5400	205	6670	32000	9,0
Et parçalama	2840	610	33	215	1620	520	7,4
Bağırsak yıkama	22600	15210	643	43	360	13200	6,0
Tütsüleme odası	26480	1800	83	12	19700	2040	7,3
Tütsüleme odası duşları	34100	1720	255	25	29600	460	6,7
Tütsülenmiş eti yıkama bölümü	9560	920	109	17,5	6200	1960	7,3
Sosis-salam bölümü	11380	560	136	4	880	800	7,3
Don yağı bölümü	820	180	84	25	230	180	7,3
Ara ürünler	4000	1380	186	50	1330	2200	6,7
Sıhhi Tesisler	18620	4120	56	5	….	1300	9,6

Tablo 4.6. Bir et paketleme tesisinin atıklarının özellikleri (Şengül, 1991)

Kaynağı	Askıda katı maddeler (ppm)	Organik Azot (ppm)	BOI (ppm)	pH
Kesim Kısmı	220	134	825	6,6
Kan ve Tank Suyu	3690	5400	23000	9,0
Haşlama Fıçısı	8360	1280	4600	9,0
Et Kesimi	610	33	520	7,4
Bağırsak Yıkayıcı	15120	643	13200	6,0
Sosis Kısmı	560	136	800	7,3
Don Yağı Kısmı	180	84	180	7,3
Yan Ürünler	1380	186	2200	6,7

Eskişehir İli'nde ayrıca Tablo 4.8.'de görülebileceği üzere süt ve süt ürünleri endüstrisi ve deri işleme endüstrisi de yer almaktadır. Bu tesisler ile ilgili özellikler ve arıtma durumları tabloda özetlenmiş olup tipik bir süt endüstrisi atık suyu yaklaşık 160 mg/lt konsantrasyonlara varan toplam azot içermektedir. Deri sanayi atık sularının özellikleri uygulanan işlemin türüne, işlem süresine ve işleme giren kimyasal maddelerin özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte kireç alma ve sama işleminden boşaltılan banyo ve çalkalama sularında proteinler ve amonyum tuzları bulunmaktadır. (Şengül, 1991).

Tablo 4.7. Porsuk Çayı Kütahya İli Azot Yükü Bulunması Muhtemel Kirletici Kaynakları (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006)

ADI	DURUMU
EVSEL ATIKLAR (Kanalizasyon Atıkları)	Arıtma Tesisi mevcut ancak istenen arıtım sağlanamamaktadır.
TÜGSAŞ GÜBRE FABRİKASI	Kömür curufu ihtiva eden sulu çamurlarını DSİ tarafından yapılan atık depolama göletinde toplamaktadır. Ayrıca amonyum imalatının durdurulması ile azot içerikli atıkları azalmıştır.
TARIMSAL YÜKLER	Kütahya ovasının sulamasından dönen zirai ilaçlarla kirlenmiş sular
MEZBAHA ATIKLARI	Belediye mezbahasından çıkan atık sular arıtma tesisine gönderilmektedir.

Tablo 4.8. Porsuk Çayı Eskişehir İli Kirletici Kaynakları (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006)

ADI		DURUMU
EVSEL ATIKLAR (Kanalizasyon Atıkları)		Büyükşehir Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisine gönderilmektedir. 75.000 m³/gün
BEYLİKOVA	**DERSAN DERİ SAN.** 150 m³/gün	Her üç işletmeninde arıtma tesisleri yaptırılmıştır.
	DanoneSA Tikveşli Süt Ür. 35 m³/gün	
	GÜVEN SÜT A.Ş. 30 m³/gün	
MUTTALİP	**ESKAR ET KOMBİNASI**	Çökeltme havuzlarından geçirilen sular DSİ Sulama Kanalına verilmektedir. 700 m³/gün
	KÖY-TÜR	
	PAŞALIGİL SÜT SAN.	Atıksuları foseptikte biriktirilerek vidanjörle çekilmektedir. 5 m³/gün
TARIMSAL YÜKLER		Eskişehir ovasının sulamasından dönen zirai ilaçlarla kirlenmiş sular
SEYİTGAZİ	**KATI ATIK DEPONİ SAHASI**	Sızıntı suları

4.2. Genel

Bu çalışmada kullanılan veriler, 14 numune alma noktasındaki yüzeysel su numunelerinin Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılmakta ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne bildirilmekte olan su kalitesi izleme çalışmalarının Ocak 2004-Eylül 2006 periyodunda -örnekleme noktası ve yıl bazında- elde edilen nitrit azotu, nitrat azotu ve amonyak azotuna ait ham verilerin Materyal Metot kısmında ifade edilen dönüşüm katsayıları ile çarpılması ile elde edilmiş ve yıl bazında grafiklere aktarılmıştır.

Çalışmanın yeraltı suyu ile ilgili bileşenini desteklemek amacıyla, MATRA Programı kapsamında devam eden ve sonuçlanma aşamasında olan "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" nde pilot alan olarak ele alınan Eskişehir İlinde 15 yeraltı suyu numune alma noktasında sadece nitrat parametresi bazında yapılmış olan izleme çalışmaları sonuçlarının Ekim 2005-Temmuz 2006 arasındaki verilerinden faydalanılmıştır.

Ayrıca, söz konusu değerlendirme yapılırken literatür özeti bölümünde ve bu bölümün giriş kısmında yer alan veriler ışığında ilin iklimsel, jeolojik, hidrojeolojik durumu, İldeki nüfus dağılımı, alan kullanımı, gübre kullanım miktarları, hayvan sayısı, atıksuyunda nitrat bulunabilecek sanayiler, evsel atıksu deşarjları ve katı atık depolama alanları vs. birçok faktör dikkate alınarak noktasal ve alansal kaynakların su kaynakları üzerinde yaratmış olduğu baskıların nitrat konsantrasyonlarına etkileri incelenmiştir.

4.3. Eskişehir İlinde Yüzeysel Su Örnekleme Noktalarının Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Eskişehir İlinde üzerinde çalışılan yüzeysel su örnekleme noktalarının isimleri ve yerleri hakkında bilgi Materyal Metod kısmında verilmiş olup bu çalışmada Devlet Su İşleri 3. Bölge Müdürlüğü tarafından Porsuk Çayı örnekleme noktalarında ölçülen nitrit , nitrat ve amonyak değerleri yıl bazında değerlendirilmiştir.

Eskişehir İli'nin en önemli yüzeysel su kaynağı -literatür kısmında akarsular başlığı altında detaylı olarak anlatılan- Porsuk Çayı dır. Değerlendirme yapılırken Porsuk Çayı'nın akışına Kütahya İli öncesinden başladığı, Eskişehir İli sınırlarına girmeden önce Kütahya İlini geçtiği, Eskişehir İl merkezine güney-batıdan sokulduğu, şehrin batısında soldan Sarısuyu alarak şehre batı yönünden girdiği ve batı-doğu yönünde Eskişehir'in ortasından akmaya devam ettiği dikkate alınmış ve yüzeysel su numune alma noktalarına ait veriler Porsuk Çayı'nın akış yönü olan batı-doğu yönünde ilerlenerek değerlendirilmiştir.

4.3.1. Ağaçköy Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

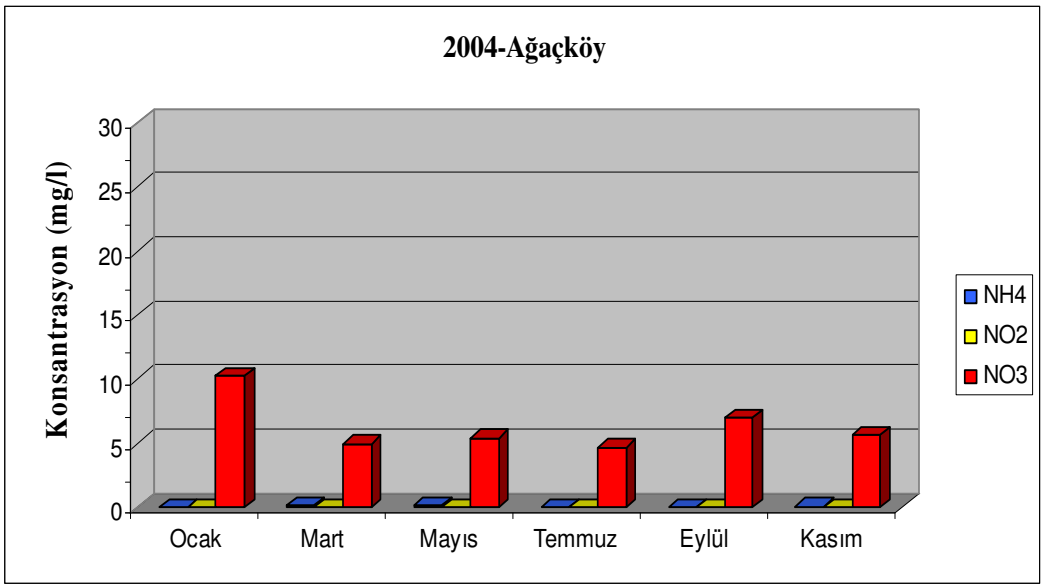
10 Kodlu Porsuk Çayı Ağaçköy örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde amonyum değerlerinin 1 mg/lt, nitrit değerlerinin ise 0,1 mg/lt'nin altında seyrettiği, buna karşılık nitrat değerlerinin belirli aylarda 10 mg/lt'a kadar ulaşabildiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.1'de yer alan 2004 yılı verileri daha detaylı olarak incelenecek olursa en yüksek nitrat konsantrasyonunun 10,22 mg/lt olarak Ocak ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 0,064 mg/lt olduğu görülmektedir. Buna karşılık en yüksek amonyum konsantrasyonunun (0,154 mg/lt) Mart ayında ölçüldüğü en düşük nitrat değerinin ise Temmuz ayı değeri olduğu (4,68 mg/lt) anlaşılmaktadır. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonunun Mayıs ayında (0,515 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise 5,63 mg/lt olduğu, en yüksek nitrat konsantrasyonunun ise Kasım ayında 7,36 mg/lt olarak ölçüldüğü buna karşın aynı aya ait amonyum değerinin 0,218 mg/lt olduğu görülmektedir (Şekil 4.2). Şekil 4.3' de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2004 yılında olduğu gibi en yüksek amonyum konsantrasyonunun Mart ayında (0,26 mg/lt)

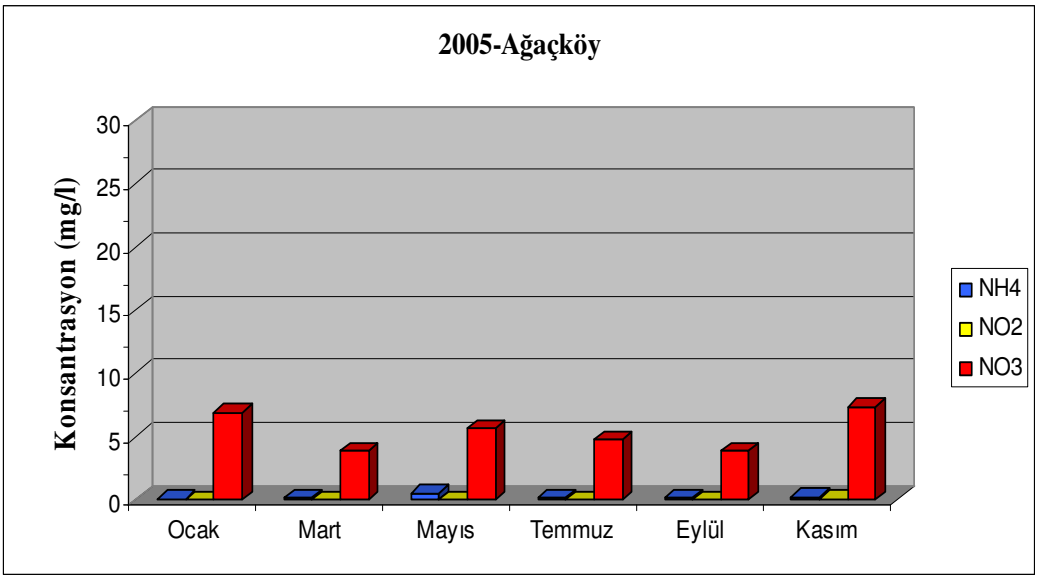
seviyesinde olurken nitrat konsantrasyonu da Mayıs (6,06 mg/lt) ayında en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

10 Kodlu Porsuk Çayı Ağaçköy örnekleme noktasında belirlenen nitrit, nitrat ve amonyum konsantrasyonlarının aylık seyrine bakacak olursak; 2004 yılında amonyum konsantrasyonlarının önce yükseldiği (Mart) sonra yaklaşık olarak stabil kaldığı ve düştüğü (Temmuz-Eylül) sonra da tekrar yükseldiği (Kasım) tespit edilmiştir. 2004 yılı nitrat konsantrasyonlarının ise Ocak ayından sonra bir düşüş gösterdiği ancak yıl sonuna doğru Eylül ayında tekrar arttığı görülmüştür. 2005 yılında ise amonyum konsantrasyonlarının artış göstererek en yüksek değerine ulaştığı Mayıs ayından sonra tekrar düşüşe geçerek daha sonra sabit bir seyirle devam ettiği anlaşılmaktadır. Aynı yılın nitrat konsantrasyonlarının ise 2004 yılına benzer bir davranışla Ocak ayından sonra düştüğü, Mayıs ayındaki küçük artıştan sonra tekrar düştüğü ve yıl sonunda Kasım ayında yükseldiği görülmüştür.

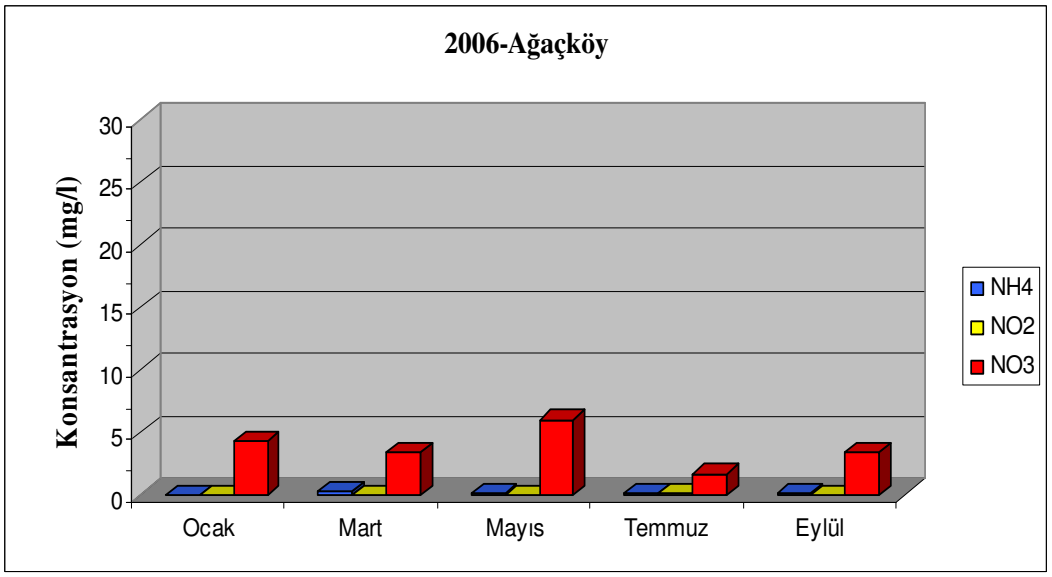
2006 yılının amonyum konsantrasyonlarına bakıldığında sürekli düşüş ve artışlardan ötürü belirli bir seyir görülmemektedir. Nitrat verleri incelendiğinde ise 2004 ve 2005 yıllarındaki nitrat verilerinden biraz farklı bir seyir görülmektedir. Ocak ve Eylül ayı verilerinin (Kasım ayı verisi yok) genel yükselme eğiliminin Mayıs ayındaki artışın gerisinde kaldığı sonucu çıkarılabilmektedir.



Şekil 4.1. Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.2. .Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.3. Ağaçköy Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Ağaçköy Örnekleme Noktası Kütahya İli sınırları içerisinde yer almakta olup, çalışmamızda Porsuk çayı boyunca örnek alınan ilk nokta olması nedeniyle önem taşımaktadır. Kütahya İlini kateden Porsuk Çayı evsel ve endüstriyel su temininde, tarımsal sulamada, evsel ve endüstriyel atıksular için alıcı ortam olarak ve balıkçılık amaçlı kullanılmaktadır. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere Porsuk'un

Kütahya sınırları içerisinde en önemli kirletici kaynakları Kütahya İl Merkezinin evsel nitelikli atıksuları, Kütahya-Eskişehir karayolu kenarında bulunan sanayi kuruluşları ve tarımsal kirlilik (İl Çevre Durum Raporu, 2004) olduğu düşünüldüğünde Ağaçköy örnekleme noktasının yeri itibariyle Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi ve diğer sanayi kuruluşlarının kirleticilerini almadığı düşünülebilir.

Ancak Ağaçköy kaynağında bazı aylarda amonyum konsantrasyonlarının 202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasından (2005-Eylül, 2006-Mart) yüksek olması bize bu aylarda bölgeye küçük atıksu kaynağı olarak nitelendirilebilen atıksu deşarjı (vidanjörle boşaltım) yapılmış olabileceğini ya da civarda yer alan tarımsal alanlarda Nisan (Mayıs) ve/veya Ekim aylarında yapılan ekim öncesi sürümler sonucu topraktaki organik maddelerin bozularak (parçalanarak) yüzeysel akışla Porsuk Çayına taşınmış olabileceğini bize göstermektedir. Amonyum konsantrasyonlarında gerçekleşen bu değişim 2004-2005-2006 yıllarında aynı aylarda tekrarlanmadığı için münferit bir kirlenmeyi göstermektedir. Bu noktada nitrat konsantrasyonlarının düşük olması ise bölgede geçmiş yıllara (tarihi) dayanan azot bileşikleri ile kirlenme olayının söz konusu olmadığını bize gösterir.

4.3.2. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

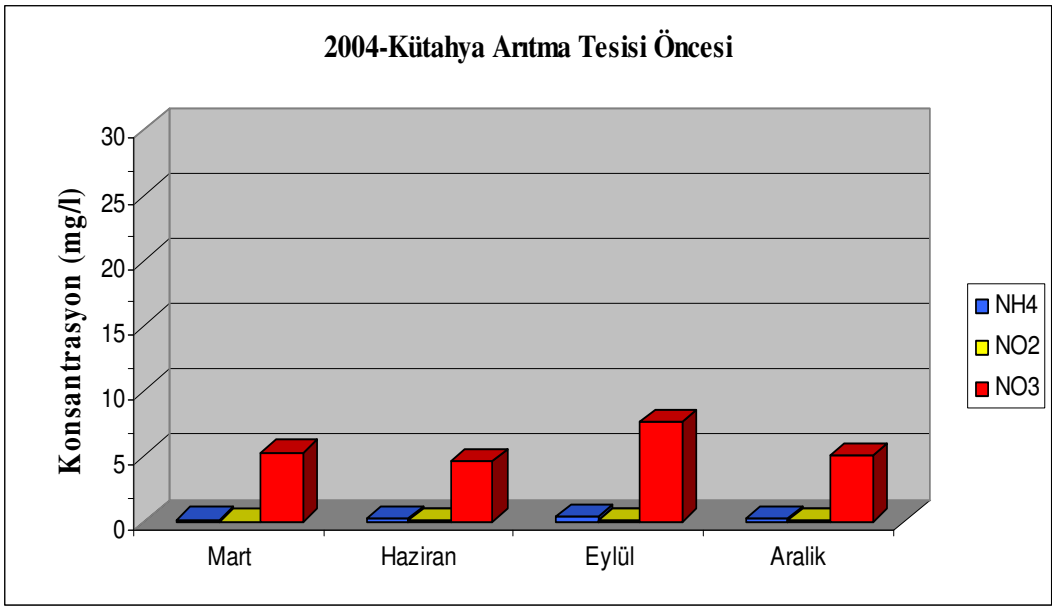
202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasında elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde amonyum değerlerinin 0,39 mg/lt'nin altında seyrettiği, nitrit değerlerinin maksimum 0,2 mg/lt seviyesine yükseldiği, nitrat değerlerinin ise 3-7 mg/lt seviyesinde kaldığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.4'de bulunan 2004 verileri daha detaylı incelendiğinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun (7,66 mg/lt) Eylül ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 0,36 mg/lt ile aynı zamanda bu yılın en yüksek amonyum konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. 2005 verilerine bakıldığında ise en yüksek nitrat konsantrasyonu Mart (6,2 mg/lt) ayında gerçekleşirken en yüksek amonyum konsantrasyonunun ise 2004 yılında olduğu gibi nitrat konsantrasyonunun en yüksek olduğu Mart ayında (0,162 mg/lt) ayında ölçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.5). Şekil 4.6'da görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2005 yılına benzer bir durumun

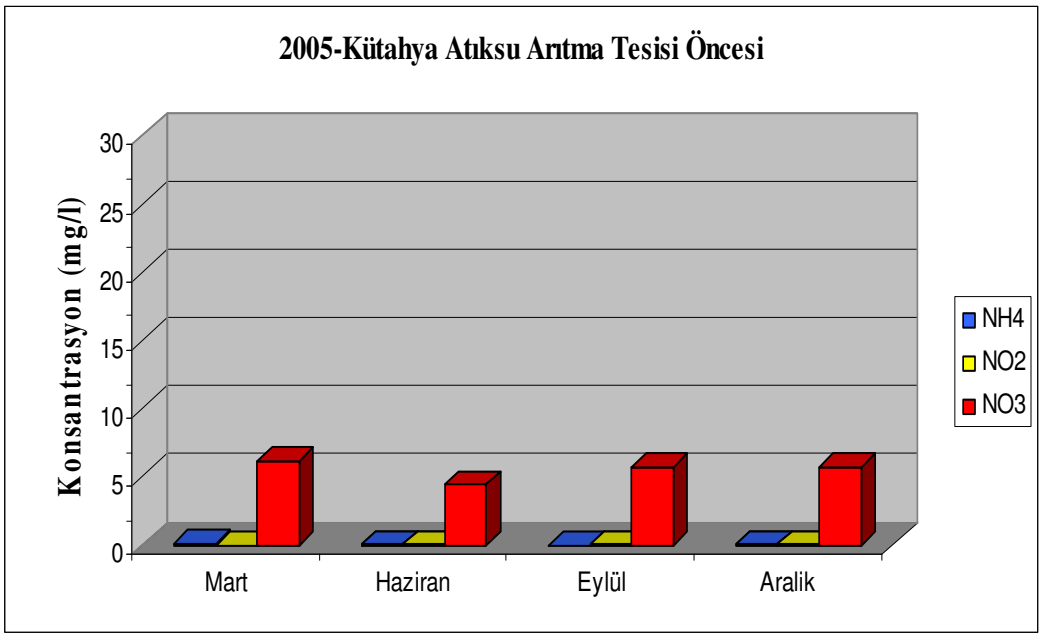
bulunduğu, her iki yılda da nitrat konsantrasyonlarının Mart ayında en yüksek değerine ulaştığı ancak farklı olarak amonyum konsantrasyonunun Eylül (0,39 mg/lt) ayında en yüksek değerine ulaştığı görülmüştür.

Bu örnekleme noktasına ait 2005-2006 amonyum konsantrasyon değerleri yıl içerisinde uyumlu olarak düşüş göstermiştir. 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait nitrat konsantrasyonları benzer şekilde Haziran ayında düşüş, Eylül ayında artış göstermiştir.

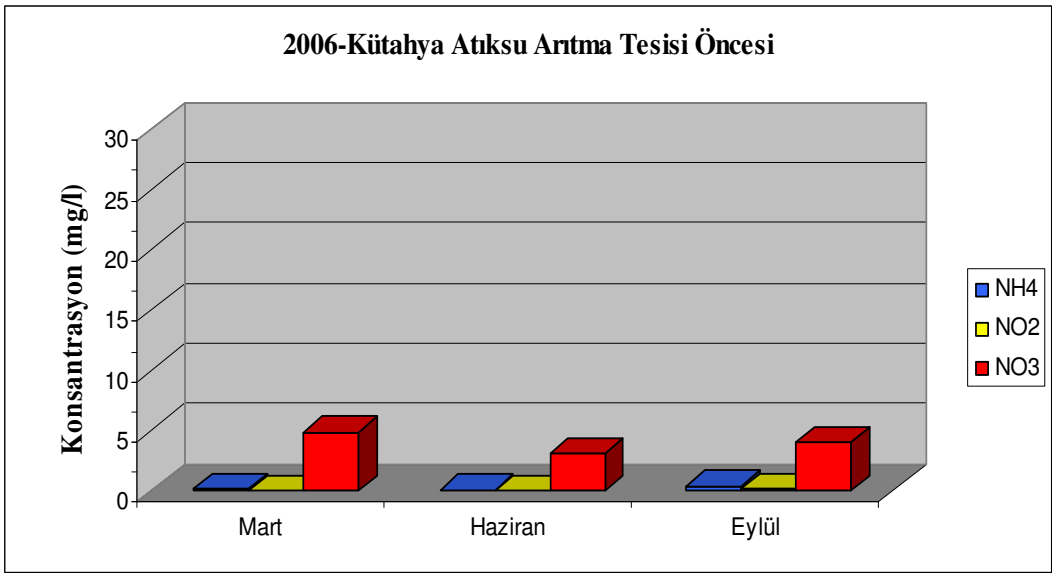
202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktası ile 10 Kodlu Ağaçköy örnekleme noktasındaki nitrat ve amonyum konsantrasyonları iki nokta için ölçümde ortak aylar olan Mart ve Eylül ayları için karşılaştırıldığında, nitrat konsantrasyonlarının üç yıl için de Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında artış göstermiştir. Buna karşılık amonyum değerlerindeki değişimler yıllar ve aylar bazında farklı olduğu bir önceki noktadaki değere göre yüksek veya düşük seyredebileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.4. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.5. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.6. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Bu noktada nitrat konsantrasyonlarının her üç yılda da 10 Kodlu Ağaçköy örnekleme noktasından yüksek olmasının nedeni incelenirken, çalışmanın literatür kısmında "Azotun Temel Kaynakları, Kullanım Alanları ve Etkileri" başlığı altında nitrat kaynaklarının hayvani atıklar, kanalizasyon suları ve gübreler olduğunun ifade

edildiği dikkate alınırsa bu düşünceyle, 202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktası ile 10 Kodlu Ağaçköy örnekleme noktası arasında yer alan tarımsal alanlar ve küçük de olsa hayvan işletmelerinden sızarak Porsuk Çayına karışması olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca Ağaçköy örnekleme noktası ile Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktası arasında yer alan kentsel yerleşim alanlarının atıksularının da direkt ve/veya fosseptiklerden sızma yoluyla Porsuk Çayına verilmiş olabileceği düşünülmelidir.

Amonyum değerlerinin ise sürekli salınım göstermesi, yıllar arasında artış ve azalma gösterdiği ayların farklı olması yine münferit kirlenmelere işarettir ve 202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında amonyum konsantrasyonları azalırken 10 Kodlu Ağaçköy noktasında amonyum konsantrasyonlarının artıyor olması veya artarken azalıyor olması akış yoluyla amonyumun taşındığını bize gösterebilir.

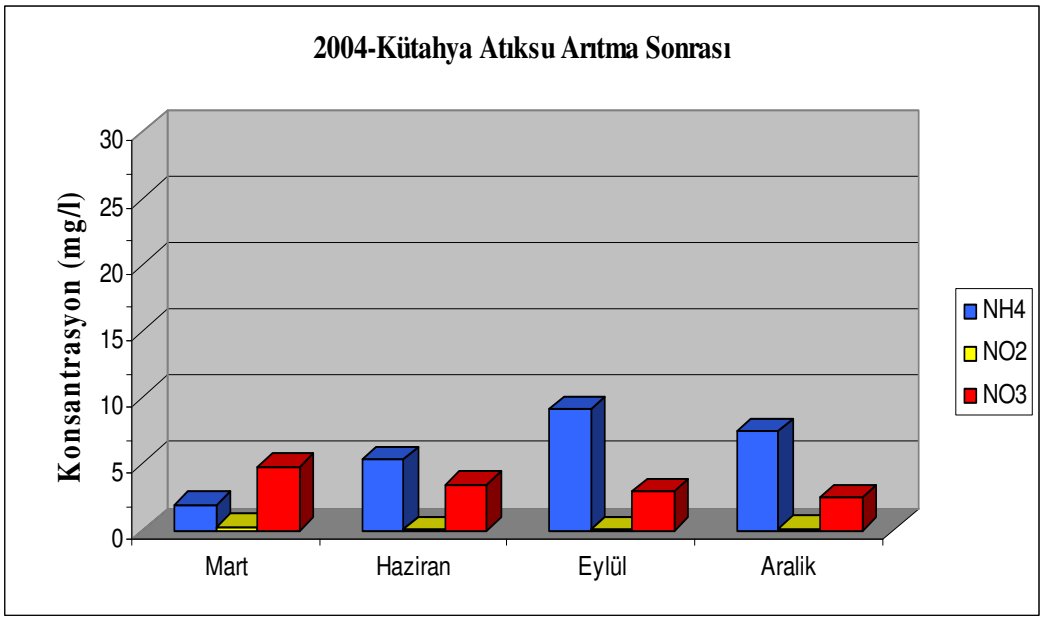
4.3.3. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

203 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Numune Alma Noktasında elde edilen 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerlerine bakıldığında amonyum konsantrasyonunun 14,58 mg/lt değerine çıktığı, en yüksek nitrit değerlerinin 0,69 mg/lt ölçüldüğü ve bu üç yıl zarfınca nitrat değerinin en yüksek 5,76 mg/lt ve en düşük 1,33 mg/lt olduğu tespit edilmiştir.

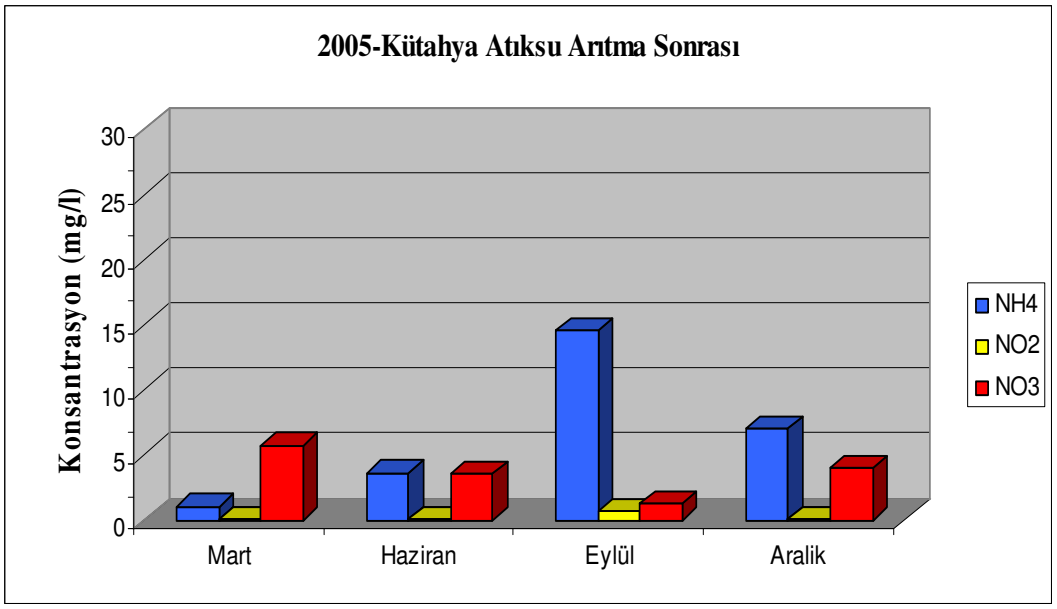
Şekil 4.7'de bulunan 2004 verileri daha ayrıntılı olarak incelenecek olursa en yüksek nitrat konsantrasyonunun (4,83 mg/lt) Mart ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 1,97 mg/lt ile 2004 yılının en düşük amonyum konsantrasyonu olarak ölçüldüğünü, buna karşılık en yüksek amonyum konsantrasyonunun (9,17 mg/lt) Eylül ayında ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise 2,92 mg/lt ölçüldüğü anlaşılmaktadır. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonunun Eylül ayında (14,58 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise bu yıla ait en düşük konsantrasyon (1,33 mg/lt) olduğu, en yüksek nitrat konsantrasyonunun ise Mart ayında 5,76 mg/lt olarak ölçüldüğü buna karşın aynı aya ait amonyum değerinin 1,078 mg/lt ile yine en düşük amonyum konsantrasyonu olduğu görülmektedir (Şekil 4.8). Şekil 4.9'da görülen

2006 verileri incelendiğinde ise 2004-2005 yıllarında olduğu gibi en yüksek amonyum konsantrasyonunun Eylül ayında (13,85 mg/lt) seviyesinde olurken nitrat konsantrasyonunun yine en düşük seviyede olduğu görülmektedir. 2006 yılının en yüksek nitrat değerinin Mart ayında 4,43 mg/lt olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

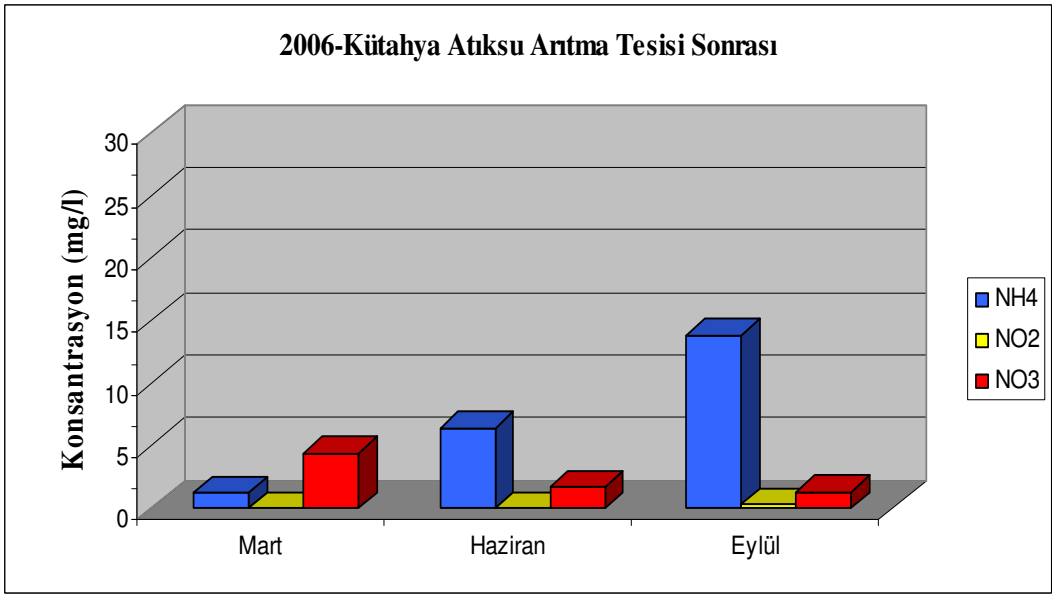
203 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri 202 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında amonyum konsantrasyonlarının belirgin bir şekilde arttığı, özellikle Eylül ve Aralık aylarında konsantrasyon farklarının daha fazla olduğu, nitrat değerlerinin ise her üç yıl için Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca, her üç için nitrat değerlerindeki düşüş ve amonyum değerlerindeki artışın en belirgin olarak Eylül ayında gerçekleştiği gözlenmiştir.



Şekil 4.7. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.8. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.9. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Kullanılmış Suların Tipik Bileşimi Tablo 4.2'de açıklanmıştır. Bu tabloya göre, atıksularda amonyum azotu seviyesi yüksek olup, nitrat ve nitritler evsel atıksularda çok düşük seviyelerde bulunabilir (Topaçık, 1987). Bu düşünce ile Kütahya Atıksu Arıtma tesisine gelen atıksuların bileşiminde yer alan azot ve fosforun gideriminde

gerekli görülen ileri arıtımın uygulanamaması ve tesiste halihazırda sacede biyolojik arıtım uygulanarak bu suların Porsuk Çayına deşarj ediliyor olması Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında amonyum konsantrasyonlarının yıl boyunca artmasında en büyük payı oluşturduğu düşünülmektedir (Porsuk Çayı'nda şehir içinde yapılan ölçmelere göre maksimum debi (1961 taşkınında) 2000 m³/sn ve Kütahya Atıksu Arıtma Tesisinin ortalama debisi 2214 m^3/saattir) (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Ayrıca, söz konusu atıksu arıtma tesisinin Kütahya İli Mezbahasının atıksularını da kabul ettiği düşünüldüğünde ve Tablo 4.4 'de verilen sığır kesimi ve işleme tesislerinin atıksu özelliklerine bakıldığında azotun mezbaha atıksularında organik azot ve NH_3 formunda bulunması dikkat çekicidir. Azotun NH_3 ve organik azot formları literatür kısmında da açıklandığı üzere;

Organik N $\rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4^+$

şeklinde mineralizasyon yoluyla amonyuma dönüşür. Dolayısıyla amonyum konsantrasyonlarında oluşan bu artışın bir diğer nedeni de mezbaha atıksularının da ileri arıtım yapacak kapasitede olmayan bir arıtma tesisine kabul edilmesi olarak düşünülebilir.

Nitrat değerinin düşük olmasının nedeni ise deşarj edilen atıksuların içerdiği nitrat konsantrasyonlarının düşük olması nedeniyle arıtılmış atıksuyun Porsuk Çayı'na artı bir nitrat yükü getirmemiş olması olarak değerlendirilebilir.

Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında amonyum konsantrasyonlarının yıl boyunca artış gösterdiği sadece Aralık ayında düştüğü (2004-2005), nitrat konsantrasyonlarının ise 2004-2006 yıllarında aylar boyunca sürekli düştüğü sadece 2005 in Aralık ayında yükseldiği tespit edilmiştir.. Çalışma alanında gübreleme sezonunun Mart (Nisan) ve/veya Ekim aylarında olduğu dikkate alınırsa kurak dönem sonrası (Ağustos-Eylül-Ekim) ekimle birlikte yapılan gübrelemenin ardından Kasım ayında meydana gelen yağışın gübrelerin içeriğinde yer alan nitratı Porsuk Çayına taşımış olabileceği ve yine yağış sularının Porsuk Çayı içerisinde evsel ve endüstriyel nitelikli olarak bulunan amonyum konsantrasyonunu seyreltmiş olabileceği düşünülmektedir.

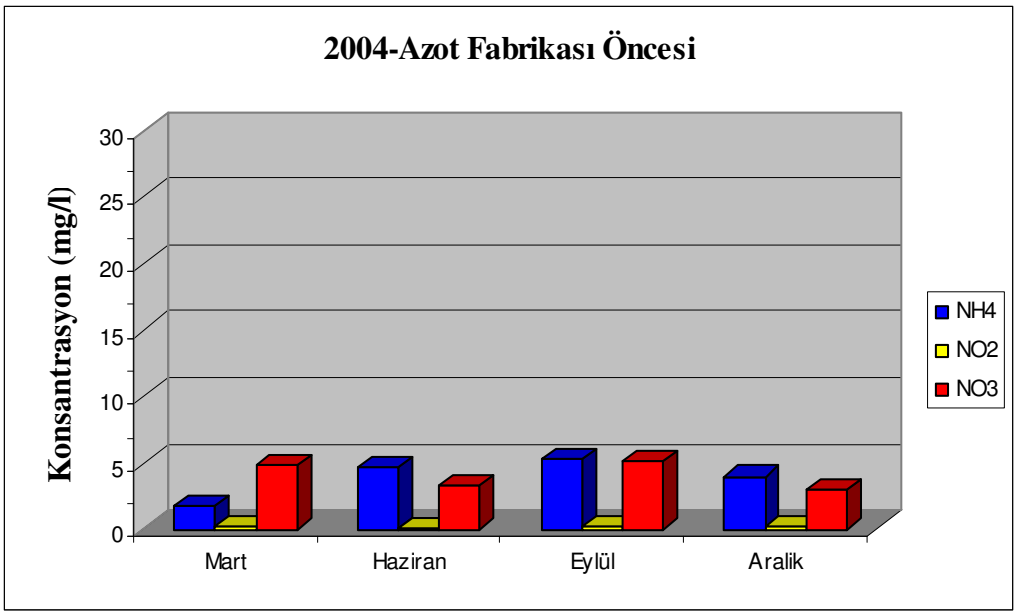
4.3.4. Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktasında (88) elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat konsantrasyonları değerlendirildiğinde en yüksek amonyum konsantrasyonunun 8,9 mg/lt olurken en yüksek nitrit konsantrasyonunun 0,23 mg/lt olduğu, nitrat değerinin ise 0,43 mg/lt ila 5,63 mg/lt konsantrasyon değerleri arasında seyrettiği tespit edilmiştir.

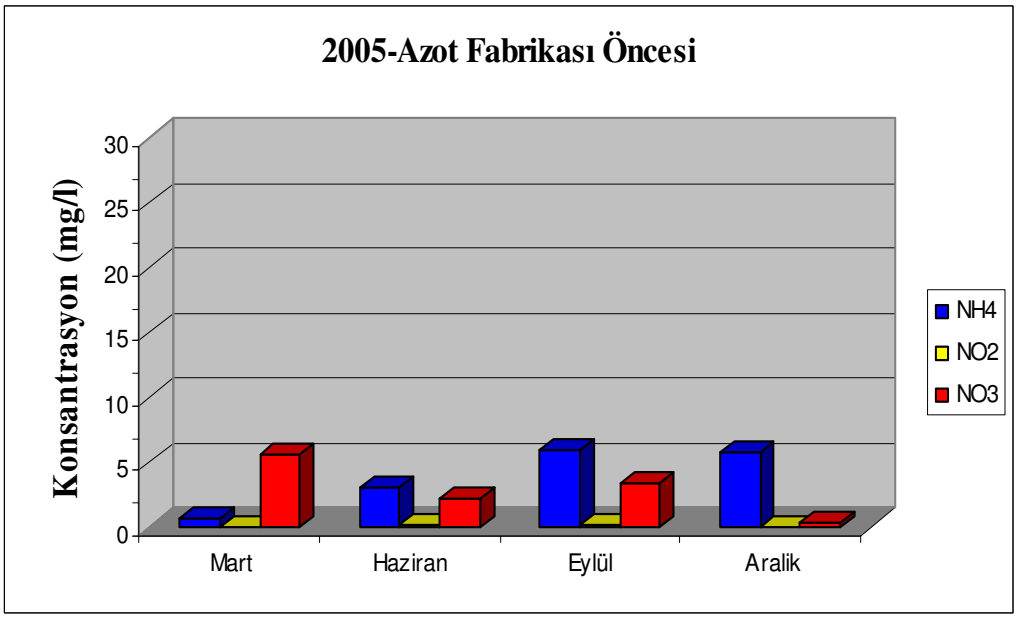
2004 yılında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının en yüksek değeri Eylül ayında 5,11 mg/lt olarak ölçülürken en düşük nitrat konsantrasyonunun ise Aralık ayında 3,03 mg/lt olduğu, bunun yanısıra aynı yıla ait en yüksek amonyum değerinin 5,25 mg/lt ile Eylül ayında ölçüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.10). 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek nitrat konsantrasyonu değerinin 5,63 mg/lt Mart ayında gerçekleşirken en yüksek amonyum konsantrasyonunun Eylül ayında 5,9 mg/lt olduğu görülmektedir (Şekil 4.11). Şekil 4.12'de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2005 yılına benzer bir durumun bulunduğu, her iki yılda da nitrat konsantrasyonlarının Mart (4,33 mg/lt) ayında, amonyum konsantrasyonun da Eylül (8,9 mg/lt) ayında en yüksek değerine ulaştığı görülmüştür.

Bu örnekleme noktasına ait 2004-2005-2006 yıllarında amonyum konsantrasyon değerleri yıl içerisinde uyumlu olarak artış göstermiş olup sadece 2004-2005 yıllarının Aralık ayında düşmüştür. 2004-2005 yıllarına ait nitrat konsantrasyonları benzer şekilde Haziran ve Aralık ayında düşüş, Eylül ayında artış göstermiştir.

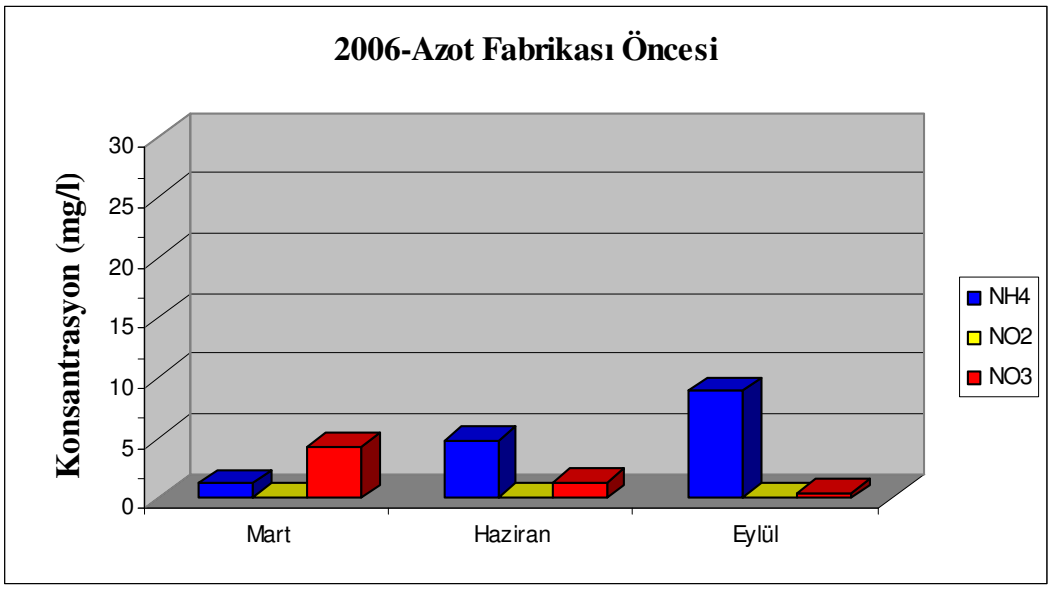
Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri ile 203 Kodlu Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, Kütahya Azot Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında amonyum konsantrasyonlarının düştüğü, özellikle Eylül ayında konsantrasyon farklarının daha fazla olduğu, nitrat değerlerinin her üç yılda da Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında Mart ve Haziran aylarında daha az, ancak Eylül ayında oldukça fazla düştüğü anlaşılmaktadır.



Şekil 4.10. Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.11. Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.12. Kütahya Azot Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Kütahya Azot Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında ölçülen amonyum konsantrasyonlarının Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasından daha düşük olması Kütahya Atıksu Arıtma Tesisinden sonra Azot Fabrikasına kadar ciddi noktasal deşarj yapan herhangi bir sanayi tesisinin mevcut olmaması ve çevredeki evsel nitelikli atıksuların arıtma tesisine gönderilmesi nedeniyle herhangi bir münferit atıksu deşarjının olmamasına bağlanabilir. Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında mevcut olan amonyum konsantrasyonlarının Kütahya Azot Fabrikası Öncesi örnekleme noktasına gelinceye kadar Porsuk Çayı'na amonyum oluşturabilecek ilave azot girdisinin olmaması nedeniyle seyrelmiş olabileceği ve/veya yükseltgenme yoluyla organik azota ve/veya nitrifikasyon yoluyla nitrat formuna dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir.

Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi ve Sonrasında ve Azot Fabrikası Öncesinde amonyum konsantrasyonlarının değişiminde benzer seyrin görülmesinin (Eylül ayında amonyum konsantrasyonlarında artış) nedeni yağışın Eylül ayında minimum seviyede olması ve buna bağlı olarak seyrelmenin daha az gerçekleşmesidir. Amonyum konsantrasyonlarında Eylül ayında meydana gelen artışın Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi örnekleme noktasında daha bariz olmasının nedeni ise Eylül ayında azalan yağış

neticesinde bu noktadan deşarj edilen atıksuyun Porsuk Çayı'nın debisi ile kıyaslandığında daha fazla olması ve daha büyük bir baskıya neden olmasıdır.

4.3.5. Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

206 Kodlu Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde amonyum değerlerinin çok geniş bir değer aralığında değiştiği (0,56 mg/lt- 11,3 mg/lt) ve 2006 yılında genel bir artış gösterdiği, nitrit değerlerinin 1 mg/lt nin altında seyrettiği ve nitratın 2005 yılının Eylül ayında en yüksek (7,93 mg/lt) değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

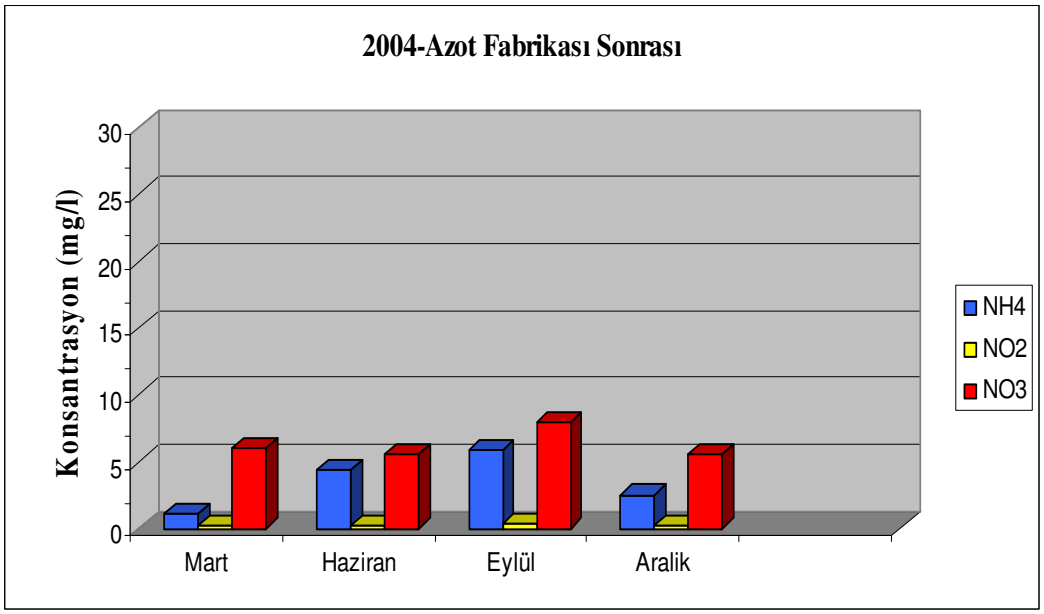
Şekil 4.13'de bulunan 2004 yılı verileri daha detaylı incelenecek olursa en yüksek nitrat konsantrasyonunun (7,93 mg/lt) Eylül ayında bulunduğu, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun da 2004 yılına ait en yüksek amonyum konsantrasyonu olan 5,82 mg/lt ve nitrit konsantrasyonunun da aynı şekilde en yüksek konsantrasyon olan 0,34 mg/lt olduğu tespit edilmiştir. 2005 yılı verilerine bakıldığında en yüksek amonyum konsantrasyonunun 2004 yılı gibi yine Eylül ayında (9,27 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun 2,21 mg/lt olduğu, en yüksek nitrat konsantrasyonunun ise Mart(7,1 mg/lt) ayında ölçüldüğü bu aydaki amonyum değerinin ise 2005 yılında ölçülen en düşük amonyum konsantrasyonu olduğu görülmektedir (Şekil 4.14). Şekil 4.15'de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise en yüksek amonyum konsantrasyonu Eylül (11,33 mg/lt) olurken aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun en düşük değer olan 4,43 mg/lt ölçüldüğü, nitrat konsantrasyonunun ise en yüksek değere Haziran (6,64 mg/lt) ayında ulaştığı tespit edilmiştir.

206 Kodlu Kütahya Azot(Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında (88) elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında genel olarak artış gösterdiği, 2004-2005 yıllarında Eylül aylarındaki artış haricinde amonyum konsantrasyonlarında düşme meydana geldiği anlaşılmaktadır. Ayrıca amonyum değeri Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktası ile Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasında aynı

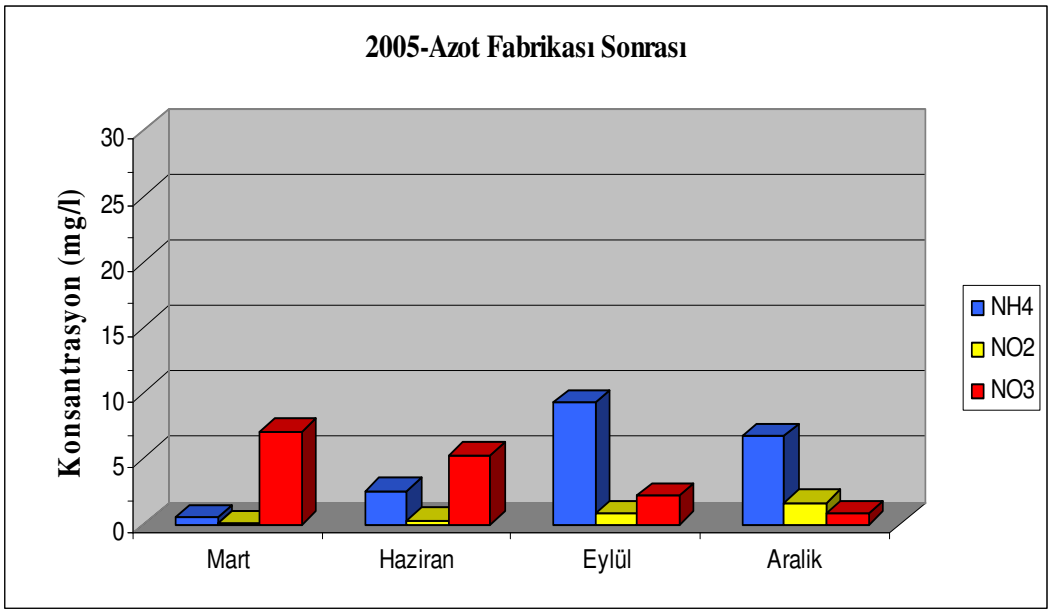
şekilde Eylül-2006 da en yüksek konsantrasyon değerine ulaşmış olup azot fabrikası sonrasında bu değer 8,9 mg/lt den 11,3 mg/lt ye yükselmiştir.

Ayrıca, iki noktada da 2004 yılının en yüksek nitrat konsantrasyonlarının Eylül ayında ortaya çıktığı, en yüksek amonyum konsantrasyonlarının iki noktada da yine Eylül ayında ölçüldüğü belirlenmiştir. 2005 yılının en yüksek nitrat konsantrasyonlarının iki noktada da Mart ayında ortaya çıktığı, en yüksek amonyum konsantrasyonlarının ise Eylül ayında ölçüldüğü tespit edilmiştir.

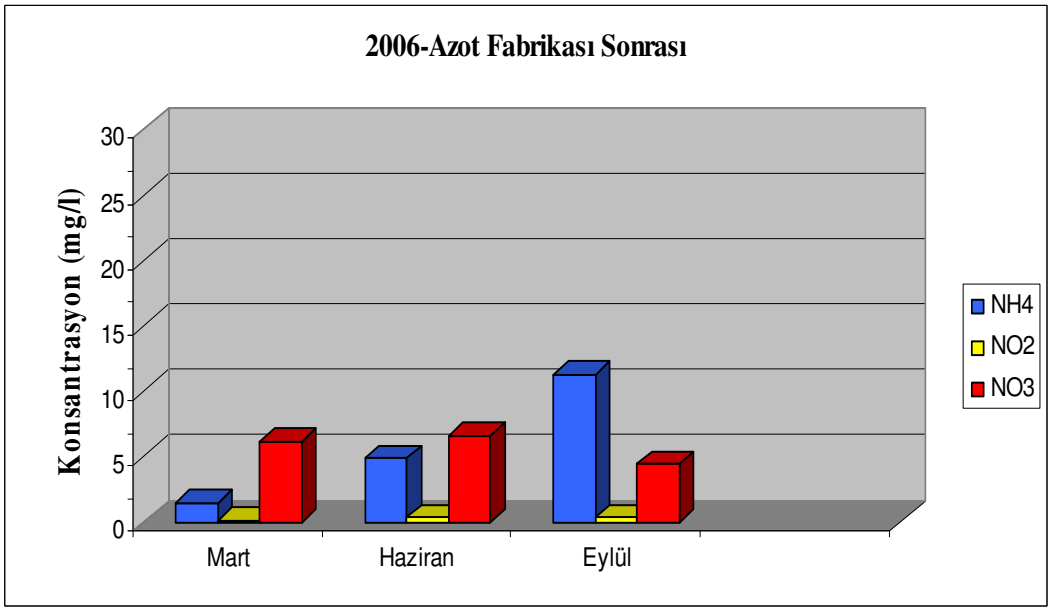
206 Kodlu Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasını kendi içerisinde değerlendirecek olursak, 2004 yılında amonyum konsantrasyonlarının Haziran ve Eylül aylarında arttığı Aralık ayında ise düştüğü görülürken, nitrat konsantrasyonlarının sürekli bir artış-düşüş yaşadığı görülmüştür. 2005 yılında amonyum değeri önce artmış (Haziran-Eylül) sonra Aralık ayında düşmüştür, nitrat değeri ise yıl boyunca sürekli düşmüştür. 2006 yılı boyunca amonyum konsantrasyonu hızlıca artmış, nitrat konsantrasyonu önce artmış (Haziran) sonra düşmüştür (Eylül).



Şekil 4.13. Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.14. Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.15. Kütahya Azot Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında ölçülen nitrat konsantrasyonlarına oranla genel olarak artış göstermesinin nedeninin şu anda faaliyeti yavaşlamış olsa da daha önceki yıllarda

aktif halde çalışan ve endüstriyel atıksularını sadece bir çökeltme ünitesinden geçirmek suretiyle Felent Çayı vasıtasıyla Porsuk Çayına bırakan Azot Fabrikası olduğu düşünülmektedir. Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Öncesi ve Sonrası örnekleme noktalarında 2004 yılının en yüksek nitrat ve amonyum konsantrasyonlarının Eylül ayında ortaya çıkmasının nedeni 2004 yılının Eylül ayında yağışın yok denecek az olmasına bağlanabilir.

2004-2005 yıllarının Mart ve Haziran aylarında amonyum konsantrasyonlarında düşme meydana gelirken nitrat konsantrasyonlarında oluşan artış Mart ayından itibaren sıcaklıkların artması ile nitrifikasyon sürecinin hızlanması yoluyla suda bulunan amonyumun nitrifiye olarak nitrata dönüşmesi sonucu amonyum konsantrasyonlarının düşerek nitrat konsantrasyonlarının artması şeklinde açıklanabilir.

4.3.6. Beşdeğirmen Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

12 Kodlu Porsuk Çayı-Beşdeğirmen örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde, amonyum değerlerinin 10 mg/lt'ye ulaşarak nitrat değerlerini aştığı, nitrit değerlerinin ise 1,75 mg/lt değerini bulduğu görülmektedir.

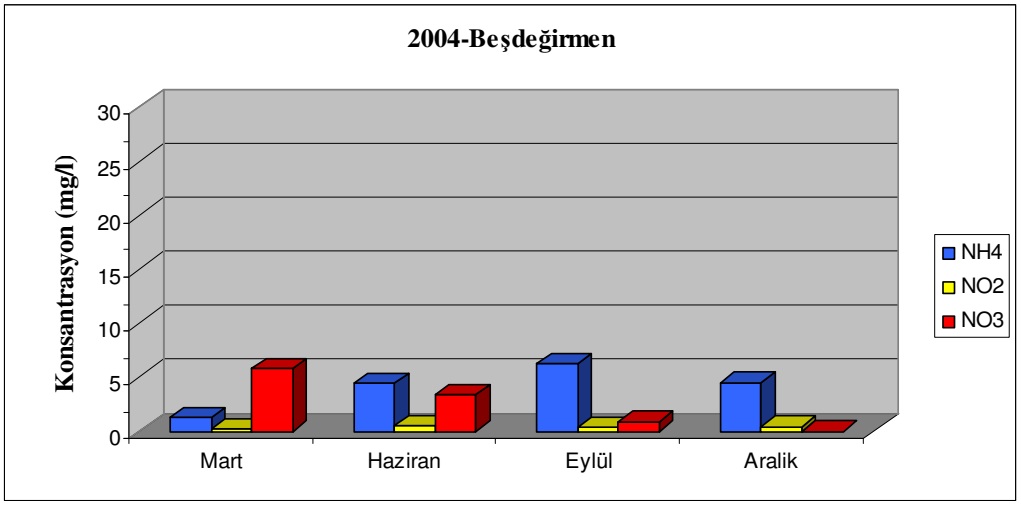
Şekil 4.16'da bulunan 2004 verileri daha yakın incelendiğinde en yüksek amonyum konsantrasyonunun (6,23 mg/lt) Eylül ayında ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise 0,9 mg/lt mertebelerinde bulunduğu, buna karşılık en yüksek nitrat konsantrasyonunun (5,8 mg/lt) Mart ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 1,3 mg/lt mertebelerinde seyrettiği anlaşılmaktadır. 2005 verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum ve nitrat konsantrasyonlarının Aralık ayında ölçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.17). Şekil 4.18'de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2004 yılına benzer bir durumun bulunduğu, en yüksek amonyum konsantrasyonunun (9,8 mg/lt) Eylül ayı için, buna karşılık en yüksek nitrat konsantrasyonunun (6,06 mg/lt) Mart ayı için tespit edildiği anlaşılmaktadır.

206 Kodlu Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında amonyum değerlerinin Eylül 2006 da en yüksek konsantrasyon olan 11,3 mg/lt değerine ulaştığı buna rağmen 12 Kodlu Porsuk Çayı-Beşdeğirmen örnekleme noktasında ise 2005 yılının Aralık ayında 10,82 mg/lt maksimum değerine ulaşırken 2006 nın Eylül ayında 9,8 mg/lt seviyesinde kaldığı görülmüştür. 206 Kodlu Kütahya Azot (Gübre)

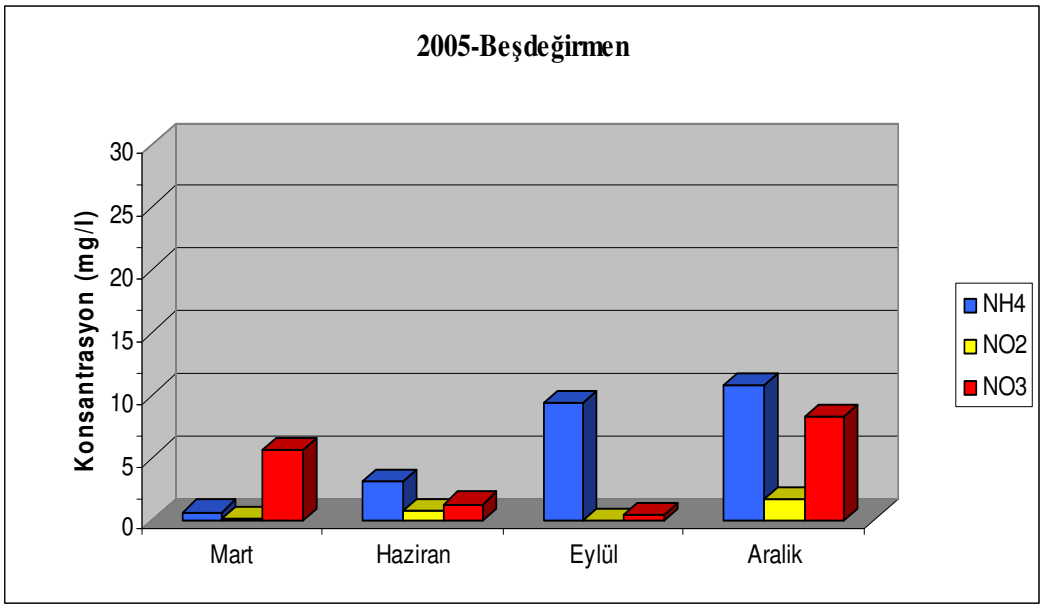
Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında maksimum nitrit değerleri 2005 yılı Aralık ayında 1,68 mg/lt ölçülmüş olup Beşdeğirmen Numune Alma Noktasında da maksimum değer yine Aralık 2005 de 1,75 mg/lt olarak ölçülmüştür. Nitrat değeri ise Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında Eylül 2004 de 7,93 mg/lt olurken Beşdeğirmen Numune Alma Noktasında Eylül 2004 de şaşırtıcı bir şekilde 0,91 mg/lt ye düşmüştür.

2004-2005 ve 2006 yıllarına ait nitrat konsantrasyonu değerleri Beşdeğirmen örnekleme noktasında, Kütahya Azot (Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasından genelde düşük olup yalnızca 2005 yılının Aralık ayında nitrat değerinde ani bir yükselme olmuştur. 2004 ve 2005 yıllarında Beşdeğirmen Numune Alma Noktasında amonyum konsantrasyonlarında genel bir artış görülmektedir. Genelde amonyum konsantrasyonları düştükçe nitrat konsantrasyonlarında artış söz konusu olmaktadır.

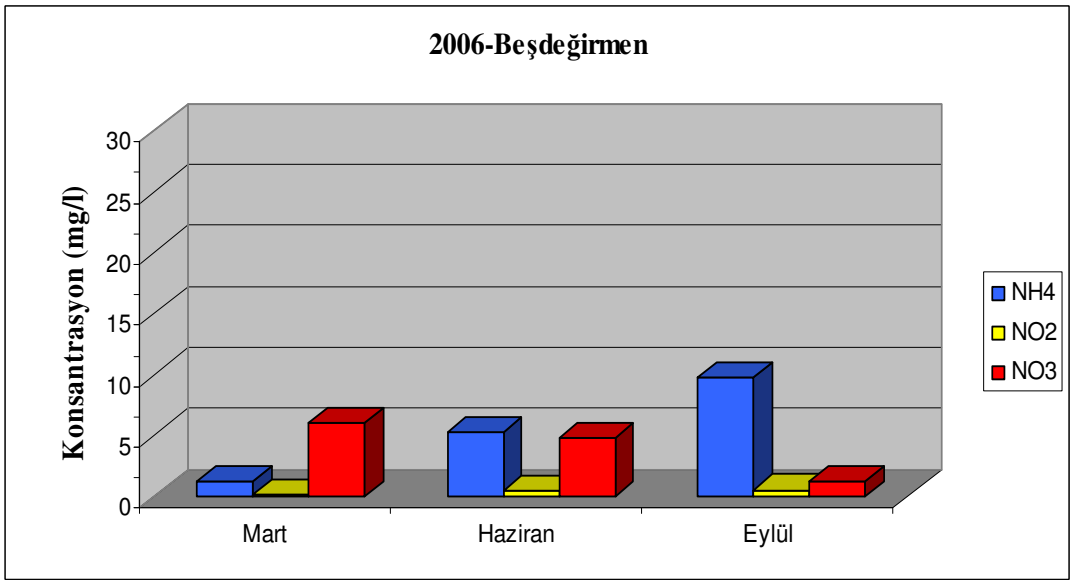
12 Kodlu Porsuk Çayı-Beşdeğirmen örnekleme noktasını kendi içerisinde değerlendirecek olursak, 2004 yılında amonyum konsantrasyonlarının Haziran ve Eylül aylarında arttığı Aralık ayında ise düştüğü görülürken, nitrat konsantrasyonlarının sürekli bir düşüş yaşadığı görülmüştür. 2005 yılında amonyum değerinde sürekli artış olduğu, nitrat değerinin ise yıl boyunca düştüğü sadece Aralık ayında ciddi boyutta arttığı görülmektedir. 2006 yılı boyunca 2005 yılında olduğu gibi amonyum konsantrasyonunun hızlıca arttığı ve nitrat konsantrasyonunun düştüğü görülmektedir.



Şekil 4.16. Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.17. Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.18. Beşdeğirmen Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Bu örnekleme noktası Porsuk Çayı Kütahya İli sınırları içerisinde kalan ve aynı zamanda da Eskişehir İli'ne içme ve kullanma suyu sağlama amacıyla kullanılan Porsuk Baraj Gölü'nden önceki son örnekleme noktasıdır.

Beşdeğirmen örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait nitrat konsantrasyonu değerlerinin Kütahya Azot(Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktasından genelde düşük olmasının nedeni bu zaman sürecinde Kütahya Azot Fabrikası örnekleme noktası ile Beşdeğirmen örnekleme noktası arasında Porsuk Çayı'nı nitrat yönünden önemli oranda zenginleştirecek noktasal ve alansal bir kirletici etkinin yer almaması ile açıklanabilir. Bu noktada nitrat konsantrasyonlarının 2005 yılının Aralık ayında ani bir şekilde yükselmesi 2004-2006 yıllarında da aynı şekilde tekrarlanmadığı için bu durumun iklimsel (mevsimsel) ve/veya jeolojik ve/veya hidrojeolojik koşullardan kaynaklanıyor olmadığı, münferit bir hayvani atık vs. boşaltımı neticesinde olmuş olabileceği düşünülmektedir.

2004 ve 2005 yıllarında Beşdeğirmen Numune Alma Noktasında amonyum konsantrasyonlarında görülen artışların Kütahya Azot(Gübre) Fabrikası Sonrası örnekleme noktası ile karşılaştırıldığında çok ciddi artışlar olmaması bölgede yoğun olmamakla birlikte noktasal atıksu deşajlarının söz konusu olduğunu bize gösterebilir. Daha önceki örnekleme noktaların da açıklandığı üzere arıtıma tabi tutulmamış atıksular amonyum yönünden zengindir ve bu deşajları alan su kaynaklarında amonyum konsantrasyonlarının yükselmesine neden olabilir. Ayrıca, havzada yeraltı suyu akımının doğudan batıya doğru Porsuk Çayı Vadisi boyunca olması ve yeraltı suyunun ovada yer yer Porsuk Çayını besliyor olması da amonyum konsantrasyonlarının artmasının bir nedeni olabilir.

4.3.7. Eşenkara Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

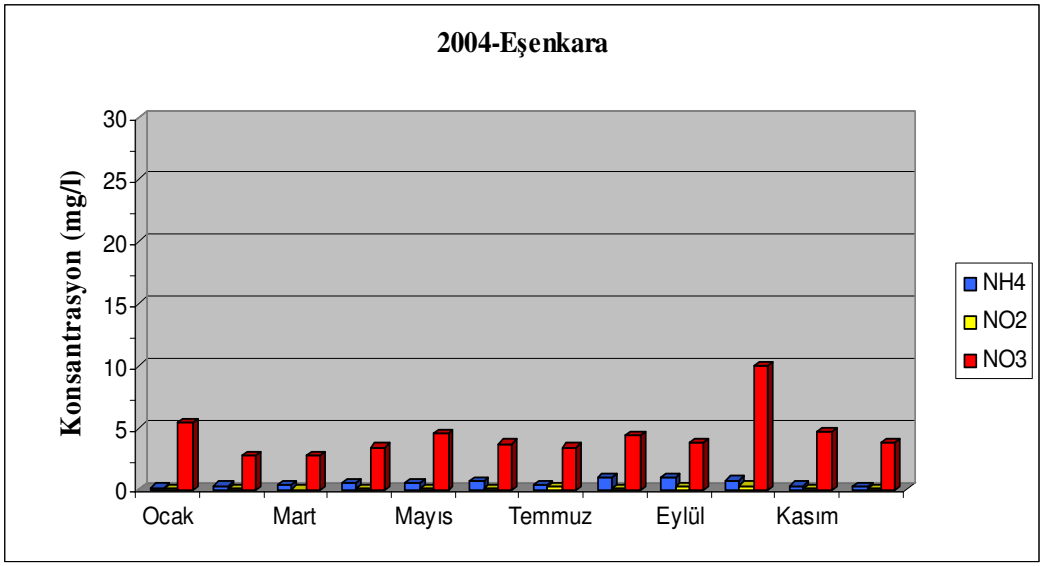
100 Kodlu Porsuk Çayı Eşenkara örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerlerine bakıldığında amonyum değerinin üç yıl boyunca iki ay dışında (2005-Mayıs-Haziran) 1 mg/lt değerini aşmadığı, nitrit konsantrasyonlarının 2004 yılının Ekim ayında 0,335 mg/lt değerine ulaştığı ve nitrat değerlerinin 10 mg/lt'nin altında seyrettiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.19'da yer alan 2004 yılı verilerine bakıldığında en yüksek nitrat konsantrasyonunun Ekim ayında 10,04 mg/lt buna karşılık en yüksek amonyum konsantrasyonunun 0,216 mg/lt ile Aralık ayında gerçekleştiği görülmektedir. 2005 verilerine bakıldığında ise en yüksek nitrat konsantrasyonlarının Ekim-Kasım (8,23 mg/lt) aylarında ve en düşük değerin ise Mart ve Nisan (2,6 mg/lt) aylarında

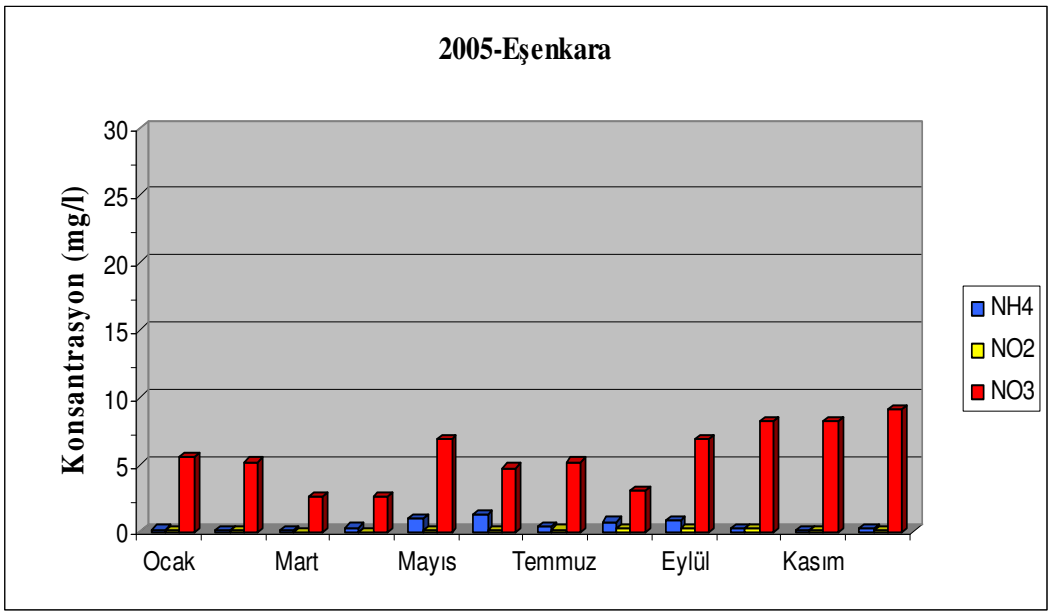
gerçekleştiği, buna karşılık amonyum konsantrasyonunun en yüksek değerinin 1,288 mg/lt ile Haziran ayında geçekleştiği görülmektedir (Şekil 4.20). Şekil 4.21' de bulunan 2006 verileri incelendiğinde ise durum biraz daha farklı olup en yüksek nitrat değeri (6,93 mg/lt) olarak Haziran ve Ekim aylarında ve en düşük değer Ağustos ayında (2,6 mg/lt) olarak ölçülmüştür.

100 Kodlu Porsuk Çayı Eşenkara örnekleme noktasını kendi içerisinde değerlendirecek olursak, 2004 yılında amonyum konsantrasyonlarının Haziran ayına kadar artış gösterdiği Temmuz ayında düştüğü ve Ağustos ve Eylül aylarında yeniden arttığı, Kasım ve Aralık aylarında yeniden düştüğü görülürken, nitrat konsantrasyonlarının Şubat, Haziran, Temmuz, Eylül ve Aralık aylarında düştüğü Mart, Nisan, Mayıs, Ağustos ve Ekim aylarında arttığı görülmüştür.

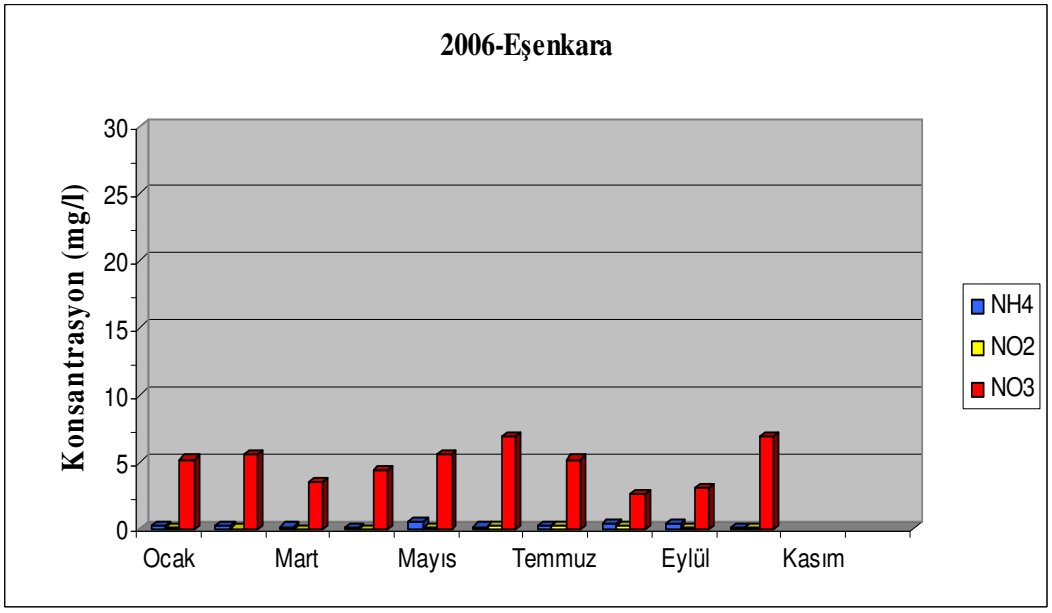
Eşenkara numune alma noktasında belirlenen nitrat, nitrit ve amonyak değerleri Beşdeğirmen numune alma noktasına ait değerlerle karşılaştırıldığında, Eşenkara numune alma noktasında 2004-2005 ve 2006 yılı amonyum değerlerinin Beşdeğirmen numune alma noktasındaki değerlerden daha düşük olduğu, 2004-2005-2006 yıllarına ait nitrat konsantrasyonu değerlerinin ise Beşdeğirmen numune alma noktasındaki değerlerden genelde yüksek olmakla birlikte üç yılın da Mart ayında Beşdeğirmen örnekleme noktasındaki nitrat konsantrasyonu değerlerinden düşüktür.



Şekil 4.19. Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.20. Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.21. Eşenkara Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Eşenkara örnekleme noktasının en önemli özelliği, bu numune alma noktası ile Beşdeğirmen numune alma noktası arasında kurulma amacı Eskişehir İlinin taşkından korunması, Eskişehir ve Alpu ovalarının sulanması ve Eskişehir İlinin içme ve kullanma

suyunun temini olan Porsuk Baraj Gölü'nün yer almasıdır. Depolama hacmi 910 milyon m^3 dür.

Fotoğraf 4.1. Porsuk Baraj Gölü

Bilindiği üzere, içmesuyu elde edilen alanlar Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereğince koruma alanı özelliği taşımaktadır. 2004-2005 ve 2006 yıllarında amonyum değerlerinin Beşdeğirmen numune alma noktasındaki değerlerden daha düşük olmasının temel nedeninin Beşdeğirmen örnekleme noktasından bu örnekleme noktasına gelinceye kadar Porsuk Çayı'nın katettiği alanın büyük oranda Porsuk Baraj Gölü Havzası sınırları içerisinde yer alıyor olması nedeniyle ilave kirletici etkilerden uzak olması (atıksu deşarjı vb.) ve Eskişehir İli Merkez sınırları içerisinde kalması nedeniyle bu bölgenin atıksularının toplanarak ESKİ Atıksu Arıtma Tesisine gönderilerek bertaraf ediliyor olması olduğu düşünülmektedir.

2004-2005-2006 yıllarına ait nitrat konsantrasyonu değerlerinin ise Beşdeğirmen numune alma noktasındaki değerlerden yüksek olmasının nedeni özellikle Eşenkara başta olmak üzere baraj gölü havzası dışında kalan alanın büyük oranda tarımsal alan niteliği taşımasıdır. Söz konusu tarım alanlarında sulu tarım uygulanmaktadır ve gübreleme söz konusudur. Eskişehir İli genelinde gübreleme dönemlerinin yaygın olarak Mart (Nisan) ve Ekim aylarında olduğu bilinmektedir. Bu dönemlerde bitki talebinden fazla miktarda toprağa atılan gübrelerin sulama yoluyla yüzeysel sulara (Porsuk Çayına) ve etkileşim ve sızma yoluyla da yeraltı sularına karışabileceği ve nitrat konsantrasyonlarını arttırabileceği düşünülmektedir.

Eşenkara örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının üç yılın da Mart ayında düşüş göstermesi henüz gübrenin toprağa uygulanmamış olmasına bağlanabilir.

4.3.8. Şeker Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

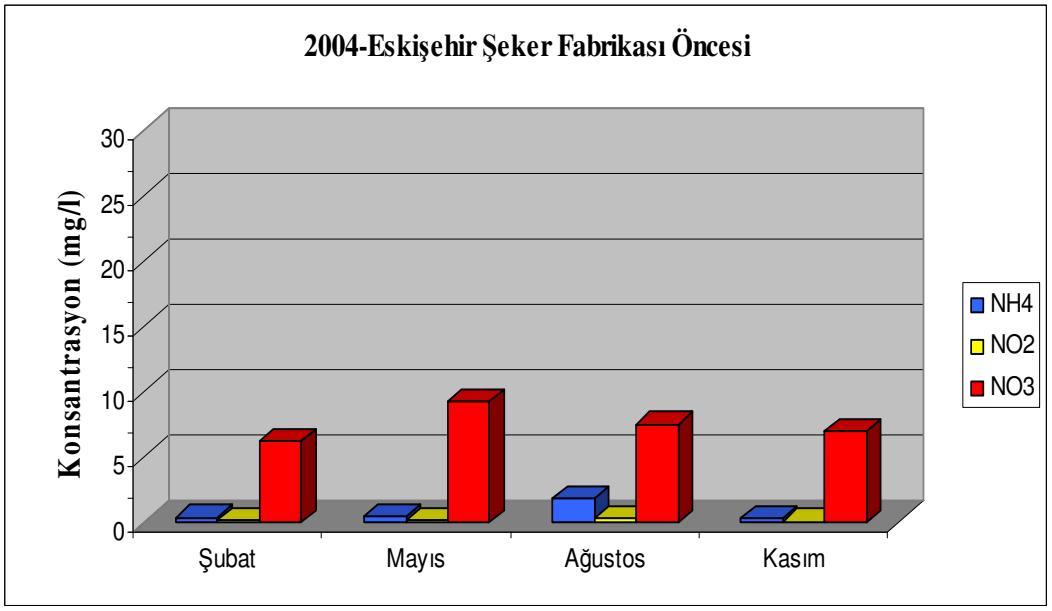
238 Kodlu Porsuk Çayı Şeker Fabrikası Öncesi örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde amonyum değerlerinin maksimum 1,84 mg/lt seviyesine çıktığı, nitrit değerlerinin 0,055-0,35 mg/lt aralığında değişiklik göstermekle birlikte üç yıllık süreçte genelde 0,1 mg/lt civarında seyretmekte olduğu ve nitrat konsantrasyonlarının ise 14 mg/lt yi aşmadığı görülmektedir.

Şekil 4.22'de görülen 2004 verileri daha yakın incelendiğinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun Mayıs ayında (9,21 mg/lt) olduğu en düşük nitrat konsantrasyonunun ise 6,25 mg/lt ile Şubat ayında olduğu görülmektedir. 2004 yılında en yüksek amonyum konsantrasyonu 1,84 mg/lt ile Ağustos ayında en düşük amonyum konsantrasyonu ise 0,31 mg/lt Kasım ayında ölçüldüğü görülmektedir. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek nitrat konsantrasyonunun Kasım ayında (14,18 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise bu yıla ait en düşük konsantrasyon (0,36 mg/lt) olduğu, en yüksek amonyum konsantrasyonunun ise Mayıs ayında 0,515 mg/lt olarak ölçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.23). Şekil 4.24'de bulunan 2006 verileri incelendiğinde ise durum biraz daha farklı olup en yüksek nitrat değerinin (8,4 mg/lt) Mayıs ayı için ölçüldüğü bu ayda amonyum değerinin minimum olduğu anlaşılmaktadır.

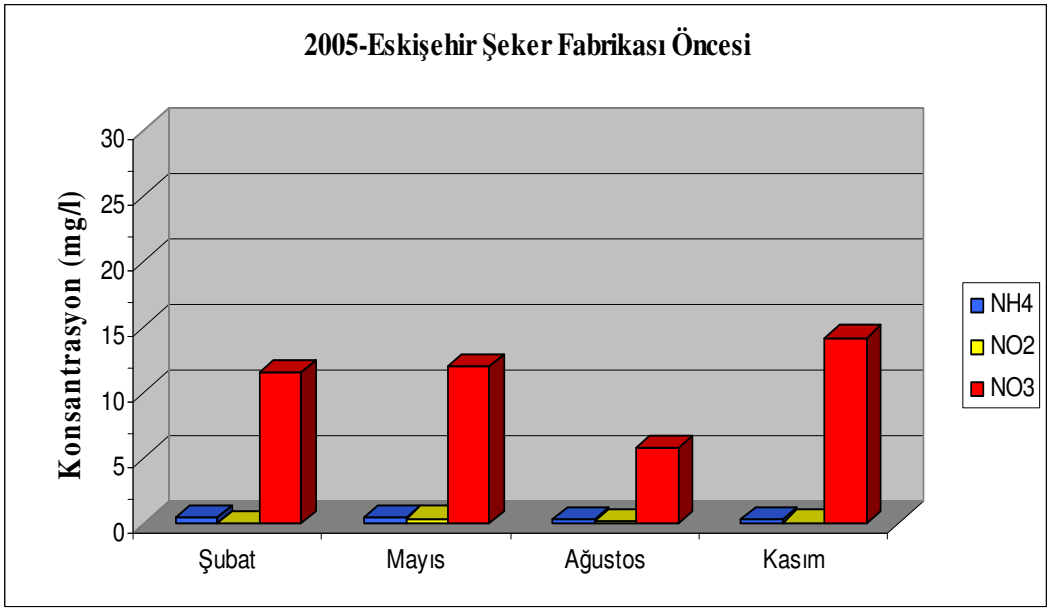
Bu noktada ölçülen 2004-2006 nitrat değerlerine genel olarak bakıldığında Mayıs ayına doğru bir artış olduğu Ağustos ayı ile birlikte seyrin düşüş şeklinde kendini gösterdiği (2005 hariç) belirlenmiş olup buna karşılık amonyum değerlerinin genelde düşük ve yaklaşık aynı seviyelerde seyrettiği ancak Ağustos ayında yükselme gösterdiği görülmektedir.

Şeker Fabrikası öncesi örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait belirlenen nitrat konsantrasyonları genel itibariyle Eşenkara örnekleme noktasında ölçülen nitrat konsantrasyonlarından daha yüksektir. 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait amonyum konsantrasyonlarına bakıldığında konsantrasyonların sürekli hem bir önceki

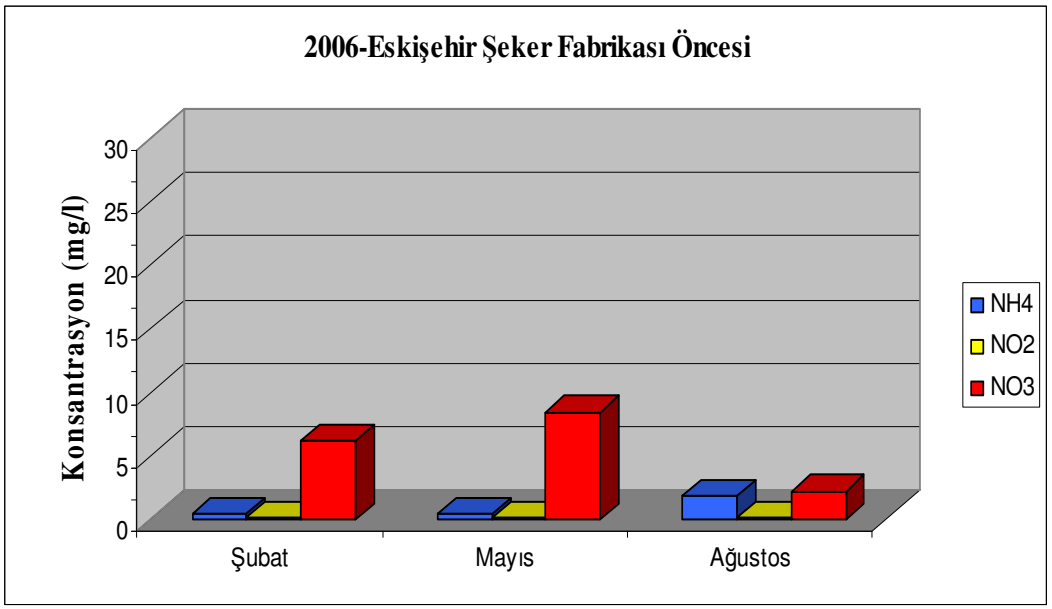
örnekleme noktasına göre hem de kendi içinde sürekli dalgalanmalar gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.22. Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.23. Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.24. Şeker Fabrikası Öncesi Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Şeker Fabrikası öncesi örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait belirlenen nitrat konsantrasyonlarının genel itibariyle Eşenkara örnekleme noktasından yüksek olmasının nedeninin; Sarısu Ovasını aşarak Eskişehir İl merkezinin batısında yer alan Ertuğrulgazi Mahallesi'nin yakınından Porsuk Çayı'na karışan Sarısu Deresi'nin Sarısu Ovasından taşıdığı gübreler, hayvan ahırlarından çıkan atıklar ve münferit atıksu deşarjları olduğu düşünülmektedir.

2004-2005 ve 2006 yıllarına ait amonyum konsantrasyonlarına bakıldığında konsantrasyonların sürekli hem bir önceki örnekleme noktasına göre hem de kendi içinde sürekli dalgalanmalar göstermesinin nedeni ise Sarısu Deresine eklenen atıksuların iklimsel koşullardan etkilenmesi olarak görülebilir. Ortak olan nokta üç yılda da amonyum konsantrasyonlarının Şubat ayında artış Mayıs ayında düşüş göstermesidir. Bunun nedeni ise 2004 ve 2005 yıllarında Şubat ayında yağış miktarının az olması (Bakınız Şekil 2.22) ve Mayıs ayında yağışın artması olarak açıklanabilecektir.

4.3.9. Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

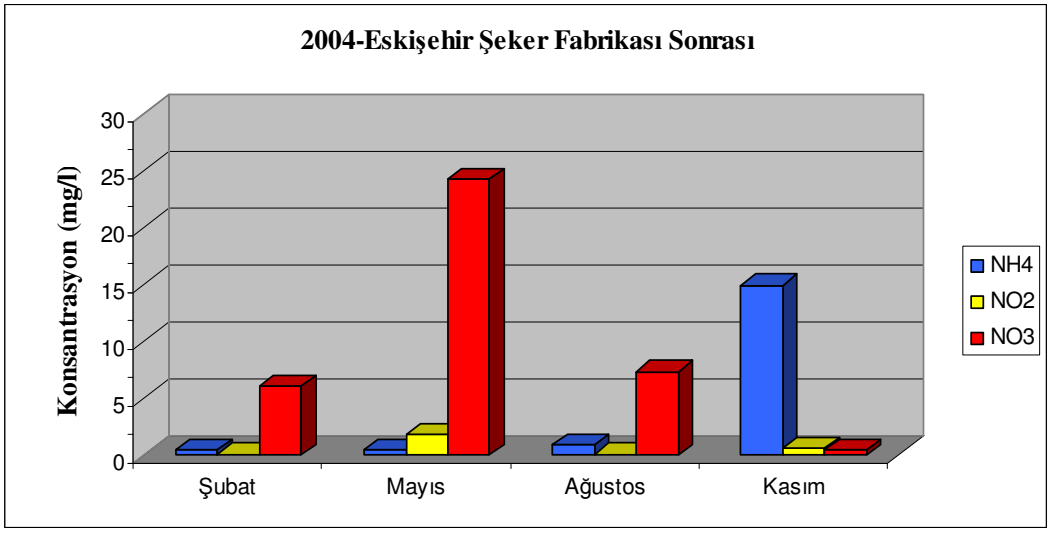
239 Kodlu Porsuk Çayı Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat ve değerleri incelendiğinde amonyum değerlerinin 14,94 mg/lt seviyesine kadar çıktığı, nitrit konsantrasyonlarının 2 mg/lt ye yükseldiği ve nitrat değerlerinin ise 2004 yılı Mayıs ayında 24,25 mg/lt ye ulaştığı tespit edilmiştir.Amonyum, nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının gözlemlenen en yüksek değerleri 2004 yılı verileri içerisinde yer almaktadır.

Şekil 4.25'de görülen 2004 verileri daha detaylı incelendiğinde en yüksek nitrat konsantrasyonunun Mayıs ayında (24,25 mg/lt) olduğu en düşük nitrat konsantrasyonunun ise 0,48 mg/lt ile Kasım ayında olduğu, nitratın Mayıs ayında ölçülen konsantrasyon değerinin bir önceki ölçümün yapıldığı Şubat ayına göre 4 kat civarı bir artış gösterdiği Ağustos ayında ise yaklaşık olarak eski konsantrasyonuna döndüğü görülmektedir. Ayrıca amonyum konsantrasyonunun en yüksek değeri nitratın aksine Kasım ayında (14,94 mg/lt), en düşük değeri ise Mayıs ayında (0,43 mg/lt) gerçekleşmiştir. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek nitrat konsantrasyonlarının 2004 yılı gibi Mayıs (13 mg/lt) ayında ve en düşük değerin Kasım (1,3 mg/lt) ayları için ölçüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.26). Şekil 4.27'de bulunan 2006 verileri incelendiğinde ise en yüksek nitrat konsantrasyonunun 2004 yılındaki gibi Mayıs ayında ölçüldüğü (8,66 mg/lt) en düşük değerin Ağustos (2,165 mg/lt) ayında bulunduğu ve iki ölçüm ayı arasında nitrat konsantrasyonu değerlerinde ani bir düşüş olduğu tespit edilmiştir.

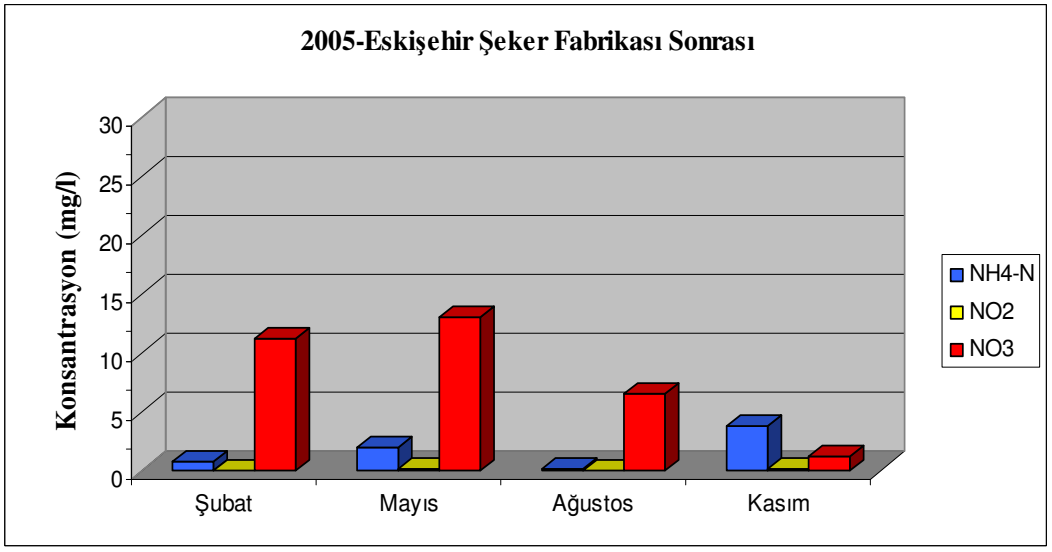
Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktası kendi içerisinde değerlendirildiğinde 2004-2005 ve 2006 yıllarında nitrat konsantrasyonlarında Mayıs ayında artış olduğu ve en yüksek değerlere ulaşıldığı ve Ağustos ayında ise düşme yaşandığı, amonyum konsantrasyonlarının ise 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında yükseldiği daha sonra tekrar düşüşe geçtiği anlaşılmaktadır.

Şeker Fabrikası Öncesi Numune Alma Noktası ile Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktası karşılaştırıldığında, iki örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının benzer şekilde davranış gösterdiği üç yılda da Mayıs ayında yükselip Ağustos ayında düştüğü belirlenmiştir. Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında 2005 ve 2006 yıllarının Şubat, Mayıs ve Ağustos aylarında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının

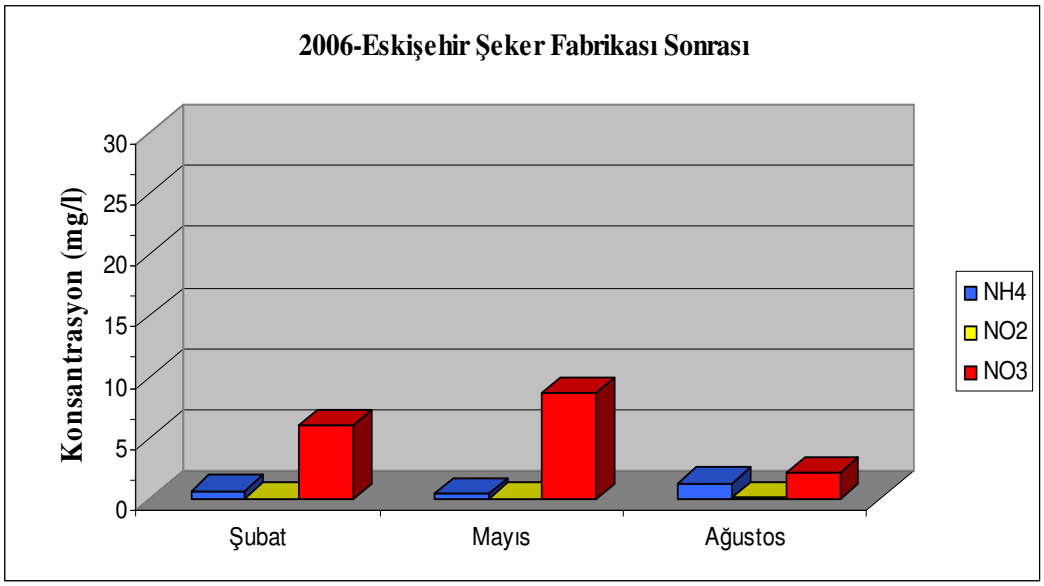
genellikle Şeker Fabrikası Öncesi örnekleme noktasında ölçülen konsantrasyon değerlerine yakın olduğu buna karşın 2004 yılının Mayıs ayında nitrat konsantrasyonunun ani bir şekilde yükseldiği ve 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında ise düştüğü tespit edilmiştir. Amonyum konsantrasyonlarının ise iki örnekleme noktasında genellikle birbirine yakın konsantrasyonlarda olmasına karşın sadece 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında bu değerlerin yükseldiği görülmüştür.



Şekil 4.25. Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.26. Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.27. Şeker Fabrikası Sonrası Örnekleme Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında nitrat konsantrasyonlarının Mayıs ayında artış göstermesinin nedeninin Mart-Nisan ve Mayıs aylarında alınan yağış neticesinde Porsuk Çayının oksijenlenme kapasitesinin artmasına bağlı olarak nitrifikasyon yoluyla amonyum iyonlarının nitrat iyonlarına dönüşmesi olduğu düşünülmektedir. Kasım ayında nitrat değerlerinin ani bir şekilde düşmesi ise Ağustos-Eylül ve Ekim aylarında alınan düşük yağış nedeniyle ortamın stabil kalmasına bağlanabilir.

Şeker Fabrikası Öncesi Numune Alma ve Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında nitrat konsantrasyonlarının benzer şekilde Mayıs ayında yükselip Ağustos ayında düşmesi bu durumun yağışın etkisinden kaynaklandığını desteklemektedir.

Şeker Fabrikası öncesi örnekleme noktası ile Şeker Fabrikası sonrası örnekleme noktasında elde edilen verilerin karşılaştırılabilmesi ve Şeker Fabrikasının etkisinin ortaya konabilmesi amacıyla şeker endüstrisi atıksularının özellikleri incelenecek olursa;

Şeker üretimi esnasında büyük miktarlarda su kullanılır. Su tüketimi bölgesel koşullara bağlı olarak 5-19 m^3 su/ton pancar şeklindedir. Örnek olarak 2000 ton şeker pancarını günlük olarak işleyen bir tesiste ortalama su tüketimi 15 m3/ton , su ihtiyacı

ise 3000 m^3/gün dür. Bu miktar 150 lt/kişi/gün su kullanan 200.000 nüfuslu bir şehrin günlük su tüketimine eşdeğerdir (Şengül, 1991). Eskişehir Şeker Fabrikası'nın üretim kapasitesi günde 8000 ton olup atıksu miktarı 6000 m^3/gün dür. Kampanya dönemi Ağustos ayında başlamakta olup 6 ay devam etmektedir (İl Çevre Durum Raporu, 2005; Çevre ve Orman Bakanlığı Envanterleri, 2004).

Şeker Fabrikaları atıksuları kirlenme derecelerine ve atıksu karakteristiklerine bağlı olarak üç gruba ayrılırlar. Bunlar; az kirli sular, katı haldeki kirlilikleri içeren atıksular ve kimyasal maddelerle çok kirletilmiş atıksulardır. Az kirli sular, sıcak sulardır. Buhar kondensatları, buharlaştırıcı yüklemesi amonyaklı sular, barometrik kondenser suları, soğutma suları bu gruba dahildir. Katı haldeki kirlilikleri içeren atıksular şeker pancarı yıkayıcılarından gelen sulardır. Kimyasal maddelerle çok kirletilmiş atıksular, şeker üretiminde proseste oluşan atıksuları içermektedir. Bu atıksular genel olarak bariz bir şekilde azot bileşikleri içermeseler de birinci gruba giren atıksular çok yüksek sıcaklıklarda olduklarından alıcı sularda termal kirlenme sorunu yaratırlar. İkinci gruptaki atıklar, nehirlerde dip birikimlerine neden olurlar ve nehrin normal hidrolik koşullarını bozarlar. Şeker üretim sezonu sırasında sıcaklık düşük olduğundan bu prosesler oldukça yavaş cereyan eder (Şengül, 1991). Bilindiği üzere, nitrifikasyon sadece toprak ve sedimentlerin yüzeysel katmanlarında ve akan sularda veya devir daim olan oksijence zengin çevrelerde olabilir (Şengül, 1991). Oldukça uzun bir süreçte şeker fabrikası atıksuları ile kirletilmiş nehirlerde; atıklar çözünmüş oksijeni tükettiklerinden nitrifikasyon için gerekli olan oksijenli ortam sağlanamaz ve nitrit ve nitrata dönüşümü sağlanamayan amonyum ortamda birikir.

Şeker Fabrikası Öncesi örnekleme noktası ile Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında 2005 ve 2006 yıllarının Şubat, Mayıs ve Ağustos aylarında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının genellikle değerce yakın olmasının nedeninin bu noktanın Şeker Fabrikası atıksularının deşarj noktası olmasına karşın bu suların nitrat içermemesine bağlı olduğu açıktır. Ancak, sadece 2004 yılının Mayıs ayında nitrat konsantrasyonunun ani bir şekilde yükselmesinin münferit bir boşaltım neticesinde gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında nitrat konsantrasyonlarında meydana gelen düşmenin ise kampanya döneminde olan Şeker Fabrikasının nitrat içermeyen çok miktarda atıksuyunun Porsuk Çayı'na verilmesi ile nitrat konsantrasyonlarında meydana gelen seyrelme neticesinde olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca amonyum konsantrasyonlarının 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında yükselmesinin nedeninin ise kampanya döneminin ortasında olan Şeker Fabrikasının amonyum içeren atıksularının üretim kapasitesinin artışıyla orantılı olarak daha fazla kirletici taşıması neticesinde arttığı düşünülmektedir.

4.3.10. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

237 Kodlu Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde, amonyum konsantrasyonlarının genelde 1 mg/lt değerine yaklaştığı 2004-2005 yıllarının Kasım ayında bu değerin aşıldığı, nitrit konsantrasyonlarının en yüksek değerinin 1 mg/lt sınırında olduğu ve nitrat değerlerinin üç yıl boyunca sadece 1 kez 10 mg/lt değerini aştığı görülmüştür.

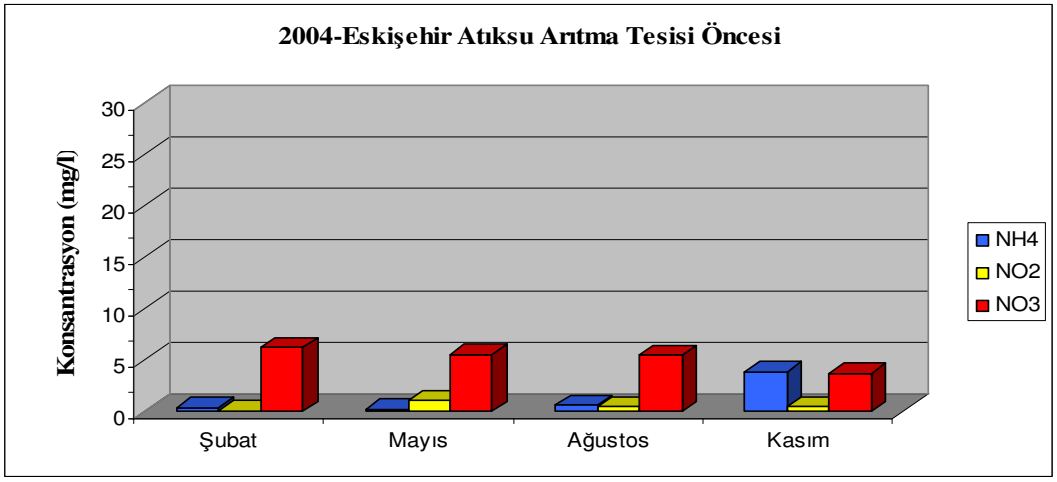
Şekil 4.28'de bulunan 2004 verileri daha detaylı incelendiğinde en yüksek amonyum konsantrasyonunun (3,86 mg/lt) Kasım ayında ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise 3,72 mg/lt mertebelerinde bulunduğu, buna karşılık en yüksek nitrat konsantrasyonunun (6,25 mg/lt) Şubat ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 0,37 mg/lt mertebelerinde seyrettiği anlaşılmaktadır. 2005 verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonu Kasım (4,17 mg/lt) ayında gerçekleşirken en yüksek nitrat konsantrasyonunun ise Şubat (8,86 mg/lt) ayında ölçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.29). Şekil 4.30'da görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2005 yılına benzer bir durumun bulunduğu, her iki yılda da nitrat konsantrasyonlarının Ağustos ayında birden düştüğü görülmüştür.

Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktası kendi içerisinde değerlendirildiğinde 2005 ve 2006 yıllarında nitrat konsantrasyonlarında bir önceki numune alma noktasına benzer şekilde Mayıs ayında artış olduğu ve en yüksek değerlere ulaşıldığı ve Ağustos ayında ise düşme yaşandığı, amonyum konsantrasyonununlarının ise 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında yükseldiği görülmüştür.

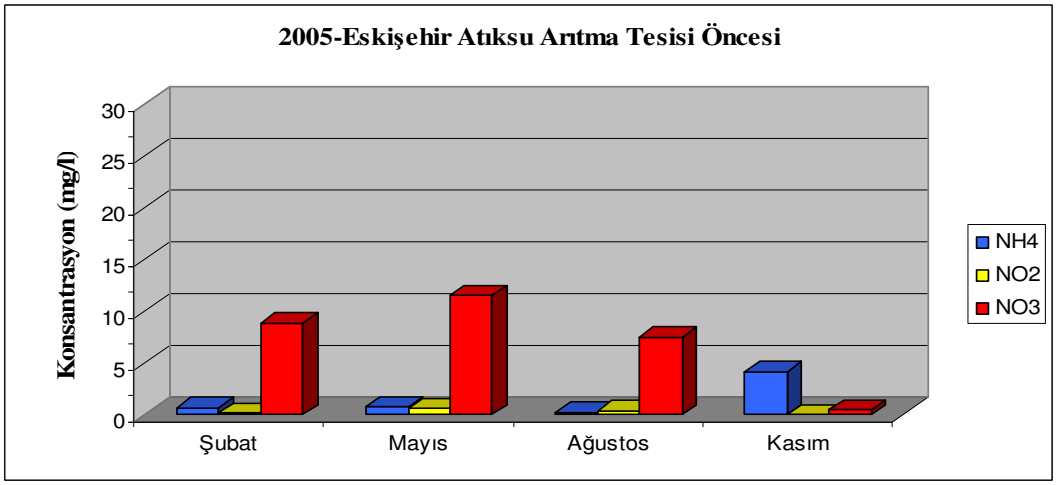
Şeker Fabrikası Sonrası Numune Alma Noktası ile Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktası karşılaştırıldığında, iki örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının özellikle 2005 ve 2006 yıllarında benzer şekilde davranış

göstererek Mayıs ayında yükselip Ağustos ayında düştüğü belirlenmiştir. Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında Mayıs 2004 de 24,25 mg/lt ölçülen nitrat konsantrasyonunun Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında ani bir şekilde 5,54 mg/lt ye düştüğü tespit edilmiştir.

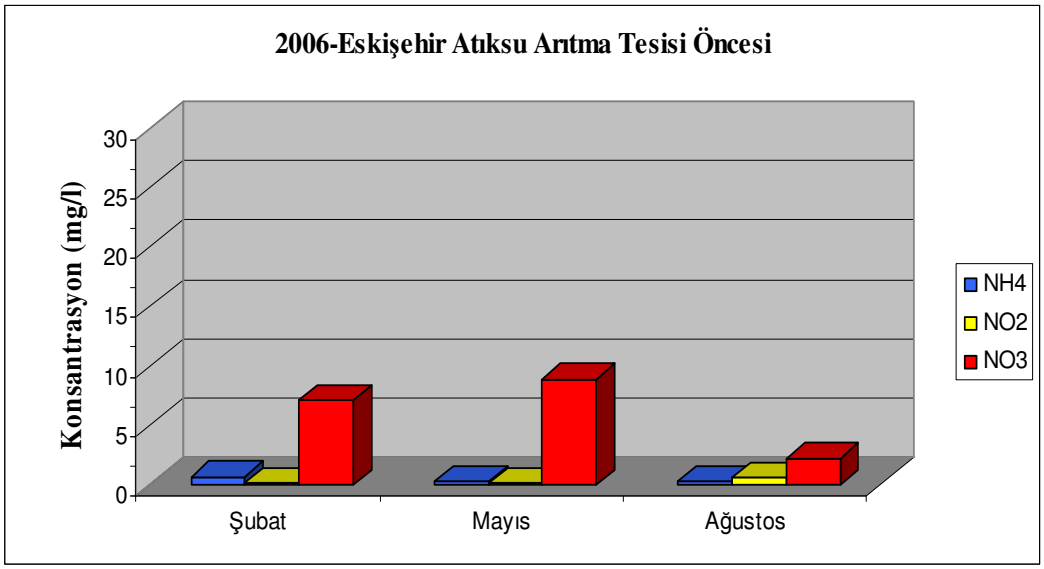
2004 yılının Kasım ayında Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında ölçülen amonyum değerlerinde Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasına göre ciddi bir düşme meydana gelmiştir.



Şekil 4.28. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.29. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.30. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Bu noktada da Şeker Fabrikası Öncesi ve Şeker Fabrikası Sonrası numune alma noktalarında da mevcut olan ilişkinin tekrarlandığı ve nitrat konsantrasyonlarının 2005 ve 2006 yıllarının Mayıs ayında yükselerek Ağustos ayında düşmesi yağış ile ilgili etkinin birbirine yakın mesafede yer alan bu noktalarda benzer sonuçlara neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında Mayıs 2004 de 24,25 mg/lt ölçülen nitrat konsantrasyonunun Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasında 5,54 mg/lt ye düşmesinin nedeni Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında etkili olan söz konusu münferit etkinin ortadan kalkması ile konsantrasyonun düşmesi yoluyla açıklanabilir.

2004 yılının Kasım ayında Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi örnekleme noktasında ölçülen amonyum değerlerinde Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasına göre düşüşün meydana gelmesinin nedeni Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında amonyum açısından ilave yüke maruz kalan Porsuk Çayı'nın içerisinde yer alan amonyum iyonlarının bu noktaya ulaşıncaya kadar dönüşüme uğraması ve/veya seyrelmesi olarak düşünülebilir.

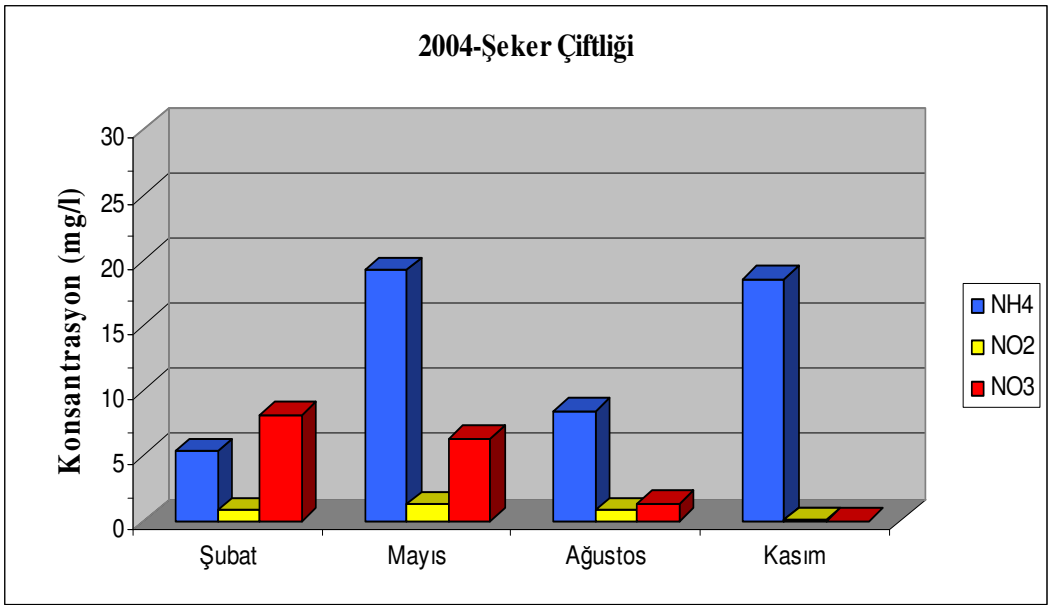
4.3.11. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası (Şekerçiftliği) Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

15 Kodlu Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde, nitrat değerlerinin 10 mg/lt değerinin üzerine çıkmadığı, nitrit konsantrasyonunun en yüksek değerinin 1,3 mg/lt ölçüldüğü, amonyum konsantrasyonlarının da 26,02 mg/lt seviyesine kadar çıktığı tespit edilmiştir.

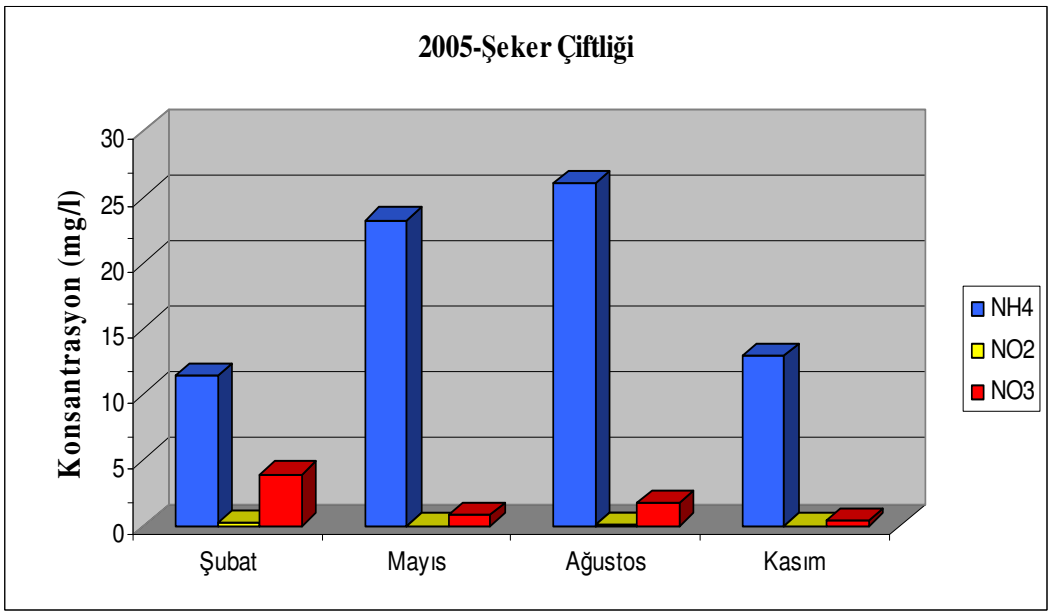
Şekil 4.31'de bulunan 2004 verileri daha ayrıntılı olarak incelenecek olursa en yüksek nitrat konsantrasyonunun (8,14 mg/lt) Şubat ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 5,4 mg/lt ile 2004 yılının en düşük amonyum konsantrasyonu olarak ölçüldüğünü, buna karşılık en yüksek amonyum konsantrasyonunun (19,2 mg/lt) Mayıs ayında ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise 6,32 mg/lt ölçüldüğü anlaşılmaktadır. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonunun Ağustos ayında (26,02 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun ise oldukça düşük bir konsantrasyon olan 1,73 mg/lt olduğu, en yüksek nitrat konsantrasyonunun ise Şubat ayında 3,9 mg/lt olarak ölçüldüğü buna karşın aynı aya ait amonyum değerinin 11,36 mg/lt olduğu görülmektedir (Şekil 4.32). Şekil 4.33'de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2005 yılında olduğu gibi en yüksek amonyum konsantrasyonunun Ağustos ayında (25,37 mg/lt) seviyesinde olurken nitrat konsantrasyonunun en düşük seviyede olması dikkat çekicidir. En yüksek nitrat değerinin Şubat ve Mart aylarında 6,06 mg/lt olarak gerçekleştiği görülmüştür.

Ayrıca, Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının yıl boyunca çoğunlukla düşme, amonyum değerlerinin ise genel olarak artma eğiliminde olduğu ama salınımlar gösterdiği tespit edilmiştir.

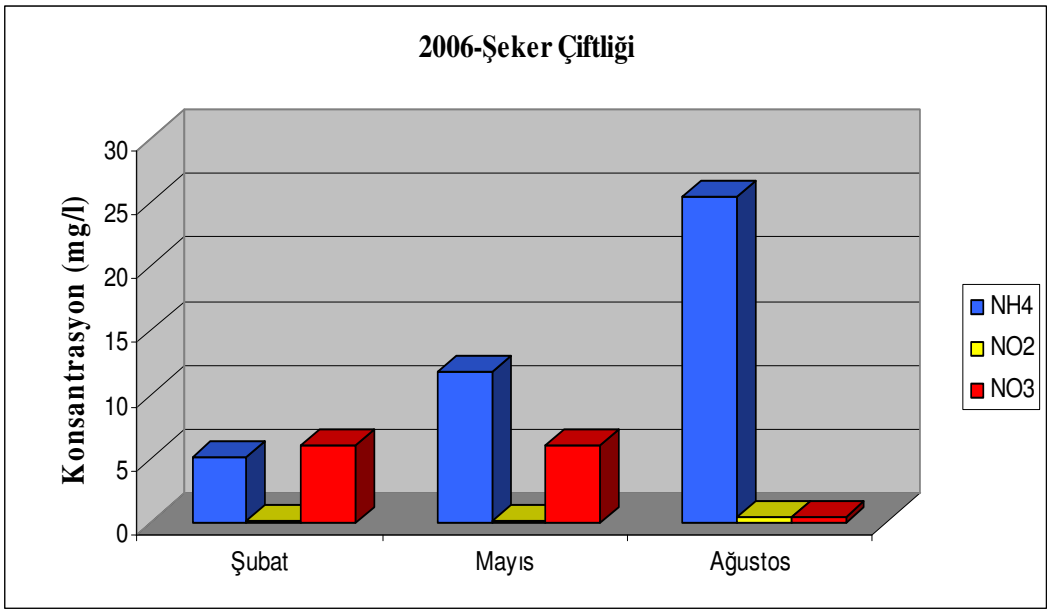
15 Kodlu Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri 237 Kodlu Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi örnekleme noktasından elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında 2004-2005 ve 2006 yıllarında amonyum değerlerinin bariz bir şekilde arttığı, 2004 yılının Şubat ve Mayıs ayları dışında nitrat konsantrasyonlarının düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.31. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şeker Çiftliği Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.32. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şeker Çiftliği Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.33. Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şeker Çiftliği Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Yeni teşekkül etmiş atıksularda azot, esas itibarı ile proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunur. Bunların ayrışmasıyla azot hemen amonyağa ve amonyuma dönüşür. Atıksuyun tazelik derecesi, amonyak miktarı ile ölçülür. Aerobik ortamda bakteri faaliyeti sonucu amonyak oksitlenerek nitrit ve nitrat haline gelir. Nitrat azotunun ortama hakim olması, atıksuların oksijen ihtiyacı bakımından stabil hale geldiğini gösterir (Muslu, 1994).

Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi sonrası örnekleme noktasında olduğu gibi Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi sonrası örnekleme noktasında da amonyum konsantrasyonlarının yükselmiş olmasının nedeni, Eskişehir Belediyesi kanalizasyon sisteminin büyük bir kısmının tamamlanmış (% 90) ve Eskişehir Atıksu Arıtma tesisleri inşaatı bitmiş ve faaliyete geçmiş olmasına rağmen (günde 75.000 m ³ atıksu arıtma kapasitesi) tesisinin sadece evsel nitelikli atıksuları değil bazı sanayi tesislerinin atıksularını da kabul ediyor olması nedeniyle tesis kapasitesinin yetersiz kalması ve bu nedenle de arıtma veriminin düşük olması ve arıtımın azot ve fosfor giderimi için gerekli olan ileri arıtım seviyesinde olmaması nedeniyle tesise gelen atıksuların arıtımı tam olarak sağlanamadan Porsuk Çayı'na deşarj ediliyor olması olarak gösterilebilir.

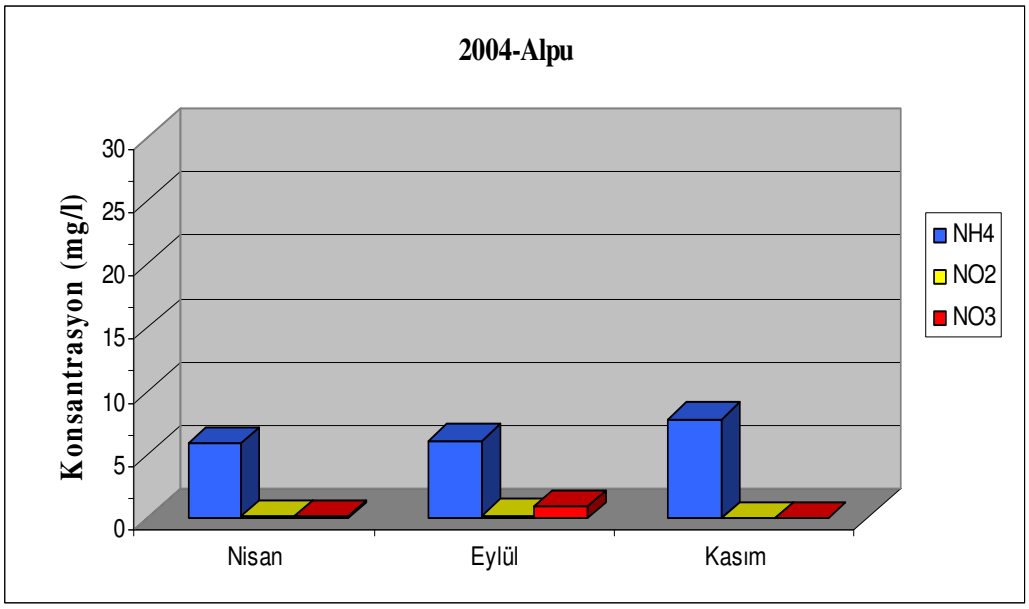
Nitrat değerinin düşük olmasının nedeni ise tesiste amonyumun nitrata dönüşmesi için gerekli olan ortamın tam olarak oluşamamış ve azot döngüsünün tamamlanamamış olması ve deşarj edilen atıksuların yukarıda yapılan açıklamalar çerçevesinde içerdiği nitrat seviyelerinin düşük olması nedeniyle arıtılmış atıksuyun Porsuk Çayı'na artı bir nitrat yükü getirmemiş olmasına bağlanabilir.

4.3.12. Alpu Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

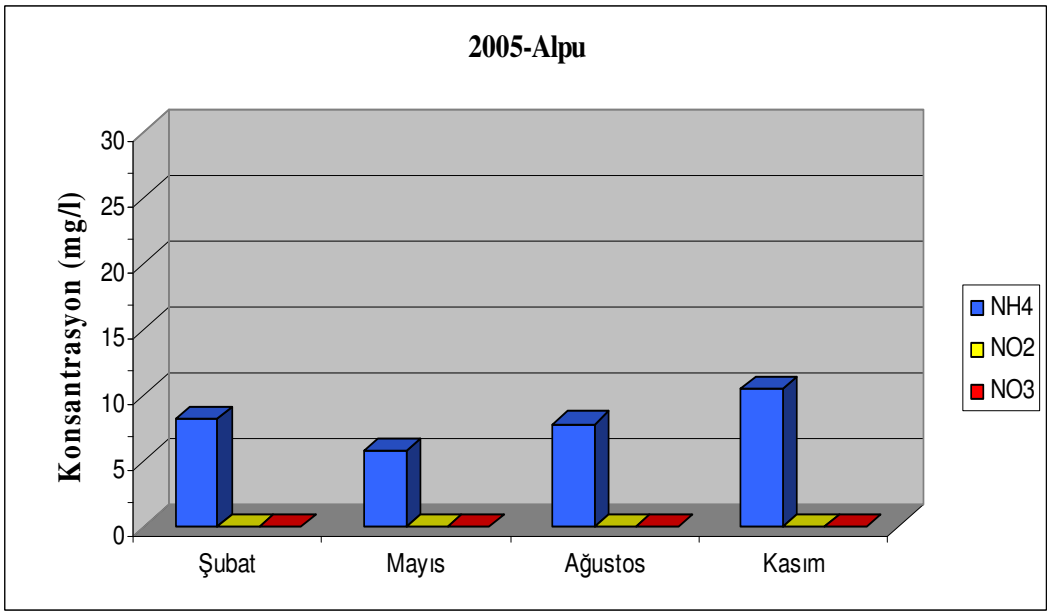
72 Kodlu Alpu örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait nitrit, nitrat ve amonyum değerleri incelendiğinde, nitrit değerlerinin 2006 yılının Mayıs ayında 0,312 mg/lt'e ulaştığı, nitrat konsantrasyonunun en yüksek değerinin 2006 yılının Şubat ayında 4,33 mg/lt olarak ölçüldüğü, amonyum konsantrasyonlarının da 18 mg/lt yi aşmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 4.34'de yer alan 2004 yılı verileri daha detaylı incelenecek olursa en yüksek nitrit konsantrasyonunun (0,17 mg/lt) Eylül ayında bulunduğu, aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun 0,87 mg/lt ve amonyum konsantrasyonunun ise 6,08 mg/lt olurken, amonyumun en yüksek değerinin ise Kasım (7,8 mg/lt) ayında gerçekleştiği görülmektedir. 2005 yılı verilerine bakıldığında en yüksek amonyum konsantrasyonunun Kasım ayında (10,43 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrit konsantrasyonunun ise aynı zamanda en yüksek nitrit konsantrasyonu olan 0,016 mg/lt olduğu, nitrat değerlerinin ise ölçülmediği görülmektedir (Şekil 4.35). Şekil 4.36'da görülen 2006 verileri incelendiğinde ise en yüksek amonyum konsantrasyonu Mayıs ayında (17,52 mg/lt) olurken aynı aya ait nitrat konsantrasyonunun en düşük değer olan 3,03 mg/lt ölçüldüğü, nitrat konsantrasyonunun en yüksek değere ulaştığı Şubat ayında ise amonyum konsantrasyonunun yıl boyunca elde edilen en düşük değerine ulaştığı belirlenmiştir.

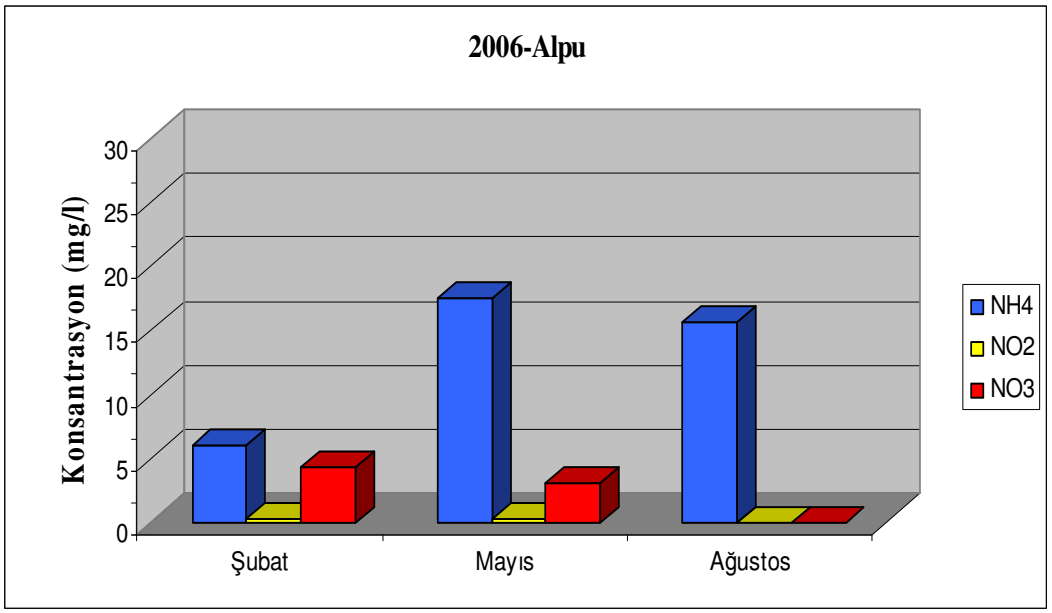
72 Kodlu Alpu örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri 15 Kodlu Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, Alpu örnekleme noktasında ölçülen amonyum konsantrasyonlarının 2004 ve 2005 yıllarında Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında elde edilen amonyum konsantrasyonlarından genel olarak daha düşük olduğu görülürken bu düşüşün 2005 yılının Mayıs ve Ağustos aylarında daha bariz bir şekilde gerçekleştiği belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.35. Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.36. Alpu Numune Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Atıksu arıtma tesisi çıkışında aldığı etkiden dolayı Porsuk Çayı' ndaki amonyum konsantrasyonları oldukça yükselmekle birlikte, Alpu örnekleme noktasında ölçülen amonyum konsantrasyonlarının 2004 ve 2005 yıllarında Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında elde edilen amonyum konsantrasyonlarından genel olarak daha düşük olmasının nedeni Alpu örnekleme noktasına gelininceye kadar çok ciddi ilave noktasal bir etkinin olmayışı ve/veya yüzeysel su-yeraltı suyu etkileşimi neticesinde Porsuk Çayı'ndaki amonyum konsantrasyonlarının seyrelmeye uğraması olarak düşünülebilir. Bu düşüşün 2005 yılının Mayıs ve Ağustos aylarında daha bariz bir şekilde gerçekleşmesinin nedeni ise özellikle Nisan ayında yağışın yüksek olması ve bunun neticesinde Porsuk Çayı'ndaki amonyum konsantrasyonlarının seyrelmesi ve/veya yağışla birlikte oksijen yönünden zenginleşen Porsuk Çayı'nın içerisinde yer alan amonyumun nitrit ve nitrata dönüşmesi olarak düşünülebilir.

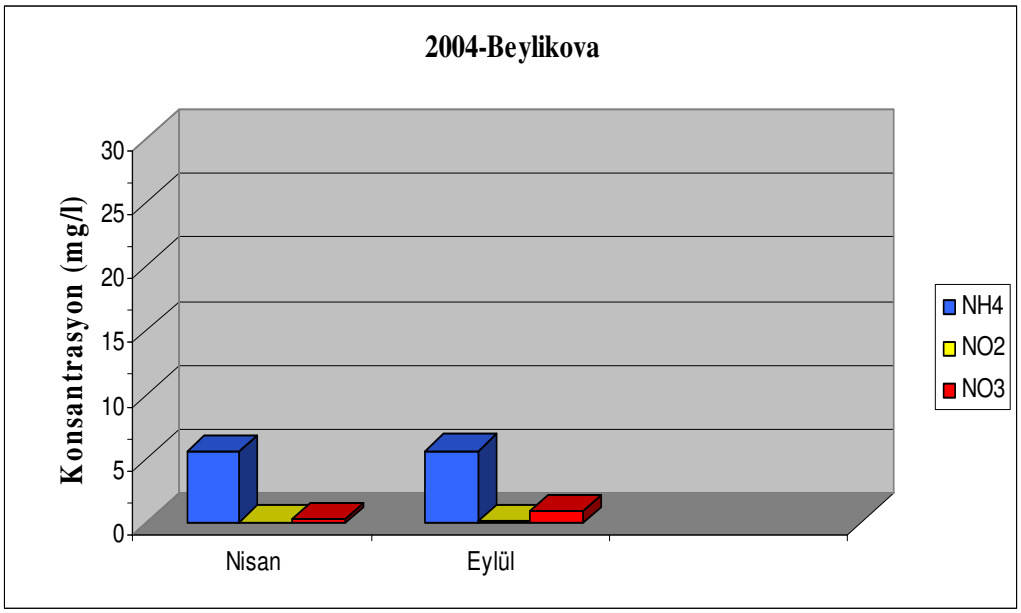
4.3.13. Beylikova Numune Alma Noktasına Ait Veriler

17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde, amonyumun konsantrasyonlarının 11,3 mg/lt seviyelerine kadar çıkabildiği, nitrit değerlerinin 0,34 mg/lt ye kadar çıktığı, nitrat değerlerinin ise 3,9 mg/lt olduğu belirlenmiştir.

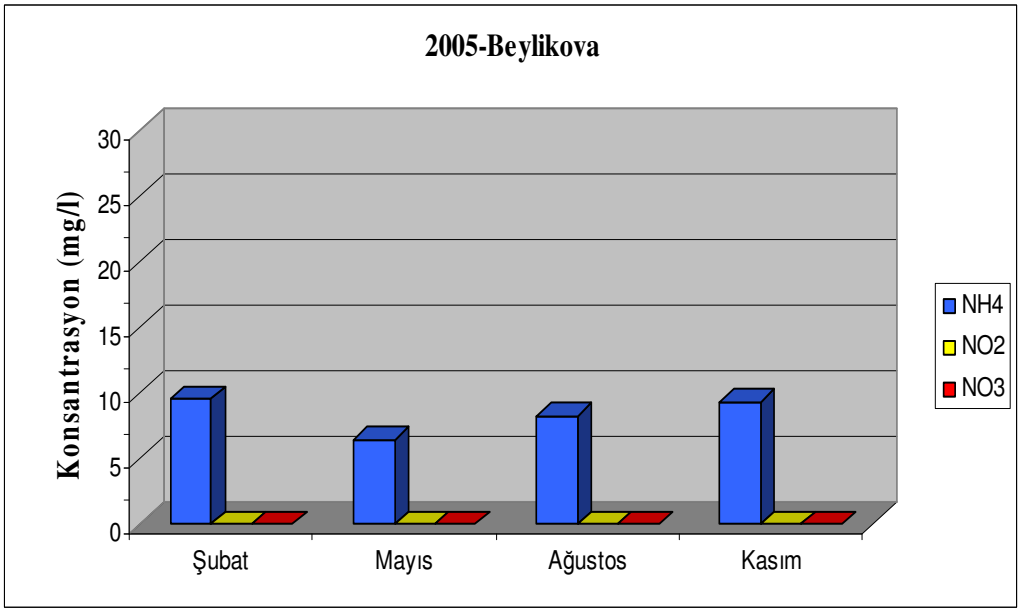
Şekil 4.37'de bulunan 2004 verileri daha ayrıntılı ele alındığında en yüksek nitrat konsantrasyonunun Eylül (0,87 mg/lt) ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun da yıl boyunca ölçülen en yüksek amonyum konsantrasyonu olan 5,62 mg/lt olduğu belirlenmiştir. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonunun Kasım (9,34 mg/lt) ayında gerçekleşirken en yüksek nitrit değerinin yine Kasım ayında ölçülen 0,046 mg/lt olduğu görülmüştür (Şekil 4.38). Şekil 4.39'da görülen 2006 verileri incelendiğinde en yüksek amonyum konsantrasyonunun Şubat ayında (6,2 mg/lt) olduğu ve nitrat değerinin ise yine Şubat ayında (3,9 mg/lt) ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Beylikova örnekleme noktasını kendi içerisinde değerlendirdiğimizde 2005 ve 2006 yıllarında amonyum konsantrasyonlarının Mayıs ayında düştüğü Ağustos ayında ise artış gösterdiği belirlenmiştir. 2005 yılında nitrat konsantrasyonları hakkında verinin olmayışı, 2004 ve 2006 yıllarında ise ölçüm yapılan ayların farklı olması nedeniyle nitrat verileri sağlıklı olarak değerlendirilememekle birlikte konsantrasyonların 2004 yılının Eylül ayında yükseldiği, 2006 yılının Mayıs ayında ise düştüğü tespit edilmiştir.

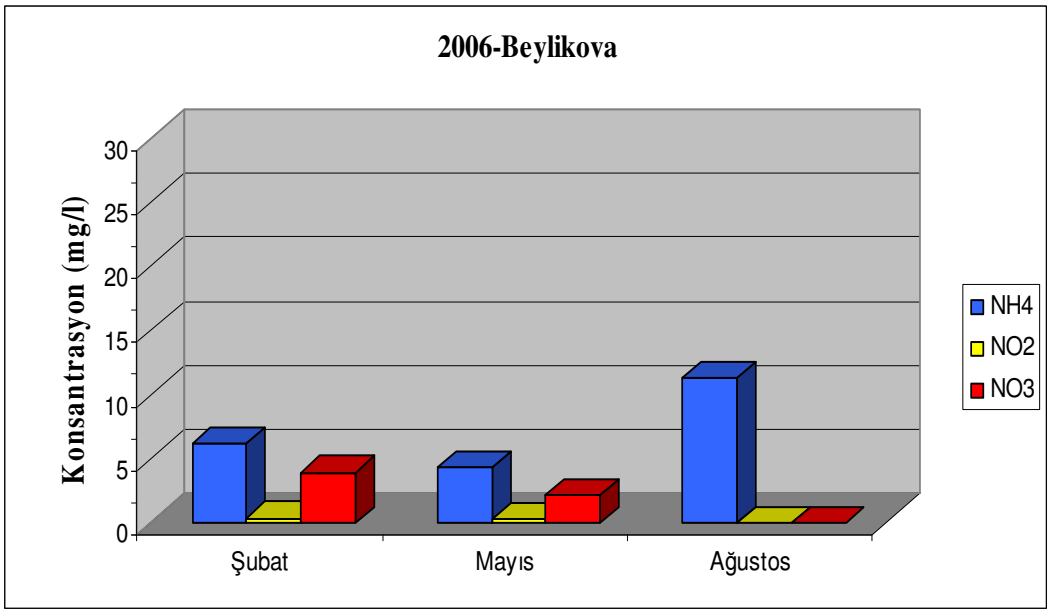
17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasından elde edilen veriler ile Alpu örnekleme noktasındaki veriler karşılaştırıldığında 2004 ve 2005 yıllarında amonyum konsantrasyonlarının benzer şekilde değişim gösterdiği ve hemen hemen aynı konsantrasyon değerlerinde seyrettiği, 2006 yılında ise Şubat ayında hemen hemen aynı konsantrasyon değerini gösterirken Mayıs ayında ciddi bir düşüş yaşandığı, Ağustos ayında da Mayıs ayı kadar bariz olmamakla beraber bu düşüşün devam ettiği belirlenmiştir. 2005 yılında Beylikova örnekleme noktasında da Alpu örnekleme noktasındaki gibi nitrat konsantrasyonlarının ölçülmemiş olması nedeniyle değerlendirme yapılamamış olup 2004 ve 2006 yıllarında ise çok ciddi konsantrasyon değişikliklerinin gerçekleşmediği görülmüştür.



Şekil 4.37. Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.38. Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.39. Beylikova Örnekleme Alma Noktasına Ait 2006 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasından elde edilen veriler ile Alpu örnekleme noktasındaki amonyum konsantrasyonlarının 2004 ve 2005 yıllarında hemen hemen aynı konsantrasyon değerlerinde olmasının Alpu ve Beylikova ilçelerinin fiziksel koşullar ve atıksu durumu açısından temel olarak aynı özellikleri taşımasına bağlanabileceği düşünülmektedir. 2006 yılının Mayıs ayında gerçekleşen konsantrasyon düşmesinin ise 2006 yılının Mart ve Nisan aylarında meydana gelen yağış ve/veya yeraltı suyu akış yönünün Porsuk Çayı'na doğru olması nedeniyle Porsuk Çayı'a yeraltı suyunun boşalımının gerçekleşmesi yoluyla seyrelmenin meydana gelmesine bağlanabilir.

Beylikova'da Dersan Deri Sanayi (126 m^3/gün), DanoneSA Tikveşli Süt Ürünleri (35 m^3/gün) ve Güven Süt A.Ş. (35 m^3/gün) bulunmakta olup süt endüstrisi atıksuları 160 mg/lt konsantrasyonlara varan toplam azot içerebilmektedir. Deri işleme tesislerinde ise kireç alma ve sama işleminden sonra boşaltılan banyo ve çalkalama sularında kalsiyum bileşikleri, sodyum sülfür, albüminler ve amonyum bileşikleri bulunabilmektedir (Şengül, 1991). Üç tesisinde arıtma tesisi mevcut olduğundan bu kirletici kaynaklardan ciddi bir etkinin olmadığı düşünülebilir. Bu noktada nitrat konsantrasyonlarının stabil kalması Alpu ve Beylikova örnekleme noktalarında fiziksel

koşulların benzer olmasına bağlanabilir (Çevre ve Orman Bakanlığı Envanter Bilgileri, 2004).

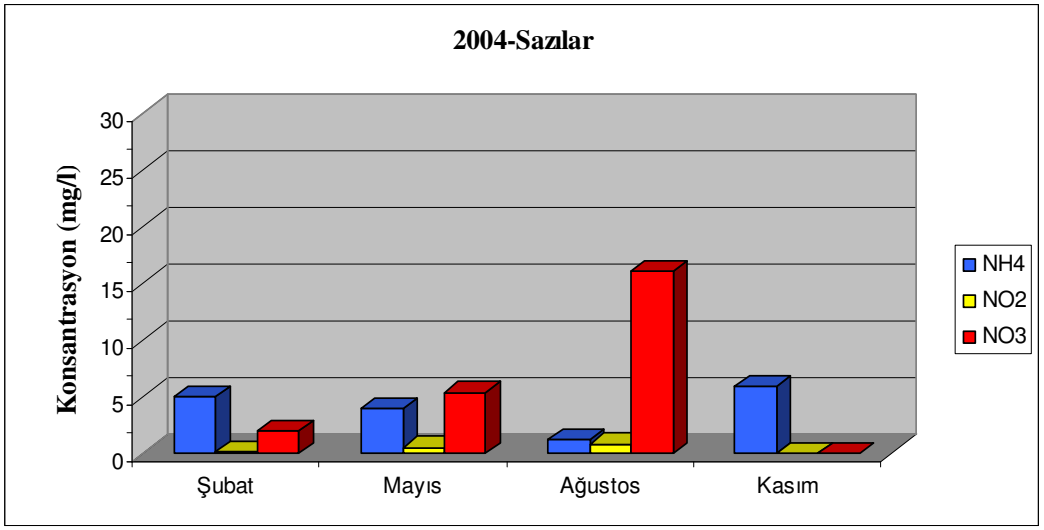
4.3.14. Sazılar (İlören) Numune Alma Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

19 Kodlu Sazılar (İlören) örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait amonyum, nitrit ve nitrat değerleri incelendiğinde, amonyum konsantrasyonlarının diğer örnekleme noktasına oranla bu örnekleme noktasında oldukça yüksek olduğu ve 2005 yılının Ağustos ayında 1,95 mg/lt seviyesine kadar çıktığı, nitrit konsantrasyonunun en yüksek değerinin 2005 yılının Ağustos ayında 1,3 mg/lt ölçüldüğü ve nitrat değerlerinin 2004 yılının Ağustos ayında en yüksek değeri olan 16,06 mg/lt değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

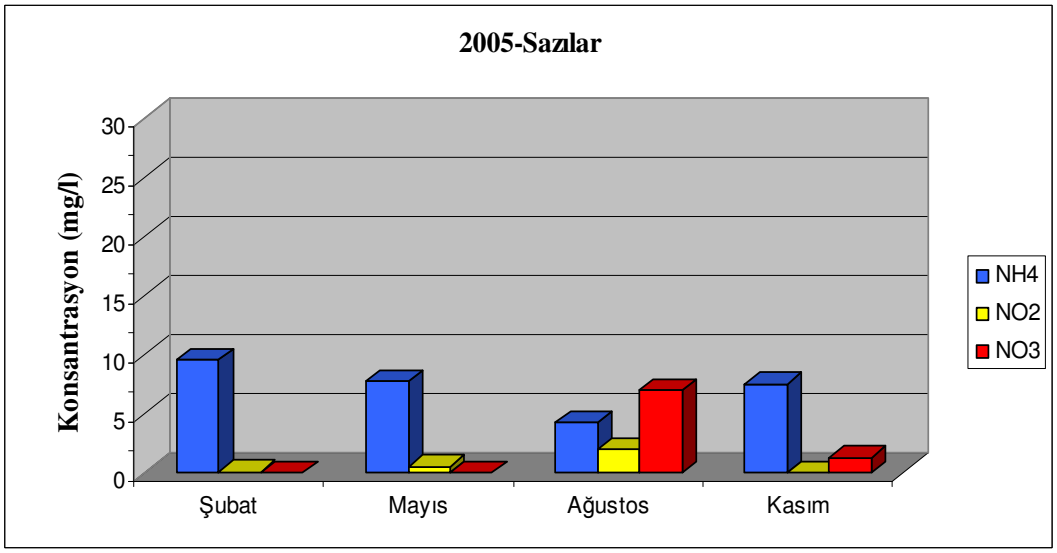
Şekil 4.40'da yer alan 2004 yılı verileri daha detaylı olarak incelenecek olursa en yüksek nitrat konsantrasyonunun (16,06 mg/lt) Ağustos ayında ölçüldüğü, aynı aya ait amonyum konsantrasyonunun ise 1,185 mg/lt ile 2004 yılının en düşük amonyum konsantrasyonu olarak ölçüldüğünü, buna karşılık en yüksek amonyum konsantrasyonunun (5,95 mg/lt) Kasım ayında ölçüldüğü görülmektedir. 2005 yılı verilerine bakıldığında ise en yüksek amonyum konsantrasyonunun Şubat ayında (9,5 mg/lt) ölçüldüğü, aynı aya ait nitrit konsantrasyonunun ise 0,072 mg/lt olduğu, en yüksek nitrit konsantrasyonunun ise Ağustos ayında 1,95 mg/lt olarak ölçüldüğü buna karşın aynı aya ait amonyum değerinin 4,21 mg/lt olduğu görülmektedir (Şekil 4.41). Şekil 4.42'de görülen 2006 verileri incelendiğinde ise 2005 yılında olduğu gibi en yüksek amonyum konsantrasyonunun Şubat ayında 7,34 mg/lt seviyesinde olurken nitrat konsantrasyonunun en düşük seviyede olması dikkat çekicidir. En yüksek nitrat değeri Ağustos ayında 8,28 mg/lt olarak gerçekleşmiş olup bu ayda amonyum değeri minimum seviyeye inmiştir.

Sazılar (İlören) örnekleme noktasına kendi içerisinde bakacak olursak amonyum konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında benzer şekilde Mayıs ve Ağustos aylarında düştüğü ve 2004 ve 2005 in Kasım ayında yükseldiği belirlenmiştir. Nitrat konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında yıl boyunca yükselerek Ağustos ayında en yüksek değerine ulaştığı 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında düştüğü belirlenmiş olup 2006 yılının Kasım ayı ölçümü bulunmadığından 2006 yılındaki düşüş görülememiştir.

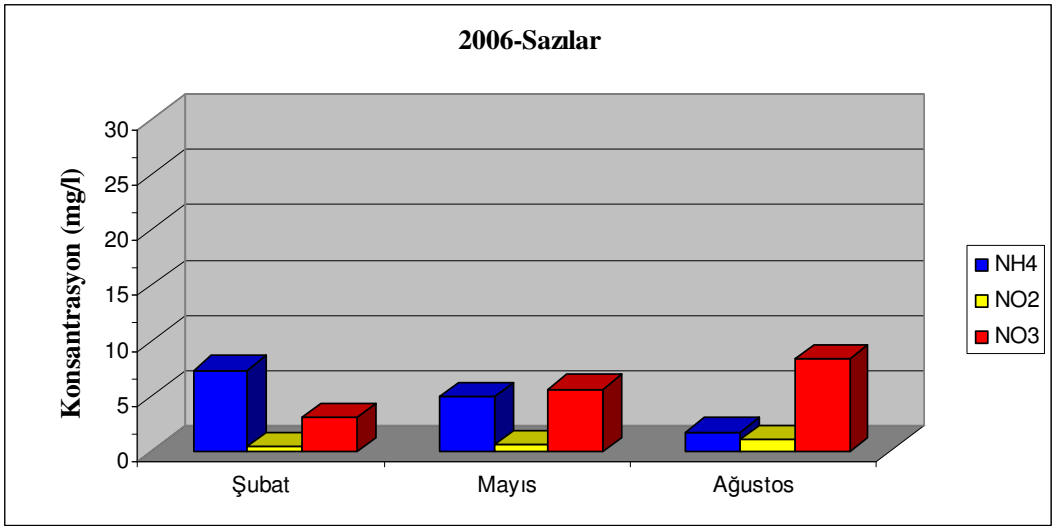
19 Kodlu Sazılar (İlören) örnekleme noktasından elde edilen konsantrasyon değerleri 17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasında elde edilen değerlerle karşılaştırılacak olursa, 2004 yılında yapılan örneklemelerin aynı aylarda yapılmamış olmaması nedeniyle değerlendirme yapılamamakla birlikte iki nokta arasında 2005 yılında ölçülen amonyum konsantrasyonlarında ciddi değişimlerinin olmadığı, 2006 yılında ise sadece Ağustos ayında bir artışın görüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.40. Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2004 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.41. Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri



Şekil 4.42. Sazılar (İlören) Örnekleme Noktasına Ait 2005 NH_4^+, NO_2^- ve NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Sazılar (İlören) örnekleme noktasında amonyum konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında Mayıs ve Ağustos aylarında düşmesinin nedeninin Mart ve Nisan aylarında yağışın fazla olması (Bakınız Şekil 2.22) sonucunda amonyum konsantrasyonlarının seyrelmeye uğramasına bağlı olduğu ve Ağustos ayında toprak sıcaklıklarının yüksek olmasına bağlı olarak bakterilerin faaliyetlerinin artarak amonyumun nitrit ve nitrata dönüşmesine bağlanabileceği düşünülmektedir. 2004 ve 2005 yıllarının Kasım ayında amonyum konsantrasyonlarının yükselmesi de toprağın soğuması ve bakteri faaliyetinin düşmesi neticesinde dönüşümün azalması sonucunda azotun amonyum formunda stabil kalmasına bağlanabilir. Nitrat konsantrasyonlarının 2004-2005 ve 2006 yıllarında yıl boyunca yükselerek Ağustos ayında en yüksek değerine ulaşması ve Kasım ayında da düşüş göstermesi de bu durumu desteklemektedir.

2005 yılında ölçülen amonyum konsantrasyonlarında ciddi değişimlerinin olmamasının nedeni Sazılar örnekleme noktası ile Beylikova örnekleme noktası arasında ciddi ilave azot yükü taşıyan herhangi bir kaynağın olmasıdır.

4.4. Eskişehir İlinde Yeraltı Suyu Örnekleme Noktalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Eskişehir İlinde üzerinde çalışılan yeraltı suyu örnekleme noktalarının isimleri ve yerleri hakkında bilgi Materyal Metod kısmında verilmiş olup bu çalışmada öncelikle Tarım ve Köyişleri Bakanlığı koordinasyonunda Çevre ve Orman Bakanlığı ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ile birlikte yürütülen "Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)" kapsamında elde edilen nitrat verilerinden faydalanılmıştır. Söz konusu veriler grafiklere aktarılarak örnekleme noktası bazında değerlendirilmiştir.

4.4.1. Güneli DSİ Pompası Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Güneli Eskişehir İli'nin Alpu İlçesine bağlı bir köy olup, literatür kısmında tarımsal üretim başlığı altında yer alan Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Bakınız Şekil 2.25) alanın mera alanı ve kuru tarım arazisi olduğu görülmektedir. 1 Nolu Güneli DSİ Pompası örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa (tahıl ürünleri) ile şeker pancarı ve/veya patates (dönüşümlü ekim)tir. Bu bölgede besicilik ve sütçülük de yaygındır (TKB-ÖABF, 2006).

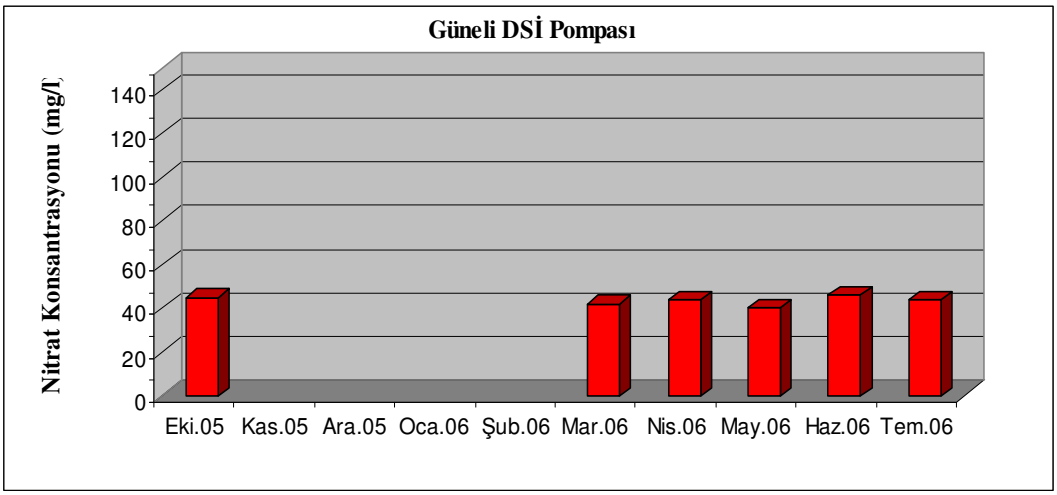
Güneli Köyü'nün bağlı bulunduğu Alpu İlçesi'nde tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 45.446 ha alanın 44.904 ha' ı tarla, 528 ha' ı sebze, 14 ha' ı meyve alanıdır. Alpu İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 7.155,1 ton/yıl (2005) dır (Bakınız Tablo 2.18). Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Eskişehir İlinde etüdü yapılan 1.298.023 hektar arazinin % 15,1'i düz, % 16,2'si hafif eğimli, % 24,1'i orta eğimli , % 21,9'u dik, %19'u çok dik ve % 3,7'si sarp olarak belirtilmiştir. Güneli'nin içinde bulunduğu Alpu Ovasının ova olması münasebeti ile düz ve/veya hafif eğimli bir nitelik taşıdığı düşünülmektedir (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Güneli yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Bakınız Şekil 2.16) zeminin pliokuarterner özelliğinde olduğu görülmüştür. Pliokuarterner eski alüvyondur. Alpu ovasında verimli akiferler yeni ve eski alüvyonlardır.

Güneli'nin bulunduğu Alpu Ovasında yeraltı suyu taşıyan önemli akiferler Porsuk Çayı vadi yatağına bağlı olarak gelişen alüvyonlar ile neojen yaşlı kireçtaşı ve çakıltaşlarıdır. Alüvyon kalınlığı 5-40 m arasında değişir. Ovada açılan sondaj kuyularının derinlikleri 30-300 m arasında olup verimleri 10-60 l/s arasında değişmektedir, özgül debi alüvyon için 0,5-20 1/s/m'dir. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olmaktadır. Ovada 56 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi belirlenmiş olup 33,5 x 10^6 m^3/yıl emniyetli yeraltı suyu rezervi mevcuttur.

Eskişehir İli'nin diğer ilçelerinde olduğu gibi Güneli'nin bağlı bulunduğu Alpu İlçesi' nin de atıksu arıtma tesisi mevcut olmayıp, kanalizasyon sistemi ise kısmen mevcuttur. Dolayısıyla ilçede ve bağlı köylerde atıksular kanalizasyon sistemi olmayan yerlerde fosseptiklerde toplanmakta kanalizasyonu tamamlanmış yerlerde ise kanalizasyon sistemi ile toplanarak nihai olarak Porsuk Çayına deşarj edilmektedir. Alpu ilçesinde azot yönünden zengin endüstriyel atıksu deşarjı olan sanayi tesisi mevcut değildir.



Şekil 4.43. Güneli DSİ Pompası Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

1 Nolu Güneli DSİ Pompası örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 4 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 40 mg/lt ile 46 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 45 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Mart 2006 da 42 mg/lt ye düştüğü, Nisan ayında 2 mg/lt artış göstermesine karşın Mayıs ayında 4 mg/lt düşerek 40 mg/lt olduğu daha sonra Haziran ayında tekrar yükselerek bu noktada ölçülen en yüksek konsantrasyon olan 46 mg/lt değerine ulaştığı Temmuz ayında tekrar düşerek 44 mg/lt değerini bulduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.43).

1 Nolu Güneli DSİ Pompası örnekleme noktasında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarının genel olarak yüzeysel su örnekleme noktalarında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

1 Nolu Güneli DSİ Pompası örnekleme noktasına konumu itibariyle en yakın olan yüzeysel su örnekleme noktası 72 Kodlu Alpu örnekleme noktasıdır. 72 Kodlu Alpu örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait nitrat değerleri incelendiğinde, nitrat konsantrasyonunun en yüksek değerinin 2006 yılının Şubat ayında 4,33 mg/lt olduğu göz önünde bulundurulursa aynı ova içerisinde yer alan yeraltı suyu ile yüzeysuyu arasında nitrat konsantrasyonu açısından ne kadar büyük bir konsantrasyon farkı olduğu görülmektedir.

Alanın baskın olarak tarımsal amaçlı kullanımı, yoğun gübre tüketimi ve bölgedeki mera alanlarında hayvanlardan kaynaklanan gübrelerin araziye yayılması ve atıksuların çoğunlukla fosseptiklerde toplanıyor olması bu alan için azotlu kirletici kaynaklardır.

Alanın zemininin jeolojik yapısının eski alüvyon özelliğinde olduğu ve Alpu Ovasında akiferin besleniminin yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olduğu düşünüldüğünde yüzeyden yağışla süzülen ve sızan kirleticilerin yeraltı suyuna ulaştığı ve nitrat konsantrasyonlarının yükselmesine neden olduğu açıktır. Ayrıca, Mart ve Ekim aylarında yapılan gübreleme yağışlı mevsim öncesi olduğundan dolayı toprağa verilen gübrenin bitki tarafından alınmayan kısmı topraktan yıkanarak yeraltı sularına karışabilir. Bu alanda eğimin az olması tercih edilen bir durumdur ki eğimi % 20 yi geçen yerlerde gübreleme önerilmemektedir (Nitrate Project – Draft Good Agricultural Practices Code, 2006)

4.4.2. Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Parsibey Eskişehir İli'nin Beylikova lçesine bağlı bir köy olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) örnekleme noktasının bulunduğu alanın sulu tarım alanı ve mera alanı olduğu görülmektedir. 2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi Buğday/arpa (tahıl ürünleri) ile şeker pancarı ve/veya patates (dönüşümlü ekim) tir. Parsibey Köyü'nün bağlı bulunduğu Beylikova İlçesinin halkının büyük bir çoğunluğu tarım ve hayvancılıkla uğraşmaktadır. İlçe halkı tarım ve hayvancılığın yanı sıra süt inekçiliğine yönelmiştir (TKB-ÖABF, 2006)

Parsibey Köyü'nün bağlı bulunduğu Beylikova İlçesi 'nde tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 24.839 ha alanın 24.786 ha ı tarla, 48 ha ı sebze, 5 ha meyve alanıdır. Beylikova İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 2648,3 ton/yıl (2005) dır (Tablo 2.18). Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

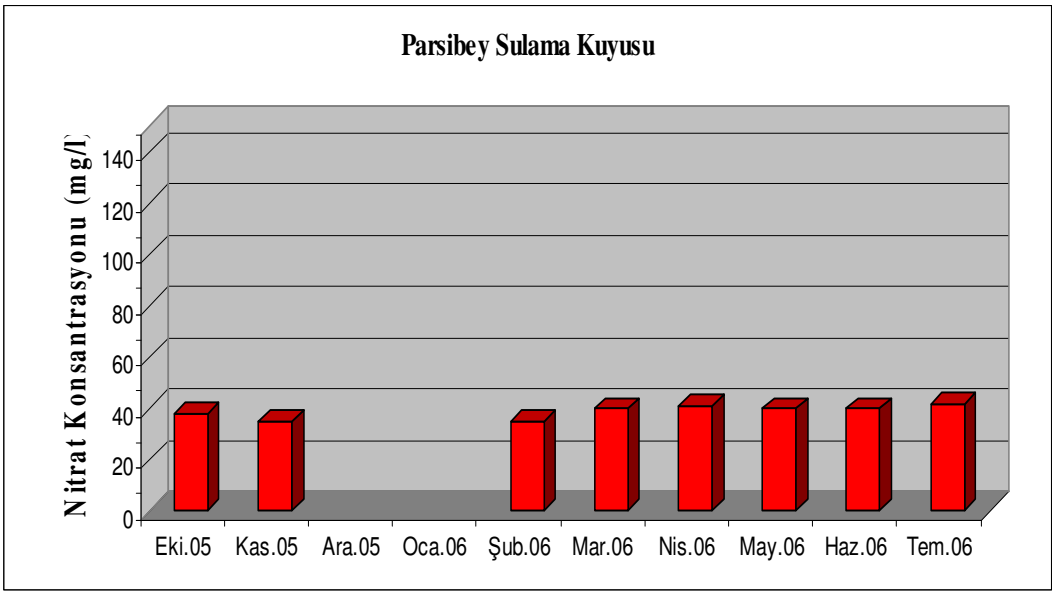
Parsibey Sulama Kuyusu yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür.

Parsibey Sulama Kuyusu'nun bulunduğu yeni alüvyonlar Porsuk Çayı ve havza dahilindeki yan derelerin getirip biriktirdiği materyallerden meydana gelmiştir. Bilhassa Çavlum Çardakbaşı-Uzunburun ve Beylikahır (Beylikova)-Mamure arasında geniş bir sahayı kaplamakta olup alanı 280 m^2 dir. Kil, kumlu kil, siltli kil, silt, kum ve kumlu çakıllardan oluşur. Eskişehir Alpu Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu (1977) kapsamında incelenen alan batıdan doğuya doğru, Ağpınar Uzunburun arasında, kalınlığı alüvyon taban eğrilerinde de görüldüğü (Bakınız Şekil 2.18) gibi 14-40 metreler arasındadır. Doğuya doğru Parsibey-Mamure köyleri arasında ise 10-25 m. civarında olduğu görülür. Parsibey Sulama Kuyusu'nun bulunduğu Beylikova'daki alüvyon Porsuk Çayı boyunca dar bir şerit halinde batıdan doğuya doğru uzanmakta, yan dereler boyunca da kuzey ve güneye doğru genişlemektedir. En geniş olduğu saha ovanın doğusunda

Doğray, Mamure Yukarı İğdeağacı Köyleri arasındadır. Beylikahır (Beylikova) Ovasında alüvyon Alpu Ovasına nispetle daha az kalındır. Ortalama 20 m. kalınlıktadır.

Güneli örnekleme noktasında olduğu gibi Parsibey'in bağlı bulunduğu Beylikova İlçesi'nin de atıksu arıtma tesisi mevcut olmayıp, kanalizasyon sistemi ise kısmen mevcuttur. Dolayısıyla ilçede ve bağlı köylerde atıksular kanalizasyon sistemi olmayan yerlerde fosseptiklerde toplanmaktadır.

Parsibey Köyü'nün bağlı bulunduğu Beylikova İlçesinde hayvancılığın yaygın olması burada bu konu ile ilgili sanayiyi de hareketlendirmiş olup bu bölümde noktasal kaynaklar başlığı altında Tablo 4.8'de vurgulandığı üzere Beylikova'da Dersan Deri Sanayi (126 m^3/gün), DanoneSA Tikveşli Süt Ürünleri (35 m³/gün) ve Güven Süt A.Ş. (35 m³/gün) bulunmaktadır. Süt endüstrisi atıksuları 160 mg/lt konsantrasyonlara varan toplam azot içerebilir. Deri işleme tesislerinde ise kireç alma ve sama işleminden sonra boşaltılan banyo ve çalkalama sularında kalsiyum bileşikleri, sodyum sülfür, albüminler ve amonyum bileşikleri bulunabilmektedir (Şengül, 1991). Üç tesisinde arıtma tesisi olup sadece Dersan Deri Sanayi'nin arıtma tesisi verimli olarak çalışmaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı Envanter Bilgileri, 2004).



Şekil 4.44. Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak

yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 35 mg/lt ile 42 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 38 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 ve Şubat 2006 da 35 mg/lt ye düştüğü, Mart 2006 da 40 mg/lt ye yükseldiği ve Nisan da yine bir birim artmasına rağmen Mayıs ve Haziran aylarında 40 mg/lt düştüğü ve Temmuz ayında tekrar yükselerek 42 mg/lt olduğu görülmüştür (Şekil 4.44).

2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarının genel olarak yüzeysel su örnekleme noktalarında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarından oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

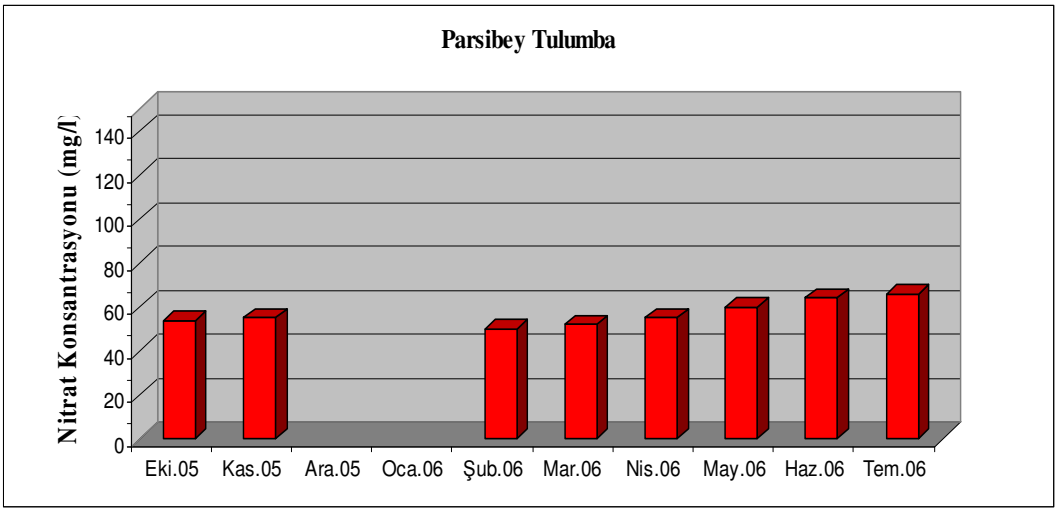
2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasına konumu itibariyle en yakın olan yüzeysel su örnekleme noktası 17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasıdır. 17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasından elde edilen 2004-2006 yıllarına ait nitrat değerleri incelendiğinde, en yüksek nitrat konsantrasyonunun 2006 yılının Şubat ayında 3,9 mg/lt olduğu ve bu noktadaki nitrat konsantrasyonu ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak bu değerin 11 katı olduğu görülmüştür.

Alanın baskın olarak tarımsal amaçlı kullanımı, tarımsal kullanımın yanısıra hayvancılığın ve buna bağlı endüstrinin de gelişmiş olması, alanın sulu tarım ve mera alanı özelliği göstermesi ve atıksuların çoğunlukla fosseptiklerde toplanıyor olması bu alan için azotlu kirletici kaynaklardır.

Alanın zemininin jeolojik yapısının Porsuk Çayı ve havza dahilindeki yan derelerin getirip biriktirdiği materyallerden meydana gelen yeni alüvyon olduğu Alpu Ovasına benzer şekilde akiferin besleniminin yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olduğu düşünüldüğünde yüzeyden yağışla süzülen, sızan kirleticilerin yeraltı suyuna nitrat formunda ulaştığı bu nedenle nitrat konsantrasyonlarının yükselmesine neden olduğu açıktır. Ayrıca, Mart ve Ekim aylarında yapılan gübreleme yağışlı mevsim öncesi olduğundan dolayı toprağa verilen gübrenin bitki tarafından alınmayan kısmı topraktan yıkanarak yeraltı sularına karışabileceği düşünülmektedir. Alanda hayvancılığın yaygın olması nedeniyle noktasal hayvan atığı boşaltımlarının olabileceği ve mera alanlarında meydana gelen hayvani atıklar da yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarının artışına etki edeceği açıktır.

4.4.3. Parsibey Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Parsibey Tulumba Örnekleme Noktası 2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına çok yakın mesafede olup, bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde pliosen karasal özellikte olduğu olduğu ve Parsibey Sulama Kuyusu gibi bulunduğu alanda sulu tarım yapıldığı görülmüştür. Yukarıda ifade edilen tüm kirletici kaynaklar bu nokta için de tehdit oluşturmaktadır. Bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı kentsel yerleşim alanı ve tarım alanıdır. Havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir.



Şekil 4.45. Parsibey Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

3 Nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 50 mg/lt ile 66 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 54 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de 55 mg/lt ye yükseldiği, Şubat 2006 da 5 birim düşerek 50 mg/lt olduğu bu aydan itibaren Temmuz ayına kadar yükselerek 66 mg/lt değerine ulaştığı tespit edilmiştir.

3 Nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktasında da tespit edilen nitrat konsantrasyonları önceki örnekleme noktaları gibi genel olarak yüzeysel su örnekleme noktalarında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarından oldukça yüksektir.

3 Nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktası konumu itibariyle en yakın olan yüzeysel su örnekleme noktası yine 17 Kodlu Beylikova örnekleme noktasıdır bu noktadaki nitrat konsantrasyonu ile 3 Nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktasındaki nitrat konsantrasyonu karşılaştırıldığında yeraltı suyundaki değerin yüzeysel sudaki değerin yaklaşık olarak 17 katı olduğu görülmüştür.

Alanın baskın olarak tarımın yanısıra kentsel yerleşim alanı olarak da kullanımı baskıyı daha da arttırmıştır. Özelikle atıksuların foseptikte toplanması münferit olarak noktasal bir etki yaratsa da çok fazla miktarda fosseptiğin yer aldığı bir alanda yaygın bir kirletici etkisi oluşabilmektedir. Dolayısıyla burada yer alan kentsel yerleşimden böyle bir etkinin oluşmuş olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yine alanın sulu tarım alanı olması gübrelenmiş alanlardan azotlu bileşiklerin sızma olasılığını arttırdığı için önemlidir.

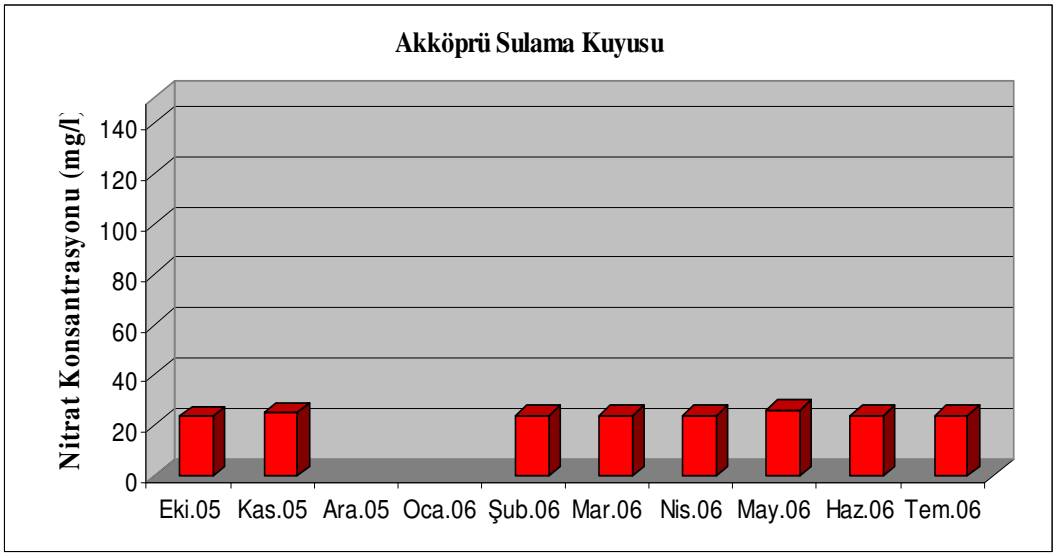
Alpu Ovasına benzer şekilde akiferin besleniminin yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olduğu düşünüldüğünde yüzeyden yağışla süzülen, sızan kirleticilerin yeraltı suyuna nitrat formunda ulaştığı bu nedenle nitrat konsantrasyonlarının yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, Mart ve Ekim aylarında yağışlı mevsim ve/veya sulama öncesi yapılan gübrelemenin neticesi olarak toprağa bitki ihtiyacından fazla verilen gübrenin topraktan sızarak yeraltı sularını kirletebileceği açıktır. Alanda hayvancılığın yaygın olması nedeniyle noktasal hayvan atığı boşaltımlarının olabileceği söz konusu hayvani atıklarının içerisinde bulunan yüksek azot yükünün yeraltısularında nitrat konsantrasyonlarının artışına neden olabileceği düşünülmektedir.

2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasındaki nitrat konsantrasyonları ile 3 Nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktasındaki nitrat konsantrasyonları karşılaştırıldığında Parsibey Tulumba örnekleme noktasındaki değerlerin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere sığ kuyular derin kuyulara nazaran nitrat konsantrasyonlarındaki değişimlere daha duyarlıdırlar ve nitrat konsantrasyonlarındaki değişkenliğin sığ yeraltı sularında derin sulara nazaran daha fazla olması beklenir (NP-İÖAAK, 2006). Bu kapsamda, Parsibey Tulumba örnekleme noktasındaki değerlerin yüksek ölçülmesinin nedeninin sığ örnekleme noktası olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4.4. Akköprü Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler

Parsibey Tulumba Örnekleme Noktası gibi 4 Nolu Akköprü Sulama Kuyusu örnekleme noktası da 2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu Örnekleme Noktası ile aynı ova içerisinde yer almaktadır. Üç örnekleme noktası da Beylikova İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Akköprü Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde holosen yeni alüvyon olduğu ve Parsibey Sulama Kuyusu ve Tulumba gibi bulunduğu alanda sulu tarım yapıldığı görülmüştür. Yukarıda ifade edilen tüm kirletici kaynaklar bu nokta için de tehdit oluşturmaktadır. Bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarımdır. Havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir.



Şekil 4.46. Akköprü Sulama Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

4 Nolu Akköprü Sulama Kuyusu örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 23,6 mg/lt ile 26 mg/lt arasında değişiklik göstermekle birlikte genelde 24 mg/lt seviyelerinde seyrettiği görülmektedir.

4 Nolu Akköprü Sulama Kuyusu örnekleme noktası konum itibariyle 17 Kodlu Beylikova yüzeysel su örnekleme noktasına, 2 Nolu Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasına ve 3 nolu Parsibey Tulumba örnekleme noktasına yakındır. 2 Nolu

Parsibey Sulama Kuyusu örnekleme noktasında en yüksek nitrat konsantrasyonu Temmuz 2006 'da 42 mg/lt , Parsibey Tulumba örnekleme noktasında yine Temmuz 2006 da 66 mg/lt ölçülmüş olup bu noktada ölçülen en yüksek değer 26 mg/lt (Mayıs 2006) dır.

Aynı fiziksel koşullar bu nokta için de geçerlidir. Aynı koşullar altında bu noktada nitrat konsantrasyonlarının düşük çıkmasının nedeni ya örnekleme noktasının çok derin olması ve/veya örneğin alındığı akifere başka bir kaynaktan temiz su beslemesi olmasıdır.

4.4.5. Kalkanlı Köy Çeşmesi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

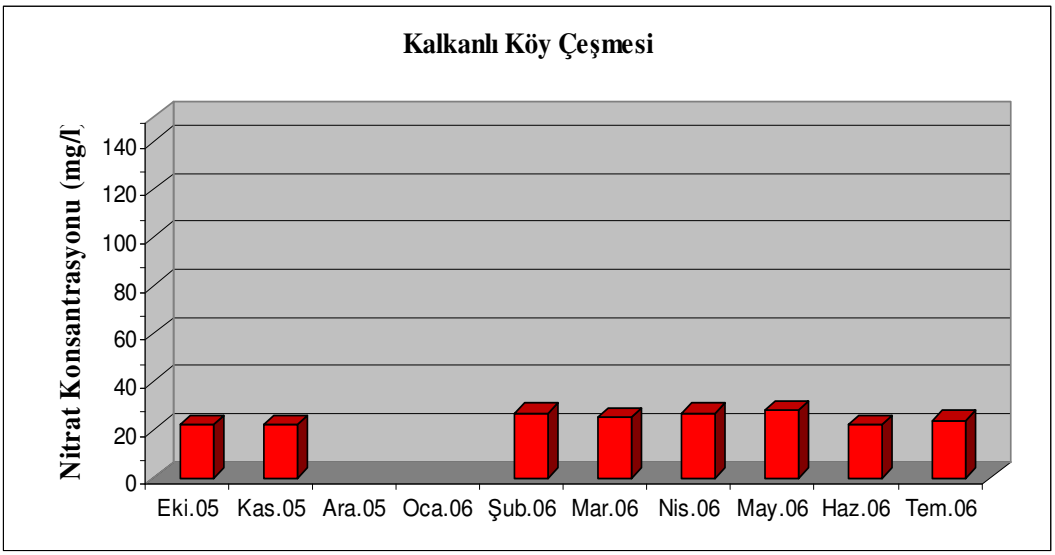
Kalkanlı Eskişehir İli merkezine bağlı bir köy olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) örnekleme noktasının bulunduğu alanın kuru tarım alanı olduğu görülmektedir. 5 Nolu Kalkanlı Köy Çeşmesi örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir.

Kalkanlı Köyü'nün bağlı bulunduğu Merkez İlçesi 'nin tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 100.029 ha alanın 98.420 ha' ı tarla, 1.370 ha' ı sebze, 208 ha'ı meyve ve 31 ha bağ alanıdır. Eskişehir Merkeze bağlı köylerdeki kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 32877,7 ton/yıl (2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Kalkanlı Köy Çeşmesi yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür. Kalkanlı Köy Çeşmesinin de bulunduğu ovada yeraltı suyu temin edilen akifer formasyon alüvyondur. Kalınlığı 5-95 m arasında değişir. Ovada açılan sondaj kuyularının derinlikleri 11-250 m arasında olup verimleri 10-50 l/s'dir. Özgül verimleri ise 0,62 -7,00 l/s/m arasında değişir. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme ile Porsuk Çayı ve sulama kanallarından olmaktadır. Ovada 132,5 x 10^6 m^3/yıl yeraltı suyu rezervi hesaplanmış olup 86 x $l0^6$ m^3/yıl yeraltı suyu yıllık emniyetli rezerv belirlenmiştir.

Kalkanlı Köy Çeşmesi örnekleme noktası merkez ilçeye bağlı olmasına rağmen atıksuları merkezi atıksu arıtma tesisine bağlı olmayıp, fosseptiklerde toplanmaktadır.

Bu örnekleme noktasına yakın azot yönünden zengin endüstriyel atıksu deşarjı olan sanayi tesisi mevcut değildir.



Şekil 4.47. Kalkanlı Köy Çeşmesi Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

5 Nolu Kalkanlı Köy Çeşmesi örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 22 mg/lt ile 28 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 22,4 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de sabit kaldığı, Şubat 2006 da 27 mg/lt ye yükseldiği Mart ayında 2 mg/lt düşerek 25 mg/lt olduğu, Nisan ve Mayıs aylarında arttığı Haziran ayında tekrar 22 mg/lt ye düştüğü Temmuz ayında ise tekrar yükseldiği belirlenmiştir.

5 Nolu Kalkanlı Köy Çeşmesi örnekleme noktasına yakın yüzeysel su örnekleme noktası bulunmamaktadır. Bu noktada tespit edilen nitrat konsantrasyonları önceki örnekleme noktaları gibi genel olarak yüzeysel su örnekleme noktalarında tespit edilen nitrat konsantrasyonlarından yüksektir. Ancak diğer örnekleme noktaları ile karşılaştırıldığında bu örnekleme noktasındaki konsantrasyonların daha düşük olduğu görülmüştür.

Alanın baskın olarak tarımsal amaçlı kullanımı, gübre tüketimi ve atıksuların foseptiklerde toplanıyor olması bu alan için azotlu kirletici kaynaklar olmakla birlikte bölgede hayvansal üretimin çok yoğun olmaması, kuru tarim arazisi olması ve atıksuyunda azotlu kirletici bulunan sanayi tesisinin olmaması nitrat konsantrasyonlarının bu noktada düşük olmasının temel nedenleridir.

Alanın zemininin yeni alüvyon özelliğinde olması akiferin besleniminin yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olduğu düşünüldüğünde yüzeyden yağışla süzülen ve sızan kirleticilerin yeraltı suyuna ulaştığı ve nitrat konsantrasyonlarının yükselmesine neden olduğu açıktır.

4.4.6. Yazıdere Köyü-Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Yazıdere Seyitgazi İlçesine bağlı bir köy olup Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) alanın sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 6 Nolu Yazıdere Köyü Kuyusu örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı kentsel yerleşim alanı ve tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ise hayvan çiftliği ve yerleşim alanıdır.

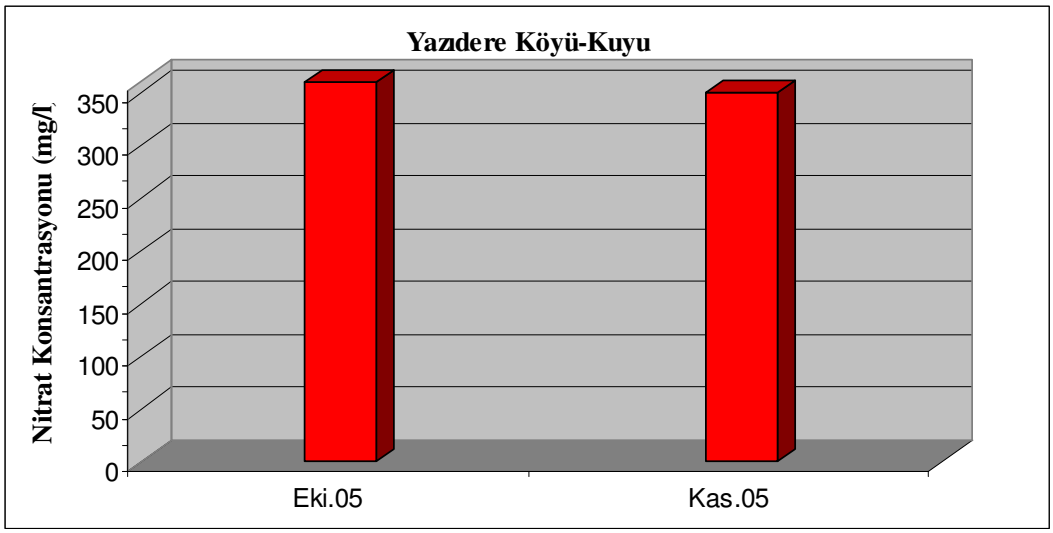
Yazıdere Köyü'nün bağlı bulunduğu Seyitgazi İlçesi'nde tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 62.037 ha alanın 61.834 ha ı tarla, 122 ha ı sebze, 81 ha meyve alanıdır. Seyitgazi İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 7685,05 ton/yıl (2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır.

Yazıdere yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Harita A.2 Eskişehir İlinin Jeolojik Yapısı) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür.

Yazıdere Köyü' nün bağlı bulunduğu Seyitgazi İlçesi'nin tabanı da Porsuk Çayı ve havza dahilindeki yan derelerin getirip biriktirdiği materyallerden meydana gelmiştir. Kil, kumlu kil, siltli kil, silt, kum ve kumlu çakıllardan oluşur.

Eskişehir İli'nin diğer ilçelerinde olduğu gibi Yazıdere Köyü'nün bağlı bulunduğu Seyitgazi İlçesi' nin de atıksu arıtma tesisi mevcut olmayıp, kanalizasyon özellikle köylerde fosseptiklerde toplanmaktadır. Seyitgazi ilçesindeki en büyük azotlu kirletici kaynağın Eskişehir Katı Atık Depolama Alanı olduğu bilinmektedir. Ayrıca önemli

azotlu kirleticilerden biri de hayvan çiftliklerinden kaynaklanan gübrelerin yıkanması ve/veya yağışla sızma yoluyla yüzeysel sulara karışması veya yeraltı suyuna sızmasıdır.



Şekil 4.48. Yazıdere Köyü Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Kasım 2005 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

6 Nolu Yazıdere Köyü Kuyusu örnekleme noktasından elde edilen veriler sadece iki ay için mevcut olup 2005 yılının Ekim ve Kasım ayları nitrat açısından oldukça farklı düzeyleri yansıtır. Bu noktada belirlenen nitrat konsantrasyonları 2005 yılının Ekim ayı için 360 mg/lt ve Kasım ayı için 350 mg/lt dir.

6 Nolu Yazıdere Köy Çeşmesi örnekleme noktasına yakın yüzeysel su örnekleme noktası bulunmamakla birlikte Seyitgazi İlçesi sınırları içerisinde 7 nolu Doğançayır-I ve 8 nolu Doğançayır-II yeraltı suyu örnekleme noktaları bulunmaktadır. Bu noktada tespit edilen nitrat konsantrasyonları hem yüzeysel su örnekleme noktalarında ölçülen nitrat konsantrasyonlarından hem de yeraltı suyu örnekleme noktalarında ölçülen konsantrasyonlardan oldukça yüksektir.

Alanın baskın alan kullanımının kentsel yerleşim ve tarım olması ayrıca hayvan çiftliklerinin de bölgede yoğun olarak bulunması azot açısından açısından yeraltı sularına ciddi bir yük getirmekle birlikte bu noktadaki en ciddi kirletici kaynağın yukarıda açıklandığı gibi katı atık deponi sahası olduğu düşünülmektedir.

Eskişehir Katı Atık Deponi alanı Eskişehir Ovası Yeraltı Suyu Kirliliği'nin İncelenmesi Araştırma Projesi Sonuç Raporunda (2001)'da belirtildiği üzere kentin güneyinde, merkeze 13 km uzaklıkta Seyitgazi yolu üzerinde karbonatlı seriden oluşan

üst kısımda karstik özellikteki kireç taşı ve alta doğru kiltaşı-marn ve kumtaşı ardalanması şeklinde yüzlek veren birimler görülen ve yüzeysel akışın olduğu memba ve mansabında küçük debili kaynak çıkışları olan Takahasan dere vadisinde yer aldığı vurgulanmaktadır.

Çalışmada litolojik özellikleri bakımından geçirgen-yarı geçirgen olduğu düşünülen birimler üzerinde yer aldığından sahanın ayrıntılı incelenmesi ve geçirimlilik durumunun kesin olarak saptanabilmesi için temel sondaj kuyularının açılmasına gereksinim olduğu belirtilmiştir. Özellikle de çöp deponi alanlarında gelişigüzel depolamadan ötürü oluşan organik madde içeriği bakteri ve tuzlar yönünden zengin atıksularının yağmur suyu ile kimyasal ve biyolojik süreçlerde bozunarak yüzeysuyu ve yeraltı suyuna geçmesi, yeraltı suyu kirliliğini tehdit eden en önemli faktördür (Yüce vd., 2002).

"Eskişehir İlinde Azotlu Kirletici Kaynaklar-Noktasal Kaynaklar" başlığı altında Tablo 4.1 'de düzenli depolama alanlarından sızan sulardaki inorganik bileşenlerin temsilci değerleri verilmiş olup bu değerlere bakıldığında NO_3^- değerinin 0,1-10 mg/lt arasında, NH_4 ve organik azot değerinin 10-1000 mg/lt arasında olduğu dikkat çekmektedir. Bu örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının bu derece yüksek olması Eskişehir katı atık deponi alanında oluşan sızıntı sularının topraktan yeraltı suyuna sızma ve/veya Takhasan Dere yatağı-yeraltı suyu arasındaki etkileşim yoluyla yeraltı suyuna taşınmış olma ihtimalini güçlendirmektedir. Alanın zemininin yeni alüvyon özelliğinde olması akiferin besleniminin yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme, kanallardaki sulama suyundan süzülme ve formasyondan yanal beslenim şeklinde olması da bu durumu desteklemektedir. Katı atık deponi sahası dışında, atıksuların fosseptiklerde toplanması, hayvan çiftliklerinde oluşan atıkların yüzeysel sulara verilmesi ve/veya yüzeye yayılması ve tarımsal faaliyetler de bu etkiye ilave bir etki oluşturmaktadır.

4.4.7. Doğançayır-I /Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

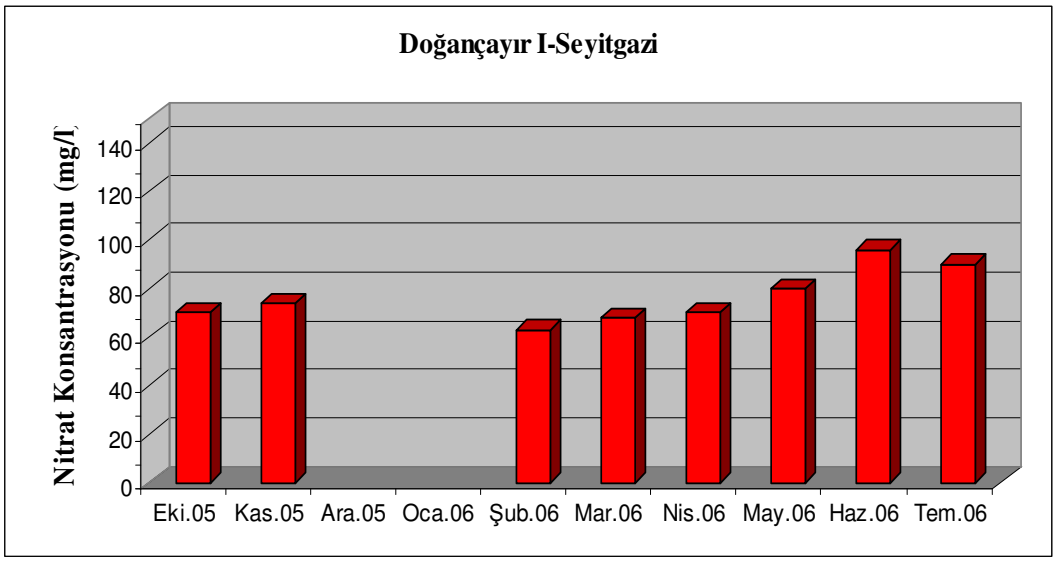
Doğançayır (I) Seyitgazi İlçesine bağlı olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında alanın sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 7 Nolu Doğançayır-I örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı kentsel yerleşim alanı ve tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ise hayvan çiftliği ve yerleşim alanı ve sahada

geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa (tahıl ürünleri) ile şeker pancarı ve/veya patatestir ve dönüşümlü ekim yapılmaktadır.

Doğançayır (I) ve Doğançayır (II) örnekleme noktalarının da bağlı bulunduğu İlçe Seyitgazi İlçesi olup, bu ilçe ile ilgili tarım alanları dağılımı ve kimyevi gübre tüketim miktarları bir üst örnekleme noktası için verilmiştir. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır.

Doğançayır(I) yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür. Jeolojik yapı açısından da bir önceki örnekleme noktası ile aynı yapıdadır.

Bu noktanın atıksu durumu ile ilgili bilgiler 4.4.6 Yazıdere Köyü Kuyusu Örnekleme Noktasına Ait Veriler kısmında verilmiştir.



Şekil 4.49. Doğançayır I-Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

7 Nolu Doğançayır-I /Seyitgazi örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 63 mg/lt ile 96 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 70 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de 74 mg/lt ye çıktığı, daha sonra 2006'nın Şubat

ayındaki 63 mg/lt den sürekli yükselerek Haziran 2006 da 96 mg/lt ye ulaştığı ve 2006 Temmuz ayında tekrar düştüğü tespit edilmiştir.

Doğançayır-I /Seyitgazi örnekleme noktasına yakın yüzeysel su örnekleme noktası bulunmamakla birlikte Seyitgazi İlçesi sınırları içerisinde 6 nolu Yazıdere Köyü-Kuyusu ve 8 nolu Doğançayır-II yeraltı suyu örnekleme noktaları bulunmaktadır. Bu noktada tespit edilen nitrat konsantrasyonları hem yüzeysel su örnekleme noktalarında ölçülen nitrat konsantrasyonlarından hem de birçok yeraltı suyu örnekleme noktalarında ölçülen konsantrasyonlardan oldukça yüksek olmakla birlikte 6 nolu Yazıdere Köyü-Kuyusu ve 8 Nolu Doğançayır-II /Seyitgazi-Kozyaka örnekleme noktasından'nda ölçülen nitrat konsatrasyonlarından daha düşüktür.

Alanın baskın alan kullanımının kentsel yerleşim alanı ve tarım, havza alanının kullanım şeklinin ise hayvan çiftliği ve yerleşim alanı olduğu ve jeolojik yapısının Yazıdere Kuyusu ile aynı özelliği taşığı düşünüldüğünde bu noktada nitrat konsantrasyonlarının Yazıdere Kuyusu'ndan düşük olmasının nedeninin Doğançayır-I örnekleme noktasının havzanın üst kısmında yer alması ve katı atık deponi sahasından daha uzak bir noktada bulunması olarak düşünülmektedir. Ancak bu noktada da tespit edilen nitrat konsantrasyonları küçümsenecek konsantrasyonlar olmayıp bu noktanın da alanda yer alan kirletici etkilerden oldukça fazla etkilendiği ortadadır. Özellikle hayvan çiftliklerinin bu bölgedeki yoğunluğu ve çeşitli hayvan tipleri tarafından oluşturulan sıvı gübre miktarları (Süt üretimi için inek 0,21 m^3/hafta, et üretimi için inek 0,175 m^3/hafta, dana 0,10 m^3/hafta, buzağı 0,08 m^3/hafta, koyun 0,03 m^3/hafta, kuzu 0,014 m^3/hafta ve keçi 0,020 m^3/hafta), katı gübre miktarları (Süt üretimi için inek 0,70 m^3/hafta, et üretimi için inek 0,62 m^3/hafta, dana 0,32 m^3/hafta, buzağı 0,08 m^3/hafta, koyun 0,08 m^3/hafta ve kuzu 0,03 m^3/hafta) ve bu gübrelerdeki azot içerikleri (Tablo 4.9) ve halen alanda evsel atıksuların bertarafının fosseptikler yoluyla yapıldığı düşünüldüğünde sızma yoluyla yeraltı sularına karışan azot bileşiklerinin nitrat konsantrasyonlarını arttırabileceği açıktır (Nitrate Project –Draft Good Agricultural Practices Code, 2006).

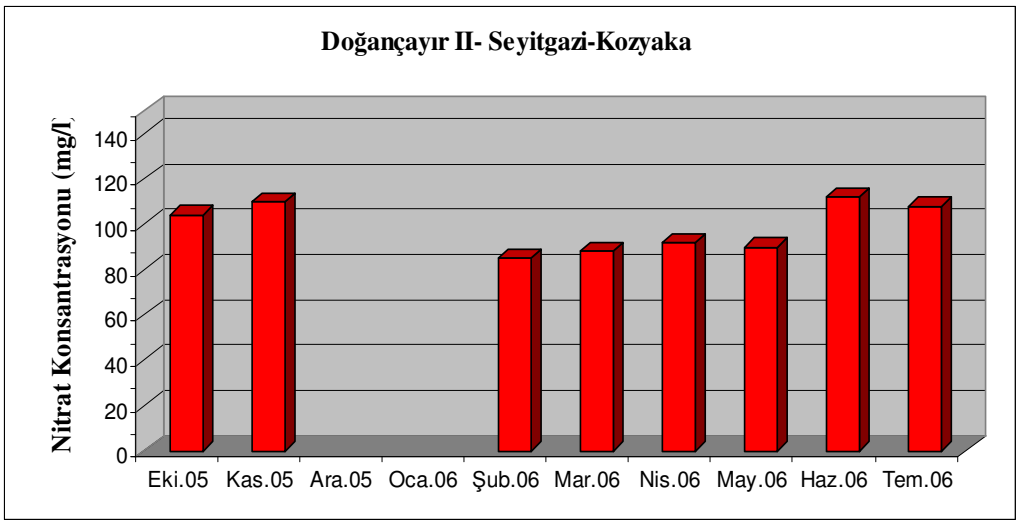
Tablo 4.9.Çiftlik hayvanlarından oluşan yıllık nütrient miktarı(kg/baş) Nitrate Project –Draft Good Agricultural Practices Code,2006)

Hayvan Tipi	N	P	K
İnek (süt üretimi için)	85	13	68
İnek(et üretimi için)	65	10	52
Sığır (0-1 yaşında)	17	3	14
Sığır (1-2 yaşında)	47	6,8	55
Koyun ve kuzu	11	2	6
Koyun	5	1	4
Keçi	13	3	7
Yumurtlayan tavuk (tavuk başına)	0,4	0,1	0,2
Et için yetiştirilen tavuk(tavuk başına)	0,4	0,1	0,2
Hindi (hindi başına)	1	0,38	0,5

4.4.8. Doğançayır-II /Seyitgazi Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Doğançayır(II) Seyitgazi İlçesine bağlı olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) alanın mera alanı ve kentsel alan olduğu görülmektedir. 8 Nolu Doğançayır-II örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın kullanımı kentsel yerleşim alanı ve tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli hayvan çiftliği ve yerleşim alanı ve sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa (tahıl ürünleri) ile şeker pancarı ve/veya patatestir ve dönüşümlü ekim yapılmaktadır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır.

Doğançayır (I) yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Bakınız Şekil 2.16) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.50. Doğançayır II-Seyitgazi-Kozyaka Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

8 Nolu Doğançayır-II /Seyitgazi-Kozyaka örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 85 mg/lt ile 112 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 104,2 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de 110 mg/lt ye çıktığı 2006 nın Şubat ayında 85 mg/lt ye kadar düştüğü sonra tekrar yükselme eğilimi göstererek 2006 Haziran ayında en yüksek değere (112 mg/lt) ulaştığı ve 2006 Temmuz ayında tekrar düştüğü (108 mg/lt) tespit edilmiştir. Nitrat konsantrasyonlarında yaşanan artış ve düşüşlerin 7 nolu Doğançayır-I örnekleme noktası ile 8 Nolu Doğançayır-II /Seyitgazi-Kozyaka örnekleme noktasında aynı aylarda benzer şekilde gerçekleştiği ve iki örnekleme noktasında da ani düşüş noktasının Şubat ayında meydana geldiği tespit edilmiştir.

Doğançayır I ve Doğançayır II örnekleme noktalarındaki alan koşullarının birbirine çok benzemesi nitrat konsantrasyonlarında da benzer bir ilişkiyi ortaya çıkarmakla beraber bu noktada nitrat konsantrasyonlarının biraz daha fazla olması bölgenin kentsel yerleşim açısından daha yoğun bir bölge oluşuna bağlanabilir.

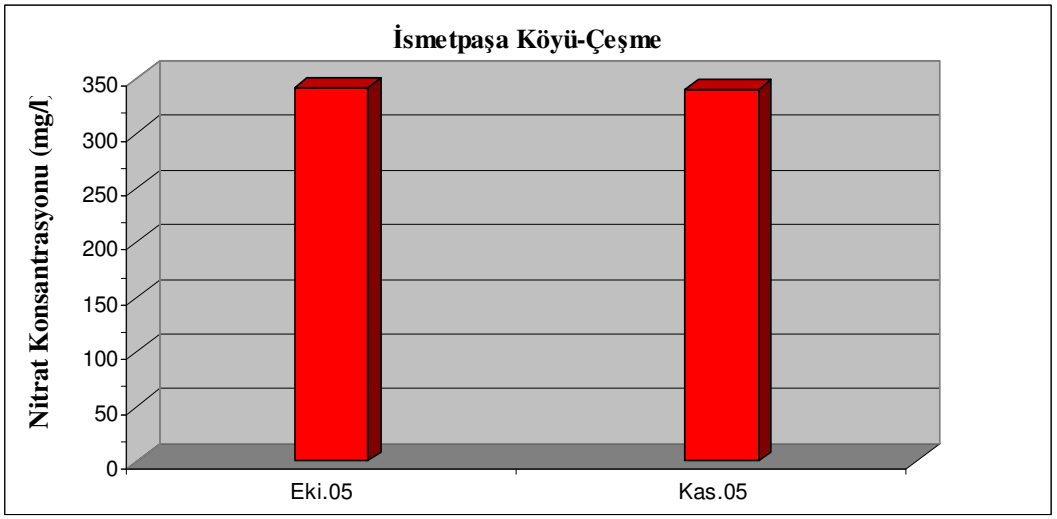
4.4.9. İsmetpaşa Köyü/Çeşme/İsmetpaşa Köyü Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

İsmetpaşa Köyü Mahmudiye İlçesine bağlı bir köy olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) alanın kuru-sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 9 Nolu İsmetpaşa Köyü örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli hayvan çiftliği ve yerleşim alanı ve sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir.

İsmetpaşa Köyü'nün bağlı bulunduğu Mahmudiye İlçesi'nde tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 43.494 ha alanın 43.446 ha'ı tarla, 31 ha'ı sebze, 17 ha meyve alanıdır. Mahmudiye İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 2815,35 ton/yıl (2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart(Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır. (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu,2006)

İsmetpaşa Köyü/Çeşme örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin holosen yeni alüvyon özelliğinde olduğu görülmüştür.

Eskişehir İli'nin diğer ilçelerinde olduğu gibi İsmetpaşa Köyü'nün bağlı bulunduğu Mahmudiye İlçesi' nin de atıksu arıtma tesisi mevcut olmayıp, kanalizasyon özellikle köylerde fosseptiklerde toplanmaktadır.



Şekil 4.51. İsmetpaşa Köyü/Çeşme/İsmetpaşa Köyü Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Kasım 2005 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

9 Nolu İsmetpaşa Köyü/Çeşme/İsmetpaşa Köyü örnekleme noktasından elde edilen veriler sadece 2 ay için olup Ekim 2005-Kasım 2005 ayları nitrat açısından 6 nolu örnekleme noktası gibi farklı düzeyleri yansıtmaktadır. Bu noktalarda ölçülen nitrat konsantrasyonları 2005 yılının Eylül ayında 341,7 mg/lt ve Kasım ayında 340 mg/lt dir.

Mahmudiye ilçesindeki azotlu kirletici kaynakların birçok noktada olduğu gibi tarım, hayvansal atıklar ve evsel atıksular olmasına karşın nitrat konsantrasyonlarının bu derece yüksek oluşu dikkat çekicidir. Ancak örnekleme noktası konumuna bakıldığında Seyitgazi Katı Atık Depolama Alanına uzak olmakla birlikte yeraltında bulunan akiferin ucunun bu bölgeye kadar gelmiş olması olasılığı üzerinde durulabilir ancak bu çok gerçekçi bir yaklaşım değildir. Bu noktada Tarım Bakanlığı'nın ölçümü yalnız iki ay sürdürdüğü, daha sonraki aylarda ölçüm yapılamadığı ve sonra da örnekleme formlarında cihazın arızalı olduğunun belirtildiği görülmüştür.

4.4.10. Karacahöyük-Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Karacahöyük Merkez İlçe-Odunpazarı'na bağlı olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında alanın sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 10 Nolu Karacahöyük-Tulumba örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli hayvan çiftliği ve yerleşim alanı ve sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir..

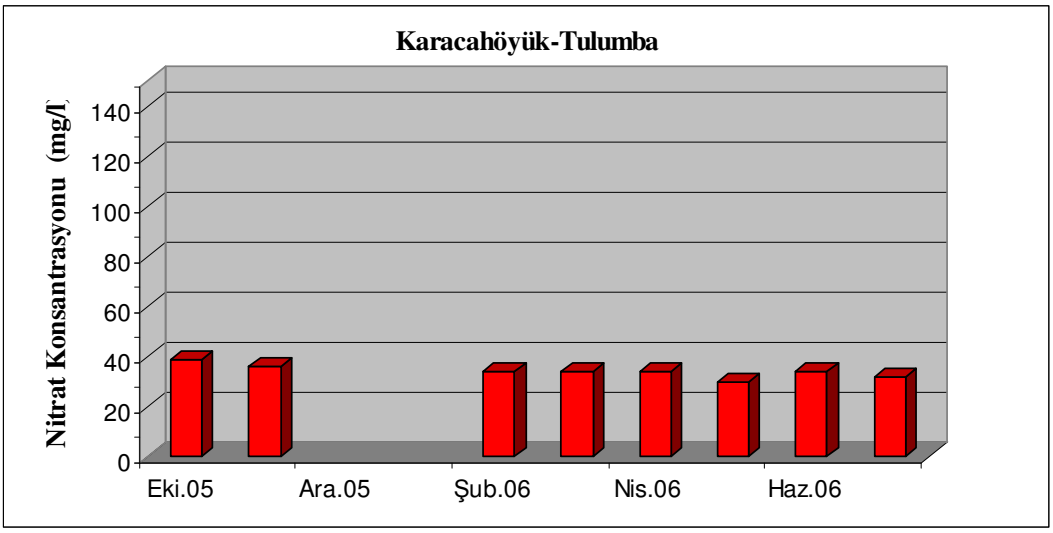
Karacahöyük –Tulumba örnekleme noktasının bağlı bulunduğu merkez ilçede tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 100.029 ha alanın 98.420 ha'ı tarla, 1.370 ha'ı sebze, 208 ha meyve ve 31 ha bağdır. Merkez İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 32.877 ton/yıl (2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır.

Karacahöyük Tulumba Örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin kuaterner karasal ayrılmamış özelliğinde olduğu görülmüştür.

Karacahöyük'ün bağlı bulunduğu Mahmudiye İlçesi'nin tabanındaki eski alüvyonlar kuatenerin alt seviyelerini teşkil eden formasyon, ovada geniş alanlara yayılmakta ve topoğrafik olarak yükseklik ve düzlükleri işgal etmektedir. Genellikle kırmızı kil ile kum ve çakıllardan oluşmuştur. Formasyonun litolojisi ovanın batı

kesiminde killerden, ova ortasında ve doğusunda kil-kum ve çakıllardan, ova kenarında ise daha ziyade iri malzemelerin hakim olduğu molozlardan ibarettir (DSİ, 1977).

10 Nolu Karacahöyük-Tulumba Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 30 mg/lt ile 38,8 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 38,8 mg/lt (en yüksek değer) olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 ile düşmeye başladığı ve ufak tefek artış ve azalışlarla genel bir düşüş seyri gösterdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.52. Karacahöyük-Tulumba Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

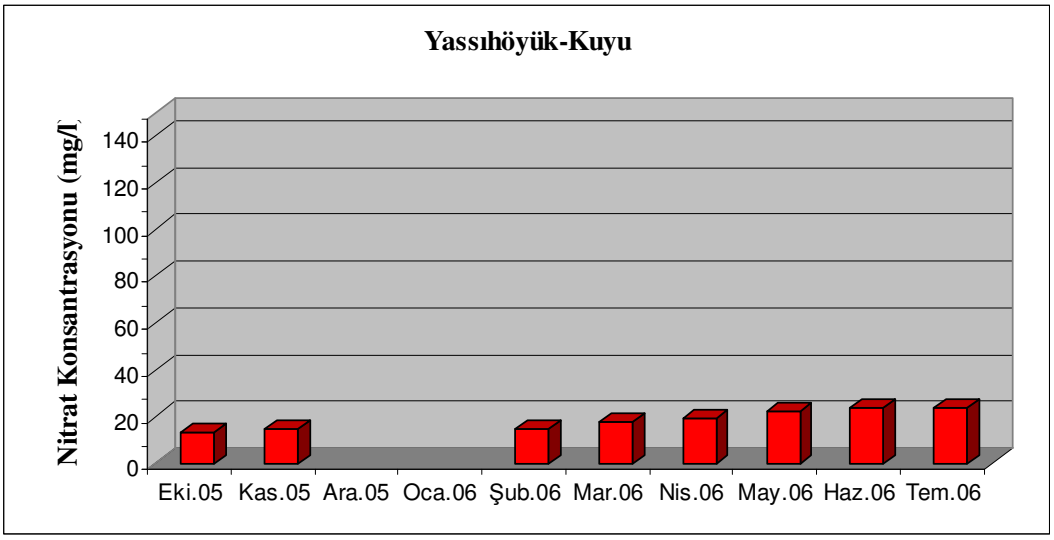
Bu noktadaki baskın alan kullanımı düşünüldüğünde yeraltı sularında maksimum 40 mg/lt civarına bulunan nitrat konsantrasyonlarının tarımsal kaynaklardan geldiği açıktır. Nitrat konsantrasyonunun en yüksek olduğu ayın Ekim ayı olması da buna işarettir. Gübrelemenin ekim ayında olduğu düşünülürse özellikle numune alma noktasının da tulumba (sığ yeraltı suyu) olduğu düşünüldüğünde bu konsantrasyonlara ulaşılması mümkündür.

4.4.11. Yassıhöyük-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Yassıhöyük Karacahöyük gibi merkez ilçeye bağlı olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında alanın sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 11 Nolu Yassıhöyük örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli

ekilebilir alan ve hayvan çiftliği ve sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa (tahıl ürünleri) ile şeker pancarı ve patates olup dönüşümlü ekim yapılmaktadır.

Yassıhöyük yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) Karacahöyük ile aynı olduğu görülmüştür.



Şekil 4.53. Yassıhöyük-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

11 Nolu Yassıhöyük-Kuyu Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 13 mg/lt ile 24 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 13 mg/lt olan en düşük konsantrasyon ile başlayan nitrat düzeyleri genel olarak artış göstererek en yüksek değerine (24 mg/lt) Temmuz 2006'da ulaştığı anlaşılmaktadır.

Alanın baskın alan kullanımının tarım olduğu düşünüldüğünde yine birincil etkinin gübreleme olacağı açıktır. Bu noktadaki nitrat konsantrasyonlarının Karacahöyük örnekleme noktasına göre düşük olmasının nedeninin bu noktanın altındaki yapının daha killi bir formda olması olabileceği düşünülmektedir. Bilindiği gibi kil formu suyu içerisinde en fazla tutan ve sızdırmayan formdur.

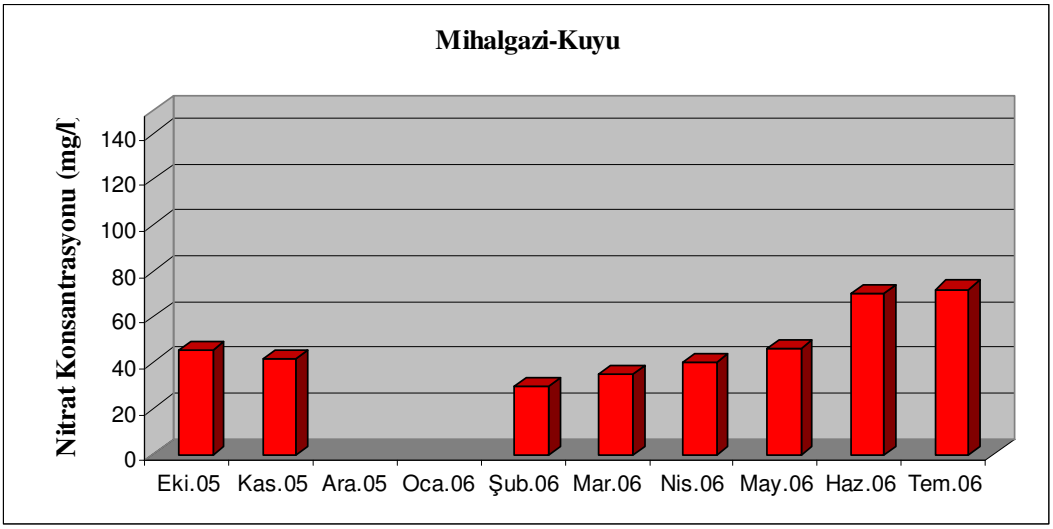
4.4.12. Mihalgazi-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

12 Nolu Mihalgazi-Kuyu Örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli sebze yetiştiriciliği-seracılık, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi sebzedir.

Mihalgazi İlçesi'nde tarım alanlarının dağılımına bakıldığında 1.892 ha alanın 50 ha'ı tarla, 1.428 ha'ı sebze, 44 ha meyve alanı ve 350 ha'ı da bağdır. Mihalgazi İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 159,6 ton/yıl(2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Mihalgazi Kuyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Bakınız Şekil 2.16) zeminin mesozoik, ekseriya kreatease özelliğinde olduğu görülmüştür. Bu zemin yapısının özelliği daha az geçirgen olmasıdır.

Eskişehir İli'nin diğer ilçelerinde olduğu gibi Mihalgazi İlçesi'nde de evsel atıksular kanalizasyon sisteminin olduğu yerlerde bu sistem aracılığıyla toplanmakta, olmayan yerlerde fosseptik kullanılmaktadır. Ayrıca, Mihalgazi'nin Eskişehir İlinin tarımsal dağılımına bakıldığında 2005 yılı itibariyle en fazla sebzeciliğinin yapıldığı yer olduğu bilinmektedir.



Şekil 4.54. Mihalgazi-Kuyu Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

12 Nolu Mihalgazi-Kuyu Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 30 mg/lt ile 72 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 45,5 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım ayında 42 mg/lt ye düştüğü bu düşüşün devam ettiği ve Şubat ayında konsantrasyon değerinin 30 mg/lt ye seviyelerine ulaştığı daha sonra sürekli bir artış eğilimi göstererek Temmuz da 72 mg/lt değerine geldiği tespit edilmiştir.

Mihalgazi İlçesi'nde de evsel atıksuların çoğunlukla fossetiklerde toplanıyor olması yeraltı suyu üzerinde azot bileşikleri miktarını arttırması nedeniyle bir baskıdır ancak burada en yoğun baskının sebze yetiştiriciliğinde ve sera alanlarında kullanılan gübrelerin olduğu düşünülmektedir.

4.4.13 Sarıcakaya-I Örnekleme Noktasına Ait Veriler ve Değerlendirme

Sarıcakaya İlçesi'nin, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında (Şekil 2.25) sulu tarım arazisi olduğu görülmektedir. 13 Sarıcakaya-I örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli sebze yetiştiriciliği-sera, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise sebzedir.

Sarıcakaya İlçesi'nde tarım alanlarının dağılımına bakılacak olursa 3.948 ha alanın 2.424 ha'ı tarla, 949 ha'ı sebze, 75 ha meyve alanı ve 450 ha'ı da bağdır. Sarıcakaya İlçesinin kimyevi gübre tüketim miktarı toplam 15,75 ton/yıl (2005) dır. Gübre toprağa genelde Mart (Nisan) ve/veya Ekim ayında uygulanmaktadır.

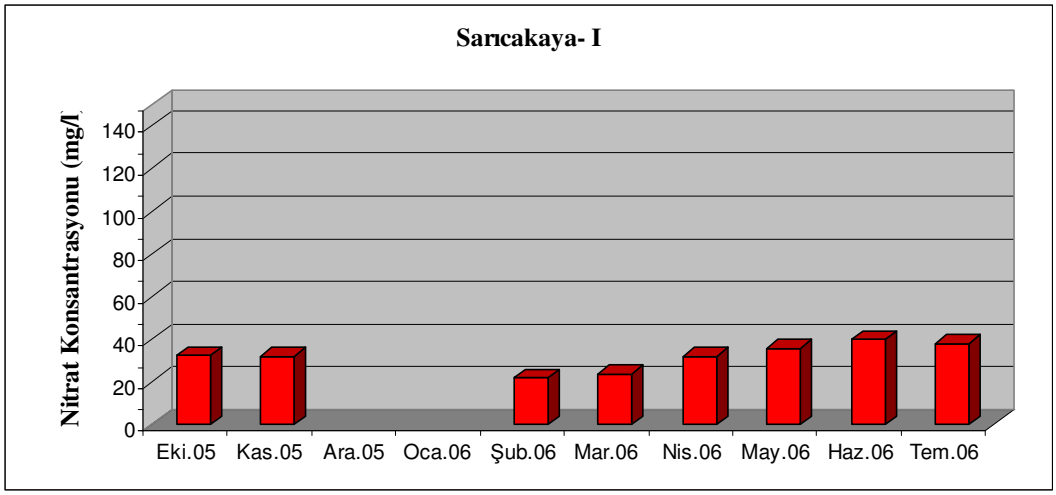
Sarıcakaya-I örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Bakınız Şekil 2.16) zeminin mesozoik, ekseriya kreatease özelliğinde olduğu görülmüştür. Bu zemin yapısının özelliği daha az geçirgen olmasıdır.

Eskişehir İli'nin diğer ilçelerinde olduğu gibi Sarıcakaya İlçesi'nde de evsel atıksular kanalizasyon sisteminin olduğu yerlerde bu sistem aracılığıyla toplanmakta, olmayan yerlerde fosseptik kullanılmaktadır.

Sarıcakaya İlçesi'nin en önemli özelliği bölge olarak karasal iklimin hüküm sürdüğü bir yerde yer almasına karşın yüzeysel şekiller nedeniyle alanın mikroklima

özelliği göstermesidir. Sarıcakaya'da yıllık ortalama toplam yağış 372,2 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 15,1°C dir.

13 Nolu Sarıcakaya-I Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 22 mg/lt ile 40 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 32,6 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de yaklaşık olarak sabit kaldığı, 2006 nın Şubat ayında 22 mg/lt ye kadar düştüğü sonra tekrar yükselme eğilimi göstererek 2006 Haziran ayında en yüksek değere (40 mg/lt) ulaştığı ve 2006 Temmuz ayında tekrar düştüğü (38 mg/lt) tespit edilmiştir.

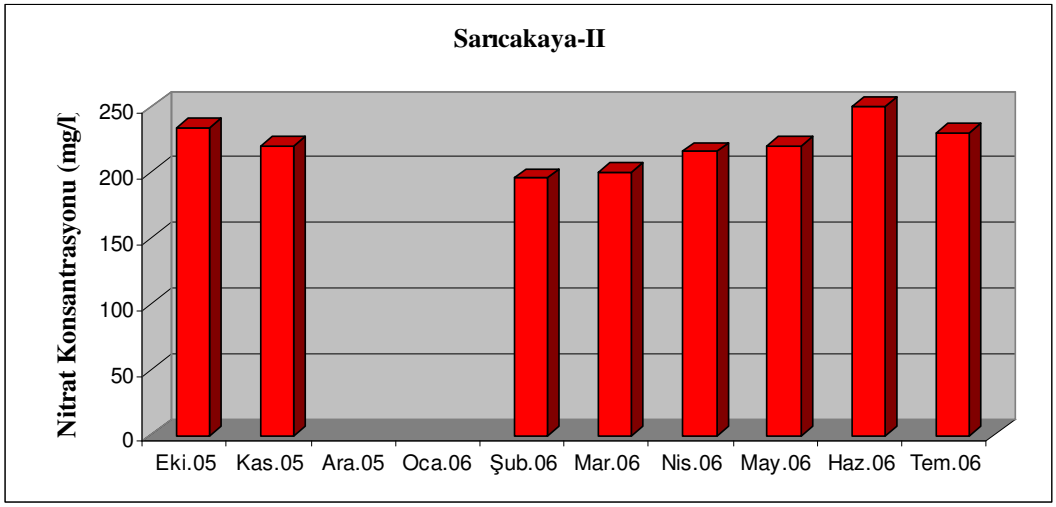


Şekil 4.55. Sarıcakaya I Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

Alanda yaygın olarak tarla ürünleri yetiştirilmekte ve sebzecilik yapılmaktadır. Sarıcakaya İlçesinin mikroklima özelliği nedeniyle alanda çift ürün yetiştirilmektedir. Bu nedenle tarımsal üretimin beraberinde getirdiği etkiler nitrat konsantrasyonlarını arttırmaktadır. Sarıcakaya –II örnekleme noktasında da etkiler aynıdır.

4.4.14. Sarıcakaya-II Örnekleme Noktasına Ait Veriler

Sarıcakaya-I örnekleme noktasında ifade eilen tüm özellikler ve bilgiler Sarıcakaya-II örnekleme noktası için de geçerlidir.



Şekil 4.56. Sarıcakaya II Örnekleme Noktasına Ait Ekim 2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

14 Nolu Sarıcakaya-II Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 196 mg/lt ile 250 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 234 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de düştüğü (220 mg/lt) bu düşüşün Şubat 2006 da da devam ettiği Mart (200 mg/lt) ayından itibaren konsantrasyonlarda bir artış olduğu ve Haziran 2006 (250 mg/lt) da en yüksek nitrat konsantrasyonun gerçekleştiği ve Temmuz ayında bu değerin düştüğü tespit edilmiştir.

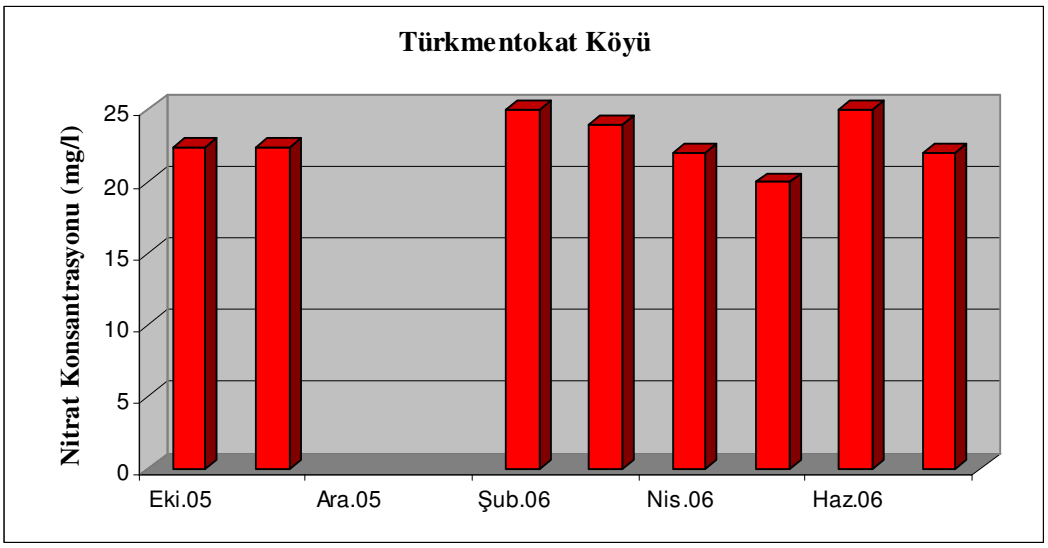
Sarıcakaya-I ve Sarıcakaya-II örnekleme noktaları karşılaştırıldığında Sarıcakaya-II örnekleme noktasında nitrat konsantrasyonlarının değerlerinin artış göstermesi bu noktaya yakın alanlarda daha yoğun bir seracılık faaliyetinin yapıldığını bize işaret edebilir.

4.4.15 Türkmentokat Köyü Örnekleme Noktasına Ait Veriler

Türkmentokat Eskişehir İli Merkez İlçeye bağlı olup, Eskişehir İli tarım alanlarının sınıfsal dağılım haritasına bakıldığında alanın kuru tarım arazisi olduğu görülmektedir. 15 Nolu Türkmentokat örnekleme noktasının bulunduğu bölgedeki baskın alan kullanımı tarım, havza alanının beş yıldan önce ve son beş yıldaki kullanım şekli ekilebilir alan ve hayvan çiftliği, sahada geçmiş yıllarda ve son beş yılda elde edilen ana mahsül tipi ise buğday/arpa ve diğer tahıl ürünleridir.

Türkmentokat'ın bağlı bulunduğu Merkez İlçeye ait bilgiler daha önceki örnekleme noktalarında verilmiştir.

Türkmentokat yeraltı suyu örnekleme noktasının bulunduğu yerin jeolojik yapısı incelendiğinde (Şekil 2.16) zeminin pliosen karasal özelliğinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.57. Türkmentokat Köyü Örnekleme Noktasına Ait Ekim2005-Temmuz 2006 NO_3^- Konsantrasyon Değerleri

15 Nolu Türkmentokat Köyü Örnekleme noktasından elde edilen veriler Ekim 2005-Temmuz 2006 periyodunu kapsamakta olup ölçümler 2 ay dışında aylık olarak yapılmıştır. Bu noktada ölçülen nitrat konsantrasyonları aylara göre 20 mg/lt ile 25 mg/lt arasında değişiklik göstermektedir. 2005 yılının Ekim ayında 22,4 mg/lt olan nitrat konsantrasyonunun Kasım 2005 de sabit kaldığı, 2006 nın Şubat ayında 25 mg/lt (en yüksek değer)ye çıktığı, Mart-Nisan-Mayıs aylarında konsantrasyonların düştüğü 2006 nın Haziran ayında en yüksek değere(25 mg/lt) ulaştığı ve 2006 Temmuz ayında tekrar düştüğü (22 mg/lt) tespit edilmiştir.

4.5 Örnekleme Noktalarında Ölçülen Nitrat Konsantrasyonlarının Standartlarla Karşılaştırılması

4.5.1 Yüzeysel Su Örnekleme Noktalarında Ölçülen Nitrat Konsantrasyonlarının Standartlar İle Karşılaştırılması

Eskişehir İli'nde Porsuk Çayı üzerinde mevcut 14 adet yüzeysel su örnekleme noktasında Devlet Su İşleri III. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan analizler sonucu tespit edilen 2004-2005 ve 2006 yıllarına ait nitrat azotu ölçüm sonuçlarının işlenmesi sonucu elde edilen en yüksek nitrat (mg/lt) konsantrasyonlarının numune alma noktası bazında 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 1'inde yer alan Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ile karşılaştırılması sonucu (Tablo 4.10) sadece 239 Kodlu Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası (24,25 mg/lt) örnekleme noktasında Su Kalite Sınıfı II. sınıf olarak belirlenmiş olup, diğer noktalarda ölçülen konsantrasyonların I. Sınıf Su Kalitesi standardını taşıdığı görülmektedir (SKKY, 2004).

Tablo 4.11'de ise DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından numune alma noktası bazında ölçülen en yüksek nitrat konsantrasyonları TS 266, WHO Standartları ile karşılaştırılmış olup numune alma noktalarının hepsinde söz konusu standartların sağlandığı görülmektedir (TSE, 1986).

Tablo 4.12'de DSİ III. Bölge Müdürlüğü tarafından numune alma noktası bazında ölçülen en yüksek nitrat konsantrasyonları ile 20.11.2005 tarihli ve 25699 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik ve 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartları karşılaştırıldığında yüzeysel su örnekleme noktalarında belirlenen en yüksek değerlerin yönetmeliklerde yer alan standart değerleri aşmadığı görülmektedir (İEEEPYSKY, 2005 ; İTASHY, 2005)

Ayrıca, yüzeysel su numune alma noktalarında ölçülen değerlerin 18.02.2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürülüğe giren "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" nde yer alan 50 mg/lt (nitrat konsantrasyonu) sınır değerini aşmadığı görülmektedir (TKNKKSKY, 2004).

Tablo 4.10. DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve SKKY Standartları

Örnekleme Noktasının Adı	**Örnekleme Noktasında Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**	**SKKY * Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**			
		I	**II**	**III**	**IV**
		22,15	**44,3**	**88,6**	**>88,6**
Ağaçköy (10)	**10,22**	**+**	**+**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Öncesi(202)	**7,66**	**+**	**+**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Sonrası(203)	**5,76**	**+**	**+**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Öncesi(88)	**5,63**	**+**	**+**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Sonrası(206)	**7,93**	**+**	**+**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Beşdeğirmen (12)	**8,28**	**+**	**+**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Eşenkara(100)	**10,04**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Öncesi(238)	**14,18**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası(239)	**24,25**	**-**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi(237)	**11,52**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şekerçiftliği(15)	**8,14**	**+**	**+**	**+**	**+**
Alpu(72)	**4,33**	**+**	**+**	**+**	**+**
Beylikova(17)	**3,9**	**+**	**+**	**+**	**+**
Sazılar(İlören)(19)	**16,06**	**+**	**+**	**+**	**+**

Tablo 4.11. DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve TS 266, WHO Standartları

Örnekleme Noktasının Adı	**Örnekleme Noktasında Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**	**TS 266(1997) (mg/lt)**	**WHO(1993) (mg/lt)**
		25*	**50**
Ağaçköy (10)	**10,22**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Öncesi(202)	**7,66**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Sonrası(203)	**5,76**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Öncesi(88)	**5,63**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Sonrası(206)	**7,93**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Beşdeğirmen (12)	**8,28**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Eşenkara(100)	**10,04**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Öncesi(238)	**14,18**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası(239)	**24,25**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi(237)	**11,52**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şekerçiftliği(15)	**8,14**	**+**	**+**
Alpu(72)	**4,33**	**+**	**+**
Beylikova(17)	**3,9**	**+**	**+**
Sazılar(İlören)(19)	**16,06**	**+**	**+**

* 25 mg/lt tavsiye edilen değer olup maksimum değer 50 mg/lt dir.

Tablo 4.12. DSİ III. Bölge Müdürlüğü Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Standartları

Örnekleme Noktasının Adı	**Örnekleme Noktasında Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**	**İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (mg/lt)**			**İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (mg/lt)**
		A1*	**A2****	**A3****	**50**
		25	**50**	**50**	
Ağaçköy (10)	**10,22**	**+**	**+**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Öncesi(202)	**7,66**	**+**	**+**	**+**	**+**
Kütahya Atıksu Arıtma Sonrası(203)	**5,76**	**+**	**+**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Öncesi(88)	**5,63**	**+**	**+**	**+**	**+**
Azot Fabrikası Sonrası(206)	**7,93**	**+**	**+**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Beşdeğirmen (12)	**8,28**	**+**	**+**	**+**	**+**
Porsuk Çayı-Eşenkara(100)	**10,04**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Öncesi(238)	**14,18**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası(239)	**24,25**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Öncesi(237)	**11,52**	**+**	**+**	**+**	**+**
Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası-Şekerçiftliği(15)	**8,14**	**+**	**+**	**+**	**+**
Alpu(72)	**4,33**	**+**	**+**	**+**	**+**
Beylikova(17)	**3,9**	**+**	**+**	**+**	**+**
Sazılar(İlören)(19)	**16,06**	**+**	**+**	**+**	**+**

* 25 mg/lt kılavuz değer olup zorunlu değer 50 mg/lt dir.

** 50 mg/lt zorunlu değer olup bu sınıflar için kılavuz değer tanımlanmamıştır.

4.5.2 Yeraltı Suyu Örnekleme Noktalarında Ölçülen En Yüksek Değerler ve Standartlar İle Karşılaştırılması

Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye'de Nitrat Direktifi'nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6) kapsamında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı koordinasyonunda Çevre ve Orman Bakanlığı ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Ekim 2005-Temmuz 2006 arasında yapılan izleme çalışması ile 15 yeraltı suyu numune alma noktasında yapılan analizler sonucu elde edilen en yüksek nitrat (mg/lt) konsantrasyonlarının numune alma noktası bazında Tablo 4.13 'de yer alan 14 adet örnekleme noktasında TS 266 da tavsiye edilen değer olan 25 mg/lt sınırının aşıldığı, 8 adet örnekleme noktasında 50 mg/lt olan WHO Standartlarının aşıldığı görülmektedir.

Tablo 4.14'de TKB tarafından numune alma noktası bazında ölçülen en yüksek nitrat konsantrasyonları ile 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartları karşılaştırıldığında 7 adet örnekleme noktasında standart değerlerin aşıldığı görülmektedir.

Ayrıca, yüzeysel su numune alma noktalarında ölçülen değerlerin 18.02.2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürülüğe giren "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği" nde yer alan 50 mg/lt (nitrat konsantrasyonu) sınır değerini 7 adet örnekleme noktasında aştığı görülmektedir.

Tablo 4.13. TKB Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve TS 266, WHO Standartları

İstasyonun Adı	**Parametre**	**Örnekleme Noktasında Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**	**TS 266(1997) (mg/lt)**	**WHO(1993) (mg/lt)**
			25*	**50**
Güneli DSİ Pompası-Güneli/Alpu	NO_3^-	46	-	+
Parsibey Sulama Kuyusu-Parsibey/Beylikova	NO_3^-	42	-	+
Parsibey Tulumba-Parsibey/Beylikova	NO_3^-	66	-	-
Akköprü Sulama Kuyusu-Akköprü Köyü/Beylikova	NO_3^-	26	-	+
Kalkanlı Köy Çeşmesi-Kalkanlı Köyü	NO_3^-	28	-	+
Yazıdere Köyü-Kuyu-Yazıdere Köyü/ Seyitgazi	NO_3^-	360	-	-
Doğançayır-I-Doğançayır/Seyitgazi	NO_3^-	96	-	-
Doğançayır-II-Doğançayır/Seyitgazi	NO_3^-	112	-	-
İsmet Paşa Köyü-Çeşme-İsmetpaşa Köyü/Seyitgazi	NO_3^-	341,7	-	-
Karacahöyük-Tulumba-Karacahöyük Köyü	NO_3^-	38,8	-	+
Yassıhöyük-Kuyu-Yassıhöyük Köyü	NO_3^-	24	+	+
Mihalgazi-Kuyu-Mihalgazi İlçesi	NO_3^-	72	-	-
Sarıcakaya-I-Sarıcakaya İlçesi	NO_3^-	40	-	+
Sarıcakaya-II-Sarıcakaya İlçesi	NO_3^-	250	-	-
Türkmentokat Köyü-Türkmentokat Köyü	NO_3^-	25	-	-

* 25 mg/lt tavsiye edilen değer olup maksimum değer 50 mg/lt dir.

Tablo 4.14. TKB Tarafından Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonları ve İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik Standartları

İstasyonun Adı	**Parametre**	**Örnekleme Noktasında Ölçülen En Yüksek Nitrat Konsantrasyonu (mg/lt)**	**İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (mg/lt)**
			50
Güneli DSİ Pompası-Güneli/Alpu	NO_3^-	46	+
Parsibey Sulama Kuyusu-Parsibey/Beylikova	NO_3^-	42	+
Parsibey Tulumba-Parsibey/Beylikova	NO_3^-	66	-
Akköprü Sulama Kuyusu-Akköprü Köyü/Beylikova	NO_3^-	26	+
Kalkanlı Köy Çeşmesi-Kalkanlı Köyü	NO_3^-	28	+
Yazıdere Köyü-Kuyu-Yazıdere Köyü/ Seyitgazi	NO_3^-	360	-
Doğançayır-I-Doğançayır/Seyitgazi	NO_3^-	96	-
Doğançayır-II-Doğançayır/Seyitgazi	NO_3^-	112	-
İsmet Paşa Köyü-Çeşme-İsmetpaşa Köyü/Seyitgazi	NO_3^-	341,7	-
Karacahöyük-Tulumba-Karacahöyük Köyü	NO_3^-	38,8	+
Yassıhöyük-Kuyu-Yassıhöyük Köyü	NO_3^-	24	+
Mihalgazi-Kuyu-Mihalgazi İlçesi	NO_3^-	72	-
Sarıcakaya-I-Sarıcakaya İlçesi	NO_3^-	40	+
Sarıcakaya-II- Sarıcakaya İlçesi	NO_3^-	250	-
Türkmentokat Köyü-Türkmentokat Köyü	NO_3^-	25	+

* 25 mg/lt kılavuz değer olup zorunlu değer 50 mg/lt dir.
** 50 mg/lt zorunlu değer olup bu sınıflar için kılavuz değer tanımlanmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Eskişehir İli'nde yüzeysel su ve yeraltı suyu örnekleme noktaları bazında yapılan değerlendirme sonucunda, yüzeysel su örnekleme noktalarında ölçülen nitrat konsantrasyonlarının 0,087 - 24,25 mg/lt arasında, amonyum değerlerinin 0,031 - 26,02 mg/lt arasında, nitrit değerlerinin ise 0,0033 - 1,75 mg/lt arasında değiştiği, yeraltı suyu örnekleme noktalarında ise nitrat konsantrasyonlarının 13 – 360 mg/lt arasında olduğu görülmüştür.

Yeraltı suyu ve yüzeysel su örnekleme noktalarında ölçülen nitrat konsantrasyonları karşılaştırıldığında yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarının yüzeysel sulardan çok daha yüksek olduğu, aynı lokasyonda yer alan yeraltı suyu ve yüzeysel su örnekleme noktalarındaki (Güneli DSİ Pompası yeraltı suyu örnekleme noktası- 72 Kodlu Alpu yüzeysel su örnekleme noktası) konsantrasyon değerleri karşılaştırıldığında bu farkın yaklaşık olarak 10-11 kat civarına kadar gerçekleşebildiği tespit edilmiştir.

Eskişehir İli genelinde nitrat konsantrasyonlarının yeraltı sularında bu derece yüksek olmasının bir nedeninin büyük oranda merkezde mevcut olmasına rağmen halen hiçbir ilçede kanalizasyon sisteminin tam olarak teşkil edilmemiş olması ve fosseptik kullanımının devam etmesi olduğu düşünülebilir. Azotlu kirleticilerin bu kaynağının çok noktalı niteliği nedeniyle Eskişehir İli genelinde yeraltı sularının yaygın bir şekilde kirlenmesine neden olduğu açıktır.

Yeraltı sularında nitrat konsantrasyonlarının yüksek olmasının bir diğer nedeninin ise Eskişehir ovasında tarımsal üretimin yaygın olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Eskişehir İli'nde arazi kullanım durumuna bakıldığında tarım alanlarının ilin % 43 ünü, çayır ve mera alanlarının ilin % 24 ünü kaplıyor olması, bu kadar büyük bir alanda tarımın yapılması ayrıca hayvani veya kimyasal azotlu gübrelerin zamansız ve bitkinin ihtiyacından fazla kullanılması ve fazla atılan gübrelerin yıkanarak yüzeysel akışla Porsuk Çayı ve kollarına ve/veya boşalım-beslenim-sızma yoluyla da yeraltı suyuna karışıyor olması nitrat konsantrasyonlarının yeraltı suyunda yüksek konsantrasyonlarda bulunmasında önemli bir etkendir.

Azotun diğer bir kaynağı olan sürülmüş otlak alanlarda toprakta bulunan organik maddelerin mineralleşmesi olayı da bütün tarımsal alanlarda olduğu gibi Eskişehir İlinde yer alan tarım alanlarında da söz konusu olabilmektedir. Bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucunda nitrat iyonlarının zaman içerisinde yıkanarak yüzey ve yeraltı suyuna karışarak su kalitesini nispeten düşük oranlarda da olsa olumsuz etkilemesi muhtemeldir. Ayrıca, sulama kanalları vasıtası ile ovanın büyük bir kısmı sulanmakta ve sulamadan dönen sular kullanılan gübre ve ilaçların oldukça fazla olması nedeniyle yüzey suyu ve yeraltı suyunun bölgesel olarak kirlenmesine ve azotlu maddelerce zenginleşmesine neden olabilmektedir.

Eskişehir İlinde hayvan yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde sıvı ve katı gübrelerin kötü depolama şartlarında tutulması ve/veya hiç depolama yapılmadan araziye terk edilmesi de öncelikle yüzey suyu olmak üzere yeraltı suyunun da azotlu bileşikler açısından zenginleşmesinde önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

İçme suyu standartları göz önünde bulundurulduğunda yüzeysel su örnekleme noktalarının hiç birinde bu standartların aşılmadığı, 6 yeraltı suyu örnekleme noktasında İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte verilen zorunlu değerin, 14 yeraltı suyu örnekleme noktasında ise kılavuz değerin aşıldığı belirlenmiştir.

Yüzeysel su örnekleme noktaları arasında en yüksek nitrat konsantrasyonu Eskişehir Şeker Fabrikası Sonrası örnekleme noktasında 24,25 mg/lt olarak tespit edilirken, en yüksek amonyum konsantrasyonunun Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında 26,02 mg/lt, en yüksek nitrit konsantrasyonunun ise Beşdeğirmen örnekleme noktasında 1,75 mg/lt olduğu belirlenmiştir. Yeraltı suyu örnekleme noktalarında ise en yüksek nitrat konsantrasyonunun Yazıdere Köyü Kuyu/Seyitgazi örnekleme noktasında 360 mg/lt ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Önemli azot kirliliği kaynağı olduğu bilinen arıtılmamış ve/veya gerekli seviyede arıtıma tabi tutulmamış evsel atıksuların yüzeysularında azotun temel formlarından biri olan amonyum konsantrasyonlarının artışına neden olduğu bilinmekte olup Kütahya Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktası ve Eskişehir Atıksu Arıtma Tesisi Sonrası örnekleme noktasında elde edilen sonuçlarla da bu durum doğrulanmaktadır. Bu noktalarda amonyum konsantrasyonlarının bir önceki örnekleme noktalarına göre artış göstermesinin nedeni, Kütahya ve Eskişehir İllerinde atıksuların arıtılması amacıyla kurulmuş olan atıksu arıtma tesislerinin konvansiyonel

arıtma özelliğinde olması ve atıksuların azot ve fosfor parametrelerinin gideriminde gerekli görülen ileri arıtıma tabi tutulmadan Porsuk Çayı'na deşarj edilmesidir.

Alanın baskın alan kullanımının tarım olması ayrıca hayvan çiftliklerinin de bölgede yoğun olarak bulunması azot açısından açısından yeraltı sularına ciddi bir yük getirmekle birlikte bazı noktasal kirletici kaynaklar azot yükü bakımından bu kirleticilerin önüne geçebilmektedir.

Ölçüm ve değerlendirme sonuçlarından da görülebileceği üzere yeraltı sularında nitrat konsantrasyonunun en yüksek değeri gösterdiği Yazıdere Köyü Kuyusu Örnekleme Noktasının litolojik özellikleri bakımından geçirgen-yarı geçirgen olduğu düşünülen birimler üzerinde yer alan çöp deponi sahasından sızan sular neticesinde nitrat parametresi açısından kirlenmiş olduğu görülmektedir.

Çalışmada genel itibariyle Eskişehir İli'nde örnek alınan lokasyonların zeminin alüvyal özellikte olmasının yeraltı sularında tespit edilen konsantrasyonların yüksek olmasında etken olduğu düşünülmektedir.

5.2. Öneriler

Çalışmada ortaya çıkan sonuçlar dikkate alındığında;

- Ülkemizde sürdürülen çalışmalarda elde edilen izleme sonuçlarının değerlendirilmesi, yorumlanması ve bu sonuçların bölgesel ve ulusal politikaları destekler hale getirilmesinin önem taşıdığı,

- Konu ile ilgili yeni çalışmaların yapılması gerekli olduğu,.

- Ülkemizde özellikle gübre kullanımı, yağış vb. verilerin doğrulanması ve detaylandırılmasının gerekli olduğu,

- Avrupa Birliği şartlarına göre yapılan izleme çalışmalarının standardize edilmesi gerektiği,

- Kirlenmenin kaynağında önlenmesi amacıyla atıksuların düzenli bir şekilde toplanarak ileri arıtım sistemleri ile arıtımının sağlanması gerektiği,

- Fosseptik kullanımının kontrol altına alınması, altyapı sistemlerinin oluşturulması ve kullanıcıların bu sistemlere bağlanmasının teşvik edilmesinin gerektiği,

- Katı atık düzenli depolama alanlarının yerlerinin belirlenmesinde tüm jeolojik, hidrojeolojik, iklimsel vb. verilerin dikkate alınmasının doğru olacağı,

- Gübre kullanımının kontrol altında tutulması ve hayvani atık depolarının standardize edilmesinin bu kaynaklardan kirlenmenin önlenmesi açısından önemli olduğu,

düşünülmektedir.

6.KAYNAKLAR

-Albaiges, J.,Casado ,F.,Ventura ,F. ,1986. Organic indicators of groundwater pollution by a sanitary landfill. Water Res. 20, 1153-1159

-Anonymous, 2004. Urban farming threatens Harare water sources. Finanace Custom Wire 01/18/2004

-Anonymous, 1996. Farms in the city. UNESCO courier, April 96. 49 (4),25.

-Arigala , S.G. ,Tsotsis, T.T. ,Webster ,I.A. ,Yortsos, Y.C. ,Kattapuram, J.J. ,1995. Gas generation, transport, and extraction in landfill. J. Environ. Eng. 121.,33-44

-Baltacı,F., 2000. Su Analiz Metotları,Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı Ankara , 155-173 sf.

-Bellinger , E.G. ,Jones, A.D., Tinker ,J.,1982. The character and disposal of motorway run-off water. Water Pollution Control 81, 372-389

-British Geological Survey (BGS), and the water supply and sewerage cooperative of Santa Cruz (SAGUAPAC), 1994. Impact of urbanization on groundwater: Santa Cruz, Bolivia. Final Report. Technical Report WC/94/34. British Geological Survey, Keyworth, Nothingham, UK, 25 pp.

-British Geological Survey (BGS), and the Ministry of Public Health (MoPH), 1994. Impact of urbanization on groundwater: Hat Yai. Final Report. Technical Report WC/94/43, British Geological Survey, Keyworth, Nothingham, UK, 65 pp.

-Bicki,T.J., Brown,R.B.,1991. On site sewage disposal –the influence of system density on water quality. J.Environ. Health.53,39-42.

-Bricker, S.B., C. Clement, D. Pirhalla, S. Orlando, D. Farrow. 1999. National estuarine eutrophication assessment: effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries. NOAA, National Ocean Service, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science. Silver Spring, MD. 71 pages.

-Bundy, L.G.,Knobeloch , L. ,Webendorfer, B. , Jackson, G.W. and Shaw, B.H. ,1914. Nitrate in Wisconsin Groundwater: Sources and Concern, Wisconsin,USA

-Burkart ,M.R. and Kolpin, D.W.,1993,Hydrologic and Land-Use FactorsAssociated with Herbicides and Nitrate in Near-Surface Aquifers. Journal of Environmental Quality , v.22,p. 646-656

-Canter, L.W. ,1997. Nitrate in Groundwater. Lewis, Boca Raton, FL, USA,263 pp.

-Davison, 1998. Natural attenuation and risk assessment of groundwater contaminated with ammonium and phenolics. PhD. Thesis. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bradford, UK

-De Henaut, P., Harris,B. ,1996. Evaluation of the extent and character of groundwater pollution sources in England and Wales. In: Lerner, D.N. , Walton,N. (Eds.),Contaminated Land and Groundwater-Future Directions. Engineering Geology Special Publication,vol.14, GeologicalSociety of London, pp. 83-98

-Çevre ve Orman Bakanlığı Envanter Çalışması, 2004 ,Ankara

-Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (31.12.2004 tarih ve 25687 Sayılı R.G)

-Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005. İçmesuyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (20.11.2005 tarihli ve 25699 sayılı R.G) RG.)

-Department of Environment (DoE),1994. Impacts of nitrogen deposition in terrestrial ecosystem. Report of the United Kingdom Review Group on Impacts of Atmospheric Nitrogen. Report prepared for the DoE.

-Driscoll,C.T , et al.2003 Nitrogen Pollution : From the Sources to the Sea, Hubbard Brook Research Foundation.Science Links Publication .Vol.1,no.2

-DSİ,1975, Eskişehir ve İnönü Ovaları Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ,Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanlığı,Ankara, 13-16

-DSİ, 1977 , Eskişehir Alpu Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü,Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanlığı, Ankara

-Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, 2006, Ankara

-Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü,2006, Ankara

-Eiswirth, M. ,Höltzl,H.,Burn, L.S., 2000.Development scenarios for sustainable urban water systems. In: Silio , et al.(Eds.), Groundwater : Past Achivements and Future Challenges. Balkema, Rotterdam,pp. 917-922

-Eskişehir İli Çevre Durum Raporu, 2006,Eskişehir

-Eskişehir Valiliği Resmi Web Sitesi, 2006

-Eskişehir Mision Report 1,2006

-Fernandes,A.P.,Telam,J., 2001.The impact of horse dung on urban groundwater quality in the Birmingham Triassic Sandstone aquifer, UK. In: Thornton,S.,Oswald,S.(Eds.), Groundwater Quality 2001, Conference pre-prints, Sheffield, UK , June 18-21, pp.188-190

-Flyammar, P. ,1995. Leachate quality and environmental effects at active Swedish municipal landfill. In: Cossu,R. ,Christensen, H.T. ,Stegmann ,R.(Eds.), Regulations, environmental impact and aftercare. Proceeding Sardinia 95, Fifth International Landfill Symposium,Vol.III ,Sardinia, Italy ,pp.549-557

-Freze,R.A and Cherry, J.A.,1979.Groundwater, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, U.S.A.

-Griffin,R.A.,Cartwright,K.,Shimp,N.F,Steele,J.D,Buch,R.R, White,W.A., Huges,G.M and Gılkeson,R.H.,1976.Alteration of pollutants in municipal landfill leachate by clay minerals:Part I.Column leaching and field verification.Illinois State Geol.Surv.Bull.78

-Halberg, G.R. and Keeney,D.R.,1993,Nitrate, Alley, Willam A. ,ed.,Regional Ground-water Quality ,Van Nostrand Reinhold, New York,p.297-322

-Harrison, 2003; Terence H. Cooper Regents of the University of Minnesota, 2005

-Howard, K.W.F. ,Beck, P.J., 1993. Hydrogeochemical implications of groundwater contamination by road de-icing. J. Contam. Hydrol. 12,245-268

-Information Note FWR-WFD 16/1 1, Ankara, 364

-Interstate Technology and Regulatory Cooperation (ITRC), 2000.Emerging Technology for enhanced in situ biodenitrification (EISBD) of nitrate-contaminated ground water Technology overview, ITRC , 47 pp.

- Kayabalı,K., 2003.Yeraltı Suyu. Gazi Kitabevi, Ankara, 381-383

-Kacaroğlu,F.,Gunay,G.,1997.Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskişehir urban area and its vicinity, Turkey. Environ. Geol. 31,178-184

-Katz, B.G., Lindner,J.B. ,Ragone,S.E ,1980. A comparison of nitrogen in shallow ground water from sewered and unsewered areas,Nassau County ,New York , from 1952 through 1976.Ground Water 18,607-615

-Kliebsch , K.,Muller ,U. ,VanderPloegh,R.R.,1998.Nitrate leaching from urban soils in a rural community in North western Germany. Z.Pflanzenernahr.Bodenkd. 161, 571-576.

-Leckie,J.O., Pace,J.G and Halvadakıs, 1975. Accelerated refuse stabilization through controlled moisture application. Unpublished report, Dept.Environmental Engineering, Standfort University,Stanford,Calif.

-Lerner, D.N.,2003. Estimating Urban Loads of Nirogen to Groundwater. The Journal. V 17 N 4,pp. 239-244

-Lewis,W.J.,Farr,J.L. ,Foster,S.S.D.,1980.The pollution hazard to village water supplies in eastern Bostwana. Proc. Inst. Civil Eng. Part 2 69, 281-293

-Likens, G.E. and K.F. Lambert. 1998. The importance of long-term data in addressing regional environmental issues.*Northeastern Naturalist.* 2:127-136.

-Mac Farlane, D.S,Cherry , J.A. ,Gillman ,R.W. ,Sudicky ,E.A.,1983. Migration of contaminants in groundwater at a landfill: a case study-flow and plume delineation. J. Hydrol.3,1-29

-Magill, A.H., J.D. Aber, G.M. Berntson, W.H. McDowell, K.J. Nadelhoffer, J.M. Melillo and P.A. Steudler. 2000. Long-term nitrogen additions and nitrogen saturation in two temperate forests. *Ecosystems.* 3:238-253.

-Metcalf ve Eddy, Inc., Rev.Thobanoglous, G.; Burton, L.F. ,1991. Wastewater Engineering Treatment,Disposal and Reuse, McGraw-Hill, New York, s.109

-Muslu,Y.,1994. Atıksuların Arıtılması, İTÜ Matbaası,İstanbul, sf.46-48

-Nemerrow, N.L., 1978. "Industrial Water Pollution", Origins, Characteristics, and Treatment, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 738 pp.

-Nitrate Project –Draft Good Agricultural Practices Code,2006

-Özçelik, Ş. ve Sarıiz, K.,2001. Eskişehir Ovası Yeraltı Suyu Kirliliğinde 1995 Sonrası Olumlu Gelişmeler, Yeraltı Suları ve Çevre Sempozyumu, İzmir Yer altı Suları ve Çevre Sempozyumu(ÇEVJEO'2001) Bildiri Kitabı, 231-246,Türkiye

-Payne,J.A. , Butler, D.,1993. Septic tanks and small sewage treatment works. A guide to current practices and common problems. Technical Note 146. Construction Industry Research and Information Association (CIRIA),London,52 pp.

-Petrovic,A.M. ,1990. The fate of nitrogenous fertilizer applied to turfgrass.J.Environ.Qual. 19 ,1-14

- Michael,P.,2006. Introduction to the Biosphere, The Nitrogen Cycle, University of British Columbia Okanagan

-Pionke,H.B. ,Sharma ,M.L. ,Hirschberg, K.J. ,1990.Impact of irrigated horticulture on nitrate concentrations in ground-water.Agric. Ecosyst.Environ. 32, 119-132

-Sağlık Bakanlığı, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı R.G)

-Reinhard, M. ,Goodman, N.L. ,Baker, J.F.,1984. Occurence ans distribution of organic chemicals in landfill leachate plumes. Environ.Sci. Technol. 18,953-961

-Saleem, Z.A., 1977. Road salts and quality of groundwater from a dolomite aquifer in the Chicago area. In: Dilamarter, R.R. ,Csallany,S.C. (Eds.), Hydrologic Problems in Karst Regions.Western Kentucy University , pp. 364-368l

-Sanyal, B.,1985. Urban agriculture: who cultivates and why? A case study of Lusaka,Zambia. Food Nutr. Bull. 7,15-24.

-Schelesinger, W.H., 1991,Biogeochemistry-An analysis of global change: Academic Pres,San Diego,California

-Sharma, M.L.,Herne, D.E. , Byrne,L.D. ,Kin,G. ,1996. Nutrient discharge beneath urban lawns to a sandy coastal aquifer,Perth. Western Australia. Hydrogeol. J.4, 103-117

-Şengül, F.,1991. Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması(2. Baskı) , Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Basım Ünitesi İzmir, 475 sf.

-Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (18.02.2004 tarih ve 25377 sayılı R.G)

-Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Örnek Alma Bilgi Formları, 2006

-Tarım ve Köyileri Bakanlığı,2006

-Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı ve DSİ (Nitrat Projesi) , 2006. İzleme, örnek alma ve analiz kılavuzu

-Terence H., 2005. Soil Organisms & Nitrogen Cycle, Cooper Regents of the University of Minnesota, The University of Minnesota

-Thompson ,R.B.,Gallardo,M.,Gimenez C. ,2002.Assessing risk of nitrate leaching from the hoticultural industry of Almeria, Spain.Acra Hort.571,243-248

- Topaçık,D.,1987. Atıksu Arıtma Tesisleri İşletilmesi, İTÜ İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü,İstanbul, 18.12

- TSE(1986), İçmesuları, Türk Standartları Enstitüsü 97s, Ankara.

-Uslu, O.ve Türkman, A.,1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, Ankara ,140-150

-VanBreemen N., E.W. Boyer, C.L. Goodale, N.A. Jaworski, K. Paustian, S.P. Seitzinger, K. Lajtha, B. Mayer, D. vanDam, R.W. Howarth, K.J. Nadelhoffer, M. Eve, and G. Billen. 2002. Where did all the nitrogen inputs to large watersheds in the Northeastern USA. *Biogeochemistry.* 57:267-293.

-Wikipedia Web Site, 2006. Nitrogen. 23 Haziran 2006

-Wakida, F., Lerner,D.,2004,Non-agricultural sources of groundwater nitrate: a review and case study, Water Research,39(2005),3-16

-Walls , J.S., 1975.Protecting groundwater from landfill leachate. Water Sewage Works 122,68.

-Whitmore , A.P.,Bradbury ,N.J. ,Johnson ,P.A.,1992. Potential contribution of plowed grassland to nitrate leaching.Agric. Ecosyst. Environ. 39,221-233

- Winter T.C., Harvey J.W., Franke O.L. and Alley W.M., 2005, Ground Water and Surface Water A Single Resource,U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Circular1139

-Wong, J.W.C. ,Chan, C.W.Y. ,Cheung,K.C.,1998. Nitrogen ang phosphorus leaching from fertilizer applied on golf course: Iysimeter study.Water Air Soil Pollut.107,335-345

-Yates , M.V., 1985. Septic-tank density and groundwater contamination. Ground Water 23, 586-591

-Younger, P.L. ,Mackay,R., Connorton ,B.J.,1993. Streambed sediment as a barrier to groundwater pollution: insights from fieldwork and modelling in the river Thames basin. J.Inst.Water Environ. Manage.7.,577-585

-Zanoni, A.E. ,1972. Ground water pollution and sanitary landfills-a critical review.Ground Water 10 ,3-13 ;

7.ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Özgür ÇAKMAK
Doğum Yeri ve Yılı	1975-Bafra/SAMSUN
Medeni Hali	Evli
Yabancı Dil	İngilizce-İyi 1997-1998 19 Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İngilizce Hazırlık Programı, SAMSUN
İŞ TECRÜBELERİ	
1998-1999	Samsun İl Çevre Müdürlüğü- SAMSUN
1999-.....	Çevre ve Orman Bakanlığı
EĞİTİM	
(1993-1997)	19 Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü- SAMSUN
KATILDIĞI EĞİTİM PROGRAMLARI:	
10-16 Haziran 2001	MATRA Programı, ”AB Su Yönetimi”, Hollanda
	MATRA-ADEPT Programı ”Nehir Havza Yönetimi”, Hollanda Proje Döngüsü Yönetimi Eğitim Programı-Ankara Çevre Tetkik Görevlisi Eğitim Programı-TSE-Ankara Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğinin Sularda Meydana Getirdiği Kirliliğin Azaltılması ile Türkiye’de Nitrat Direktifi’nin (91/676/EC) Uygulanması Projesi (PPA 04/TR/7/6)” kapsamında çalışma ziyareti , Hollanda Sürdürülebilir Yeraltı Suyu Yönetimi Projesi Eğitim Kursu-Hollanda Yeraltı suları ve yüzeysel sularda nitratın izlenmesi eğitimi-Ankara Avrupa Birliği Komisyonu Çevre Başlığı Tarama Süreci Toplantısı Bürüksel/BELÇİKA Avrupa Birliği Komisyonu Çevre Başlığı Tarama Süreci Toplantısı Bürüksel/BELÇİKA