

**İÇME SUYUNDAKİ NİTRAT KONSANTRASYONUNUN
İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUŞTURDUĞU RİSKLERİN
BELİRLENMESİ**

**HUMAN HEALTH RISK IDENTIFICATION OF NITRATE
CONCENTRATION IN DRINKING WATER**

CEMİLE ARDIÇ

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
ÇEVRE Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2013

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda**
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
(Prof. Dr. Gülen Güllü)

Üye(Danışman) :
(Doç. Dr. Selim L. SANİN)

Üye :
(Yard.Doç.Dr. Emre Alp)

Üye :
(Dr. Türkay ONACAK)

Üye :
(Dr. Hatice ŞENGÜL)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof.Dr.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇME SUYUNDAKİ NİTRAT KONSANTRASYONUNUN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUŞTURDUĞU RİSKLERİN BELİRLENMESİ

Cemile ARDIÇ

ÖZ

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de sekiz ilde (Eskişehir, Antalya, Bursa, Edirne, Erzurum, İzmir, Samsun ve Trabzon), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından içme suyu kaynaklarında rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında 2009 yılına ait nitrat ölçümleri değerlendirilmiş ve bu kaynaklarda nitratın insan sağlığı için oluşturduğu maruziyet ve risk seviyesi Amerika Çevre Ajansı’nın (USEPA) Risk Değerlendirme Modeli’ne göre hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca, söz konusu sekiz ilde Sağlık Bakanlığı’nca belirlenen kanser insidans hızları kullanılarak, bulunan risk değerlerinin literatürde nitratla ilişkilendirilen kanser türleriyle bir korelasyonunun olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Genel olarak, çalışmada dikkate alınan sekiz ilde ve belirlenen içme suyu kaynaklarında ortalama değerlerde Nitrat derişimlerinin sağlık açısından önemli bir risk oluşturmadığı görülmüştür.

Tehlike Seviyeleri ile kanser insidans hızları arasında erkek ve kadın bireyler için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre kolon kanseri, pankreas kanseri, mesane kanseri ve non-hodgkin lenfoma ile nitrat tehlike seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu ancak bu ilişkinin zayıf karakter gösterdiği söylenebilir. Mide ve böbrek kanserleri ile içme suyundaki nitrat konsantrasyonu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: su kirliliği, azotlu bileşikler, nitrat, risk değerlendirme

Danışman: Doç. Dr. Selim SANİN, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

HUMAN HEALTH RISK IDENTIFICATION OF NITRATE CONCENTRATION IN DRINKING WATER

Cemile ARDIÇ

ABSTRACT

Health risk potential caused by nitrate concentrations in drinking water resources of selected provinces in Turkey are evaluated for 2009. Nitrate concentrations were statistically evaluated and exposure and risk levels of nitrate for human health were calculated according to USEPA's Risk Assessment Model for 8 provinces of Turkey including Eskişehir, Antalya, Bursa, Edirne, Erzurum, İzmir, Samsun and Trabzon which has routine water quality tests performed on drinking water sources by General Directorate of State Hydraulic Works. In this thesis the incidence rates of cancer in these provinces were correlated with nitrate in drinking water, using Ministry of Health data.

For these eight cities, drinking water supplies considered in the study, it was seen that nitrate concentration does not pose a considerable health risk, in general.

According to the results of correlation analysis between hazard levels and cancer incidence rates for men and women, there was a statistically significant association between nitrate hazard quotients and colon cancer, pancreatic cancer, bladder cancer, and non-Hodgkin's lymphoma however this relationship was weak. Moreover, there was no significant association between nitrate in drinking water and stomach cancer and kidney cancers.

Key Words: water pollution, nitrogenous compounds, nitrate, risk assessment

Advisor: Assoc.Prof.Dr.L.Selim SANIN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasını hazırlamam sırasında değerli önerileri ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. L. Selim Sanin başta olmak üzere Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünün çok değerli hocalarına ve eğitim hayatım boyunca her türlü desteği esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. AZOT HAKKINDA GENEL BİLGİLER ve ÇEVRESEL ÖNEMİ	4
2.1. Azot Çevrimi	5
2.1.1. Biyolojik Azot Fiksasyonu	7
2.1.2. Mineralizasyon ve İmmobilizasyon	8
2.1.3. Nitrifikasyon	9
2.1.4. Denitrifikasyon	10
2.2. Azot Formları	10
2.3. Kirletici Olarak Nitrat Kaynakları	11
2.3.1 Doğal Kaynaklar	12
2.3.2. Antropojenik Kaynaklar.....	12
2.3.2.1 Evsel Kaynaklar.....	13
2.3.2.2 Endüstriyel Kaynaklar.....	14
2.3.2.3 Tarımsal Kaynaklar	14
2.4. Azotlu Bileşiklerin Çevreye Olan Etkileri	19
2.4.1. Hava	20
2.4.2. Su Kaynakları	22
2.4.3 Toprak	23
2.5. Azotlu Bileşiklerin İnsan Sağlığına Olan Etkileri	24
2.5.1. İçme Sularında Nitrate Maruziyetin Kanserojen Olmayan Etkileri	26
2.5.2. İçme Suyunda Nitrate Maruziyetin Kanserojen Etkisi	28
2.6. Azotlu Bileşiklerin Su Ekosistemindeki Canlılar Üzerine Etkileri	31
2.7. Çevresel Risk Değerlendirme	32
2.7.1. Ekolojik Risk Değerlendirme	34
2.7.2. İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme	35
2.7.2.1. Tehlike Tanımlama.....	36
2.7.2.2. Maruziyet Değerlendirme	36

2.7.2.3. Doz-Yanıt Değerlendirme.....	37
2.7.2.4. Risk Değerlendirmesi.....	38
2.8.Türkiye’de Nitrat Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan alışmalar.....	40
3.ÇALIşMANIN AMACI VE KAPSAMI	46
4. MATERYAL VE METOD	48
4.1. Veri Kaynakları.....	49
5. SONUÇ ve DEğERLENDİRME	52
5.1. Eskişehir	52
5.2. Antalya.....	57
5.3. Bursa	62
5.4. Edirne	67
5.5. Erzurum	72
5.6. İzmir	75
5.7. Samsun.....	81
5.8. Trabzon.....	86
6.SEKİZ İL BAZINDA KARşILAşTIRMA	92
7.RİSK DEğERLERİ İLE KANSER OLGU SAYILARI ARASINDAKİ İLİşKİ	96
8. ÖNERİLER	100
KAYNAKLAR	104
EKLER	112
ÖZGEçMİş	120

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1. Yerkürede Azot Döngüsü (L'Hirondel,2002)	5
Şekil 2. 2. Azotun Periyodik Tabloda Bir Element Olarak Keşfi ve Çeşitli Biyokimyasal Proseslerde Rolünün Keşfiyle Birlikte Nüfusta Görülen Artış ve Bunun Yanı sıra Haber-Bosch Prosesinin Keşfi İle Reaktif Azot Miktarındaki Durum (Galloway and Cowling, 2002).....	15
Şekil 2. 3. Nitrat Birikiminin Kaynakları ve İnsan, Hayvan ve Bitkilerle Olan İlişkileri (Alçıçek ve Başlar, 1995).....	19
Şekil 2. 4. Küresel Sıcaklıktaki Artış (Öztürk, 2002).....	21
Şekil 2. 5. Kirlenmiş sularda azot formlarının aerobik şartlarda zamanla olan değişimi (Samsunlu, 2008).....	23
Şekil 2. 6. Asit yağmurlarına Nitrat iyonunun katkısındaki değişim (Likens and Lambert, 1998)	24
Şekil 2. 7. Ekolojik Risk Değerlendirme Şeması (USEPA, 2010).....	35
Şekil 2. 8. Risk Değerlendirme Modeli (USEPA, 2010)	36
Şekil 2. 9. Doz-Yanıt Eğrisi (Lebowitz, et al., 1995)	38
Şekil.4.1. Ölçüm Yapılan Noktalar.....	51
Şekil5.1. Ergene Nehri Üzerindeki Alt Havzalarda 2007 yılında Nitrat Azotu (NO ₃ -N) (mg/l) miktarının akış yolu boyunca değişimi.....	68
Şekil 6. 1. Türkiye'deki İçme Suyu Kaynaklarında Nitrat Dağılımı	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1. 1. İçme Sularında Nitrat ve Nitrit Parametreleri için Limit Değerler.....	3
Çizelge 2. 1. Azotun Periyodik Cetveldeki Yeri ve Temel Özellikleri	4
Çizelge 2. 2. Tahmini Küresel Azot Fiksasyonu (MMt-N)	7
Çizelge 2. 3. Azot Formları	11
Çizelge 2. 4. Arıtılmamış Atıksularda Azot Değerleri	13
Çizelge 2. 5. Azotlu Gübre Tüketim Miktarları (milyon ton).....	16
Çizelge 2. 6. Türkiye’de Nitrat Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan Çalışmalar	45
Çizelge 4. 1. 2009 Yılı İllere Bağlı İçme Suyu Kaynakları ¹	50
Çizelge 5. 1. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	53
Çizelge 5. 2. Eskişehir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	53
Çizelge 5. 3. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	54
Çizelge 5. 4. Eskişehir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	55
Çizelge 5. 5. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	56
Çizelge 5. 6. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	57
Çizelge 5. 7. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	59
Çizelge 5. 8. Antalya İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	59
Çizelge 5. 9. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	60
Çizelge 5. 10. Antalya İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	60
Çizelge 5. 11. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Göre Dağılımı	61

Çizelge 5. 12. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	61
Çizelge 5. 13. Bursa İli İçme Suyu Kaynakları ve Kapasiteleri	62
Çizelge 5. 14. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	63
Çizelge 5. 15. Bursa İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	63
Çizelge 5. 16. 2008 yılı BUSKi İçme Suyu Arıtma Tesislerinden Şehre Verilen Suyun İçerdiği Yıllık Ortalama Nitrat Azotu Değerleri	64
Çizelge 5. 17. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l).....	64
Çizelge 5. 18. Bursa İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	65
Çizelge 5. 19. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	66
Çizelge 5. 20. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	66
Çizelge 5. 21. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	69
Çizelge 5. 22. Edirne İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	69
Çizelge 5. 23. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	70
Çizelge 5. 24. Edirne İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	70
Çizelge 5. 25. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	71
Çizelge 5. 26. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	71
Çizelge 5. 27. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	72
Çizelge 5. 28. Erzurum İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	73

Çizelge 5. 29. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	73
Çizelge 5. 30. Erzurum İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	74
Çizelge 5. 31. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	74
Çizelge 5. 32. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	75
Çizelge 5. 33. İzmir Su Kaynaklarının 2009 Yılındaki Payları.....	77
Çizelge 5. 34. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	77
Çizelge 5. 35. İzmir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	78
Çizelge 5. 36. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l).....	78
Çizelge 5. 37. İzmir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	79
Çizelge 5. 38. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	80
Çizelge 5. 39. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	80
Çizelge 5. 40. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	82
Çizelge 5. 41. Samsun İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	83
Çizelge 5. 42. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	83
Çizelge 5. 43. Samsun İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	84
Çizelge 5. 44. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	85
Çizelge 5. 45. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	86

Çizelge 5. 46. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l).....	87
Çizelge 5. 47. Trabzon İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı	88
Çizelge 5. 48. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)	88
Çizelge 5. 49. Trabzon İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı	89
Çizelge 5. 50. 2009 yılı ortalama NO ₃ ⁻ - N ölçüm değerlerinin 2000, 2001, 2002 ve 2003 yılları ile karşılaştırması	89
Çizelge 5. 51. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı	90
Çizelge 5. 52. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi	91
Çizelge 6. 1. İllere Göre Nitrat Konsantrasyonu Homojen Gruplar.....	92
Çizelge 6. 2. İllere Göre Nitrat Konsantrasyonu Dağılımı	93
Çizelge 6. 3. Aylara Göre Nitrat Konsantrasyonu Homojen Grupları	94
Çizelge 6. 4. Aylara Göre Nitrat Konsantrasyonu Dağılımı	94
Çizelge 7. 1. Ortalama Tehlike Seviyeleri	97
Çizelge 7. 2. Nitrat Tehlike Seviyesi ve Olgu Sayıları Arasında Korelasyon (Erkek Bireyler)	97
Çizelge 7. 3. Nitrat Tehlike Seviyesi ve Olgu Sayıları Arasında Korelasyon (Kadın Bireyler)	98

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASAT	Antalya Su ve Atıksu İdaresi
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
DSİ	Devlet Su İşleri
IFA	Uluslararası Gübre Sanayi Birliği
IZSU	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
MMWR	Amerika Haftalık Hastalık ve Ölüm Raporu (USA Morbidity and Mortality Weekly Report)
TS	Türk Standartları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USEPA	Amerika Çevre Koruma Ajansı (US Environmental Protection Agency)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Su kirliliği, insanlığın gelecekteki yaşam sürecini etkileyecek önemli faktörlerden birisidir. Su kirliliğini oluşturan başlıca nedenler arasında hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak tarımsal faaliyetlerin çevreye yaydığı kimyasallardan kaynaklanan kirlenmeler gelmektedir. Tarımsal üretim sırasında kullanılan gübreler ve tarım ilaçları yeraltı ve yüzey sularının yayılı kirlenmesinde önemli paya sahiptir. Özellikle azotlu gübreler, nüfusun artmasıyla birlikte tarımsal üretimde gün geçtikçe artan miktarlarda kullanılmakta ve toprakta nitrat (NO_3) birikmesine neden olmaktadır. Toprak ve suda biriken nitratın (NO_3) ürün çeşiti, toprak yapısı, iklim koşulları gibi şartlara bağlı olarak, değişen miktarlarda yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve bir bölümü yeraltı sularına karışırken bir bölümü de yüzey sularına ulaşmaktadır. Azotlu gübrelerin kullanımından kaynaklanan su kirlenmesine ilişkin olarak dünyada gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma mevcuttur (Power and Schepers,1989; Pékný et al., 1989; Chen et al., 2010; Zhao et al., 2011).

Azot bileşiklerinin su kirliliğinde yaptığı başlıca etkiler, ötrofikasyon, oksijen derişiminin etkilenmesi ve içme sularında neden olduğu toksikolojik sorunlardır.

Nitrat ve nitritin neden olduğu toksikolojik sorunlar, insan ve hayvanlarda alınan doza bağlı olarak meydana getirdikleri akut ve kronik nitrat ve nitrit zehirlenmesinin yanı sıra, çeşitli reaksiyonlar sonucu oluşan nitrozaminlerden kaynaklanmaktadır. Su ve besinler aracılığıyla alınan nitrat, kısmen bağırsak florasındaki mikroorganizmalar ve diğer kimyasal reaksiyonlar sonucu (özellikle klorla dezenfeksiyon uygulamalarında) hidrosilamine ve amonyağa indirgenir. Asit ortamda nitrat bu indirgenme ürünü olan aminlerle ve amidlerle reaksiyona girerek N-nitroso bileşiklerini oluşturur. Oluşan bu N-nitroso bileşikleri ise insanlarda ve hayvanlarda kanserojen etki gösteren bileşiklerdir (Servi,1991). Nitrozaminlerin mutajenik ve teratojenik etkileri de söz konusudur (Bayraktar vd., 1998).

Çeşitli kaynaklarda, insan ve hayvanlarda su ve besinler aracılığıyla aşırı miktarda nitrat ve nitrit alımına bağlı olarak sağlık üzerine olumsuz bir takım etkilerin meydana geldiği, canlıların su ve besin maddeleriyle almış oldukları nitrat ve nitrit düzeylerine bağlı olarak farklı derecelerde etkilenmelerin görüldüğü belirtilmektedir (Fan et al., 1987, Camargo et al., 2005, Hamlin, 2006,).

İlk defa 1939 yılında Amerika Birleşik devletlerinde taze yulaf samanı yiyen sığırlarda “Yulaf samanı zehirlenmesi” olarak adlandırılan bir hastalık tespit edilmiş daha sonra potasyum nitratın da benzer semptomlar meydana getirdiği ve methemoglobine neden olduğu tespit edilmiştir (Servi,1991).

Nitrat ve nitritler su kaynaklarında olduğu gibi, insanlar tarafından tüketilen sebze-meyvelerde ve hayvan yemlerinde de yüksek oranda bulunabilir. Ayrıca çeşitli bileşikleri et ve süt ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Sebze ve yem bitkilerinde nitratın birikmesi türler arasında önemli farklılıklar gösterdiği gibi iklim koşulları (kuraklık ve don olayları gibi), zararlı ot mücadelesinde kullanılan herbisitler, toprağın azot ve fosfor içeriği, bitkilerin genç oluşu ve ışık yetersizliği gibi çeşitli farklılıklar sebze ve yem bitkilerinde nitratın birikimini etkileyen önemli faktörlerdendir.

Gıdalarda yüksek miktarda nitrat bulunması durumunda nitratın nitrite indirgenme hızı, nitritin amonyağa indirgenme hızından daha yüksek olmakta ve oluşan nitrit kana geçerek sağlık üzerine çeşitli etkiler meydana getirmektedir. Bu etkiler şöyledir:

1. Kanda hemoglobinin methemoglobine dönüşmesi sonucu dokulara yeterli oksijenin iletilmemesi (Anoksiya). Özellikle 3-6 ay bebeklerde
2. Kan basıncında aşırı düşmeye bağlı hemodinamik bozukluklar
3. Kanserojenik etkiye sahip nitrozaminlerin şekillenmesi

Hemoglobinin methemoglobine dönüşümü normal şartlarda organizmada meydana gelen bir reaksiyondur ve alyuvarlarda bulunan redüktaz enzimi oluşan methemoglobini tekrar hemoglobine dönüştürür. Ancak özellikle yeni doğanlarda enzim sisteminin tam olarak şekillenmemesinden dolayı nitrat alımı methemoglobin riskini daha da artırmaktadır (Servi,1991).

Sularda 45 ppm'den fazla miktarda nitrat bulunması bebeklerde akut zehirlenmelere yol açabilir (Fan et al., 1987). Amerika Çevre Koruma Ajansı (USEPA) bebeklerde methemoglobinden korumak amacıyla içme sularında Nitrat konsantrasyonunu 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ olarak belirlemiştir (Yang et al., 2007). Ülkemizde Türk Standartları TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre içme sularında Nitrat için limit değer 50 mg/l olarak belirlenmiştir.

Son yıllarda yapılan pek çok çalışma nitrat ve nitritin kanserojen bir etkiye sahip olabileceğini bildirmektedir. Bu çalışmalar daha çok coğrafi korelasyon çalışmaları, case-control teknikleri ve epidemiyolojik verilere dayalı çalışmalardır (Forman., 1989). Canlılarda kanserojen etkiye sahip olan nitrozaminlerin başlıcaları; dimetilnitrozamin (NDMA), dietilnitrozamin (NDEA), nitrozoprolidin (NPyr) ve nitroozopiperidin (NPIP), nitrosoprolin (NPRO)'dir (Mirvish, 1995).

Bunun yanı sıra gıdalarla alınan C ve E vitamininin N-nitrozo bileşiklerinin alınmasına bağlı kanser olaylarını azalttığı belirtilmiştir (Chow and Hong, 2002; Mirvish, 2006)

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik kapsamında sınır değer nitrat için 50 mg/l, nitrit için 0,5 mg/l'tir. Avrupa Halkları İçme Suyu Yönetmeliği'nde belirtilen değerler nitrat ve nitrit için sırasıyla 50 mg/l ve 0,5 mg/l, Amerikan Çevre Koruma Ajansı sınır değerleri 45 mg/l Nitrat ve 1 mg/l NO₂-N olarak ve Dünya Sağlık Örgütü kısa süreli maruziyette 50 mg/l, ve 3 mg/l olarak kabul etmiştir. Ayrıca "Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nde nitrat kirliliğine karşı suların korunması amacıyla 50 mg/l nitrat konsantrasyon sınırı bulunmakta olup bu standardı aşan alanlar hassas alan olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 1. 1. İçme Sularında Nitrat ve Nitrit Parametreleri için Limit Değerler

	Parametre		
	Birim	Nitrat (NO ₃ ⁻)	Nitrit (NO ₂ ⁻)
İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 2005	mg/l	50	0,5
TS, 266 (Türk Standartları)	mg/l	50	0,5
WHO (Dünya Sağlık Örgütü)	mg/l	50	3
Avrupa Birliği İçme Suyu Standardı	mg/l	50	0,5
USEPA	mg/l	45	1

2. AZOT HAKKINDA GENEL BİLGİLER ve ÇEVRESEL ÖNEMİ

Azot, periyodik cetvelde N simgesi ile gösterilen, atom numarası 7 olan, renksiz, kokusuz, atıl bir elementtir. Doğadaki mikro ve makro canlıların hayatını devam ettirebilmesi için gerekli önemli bir maddedir. Azot, proteinlerin ve DNA'nın önemli bir bileşenidir. Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için oksijen ve karbondioksit ihtiyacı duydukları gibi, büyümeleri için de azota (N₂) ihtiyaç duyarlar. Canlı vücudunda özellikle nükleik asitlerin, proteinlerin ve vitaminlerin yapısında %15 oranında bulunmaktadır. Azotun üç biyolojik formundan biri olan protein, tüm organizmaların temel bileşenidir. Canlıların hücre duvarı bileşeni olan kitin ve peptidoglisyanlar ile DNA ve RNA gibi nükleik asitler ise azotun diğer biyolojik formlarıdır. Azotun seçilmiş özellikleri Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Çizelge 2. 1. Azotun Periyodik Cetveldeki Yeri ve Temel Özellikleri

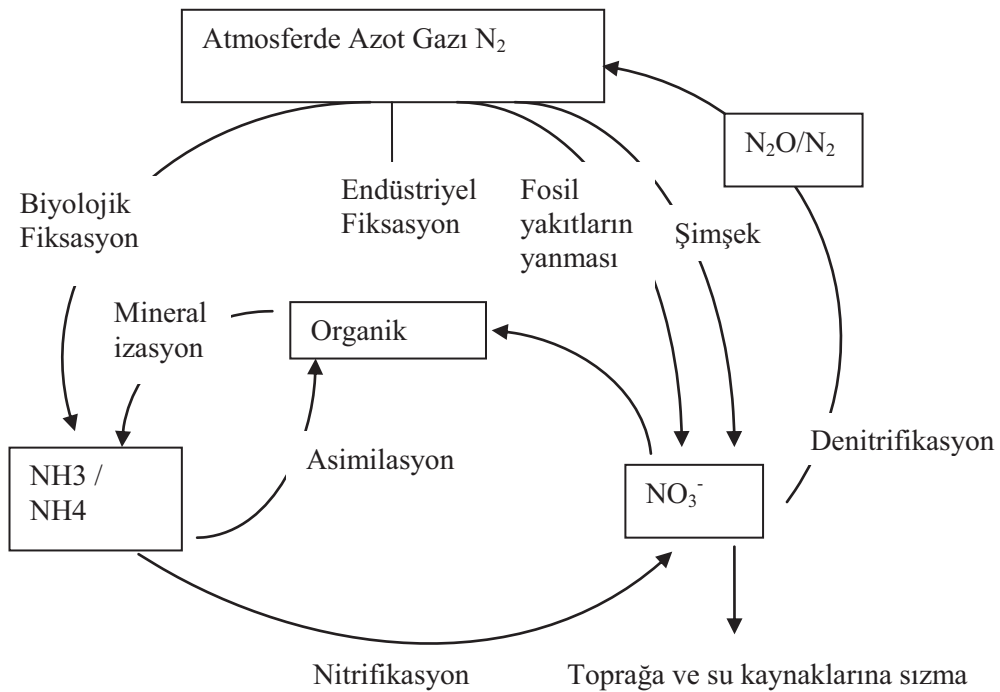
Atom Numarası ve Sembolü	7 N
Element Serisi	Ametaller
Grup,periyot,blok	15,2,p
Görünüşü	Renksiz
Atom Ağırlığı	14,0067(2) g/mol
Elektron Dizilimi	1s ² 2s ² 2p ³
Maddenin Hali	Gaz
Yoğunluk	0,001251 g/cm ³
Sıvı Haldeki Yoğunluk	0,000808 g/cm ³
Ergime Noktası	-210,00 °C
Kaynama Noktası	-195,79 °C
Ergime Isısı	0,720 kJ/mol
Buharlaştırma Isısı	5,57 kJ/mol
Isı Kapasitesi	29,124 (25 °C) J/(mol·K)
Kristal Yapısı	Hegzagonal
Yükseltgenme Seviyeleri	±3, 5, 4, 2 (kuvvetli asidik oksit)
Elektronegatifliği	3,04 Pauling ölçeği
İyonlaşma Enerjisi	1402,3 kJ/mol
Atom Yarıçapı	65 pm
Kovalent Yarıçapı	75 pm
Van der Waals Yarıçapı	115 pm
Isıl İletkenlik	0,02583 W/(m·K)

(wikipedia, 2012)

Azot, atmosferde yaklaşık % 80 oranında gaz formda bulunurken, toprakta ise organik madde, kayalar ve minerallerde bitkilerin direk kullanamayacağı formlarda bulunmaktadır. Bu kaynaklardaki azottan canlıların yararlanabilmeleri için azot döngüsünde yer alan azot fiksasyonu, immobilizasyon, amonifikasyon, nitrifikasyon ile nitratın asimilasyon, disimilasyon ve denitrifikasyon gibi redüksiyon olaylarının gerçekleşmesi gerekir (Kızıloğlu, 1999).

2.1. Azot Çevrimi

Azot çevrimi yaşamın sürekliliğini sağlayan doğal bir süreçtir. Bu döngüde azot bileşikleri sürekli olarak topraktan canlılara ve sonra tekrar toprağa geri dönerler. Döngüde bir miktar azot, gaz formda atmosfere gider ve sınırlı sayıda mikroorganizma ve doğal olaylarla tekrar döngüye geri alınır. Canlılar havadaki bu azotu, ihtiyaçları olmasına rağmen doğada bulunduğu gibi bünyelerine alamazlar. Bu gazın bir şekilde canlıların kullanabileceği hale dönüştürülmesi ve canlılar tarafından tüketilmesi ve bir döngü şeklinde atmosfere geri dönmesi gerekmektedir. Bu aşamada görevli çok çeşitli bakteri ve mikroorganizma grupları bulunmaktadır.



Şekil 2. 1. Yerkürede Azot Döngüsü (L'Hirondel,2002)

Azot gazının çeşitli şekillerde bağlanarak kullanılabilir bileşikler haline dönüşmesi fiksasyon olarak tanımlanır. Azot, sınırlı sayıda organizma tarafından gaz fazında kullanılabilirdiğinden ekosistemdeki canlıların yararlanabilmesi için öncelikle atmosferik azot gazının inorganik formda fikse edilmesi gerekmektedir. Fiksasyon sonucu elde edilen inorganik form genellikle amonyak ve nitrattır. Dünyadaki azot fiksasyonu, canlı organizmalar tarafından (Rhizobium, Azotobacter, Oscillatoria, Anabeana) biyolojik süreçlerle gerçekleşebildiği gibi, fizikokimyasal (şimşek, yıldırım gibi etkenlerle) ve endüstriyel süreçlerle (sentetik nitratlı gübre üretimi) de gerçekleşmektedir. Yapılan hesaplamalara göre yıllık azot fiksasyonunun en önemli miktarını biyolojik fiksasyon oluşturmaktadır. Gübre üretimi ile yapılan sunni fiksasyon, biyolojik fiksasyonun yaklaşık yarısı; şimşek, yıldırım ve yanardağ hareketleri gibi fizikokimyasal yolla oluşan fiksasyon ise yaklaşık 1/8'i kadardır.

Biyolojik fiksasyon yapan Rhizobium cinsi bakteriler, bazı baklagillerin kökünde simbiyotik olarak yaşamaktadır. Sucul ekosistemlerdeki biyolojik azot fiksasyonunun önemli bir kısmı Anabeana ve Oscillatoria cinsi mavi-yeşil algler tarafından gerçekleştirilmektedir. Toprakta ise Azotobacter ve Clostridium cinsi bakteriler önemli derecede biyolojik fiksasyonu gerçekleştiren canlılardır. Biyolojik azot fiksasyonu, Rhizobium cinsi bakteriler gibi baklagil bitkileriyle ortak yaşama sonucu yine toprakta ve bazı tropik bitkilerin yapraklarında serbest yaşayan bakteriler ile mavi-yeşil algler, aktinomisetler tarafından veya kimyasal olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında H₂ gazı ile NH₃ 'a indirgenmesi şeklinde meydana gelmektedir (Kızıloğlu, 1999).

Fiksasyona uğramış olan azotun, diğer canlılar tarafından kullanılabilmesi için, öncelikle bitkiler tarafından alınarak özümlemesi (organik bünyeye katılması) gerekir. Fiksasyona uğrayarak toprağa ve suya katılan Nitrat (NO₃) formundaki inorganik azot, suda çözüldükten sonra bitkiler tarafından alınabilir. Bitkiler tarafından alınan nitrat, protein, aminoasit ve nükleik asit gibi biyomoleküllerin üretiminde kullanılır. Böylece azot biyotik çevreye taşınarak bitkilerden beslenme yoluyla tüm canlılara ulaşmış olmaktadır. Azot, bitkiler ve hayvanlar atık ürettiklerinde ya da öldüklerinde, ayrışma yoluyla tekrar toprağa dönerek toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri tarafından nitrit veya nitrat tekrar azot gazına dönüştürülür. Böylece azot tekrar atmosfere karışır.

Çeşitli kaynaklardan atmosfere katılan azot miktarları Çizelge 2.2'de verildiği gibidir.

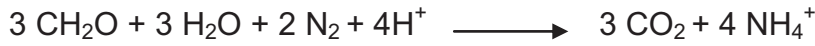
Çizelge 2. 2.Tahmini Küresel Azot Fiksasyonu (MMt-N)

KAYNAKLAR	1960	1990
Baklagiller	30	40
Fosil Yakıt Emisyonları	10	15
Gübreleme	20	80
Toplam	60	145
Doğal Azot Fiksasyonu	80-130	80-130

(Hatfielf and Follet, 2001)

2.1.1. Biyolojik Azot Fiksasyonu

Atmosferdeki elementel Azot gazının (N₂) simbiyotik ve non-simbiyotik mikroorganizmalar tarafından organik azot formuna fiksasyonuna biyolojik azot fiksasyonu denmektedir.



Bu organizmalar arasında en bilinen simbiyotik organizmalardan *Rhizobium* cinsi bakteri ve non-simbiyotik olarak serbest yaşayan bakteri türleri *Azotobacter*, *Clostridium* ile mavi-yeşil alglerdir.

Simbiyotik yaşamda, karbonhidrat üretmek için güneş ışığına ve klorofile ihtiyaç duyan bir organizma, bakteri için kullanılabilir karbonları temin etmekte, bakteri ise bu yolla kazandığı enerji ile atmosferdeki azotu, Amonyak (NH₄), amino asit vd. bitkiler için kullanışlı azot formuna çevirmektedir (Hatfielf and Follet, 2001).

Dünya üzerinde global olarak biyolojik azot fiksasyonunun miktarının, yılda yaklaşık 17x10⁷ ton olduğu bilinmektedir. Bu miktar dünya yüzeyinde fikse edilen azotun %70'ini kapsamaktadır. Bunun %50'sini ise simbiyotik azot fiksasyonu oluşturmaktadır (Kızıloğlu, 1999). Simbiyotik olarak azot fikse eden bakteriler; baklagil bitkilerinin köklerinde yaşayan bakteriler, baklagil olmayan bitkilerin köklerinde ve üzerinde yaşayan bakteriler ve bazı bitkilerin yapraklarında yaşayan bakteriler olmak üzere üç grupta toplanmıştır.

Toprak ve su ekosistemlerinde serbest olarak yaşayan nitrogenaz enzimine sahip mikroorganizmalarca atmosferin moleküler azotunun fiksasyonuna nonsimbiyotik

azot fiksasyonu denir. Bu şekilde azot fikse eden organizmalar dört grupta toplanmıştır;

1. Heterotrofik bakteriler (Azotobacter, Clostridium, Achromobacter, Azotomonas, Beijerinckia, Pseudomonas, Bacillus polymyxa cinsleri)
2. Kemoototrofik bakteriler (Methanobacillus amelienskii türü)
3. Mavi-yeşil algler {Anabaena, Anaboenopsis, Aulosira, Calothrix, Cylindrospermum, Nostoc, Tolypotrix cinsleri}.
4. Fotosentetik bakteriler (Chlorobium, Chromatiuni Rhodomicrobium, Rhodopseudomonas, Rhodospirillum cinsleri)

2.1.2. Mineralizasyon ve İmmobilizasyon

Protolitik enzimlere sahip toprak heterotrof mikroorganizmalar tarafından proteinlerin, aminoasitlerin ve nükleik asitlerin, önce aminlere (aminizasyon), aminli bileşiklerin de inorganik form olan NH_4 'a indirgenmesi (amonifikasyon), organik azotun mineralizasyon sürecini oluşturmaktadır. Amonifikasyon sonucu oluşan NH_4 azotu, toprak kolloidlerinin yüzeylerinde tutulabilir ve kil minerallerinin kristal üniteleri arasına girerek fiksasyona uğrayabilir. Aynı şekilde NH_4 azotu, toprak organik maddesi ile kitin- NH_2 kompleksleri oluşturabilir, yüksek oranda NH_3 buharlaşması meydana gelebilir, bitkilerin kökleri ile alınabilir, heterotrof mikroorganizmalar tarafından gelişmeleri için kullanılabilir ve bazı ototrof mikroorganizmalar tarafından da nitrifikasyon sürecinde enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Azotun immobilizasyonu, NH_4 'ün amino asitlerle birleşmesi sürecidir ki bu süreç inorganik azotun organik şekle dönüşmesi anlamına gelmektedir. Toprak mikroorganizmaları tarafından ayrışmanın ilk aşamasında eğer toprak organik maddesinin C:N oranı 30 dan büyükse azotun net immobilizasyonu, C:N oranı 20'den az ise net mineralizasyonu meydana gelmektedir (Kızıloğlu, 1999).

İnorganik azot bileşikleri olan amonyum ve nitratlar çeşitli yollarla topraktan uzaklaştırılır;

1. Bitkiler tarafından alınım
2. Mikroorganizmalar tarafından özümleme (immobilizasyon)
3. Uçucu bileşikler şeklinde atmosfere karışma
4. Sızma sularıyla topraktan yıkanma

2.1.3. Nitrifikasyon

Azot döngüsünün en önemli aşaması olan nitrifikasyon aşamasında; amonyaklaşma süreci içinde oluşan amonyum iyonları bir yandan bitki besin maddesi olarak tüketilirken, öte yandan oksijen ve diğer parametrelerce optimum şartların sağlandığı ortamlarda belirli mikroorganizmalarca nitrit ve sonrasında nitrate yükseltgenir. Nitrifikasyonda yer alan mikroorganizmalar Nitrosomonas, Nitrosococcus oceanus, Nitrosospina briensis (Amonyumu nitrite dönüştürenler) ve Nitrobacter, Nitrosococcus mobilis (nitriti nitrate dönüştürenler)'dir (Sivri, 1993).



Nitrifikasyon sürecini etkileyen pek çok faktör vardır. Ortam koşulları göz önüne alındığında nitrifikasyonun gerçekleşmesi için ortamın aerobik olması gerekmektedir. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu 0,3 mg./l'nin altına düşene kadar nitrifikasyon devam edebilmektedir. pH'ın 5'ten düşük olduğu ortamlarda nitrifikasyon hızı düşmektedir. Sıcaklıktaki mevsimsel ve günlük değişimlerden nitrifikasyon bakterilerinin metabolik aktivitesi etkilenmektedir. Saf kültürlerde optimum sıcaklık 25 – 35 °C arasındadır. Sıcaklık oksijenin sudaki çözünürlüğünü de etkilediğinden nitrifikasyonu dolaylı olarak etkilemektedir (Başer, 2006).

Nitrifikasyon suda olduğu gibi sedimentte de gerçekleşebilir. Sedimentte nitrifikasyon, sedimentin 5 cm'lik üst kısmında gerçekleşir ve oluşan nitrat, sediment üstündeki suya ya da sedimentin anoksik bölgesine difüze olmaktadır. Sedimentteki nitrifikasyon bakterilerin dağılımı çözünmüş oksijen difüzyonuna bağlı olarak farklılık gösterir. Bentik makrofitler kökleri ile sedimentin derin katmanlarına oksijen yayarak nitrifikasyonu harekete geçirerek denitrifikasyon için ekstra nitrat sağlamaktadır (Başer, 2006).

Nitrifikasyon bakterileri çeşitli çevresel faktörlerden etkilenirler. Nitrifikasyon düşük sıcaklık, düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu, tuzluluk, organik ve inorganik maddelerin fazla olması, pH'ın fazlalığından etkilenirler. Ayrıca yüksek nitrit konsantrasyonu da nitrifikasyonu inhibe eden bir faktör olabilir (Başer, 2006).

2.1.4. Denitrifikasyon

Nitrat formundaki azotun anoksik ortamda azot gazına redüksiyonuna denitrifikasyon denir. Denitrifikasyon bakterileri azot fiksasyonu ve nitrifikasyonu gerçekleştiren bakterilerin aksine azotu tekrar atmosfere döndürür. Bu dönüşümü gerçekleştiren bakteriler;

Heterotrof bakteriler; Pseudomonas denitrificans, Bacillus nitroxus

Ototrof bakteriler; Thiobacillus denitrificans, Micrococcus denitrificans

Fakültatif bakteriler; Achromobacter

Nitratın indirgenmesini iki adımda gerçekleştirirler. Birinci adımda nitrat nitrite ve daha sonra nitrik oksit, nitroz oksit ve azot gazı oluşur. Bu işlem sürecinde oluşan son üç ürün (NO, N₂O ve N₂) gaz formundadır ve doğrudan atmosfere salınmaktadır. Nitratın indirgenme reaksiyonu kısaca şöyledir;



Denitrifikasyon sistemlerinde çözülmüş oksijen kritik parametredir. Reaksiyon sırasındaki pH'da artış olacağından alkalinite meydana gelir. Farklı bakteriler için optimum pH aralığı 7-8'dir (Başer, 2006).

Denitrifikasyon hızı sıcaklık, pH, redoks potansiyeli, çözülmüş oksijen, organik madde ve nitrat konsantrasyonu gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Su ortamlarında azot çevrimini etkileyen diğer bir süreç nitrat amonifikasyonudur. Nitratın azalması halinde heterotrof bakterilerin nitratı amonyuma indirgemesi olarak bilinen bu süreç denitrifikasyona alternatif bir süreç olarak değerlendirilir. Azotun sistemde kaybolmaması ve kolayca kullanılabilir bir azot formuna dönüşmesi nedeniyle ortamın besi maddesi açısından zenginleşmesine sebep olur (Başer, 2006).

2.2. Azot Formları

Azot, döngü içerisinde ortam şartlarına göre çeşitli formlarda sürekli değişime uğrar. Sularda ve atıksularda bulunan başlıca azot bileşikleri azalan oksidasyon kademesine göre nitrat azotu (NO₃-N), nitrit azotu (NO₂-N), amonyak azotu (NH₃-N) ve organik azot (Org-N) şeklinde sıralanmaktadır. Bu azot türlerinin yanı sıra azot gazı (N₂-N) da azot çevriminde yer almaktadır. İçme suyunda bulunan organik

azot ve amonyak konsantrasyonu yeni bir kirlenmenin göstergesidir. Sularda yüksek konsantrasyonda nitrat ve daha düşük konsantrasyonda amonyak düzeyleri kirlenmenin bulunduğunu, fakat belirli bir zaman geçtiğini gösterir (http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca_CevreKirliligi_Bolum_5.pdf ; 18.09.2012). Azot çevriminde bulunan türler, biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda birbirlerine dönüşebilmektedir.

Azotun bu formlarının temel kaynakları ve mevcut etkileri Çizelge 2.3'de özetlenmiştir.

Çizelge 2. 3. Azot Formları

FORMU	KAYNAK	KULLANIMI	ETKİSİ
Azot Gazı (N₂)	Atmosfer	Gübre üretimi,dondurucu (soğutucu),patlayıcı özelliği olmayan madde, elektronik üretimi, petrol endüstrisi	Zehirli olmayan inert bir gazdır.
Amonyak Gazı NH₃	Hayvan atıklar, Gübrelenmiş topraklar, kompostlama, katı atık depolama alanları	Temizlik ürünleri, nitrik asit üretimi	Toprak asidifikasyonu, sularda ötrofikasyon
Amonyum NH₄⁺	Topraktaki organik maddelerin parçalanması, atıksu arıtımı, hayvan atıkları	Gübrelerin bileşenleri, bitki besi maddeleri	Toprak asidifikasyonu, sularda ötrifikasyon
Nitrit NO₂⁻	Nitrifikasyonda bir ara üründür, kısa sürede nitrat forma geçer.		Canlılar için toksik
Nitrat NO₃⁻	Hayvansal atıklar, kanalizasyon suları, gübreler	Azotun bitkiler tarafından kullanılan temel formu	Nehirler ve göllerde ötrifikasyon. İçme suyunda toksik etki
Azotoksit Gazı N₂ O	Karayolu ulaşımı, güç üretimi, endüstriler, kanalizasyon arıtımı, hayvansal atıklar, topraktaki denitrifikasyon	Anestezik, besin depolanmasında antioksidan olarak, roket yakıtı	Sera gazı

2.3. Kirletici Olarak Nitrat Kaynakları

Nitrat yeraltı sularında ve yüzey sularında doğal olarak veya antropojenik kaynaklı olarak bulunmaktadır. Bitkisel ve hayvansal atıkların parçalanması, katı atık deponi alanlarından gelen sızıntı sular, evsel ve endüstriyel kaynaklı atıksular (nitrik asit, azotlu gübre endüstrileri vs.), tarımda gübre kullanımı ve sulama yüzey

akış suları, yüzey ve yeraltı sularında nitrat kirlenmesinin temel kaynaklarını oluşturur (Keskin, 2009).

Kaynaklar doğal ve antropojenik olarak sınıflandırılabilirdiği gibi kirleticilerin çevreye verilmiş şekline bağlı olarak noktasal ve noktasal olmayan yayılı kaynaklar olarak da ayrılabilir.

Noktasal kaynaklara evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, gaz depolama tankları, endüstriyel alanlar, çöp ve kimyasal atık depolama alanlarından kaynaklanan sızıntılar örnek olarak verilebilir.

Noktasal olmayan kirletici kaynaklar ise noktasal kaynaklar ile karşılaştırıldığında daha geniş alanlarda çevre kirliliğine neden olabilen ve oldukça geniş alanları etkileyebilen kaynaklardır. Örnek olarak, tarımsal alanlarda pestisit ve gübrelerin geniş alanlara aşırı miktarda ve zamansız uygulanması sonucu yayılması ve yüzeyden yıkanarak su kaynaklarına sızması veya kanalizasyon sistemlerinden, septik tanklardan kaynaklanan sızıntılar verilebilir.

2.3.1 Doğal Kaynaklar

Yüzey akışıyla sulara karışan azot bileşikleri doğal azot yükünün önemli bir bileşenini oluşturur. Tarımsal sulama ve gübreleme tekniklerindeki hatalar sonucu oluşan fazla nitratın yanı sıra evsel ve endüstriyel atıksularından veya hayvansal atıklardan kaynaklanan nitrat, doğrudan deşarj veya topraktan sızıntı yoluyla yüzey ve yeraltı suyuna geçebilir. Nitrat kontrol stratejilerinin uygulanmadığı sahalarda, çoğunlukla akiferin yapısı ve özelliklerine de bağlı olarak yeraltı suyunda ve yüzey sularında nitrat kirliliği gözlenebilmektedir. Yeraltı suyu kaynakları bakımından diğer akiferlere göre daha çok su potansiyeli olan karstik akiferlerde, genellikle hızlı, kayalarla kısa süre temas eden bir dolaşım vardır. Bu sebepten, karstik akifere bir kirlilik girişi olduğunda, doğal tutunum az gerçekleşebilmektedir (Polat vd., 2007).

Diğer bir kaynak yağış sularıdır. Antropojen etkilerden uzak bölgelerdeki yağış sularının getirdiği azot yükleri de doğal azot kaynaklarına örnek olarak verilebilir.

2.3.2. Antropojenik Kaynaklar

Doğal kaynaklar çoğunlukla yayılı kaynak tipinde olmakla birlikte antropojen kaynaklar çoğunlukla noktasal kaynak biçiminde olabilmektedir. İnsanların

müdahelesi sonucunda oluşan bu kirletici kaynaklardan yayılı kaynaklar arasında gübreleme, hayvancılık, sulama tarımsal faaliyetler, septik tanklar, kanalizasyon vs örnek olarak sayılabilir. Noktasal kaynakların başında ise endüstriyel faaliyetler, düzensiz depolama sahaları, büyük ölçekli hayvan çiftlikleri bulunmaktadır.

Antropojenik kaynakları 3 alanda inceleyebiliriz.

1. Evsel Kaynaklar
2. Endüstriyel Kaynaklar
3. Tarımsal Kaynaklar

2.3.2.1 Evsel Kaynaklar

Evsel kirletici kaynakların başında kanalizasyon şebekeleri ve septik tanklar gelmektedir. Kanalizasyon borularında çeşitli sebeplerle hasar görme ve bozulmalar nedeniyle sızmalar olur. Kanalizasyondan meydana gelen sızıntılar yer altı sularına organik, inorganik veya bakteriyel kirleticiler olarak katkıda bulunmaktadır.

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. Akıntılardaki amonyum iyonları nitrata okside olabilir toprak yüzeyinin altındaki septik tanklara absorpsiyon ile iletebilir ve nihai olarak yeraltı suyuna ulaşabilir (Çakmak, 2007).

Kentsel atıksu arıtma tesislerinin çıkış suları da önemli bir kirletici kaynak olabilmektedir. Amerika'da arıtılmamış atıksuların azot türleri bakımından miktarları Çizelge 2.4'de verilmektedir.

Çizelge 2. 4. Arıtılmamış Atıksularda Azot Değerleri

Azot Türü	Derişim	Kişi başına Yükleme Hızı (g/gün.kişi)
Azot	40 (20-85)	23
Organik Azot	15 (8-35)	8,5
Serbest Amonyak	25 (12-50)	14,2

(0,57 m³/gün.kişi debiye göre belirlenmiştir.) (Göncü, 2001)

Klasik biyolojik arıtma tesislerinde atıksulardaki toplam azotun %40 kadarı giderilebilir (Göncü, 2001).

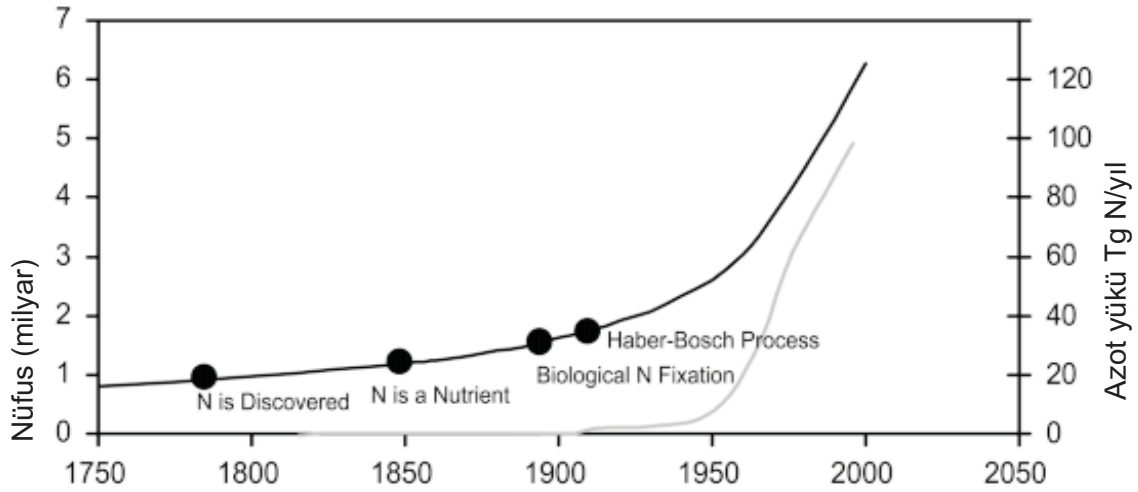
2.3.2.2 Endüstriyel Kaynaklar

Bazı endüstri kuruluşları da azot yükü kaynaklarını oluşturur. Bunların içinde en önemlileri, koklaştırma tesisleri, bazı kimyasal endüstriler, yapay gübre ve nitroselüloz fabrikaları gibi, tekstil sanayi, gıda endüstrileri, deri endüstrileri, bira fabrikaları, süt endüstrileri ve mezbahalardır. Bunların yanı sıra azot bileşiklerin kullanıldığı ilaç sanayi, temizlik malzemeleri, kontraplak üretimi, kereste üretimi, tekstil endüstrileri için hammadde, plastik ve metal iyileştirme endüstrileri de örnek olarak verilebilir.

Hayvancılık işletmelerinde oluşan atıklar gerekli önlemler alınmamış ise yeraltı su kaynaklarını kirletebilmektedir. İşletme veya hayvanların bulunduğu alan, geçirgen özellikte bir alanda yer alıyorsa, hayvan altlıkları ya da tabanı yüzeye yakın bir yerde yapılmışsa yeraltı suları çok kolay bir biçimde kirlenebilir. Bir başka hayvancılık faaliyeti de tavukçuluktur. Tavuk gübresi bitki beslemede değerli bir gübre olmakla birlikte azot ve fosfor içermesinden dolayı yeraltı ve yer üstü sularının kirlenmesine sebep olmaktadır.

2.3.2.3 Tarımsal Kaynaklar

Azotun 18. Yüzyılın sonlarında keşfi, 19. yy'da Azot fiksasyonunun keşfi ve bunu takiben, 20. yy sonlarında yapay azot fiksasyonunun bulunması sonucunda, biyokimyasal azot döngüsüne olan insan etkisi ciddi şekilde ortaya çıkmaya başlamıştır. 19. yy ortalarına kadar azotun bitki gelişimindeki rolü henüz belirlenmemiştir. Boussingault (1802-1887) ve Von Liebig (1803-1873) tarafından bitki gelişiminde limitleyici element olduğu teorisi geliştirildi. Ve atmosferdeki azotun biyolojik fiksasyonu sonucunda bitkinin kullanılabilir forma çevrildiği belirlendi. 1913'e gelindiğinde ise Haber-Bosch tarafından geliştirilen bir kimyasal proses sonucu atmosferik N_2 gazı NH_3 'e çevrilmeye başlandı. Amonyak da ya gübre olarak ya da patlayıcılar gibi başka maddelerin üretiminde (Ostwald prosesi ile nitrik asit üretimi) başlangıç maddesi olarak kullanıldı. Bu olay sonucunda, dünya nüfusu hızla artmaya başlamıştır. Diğer pek çok sebep de olmasına karşın gıdaya ulaşabilirliğin artması da bu durumun önemli bir sebebi olarak düşünülmektedir (Galloway and Cowling, 2002).



Şekil 2. 2. Azotun Periyodik Tabloda Bir Element Olarak Keşfi ve Çeşitli Biyokimyasal Proseslerde Rolünün Keşfiyle Birlikte Nüfusta Görülen Artış ve Bunun Yanı sıra Haber-Bosch Prosesinin Keşfi İle Reaktif Azot Miktarındaki Durum (Galloway and Cowling, 2002)

Gelecekte dünya nüfusu artmaya devam edeceğinden bitkisel ürünlerin de artırılması zorunluluk teşkil edecektir. Bu sebeple birim alandan daha fazla ürün alabilmek için gübre kullanımında da artış meydana gelecektir. Halen gübre bütün ülkelerde farklı düzeyde kullanılmakla birlikte en fazla Hollanda ve Japonya'da kullanılmaktadır. Söz konusu bu ülkelerde tarım yapılan topraklarda, hektara 300-400 kg gübre uygulanmaktadır. Tüm dünyada işlenen tarım arazilerinin miktarı 1,5 milyar hektar civarındadır ve yaklaşık yılda 100 milyon ton gübre uygulanmakta olup bu ise oldukça düşük gübre kullanımını göstermektedir (ortalama 70 kg/ha). Son zamanlarda Avrupa'nın çoğu ülkelerinde mevcut gübre kullanımı oldukça yüksektir ve bunun sonucunda olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır (Mikayilov ve Acar, 1998).

Gübre, tarımsal üretimde en önemli girdilerden biridir. Yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşın fazla uygulanması durumunda ise özellikle azot ve fosforlu gübrenin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine, neden olmaktadır. Ayrıca azotlu gübrelerin fazla kullanılması durumunda yapraktaki nitrat miktarı özellikle yaprağı yenen sebzelerde insan sağlığını tehdit edecek düzeye ulaşmaktadır.

Uygulanan kimyasal gübrenin belirli bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmakta, geriye kalan kısım ise yeraltı ve yüzey sularına karışarak insan, bitki ve hayvan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca artan gübre ihtiyacını karşılamak için kurulan üretim tesislerinden, çevreye yayılan atık sular da dikkate alındığında, sorunun ne kadar ciddi boyutlarda olduğu görülmektedir. Bu gübreleri üreten tesislerin atık sularındaki amonyum azotu ve nitrat azotu yönetmelikte belirtilen miktarların çok üstünde bulunmaktadır.

Uygulanan gübreden beklenen yararı elde etmek için gübrenin verilme zamanı, metodu, bitki çeşidi, toprak karakteri, iklim ve topraktaki bitki besin maddesi miktarı gibi verileri de bilmek gerekir. Gübreleme yöntemi ve miktarları; toprak, bitki ve çevre faktörlerine göre değişkenlik göstermektedir. Gerek tür içerisinde gerekse türler arasında habitat ile ilişkili olan nitrat özümleme yeteneğindeki farklılıklar çeşitli araştırmalarda rapor edilmiştir (Högberg et al.). Ayrıca, bitkilerin organları (toprak altı ve toprak üstü) arasında nitrat özümleme yeteneği açısından farklılıklar vardır. Bu nedenle gübre üreticilerinin kullanım yöntemi ve miktarları ile ilgili bilgileri, kullanıcılara iletmelidirler. Kullanılan gübre miktarı yıllara göre değişmekle beraber bazı yıllarda oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ülkemizde ve dünyada azotlu gübre kullanım miktarlarındaki değişim Çizelge 2.5'de verilmektedir.

Çizelge 2. 5. Azotlu Gübre Tüketim Miktarları (milyon ton)

YIL	DÜNYA	GELİŞMİŞ ÜLKELER	GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER	TÜRKİYE
1961	11,78	9,45	2,29	0,037
1970	31,42	23,48	7,93	0,24
1980	60,49	35,37	24,11	0,78
1990	76,77	35,86	42,91	1,2
2000	82,07	29,11	52,95	1,27
2008	98,65	29,24	69,4	1,13

Kaynak: IFA, 2010

Antalya bölgesinde, seralarda kullanılan gübre düzeylerinin ve olası çevresel etkilerinin belirlenmesini amaçlayan bir çalışma yapılmıştır. Anket uygulanacak işletme sayısı 123 olarak belirlenmiştir. Sera üreticilerinin %48'inin eğitim düzeyi ilkökul seviyesindedir. Bu üreticilerin büyük bir kısmının toprak analizi yaptırmadan kimyasal ve organik gübre kullandıkları belirlenmiştir. Eğitim düzeyi arttıkça

kullanılan kimyasal ilaç ve gübre kullanımının azaldığı, toprak analizine verilen önemin arttığı görülmüştür. İncelenen işletmelerin %37'sinin organik gübre ile birlikte 50 kg/da'dan fazla ($N+P_2O_5 +K_2O$) kimyasal gübre kullandıkları tespit edilmiştir. Üreticilerin %61'nin Avrupa Birliği ülkelerinde kullanılan gübre miktarı ile paralel düzeyde gübre kullandıkları, ancak işletmelerin %39'unda, 51-75 kg/da ve bunun üzerinde gübre kullanıldığı belirlenmiştir. Bu miktar Türkiye ortalamasınının 10 katından daha fazladır. Elde edilen sonuçlardan fazla miktarda organik ve kimyasal gübre kullanımının toprak ve su kaynakları için çevresel kirlenici potansiyel faktörler olduğu belirlenmiştir (Atılğan vd., 2007).

Yinelenen ihtiyaç fazlası gübre kullanımı nedeniyle topraklar tuzlulaşmaktadır. Tuzlulaşan toprakların yıkanmasıyla taban suları tuzlulaşmakta, tuzlulaşan sular, tekrar sulama suyu olarak toprağa dönmektedir. Özellikle seracılığın yoğun olarak yapıldığı ve herhangi bir içme suyu iletim hattı bulunmayan yerlerde kuyu suları hem insan hem de hayvan kullanımına sunulmaktadır. Tuzlulaşan kuyu suları başta nitrat olmak üzere çeşitli iyonların yıkanmaları sonucunda, içilebilirlik ve sağlık özelliklerini kaybetmektedirler. Kuyu suyunun halen kullanıldığı bazı büyük illerde bile sudaki nitrat (NO_3) konsantrasyonu, Dünya Sağlık Örgütü'nce(WHO) belirlenen akut sınır değeri olan olan 45 ppm'in üzerine çıkabilmektedir. Bursa ovasında açılmış bir sondaj kuyusunda 16-20 mg/L olan (NO_3) konsantrasyonunun, gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde 110-150 mg/L'e kadar çıktığı belirtilmiştir (Kaplan vd., 1999).

Antalya bölgesinde yürütülen bir çalışmada, suları analiz edilen kuyuların %50'sinin nitrat içeriğinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınırı olan 45 mg NO_3/L sınırının üzerinde olduğu, nitrat içeriğinin sınırın 3 katından daha fazla, 165 mg NO_3/L düzeyine kadar çıkabildiği rapor edilmiştir (Kaplan vd., 1999). Örtü altı yetiştiriciliğinin son derece yaygın olduğu söz konusu bölgede, kuyu sularında belirlenen yüksek nitrat içeriği bu çalışmada belirlenen yüksek dozda gübre kullanımı ile paralellik göstermektedir.

Gıdalarda bulunan nitrat 250 mg/kg'ı, nitrit ise 5 mg/kg'ı aştığında zararlı olmaktadır. Bu sebeple, yanlış gübrelemenin önlenmesi ve bilinçli bir üretim için üniversite ve yardımcı kuruluşlar tarafından, tarımsal yayım ve bilgilendirilme çalışmaları yapılmalı, sulama suyunda kullanılan damla sulama gübreleri ve diğer

kimyasal gübre kullanımına üreticiler açısından sınırlama getirilmelidir (Atılğan vd., 2007).

Karabük Eskipazar ilçesi civarında yapılan bir çalışmada Örencik formasyonundan deşarj edilen sular da nitrat kirliliği araştırılmış ve yüksek oranda nitrat konsantrasyonu la karşılaşılmıştır. Nitratın yansıra Ca ve SO₄ miktarında yüksek olduğu görölmüştür. Kuyu sularında yapılan analizlerde S, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Ga, Br, Sr, Y, I, Ba gibi metallerin de çalışma alanındaki diğer tatlısu kaynaklarına oranla daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Nitrat değerleri minimum 1,2 mg/l olarak görölürken maksimum 135 mg/l tespit edilmiş ortalama değer olarak 48 mg/l olarak bulunmuştur. Çalışmanın yapıldığı bu alanda tarımsal aktiviteler yapılmaktadır ve burdan deşarj edilen sular içmesuyu ve evsel amaçlı kullanılmaktadır. Yeterli kanalizasyon sisteminin mevcut olduğu, herhangi bir maden işletmesini olmadığı, endüstriyel bir merkez olmayan, yakınında katı atık deponi sahası bulunmayan bu alanda nitratın ve diğer iz elementlerin yüksek çıkmasının sebebi olarak tarımsal faaliyetlerde kullanılan kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin yüksek miktarlarda kontrolsüz olarak kullanılması olduğu sonucuna varılmıştır (Keskin, 2009).

Manisa'da yapılan bir çalışmada Eryurt ve Sekin (2001) kuyu sularında nitrat kirliliğinin temel kaynağı olarak gübreleme ve tarımsal aktivitelerin olduğunu tespit etmiştir. Aslan ve Akkaya, (2001) Akdeniz bölgesinde yer alan Urla ve Menemen civarında yeraltı sularında yüksek oranda nitrat kirlenmesinin kaynağının gübreleme ve tarımsal faaliyetler olduğunu rapor etmişlerdir. Bohlke (2002)'e göre tarımsal aktiviteler direk veya dolaylı yollardan yeraltısularında NO₃, N₂, Cl, SO₄, H, P, C, K, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra ve As gibi inorganik kimyasalların konsantrasyonlarını etkilediğini belirtmektedir.

Bu çalışmalara bakılarak aşırı gübre kullanımının ve tarımsal kimyasalların kontrolsüzce kullanımının yüzey ve yer altı suları için önemli bir risk kaynağı olduğunu açıkça görölmektedir.

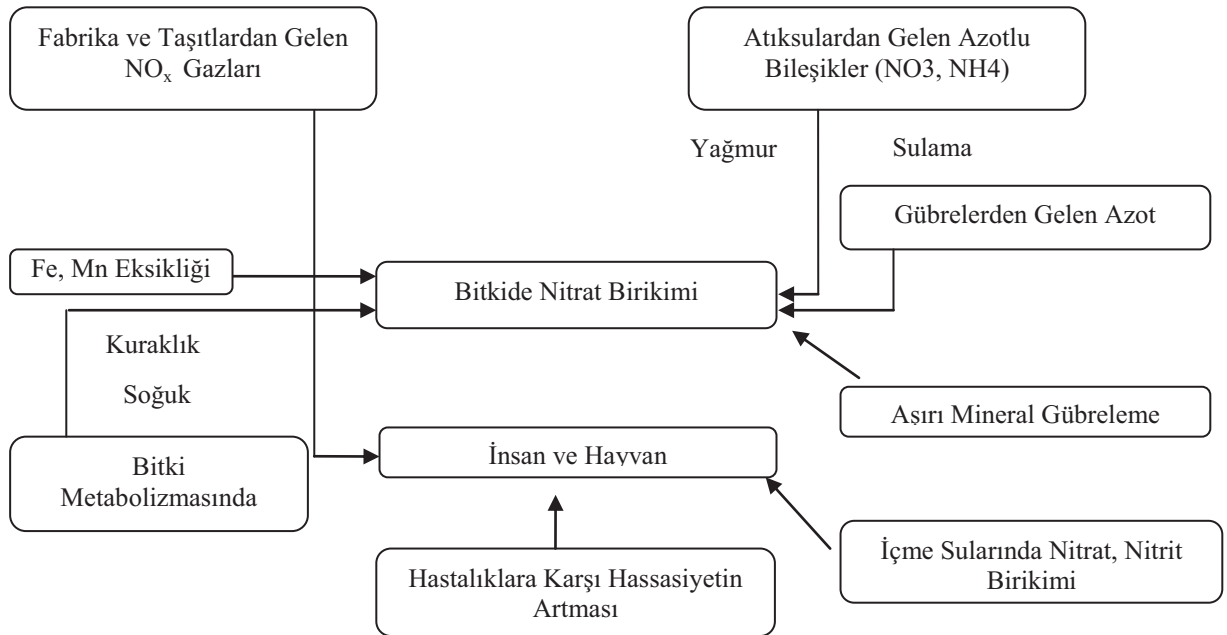
Gübre depoları da tarımsal faaliyetlerden kaynaklı kirlenmelerin sebeplerinden biri olarak kabul edilebilir. Gübre depoları göl ve benzeri su kaynaklarına, akarsulara ve yeraltı sularına karşı potansiyel kirliliği en aza indirecek şekilde konumlandırılması gerekmektedir.

Geniş alanlara yayılabilen kirleticiler arasında nitrat, çevrenin kirlenmesinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Bu konuda yapılan birçok çalışma, tarımsal faaliyetler ve nitrat kirlenmeleri arasında yüksek bir bağlantı ve ilişki olduğunu göstermektedir (Olhan ve Ataseven, 2009).

2.4. Azotlu Bileşiklerin Çevreye Olan Etkileri

Canlılar açısından önemi büyük olan ve yaşamsal bir madde olan azot elementi ekosistemde doğal bir döngü halinde varlığını sürdürür. İnsan müdahalesi olmadığı sürece, kullanılabilir durumdaki azot ile bitki ihtiyacı arasındaki denge, genelde korunmaktadır. Eğer toprakta, ihtiyaçtan fazla miktarda bitkiler tarafından kullanılabilir formda azot bulunursa, çeşitli problemler ortaya çıkar. Bu problemler, indirgenmiş Nitrit (NO_2) ve Nitrat (NO_3) gibi azot formlarının ortaya çıkmasıyla meydana gelir. Bu azot bileşikleri, havada, toprakta ve su kaynaklarında çeşitli şekillerde akümüle olması sonucu çevresel kirletici bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitrat ve nitritin canlı bünyesinde belli konsantrasyonların üzerine çıkması toksik etki oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı bu dengenin korunması oldukça önemlidir.

Nitrat birikiminin kaynakları ve bunun canlı ve çevreyle olan karşılıklı ilişkileri Şekil 2.3'de verilmektedir.



Şekil 2.3. Nitrat Birikiminin Kaynakları ve İnsan, Hayvan ve Bitkilerle Olan İlişkileri (Alçıçek ve Başlar, 1995)

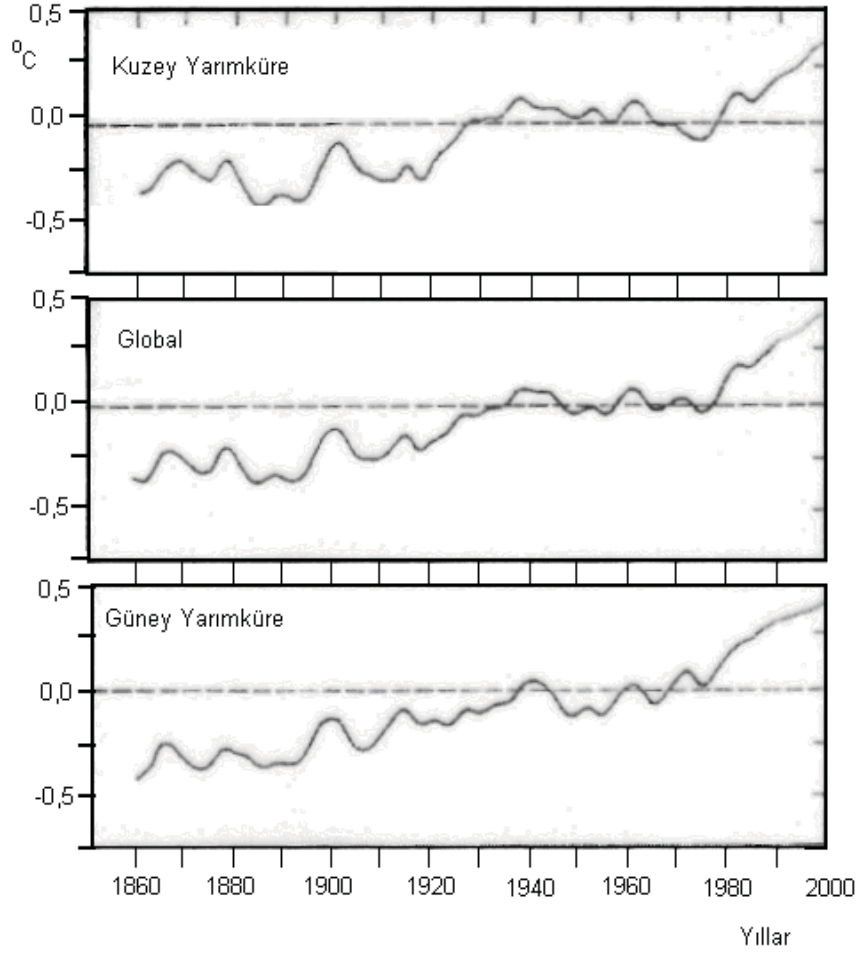
Bitki gelişimi bakımından çok önemli bir besin maddesi olan azot, bitkiler tarafından NO_3 ya da NH_4 formunda alınmakta olup tüm bitki dokularında bulunmaktadır. Bitkilerce alınan nitrat, protein sentezi için temel yapıtaşı olarak kullanılmaktadır. Ancak alınan nitratın çeşitli faktörlerin etkisi ile (kuraklık, soğuk, Fe, Mn, Mo eksikliği, güneşli gün sayısı) parçalanamaması sonucu bitkide nitrat birikimi meydana gelmektedir. Bunun dışında, tarım topraklarında azotlu mineral ve tabii gübrelerin aşırı dozlarda kullanılması bitkide nitrat birikimini destekleyen en önemli faktördür (Alçıçek ve Başlar, 1995).

2.4.1. Hava

Endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin hızlanması ve artan ulaşım emisyonları sonucu özellikle son yıllarda atmosfere yoğun bir şekilde salınan azotlu gazlar, başta ozon tabakası olmak üzere çevre üzerinde tahrip edici etkide bulunmaktadır.

Atmosferde %78 oranında bulunan azot gazı ve %21 oranında bulunan oksijen değişik şartlarda tepkimeye girerek azot oksit ürünler verirler. Bunların başlıcaları, kısaca NO_x da denilen, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO_2)'dir. NO 'nun çevre açısından bir diğer tehlikesi, nitrik asit (HNO_3)'i oluşturmasıdır. Bulutdaki su buharı; su damlası veya kar tanesi şeklinde yoğunlaşarak atmosferden yere inerken azot dioksitle birleşir ve çok güçlü korozif (aşındırıcı) etkisi olan nitrik asit yağmuru oluşturur. Asit yağmurları insan ve çevre sağlığı açısından telafisi güç zararlara yol açabilmektedir. Göller, nehirler ve okyanuslar gibi su kütlelerini ve buralarda yaşayan sucul canlıların hayatını olumsuz etkilemekte, toprak yapısını ve ormanları da tahrip etmektedir. Bina ve inşaatlarda büyük zarara yol açabilmektedir.

Sanayi Devrimi ile beraber atmosferde birikmeye başlayan başta CO_2 olmak üzere, diğer sera gazlarının, Metan (CH_4), Azot Oksit (NO) ve klorofloro karbonlar (CFC_s) vd., yeryüzünden yansıyan uzun dalgalı ışınları tutması nedeniyle ortalama yüzey sıcaklıklarında belirgin bir artışa neden olurlar. Nitekim son yüzyılda küresel sıcaklıkta $0,8 \text{ C}^\circ$ lik bir artış olmuştur (Öztürk, 2002)



Şekil 2. 4. Küresel Sıcaklıktaki Artış (Öztürk, 2002)

NO_x'ların en önemlilerinden olan Azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) yüksek konsantrasyonlarda (> 50 ppm) toksin ve öldürücü etki gösterirler. Ancak atmosferdeki konsantrasyonları bu seviyenin çok altında olduğundan, esas olarak akciğer ve solunum sistemi üzerinde olumsuz etkilerinden söz edilebilir (Brohi ve Karaman, 1995).

NO_x'ların başlıca kaynakları, kömür ve petrol gibi karbonlu fosil yakıtların yanması ve orman yangınlardır. Fosil yakıtların yanmasıyla motorlu araçların egzoz borularından ve fabrika bacalarından atmosfere karışan azot NO'yu oluşturur. Renksiz bir gaz olan NO, çok kolay bir şekilde oksitlenmek suretiyle NO₂'e dönüşebilmektedir (Brohi ve Karaman, 1995).



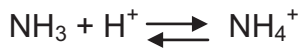
Kırmızı kahve renkli, keskin ve nahoş kokulu, kuvvetli zehir etkisinde bir gaz olan NO₂ bitkilerde çeşitli olumsuz etkilere neden olur. Bu gazın etkisiyle bitkilerde

ortaya çıkan belirtiler, yaprak kenarlarında kahve ve koyu kahve renkli yanmalar ve lekelerdir. İleri aşamalarda yapraklar solmakta, klorofil ve nişasta yok olmakta ve karotinler parçalanmaktadır. Genellikle 50 mg NO₂/m³ konsantrasyonun bitkiler için zararlı olduğu, 30 mg NO₂/m³ konsantrasyonun ise insanlar için sınır değer olduğu belirtilmektedir (Brohi ve Karaman, 1995).

2.4.2. Su Kaynakları

Yüzeysel su kaynaklarına ulaşan azotlu maddeler, karbon ve fosfor gibi genelde aynı kaynaklı sayılabilecek diğer besleyici maddelerle birlikte; bu su ortamlarında aşırı beslenme olarak tanımladığımız “ötrofikasyon” olayına neden olurlar. Aslında göl veya benzeri körfez kesimlerinde ortaya çıkan bu olay doğal bir proses olup; ötrofiye olmuş (kirlenmiş) göllerde, klorofilli bitkisel tek hücreliler yani algler başta olmak üzere çeşitli mikroorganizmaların aşırı üremeleri, daha sonra ölüp dibe çökerek dip çamurunun sürekli yükselmesi ile sonuçlanır. Dip çamurunun yükselmesi göl ve körfezlerin giderek bir bataklığa dönüşmesine yol açtığı gibi, aşırı üreme nedeni ile bulanıklaşan su kütlesi güneş ışığının geçmesine engel olacağından oksijen üretimi sadece üst tabakaya ait bir özellik haline gelecektir.

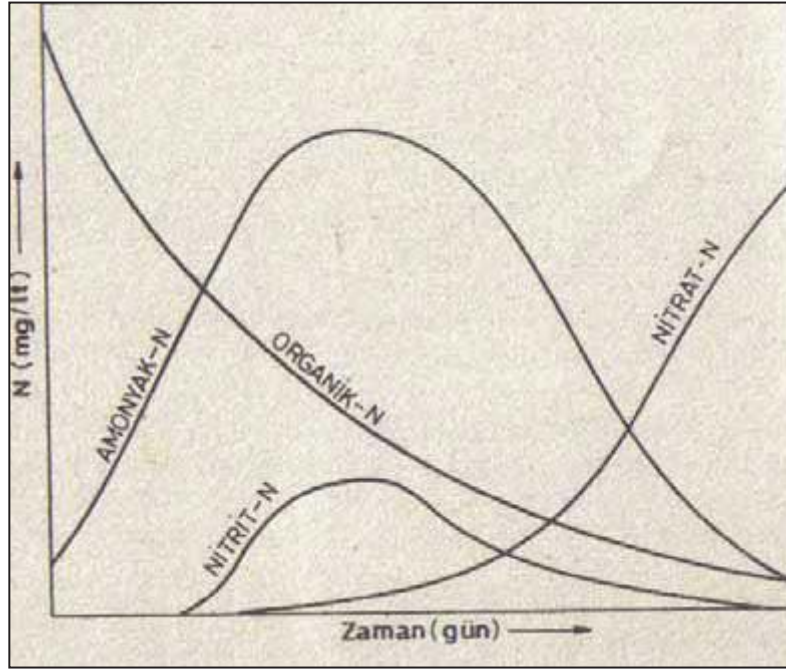
Sularda azot bileşiklerinin fazla olması balık hayatı ve diğer sucul yaşam üzerinde de toksik etki yapmaktadır. İyonize olmamış amonyağın toksik etkisinin bulunduğu, amonyum iyonunun ise böyle bir etkisinin olmadığı bilinmektedir. Bu ikisi arasında pH'ya dayanan bir ilişki vardır.



0,2 mg/l 'nin üstündeki serbest amonyak çeşitli balık türlerinde ölüme sebebiyet verebilir. Güvenlik faktörleri de göze alındığında serbest amonyağın alıcı ortamlarda 0,02 mg/l 'yi aşmaması istenir. pH'nın 8'den küçük ve amonyak azotu konsantrasyonunun 1 mg/l'den az olduğu durumlarda amonyak toksitesinin alıcı ortamlarda sorun oluşturmadığı belirlenmiştir(Samsunlu, 2008).

İçme ve kullanma sularıyla yüzeysel suların ve kirlenmiş su kütlelerinin içerdiği organik ve anorganik bileşiklerin ölçümü pek çok açıdan önem taşımaktadır. İçme suyunda bulunan NH₃ konsantrasyonu muhtemel yeni bir fekal kirlenmeyi işaret edebilir. NO₃⁻ bulunması ise daha eski bir kirlenmeyi gösterir. Özellikle sularda

organik azot varlığı doğrudan fekal kirlenme sonucu olabilir. Sularda zamana bağlı çeşitli azot bileşiklerinin konsantrasyon değişimi Şekil 2.5'de verilmektedir.



Şekil 2. 5. Kirlenmiş sularda azot formlarının aerobik şartlarda zamanla olan değişimi (Samsunlu, 2008)

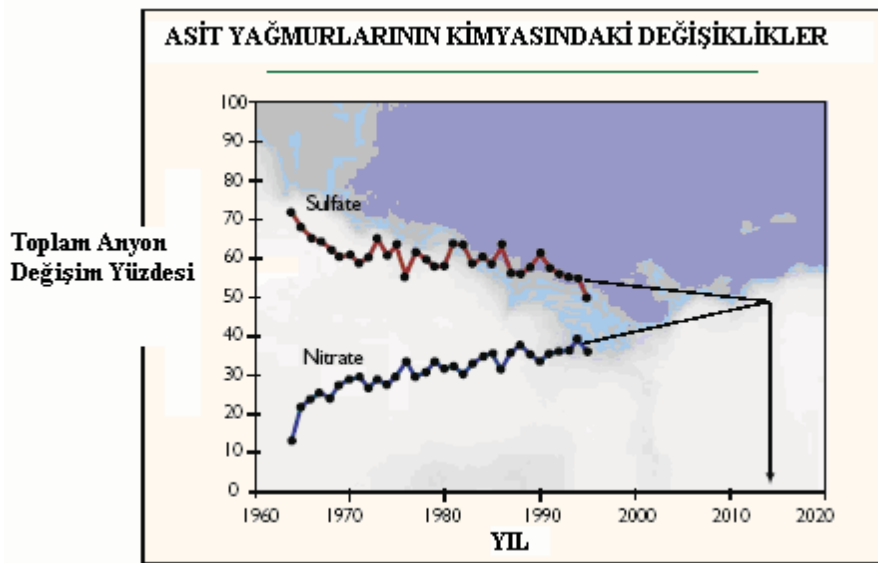
2.4.3 Toprak

Hatalı şehirleşme ve sanayileşme, nadas sistemi uygulanması, anızların yakılması, gerektiğinden fazla tarımsal ilaç ve gübre kullanılması, arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıksuların sulama suyu olarak kullanılması, çöp depolama sahaları, endüstriyel diğer atıklar, madenler ve maden ocakları, radyoaktif maddeler, asit yağmurları gibi faktörler toprakta kirlilik sorunları doğurmaktadır.

Toprak kirliliğinde en önemli faktör, toprak reaksiyonunun asitleşmesidir. Atmosfere yayılan kükürtdioksit ve azotdioksit gazlarının neden olduğu asit yağmurları toprağın kimyasal yapısını ve biyolojik koşullarını etkilemektedir. Toprağın yapısında bulunan kalsiyum, magnezyum gibi elementleri yıkayarak taban suyuna taşımakta, toprağın zayıflamasına ve zirai verimin düşmesine neden olmaktadır. Azot bileşiklerinin toprakta bitkilerin ihtiyacından fazla olması da toprağın asitleşmesinde rol oynamaktadır.

Asitleşme, toprak tabakasının verimsizleşmesine dolayısıyla toprak ve su kanalı ile bitki köklerinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır.

Asit yağışları, kırsal ve kentsel alanlar üzerinde çeşitli olumsuz çevresel etkilere neden olur. Geçtiği yerlerdeki yeşil alanları kurutur, ormanlar, tarımsal ürünler üzerinde ve metal yapılar üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Yağış etkisi ile ormanlık alanlarda ağaçların yaprakları üzerine çok miktardaki parçacık yapışarak, kimyasal özelliği nedeni ile yaprakları yakar. Yapraklar işlevini yerine getiremez ve özümleme yapamaz. Dolayısıyla hayatını devam ettiremeyerek kurur (Toros vd., 2000).



Şekil 2. 6. Asit yağmurlarına Nitrat iyonunun katkısındaki değişim (Likens and Lambert, 1998)

2.5. Azotlu Bileşiklerin İnsan Sağlığına Olan Etkileri

Nitrat ve nitrit doğal olarak toprak, su, bitki ve tahıllarda, hayvansal doku ve artıklarında yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Nitrat iyonu, oksijen döngüsünde etkisiz, kimyasal ve değişkenlik göstermeyen özelliğe sahip bir maddedir. Nitrit iyonu ise kimyasal ve biyolojik işlemler sırasında nitratın oksidasyonu veya daha çok nitratın redüksiyonu sonucunda meydana gelir (WHO, 2004). İnorganik nitrate maruziyet daha çok gıdalar ve içme suyu yoluyla olurken, organik nitrate maruziyet oral yolla, deri ve solunum yoluyla olmaktadır (Francis, 1995)

Nitrat ve nitritlerin çevre toksikolojisi yönünden önemi, insan ve hayvanlarda alınan doza bağlı olarak meydana getirdikleri akut ve kronik nitrat ve nitrit zehirlenmesi ile ilgili olarak değerlendirilmektedir. Besinler ve su yoluyla vücuda alınan nitratlar, kısmen bağırsak florasındaki mikroorganizmalar ve kısmen diğer bazı faktörler tarafından hidroksilamine ve amonyağa indirgenirler. Asit ortamda nitratın bu indirgenme ürünü olan aminler ve amidlerle reaksiyona girerek N-nitroso bileşiklerini oluşturur. Bu bileşiklerin ise insan ve hayvanlarda kanserojen etkileri olduğu bilinmektedir (Tricker and Preussman, 1991; Servi, 1991; Weyer, 2001; Çakmak vd., 2009, Weyer 2011).

Nitratın toksitesi nitrite oranla daha düşük olarak kabul edilir. Ancak, asit ortamda nitratın indirgenme ürünü olan hidroksilamin amidler ve aminler ile reaksiyona girerek, kanserojen olarak bilinen N-nitroso bileşiklerini oluşmasına neden olmaları sebebiyle önem arz etmektedir. Gıdalarla nitrat alımı daha çok sebze ve işlenmiş etler aracılığıyla gerçekleşir. Sebzelerdeki nitrat oranı, sebzenin türüne, nasıl ve nerde yetiştiğine bağlı olarak değişmektedir. Ortalama olarak 1-2 mg/kg ile 10 mg/kg arasında değişen miktarlarda bulunur (Weyer, 2001). Bu yolla alınan nitrat miktarının, vücuda alınan nitratın temel kaynağı olup, bir kişinin günlük ihtiyacının %85'ini karşıladığı düşünülmektedir (Gangolli, 1994). İşlenmiş etlerle alınan nitrat miktarı ise işleme prosesine ve eklenen koruyucuların miktarına göre değişmektedir (Çakmak vd., 2009). C ve E vitamini alımı bu reaksiyonları inhibe ederken, sigara içme bu reaksiyonları hızlandırdığı ifade edilmektedir (Mirvish et al., 1995,).

Türk gıda mevzuatına göre, et ürünlerine katılacak nitrit miktarı 200 mg/kg, nitrat miktarı ise 500 mg/kg ile sınırlandırılmış. Dünya sağlık teşkilatı, (WHO), içme sularında nitrat miktarının litrede 45 mg'ı geçmemesini, taze sebzelerde kg'da 300 mg'dan fazla nitrat bulunmamasını önermektedir. Türk gıda mevzuatına göre, kaynak sularında 25 mg/l ve içme-kullanma sularında 45 mg/l nitrata izin verilmektedir.

İçme suyu kaynaklarında nitrat konsantrasyonu dünyada olduğu gibi ülkemizde de artış göstermektedir (Aslan ve Türkman, 2003). Sularda ve toprakta yüksek miktarda nitrat bulunması birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olarak görülmektedir. Bazı Avrupa ülkelerinde 75 mg/L'nin altında nitrat içeren su kaynağı bulmak neredeyse imkansız hale gelmektedir.

Klasik içme suyu arıtım uygulamalarında koagülasyon, filtrasyon, klorlama, UV ve ozonlama ile sulardan nitratın uzaklaştırılması yüksek verimlerde sağlanamamaktadır. Nitrat giderimi için iyon değiştirme, biyokimyasal denitrifikasyon ve ters osmoz gibi özel arıtım teknolojilerinin uygulanması gerekmektedir. Bu teknolojilerin uygulanması suyun arıtım maliyetini artırmaktadır. İyon değişimi esnasında nitrat iyonları ile birlikte sülfatlarda uzaklaştırılmaktadır. İyon değiştiricinin gözeneklerinin dolması ile geri yıkama uygulanması sonucu oluşan konsantre iyonları içeren geri yıkama sıvısının arıtılması gerekmektedir. Ters ozmos diğer yöntemlere göre daha avantajlı olmasına rağmen, yöntemin uygulanabilirliği ekonomik açıdan oldukça sınırlıdır. Bu nedenlerden dolayı alternatif arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi gerekmektedir(Çakıcı, 2007).

Wasik vd. (2001), nitrat yüklemesinin artması ile çıkış nitrat ve nitrit konsantrasyonunun arttığını gözlemlemiştir. Giriş nitrat azotu konsantrasyonu 20 mg NO₃-N /l için giderme verimi % 90 olarak elde edilmiştir(Çakıcı, 2007).

Rajapakse ve Scutt (1999) farklı dolgu malzemesinde yaptığı çalışmada metanı karbon kaynağı olarak kullanmış ve % 93 nitrat giderme verimlerine ulaşmıştır(Çakıcı, 2007).

2.5.1. İçme Sularında Nitrata Maruziyetin Kanserojen Olmayan Etkileri

İçme suyunda nitrata maruziyetin en bilinen etkisi, bebeklerde “Mavi Bebek Sendromu” olarak da bilinen methemoglobinemi gelişimidir. Nitratın nitrite çevrilmesiyle veya doğrudan fazla miktarlarda alınan nitritin kan dolaşımına geçmesiyle methemoglobin (MHb) oluşumu artmakta ve eritrositlerin oksijen taşıma kapasitesini azaltarak anemik hipoksiye neden olmaktadır (Weyer, 2011). Hemoglobinin methemoglobine dönüşümü organizmada normal şartlarda da gerçekleşmektedir. Ancak eritrositlerde bulunan redüktaz enzimi methemoglobini tekrar hemoglobine dönüştürür. Özellikle yeni doğanlarda enzim sisteminin tam olarak gelişmemiş olmasından dolayı oluşan methemoglobin hemoglobine çevrilemez (Servi,1991). Bu nedenle Amerika Çevre Koruma Ajansı (USEPA) içme sularında NO₃ sınır değeri 45 mg/l olarak belirlemiştir.

Methemoglobin gelişen olgularda genellikle hazır mama ile bebeğin beslendiği ve bu hazır karışıma nitrat içeren su karıştırıldığı saptanmıştır. Bildirilen olgularda suyun nitrat içeriği 45 mg/L'nin üzerinde, bir kaç olguda da bu değerin daha düşük

olduğu belirtilmiştir. Daha büyük çocuklarda yapılan çalışmalarda da yüksek miktarda nitrat içeren sularla methemoglobin düzeyi arasında ilişki olduğu saptanmıştır. Yaşın artmasına bağlı olarak ve düzenli askorbik asit (C vitamini) alımı ile methemoglobin oranınının azaltmakta olduğu belirtilmiştir.

Bunun yanısıra içme sularında nitrata maruziyetin neden olduğu çeşitli etkilerden de söz edilebilir. Almanya'da yapılmış olan bir çalışmada, yüksek nitrat içerikli su tüketen kişilerde, düşük konsantrasyonda nitrat bulunan su kaynaklarını kullanan kişilere oranla guatr hastalığının insidansında artış olduğu bulunmuştur (Seffner,1995). Kolorado'da yapılan bir çalışmada ise insüline bağlı diyabet riskinin, 0.77-8.2 ppm arsında nitrat konsantrasyonunda su kullanan kişilere göre, <0.77ppm kullanan kişilerde daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Kostraba et al., 1992).

Nitrat, nitrit ve N-nitroso bileşiklerinin üreme sonuçlarına da etkilerini ne süren çeşitli çalışmalarda vardır. Avustralya'da yapılmış bir çalışma, ortalama 26 ppm seviyelerinde su kuyularını kullanan bir bölgedeki annelerin bebeklerinde merkezi sinir sistemlerinde malformasyon riskinin arttığını göstermektedir (Arbuckle et al.,1988). Avustralya'da yapılmış bir diğer çalışmada (case-control) ise, nitrat seviyesi 5-15 ppm arasında değişen >15ppm içme suyu olarak kullananlarda, 5ppm'den düşük konsantrasyonunda su kullananlara oranla konjenital malformasyon olarak bilinen doğum kusurları 3 – 4 kat daha yüksek çıktığını göstermektedir (Scragg et al., 1982)

Nitratın reme üzerine etkilerini gösterir anekdotal raporlar da bulunmaktadır. Amerika-İndiana'da iki yıl içerisinde peş peşe düşük yapan üç kadın incelenmiştir. Yüksek nitrat oranına sahip (19-26 ppm) bir kuyuyu içme suyu kaynağı olarak kullandıkları gözlenen kadınlarla aynı bölgede yaşayan diğer kadınlarda benzer vakaların olmadığı gözlenmiştir (MMWR, 1996).

Benzer bir çalışmada ise çocukluk ağı diyabet hastalığı olgusu ile içme suyunda yüksek nitrat oranı arasında bir ilişki olduğu ve içme sularındaki nitratın pankreas için zehirli olabilen birçok kimyasalın n maddesi olabileceğini istatistiksel değerlendirmelere dayanarak ileri sürülmüştür (Parslow et al.,1997).

Ogur ve ark (2005), yüksek düzeyde (>200 mg/l) nitrat alınmasının fare karaciğerinde histopatolojik ve fonksiyonel değerlişiklere neden olduğu bildirmişlerdir.

Ayrıca E vitamininin bir formu olan α -tocopherol antioksidan özellik göstererek bu etkileri önlediği sonucuna varmışlardır.

Zaki ve ark (2004), ratlarda 5 ay boyunca 150 ve 500 mg miktarındaki nitrat uygulamasının serum troid T3 hormon seviyesinde önemli bir azalmaya, nitrat dozuna bağlı olarak troid bezinin ağırlığında artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Nitratın içme sularında fazla bulunmasının troid bezinde morfolojik ve fonksiyonel değişikliklere sebep olduğunu ve nitratın quatirojenik (guatır oluşturan) bir faktör olarak düşünülebileceğini bildirmişlerdir (Zaki et al., 2004).

Bu alanda yapılan pek çok çalışma vaka-kontrol (case-control study) çalışmasıdır. Vaka kontrol çalışmalarının olası bir etken-hastalık ilişkisinin araştırılmasında ucuz, hızlı bir yöntem olması, elde var olan verilerden yararlanılması gibi avantajlarının yanısıra, etken hastalığı birey düzeyinde eşleştirmek ve potansiyel karıştırıcı faktörlerin ve diğer pek çok faktörün etkisinin göz ardı edilmesi gibi dezavantajlarının da olduğu bilinmektedir.

2.5.2. İçme Suyunda Nitrate Maruziyetin Kanserojen Etkisi

N-Nitrozo bileşikler, kimya literatüründe 20. yy'ın başından itibaren bilinen, ancak 1956 yılından sonra insan sağlığı üzerine etkileri daha çok dikkat çeken ve araştırılan bileşiklerdir. Deney hayvanları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda toksik, teratojenik, mutajenik ve kanserojenik etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Çakmak vd., 2009).

Nitratın bir formasyonu olan NOCs'ların kanserojenik etkilerinin olduğunu gösterir çok sayıda deneysel çalışmalar mevcuttur. Ancak, kanser riski ile içme suyunda nitrat maruziyetinin arasındaki olası ilişkiyi belirleyici epidemiyolojik veri eksikliği vardır.

Epidemiyolojik verilerin çoğu, ekolojik çalışmalardan elde edilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar sıklıkla sadece alanda yürütülen çalışmalar gibi düşünülse de gerçekte, insan üzerinde yapılan tüm araştırmalarda epidemiyolojik yöntemler ve ilkeler kullanılır. Klinikte, hastanede yürütülen, olgu kontrol çalışmaları, klinik deneyler, sağkalım çalışmaları da epidemiyolojik araştırma yöntemleridir (Ergör, 2012).

Epidemiyolojik araştırmaların büyük bir çoğunluğu gözleme dayalı araştırmalardır. İnsanlar üzerinde deney yapmanın birçok etik ve yöntemsel kısıtlılıkları vardır. Buna karşın yine de etik kurallar dikkate alınarak insan deneyleri de uygulanmaktadır (Ergör, 2012).

İçme suyunda nitrat maruziyeti kanser için bir risk faktörü olduğu üzerine yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonuçları itibariyle çeşitlilik göstermektedir. Bazı çalışmalarda, içme suyunda nitrate maruziyet ile mide kanseri, mesane kanseri, böbrek kanseri, Non-Hodgkin Lenfoma, kolon, rektal ve rahim kanseri arasında ilişki olmadığını gösterirken (Gulis et al., 2002; Van Loon et al., 1997; Zeegers, 2006) bazı çalışmalarda ise pozitif yönde ilişki olduğu görülmüştür (Ward et al., 1996; Gulis et al., 2002; Weyer, 2001; Jensen, 1982).

Zaldivar (1997) yapmış olduğu çalışmasında nitrat gübreleme oranıyla mide kanserinden ölüm oranı arasında önemli pozitif bir korelasyon bulmuştur. Çalışma için bir tarım arazisinde birim alana uygulanan nitratlı gübre oranı (kg/ha olarak) ve mide kanseri ölüm oranı sonuçlarına bakılarak değerlendirme yapılmıştır. Mide kanseri ölüm oranı yaşa göre standardize edilmiştir. Ve bu iki değişken arasında önemli bir ilişkinin olduğu ($p < 0,004$) ortaya çıkmıştır. Korelasyon katsayısı + 0,672 olarak belirlenmiştir (Zaldivar, 1997).

Araştırmalarla 20 mg/l 'den fazla nitrat içeren sularla hazırlanan mamalarla beslenen 6 aylığa kadar bebeklerde methemoglobin'e neden olduğu saptanmıştır. Özellikle altı aylığa kadar olan bebeklerde mide pH'sı 4.9'un üstündedir. Bu pH derecesinde midede nitratları nitrite indirgeyen bakteriler kolayca üreyebilir ve nitratları nitrite dönüştürebilir. Böylece kana karışan nitritler hemoglobin'e bağlanarak okside olmasını engeller. Sonuçta metheamoglobinemi denilen ve siyanozla kendini gösteren zehirlenme ortaya çıkar (Zaldivar, 1997).

Iowa 'da 10 sene boyunca aynı su kaynağını kullanmış olan 55-69 yaş grubu, 21.977 kadın üzerinde yapılan bir çalışmada, mesane kanseri ve yumurtalık kanseri ile içme suyunda artan nitrat miktarı arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Non-Hodgkin Lenfoma, lösemi, melanom, kolon, meme, akciğer, pankreas ve böbrek kanserleri arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı belirtilmiştir (Weyer, 2001).

Gulis ve ark, 2001 Slovakya-Trnava 'da yapmış oldukları çalışmalarında, bölgede 1975-1995 yılları arasında su kaynaklarından elde ettikleri nitrat değerleri ve kanser olgu sayıları arasındaki istatistiksel değerlendirmede, cinsiyet ve yaş farklılıkları göz önünde bulundurarak, içme suyu ile böbrek ve mesane kanseri arasında bir ilişki belirlenemezken, non-Hodgkin lenfoma ve kolon kanseri arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Gulis et al., 2002).

Tayvan'da yapılmış vaka-kontrol çalışmasında, içme suyundan nitrata maruziyet ve non-Hodgkin Lenfoma (NHL) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır (Chang, 2010). Tayvan'da yapılmış benzer bir çalışmada içme suyundan nitrata maruziyet ve aynı bölgede mesane kanserinden ölüm oranları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Tayvan'da 1999-2003 yılları arası mesane kanserinden ölüm oranları ile Tayvan içme suyunda nitrat değerleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda mesane kanseri olgu sayısı ile içme suyunda nitrat oranı arasında anlamlı pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Chiu et al, 2007).

Danimarka'da yapılmış olan çalışmada (Jensen, 1982) mide kanseri etiyolojisinde nitratın olası bir zayıf rolünün olduğu sonucuna varmıştır. Nitratın mide kanseri gelişimini etkileyen sosyoekonomik, diagnostik, beslenme ve yapısal farklılıklar gibi birçok faktör arasından sadece biri olabileceğini belirtmektedir.

Ward ve ark, (1996) içme suyundaki yüksek nitrat seviyelerine uzun süreli maruziyette, nitratın NHL riskine katkıda bulunabileceğini belirlemiştir. Van Loon et al, 1997 çalışmasında mide kanseri ile gıda ve içme suyu yoluyla nitrat arasında bir ilişki olmadığını tespit etmiştir.

Nebraska'da yapılmış olan bir ekolojik çalışmada, Non-Hodgkin Lenfoma ile pozitif ilişki bulunmuştur (Weisenburger, 1993).

Zeeger ve ark, (2006) Hollanda da yaptıkları benzer bir çalışmada, nitrat maruziyeti ve mesane kanseri arasında biyolojik olarak bir yatkınlık olmasına karşın, çalışmadan elde edilen sonuçların bu tezi desteklemeyen nitelikte olduğunu nitrat ve mesane kanseri riski arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur. Çalışmada ayrıca, C ve E vitaminleri ile sigaranın sonuç üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir (Zeegers, 2006).

Amerika'da Rhode Island Hastanesinde araştırmacılar tarafından 2009 yılında yapılan bir çalışmada, yaşlanmayla bağlantılı hastalıklar alzheimer, parkinsons diyabet serebrovasküler hastalıklar (beyin damarlarında tıkanmaya veya yırtılmaya bağlı oluşan sendromlar) v.d hastalıkların oranı ile çeşitli yollarla gıdalardan veya çevremizden aldığımız nitrat, nitrit ve nitrozaminlere maruz kalma oranının artması arasında kuvvetli bir paralellik tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacı De la Monte (2009), bu maddelere aşırı miktarda maruz kalınmasını, büyük oranda tarımda aşırı miktarda nitrat içerikli gübre kullanımına bağlamaktadır. Ayrıca işlenmiş gıdalarla, toprakta fazla miktarda bulunması sebebiyle ve içme-kullanma amaçlı ve tarımsal sulama amaçlı su kaynaklarına kontaminasyon sonucunda bünyeye katıldığını belirtmiştir. Bu bileşiklerin büyük çoğunluğu çeşitli organlar için kanserojenik etki göstermektedir. Bu bileşikler domuz pastırması, biranın yanı sıra et ve peynir ürünlerinde ve su dahil olmak üzere pek çok gıda maddesinde bulunmakta olduğunu söylemektedir (De la Monte et al., 2009)

Nitratın, nitrit ve N-nitrozo bileşiklerine indirgenmesi sebebiyle insan ve hayvanlarda sindirim sistemlerinde nitrozaminlere dönüşerek kansorejen etkilerde bulunduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmektedir. Ancak yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin ise; hastalıkların oluşumunda yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık gibi biyolojik faktörlerin yanısıra sigara, beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörler gibi çeşitli etkenlerin de müdahil olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Yenidoğan döneminde nitrat alımına bağlı gelişen methemoglobinemi hakkında yeterince bilgi sahibi olduğumuz halde, nitratın yetişkinlerdeki etkileri konusundaki bilgiler tam değildir ve çoğunluğu hayvan deneylerine dayanmaktadır (Korkut, 2009).

alışmalara bakıldığında, içme suyunda nitrata maruziyet ile kanser riski arasındaki ilişki farklılıklar göstermektedir. Araştırmalara dayanarak kesin bir sonuca varmak şu durumda zor görünmektedir. Bu alanda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğu açıktır.

2.6. Azotlu Bileşiklerin Su Ekosistemindeki Canlılar Üzerine Etkileri

Antropojenik kaynaklardan azotlu gübrelemeyle bağlantılı sızıntı suları, tarımsal sulama sularından gelen sular, endüstriyel ve evsel atıklar su kütlelerinde azot kirliliğine sebep olur. Bu su kaynaklarını yaşam alanı olarak kullanan canlılar için

tehlike oluşturmaktadır. Laboratuvar deneylerinde amfibianlarda ve balıklarda letal ve subletal doz 2,5-100 mg/l nitrat arasında belirlenmiştir. Amfibianlar ve balıklar için yapılmış bir çalışmada, Kuzey Amerika'da nitrat oranı yüksek olan su kütlelerinde, amfibianlarda ve diğer su canlılarında gelişim anomallikleri ile ölümler meydana geldiği belirlenmiştir (Rouse et al, 1999). Balıklar ve diğer su canlıları için nitrit toksisite sınırı 20-30 mg/l aralığındadır. Sudaki serbest amonyağın 0,2-2mg/l'nin üzerinde bir değerde bulunması, balıkların merkezi sinir sistemi ile kan dolaşımını olumsuz yönde etkilediği, sazandar 2 mg/l ye, alabalıklar 0.8 mg/l ye kadar tolere edebildiği bildirilmektedir (http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca_CevreKirliligi_Bolum_5.pdf; 18.09.2012).

Çiftlik hayvanlarında en sık rastlanan zehirlenme kaynağı yem bitkileridir. Hayvanlar tür ve yaşa bağlı olarak nitrat ve nitrit göre genç hayvanlar genellikle daha duyarlıdır. Sığırlar için yem bitkileri ve yem maddelerinde akut zehirlenmeye neden olabilecek potansiyel nitrat miktarı 2260 ppm (kuru maddede nitrat azotu olarak) ve üzeri olarak bildirilmiştir (Oruç ve Ceylan, 2001). Bursa'da sığırların yemlerinde ve içme sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırıldığı bir çalışmada, çiftliklerin %25'inde kullanılan bazı yemlerin nitrat içeriğinin subakut veya kronik bir zehirlenmeye neden olabileceği; insanlar tarafından içme suyu olarak da kullanılabilen bu çiftliklerin sularının %21'inin insan sağlığını tehdit edebilecek konsantrasyonlarda nitrat içerdiği belirtilmektedir (Oruç, 1999).

2.7. Çevresel Risk Değerlendirme

Risk temel anlamda, bir olayın gerçekleşme olasılığı ve olaydan etkilenme olanağı olarak tanımlanabilir.

USEPA'ya göre risk, çevresel stresörlere maruziyet sonucu, insan sağlığı veya ekolojik sistem üzerinde zararlı etkilerin olma olasılığı olarak düşünülmektedir. Burada çevresel stresörler olarak bahsi geçen, olumsuz etki oluşturabilecek herhangi bir fiziksel, kimyasal veya biyolojik varlığı ifade etmektedir. Stresörler; etkileşimde buldukları çevrenin yanı sıra, belirli bir doğal kaynağı veya bitkilerin ve hayvanlarında içinde bulunduğu tüm ekosistemi olumsuz olarak etkileyebilir (USEPA, 2010).

Bir başka ifadeyle ise, nesne ya da olgunun bir etkileşim sonrası insan ya da çevrede can kaybı, sağlık sorunları, malzeme ve çevresel hasarlar gibi zararlı etkiler oluşturma olasılığı ve belirli bir zaman diliminde bu etkileşimin büyüklüğüdür (Vural, 2004).

Çevre mühendisliği açısından bakıldığında risk; belirli koşullar altında organik veya inorganik kirleticilere maruziyet ile insan sağlığını veya çevreyi doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkileme olasılığıdır. Risk değerlendirmesi ve yönetimi üzerine yapılan çalışmaların çoğu; çevre veya çevrenin özel bir elemanı üzerindeki etkilerden daha ziyade, insan sağlığına olan tesirler üzerine odaklanmıştır.

İçme sularında; nitrat, arsenik, benzen, kadmiyum, nikel, bakır, kurşun, PCB'ler, florür, sülfat ve DDT gibi kimyasallar, gerek yetersiz olarak arıtılmış evsel ve endüstriyel atıksular vasıtasıyla, gerekse yağmur sonrası tarımsal ve kentsel alanlardan gelen yüzey akış suları ve diğer antropojenik kaynakların deşarjı sonucunda yüzey ve yeraltı sularına karışabilmektedir. İçme sularından uzaklaştırılmaları için ileri arıtım teknolojilerinin uygulanmasını gerektiren bu kimyasallar, çeşitli kanserlere, kalp damar ve sinir sistemi hastalıklarına yol açan maddeler olduğu bilinmektedir (Calderon, 2000).

Canlılarda bu kirleticilere maruziyet sonucu hedef organlara ulaşan kirleticilerin hücrelerde faaliyeti ile çeşitli sağlık etkileri ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerin ortaya çıkma ihtimallerinin belirlenmesi olan "İnsan Sağlığı İçin Risk Değerlendirme", öncelikle maruziyetin değerlendirilmesi ve sonrasında buna bağlı kanser riski ve kanser harici riskin değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Türkiye'de maruziyet-risk değerlendirmesi alanında yapılmış çok sayıda çalışmanın olmadığı görülmüştür. İzmir ilinde yapılmış olan bir çalışmada, içme suyunda uçucu organik maddelere (UOM), iz elementler ve pestisitlere oral yolla (içilmesi yoluyla) oluşan maruziyet ve buna bağlı kanser ve kanser harici risk seviyesi belirlenmiştir. Bu amaçla, anket çalışmaları yapılarak İzmir halkının içme suyu tüketme oranı, vücut ağırlığı dağılımı oluşturulmuştur. İzmir halkının risk faktörü belirlenmiş olan her bir kirletici için maruziyet, kanser harici ve kanser risk dağılımı oluşturulmuştur (Kavcar, 2005).

Arpat (2007) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde "İlaç Endüstrisinde İnsan Sağlığı Açısından Risk Değerlendirmesi" yapılmıştır. Yapılan risk

değerlendirmede, her bir kimyasal için insan sağlığı açısından tehlike tanımı yapılmış, soluma yoluyla maruziyete bağlı hedef organlar belirtilmiştir. INAQRA modelinde oluşturulan denklemler incelenerek maddenin uçuculuk özeliğinden yararlanılmış iç ortam hava kalitesinde maddenin; işletme sıcaklık aralığında uygunluk konsantrasyonuna ulaştığında ortaya çıkan konsantrasyonun, izin verilebilir maruz kalma limitlerinin ne kadar üzerinde olduğuna göre risk sınıflarına sokulmuştur (Arpat, 2007).

Kore'de terk edilmiş bir maden alanında ağır metallere ve arseniğe toprak ve su yoluyla maruziyet değerlendirilmiş daha sonra kanser ve kanser harici risk değerlendirilmesi yapılmıştır (Lee et al, 2006).

Benzer bir çalışma Lebowitz vd. tarafından yapılmıştır. Metaller, pestisit ve uçucu organik bileşikler sınıfındaki çoklu ortam kirleticilere insanlar tarafından maruziyetin değerlendirilmesi yapılmıştır (Lebowitz et al., 1995).

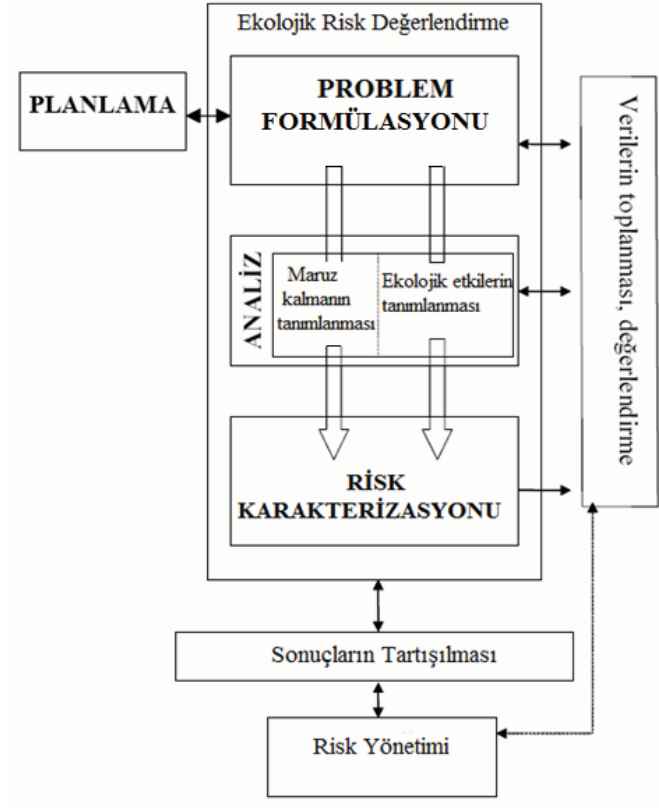
Risk her zaman ölçülebilir bir değer olmayabilir, nümerik bir değer ile ifadesi de çoğu zaman zordur. Ancak riskin değerlendirilmesi mümkündür ve bazı ölçümler ile olasılıklar ortaya konulabilir. Riskin insan sağlığı açısından değerlendirilmesinde toksite (zehirlilik) ve maruziyet değerlendirmesi birlikte yapılarak bir yaklaşım elde edilebilir (Arpat, 2007).

EPA'ya göre risk değerlendirme; insanların ve ekolojik reseptörlerin (kuşlar, balıklar, yaban hayatı vs.) kimyasal kirleticilere maruziyeti ile sağlık üzerine oluşacak risklerin doğasının ve büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Risk Değerlendirme temelde iki alanda yapılmaktadır (USEPA, 2010):

1. Ekolojik Risk Değerlendirme
2. İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme

2.7.1. Ekolojik Risk Değerlendirme

Ekolojik risk değerlendirme, antropojenik kaynaklar ve ekolojik etkiler arasındaki ilişkileri anlamaya ve tahmin etmeye çalışır. Bu amaçla risk değerlendirilmesi süreci içinde veriler, mevcut bilgiler, tahminler ve belirsizlikler sistematik bir şekilde değerlendirilir ve düzenlenir (Böke vd., 2007).



Şekil 2. 7. Ekolojik Risk Değerlendirme Şeması (USEPA, 2010)

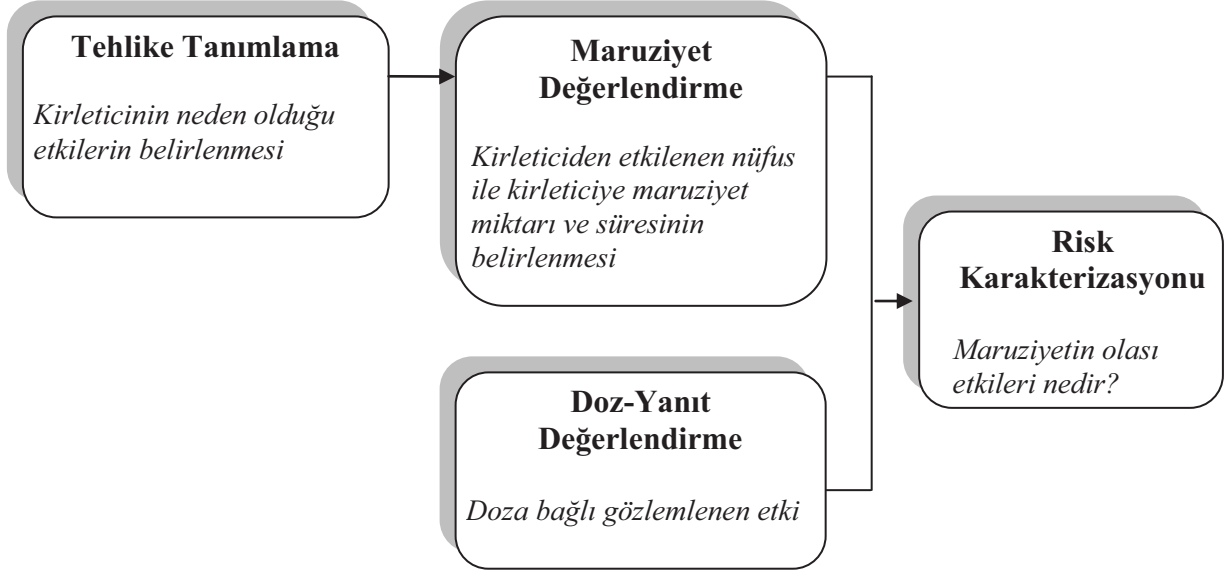
2.7.2. İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme

ABD Ulusal Bilimler Akademisine göre risk değerlendirme, çevresel kirleticilere maruz kalan kişiler üzerinde meydana gelen olumsuz etkileri karakterize eden bir süreçtir ve bilimsel verilerin sonucu, uzmanların kararı ve belirlenen varsayımlardan oluşur.

Değerlendirmeyi yapabilmek için insanların maruz kaldığı madde miktarıyla birlikte bu maddenin toksisitesi ile ilgili verilere ve bazı kabullere ihtiyaç duyulmaktadır. Risk değerlendirme sonuçları, hangi kabullerin yapıldığını ve bu kabullerin tip ve etki büyüklüğünü de içermelidir.

Risk değerlendirme prosesi; tehlikenin belirlenmesi, maruziyet değerlendirme, doz-yanıt belirlenmesi ve risk değerlendirme olmak üzere dört temel adımda takip edilir (Şekil 2.8):

1. Tehlike Tanımlama
2. Maruziyet Değerlendirme
3. Doz-Yanıt Değerlendirme
4. Risk Değerlendirme



Şekil 2. 8. Risk Değerlendirme Modeli (USEPA, 2010)

2.7.2.1. Tehlike Tanımlama

Risk değerlendirme prosesinde ilk adım olan Tehlikenin Tanımlanması, söz konusu bazı ajanlara (fiziksel, kimyasal, biyolojik) maruziyet sonucu, oluşabilecek olumsuz etkilerin türünü ve niteliğini belirleyebilmek amacıyla uygulanan bir adımdır. Bu aşamada, bilim adamları ve ilgili otoriteler tarafından çeşitli kimyasalların mobilite(taşıma) ve miktarı gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bu kimyasallara kısa dönem ve uzun dönem maruziyetin etkileri incelenir. Bu etkiler; baş ağrısı, bulantı, göz ve burunda, boğazda tahriş gibi akut (kısa süreli-ani) etkileri olduğu gibi; tümör oluşumu veya kanser gibi uzun süreli etkileri de olmaktadır. Bu etkilerin belirlenmesinde, insanlar üzerinde kontrollü istatistiksel çalışmalar, epidemiyolojik çalışmalar, hayvan-bio deneylerinden elde edilen sonuçlardan yararlanılmaktadır.

2.7.2.2. Maruziyet Değerlendirme

Maruziyet Değerlendirmesi, maruziyetin ve internal dozun nicelik ve niteliksel olarak büyüklüğünün, sıklığının ve süresinin ve maruziyet yolunun belirlenmesi aşamasıdır. Bu sayede hem bugün, hem de ileride vücuda alınan doz miktarı tahmin edilerek kirletici madde konusunda hem bugün, hem de gelecek için gerekli önlemler tespit edilebilir.

Herhangi bir kirleniciye maruziyet üç ana yolla oluşabilir. Bunlar; yeme-içme (oral), nefes alıp verme ve deriye adsorbsiyon şeklindedir. Bir bireyin günlük bireysel maruziyet seviyesini belirlemek için “Ortalama Günlük Alım Dozu” (ADD) kullanılmaktadır. ADD değeri; kirlenici konsantrasyonu, günlük alım miktarı ve vücut ağırlığına bağlı olarak belirlenmektedir (Eş. 2.1.).

$$ADD = \frac{C * IR * CFI}{BW} \quad (2.1.)$$

şeklinde olup, burada:

C: Kirlenici Konsantrasyonu (kütle/hacim)

IR: Su Alım Miktarı (hacim/kişi.zaman)

CFI: Çevrim Faktörü

BW: Vücut Ağırlığı (kütle/kişi)

Günlük bireysel maruziyet seviyesinin belirlenebilmesi için; erkek, kadın ve çocuk bireylerin ortalama günlük içme suyu tüketim miktarları ve vücut ağırlıklarının bilinmesi gereklidir. Bu amaçla çalışmada şu varsayımlar yapılacaktır:

IR: 2,0 l/kişi.gün (Erkek ve kadın bireyler için)

IR: 1,0 l/kişi.gün (Çocuk bireyler için)

BW: Erkek: 70 kg

Kadın: 65 kg

Çocuk : 10 kg

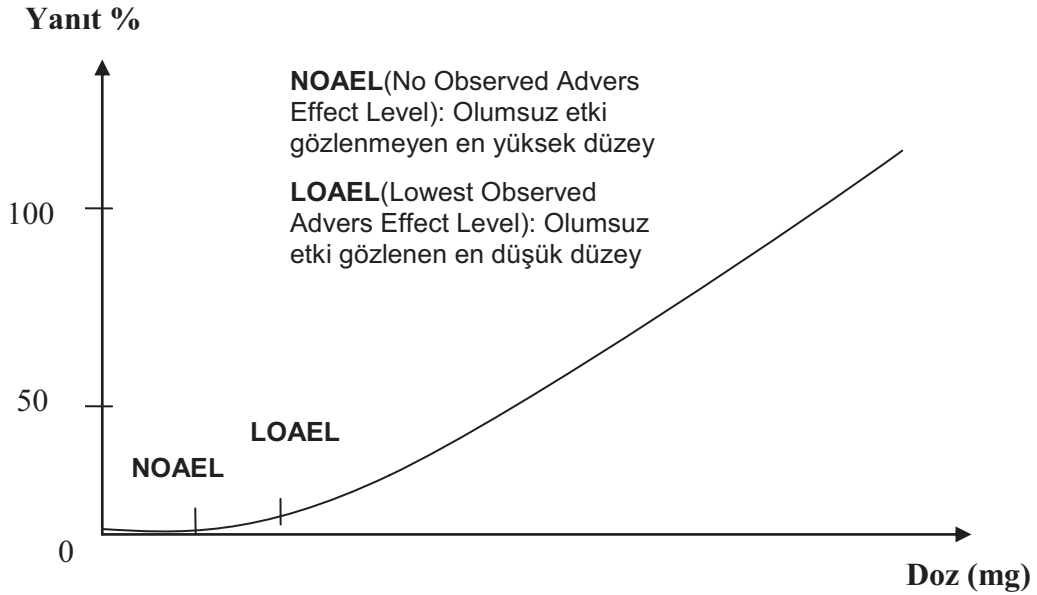
olarak kabul edilecektir.

2.7.2.3. Doz-Yanıt Değerlendirme

Doz-yanıt ilişkisi, bir kirleniciye maruziyetin miktarı ve bu maruziyete biyolojik olarak verilen yanıtıdır. Bu değerlendirme iki aşamalı bir süreçtir. İlk adımda, ulaşılabilir tüm verilerin ve deneyler boyunca elde edilen tüm verilerin değerlendirilmesi yapılır. İkinci adımda, yan etkinin oluşturacağı olası riski tahmin etmek için mevcut gözlemlenen veriler arasında insanlarda olumsuz etkinin gözlemlendiği kritik dozla ilgili çıkarımlar yapmak amacıyla ekstrapolasyon yapmaktır.

Kişinin maruz kaldığı kimyasal miktarı (dozu) ile meydana gelecek olan olumsuz etki arasındaki ilişki numerik olarak verilmektedir. Kanseri harici durumları için kişide herhangi bir olumsuz etkinin görülmediği sınır doz olan RfD (referans doz)

kullanılır. Bu değer olumsuz etki gözlenmeyen en yüksek düzey (NOAEL) veya eşik doz (benchmark dose, BMD) belirlenerek tespit edilir. NOAEL, deney hayvanlarında gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen dozdur. İnsanlarda güvenli olan doza ulaşılabilmesi için, NOAEL değeri, emniyet faktörüne bölünür. Emniyet faktörü genellikle 100 olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle deney hayvanlarında hiçbir yan etki yaratmayan dozun yüzde biri insanlarda güvenli olarak kabul edilmiştir. Bazı çevresel ve bireysel farklılıklar nedeni ile çocuk, kadın bireylerde veya genotip farklılıkları gibi hassasiyetlere göre değişebilmekte, minimum ve maksimum etki farklı olabilmektedir. Ancak belirlenen ortalama değere göre kabuller yapılır.



Şekil 2. 9. Doz-Yanıt Eğrisi (Lebowitz, et al., 1995)

2.7.2.4. Risk Değerlendirmesi

İnsan sağlığı üzerindeki riskin değerlendirilmesi tehlikeli kimyasallardan kaynaklanan kanserojen risk ve kanserojen olmayan risk olmak üzere 2 grupta incelenir. Risk hesaplamalarında kanserojen olan ve kanserojen olmayan kimyasallar için farklı hesaplama yöntemleri kullanılır.

Kanserojen risk ortalama günlük alım dozu ile (ADD) kanserojen eğim faktörünün (SF) çarpımı ile elde edilir (Eş. 2.2).

$$\text{Risk} = \text{ADD} \times \text{SF} \quad (2.2)$$

şeklinde olup, burada:

ADD = Ortalama günlük alım dozu [mg/(kg.gün)]

SF = Kanserojen eğim faktörü [(kg.gün)/mg]

Slop faktör (SF) kanser riskinin hesaplanmasında kullanılan temel toksite göstergesidir. Kirlenici kimyasalların toksite verilerine dayanarak hesaplanan bir değerdir.

USEPA'ya göre kanserojenik risk değerlendirmesinde 10^{-6} (milyonda bir) üzerinde olan risk değeri kabul edilemez olarak nitelendirilir. Ancak bazı kirleniciler için bu değer 10^{-4} seviyesinde de kabul edilebilir. Bir diğer ifade ile bir kirlenici maddeye ömür boyu maruz kalmanın sonucunda bir milyon kişiden bir kişide kanser gelişebilir anlamına gelmektedir (USEPA, 2010).

Kanserojen olmayan risk seviyesi, referans doz ve günlük alım dozuyla ilişkili olarak hesaplanan "Tehlike Seviyesi" ile ifade edilmektedir. Tehlike Seviyesi Eşitlik 2.3.'de verildiği üzere, ortalama günlük alım dozunun referans doza bölünmesi ile bulunur.

$$HQ = ADD / RfD \quad (2.3.)$$

şeklinde olup, burada:

HQ = Tehlike Seviyesi

ADD = Ortalama günlük alım dozu [mg/(kg.gün)]

RfD = Referans Doz [mg/(kg.gün)]

Eğer alınan ortalama günlük doz, referans doza eşit bir değerde ise tehlike seviyesi 1'e eşit çıkacaktır. Bu doz kabul edilebilir doz olarak değerlendirilir. Bu miktarın üstündeki dozlar ise risk teşkil etmektedir.

RfD'nin hesaplanmasında belirsizlik faktörlerinin kullanılması nedeniyle $HQ > 1$ ise de doğrudan olumsuz sağlık etkisinin oluşacağını göstermez. RfD esas alınarak daha ileri analizlerin yapılmasına gerek olduğunu gösterir.

USEPA Nitrat için henüz bir SF değeri belirlememiştir. Bu nedenle EPA tarafından belirlenmiş olan Referans Doz Değeri (Rfd) değeri kullanılarak Nitrat için Kansere Harici Risk değeri (Tehlike Seviyesi) tespit edilebilir.

USEPA nitrat için RfD değerini 1.60 mg/kg/gün olarak belirlemiştir. Nitrat için olumsuz etki gözlenmeyen en yüksek düzey (NOAEL) 10 mg NO₃-N/l olarak kabul

edilmektedir. Nitrat için olumsuz etki gözlenen en düşük düzey (LOAEL) 11-20 mg NO₃-N/l olara kabul edilmektedir.

2.8.Türkiye’de Nitrat Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan Çalışmalar

Oruç ve Ceylan, (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Bursa yöresinde sığırların beslenmesinde kullanılan yem ve yem hammaddeleri, içme suları ve sığırların Rumen içeriğinde nitrat, nitrit ve kanda methemoglobin düzeylerinin araştırılması, belirlenen nitrat ve nitrit düzeylerinin hayvan ve insan sağlığı açısından taşıdığı risklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 119 yem ve yem hammaddesi, 28 içme suyu, 52 rumen içeriği ve 52 adet kan numunesi kullanılmış numuneler 28 sığır çiftliği ile Veteriner Fakültesi çiftliği ve kliniklerinden sağlanmıştır. Bursa’daki sığır çiftliklerinden alınan su numunelerinin bir kısmı insanlar tarafından da içme suyu olarak kullanılmaktadır. Bu numunelerin %21’indeki nitrat miktarları, insanlar için izin verilen sınır değeri aşmaktadır. Ortalama Nitrat düzeyi içme suyunda 6.58±1.08 olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre, yem ve yem hammaddelerinde belirlenen nitrat ve nitritin sığırlarda akut bir zehirlenmeye yol açmayacak düzeyde olduğu, ancak bazı numunelerin içerdiği nitrat ve nitrit miktarlarının subakut veya kronik bir zehirlenmeye yol açabileceği kanısına varılmıştır. İçme sularındaki nitrat ve nitrit düzeyleri hayvanların sağlığı açısından bir risk oluşturmamakla birlikte, değerlerin 20-0,50 mg/l NO₃-N arasında değiştiği ortalama 6,58 ±1,08 mg/l NO₃-N olduğu numunelerin %21’indeki nitrat konsantrasyonu insanlar için belirtilen sınır değerleri aşmakta olduğu belirlenmiştir.

Yahşi, (1981) tarafından Bursa ovasında açılmış bir sondaj kuyusunda 16-20 mg/L olan NO₃ konsantrasyonunun, gübrelemenin yapıldığı mevsimlerde 110-150 mg/L’ye kadar çıktığı tespit edilmiştir (Ekşi, 2005).

Koçak, (2007) Erzurum İl merkezindeki içme ve kullanma sularının bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenerek halk sağlığı açısından öneminin vurgulanması amaçladığı çalışmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfî olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, gıda işletmeleri, resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesi bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelemiştir. Su numunelerinin nitrat değerlerinin 4,08-128,39 mg/l arasında belirlemiş, kuyu sularındaki nitrat

miktarlarının depo sularından önemli düzeyde ($p<0.01$) yüksek olduğunu tespit etmiştir. İncelenen numunelerin yaklaşık %37'sinde İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te (Resmi Gazete, 2005) izin verilen maksimum değerden (50 mg/l) yüksek miktarda nitrat içerdiği tespit etmiştir. Çalışmada ayrıca Erzurum Su ve Kanalizasyon İdaresi'nden 2007 tarihli kimyasal su analiz raporlarına göre Nitrat derişimi 29,127 mg/l olarak görüldüğü belirtilmiştir.

Erzurum ilindeki yapılmış bir diğer çalışmada bazı su kaynaklarının sulama suyu kalite ölçütleri dikkate alınarak bitki, toprak ve sulama sistemleri açısından yeterliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Su örnekleri 2006 yılı temmuz döneminde toplam 27 kaynaktan alınmıştır. Sularda NO_3 0,08-0,1 me/L arasında belirlenmiştir (Kızıloğlu vd., 2007).

Ekşi, (2005) 'nin Samsun ilinde yaptığı çalışmada Samsun sebze pazarlarından alınan bazı sebze ve gıda örnekleriyle bazı içme suyu ve yeraltı suyu örneklerinde nitrat içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada 33 adet sebze ve meyve örneği, 7 adet gıda örneği ve 9 adet su örneği analiz edilmiştir. Analiz edilen su örneklerinden en yüksek kuyu suyunda 815 mg/L nitrat bulunmuştur. Diğer su örneklerinden Samsun şebeke suyunda 40 mg/L ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi şebeke suyunda 39 mg/L nitrat tespit edilmiştir. Araştırmada bulunan nitrat miktarlarına bakıldığı zaman kuyu suyunda oldukça yüksek bir değer bulunmasının yanı sıra şebeke suyunda sınır değerden (45 mg/l) düşük olduğu belirtilmiştir. Sebze ve meyve örneklerinde sadece birkaç örnekte yüksek nitrata rastlanmasının yanı sıra insan sağlığını tehdit edecek değerlerin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Samsun Derbent Barajı su kalitesinin belirlenmesi amacıyla Taş, (2006) tarafından yapılan çalışmada ise Şubat 2001-Temmuz 2002 tarihleri arasında periyodik olarak her ay su örnekleri alınmış $\text{NO}_3\text{-N}$ en düşük 2001 Mayıs ayında 0,33 mg/l en yüksek 2002 Mayıs ayında 2,33 mg/l ölçülmüştür. Çalışma Derbent Baraj Gölü'nün en geniş rezervuar alanının olduğu yerden seçilen bir istasyondan alınan yüzey suyu örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Turan N., ve Eleman A.,(2011) tarafından yapılan çalışmada DSİ 7. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan su kalitesi gözlem çalışmalarından faydalanılmıştır. Su Veri Tabanı Su Kalitesi Modülü Genel Ortalama Modülü kullanılarak 1982

yılından beri elde edilen veriler istatistikî olarak değerlendirilmiştir. Nitrat Azotu (mg NO₃-N /L) bakımından 91 ölçüm sonucu ortalama değer 2,00 mg NO₃-N /L, maksimum 25,80 mg NO₃-N /L olarak görülmüştür (http://www.samsunsempozyumu.org/Makaleler/711398929_08_Dr.Nazl%C4%B1%20Ayy%C4%B1ld%C4%B1z%20Turan.pdf).

Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının NO₃ içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada 20 kuyudan alınan su örneklerinde analizler yapılmış ve kuyu sularının NO₃ içerikleri ortalama olarak 52 mg/L olmak üzere 2,4-165 mg/L değerleri arasında belirlenmiştir. Yöredeki kuyu sularının NO₃ içeriğinin çok değişken olduğu ve bu değişkenlikte başta kuyu derinliği olmak üzere yakındaki seraların gübreleme-sulama faaliyetleri gibi diğer birçok faktörün etkisinin olabileceği bildirilmiştir. Kuyu suyu örneklerinin NO₃ içerikleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün bildirdiği 45 mg/L'lik sınır değerine göre değerlendirildiğinde örneklerin %50'sinin NO₃ bakımından kabul edilebilir sınırlar üzerinde olduğu belirlenmiştir (Kaplan vd,1999).

Çakmak, (2007) Eskişehir'de yaptığı çalışmasında, 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 faydalanmıştır. 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 ilinde seçilen 15 adet yeraltı suyu numune alma noktasında nitrat parametresi bazında yapılmış olan izleme çalışmalarının Ekim 2005-Temmuz 2006 arasındaki verilerinden faydalanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre yüzeysel su örnekleme noktalarına ait nitrat değerlerinin 0,087 - 24,25 mg/l arasında değiştiği örnekleme noktalarının hiçbirinde nitrat konsantrasyonunun standart değeri aşmadığını tespit etmiştir. Bununla beraber yeraltı suyu örnekleme noktalarının değerlerine bakıldığında nitrat konsantrasyonlarının 13 – 360 mg/l arasında değiştiği 6 yeraltı suyu örnekleme noktasında standart değer (50 mg/l) aşıldığını görmüştür.

Polat vd., (2007) tarafından İzmir ilinde yeraltı suyunda nitrat kirliliğinin mevsimsel değerlendirmesinin yapıldığı çalışmada, çalışma alanı olarak İzmir'in su

kaynaklarının önemli bir bölümünü sağlayan karstik akiferlerin yer aldığı Nif Dağı ve çevresinde yirmibeşi kuyu ve otuzdördü pınar olmak üzere toplam elli dokuz örnekleme noktası seçilmiştir. Örnekler kış mevsimi kararlı yeraltı suyu akım koşullarının olduğu Nisan 2006 ve kurak sezonu temsilen Eylül 2006 da olmak üzere iki kez toplanmıştır. Nitrat değerleri Nisan ayında 0,2-293,8 mg/l ortalama 16,8 mg/l bulunurken, Eylül ayında 0,3-344,4 mg/l ortalama 18,9 mg/l olarak tespit edilmiştir.

İzmir Torbalı 'da yapılan bir çalışmada (Tayfur vd., 2008) bölgede 10 farklı nokta tespit edilerek Ekim (2001) ve Temmuz (2002) ayları arasında numuneler alınmış ortalama 25 mg/l olmak üzere, maksimum nitrat konsantrasyonu Şubat (2002) ayında 65 mg/l olarak, minimum nitrat konsantrasyonu ise 2 mg/l olarak Mart (2002) ayında tespit edilmiştir. İki örnekleme noktasında TS 266'ya göre izin verilen limitin üzerinde nitrat değerleri gözlenmiştir. Tüm noktalarda nitrat konsantrasyonu Nisan ve Ekim aylarında düşüş gösterirken yaz aylarında yükselme eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durum yağışlı geçen bahar aylarında konsantrasyondaki seyrelemeye bağlı düşüşten kaynaklanabileceği düşünülmekte, yaz aylarındaki artışın ise artan tarımsal aktivitelere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Bulut, (2005) çalışmasında, Trabzon kentinin içme suyu kalitesini artırmak için Değirmendere suyu ile birlikte şehir şebekesine verilen Kalyan akarsuyunun su kalitesini incelemiştir. Yaklaşık bir yıl boyunca üç ayrı noktadan aldığı örneklerle bir değerlendirme yapmıştır. Sonuçlara göre nitrat azotu 1,01-1,86 mg/l arasında olduğunu belirtmiştir.

Gültekin vd. (2005) tarafından Trabzon'da yapılan bir diğer çalışmada Aşağı Değirmendere Havzası'ndaki su kalitesi değerlendirme amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, Değirmendere ve kollarına ait suların pH, TDS, Cl miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında, NO₂ miktarına göre Sümela Deresi yüksek kaliteli su, Meryemana, Maçka ve Galyan Deresi suları kirli su, Değirmendere suyu ise çok kirlenmiş su sınıfındadır. Değirmendere vadisindeki yeraltı suları ise pH, TDS, Cl, NO₂ ve NO₃ miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında yer almakta olduğu belirlenmiştir.

Servi, (1991) Elazığ bölgesinde tüketime sunulan et ve süt ürünlerinde nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesini amaçladığı çalışmada, nitrat ve nitritin katkı

maddesi olarak işlenmiş et ürünlerinde yaygın şekilde bulunduğunu ve bu katkı maddelerinin sağlık açısından oldukça tehlikeli olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında, yörede tüketilen et ve süt ürünlerinde bulunan nitrat ve nitritin sağlık açısından sakınca oluşturacak düzeylerde olduğu sonucuna varmıştır.

Kavcar (2005) İzmir ilinde, yarı probabilistik yöntem kullanılarak belirlenen 100 evden alınan içme suyu örneklerinde 54 uçucu organik maddenin derişimlerini ölçmüş ve suyun içilmesi yoluyla (oral yolla) kaynaklanan maruziyet, kanser harici risk ve kanser riski seviyelerini deterministik ve probabilistik yaklaşımlar kullanılarak belirlemeyi amaçlamıştır. İzmir içme suyundaki uçucu organik maddelerden kaynaklanan kanser harici risklerin çok düşük seviyelerde iken bromodiklorometan ve dibromoklorometan için ortalama kanser riskinin kabul edilebilir seviye olan milyonda bir (10^{-6}) seviyesinin üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Bromodiklorometan, dibromoklorometan, ve bromoform için birey bazında yapılan hesaplar, katılımcıların anılan sıraya göre %23, %29 ve %2'sinin kabul edilebilir seviyenin üzerinde kanser riski bulunduğu sonucuna varmıştır. Çalışma sonunda kirletici derişimleri sınır değerler altında bile olsa oluşan kanser risklerinin kabul edilebilir seviyenin üzerinde olabileceği görüşü dile getirilmiştir.

Çizelge 2. 6. Türkiye’de Nitrat Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan Çalışmalar

Çalışma	Çalışma Yeri	Örneklem Sayısı	Kaynak	Nitrat Konsantrasyonu (mg/l)	Ortalama (mg/l)
Oruç ve Ceylan, (2000)	Bursa	28	Kuyu ve Şebeke Suyu	2,2-88	28,95
Yahşi, (1981)	Bursa		Kuyu Suyu	16-150	
Koçak, (2007)	Erzurum	70	Şebeke Suyu	4,08-128,39	43,66
Kızıloğlu vd., 2007	Erzurum	27	Yüzey Suyu	0,08-0,1	
Ekşi, (2005)	Samsun	9	İçme suyu ve yer altı suyu	39-815	
Taş, (2006)	Samsun	17	Yüzey Suyu	1,45-10,25	
Turan ve Eleman (2011)	Samsun	91	Yüzey Suyu	0-113,52	2
Kaplan vd,1999	Antalya	20	Kuyu Suyu	2,4-165	52
Çakmak, (2007)	Eskişehir	448	Yüzeysel Su	0,087-24,25	
Çakmak, (2007)	Eskişehir	135	Yer altı Suyu	13-360	
Polat vd., (2007)	İzmir	118	Kuyu ve Pınar suyu	0,2-344,4	18,9
Tayfur vd., 2008	İzmir	20	Yer altı Suyu	2,0-65,0	25
Bulut, (2005)	Trabzon	30	Yüzey Suyu	4,4-8,18	5,69

mg/l NO₃⁻ = 4,4* mg/l NO₃⁻-N olarak hesaplanmıştır.

3.ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Azot canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden biridir. Gerek canlı bünyesinde gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli dinamik bir haldedir. Yüzeysel sularında ve yeraltı sularında bulunan azot ve azotlu bileşikler ise içme ve kullanma suları ile yüzeysel suların kalitesini gösterir önemli parametrelerdendir. Yüzeysel sularda nitratın belirgin biçimde görülmesi, o suyun daha önceden amonyum ve organik azot içeren evsel ve endüstriyel atıksularla kirlendiğini ifade etmektedir.

İçme suyu kaynaklarında nitrat konsantrasyonu dünyada olduğu gibi ülkemizde de artış göstermektedir (Aslan ve Türkman, 2003). Yeraltı suyu kaynaklarının nitrat ile kirlenmesi nitrat içerikli gübrelerin aşırı kullanımı, atıksuların doğaya deşarj edilmesi, atık depolama sahalarından gelen sızıntı sular sonucu meydana gelmektedir.

Yüksek konsantrasyonlarda nitrat içeren sularının, içme suyu olarak kullanımı önemli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bölüm 2.5' de detaylı olarak anlatıldığı üzere nitratın insan sağlığı üzerine bilinen en önemli etkisi bebeklerde görülen methemoglobinemia hastalığına yol açmasıdır. Bu durum, bebeklerin sindirim sisteminde henüz nitratı giderecek enzimlerin gelişmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Nitratın nitrite indirgenmesi ve nitritin kimyasal veya enzimatik olarak aminlerle reaksiyonu sonucu oluşan nitrosaminlerin yetişkinlerde sindirim sisteminde kanser riskini artırdığına ve idrar yollarında rahatsızlıklara yol açtığına dair çok sayıda araştırma mevcuttur. Bununla birlikte sulardaki yüksek nitrat seviyesi; ölü çocuk doğumları, düşük doğum ağırlıkları, doğum kusurları, üremde çeşitli sorunlar, guatr ve diyabet hastalıklarında da etken olabileceğine dair çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmada nitratın çevre ve insan sağlığı üzerinde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Kanser başta olmak üzere insanlar üzerinde birçok toksik etkiye neden olan nitrat ve nitratlı bileşiklerin Türkiye'de içme ve kullanma sularındaki durumu değerlendirilerek muhtemel maruziyet ve risk seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mevcut veriler kullanılarak nitratın kanserle ilişkisinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılacaktır.

Bu çalışma kapsamında; Eskişehir, İzmir, Bursa, Edirne, Samsun, Trabzon, Erzurum ve Antalya olmak üzere sekiz ilde içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan noktalarda 2009 yılı nitrat konsantrasyonlarına bağlı maruziyet ve kanser harici risk seviyeleri hesaplanmıştır. Mevcut kaynaklarda riskin kabul edilebilir seviyede olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Sağlık Bakanlığı tarafından söz konusu sekiz ilde nüfus tabanlı kanser kayıt merkezi veri havuz kullanılarak yapılan hesaplamalarla Türkiye için kanser insidansı tahminleri yapılmış, Ek-3'de verilen 2004-2006 serisi için sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar da kullanılarak nitratın kanserle ilişkisinin olup olmadığını belirlenmeye çalışılmıştır.

Sekiz ilin içme suyu kaynaklarında nitrat değerleri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2009 yılı İçme Suyu Kaynakları Raporu'ndan yararlanarak ölçüm yapılan istasyonlar belirlenmiştir. Sağlık Bakanlığı'ndan ise Nüfus Tabanlı Kanser Kayıt Merkezleri Veri Havuzu Sekiz İl, 2004-2006 Değerlendirmesinden yararlanılmıştır.

Çalışmada istatistiksel değerlendirmelerin yapılmasında İstatistik Paket Programı Statgraphics kullanılmıştır. Maruziyet ve Risk Değerlendirme Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nın (USEPA) Risk Değerlendirme Modeli'ne göre yapılmıştır.

Çalışmada nitrata suyun içilmesi yoluyla (oral yolla) oluşan maruziyet dikkate alınmıştır.

4. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma ile Türkiye’de; Antalya, Bursa, Edirne, Erzurum, Eskişehir, İzmir, Samsun ve Trabzon olmak üzere 8 ilde içme suyu kaynaklarında nitrat kirliliğine, suyun içilmesi yoluyla (oral) oluşan maruziyet ve bundan kaynaklanan kanser harici risk seviyesinin (tehlike seviyesi) belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından içme suyu kaynaklarında rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında yer alan 26 adet yüzey ve yeraltı suyu numune alma noktasında 2009 yılında elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Veriler istatistik paket programı Statgraphics kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sırasında tüm illerde nitrat ölçümlerinin aritmetik ortalaması, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmış ve grafiklere aktararak değerlendirilmiştir. Nitrat verileri % 95 önem derecesinde ($p < 0.05$), Tek yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanarak analiz edilmiştir.

Nitratın insan sağlığı için oluşturduğu maruziyet ve risk seviyesi, Amerika Çevre Koruma Ajansı’nın (USEPA) Risk Değerlendirme Modeline göre hesaplanmıştır. Nitrat için kanser harici risk yani Tehlike Seviyesi’nin(HQ) hesaplanmasında daha önce Bölüm 2.7’de İnsan Sağlığı Risk Değerlendirme başlığı altında verilen eşitlikler, günlük içme suyu miktarları ve vücut ağırlıkları ile ilgili kabuller kullanılacaktır.

Nitratın bir formasyonu olan N-nitroso bileşiklerinin kanserojenik etkilerinin olduğunu gösterir çok sayıda deneysel çalışmalar mevcuttur. Ancak, kanser riski ile içme suyunda nitrat maruziyetinin arasındaki olası ilişkiyi belirleyici epidemiyolojik verilerin kesinlik arz etmediği bilinmektedir. Çalışma kapsamında içme suyunda nitrat konsantrasyonu ile böbrek kanseri, mesane kanseri, kolon, mide, pankreas kanseri ve non-hodgkin lenfoma kanserleri arasında bir ilişkisinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nce içme suyu kaynaklarında rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında yer alan 26 adet yüzey ve yeraltı suyu numune alma noktasında 2009 yılında elde edilen verilerden ve Sağlık Bakanlığı tarafından söz konusu sekiz ilde nüfus tabanlı kanser kayıt merkezi veri havuz kullanılarak hesaplanan kanser insidansı tahmin sonuçlarından (Ek-3’de verilen) yararlanılmıştır.

4.1. Veri Kaynakları

Bu çalışmada, belirlenen sekiz ilde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce içme suyu kaynaklarında rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında yer alan toplam 26 adet ölçüm noktasında 2009 yılında ölçülmüş olan nitrat konsantrasyonu değerleri kullanılmıştır. Her il için en az üç ölçüm noktası belirlenmiştir. Çalışmada değerlendirme altına alınan illere ait belirlenmiş olan istasyonlar ve kaynak özellikleri Çizelge 4.1'de verilmektedir. Ölçüm noktalarında örneklem sayısının homojen olmayıp istasyonlara göre değişiyor olduğu, kimi ölçüm noktasında aylık düzenli ölçüm yapılırken kimi noktalarda senede iki ölçüm yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 4.1'de belirtilen söz konusu illere ait ölçüm noktaları Şekil 4.1'de verilmektedir.



Şekil.4.1. Ölçüm Yapılan Noktalar

Çizelge 4. 1. 2009 Yılı İllere Bağlı İçme Suyu Kaynakları¹

İller	İstasyon adı	İstasyon Numarası	Kaynak	Örneklem Sayısı	Hizmet Edilen Nüfus* (kişi)	Hizmet Edilen Nüfus %
Antalya	Duraliler Kuyusu	09-13-10-077	Yeraltı Suyu	5	1.689.362	%88 ²
Antalya	Aksu Çayı- Karacaören Baraj Çıkışı	09-13-02-106	Yüzey Suyu	4		0 ³
Antalya	Kırkgözler Kaynağı	09-13-11-012	Yeraltı Suyu	6		0 ³
Bursa	Nilüfer Çayı- Doğancı Barajı- Mamba	03-01-00-001	Yüzey Suyu	3	2.423.113	%95 ⁴
Bursa	Nilüfer Çayı- Göbelye	03-01-00-004	Yüzey Suyu	2		
Bursa	Nilüfer çayı- Kapıkaya Deresi	03-01-00-042	Yüzey Suyu	6		
Bursa	Nilüfer Çayı- Örendere	03-01-00-103	Yüzey Suyu	3		
Edirne	Süloğlu Deresi- Süloğlu Barajı	01-11-01-020	Yüzey Suyu	2	276.824	%70 ⁵
Edirne	Şeytandere- Kırklareli Baraj Çıkışı	01-11-02-080	Yüzey Suyu	2		0 ⁶
Edirne	Teke Deresi- Kayalıköy Baraj Çıkışı	01-11-02-081	Yüzey Suyu	2		0 ⁶
Erzurum	Lezgi Çayı	21-08-00-243	Yüzey Suyu	8	774.207	%100 ⁷
Erzurum	Pisyan Çayı	21-08-00-244	Yüzey Suyu	8		
Erzurum	Palandöken Baraj Çıkışı	21-08-02-344	Yüzey Suyu	8		
Eskişehir	Porsuk çayı- Esenkara	12-03-00-100	Yüzey Suyu	12	755.427	%100 ⁸
Eskişehir	Mudurnu Çayı- Dere Mahallesi Köprü	12-03-00-249	Yüzey Suyu	12		0
Eskişehir	Akademi Kuyusu	12-03-10-014	Yeraltı Suyu	2		0
İzmir	Gördes Çayı	05-02-00-054	Yüzey Suyu	4	3.040.490	%32 ⁹
İzmir	Sarıköz Kaynağı- Beşgöz	05-02-11-019	Yeraltı Suyu	2		%10,6 ¹⁰
İzmir	Tahtalı Çayı- Dereboğazı	06-02-00-001	Yüzey Suyu	6		%33 ¹¹
İzmir	Ilıca Deresi- Balçova Baraj Çıkışı	06-02-02-003	Yüzey Suyu	5		%3 ¹²
Samsun	Abdal Irmağı	14-07-02-010	Yüzey Suyu	4	1.250.076	%100 ¹³
Samsun	Sinop Erfelek	13-07-02-062	Yüzey	4		0

	Çayı		Suyu			
Samsun	Cevizdere-Kızılderesi	22-07-00-018	Yüzey Suyu	4		0
Trabzon	Galyan Deresi-Çiftdere Mevki	22-22-00-004	Yüzey Suyu	6	765.127	%100 ¹⁴
Trabzon	Galyan Deresi-Temelli	22-22-00-003	Yüzey Suyu	4		
Trabzon	Kuştul Deresi-Değirmen	22-22-00-005	Yüzey Suyu	4		

¹Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

²<http://www.asat.gov.tr/index.php?page=pages&PID=502>, 06.08.2012

³Şebekeye verilen su halihazırda %88 oranında Duraliler kuyusundan karşılanmaktadır. Aksu çayı ve Kırkgözler ilerde kullanılması planlanan kaynaklardır.

⁴<http://www.buski.gov.tr/Default.aspx>, 06.08.2012

⁵http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme_suyu_aritma_birimi.htm, 06.08.2012

⁶Çme suyu ihtiyacının geri kalan % 30'u ise Paşaçayırı Su Kuyularından karşılanmaktadır. (http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme_suyu_aritma_birimi.htm)

⁷<http://www.eski.gov.tr/userfiles/file/faal%C4%B0yet%20raporu%202011.pdf>, 06.08.2012

⁸<http://www.haberform.com/haber/bu-illerde-oturanlar-icebilir-musluk-suyu-icilirmi-su-faydalari-iski-su--49032.htm>

⁹<http://www.izsu.gov.tr/Pages/standartPage.aspx?id=212>, 05.08.2012

^{10,11,12}<http://www.izmir.bel.tr/StandartPages.asp?menuID=1651>, 27.09.2012

¹³<http://www.haberform.com/haber/bu-illerde-oturanlar-icebilir-musluk-suyu-icilirmi-su-faydalari-iski-su--49032.htm>, 06.08.2012.

¹⁴<http://www.dsi.gov.tr/docs/su-dunyas%C4%B1-dergisi/99-sayi.pdf?sfvrsn=6>

*Ek-2'de verilen nüfus verilerinden faydalanarak hesaplanmıştır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çalışma sırasında tüm illerden elde edilen nitrat değerlerinin aritmetik ortalaması, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır.

İstasyonlardan elde edilen nitrat konsantrasyonları % 95 önem derecesinde ($p < 0.05$), Tek yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanarak analiz edilecektir. Varyans analizi, ikiden fazla ana kütle ortalamalarının karşılaştırılması için kullanılmaktadır. Mevcut istasyonlar arasında, iller arasında ve aylara göre nitrat konsantrasyonu ve risk değerleri arasında farklılık olup olmadığı belirlenecektir.

Söz konusu çalışmada, değerlendirme altına alınan illerde mevcut içme suyu kaynaklarının ve nitrat kirletici kaynaklarının belirlenmesi ile nitrat kirliliğine olan etkilerinin değerlendirilmesinde illere ait İl Çevre ve Durum Raporları'ndan ve Ek-1'de verilen meteorolojik verilerden faydalanılmıştır. Literatür çalışmaları ile söz konusu illerde yapılmış örnek çalışmalar varsa, bu çalışmalardan elde edilen yüzey ve yeraltı suyunda izlenen nitrat konsantrasyonlarının görülmesinin çalışma açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

5.1. Eskişehir

İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer alan Eskişehir, kuzeyinde Bolu, doğusunda Ankara, güneyinde Konya ve Afyonkarahisar, batısında Kütahya ve Bilecik illeri ile çevrili olup yüzölçümü 13.652 km²'dir. Eskişehir il arazisinin %21.8'i dağlık, % 6'sı yayla, % 25.8'i ova ve %51.8'i dalgalıdır. 582.505 hektar (% 42) tarım alanına sahip olan Eskişehir ilinde ; 325.851 hektar çayır-mera arazisi (%26), 331.263 hektar (% 25) orman ve fundalık arazi, 98.512,5 hektar (% 7) tarıma elverişsiz arazi ve 3.420 hektar su yüzeyleri (% 0.2) bulunmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu,2008).

Türkiye'nin en önemli akarsularından olan Sakarya Nehri Eskişehir'de bulunmaktadır. Çok sayıda kola sahip olup içlerinde en önemlisi Porsuk Çayı'dır. Porsuk Çayı'nda ve önemli yan kollarında akarsular temel olarak; sulama, içme ve kullanma, endüstriyel su temini amaçlı, rekreasyon, evsel ve endüstriyel atıklar için alıcı ortam amaçlı olarak kullanılmaktadır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu,2008).

Eskişehir İlinin içme ve kullanma suyu, arıtıldıktan sonra şehre içme ve kullanma suyu amacıyla verilen Porsuk Çayı'ndan temin edilmektedir. Arıtma tesisi civarında

ve Sazova'da açılan derin yer altı suyu kuyularından içme ve kullanma suyuna özellikle yaz aylarında su kalitesini iyileştirmek amacıyla takviye yapılmaktadır(Eskişehir İl Çevre Durum Raporu,2008).

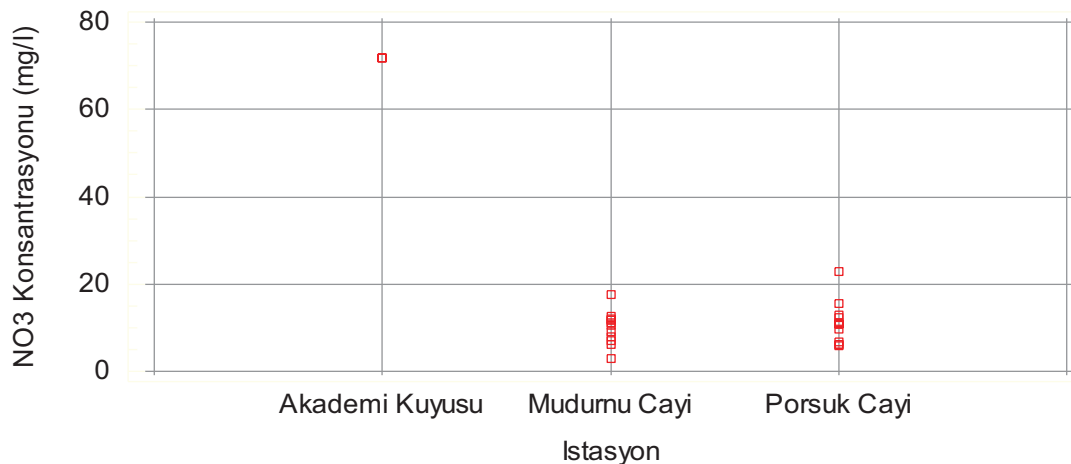
Bunun yanı sıra Eskişehir İli içme suyu olarak Kalabak membaa suları da kullanılmaktadır. 12 lt/sn civarında debisi olan bu su arıtılarak şehre dağıtılmaktadır(Eskişehir İl Çevre Durum Raporu,2008).

Bu çalışmada, Porsuk Barajı ve barajın kaynağı olan Porsuk Nehri üzerinden belirlenen üç noktadan alınan Nitrat yükleri değerlendirilecektir. Çalışma kapsamında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılmakta ve yürütülmekte olan içme suyu kaynakları su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında, 2009 yılında ölçülen ham su verilerinden faydalanılmıştır. Akademi Kuyusu, Mudurnu Çayı ve Porsuk Çayı'nda nitrat derişimlerine ait ortalama, maksimum ve minimum değerler Çizelge 5.1'de verilmektedir.

Çizelge 5. 1. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Std.Sapma
1.	Akademi Kuyusu	2	71,8	71,89	71,72	0,12
2.	Mudurnu Çayı-Dere Mahallesi	12	10,01	17,46	2,94	3,70
3.	Porsuk Ç.-Esenkara	12	10,84	22,74	5,76	4,88
	İL ORT.	26	15,15	71,89	2,94	0,41

Çizelge 5. 2. Eskişehir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı



Çizelge 5.1'e bakıldığında Eskişehir ilinde nitrat değerlerinin 2,94 mg/l ile 71,89 mg/l arasında değişen değerlerde olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlarına göre istasyonlar arasında Nitrat derişimlerinin önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (p=0,000 %95 CI). İlk iki istasyonda değerler homojenlik gösterirken 3. İstasyonda (Akademi Kuyusu) anlamlı bir farklılık sözkonusudur.

İncelenen üç noktadan Akademi Kuyusu'nda Nitrat değerinin diğer istasyonlara nazaran daha yüksek değerde olduğu ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, TS 266 ve WHO limit değer olan 50 mg/l'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Diğer iki istasyonda değerlerin sınır değerinin altında olduğu görülmüştür. Kuyu suyunda belirlenen nitrat derişimi yüzey suyunda ölçülen derişimden çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Eskişehir ilinde tarımsal aktivitenin yaygın olması ve çok sayıda endüstriyel tesisin varlığı düşünüldüğünde, tarımsal kaynaklı sızıntı sularının yer altı sularına karışmış olması veya endüstriyel kaynaklı kirleticilerin yeterince arıtım yapılmaksızın deşarj edilmesi gibi faktörlerin nitrat konsantrasyonunun yüksek olmasında rolü olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. 3. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Aylar	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Std.Sapma
Ocak	2	5,98	6,09	6,20	0,15
Şubat	2	6,60	8,62	10,64	2,86
Mart	2	5,98	9,02	12,05	4,29
Nisan	2	5,76	8,66	11,57	4,10
Mayıs	3	2,94	28,14	71,89	38,03
Haziran	2	7,87	9,37	10,86	2,11
Temmuz	2	9,10	10,01	10,91	1,27
Ağustos	2	7,08	9,06	11,04	2,8
Eylül	3	11,61	31,87	71,72	34,51
Ekim	2	11,04	11,94	12,84	1,27
Kasım	2	17,46	20,10	22,74	3,73
Aralık	2	12,54	14,036	15,53	2,11

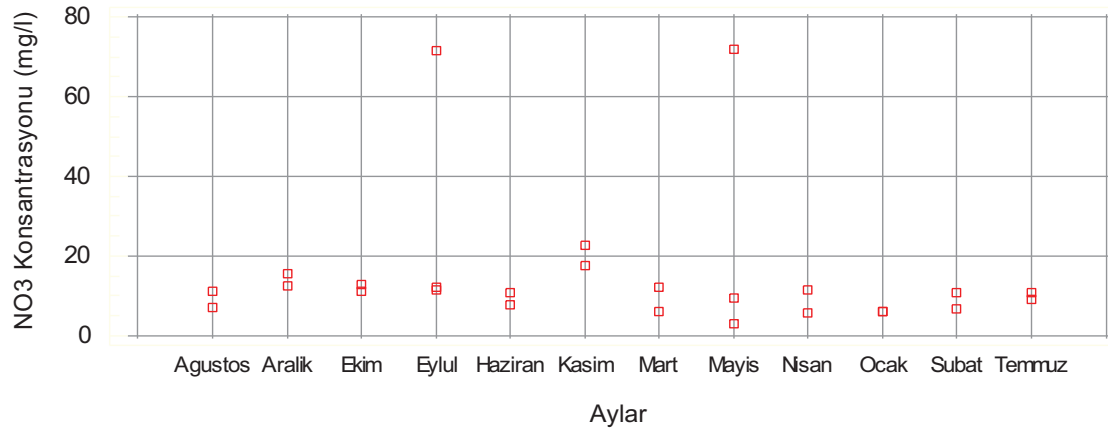
Çizelge 5.3'de Eskişehir'de ölçülen nitrat değerlerinin aylara göre dağılımı verilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında en yüksek derişim Eylül ayında, en düşük derişim Ocak ayındadır. Nitrat derişimlerinde mevsimsellik faktörü göz

önüne alındığında örneklerde aylara bağlı önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p= 0,886$ %95 CI). En düşük nitrat değerlerinin görüldüğü kış ayları ortalama yağış miktarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Ek-1). Eskişehir ilinde yağışlar kış aylarında artış gösterdiğinden, nitrat konsantrasyonunun su kaynaklarında düşük olmasının nedeninin kirletici konsantrasyonunda seyrelmeden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Şehir merkezinin içme ve kullanma suyunun karşılandığı Porsuk Çayı'nın Kütahya ilinden gelen atık yüklerinin yanında özellikle azot sanayinden kaynaklanan nitrit ve nitrat içerikli atıksular için alıcı ortam olması, şebeke suyunun dağıtım yapıları nüfus üzerinde önemli bir tehlike oluşturacağı düşünülmektedir.

Çalışmada değerlendirilen noktalarda, aylara bağlı olarak görülen nitrat yükü dağılımı Çizelge 5.2'de verilmektedir.

Çizelge 5. 4. Eskişehir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında Eskişehir'de içme ve kullanma suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonunun bölge için maruziyet ve risk değerlendirmesi yapılarak hesaplanan Tehlike Seviyeleri gösterir sonuçlar Çizelge 5.5'de verilmektedir. Nitrat değerlerinin ham su kalitesi olduğu göz önünde Nitrat değerlerinin ham su kalitesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5. 5. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Mudurnu Çayı	Akademi Kuyusu	Porsuk Çayı	Mudurnu Çayı	Akademi Kuyusu	Porsuk Çayı	Mudurnu Çayı	Akademi Kuyusu	Porsuk Çayı
Ocak	0,1107		0,1068	0,1193		0,1150	0,1938		0,1870
Şubat	0,1901		0,1178	0,2047		0,1269	0,3325		0,2062
Mart	0,2152		0,1068	0,2318		0,1150	0,3767		0,1870
Nisan	0,2066		0,1029	0,2225		0,1108	0,3616		0,1801
Mayıs	0,0526	1,2838	0,1712	0,0566	1,3826	0,1844	0,0921	2,2467	0,2997
Haziran	0,1406		0,1940	0,1514		0,2090	0,2461		0,3396
Temmuz	0,1626		0,1948	0,1751		0,2098	0,2846		0,3410
Ağustos	0,1265		0,1972	0,1362		0,2123	0,2213		0,3451
Eylül	0,2074	1,2807	0,2192	0,2233	1,3792	0,2360	0,3630	2,2412	0,3836
Ekim	0,1972		0,2294	0,2123		0,2470	0,3551		0,4015
Kasım	0,3119		0,4062	0,3359		0,4374	0,5458		0,7108
Aralık	0,2239		0,2773	0,2411		0,2986	0,3918		0,4853

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak Eskişehir ili nitrat maruziyet seviyeleri hesaplanmıştır. Maruziyet Seviyelerinden yola çıkarak Referand Doz (Rfd) faktörü kullanılarak Eskişehir ili için mevcut kaynaklarda Tehlike Seviyeleri (HQ) belirlenmiştir.

Kanser harici risk değerlendirmesinde HQ değeri (Tehlike Seviyesi) esas alınır. Burada tespit edilen Tehlike Seviyesi (HQ) < 1 ise tehlike seviyesinin düşük olduğu ve kirlenici konsantrasyonun önemsenecek düzeyde olmadığı düşünülebilir. HQ>1 durumunda ise kirlenici derişiminin sağlık üzerine olumsuz bir etki oluşturabilecek düzeyde olduğu ve ayrıntılı araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmelidir.

Sudaki kirlenici konsantrasyonuna, tüketim miktarına ve bireylerin ağırlığına bağlı olarak hesaplanan Eskişehir ili için nitrat Tehlike Seviyesi değerlerini gösterir sonuçlar Çizelge 5.5'de verilmektedir. En yüksek Tehlike Seviye Akademi Kuyusu'nda Mayıs ayında, en düşük Tehlike Seviyesi ise Porsuk Çayı'nda Ocak ayında görülmektedir. Ortalama, minimum ve maksimum Tehlike Seviyesini gösterir değerler Çizelge 5.6'da verilmektedir.

Çizelge 5. 6. Eskişehir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	26	0,0526	0,2705	1,2838
Kadın	26	0,0570	0,2910	1,3830
Çocuk	26	0,0920	0,4730	2,2470

Çizelge 5.5'de verilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Akademi Kuyusu'nda Tehlike Seviyesinin yüksek olduğu erkek, kadın ve çocuk gruplar için de risk teşkil ettiği görülmektedir. Mudurnu Çayı ve Porsuk Çayı'nda bulunan Nitrat yükünün ise erkek, kadın ve çocuk nüfus için kanser harici risk teşkil etmediği söylenebilir. Ancak Mudurnu Çayı ve Porsuk Çayı'nda nitrat yükünün özellikle çocuk popülasyon için risk teşkil etmemesine rağmen tehlike seviyesinin yüksek değerlerde seyrettiği aylar olması da dikkati çekmektedir. Çocuk grupların risk seviyesinin yetişkinlere nazaran daha yüksek olduğu, kirletici konsantrasyona karşı daha hassas oldukları görülmüştür.

Sonuçlara bakıldığında, Eskişehir ilinde kullanılan içme suyu kaynaklarında nitrat yüküne bağlı hesaplanan tehlike seviyesinin ortalama değerinde kabul edilebilir seviyede olduğu ($HQ < 1$) belirlenmiştir. Eskişehir ili için içme suyu kaynaklarının nitrat kirletici olması muhtemel kaynaklardan korunması konusunda özen gösterilmesi ve gerekli önlemlerin alınması hususunda dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

5.2. Antalya

Ülkemizin güneybatısında yer alan Antalya, güneyde Akdeniz ile çevreli olup batıdan doğuya Muğla, Burdur, Isparta, Konya ve İçel illeri ile komşudur. İl toplam 20.591.010 dekar alanı ile Türkiye'nin toplam yüz ölçümünün % 2,6'sını oluşturur. 4.150.160 dekarı (%22) kullanılabilir tarım alanı olan topraklarının 2.120.550 dekarında sulu tarım alanı yapılmaktadır. Toplam tarım alanının %51'i sulanmaktadır(Antalya İl Çevre Durum Raporu, 2009).

Antalya'nın başlıca akarsuları, turizm, su sporları, balıkçılık amaçlı olarak kullanılmakta olan Aksu Çayı, Düden Çayı, Köprü Çayı, Manavgat Çayı, Dim Çayı ve Esen Çayı olarak sayılabilir(Antalya İl Çevre Durum Raporu, 2009). Antalya'nın içme, kullanma ve sanayi suyu ihtiyacı büyük oranda yeraltı su kaynaklarından karşılanmaktadır. Kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı %96'sı yeraltı sularından, %4'ü yüzey sularından karşılanmaktadır. Duraliler Köyü mevkiinde bulunan Duraliler pompa istasyonundan 37 derin kuyudan ilin %88 su ihtiyacı karşılanmaktadır(<http://www.asat.gov.tr/index.php?page=pages&PID=502>, 06.08.2012). Mevcut kaynaklar ilerde yetersiz hale geleceği düşünülerek su ihtiyacının karşılanması amacıyla Antalya şehir içme suyunun Aksu Çayı'ndan temin edilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla Aksu Çayı'nın içme suyu amaçlı olarak kalite gözlemlerine DSİ 13. Bölge Müdürlüğü tarafından devam edilmektedir (Antalya İl Çevre ve Durum Raporu,2009).

Antalya ili su kalitesi sorunlarına yönelik hazırlanmış bir çalışmada Çelik, (2005) Antalya halkının %50'sinden fazlasının şehir şebeke suyunu içmediği, musluk suyu yerine şişe su, ev arıtma sistemleri gibi kaynaklara başvurduğu belirtilmektedir. Bu durumun temel sebebi bölgedeki kaynak ve kuyu sularında kalsiyum sertliği değerinin yüksek oluşu ve dağıtım şebekesinin eski olması ve buna bağlı meydana gelen kirlenme olduğu düşünülmektedir.

Bunun yanısıra çalışmada, kaynakların çoğunda kirletici olmamasına rağmen içme suyu kalitesi, suyun kaynaktan kullanıcıya taşınması sırasında kötüleşmekte olduğu, bunun nedeni olarak da şebekenin eski olması ve yapılan bakım çalışmaları, su kesintileri, binalardaki su depoları vs. olduğu sonucuna varılmaktadır (Çelik, 2005).

TS 266'ya göre kaynak suları için Nitrat değerinin 25 mg/L'nin altında olması gerekmektedir. Çelik (2005), yapmış olduğu çalışmada ASAT'tan ve DSİ'den aldığı analiz sonuçlarına göre bazı istasyonlarda Nitrat değerlerinin sınır değerinin çok üzerinde olduğunu tespit etmiştir.

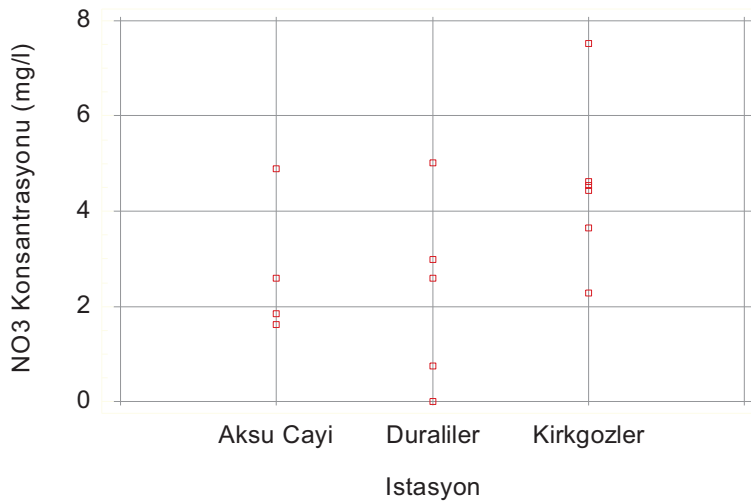
Çalışma kapsamında Antalya ilinde içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılan Duraliler Kuyusu, Aksu Çayı-Karacaören Barajı ve Kırkgözler Kaynağı olmak üzere 3 istasyondan alınan veriler değerlendirilmektedir. Sonuçlar Çizelge 5.7'de verilmektedir.

Çizelge 5. 7. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Aksu-Karacaören	4	2,74	4,88	1,62	1,48
2.	Duraliler	4	2,27	5,01	0,00	1,97
3.	Kırgözler	6	4,51	7,52	2,28	1,71
	İL ORT.	14	3,29	7,52	0,00	2,00

Antalya'da içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan Aksu-Karacaören, Duraliler ve Kırgözler kaynaklarında belirlenen Nitrat derişimleri analiz edildiğinde istasyonlar arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p=0,12$ %95 CI). En yüksek nitrat derişimi Kırgözler Kaynağı'nda, en düşük derişim Duraliler Kuyusu'ndadır. Ölçüm yapılan tüm istasyonlarda ve tüm aylarda standart değerleri geçen bir ölçüm tespit edilmemiştir. Kırgözler kaynağında nitrat konsantrasyonu diğer istasyonlara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Ancak TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından kabul edilen standart değer olan 50 mg/l'nin altındadır.

Çizelge 5. 8. Antalya İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı

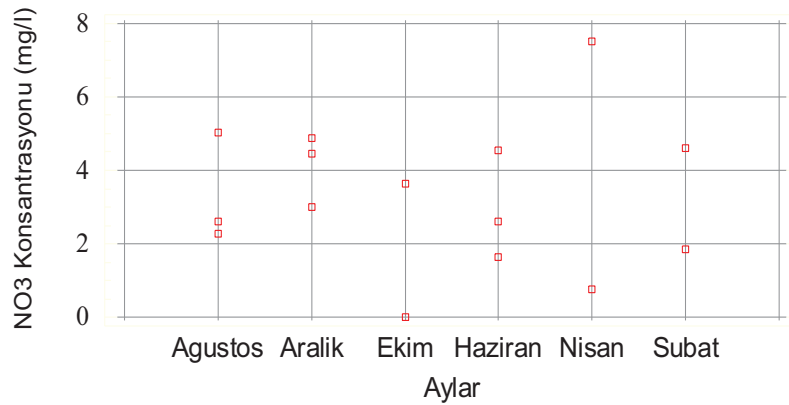


Çizelge 5. 9. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Aylar	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Şubat	2	1,84	3,23	4,62	1,96
Nisan	2	0,74	4,13	7,52	4,79
Haziran	3	1,62	2,91	4,53	1,47
Ağustos	4	1,80	3,30	5,01	1,49
Ekim	2	0,00	1,82	3,65	2,58
Aralık	2	4,40	4,10	4,88	0,31

Aylara göre nitrat konsantrasyonu değerlerini incelersek, verilerin düzenli olarak belirli aylarda alınmamış olmasından dolayı aylara göre örneklem sayısı oldukça az olduğu görülmektedir. Çizelge 5.9’da verildiği gibi mevcut durumda en yüksek değer Nisan ayında, en düşük değer Ekim ayında görülmektedir. Değişimlerin yüksek olduğu aylarda yağış miktarının yüksek olduğu kış-bahar aylarına denk gelmektedir. Aylara arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p= 0,88 %95 CI).

Çizelge 5. 10. Antalya İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonuna bağlı olarak erkek, kadın ve çocuk nüfus için hesaplan Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.11’de verilmektedir.

Çizelge 5. 11. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Aksu Çayı	Duraliler Kuyusu	Kırgözler Kaynağı	Aksu Çayı	Duraliler Kuyusu	Kırgözler Kaynağı	Aksu Çayı	Duraliler Kuyusu	Kırgözler Kaynağı
Ocak									
Şubat	0,0330		0,0825	0,0355		0,0888	0,0577		0,1443
Mart									
Nisan		0,0133	0,1343		0,0143	0,1446		0,0233	0,2351
Mayıs									
Haziran	0,0290	0,0463	0,0809	0,0313	0,0499	0,0871	0,0508	0,0811	0,1416
Temmuz									
Ağustos	0,0463	0,0895	0,0408	0,0499	0,0964	0,0440	0,0811	0,1567	0,0715
Eylül									
Ekim		0,0000	0,0652		0,0000	0,0702		0,0000	0,1141
Kasım									
Aralık	0,0872	0,0534	0,0793	0,0939	0,0575	0,0854	0,1526	0,0935	0,1388

Çizelge 5. 12. Antalya İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	15	0,0000	0,0587	0,1343
Kadın	15	0,0000	0,0632	0,1446
Çocuk	15	0,0000	0,1028	0,2351

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak Antalya İli'nde belirlenmiş olan kaynaklarda nitrat konsantrasyonuna bağlı Tehlike Seviyeleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Antalya ili için içme suyu kaynaklarında ortalama ham suda nitrat değerlerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve EPA için belirtilen sınır değerinin altındadır. Antalya İli'nde Tehlike Seviyesi kabul edilebilir seviyede olduğundan (HQ<1) kadın, erkek ve çocuk gruplarda herhangi bir risk teşkil etmemektedir.

Antalya ilinde içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan ve bu çalışmada değerlendirilen bu üç istasyonda nitrat değerlerinin insan sağlığı açısından herhangi bir risk taşımadığı söylenebilir.

5.3. Bursa

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan il, 1.081.954 hektar alana sahip olup toplam alanın büyük çoğunluğunu tarım arazileri ve ormanlık alan oluşturmaktadır. Toplam alanın 429.323 hektarını (%39,68) tarım yapılan kültür arazileri, 490.311 hektarını (%45) orman ve fundalık alan oluştururken kalan arazi tarımdışı araziler, çayır mera ve meskun araziler oluşturmaktadır(Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2008).

Bursa İli'nin en önemli akarsuyu Nilüfer Çayı'dır. İlinin su ihtiyacı, Nilüfer Çayı üzerinde bulunan ve halihazırda su tutma aşamasında olan Nilüfer Barajı ve Selahattin Saygı (Doğancı) Barajı'ndan karşılanmaktadır. Nilüfer Barajı ile mevcut Selahattin Saygı (Doğancı) Barajları birlikte işletildiğinde yılda yaklaşık 170 hm³ içme suyu sağlanabilecektir. Doğancı Barajı'ndan çekilebilecek su miktarı 120 hm³ olup, Nilüfer Barajı'nın payı da yılda 50 hm³ tür(Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2008).

İçme ve enerji amaçlı olarak düşünülen diğer bir kaynak proje aşamasında olan Çınarcık Barajı'dır. Orhaneli Çayı üzerinde Bursa'ya 55 km mesafede olan bu barajdan yılda 145 hm³ içme suyu elde edilmesi düşünülmektedir. Bursa İli'ndeki içme suyu kaynakları ve kapasiteleri ve projeleri Çizelge 5.13'de verilmiştir.

Çizelge 5. 13. Bursa İli İçme Suyu Kaynakları ve Kapasiteleri

KAYNAKLAR	KAPASİTE	
	Min L/sn	Milyon (m ³ /yıl)
Pınarlar	494	15.57
Doğancı Barajı	3434	108,3
Doğancı B.+Nilüfer B.	5327	168
Yeraltı suyu	792	25
Gölbaşı Barajı	1744	55
Çınarcık Barajı	4597	145

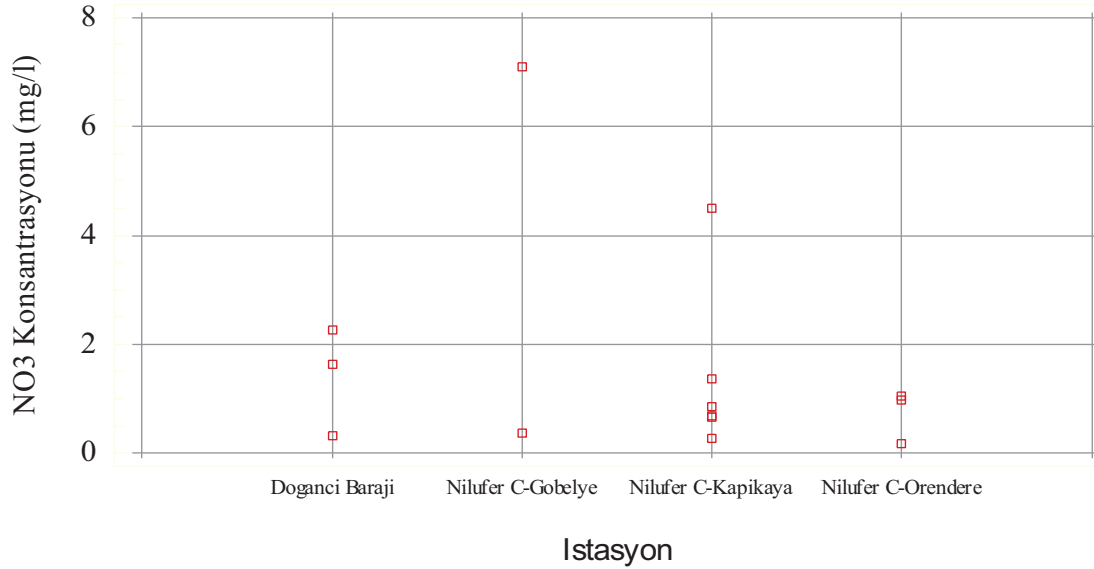
Kaynak: Bursa İl Çevre ve Durum Raporu,2008

Çalışma kapsamında; Bursa ilinde içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan kaynaklardan Doğancı Barajı ve Nilüfer Barajı'ndan olmak üzere 4 istasyondan alınan su örneklerinde nitrat derişimleri değerlendirilecektir. Ortalama, maksimum ve minimum değerler Çizelge 5.14'de verilmektedir.

Çizelge 5. 14. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Doğancı Barajı	3	1,40	2,27	0,32	0,99
2.	Nilüfer Çayı-Göbelye	2	3,73	7,09	0,36	4,76
3.	Nilüfer Çayı-Kapıkaya	6	1,39	4,50	0,27	1,56
4.	Nilüfer Çayı-Örendere	3	0,73	1,04	0,18	0,48
	İL ORT.	14	1,58	7,09	0,18	1,94

Çizelge 5. 15. Bursa İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında değerlendirme altına alınan Doğancı Barajı ve Nilüfer Çayı'nda üç nokta olmak üzere toplam 4 istasyonda nitrat konsantrasyonları değerlendirilmiştir. Çizelge 5. 14'de görüldüğü üzere Nitrat derişimleri 0,18 mg/l ile 7,09 mg/l arasında değişmektedir. Nilüfer Çayı-Göbelye istasyonunda diğer istasyonlara nazaran daha yüksek nitrat derişimi olduğu görülmektedir. Ancak tüm

noktalarda belirlenen nitrat derişimi standartlara uygundur. İstasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir (p=0,41 %95 CI).

Çizelge 5.16'da verilen 2008 yılı BUSKİ içme suyu arıtma tesislerinden şehre verilen suda nitrat miktarları da standart değerlerin altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 16. 2008 yılı BUSKİ İçme Suyu Arıtma Tesislerinden Şehre Verilen Suyun İçerdiği Yıllık Ortalama Nitrat Azotu Değerleri

Nitrat Azotu (mg/l)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
	3,5	3,9	3,8	3,4	3,5	3,1
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

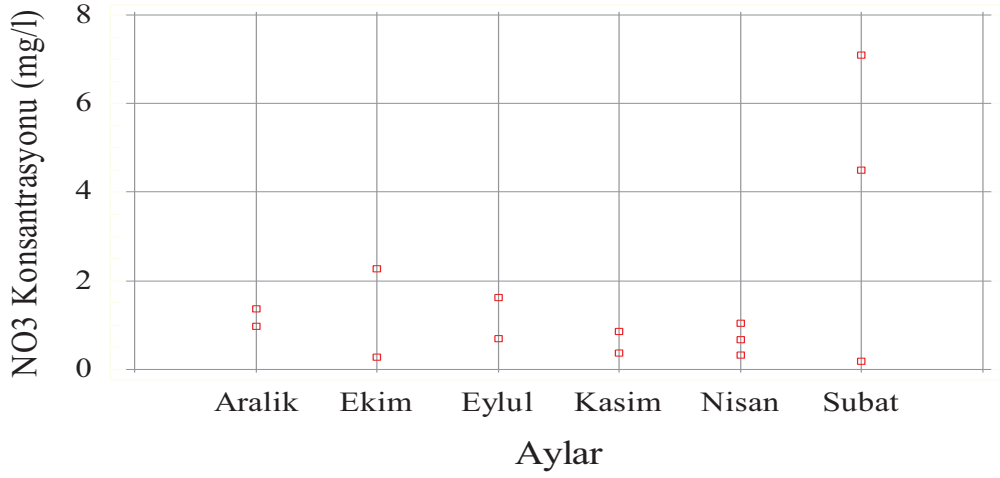
Doğancı Barajı ve Nilüfer Barajı'ndan olmak üzere 4 noktadan alınan su örneklerinde nitrat derişimlerinin aylara göre derişimleri Çizelge 5.17'de verilmektedir.

Çizelge 5. 17.Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Aylar	Örneklem sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Şubat	3	0,17	3,92	7,09	3,49
Nisan	3	0,31	0,67	1,03	0,36
Eylül	2	0,68	1,15	1,62	0,66
Ekim	2	0,26	1,26	2,26	1,41
Kasım	2	0,36	0,60	0,84	0,34
Aralık	2	0,97	1,17	1,36	0,27
TOPLAM	14	0,17	1,58	7,09	1,94

Çizelge 5.17'de görüldüğü üzere Bursa ilinde değerlendirme altına alınan içmesuyu kaynaklarında ortalama nitrat değerlerinin Şubat ayında arttığı Nisan ayında minimum düzeyde olduğu görülmektedir. İlin ortalama yağış durumuna göre yağış miktarının yüksek olduğu kış mevsiminde nitrat değerlerinin de yükseldiği görülmüştür. Nitrat derişimlerinde aylar arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p=0,36 %95 CI). Nitrat değerlerinin aylara göre dağılımı Çizelge 5.18'de verilmektedir.

Çizelge 5. 18. Bursa İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



İl sınırları içerisinde pek çok sanayi tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler iplik ve kumaş boyama, deri işleme, Gemlik'te kurulan Suni İpek Fabrikası ve Kalsiyum amonyum nitrat (%26) gübresi üreten Gemlik Gübre Sanayi vd. Bursa ekonomisinde önemli bir etkinliğe sahiptir. Bunun yanı sıra tarımsal faaliyetlerin de yoğunluğu sebebiyle su kaynaklarının nitratla kirlenmesi ihtimali kuvvetle muhtemeldir. Ancak değerlendirme sonuçlarına bakılarak içme suyu kaynaklarında Nitrat derişiminin düşük değerlerde seyretmesi içme ve kullanma suyu kaynaklarının kirlilikten korunduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında Bursa İli için Nitrat konsantrasyonuna bağlı Maruziyet ve Tehlike Seviyeleri hesaplanmıştır. İçme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonuna bağlı Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.19'da verilmektedir.

Çizelge 5. 19. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK				KADIN				ÇOCUK			
	Nilüfer Ç. Kapıkaya	Nilüfer Ç. Örendere	Nilüfer Ç. Doğancı	Nilüfer Ç. Göbelye	Nilüfer Ç. Kapıkaya	Nilüfer Ç. Örendere	Nilüfer Ç. Doğancı	Nilüfer Ç. Göbelye	Nilüfer Ç. Kapıkaya	Nilüfer Ç. Örendere	Nilüfer Ç. Doğancı	Nilüfer Ç. Göbelye
I												
II	0,0803	0,0031		0,1266	0,0864	0,0033		0,1364	0,1405	0,0055		0,2216
III												
IV	0,0119	0,0185	0,0056		0,0128	0,0199	0,0060		0,0209	0,0324	0,0099	
V												
VI												
VII												
VIII												
IX	0,0122		0,0289		0,0132		0,0312		0,0214		0,0507	
X	0,0047		0,0404		0,0051		0,0435		0,0083		0,0708	
XI	0,0151			0,0064	0,0163			0,0069	0,0265			0,0112
XII	0,0244	0,0174			0,0263	0,0187			0,0427	0,0305		

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak Bursa İli'nde belirlenen kaynaklarda nitrat için, Tehlike Seviyeleri hesaplanmıştır. Çizelge 5.19'da verildiği gibi en düşük Tehlike seviyesi Nilüfer Çayı-Örendere'de Şubat ayında görülmektedir. Çocuk bireylerin kadın ve erkek gruplara bakıldığında daha hassas olduğu, Tehlike Seviyeleri'nin bu gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 20. Bursa İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	14	0,0031	0,0283	0,1266
Kadın	14	0,0033	0,0304	0,1364
Çocuk	14	0,0055	0,0495	0,2216

Çizelge 5.20 'de verildiği üzere sonuçlar değerlendirildiğinde, Bursa İli için içme suyu kaynaklarında ortalama ham suda nitrat değerlerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve EPA için belirtilen sınır değerinin altındadır. Çizelge 5.19'de verilen Tehlike Seviyesi (HQ) değerleri tüm istasyonlarda ve tüm aylarda erkek, kadın ve çocuk gruplarda Tehlike Seviyesinin altındadır (HQ<1). Bursa İli'nin içme suyu kaynaklarında mevcut Nitrat derişimi erkek, kadın ve çocuk gruplar için herhangi bir risk teşkil etmemektedir.

5.4. Edirne

Trakya Yarımadasında yer alan il, doğuda Kırklareli ve Tekirdağ illeri, batıda Yunanistan, kuzeyde Bulgaristan, güneyde Çanakkale İli ile komşu olup güneyinde Ege Denizi yer almaktadır. Meriç, Tunca, Arda ve Ergene Nehirlerinin belli bölümleri İl hudutları içindedir. Ergene ve Meriç ovalarını içine alan il topraklarının % 80'i tarıma elverişlidir. Toplam arazi varlığı 609,792 hektar olan ilin, 370.015 hektarı (%60) tarım arazisi, 104.502 hektarı (%17) orman arazisidir. Tarım dışı arazi ise 77.290 hektar olup toplam arazinin yaklaşık %12'sine karşılık gelmektedir(Edirne İl Çevre Durum Raporu, 2008).

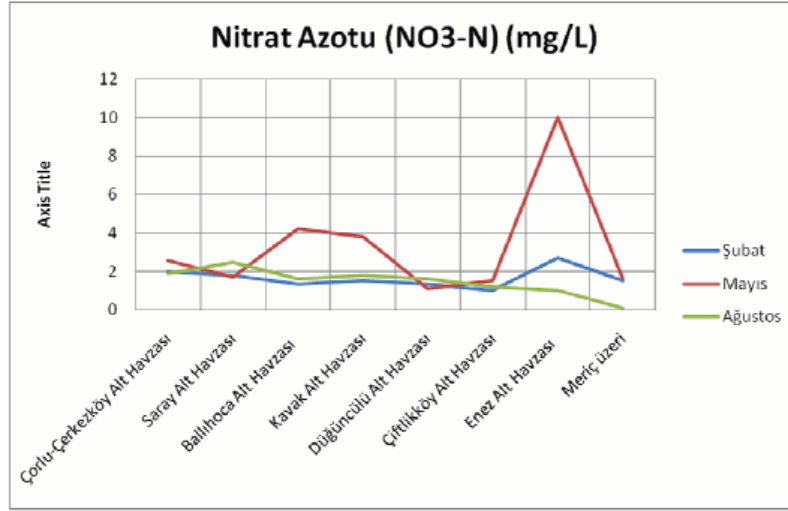
İlin önemli akarsuları Meriç Nehri, Tunca Nehri, Arda ve Ergene Nehirleridir. Debileri Mart ve Nisan aylarında yoğun yağışlara bağlı olarak maksimum seviyeye ulaşmakta, yaz aylarında da normal debilerini muhafaza etmektedir. Yörenin en önemli tarım potansiyeli olan çeltik ekim ve sulamalarında ise nehir debileri en az seviyeye ulaşmaktadır(Edirne İl Çevre Durum Raporu, 2008).

İlin içme suyu Süloğlu Barajı, Kadıköy Barajı ve Paşaçayır Mevkiinde bulunan 2 adet derin kuyudan karşılanmaktadır. Yeraltı suyu bakımından oldukça fakir olan sahada barajın başlıca akarsuyu Süloğlu Deresi ve onun yan kollarıdır. Edirne'nin su ihtiyacının %70'ı Süloğlu Barajı geri kalan % 30'u ise Paşaçayırı Su Kuyularından karşılanmaktadır
http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme_suyu_aritma_birimi.htm).

Süloğlu Barajı'ndan Merkez ilçeye, Kadıköy Barajından Keşan ilçesine içme suyu verilmektedir. Baraj, Edirne İli sınırları içinde olup, şehrin 36 km kuzeydoğusundaki Süloğlu İlçesine 2,5 km uzaklıkta Süloğlu Deresi üzerindedir. Diğer önemli akarsuyu ise 12,9 km uzunluktaki Sazlıdere'dir(Edirne İl Çevre Durum Raporu, 2008).

Kadıköy Barajı ise Tekirdağ İli sınırları içinde olup, Edirne İli'ne bağlı Keşan ilçesinin içme ve kullanma suyu kaynağını oluşturur. Barajın başlıca akarsuyu Derbent Deresi'dir (Edirne İl Çevre Durum Raporu, 2008).

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 2008 yılında hazırlanan Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı projesi kapsamında Ergene Nehri üzerindeki noktalarda, 2007 yılının Şubat, Mayıs ve Ağustos aylarında olmak üzere 3 kez örnekleme yapılmış, ölçülen değerler kullanılarak nehir su kalite sınıflarının dağılımına ulaşılmıştır. Ölçülen değerler <0,1 ile 10 mg/l arasında değişmekte olup, nehirde, Nitrat azotu yönünden bütün istasyonlar I. ve II. Sınıf sular arasında yer almakta olduğu belirlenmiştir (Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı, 2008).



Şekil 5 1. Ergene Nehri Üzerindeki Alt Havzalarda 2007 yılında Nitrat Azotu (NO₃-N) (mg/l) miktarının akış yolu boyunca değişimi

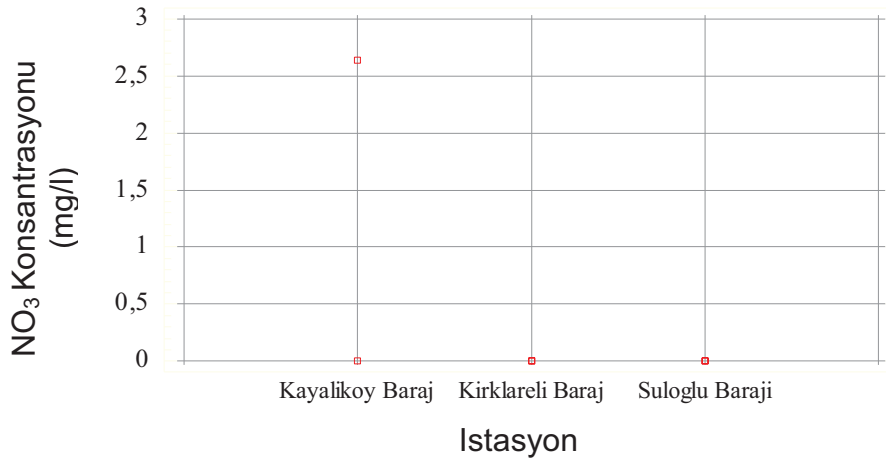
Çalışma kapsamında Edirne ilinde içme suyu kaynağı olarak kullanılan kaynaklardan olan 3 istasyondan alınan veriler değerlendirilecektir. Veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılmakta ve yürütülmekte olan içme suyu kaynakları su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında, 2009 yılında ölçülen ham su değerleridir. Verilerin düzenli olarak alınmamış olmasından dolayı örneklem sayısı oldukça az olduğu görülmektedir. Değerlendirme sonuçları Çizelge 5.21'de verilmektedir.

Çizelge 5. 21. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Süloğlu Deresi-Süloğlu Barajı	2	1,32	2,64	0,00	1,86
2.	Şeytandere-Kırklareli Baraj Çıkışı	2	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	Teke Deresi-Kayalıköy Baraj Çıkışı	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	İL ORT.	6	0,44	2,64	0,00	1,08

2009 yılında DSİ'den alınan değerler ile yapmış olduğumuz analiz sonuçlarına bakıldığında da ortalama, maksimum ve minimum değerlerde Nitrat parametresine bakılarak derişimlerin oldukça düşük olduğu görülmektedir. 2. ve 3. İstasyonlarda ise Nitrat derişimi gözlenmemiştir. Ortalama değerde Nitrat parametresi yönünden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, TS 266 ve WHO limit değerinin altında olduğu ve I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir. Edirne ilinde Nitrat konsantrasyonları için yapılan analiz sonuçlarına göre istasyonlar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,46$ %95 CI).

Çizelge 5. 22. Edirne İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında değerlendirilen içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonlarının aylara bağlı değişimi Çizelge 5.23'de verilmektedir.

Çizelge 5. 23. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

AY	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Şubat	2	0,00	0,00	0,00	0,66
Mart	1	0,00	0,00	0,00	3,49
Nisan	2	1,86	1,32	2,64	0,36
Haziran	1	0,00	0,00	0,00	0,27

Çizelge 5. 24. Edirne İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Edirne ilinde Devlet Su İşleri'nce yapılan analizlerde yılda iki döneme ait veriler analiz edilmiş diğer aylara ait bir değer tespit edilememiştir. Mevcut durumda yağışların yoğunlaşarak debilerin arttığı Nisan ayında maksimum nitrat değeri (2,64 mg/l NO₃) görülmüştür. Ölçüm yapılan Haziran, Mart ve Şubat aylarında nitrat yüküne rastlanmamaktadır.

Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonuna bağlı olarak erkek, kadın ve çocuk nüfus için hesaplanan Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.25'de verilmektedir.

Çizelge 5. 25. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Süloğlu Deresi	Şeytandere	Teke Deresi	Süloğlu Deresi	Şeytandere	Teke Deresi	Süloğlu Deresi	Şeytandere	Teke Deresi
Ocak									
Şubat		0,000	0,000		0,000	0,000		0,000	0,000
Mart	0,000			0,000			0,000		
Nisan		0,000	0,0471		0,000	0,0507		0,000	0,0825
Mayıs									
Haziran	0,000			0,000			0,000		
Temmuz									
Ağustos									
Eylül									
Ekim									
Kasım									
Aralık									

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak nitrat için Tehlike Seviyeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.26'da özetlenmiştir. Edirne ili için içme suyu kaynaklarında ortalama ham suda nitrat değerlerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve USEPA için belirtilen sınır değerinin altında ve bulunan tehlike seviyesi tüm ölçüm noktalarında erkek, kadın ve çocuk gruplarda sağlık açısından herhangi bir risk teşkil etmeyecek ($HQ < 1$) seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. 26. Edirne İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	6	0,0000	0,0078	0,0471
Kadın	6	0,0000	0,0084	0,0507
Çocuk	6	0,0000	0,0137	0,0825

Kadın ve Erkek gruplarda Tehlike seviyeleri birbirine yakın ancak Kadın bireylerde Erkek erkek bireylere nazaran Tehlike Seviyesi daha yüksektir. Hassas grup olan Çocuk bireyler için Tehlike Seviyesi kadın ve erkek gruplara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

5.5. Erzurum

Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük kenti olan Erzurum kuzeyde Rize, doğuda Ağrı, batıda Erzincan, kuzeydoğuda Artvin, Ardahan ve Kars, kuzeybatıda Bayburt, güneyde Muş, güneybatıda Bingöl illeri ile çevrilidir. İlin dağlık bir yapıya sahip olması, toprak ve topoğrafik yapısı ile iklim faktörlerinin olumsuzluğu, polikültür tarımı olumsuz etkilemektedir. Mevcut arazinin % 12'si işlenmekte, % 67'si tabii çayır ve mer'a olarak kullanılmaktadır.

Erzurum'da; Fırat, Aras ve Çoruh nehirlerinin havzaları bulunmaktadır. İlin başlıca akarsuları Karasu, Aras Nehri, Çoruh Nehri, Tuzla Çayı, Hınıs ve Oltu Çayı olarak sayılabilir. Erzurum ilinin içme suyu ihtiyacını karşılayacak olan, Erzurum içme ve sulama suyu projesi Fırat havzasında yer almakta olup ayrıca 12.038 ha. alanı sulaması planlanmaktadır(Erzurum Çevre Durum Raporu,2008).

Yer altı su kaynakları rezervi olarak Pasinler Ovası başta olmak üzere Erzurum Ovası ve bunu izleyen Hınıs-Karaçoban Ovası sayılabilir. Sulama, içme-kullanma ve sanayi amaçlı kullanılan kaynaklardan toplam tahsis edilen su miktarı 111.35 hm³/yıl olarak verilmektedir.

Erzurum İl Çevre ve Durum Raporu (2008)'nda Erzurum ilinde içme ve kullanma suyu kaynakları olarak Lezgi ve Pisyan Derelerinden beslenen Palandöken Barajı olduğu belirtilmektedir. Bunun yanısıra Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce Erzurum içme ve kullanma suyu kaynakları olarak Lezgi ve Pisyan Dereleri'nde su kalitesi izleme çalışmaları sürdürülmektedir(Erzurum Çevre Durum Raporu,2008).

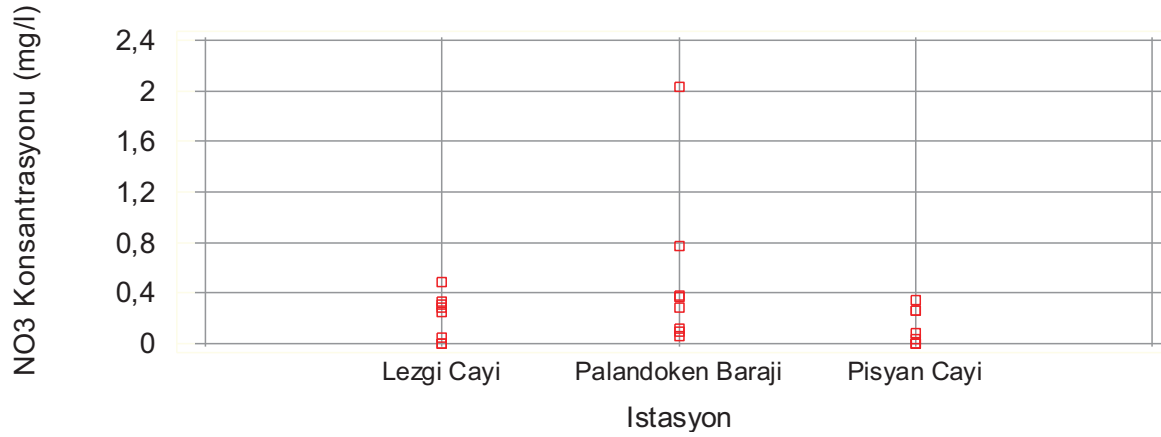
Çalışma kapsamında Erzurum ilinde içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan 3 istasyona ait nitrat değerlerine ilişkin analizler Çizelge 5.27'de verilmektedir.

Çizelge 5. 27. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Lezgi Çayı	8	0,21	0,49	0,00	0,18
2.	Pisyan Çayı	8	0,12	0,34	0,00	0,14
3.	Palandöken Barajı	8	0,51	2,02	0,05	0,65
	İL ORT.	24	0,28	2,02	0,00	0,41

Erzurum ilinde içmesuyu kaynağı olarak kullanılmakta olan Lezgi ve Pisyan Çayları ile Palandöken Barajı'nda yapılan analizlerde Nitrat konsantrasyonu bakımından istasyonlar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,15$ %95 CI). Nitrat derişimleri 0,0 ile 2,02 mg/l arasında değişen değerler göstermektedir. Palandöken Barajı'nda diğer istasyonlara nazaran daha yüksek değerler görölmekle birlikte, nitrat derişimlerinin tüm istasyonlarda oldukça düşük değerlerde olduğu, TS 266 ve WHO tarafından kabul edilen standart değer 50 mg/l'yi aşan hiçbir ölçüm tespit edilmediği görölmektedir.

Çizelge 5. 28. Erzurum İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı

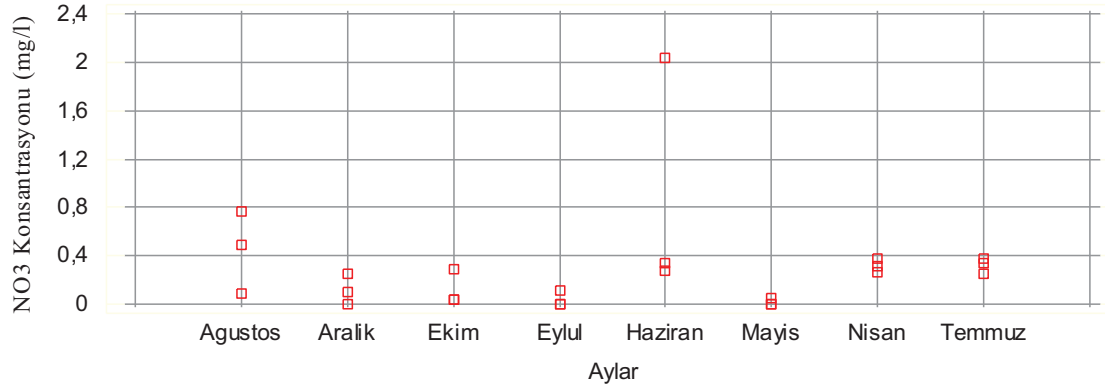


Erzurum ili için mevcut veriler göz önünde bulundurularak aylara bağlı Nitrat değerleri analizi sonuçları Çizelge 5.29'da verilmektedir. Aylar arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($p=0,17$, %95 CI). Mevcut durumda kurak geçen yaz aylarından Haziran ayında 2,02 mg/l maksimum nitrat derişiminin gözleendiği görölmektedir. En düşük derişime ise Mayıs ayında rastlanmıştır.

Çizelge 5. 29. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Ay	Örneklem sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Nisan	3	0,26	0,31	0,37	0,35
Mayıs	3	0,00	0,01	0,05	1,73
Haziran	3	0,28	0,88	2,02	1,72
Temmuz	3	0,25	0,32	0,37	0,93
Ağustos	3	0,08	0,45	0,77	0,54
Eylöl	3	0,00	0,03	0,11	1,73
Ekim	3	0,03	0,12	0,28	1,73
Aralık	3	0,00	0,11	0,25	0,56
TOPLAM	24	0,00	0,28	2,02	3,40

Çizelge 5. 30. Erzurum İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonunun bölge için maruziyet ve risk değerlendirmesi yapılarak Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.31’de verilmektedir.

Çizelge 5. 31. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Lezgi Çayı	Pisyan Çayı	Palandöken Baraj Çık.	Lezgi Çayı	Pisyan Çayı	Palandöken Baraj Çık.	Lezgi Çayı	Pisyan Çayı	Palandöken Baraj Çık.
Ocak									
Şubat									
Mart									
Nisan	0,0055	0,0047	0,0066	0,0060	0,0050	0,0071	0,0097	0,0082	0,0116
Mayıs	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0017
Haziran	0,0050	0,0062	0,0362	0,0054	0,0066	0,0390	0,0088	0,0108	0,0633
Temmuz	0,0060	0,0046	0,0067	0,0065	0,0049	0,0072	0,0105	0,0081	0,0118
Ağustos	0,0088	0,0015	0,0137	0,0094	0,0016	0,0148	0,0154	0,0027	0,0240
Eylül	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0035
Ekim	0,0007	0,0007	0,0051	0,0008	0,0007	0,0055	0,0013	0,0012	0,0089
Kasım									
Aralık	0,0044	0,0000	0,0018	0,0048	0,0000	0,0019	0,0078	0,0000	0,0031

Sudaki kirlenici konsantrasyonuna, tüketim miktarına ve bireylerin ağırlığına bağlı olarak hesaplanan Erzurum ili için nitrat Tehlike Seviyesi değerlerini gösterir sonuçlar Çizelge 5.31’de verilmektedir. Kirlenici konsantrasyonuyla paralel olarak en yüksek seviyenin Palandöken Barajı’nda Haziran ayında görülmektedir. Çocuk bireylerin kadın ve erkek gruplara bakıldığında daha hassas olduğu, Tehlike Seviyeleri’nin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 32. Erzurum İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	24	0,0000	0,0050	0,0362
Kadın	24	0,0000	0,0054	0,0390
Çocuk	24	0,0000	0,0088	0,0633

Erzurum ilinde nitrat derişleri oldukça düşük değerlerde gözlenmektedir. Bölüm 2.9'da Türkiye'de Azot Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan Çalışmalar kısmında verildiği gibi yapılan literatür çalışmalarında da çeşitli aralıklarda değerler tespit edilmiş, özellikle kuyu sularında yüzey sularına nazaran daha yüksek değerlerin görüldüğü belirtilmiştir (Koçak, 2007). Kızıoğlu vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada çeşitli yüzey suyu kaynaklarından örnekler alınmış ve elde edilen değerlere yakın sonuçlar görülmüştür.

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak Erzurum ili nitrat maruziyet seviyelerine bağlı olarak Tehlike Seviyeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.32'de verilmekte, ortalama ham suda nitrat değerlerinin kanser harici risk değeri, kabul edilebilir risk seviyesinin altında olduğu görülmektedir. (HQ<1). Erzurum ilinde çalışma kapsamında değerlendirilen içme suyu kaynaklarında nitrat derişimi erkek, kadın ve çocuk gruplarda olumsuz bir sağlık etkisi potansiyeline sahip değildir.

5.6. İzmir

Batıda Ege Denizi ile çevrili olan İzmir İli, kuzeyde Balıkesir, doğuda Manisa, güneyde Aydın illeri ile komşudur. Toplam yüz ölçümü 12.086.112 da. olan ilde tarım yapılan topraklar 3.448.944,8 da. olup ilin yaklaşık % 28.54'ünü oluşturmaktadır. Tarım alanlarının % 51.45'ini oluşturan 1.774.505,8 dekarı sulanmakta, kalan 1.674.439,1 dekar alanda kuru tarım yapılabilmektedir.

İzmir'in başlıca akarsuları Bakırçay, Gediz ve Küçük Menderes havzalarından ismini alan Gediz Nehri, Küçük Menderes ve Bakırçay'dır. Bunlar arasından ortalama debisi en yüksek olan Gediz Nehri'dir. Bu nehirler üzerine kurulmuş çok

sayıda baraj içme-kullanma, sulama ve endüstriyel su kaynağı olarak kullanılmaktadır. Alaçatı, Tahtalı, Balçova Barajları bunların başlıcalarıdır.

İlde tüketime verilen içme ve kullanma suyu Büyükşehir Belediyesi tarafından 2 baraj ve 131 kuyudan temin edilerek 18 adet ana depo vasıtasıyla şebekeye verilmektedir. İlde Sağlık Bakanlığı'nca ruhsatlandırılmış olan 9 adet kaynak suyu işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmeler belirli periyotlar dahilinde Kaynak Suları Yönetmeliği hükümlerince Sağlık İl Müdürlüğü tarafından denetlenmektedir(İzmir İl Çevre Durum Raporu,2008).

İzmir ili sınırları içinde kullanılan içme suyu kaynakları olarak kullanılan Halkapınar, Göksu, Sarıkız, Çavuşköy ve Menemen Kuyuları yer altı su kaynakları olarak, Tahtalı Barajı, Alaçatı ve Balçova Barajı da yüzey su kaynakları olarak sayılabilir.

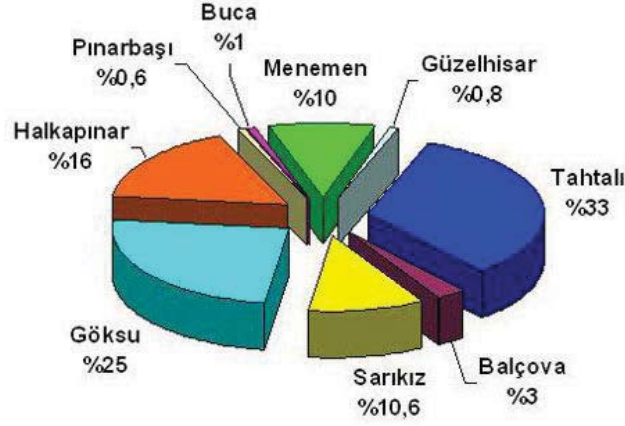
İzmir Metropol alana 2008 yılında dağıtımı yapılan şebeke suyunun % 64'ü yeraltı suyu olarak derin kuyulardan, % 36 yüzey suyu olarak Tahtalı, Balçova ve Güzelhisar Barajları'ndan sağlanmıştır. 2010 yılı verilerine göre %60'ı yeraltısuyu %40'ı yüzey suyu kaynaklarıdır. Bu kaynaklar içinde, kentsel alan içinde yer alan Halkapınar kaynakları, 45 milyon m³/yıl potansiyeli ile en önemli kaynaktır. Potansiyeli daha yüksek olan ancak Manisa ili Muradiye beldesinde yer alan Göksu kaynakları 63 milyon m³/yıl, yine Manisa ilinde Saruhanlı ilçesi Nuriye beldesinde bulunan Sarıkız kaynakları da 45 milyon m³/yıl potansiyelleri ile İzmir'e su sağlayan diğer yeraltı suyu kaynaklarıdır. Menemen ilçe merkezi ve Çavuşköy'deki kuyuları toplam 25 milyon m³/yıl potansiyel ile İzmir'in su kaynakları içinde önemli bir paya sahiptir(İZSU). 2008 yılında toplam 192 milyon m³ içme ve kullanma suyu ihtiyacının 59 milyon m³'ü (yaklaşık %30'u) Tahtalı Barajı'ndan temin edilmektedir.

İzmir'in su sağlayan sistem içinde yüzeysel su kaynaklarının payı 2009 yılı verilerine göre %37'dir. En önemli yüzeysel içme suyu kaynağı Tahtalı Barajı'dır. İkinci yüzeysel su kaynağı 1984 yılından beri devrede olan Balçova Barajı olup, projesindeki ortalama potansiyeli 12 milyon m³/yıl olarak belirlenmiştir.

Aliağa ilçe merkezine devamlı, İzmir kent merkezine ise zaman zaman su veren Aliağa ilçesindeki Güzelhisar Barajı İzmir'in yüzeysel su kaynakları içerisindedir.

Güzelhisar Baraj'ından da zaman zaman İzmir'e değişken miktarlarda içme suyu alınmaktadır (İZSU, <http://www.izmir.bel.tr>, 05.08.2012).

Çizelge 5. 33. İzmir Su Kaynaklarının 2009 Yılındaki Payları



Çalışma kapsamında İzmir ilinin içme ve kullanma suyu kaynaklarından; Gördes Çayı, Ilıca Deresi-Balçova Baraj çıkışı, Sarıkız Kaynağı ve Tahtalı Çayı olmak üzere dört istasyondan alınan 2009 yılına ait nitrat verileri değerlendirilmiştir ve Çizelge 5.34'de verilmektedir.

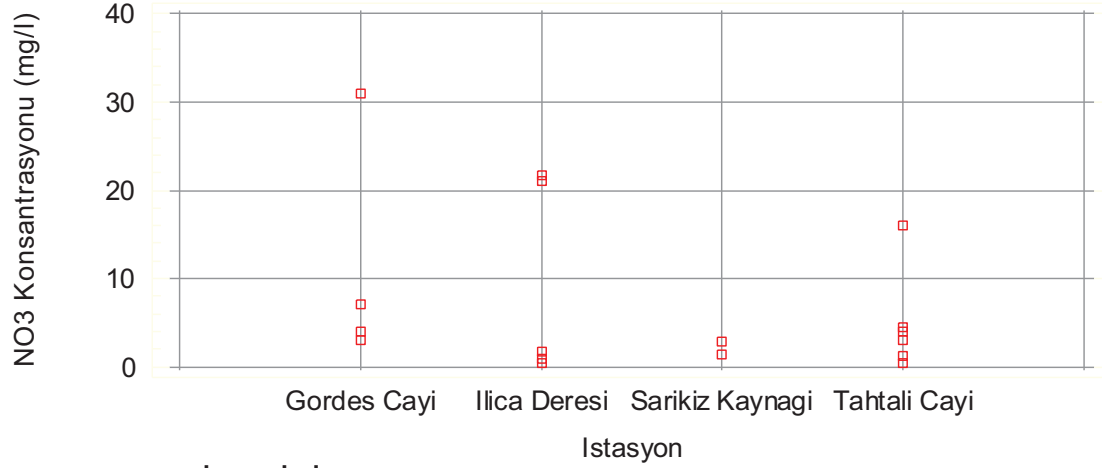
Çizelge 5. 34. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Gördes Çayı	4	11,27	31,02	3,08	13,27
2.	Ilıca Deresi	5	9,16	21,69	0,39	11,18
3.	Sarıkız Kaynağı	2	2,02	2,86	1,32	1,08
4.	Tahtalı Çayı	6	4,89	16,01	0,48	5,66
	İL ORT.	17	7,32	31,02	0,396	9,22

Çizelge 5.34'de verildiği gibi İzmir ilinde değerlendirme altına alınan dört istasyona bakıldığında nitrat değerlerinin 0,39 mg/l ile 31,02 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek derişim Gördes Çayı'nda, en düşük derişim Ilıca Deresi-Balçova Baraj çıkışı'nda görülmektedir. İzmir ilinde nitrat konsantrasyonları için yapılan analiz sonuçlarına göre istasyonlar arasında farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (p=0,61 %95 CI). Tüm ölçümlerde nitrat derişimi Türk Standartları TS

266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) göre limit değer olan 50 mg/l'yi aşmamaktadır.

Çizelge 5. 35. İzmir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı



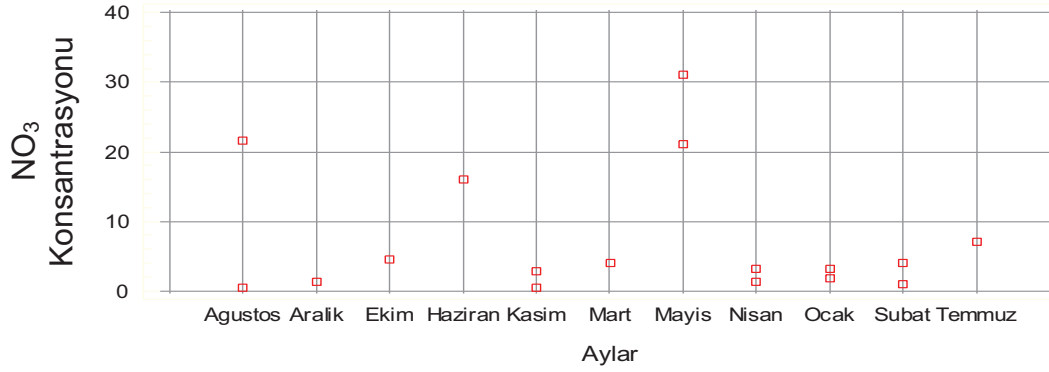
Çizelge 5. 36. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

AY	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Ocak	2	1,76	2,42	3,08	0,93
Şubat	2	0,88	2,42	3,96	2,17
Mart	1	3,96	3,96	3,96	0,00
Nisan	2	1,32	2,20	3,08	1,24
Mayıs	2	21,12	26,07	31,02	7,00
Haziran	1	16,01	16,01	16,01	0,00
Temmuz	1	7,04	7,04	7,04	0,00
Ağustos	2	0,48	11,08	21,69	14,99
Ekim	1	4,53	4,53	4,53	0,00
Kasım	2	0,39	1,62	2,86	1,74
Aralık	1	1,27	1,27	1,27	0,00
TOPLAM	17	0,39	7,32	31,02	9,22

Çizelge 5.36'da verilen aylara göre nitrat konsantrasyonu değerlerine bakıldığında, en yüksek değer Mayıs ayında görülürken en düşük değer Kasım ayında tespit edilmiştir. Nitrat derişiminde aylara göre önemli farklılıkların olmadığı görülmüştür ($p=0,16$ %95 CI). Ek-1'de verilen ilin ortalama yağış değerlerine bakıldığında nitrat konsantrasyonlarının yağış miktarının arttığı dönemlerde seyreilmeye bağlı olduğu düşünülen bir azalma gösterdiği, yağışların azaldığı yaz aylarında konsantrasyonların arttığı görülmüştür.

Bölüm 2.8'de Türkiye'de Azot Kirliliğine Yönelik Olarak Yapılmış Olan Çalışmalar kısmında verildiği gibi İzmir'de daha önce yapılmış olan su kalitesi değerlendirme çalışmalarında, Tayfur vd., (2008) maksimum nitrat konsantrasyonu Şubat ayında 65 mg/l olarak, minimum nitrat konsantrasyonu ise 2 mg/l olarak Mart ayında olmak üzere ortalama 25 mg/l tespit etmiştir. Örnek aldığı tüm noktalarda nitrat konsantrasyonu Nisan ve Ekim aylarında düşüş gösterirken yaz aylarında yükselme eğiliminde olduğu görmüştür. Bu durumu yağışlı geçen bahar aylarında konsantrasyondaki seyrelmeye bağlı düşüşten kaynaklanabileceğini, yaz aylarındaki artışın ise artan tarımsal aktivitelere bağlı olabileceği belirtmiştir.

Çizelge 5. 37. İzmir İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonunun bölge için maruziyet ve risk değerlendirmesi yapılarak hesaplanan Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.38'de verilmektedir. Nitrat değerlerinin ham su kalitesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5. 38. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK				KADIN				ÇOCUK			
	Tahtalı çayı	Gördes Çayı	Sarıköz Kaynağı	Ilıca Deresi	Tahtalı çayı	Gördes Çayı	Sarıköz Kaynağı	Ilıca Deresi	Tahtalı çayı	Gördes Çayı	Sarıköz Kaynağı	Ilıca Deresi
I		0,0550		0,0314		0,0592		0,0338		0,0962		0,0550
II	0,0707			0,0157	0,0761			0,0169	0,1237			0,0275
III		0,0707				0,0761				0,1237		
IV	0,0550		0,0235		0,0592		0,0253		0,0962		0,0412	
V		0,5539		0,3771		0,5965		0,4061		0,9693		0,6600
VI	0,2860				0,3080				0,5005			
VII		0,1257				0,1353				0,2200		
VIII	0,0086			0,3873	0,0093			0,4171	0,0151			0,6778
IX												
X	0,0809				0,0871				0,1416			
XI			0,0510	0,0070			0,0550	0,0076			0,0893	0,0123
XII	0,0227				0,0245				0,0398			

Kirletici konsantrasyonu, içme suyu tüketim miktarı ve bireylerin ağırlığına bağlı olarak hesaplanan İzmir ili için nitrat Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.38'de verilmektedir. En yüksek Tehlike Seviyesi Gördes Çayı'nda Mayıs ayında görülürken, en düşük Ilıca Deresi-Balçova Baraj çıkışı'nda Kasım ayında görülmektedir. Gördes Çayı'nda Mayıs ayında tespit edilen Tehlike Seviyesi kadın ve erkek gruplar için sınır değerinin altında iken (HQ<1) çocuk gruplarda sınıra oldukça yakın bir değerde olması dikkati çekmektedir. Çocuk bireylerin kadın ve erkek gruplara bakıldığında daha hassas olduğu, Tehlike Seviyeleri'nin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 39. İzmir İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	17	0,0070	0,1307	0,5539
Kadın	17	0,0076	0,1408	0,5965
Çocuk	17	0,0123	0,2288	0,9693

Çizelge 5.39'a bakıldığında, kadın ve erkek gruplarda Tehlike Seviyeleri birbirine yakın ancak kadın bireylerde erkek bireylere nazaran daha yüksek değerler görülmektedir. Çocuk bireyler için Tehlike Seviyesi erkek ve kadın gruplardan daha yüksektir.

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak İzmir ili nitrat maruziyet seviyeleri ve Tehlike Seviyeleri (kanseri harici risk seviyeleri) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, ortalama ham suda nitrat değerleri TS 266 ve WHO için belirtilen sınır değeri (50 mg/l) altındadır. Nitrat Tehlike seviyesi de aynı şekilde (HQ<1) 1'den küçük olduğu erkek, kadın ve çocuk bireylerde herhangi bir risk teşkil etmemektedir. Ancak Gördes Çayı'nda ve Ilıca Deresi-Balçova Baraj çıkışı'nda Mayıs ayında özellikle çocuk bireylerde risk seviyesinin yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Nitrat konsantrasyonu standart değeri altında olmasına rağmen risk değerinin yüksek oluşu kirletici konsantrasyonlarına karşı çocuk gruplarıdaki hassasiyeti göstermektedir.

5.7. Samsun

Karadeniz sahil şeridinin orta bölümünde Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer alan Samsun ili doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya güney batısında ise Çorum illeri ile komşudur. Ülkemizin Çukurova'dan sonra en verimli ovaları olan Çarşamba ve Bafra Ovaları il sınırlarında bulunmaktadır. İlin yüzölçümü toplam 957.900 ha olup, bunun 455.324 ha (%48) işlenebilir tarım arazisi, 33.721 ha (%4) çayır-mera arazisi, 358.107 ha (%37) orman ve fundalık arazi kalan kısmı da tarım dışı arazi oluşturmaktadır.

Samsun ili sınırları içerisinde yer alan önemli akarsular; Kızılırmak Nehri, Yeşilırmak Nehri, Terme Çayı, Abdal Irmağı, Mert Irmağı, Kürtün Irmağı, Engiz Deresi, Tersakan Çayı ve bunların yan kollarından oluşmaktadır(Samsun İl Çevre Durum Raporu,2008).

Türkiye'nin önemli akarsularından birisi olan Yeşilırmak'ın debisi Nisan ve Mayıs aylarında maksimum, Ağustos ayında ise minimum olmaktadır. Yeşilırmak dışında ovanın iki büyük akarsuyu Terme Çayı ve Abdal Deresidir(Samsun İl Çevre Durum Raporu,2008).

Çarşamba Ovası'nın önemli diğer bir akarsuyu olan Kızılırmak'ın yıllık ortalama debisi 188,08 m³ /s dir. Debi en yüksek değere Mart ve Nisan aylarında ulaşır(Samsun İl Çevre Durum Raporu,2008).

Bölgede hizmet veren barajlar Altınkaya, Derbent, Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu ve Çakmak Barajlarıdır. Samsun içme suyunun önemli bir kısmını karşılayan Çakmak Barajı, Çarşamba ovasının güneyinde, Çarşamba İlçesinin 20 km. güney batısında Abdal Irmağı üzerinde inşa edilmiştir. Samsun İl Çevre ve Durum Raporu (2008)'nda belirtildiğine göre Bafra Altınkaya ve Derbent barajlarının da hizmete girmesi ile bölgedeki su ve enerji sorunu büyük oranda giderilmektedir(Samsun İl Çevre Durum Raporu,2008).

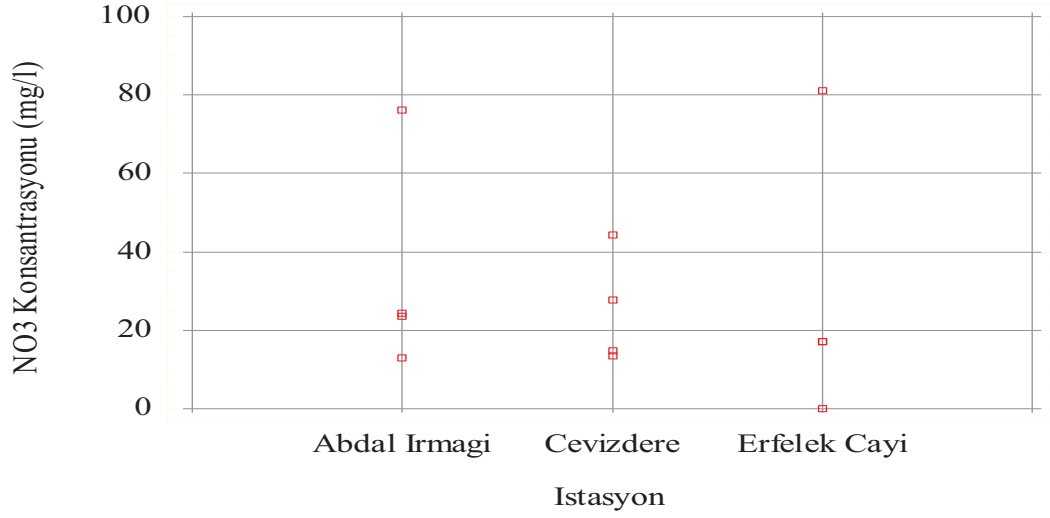
Çalışma kapsamında, Samsun iline içme ve kullanma suyu sağlamakta olan Çakmak Barajı'na kaynak oluşturan Abdal Irmağı ile Cevizdere ve Erfelek Çayı'nda ölçülen 2009 yılına ait nitrat verileri değerlendirilerek sonuçlar Çizelge 5.40'da verilmektedir.

Çizelge 5. 40. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Abdal Irmağı	4	34,31	76,21	13,12	28,40
2.	Cevizdere-Kızılderesi	4	25,08	44,26	13,53	14,33
3.	Sinop Erfelek Çayı	4	28,88	81,11	0,0	35,75
	İL ORT.	12	29,42	81,11	0,00	25,30

Çizelge 5.40'da verildiği gibi, Samsun ilinde değerlendirilen istasyonlarda nitrat ölçümlerinin 0,0'dan 81,11 mg/l'ye kadar çıktığı görülmektedir. Maksimum ölçüm Erfelek Çayı'nda belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında Abdal Irmağı'nda görülen nitrat derişimi diğer istasyonlara göre daha yüksektir. Değerlendirilen istasyonlar arasında farklılık olmadığı (p=0,89 %95CI) belirlenmiştir. Nitrat derişimlerinin ölçümlerin %16'sında ülkemizde içmesuyu standardı TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) göre limit değer olan 50 mg/l'yi aşmaktadır. Abdal Irmağı ve Erfelek Çayı'nda Kasım ayında ölçülen derişimler sınır değer üzerinde olduğu görülmüştür. Ortalama değerde Nitrat derişimi standart değer altındadır.

Çizelge 5. 41. Samsun İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı

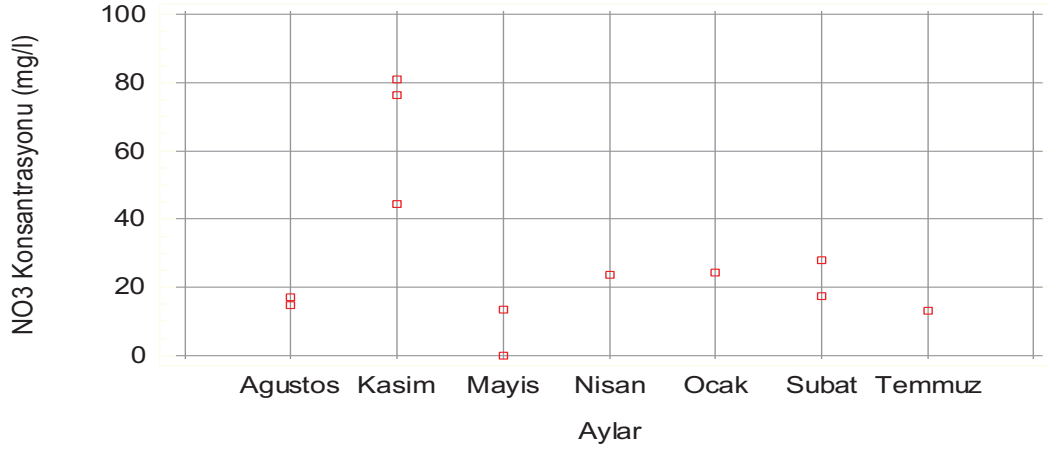


Çizelge 5.42' de verilen aylara göre nitrat konsantrasyonu değerlerine bakıldığında, mevcut durumda en yüksek değer Kasım ayında, en düşük değer Mayıs ayında görülmektedir. Nitrat derişiminde aylara göre önemli farklılıklar vardır ($p=0,04$ %95 CI). Ortalama yağış miktarının yüksek olduğu Ekim-Kasım aylarında nitrat derişiminin yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Bu durumun doğrudan nitrat deşarjı veya nitratlı bileşiklerin kullanıldığı ya da üretildiği endüstrilere ait atıksuların deşarjı veya tarım alanlarında kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur suları ile taşınmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. 42. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Aylar	Örneklem sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Ocak	1	24,38	24,38	24,38	0,00
Şubat	2	17,26	22,54	27,83	7,46
Nisan	1	23,51	23,51	23,51	0,00
Mayıs	2	0,00	6,76	13,53	9,56
Temmuz	1	13,12	13,12	13,12	0,00
Ağustos	2	14,72	15,94	17,17	1,76
Kasım	3	44,26	67,20	81,11	20,01

Çizelge 5. 43. Samsun İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Demirci, (1993) çalışmasında, Samsun yöresi akarsuları (Suat Uğurlu Baraj Gölü Yeşilirmak, Abdal Deresi, Mert Irmağı, Kürtün Irmağı, Engiz Deresi, Kızılırmak) ve şehir içme suyunda altı aylık süre içinde florür, nitrat ve nitrit miktarlarını belirlenmiştir. Altı ay süresince yapılan ölçümler sonucunda florür ve nitrat düzeylerinin normal sınırlar içinde yer aldığı dolayısıyla Samsun yöresi akarsuları ve içme suyunda önemli ölçüde florür ve nitrat kirliliği olmadığını belirlemiştir.

Ekşi, (2005) çalışmasında Samsun şebeke suyu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi şebeke suyu, Samsun Kirazlık Beldesi'nde bir tarım arazisinde bulunan kuyu suyu dahil olmak üzere dokuz ayrı noktada nitrat ölçümü yapmıştır. Bu noktalarda değerler 20 mg/l ile 815 mg/l arasında değişen aralıkta tespit edilmiştir. Samsun şebeke suyunda 40 mg/l nitrat belirlemiştir. Ülkemizde geçerli olan içme suyu standartlarında (TS 266), nitrat için müsaade edilebilir en yüksek değer 45 mg/L olarak tanımlanmaktadır. Avrupa Birliği 50 mg/L'lik bir üst sınır getirirken, EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45 mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmaktadır. Bu kriterlere göre analiz edilen su örneklerinden kuyu suyu örneği başta olmak üzere diğer beş noktada da sınır değerleri aştığı belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonunun bölge için maruziyet ve risk değerlendirmesi yapılarak Tehlike Seviyeleri Çizelge 5.44'de verilmektedir. Nitrat değerlerinin ham su kalitesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5. 44. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Erfelek Çayı	Cevizdere-Kızılderesi	Abdal Irmağı Çakmak Bar.Çıkışı	Erfelek Çayı	Cevizdere-Kızılderesi	Abdal Irmağı Çakmak Bar.Çıkışı	Erfelek Çayı	Cevizdere-Kızılderesi	Abdal Irmağı Çakmak Bar.Çıkışı
Ocak			0,4353			0,4688			0,7618
Şubat	0,3083	0,04969		0,3320	0,5352		0,5396	0,8697	
Mart									
Nisan			0,4199			0,4522			0,7349
Mayıs	0,0000	0,2416		0,0000	0,2602		0,0000	0,4229	
Haziran									
Temmuz			0,2343			0,2524			0,4101
Ağustos	0,3066	0,2629		0,3302	0,2831		0,5365	0,4601	
Eylül									
Ekim									
Kasım	1,4484	0,7904	1,3610	1,5599	0,8513	1,4657	2,5348	1,3833	2,3818
Aralık									

Kirletici konsantrasyonu, tüketim miktarı ve bireylerin ağırlığına bağlı olarak hesaplanan nitrat Tehlike Seviyesinin minimum, ortalama ve maksimum değerlerini gösterir sonuçlar Çizelge 5.45’de verilmektedir. Tehlike seviyesi en yüksek Erfelek Çayı’nda Kasım ayında görülürken, en düşük değer yine Erfelek Çayı’nda Mayıs ayında belirlenmiştir. Kasım ayında Erfelek Çayı ve Abdal Irmağı’nda kadın, erkek ve çocuk gruplar olmak üzere tüm bireylerde Tehlike Seviyesinin aşıldığı görülmektedir. Cevizdere istasyonunda erkek ve kadın bireyler için Tehlike Seviyesi aşılmazken çocuk bireyler için bu noktadaki derişimin risk oluşturduğu tespit edilmiştir. Çocuk bireylerin kadın ve erkek gruplara bakıldığında daha hassas olduğu, Tehlike Seviyeleri’nin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kirletici derişimi, günlük içme suyu tüketim miktarı ve vücut ağırlığına bağlı olarak hesaplanan Tehlike Seviyeleri; erkek-kadın ve çocuk gruplarında değişkenlik göstermektedir. Ancak Tehlike Seviyelerinde kirletici konsantrasyonundaki değişime bağlı olarak meydana gelen artış, günlük içme suyu tüketim miktarı ve vücut ağırlığına bağlı olarak meydana gelen artıştan çok daha belirgin olmaktadır. Bir başka ifadeyle kirletici konsantrasyonu Tehlike Seviyesi’nin belirlenmesinde

diğer değişkenlere kıyasla (vücut ağırlığı, su tüketim miktarı gibi) daha belirleyici bir faktördür.

Çizelge 5. 45. Samsun İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	12	0,0000	0,5255	1,4484
Kadın	12	0,0000	0,5659	1,5599
Çocuk	12	0,0000	0,9196	2,5348

Hesaplanan Tehlike Seviyelerinin ortalama, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 5.45'de verilmektedir. Samsun'da içme ve kullanma suyu olarak kullanılmakta olan kaynaklardan belirlenen istasyonlarda değerlendirilen nitrat derişimleri EPA ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 10 mg/L Nitrat-N (45 mg/L Nitrat) üst sınır olarak tanımlanmakta olan standart değerin üzerinde görüldüğü ölçümler vardır. Erfelek Çayı ve Çakmak Barajı Çıkışı'nda Kasım ayında ölçülen nitrat konsantrasyonuna bağlı olarak kadın erkek ve çocuk gruplarda bu değerin risk teşkil ettiği söylenebilir. Cevizderesi'nde mevcut Nitrat yükünün erkek ve kadın bireyler için risk oluşturmazken çocuk bireylerde tehlike seviyesinin üzerinde olduğu ve bu bireylerde önemli bir risk teşkil etmekte olduğu görülmüştür. Çocuk bireyler gibi hassas gruplarda, kirletici yükünün standart değerin altında olsa bile kanser harici risk teşkil etmesi dikkati çekmiştir. Ancak ortalama değerde mevcut kaynaklarda nitrat yüküne bağlı olarak belirlenen Tehlike Seviyesi erkek, kadın ve çocuk gruplarda risk teşkil etmeyecek seviyede olduğu (HQ<1) görülmüştür.

5.8. Trabzon

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan il, batıda Giresun, güneyde Gümüşhane ve Bayburt, doğuda Rize illeri ile komşudur. Trabzon, diğer Doğu Karadeniz Bölgesi illerinde olduğu gibi oldukça dağlık bir yöredir. İl topraklarının %30'u dağlık, %60'ı güneye doğru %25-30 eğimle artan alanlar ve ancak %10'luk bir kısmı düz alanlardan oluşmaktadır. Tarım arazisinin % 59'unda bölgenin önemli geçim kaynağı fındık ve çay üretilmektedir.

Trabzon ilinin başlıca akarsuları; Değirmendere başta olmak üzere Solaklı Deresi, Karadere, Baltacı Deresi, Akhisar Deresi, Fol Deresi, Çarşıbaşı Deresi ve İyidere Çayı'dır. Çok sayıdaki kaynaklar ve her mevsim görülen yağışlar bu dereleri beslemektedir. Ayrıca derelerin mansap bölümündeki alüvyon alanları, yeraltı suyu bakımından zengindir. Diğer Doğu Karadeniz illerinde olduğu gibi Trabzon'da da özellikle sahildeki ilçe yerleşim yerlerinin içme ve kullanma suları bu kaynaklardan temin edilmektedir(Trabzon İl Çevre Durum Raporu, 2008)

Trabzon şehri ile Akçaabat ve Yomra ilçelerinin içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyaçlarını temin etmek, ayrıca mevcut potansiyeli değerlendirmek amacı ile enerji üretiminin de planlandığı Atasu Barajı ve HES Projesi dahilindedir(Trabzon İl Çevre Durum Raporu, 2008).

Değirmendere'nin bir kolu olan Galyan Deresi, bu projenin kaynağını oluşturmakta ve bu kaynak üzerinde inşa edilen Atasu Barajı ilin içme suyu ihtiyacını hali hazırda karşılamaktadır.

Trabzon İl Çevre ve Durum Rapor (2008)'una göre ilin genelinde içme suyu, Galyan Deresi üzerinde bulunan Atasu Barajından temin edilmekle birlikte özellikle sahil ilçelerinde içme ve kullanma suyu akarsuların denize ulaştığı mansab kesiminde akifer sahalardan derin kuyular aracılığıyla temin edilmektedir. Bu suların klorlama hariç hiçbir arıtım yapılmadan kullanılmakta olduğu belirtilmektedir(Trabzon İl Çevre Durum Raporu, 2008).

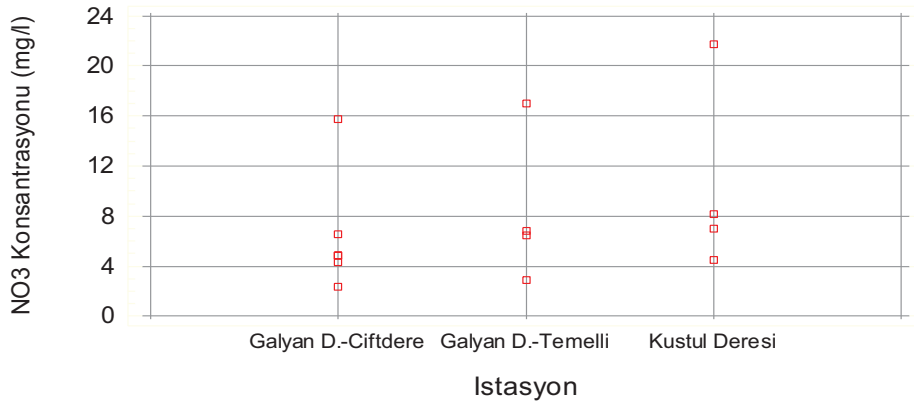
Çalışma kapsamında, Trabzon iline içme ve kullanma suyu sağlamakta olan kaynaklardan, Galyan Deresi, Değirmendere ve Temelli olmak üzere 3 istasyondan alınan 2009 yılına ait veriler değerlendirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.46'de verilmektedir.

Çizelge 5. 46. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonu Değerlendirmesi (mg/l)

	İstasyon	Örneklem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
1.	Galyan Deresi-Çiftdere	6	6,43	15,76	2,33	4,76
2.	Galyan Deresi-Temelli	4	8,3	17,03	2,85	6,09
3.	Kuştul Deresi-Değirmen	4	10,37	21,77	4,48	7,75
	İL ORT.	14	8,09	21,77	2,33	5,83

Çizelge 5.46'ya göre Trabzon ilinde değerlendirme altına alınan istasyonlara bakıldığında değerlerin 2,33 mg/l ile 21,77 mg/l arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek derişim Kuştul Deresi-Değirmendere'de görülmüştür. En düşük ölçüm ise Galyan Deresi'ndedir. İstasyonlar arasında önemli bir farklılık yoktur ($p=0,61$ %95 CI). Nitrat derişimlerinin tüm noktalarda ülkemizde Türk Standartları TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) göre limit değeri, 50 mg/l'yi aşmamaktadır.

Çizelge 5. 47. Trabzon İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Noktalara Göre Dağılımı

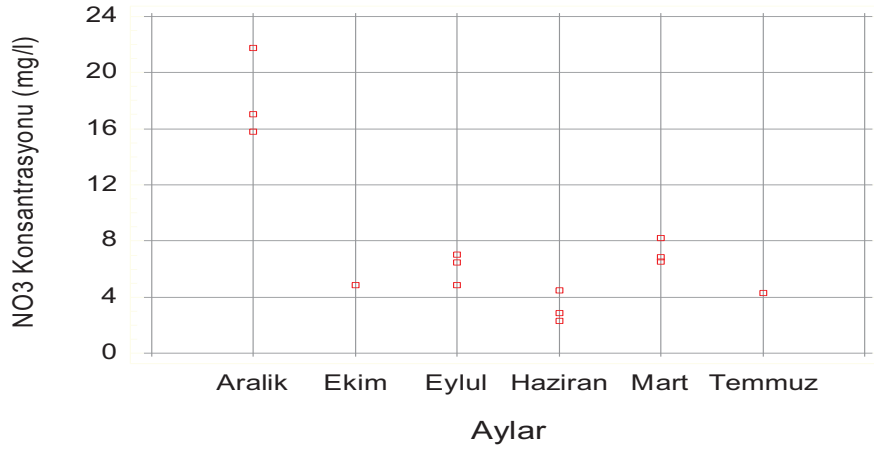


Çizelge 5. 48. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Konsantrasyonunun Aylara Göre Değerlendirilmesi (mg/l)

Aylar	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum	Standart Sapma
Mart	3	6,51	7,18	8,18	0,88
Haziran	3	2,33	3,22	4,48	1,12
Temmuz	1	4,31	4,31	4,31	0,00
Eylül	3	4,84	6,11	7,04	1,14
Ekim	1	4,84	4,84	4,84	0,00
Aralık	3	15,76	18,18	21,77	3,16

Çizelge 5.48'de aylara bağlı olarak ölçülen nitrat konsantrasyonu değerlerini incelersek, verilerin aylara göre nitrat derişiminde önemli farklılıklar vardır ($p=0001$, %95 CI). Mevcut durumda en yüksek değer Kuştul Deresi'nde Aralık ayında, en düşük değer Haziran ayında Galyan Deresi-Çiftdere'de görülmektedir. İlin ortalama yağış miktarı göz önüne alındığında yağışların azaldığı Haziran ayında nitrat derişiminin düştüğü, yağışların arttığı Aralık ayında nitrat derişiminin arttığı dikkati çekmektedir.

Çizelge 5. 49. Trabzon İli Nitrat Konsantrasyonunun Numune Alınan Aylara Göre Dağılımı



Bulut, 2005’de yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında, Trabzon’da içme ve kullanma suyunu sağlayan Atasü Barajı’nın suyunu taşıyan Galyan akarsuyunun üç ayrı noktasından yaklaşık bir yıl boyunca (2004 yılı içerisinde) aldığı örneklerle akarsuyun kalitesini belirlemeyi amaçlamıştır. Belirlediği istasyonlar; Kalyan Deresi-Temelli, Kuşulderesi-Değirmen ve Kalyan Deresi-Çiftdere’dir. Nitrat ölçümlerinin en yüksek olduğu istasyonu Kuşul Deresi olarak tespit etmiş ve bunun nedeni olarak da bu havzada tarımın daha yoğun yapılması olarak belirtmiştir.

Bulut, (2005) çalışmasında ayrıca bu mevkilerden 2004 yılı içerisinde alınan nitrat azotu ölçüm değerlerinin yıllık ortalamalarının 2000, 2001, 2002 ve 2003 yıllarıyla olan karşılaştırmalarını vermiştir. Bu değerlerin 2009 yılı değerleriyle karşılaştırmaları ise Çizelge 5.50’de verilmektedir.

Çizelge 5. 50. 2009 yılı ortalama NO₃⁻ - N ölçüm değerlerinin 2000, 2001, 2002 ve 2003 yılları ile karşılaştırması

	2000	2001	2002	2003	2004	2009
Çiftdere	1,32	1,45	1,25	0,96	1,14	1,46
Kuşulderesi	1,6	1,34	1,6	1,71	1,51	2,35
Temelli	1,56	1,24	1,38	1,41	1,23	1,88

¹Çalışmada ölçümler mg/l NO₃⁻ olarak kullanıldığından mg/l NO₃⁻ / 4,4 mg/l NO₃⁻-N olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.50'ye göre istasyonlarda görülen yıllık ortalama değerlerin yıllara önemli bir farklılık göstermediği görülmektedir.

Çalışma kapsamında içme suyu kaynaklarında Nitrat konsantrasyonunun bölge için maruziyet ve risk değerlendirmesi yapılarak hesaplanan Tehlike Seviyeleri gösterir sonuçlar Çizelge 5.50'de verilmektedir. Nitrat değerlerinin ham su kalitesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5. 51. Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Erkek, Kadın ve Çocuk Gruplara Göre Dağılımı

AY	ERKEK			KADIN			ÇOCUK		
	Galyan Deresi-Çiftdere	Galyan Deresi-Temelli	Kuştul Deresi-Değirmen Dere	Galyan Deresi-Çiftdere	Galyan Deresi-Temelli	Kuştul Deresi-Değirmen Dere	Galyan Deresi-Çiftdere	Galyan Deresi-Temelli	Kuştul Deresi-Değirmen Dere
Ocak									
Şubat									
Mart	0,1170	0,1233	0,1470	0,1260	0,1328	0,1584	0,2048	0,2158	0,2574
Nisan									
Mayıs									
Haziran	0,0419	0,0513	0,0806	0,0451	0,0552	0,0868	0,0733	0,0898	0,1411
Temmuz	0,0775			0,0834			0,1356		
Ağustos									
Eylül	0,0869	0,1162	0,1265	0,0936	0,1251	0,1362	0,1522	0,2034	0,2214
Ekim	0,0869			0,0936			0,1522		
Kasım									
Aralık	0,2832	0,3062	0,3912	0,3050	0,3297	0,4213	0,4957	0,5358	0,6847

Sudaki kirletici konsantrasyonuna, tüketim miktarına ve bireylerin ağırlığına bağlı olarak hesaplanan Trabzon ili için nitrat Tehlike Seviyesi değerlerini gösterir sonuçlar Çizelge 5.51'de verilmektedir. Kirletici konsantrasyonuyla paralel olarak en yüksek seviyenin Kuştul Deresi'nde Aralık ayında görüldüğü, en düşük Tehlike Seviyesinin ise Galyan Deresi-Çiftdere'de Haziran ayında görüldüğü belirlenmiştir. Çocuk bireylerin kadın ve erkek gruplara bakıldığında daha hassas olduğu, Tehlike Seviyeleri'nin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama, minimum ve maksimum değerler Çizelge 5.52'de verilmektedir.

Çizelge 5. 52.Trabzon İli İçmesuyu Kaynaklarında Nitrat Tehlike Seviyesinin Değerlendirilmesi

HQ	Örneklem Sayısı	Minimum	Ortalama	Maksimum
Erkek	14	0,0419	0,1454	0,3912
Kadın	14	0,0451	0,1566	0,4213
Çocuk	14	0,0733	0,2545	0,6847

Nitrat derişimleri, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları kullanılarak nitrat için, Maruziyet ve Tehlike Seviyeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Trabzon ili için içme suyu kaynaklarında nitrat değerlerinin İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve EPA için belirtilen sınır değer (45 mg/l'nin) altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Tehlike Seviyeleri de $HQ < 1$ olduğundan bu bölgede her üç istasyonda da Nitrat derişiminin erkek, kadın ve çocuk bireylerde insan sağlığı açısından risk teşkil etmediği söylenebilir.

6.SEKİZ İL BAZINDA KARŞILAŞTIRMA

Çalışma kapsamında Türkiye’de; Eskişehir, Antalya, Bursa, Edirne, Erzurum, İzmir, Samsun ve Trabzon olmak üzere 8 ilde içme suyu kaynaklarında nitrat yükleri değerlendirilerek sonuçların risk sınırları içerisinde olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında nitrat konsantrasyonu incelendiğinde sonuçların dört ana grupta toplandıkları görülmektedir. Çizelge 6.1’e bakıldığında Edirne, Bursa, Antalya, İzmir ve Trabzon olmak üzere beş il kendi arasında nitrat değerleri bakımından homojen bir dağılım göstermektedir. Erzurum ili 0,28 mg/l ortalama nitrat konsantrasyonu ile incelenen iller arasında en düşük nitrat yüküne sahip ildir. Eskişehir ve Samsun illerinde içme suyu kaynaklarında Nitrat yükü diğer illere göre farklı bir dağılım göstermekte ve daha yüksek derişimlere sahip olduğu görülmektedir. Samsun ilinde yüksek nitrat değerleri dikkati çekmektedir. İlde incelenen istasyonlar arasında önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir. Samsun 29,42 mg/l ortalama nitrat konsantrasyonu ile incelenen iller arasında en yüksek nitrat yüküne sahip ildir. Eskişehir ilinde incelenen istasyonlardan Akademi Kuyusu’nda yüksek nitrat derişimleri dikkati çekmiştir. Diğer istasyonlarda birbirine yakın değerler gözlenirken Eskişehir’de incelenen istasyonların ortalama nitrat değeri 15,15 mg/l’dir.

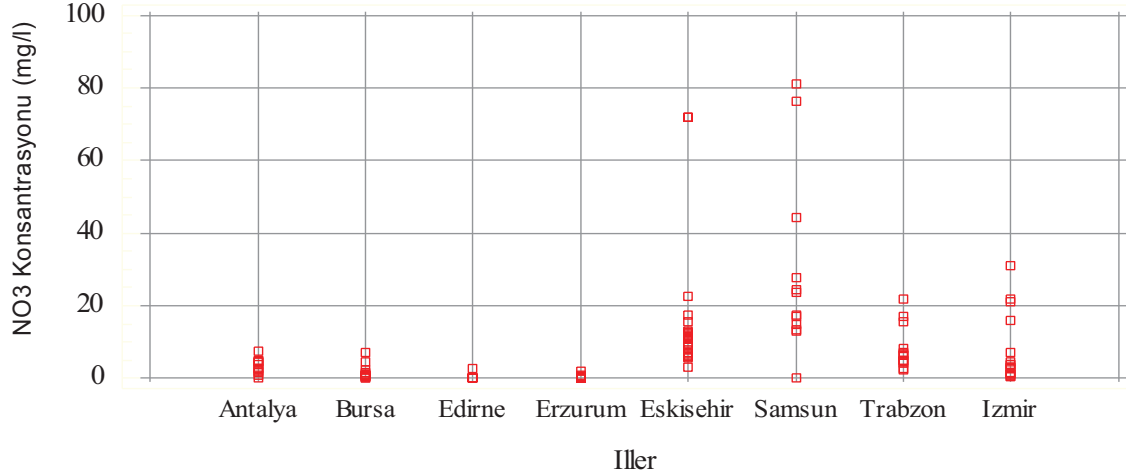
Çizelge 6. 1. İllere Göre Nitrat Konsantrasyonu Homojen Gruplar

İller	n	Ortalama (mg/l)	Homojen Gruplar
Erzurum	24	0,284533	X
Edirne	6	0,44	XX
Bursa	14	1,58494	XX
Antalya	14	3,31257	XX
İzmir	17	7,32212	XX
Trabzon	14	8,09317	XX
Eskişehir	26	15,1512	X
Samsun	12	29,4295	X

Homojen Gruplar (%95 CI)			

Sonuç olarak Eskişehir ilinde Nitrat yükü 2,94-71,89 mg/l, Antalya ilinde 0,0- 7,92 mg/l, Bursa'da 0,17-7,09 mg/l, Edirne ilinde 0,0-2,64 mg/l, Erzurum ilinde 0,0-2,02 mg/l, İzmir'de 0,48-31,08 mg/l, Samsun ilinde 0,0- 81,11 mg/l ve Trabzon'da 2,33-21,77 mg/l arasında değişen değerler göstermektedir. İller arasında nitrat yükü bakımından önemli farklılıklar olduğu söylenebilir ($p=0,0000$ %95 CI). İllere bağlı olarak nitrat konsantrasyon dağılımı Çizelge 6.2'de verildiği gibidir.

Çizelge 6. 2. İllere Göre Nitrat Konsantrasyonu Dağılımı



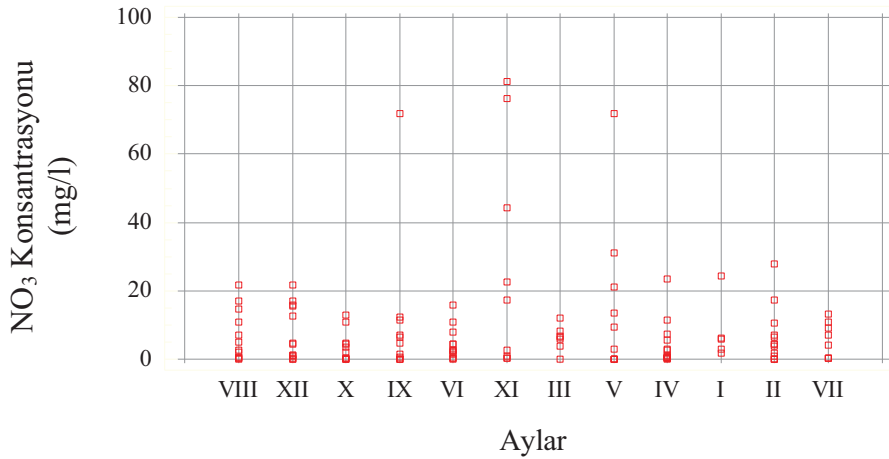
İncelenen illerde içme suyu kaynaklarında nitrat konsantrasyonları aylara göre değerlendirilecek olursa, değerleri dört grupta incelemek mümkündür. Çizelge 6.3'de verildiği gibi içme suyu kaynaklarında Nitrat yükü Ekim ayında en düşük değerde seyretmektedir. Nitrat yükünün arttığı aylar Mayıs ve Kasım aylarıdır. Kasım ayında nitrat yükü maksimum değerdedir. Çalışmada incelenen aylar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p= 0,0048$ %95 CI). En düşük değer Ekim ayında görülürken Kasım ayına gelindiğinde nitrat yükünün ani artışı dikkati çekmektedir. Aynı şekilde çalışmada incelenen içme suyu kaynaklarında Nisan ayında düşük konsantrasyonlar görülürken nitrat derişimi Mayıs ayında yükselmektedir. İlkbahar ve sonbahar aylarında nitrat konsantrasyonlarında görülen bu dalgalanmada yağış, sıcaklık ve tarımsal aktiviteler vb. faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Doğrudan nitrat deşarjı veya nitratlı bileşiklerin kullanıldığı ya da üretildiği endüstrilere ait atıksular veya tarım alanlarında kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur suları ile taşınmasından kaynaklanmış olabileceği de düşünülebilir.

Çizelge 6. 3. Aylara Göre Nitrat Konsantrasyonu Homojen Grupları

Aylar	n	Ortalama (mg/l)	Homojen Gruplar
EKİM	11	3,62	XX
NISAN	15	3,94263	X
HAZİRAN	13	4,29609	XX
TEMMUZ	8	5,68425	XX
MART	7	6,22286	XX
SUBAT	13	6,57078	XX
AGUSTOS	12	6,95428	XX
ARALIK	13	7,38015	XX
OCAK	5	8,2816	XX
EYLÜL	11	10,5804	XX
MAYIS	10	15,0166	X
KASIM	9	27,365	X

Çalışmada incelenen içme suyu kaynaklarında nitrat konsantrasyonlarının aylara göre dağılımını gösterir sonuçlar Çizelge 6.4’de verildiği gibidir.

Çizelge 6. 4. Aylara Göre Nitrat Konsantrasyonu Dağılımı

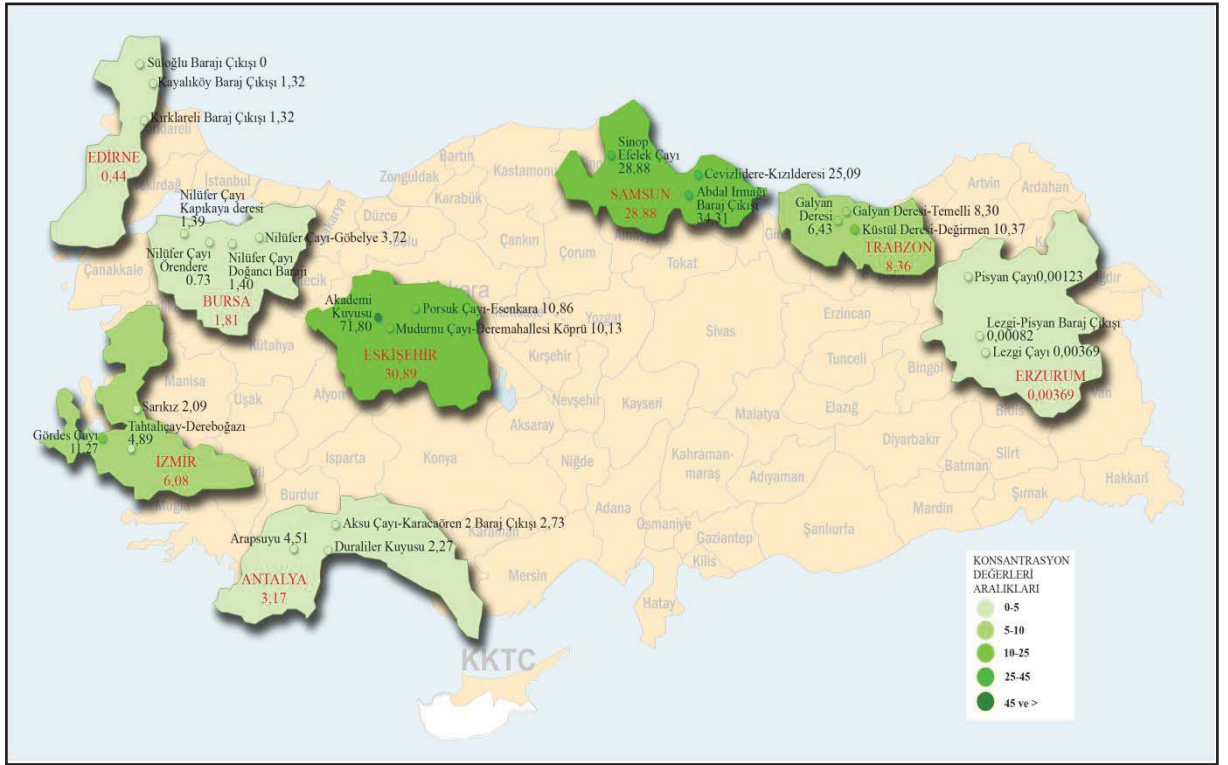


Çalışma kapsamında Eskişehir, Antalya, Bursa, Edirne, İzmir, Erzurum, Trabzon ve Samsun olmak üzere sekiz ilde değerlendirme altına alınan içme suyu kaynaklarında nitrat derişimlerinin yoğunluğu Şekil 6.1’de görülmektedir. Mevcut veriler değerlendirildiğinde Samsun ve Eskişehir’de nitrat yükünün fazla olduğu ancak ortalama değerinde Türk Standartları TS 266’ya ve Dünya Sağlık Örgütü’ne (WHO) göre içme sularında Nitrat için belirlenen limit değer 50 mg/l ‘i geçmediği

görülmektedir. Nitrat yükü açısından bu illeri Trabzon ili takip etmektedir. Erzurum ve Edirne ise oldukça düşük değerlerde nitrat konsantrasyonuna sahip illerdir.

Ülkemizin Çukurova'dan sonra en verimli ovaları olan Çarşamba ve Bafra Ovaları Samsun'da bulunmaktadır. Tarımsal verimin artırılması amacıyla yoğun bir şekilde kimyasal gübre ve zirai mücadele ilaçları kullanılmaktadır. Bu bağlamda Samsun ilinde yüksek çıkan nitrat yükünün tarımsal kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Eskişehir ilinde Porsuk Çayı ve yan kolları sulama, içme ve kullanma, endüstriyel su temini amaçlı, rekreasyon, evsel ve endüstriyel atıklar için alıcı ortam amaçlı olarak kullanılmaktadır. Toplam arazi varlığının %43'ü tarım alanı olan Eskişehir ovasında yapılan tarım, il ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Eskişehir ilinde görülen yüksek nitrat yükünün ise endüstriyel ve tarımsal kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 6. 1. Türkiye'deki İçme Suyu Kaynaklarında Nitrat Dağılımı

7.RİSK DEĞERLERİ İLE KANSER OLGU SAYILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Nitrat, nitrit veya çeşitli formasyonlarının kanserojenik etkilerinin olduğunu gösterir çok sayıda deneysel çalışmalar mevcuttur. Ancak, kanser riski ile içme suyunda nitrat maruziyetinin arasındaki olası ilişkiyi belirleyici epidemiyolojik veriler kesin değildir. Bu alanda yapılan pek çok çalışma vaka-kontrol (case-control study) çalışmasıdır. Vaka kontrol çalışmalarının olası bir etken-hastalık ilişkisinin araştırılmasında ucuz, hızlı bir yöntem olması, elde var olan verilerden yararlanılması gibi avantajlarının yanısıra, etken hastalığı birey düzeyinde eşleştirmek ve potansiyel karıştırıcı faktörlerin ve diğer pek çok faktörün etkisinin göz ardı edilmesi gibi dezavantajlarının da olduğu bilinmektedir. Hastalıkların oluşumunda yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık gibi biyolojik faktörlerin yanısıra sigara, beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörler gibi çeşitli etkenlerin de müdahil olduğu bilinen bir gerçektir.

Çalışma kapsamında çeşitli literatür çalışmalarından derlenen sonuçlara göre nitratla ilişkilendirilen kanser türleri belirlenmiştir. Ve bu kapsamda söz konusu illerde içme suyu vasıtasıyla nitrat alımı sonucu ortaya çıkan Kanser Harici Risk diğer bir ifadeyle "Tehlike Seviyesi" (Hazard Quotient) ve bu illere ait kanser insidans hızları arasında bir korelasyon analizi uygulanarak bu veriler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Sağlık Bakanlığı'nca yürütülen toplum tabanlı kanser kayıt merkezi çalışmaları kapsamında bölgelerini temsil edebileceği düşünülen sekiz il; Antalya, Erzurum, Eskişehir, İzmir, Bursa, Edirne, Trabzon ve Samsun olmak üzere nüfus tabanlı kanser kayıt merkezi veri havuz kullanılarak yapılan hesaplamalarla Türkiye için kanser insidansı tahminleri yapılmış, 2004-2006 serisi için sonuçlar ayrıntılı olarak verilmiştir. İlgili kanser türlerine ilişkin insidans hızları Ek-3'de verilmektedir.

Çizelge 7.1.'de çalışmada sekiz ilde belirlenen tehlike seviyelerinin ortalama değerleri verilmiştir. Tehlike Seviyesi kirlenici konsantrasyonu, içme suyu günlük tüketim miktarı ve vücut ağırlıkları ile orantılı olarak değişmektedir. Kadın bireylerin risk seviyesi erkek bireylere göre daha yüksektir. Çocuk grupların risk seviyesinin yetişkinlere nazaran daha yüksek olduğu, kirlenici konsantrasyona karşı daha hassas oldukları görülmektedir.

Çizelge 7. 1. Ortalama Tehlike Seviyeleri

Ortalama Tehlike Seviyeleri (HQ)			
	Erkek	Kadın	Çocuk
Eskişehir	0,2705	0,2910	0,4730
Antalya	0,0587	0,0632	0,1028
Bursa	0,0283	0,0304	0,0495
Edirne	0,0078	0,0084	0,0137
Erzurum	0,0050	0,0054	0,0088
İzmir	0,1307	0,1408	0,2288
Samsun	0,5255	0,5659	0,9196
Trabzon	0,1454	0,1566	0,2545

Elde edilen bu sonuçlar kullanılarak Tehlike Seviyesi (HQ) değerleri ile kanser insidans hızları arasında korelasyon analizi sonuçları Çizelge 7.2 ve Çizelge 7.3’de sunulmuştur. Bu çalışmada incelenen nitrat konsantrasyonlarının ham suda ölçülen derişimler olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Nitratın yalnızca içme suyu yoluyla bünyeye alımının düşünöldüğü, diğer şartların göz ardı edildiği ve kanser oluşumunda pek çok faktörün (genetik yatkınlık, radyasyon, sigara, beslenme, egzersiz ve diğer yaşam tarzı alışkanlıkları vs.) etkisinin olduğu da göz ardı edilmemelidir.

Çizelge 7. 2. Nitrat Tehlike Seviyesi ve Olgu Sayıları Arasında Korelasyon (Erkek Bireyler)

HQ	BOBREK	KOLON	MESANE	MIDE	NON-HODGKIN LENFOMA	PANKREAS
Korelasyon Katsayısı (r)	0,1121	0,2730	0,2646	-0,1813	0,2534	0,2351
Örneklem Sayısı (n)	108	108	108	108	108	108
P	0,2480	0,0042	0,0057	0,0604	0,0081	0,0143

Çizelge 7. 3. Nitrat Tehlike Seviyesi ve Olgu Sayıları Arasında Korelasyon (Kadın Bireyler)

HQ	BOBREK	KOLON	MESANE	MIDE	NON-HODGKIN LENFOMA	PANKREAS
Korelasyon Katsayısı (r)	0,1344	0,2032	0,2892	-0,1569	0,2253	0,3922
Örnekleme Sayısı (n)	108	108	108	108	108	108
P	0,1656	0,0349	0,0024	0,1049	0,0190	0,000

Korelasyon analizi; iki değişken arasındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistik yöntemlerden birisidir. Değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile belirlenir. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen değerler alır ($-1 \leq r \leq +1$). Katsayı, ilişkinin olmadığı durumda 0, tam ve kuvvetli bir ilişki varsa 1, ters yönlü ve tam bir ilişki varsa -1 değerini alır. Korelasyon katsayısının yorumunda, tam değerler dışında genellikle, 0-0.49 arasında ise korelasyon zayıf, 0.5-0.74 arasında ise orta derecede, 0.75-1 arasında ise kuvvetli ilişki vardır şeklinde değerlendirilir. P değeri, korelasyonun istatistiksel anlamda önemini belirten bir katsayıdır. P değerinin 0.05 'in altında olduğu durumda %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğunu söyleyebiliriz.

Bu durumda elde edilen bu bulgulara göre, Tehlike Seviyeleri ile kanser insidans hızları arasında erkek bireyler için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre kolon kanseri, pankreas kanseri, mesane kanseri ve non hodgkin lenfoma ile nitrat tehlike seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu ancak bu ilişkinin zayıf karakter gösterdiği söylenebilir. Mide ve böbrek kanserleri ile nitrat arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Yani tehlike seviyesi arttıkça mide veya böbrek kanseri insidans hızı artmamakta veya azalmamaktadır.

Çizelge 7.3'de verilen Tehlike Seviyeleri ile kanser insidans hızları arasında kadın bireyler için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre kolon kanseri, mesane kanseri, pankreas kanseri ve non hodgkin lenfoma ile nitrat tehlike seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ancak zayıf özellikte bir ilişkinin olduğu tespit

edilmiştir. Böbrek ve mide kanserleri ile nitrat arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Bölüm 2.5.2'de detaylı olarak verildiği üzere literatür çalışmalarında, içme suyunda nitrat maruziyeti ile kanser arasındaki ilişkiyi belirleyen çalışmalar sonuçları itibariyle çeşitlilik göstermektedir. Zaldivar, 1997 mide kanseri ile nitrata maruziyet arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ($r= +0,672$) belirlemiştir. Weyer, 2001 mesane ve yumurtalık kanserleri ile nitrat arasında pozitif yönde bir ilişkinin varlığından bahsederken, non-Hodgkin lenfoma, lösemi, melanom, kolon, meme, akciğer, pankreas ve böbrek kanserleri ile istatistiksel anlamlı bir ilişkinin olmadığını tespit etmiştir. Gulis et al., 2002 yapmış olduğu çalışmasında böbrek ve mesane kanseri ile nitrat arasında bir ilişki olmadığını ancak non-Hodgkin lenfoma ve kolon kanseri ile pozitif yönde bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Chang, 2010 ise çalışmasında non-Hodgkin Lenfoma ile nitrata maruziyet arasında negatif ilişki olduğunu belirlemiştir. Chiu et al, 2007 tarafından yapılan çalışmanın sonuçları mesane kanseri ile içme suyunda nitrat düzeyleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Jensen, 1982 çalışmasında, mide kanseri etiyolojisinde nitratin olası bir zayıf rolünün olduğu sonucuna varmıştır. Nitratin mide kanseri gelişimini etkileyen birçok faktörden sadece biri olabileceğini belirtmektedir. Zeegers, 2006 tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar nitrat ve mesane kanseri riski arasında bir ilişkiyi desteklememektedir. Ward, 1996 içme suyundaki yüksek nitrat seviyelerine uzun süreli maruziyette nitratin NHL riskine katkıda bulunabileceğini belirlemiştir. Van Loon et al, 1997 çalışmasında mide kanseri ile gıda ve içme suyu yoluyla nitrat arasında bir ilişki olmadığını tespit etmiştir. Nebraska'da yapılan bir çalışmada (Weisenburger, 1993) non-Hodgkin lenfoma ile nitrat arasında pozitif bir ilişki olduğunu söylerken, Jensen, 1982 ise yaptığı çalışmada nitrat ile lenfoma arasında bir ilişki olmadığını belirlemiştir.

8. ÖNERİLER

Toprakta ve suda bulunan nitratın belirli bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmakta, geriye kalan kısım ise yeraltı ve yüzey sularına karışarak insan, bitki ve hayvan sağlığını ve sucul sistemleri tehdit etmektedir. Bitkilerin özellikle yenebilen dokularında birikerek, nitrat insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Su ekosistemlerinde ise, besin oranındaki artışa bağlı olarak oksijen seviyesinin düşmesi sonucu ötrofikasyona sebep olmakta, uzun vadede tüm ekosistemin yok olmasına kadar varabilen sonuçlar doğurmaktadır.

İnsanların nitratla karşılaşması ve nitrat alımı çeşitli gıdaların tüketimi, içme suyuyla, sebze ve et alımıyla veya soluma yoluyla olmaktadır. Nitratın bir formasyonu olan N-nitroso bileşiklerinin kanserojenik etkilerinin olduğunu gösterir çok sayıda deneysel çalışmalar mevcuttur. Ancak, kanser riski ile içme suyunda nitrat maruziyetinin arasındaki olası ilişkiyi belirleyici epidemiyolojik veriler kesin değildir.

Kanserin oluşumunda pek çok faktörden bahsedilebilir. Radyasyon, sigara, beslenme, egzersiz ve diğer yaşam tarzı alışkanlıklarıyla yakından ilgilidir. Farklı kaynaklara göre beslenme ile ilgisi yaklaşık % 10 - 70 arasındadır. Genel olarak bu oran %35 kabul edilmektedir. En önemlisi, tüm kanserlerin yaklaşık % 70'i beslenme, egzersiz ve diğer yaşam tarzı alışkanlıklarıyla ilişkilendirilmektedir.

Bu çalışmada nitratın içme suyu yoluyla bünyeye alımı düşünülmüş, diğer faktörler göz ardı edilmiştir. Nitratın Kanserojen Risk Değerlendirmesi yapılabilmesine olanak sağlayacak hesaplarda kullanılan bir sabit olan "Slop Faktör" Nitrat için henüz tespit edilmediğinden Kanser Risk Değerlendirmesi yapılamamıştır. Yapılan Kanser Harici Risk Değerlendirmesi ile belirlenen 8 il üzerinden yola çıkılarak Türkiye'de içme suyu kaynaklarında Nitrat kirliliğinin ne düzeyde risk teşkil ettiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmadaki sonuçlar, DSİ Genel Müdürlüğü'nde 8 ilde içmesuyu kaynağı olarak kullanılmakta olan 26 istasyonda yapılan 2009 yılına ait veriler kullanılarak elde edilen sonuçlardır. Pek çok istasyonda yıl içinde aylık bazda veri bulunmayıp yılda birkaç ölçüm yapıldığı da görülmüştür. Bu sebeple verilerde eksiklikler görülmektedir.

Samsun ve Eskişehir illerinde içme suyu kaynaklarında Nitrat yükü diğer illere kıyasla daha yüksek iken, Edirne ve Erzurum illerinde ise düşük değerler gözlenmiştir. Samsun ilinde nitrat değerleri 0,0- 81,11 mg/l arasında değişmekte iken, Eskişehir ilinde bu değer 2,94-71,89 mg/l aralığındadır. Trabzon'da 2,33-21,77 mg/l arasında değişen değerler görülürken, İzmir'de 0,48-31,08 mg/l, Antalya ilinde 0,0- 7,92 mg/l, Bursa'da 0,17-7,09 mg/l, Edirne ilinde 0,0-2,64 mg/l, Erzurum ilinde 0,0-2,02 mg/l aralığında nitrat konsantrasyonları görülmüştür. Sekiz ilde 26 istasyonda yapılan 117 ölçüm sonucunda dört ölçümde (%3'ünde) sınır değeri aşan nitrat değeri görülmüştür.

Sekiz ilde yapılan literatür çalışmalarında çeşitli yüzey suyu ve yer altı suyu noktalarından alınan örnekler incelenmiştir. Bu çalışmalardan görülen nitrat değerleri ile bu tez çalışmasında değerlendirilen içme suyu kaynaklarında nitrat değerleri kıyaslandığında, tez çalışmasında görülen değerlerin daha düşük olduğu ve kabul edilebilir değerin altında olduğu görülmüştür. Bu durum içme suyu kaynaklarının nitrat kirliliğine karşı korunmuş olduğunu gösterdiği söylenebilir.

Kanser harici risk değerleri Samsun'da yüksek bulunurken, bu ili Eskişehir ve Trabzon izlemektedir. En düşük kanser harici risk seviyesi Erzurum ilindedir. Kadın, erkek ve çocuk gruplarda kanser harici risk seviyesi olarak da ifade edilen "Tehlike Seviyesi"; kirletici konsantrasyonu, içme suyu günlük tüketim miktarları ve vücut ağırlıkları ile orantılı olarak değişmektedir. Çocuk grupların risk seviyesinin yetişkinlere nazaran daha yüksek olduğu, kirletici konsantrasyona karşı daha hassas oldukları görülmüştür. Bazı noktalarda nitrat konsantrasyonunun erkek ve kadın bireyler için risk oluşturmazken çocuk bireylerde tehlike seviyesinin üzerinde olduğu ve çocuk gruplarda önemli bir risk teşkil etmekte olduğu görülmüştür. Çocuk bireyler gibi hassas gruplarda, kirletici yükünün Türk Standartları TS 266'ya ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre standart değerinin altında olsa bile kanser harici risk teşkil etmesi dikkati çekmiştir.

Çalışmada dikkate alınan içme suyu kaynaklarında ortalama değerinde Nitrat derişimlerinin sağlık açısından önemli bir risk teşkil edecek seviyede olmadığı görülmüştür.

Tehlike Seviyeleri ile kanser insidans hızları arasında erkek bireyler için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre kolon kanseri, pankreas kanseri, mesane

kanseri ve non hodgkin lenfoma ile nitrat tehlike seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu ancak bu ilişkinin zayıf karakter gösterdiği söylenebilir. Mide ve böbrek kanserleri ile nitrat arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Yani tehlike seviyesi arttıkça mide veya böbrek kanseri insidans hızı artmamakta veya azalmamaktadır.

Tehlike Seviyeleri ile kanser insidans hızları arasında kadın bireyler için yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre kolon kanseri, mesane kanseri, pankreas kanseri ve non hodgkin lenfoma ile nitrat tehlike seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı ancak zayıf özellikte bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Böbrek ve mide kanserleri ile nitrat arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Nitratın insan sağlığı üzerine etkileri ve çevresel açıdan toprak, hava ve su kaynaklarında mevcut olumsuz etkileri çalışmada ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda içme suyunda nitratın sınır değerinde tutulması önem arz etmektedir. İçme suyundan nitrat gideriminde biyolojik denitrifikasyon, iyon değiştirme, ters ozmoz, distilasyon gibi giderim yöntemleri mevcuttur. Biyolojik denitrifikasyon diğer yöntemlere göre daha ekonomik görülmesine rağmen diğer ileri arıtım teknikleri oldukça pahalı ve ileri derecede teknoloji gerektiren işlemlerdir. Dolayısıyla nitrat ve nitrit kirliliğinin önlenmesi konusunda en etkili yöntemin etkenin oluşmadan yok edilmesi, yani nitrat kirliliğine neden olan kaynakların kontrol altına alınması olduğu düşünülmektedir. Nitrat kirliliği olan sular ve riskli alanlar belirlenmeli, riskli ve kirlenmiş sularda nitrat kirliliği önleme ve giderme çalışmaları yapılmalıdır.

İçme suyu kaynaklarının ve çevresinin nitrat kirliletiçi kaynaklardan korunması konusunda özen gösterilmesi, gerekli önlemlerin alınması, bu bölgelerde tarımsal faaliyetlerin ve yerleşimlerin kontrollu şekilde yapılması gerektiği düşünülmektedir. Özellikle tarım uygulamalarında gübreleme faaliyetleri planlı bir şekilde yapılması ve kayıtlarının düzenli tutulması sağlanmalıdır. Sulama suyu ve azotlu gübrelerin kullanımında dikkatli olunmalı, aşırı gübre ve su kullanımından kaçınılmalıdır ve bu konuda bilinçlenme sağlanmalıdır.

Türkiye’de ve dünyada kanser vakalarının arttığı düşünüldüğünde nüfus tabanlı kanser kayıt sistemleri kurularak daha sağlıklı veri toplanmasının ileride yapılacak çalışmalar için oldukça önem arz ettiği düşünülmektedir.

Ülkemizde İnsan Sağlığı Üzerinde Risk Değerlendirme çalışmalarının yaygın olmadığı görülmüştür. Bu alanda daha detaylı çalışmalar yapılmasının önemli olacağı, özellikle su kaynaklarında yapılacak olan çalışmaların gerek nitrat kirliliği ve gerekse diğer kirletici parametreler açısından, içme suyu kaynaklarında sürdürülebilirlik anlamında faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alçiçek, A. ve Başlar, S., 1995, Bitki ve Sularda Aşırı Nitrat Birikiminin Sonuçları, Ekoloji Dergisi. 14, 15-18.
- Antalya İl Çevre ve Durum Raporu,2009
- Antalya Su ve Atıksu İdaresi Genel Müdürlüğü ,<http://www.asat.gov.tr/index.php?page=pages&PID=701>, 23.01.2013.
- Arbuckle, T.E., Sherman, G.J., Corey, P.N., Walters, D., Lo, B., 1988, Water nitrates and CNS birth defects: a population-based case-control study, Arch Environ Health. 43, 162-167.
- Arpat, Ç., 2007, İlaç Endüstrisinde İnsan Sağlığı Açısından Tehlikeli Maddelerin Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 112s
- Arslan, H., Kırmızı, S., Sakar, Güteryüz, G., 2009, Akdeniz Bitki Coğrafyası Bölgesinde Yayılış Gösteren Bazı Çalı Türlerinde Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) Ekoloji Dergisi. 18, 49-56
- ASAT Çevre Yönetim Planı Nihai Rapor, 2010
- Aslan, Ş. ve Türkman, A., 2003, İçme Sularında Biyolojik Denitrifikasyon Yöntemiyle Nitrat Gideriminde Ortam Koşullarının Etkisi, DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi. 5, 17-25
- Aslan, G. ve Akkaya, C., 2001, Basic problems in groundwater sources and interactions between surface and groundwater. Groundwaters and environment symposium. Izmir, 45–54p.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B., Erkan M., 2007, Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri , Ekoloji Dergisi. 15, 37-47.
- Azot,http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250__Karaca_CevreKirliligi_Bolum_5.pdf ; 18.09.2012
- Başer, K., 2006, Sazlıdere'nin Azot ve Fosfor Kirliliğinin İzlenmesi ve Etkisinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 86s.
- Bayraktar, N., Gökçe, R., Ergün, Ö., 1998, Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Ekoloji Dergisi. 7, 28-30
- Bohlke, J.K., 2002, Groundwater recharge and agricultural contamination, Hydrogeol Journal. 10, 153–179
- Böke, Ö.H., Tülek, S., Atay, Ş., 2007, Bölgesel Kirliliğin Belirlenmesinde Ekolojik Risk Değerlendirme Yapısı, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. İzmir, 238-247s

- Brohi, A., Karaman, R., 1995, Azotlu Gazların (N₂, N₂O, NO₂, NO, NH₃) Atmosferik Dönüşüm Olayları ve Çevrede Yol Açtığı Olumsuz Etkiler, Ekoloji Dergisi. 16, 28-30.
- Bulut, V.N., 2005, Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2008
- Calderon, R.L., 2000, The Epidemiology of Chemical Contaminants of Drinking Water, Food and, Chemical Toxicology. 38, 13-20.
- Camargo, J.A., Alonso, A., Salamanca, A., 2005, Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates, Chemosphere. 58, 1255-1267
- Chang, C.C., Tsai, S.S., Wu, T.N., Yang, C.Y., 2010, Nitrates in municipal drinking water and non-Hodgkin lymphoma: an ecological cancer case-control study in Taiwan, J.Toxicol Environ Health A. 73, 330-338
- Chen, S., Wu, W., Hu, K., Lie W., 2010, The effects of land use change and irrigation water resource on nitrate contamination in shallow groundwater at county scale, Ecological Complexity. 7, 131-138.
- Chiu, H.F., Tsai S.S., Yang, C., 2007, Nitrate in Drinking Water and Risk of Death from Bladder Cancer: An Ecological Case-Control Study in Taiwan, Journal of Toxicology and Environmental Health. 70, 1000-1004
- Chow, C.K. and Hong, C.B., 2002, Dietary vitamin E and selenium and toxicity of nitrite and nitrate, Toxicology. 180, 195-207
- Çakıcı, H.,2007, Yavaş Kum Filtresinde Biyolojik Denitrifikasyonla İçme Sularında Nitrat Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sivas, 80s.
- Çakmak, Ö., İşleyen, A., Usca, A., 2009, N-Nitroso Compounds and their Effects on Public Health, TAF Preventive Medicine Bulletin. 8, 521-526
- Çakmak, Ö., 2007, Eskişehir İlinde Yeraltı ve Yüzeysel Sulardaki Nitrat Kirliliğinin Kirlenici Kaynakları Göz Önünde Bulundurularak Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun, 212s.
- Çelik, E., 2005, Antalya Kentinin İçme Suyu Sorunlarının ve Olası Çözümlerinin Halkın Düşüncesi Alınarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Antalya, 340s.
- De la Monte, S.M., Neusner, A., Chu, J., Lawton M., 2009 , Epidemiological Trends Strongly Suggest Exposures as Etiologic Agents in the Pathogenesis of Sporadic Alzheimer's Disease, Diabetes Mellitus, and

Non-Alcoholic Steatohepatitis, Journal of Alzheimer's Disease. 17, 519-529

Demirci, A., 1993, Samsun bölgesi (Bafra-Çarşamba) yüzey ve içme sularında F⁻, NO₃⁻ ve NO₂ iyonlarının iyon seçici elektrotlar ile tayini, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun, 43s.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, www.dmi.gov.tr, 05.08.2012

Edirne İl Çevre Durum Raporu, 2008

Edirne, http://www.edirnezabita.com/sukanalizasyon/icme_suyu_aritma_birimi.htm, 23.01.2013.

Ekşi, O., 2005, Samsun Sebze Pazarında Toplanan Bazı Sebze ve Gıda Örnekleriyle Bazı İçme Suyu ve Taban Suyu Örneklerinin Nitrat İçeriğine İlişkin Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Ergör, G., 2012, Temel Araştırma Teknikleri Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı A.B.D. (http://168.144.121.167/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/kisokulu6-ppt/pdf/temel_arastirma_teknikleri.pdf, 17.09.2012)

Eryurt, A. and Sekin, Y., 2001, Seasonal changes in groundwaters around Manisa Region, hardness and nitrated compounds, Groundwater and environment symposium Izmir, 187–193p.

Erzurum İl Çevre ve Durum Raporu, 2008

Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2008

Fan, A.M., Willhite, C.C., Book, S.A., 1987, Evaluation of the nitrate drinking water standard with reference to infant methemoglobinemia and potential reproductive toxicity, Regulatory Toxicology and Pharmacology. 7, 135-148

Forman D., 1989, Are nitrates a significant risk factor in human cancer?, Cancer Surveys. 8, 443-458

Francis, A., 1995, Formal Toxicity Summary For Nitrates Report, <http://rais.ornl.gov/>

Galloway, J.N. and Cowling, E.B., 2002, Reactive Nitrogen and The World: 200 Years of Change, A Journal of the Human Environment. 31, 64-71

Gangolli, S.D., 1994, Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds, European Journal of Pharmacology: Environmental Toxicology and Pharmacology. 292, 1-38

Göncü, S., 2001, Seydi Suyunda Azot ve Fosfor Döngüsünün Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir, 168s.

- Gulis, G., Czompolyova, M., Cerhan, J.R., 2002, An Ecologic Study of Nitrate in Municipal Drinking Water and Cancer Incidence in Trnava District, Slovakia, *Environ Res.* 88, 182-1877.
- Gültekin, F., Dilek, R., Ersoy, A., Ersoy, H., 2005, Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi.* 29, 21-34.
- Hamlin, H.J., 2006, Nitrate toxicity in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*), *Aquaculture.* 253, 688-693
- Hatfield J.L. and Follet R.F., 2001, *Nitrogen in the Environment: Sources, Problems and Management*, Elsevier, United States of America, 7p
- Högberg, P., Granström, T., Johansson, T., Lundmark-Thelin, A., Nasholm, T., 1986, Plant nitrate reductase activity as an indicator of availability of nitrate in forest soils, *Canadian Journal of Forest Research.* 16, 1165-1169
- IFA, 2010, <http://www.fertilizer.org/ifa/ifadata/search>
- İZSU, <http://www.izsu.gov.tr/Pages/standartPage.aspx?id=212>, 05.08.2012
- İzmir Belediyesi, <http://www.izmir.bel.tr/StandartPages.asp?menuID=1651>, 06.08.2012.
- İzmir İl Çevre Durum Raporu,2008
- Jensen, O.M., 1982, Nitrate in drinking water and cancer in northern Jutland, Denmark, with special reference to stomach cancer, *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 6, 258-267.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., 1999, Antalya–Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry.* 23, 309–313
- Kavcar, P., 2005, Assessment of Exposure and Risk Associated With Thrihalomethanes and Other Volatile Organic Compounds in Drinking Water , Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, 81s.
- Keskin, T.E., 2009, Nitrate and heavy metal pollution resulting from agricultural activity: a case study from Eskipazar, Karabuk, Turkey, *Environmental Earth Sciences.* 61, 703-721.
- Kızıloğlu, F.M., Kuşlu, Y., Tunç, T., Yanık, R., 2007, Erzurum İlindeki Bazı Su Kaynaklarının Kalitelerinin Bitki, Toprak ve Sulama Sistemi Açısından Değerlendirilmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 38, 173-179.
- Kızıloğlu, F.T., 1999, Toprak Organizmalarının Azot Formları Arasındaki Dönüşümlere ve Çevreye Etkileri, *Ekoloji Dergisi.* 30, 27-30

- Koçak, Ö., 2007, Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Korkut, R.N., 2009, Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasındaki Bölgedeki Yeraltısularında Nitrat ve Nitrit Kirliliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Mersin, 79s.
- Kostraba, J.N., Gay, E.C., Rewers, M., Hamman, R.F., 1992, Nitrate levels in community drinking waters and risk of IDDM. An ecological analysis, *Diabetes Care*. 15, 1505-8.
- L'hirondel J. and L'hirondel J-L., 2002, Nitrate and Man: Toxic, Harmless Or Beneficial?, France, 184p.
- Lebowitz, M.D., O'Rourke, M.K., Gordon, S., Moschandreas, D.J., Buckley, T., Nishioka, M., 1995, Population-Based Exposure Measurements in Arizona: A Phase I Field Study in Support of the National Human Exposure Assessment Survey, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 5, 297-325.
- Lee, J.S., Lee, B.T., Kim, Y.J., Kim, K.W., Lee, J.S., 2006, Human Risk Assessment for Heavy Metals and As Contamination in the Abandoned Metal Mine Areas, Korea, *Environmental Monitoring and Assessment*. 119, 233-244
- Likens, G.E. and Lambert K.F., 1998, The importance of long-term data in addressing regional environmental issues, *Northeastern Naturalist*. 2, 127-136.
- Meriç-Ergene Havzası Koruma Eylem Planı, 2008, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, [http://www.uhabtsqp.com/resim/file/Ergene Havzasi Koruma Eylem Plani%5B1%5D.pdf](http://www.uhabtsqp.com/resim/file/Ergene_Havzasi_Koruma_Eylem_Plani%5B1%5D.pdf), 20.02.2012.
- Mikayilov, F.D. ve Acar, B., 1998, Toprak Ekosistemlerinde Kirleticilerin Taşınım Mekanizmasının İncelenmesi ve Modellenmesi, *Ekoloji Dergisi*. 7, 20-23
- Mirvish, S.S., 1995, Role of N-nitroso compounds (NOC) and N-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC, *Cancer Letters*. 93,17-48
- Mirvish, S.S., 2006, Effects of Vitamins C and E on N-Nitroso Compound Formation, *Carcinogenesis and Cancer*. 58, 1842-1850
- Mirvish SS, Grandjean AC, Reimers KJ, Connelly BJ, Chen SC, Gallagher J, Rosinsky S, Nie G, Tuatoo H, Payne S, Hinman C, Ruby EI, 1995. Dosing time with ascorbic acid and nitrate, gum and tobacco chewing, fasting and other factors affecting N-Nitrosoproline formation in healthy subjects taking proline with a standard meal. *Cancer Epidemiol Biomarkers & Prev*; 4:775-782.

- MMWR, Centers for Disease Control and Prevention (U.S.), 1996, Spontaneous abortions possibly related to ingestion of nitrate-contaminated well water – LaGrange County, Indiana, 1991-1994, U.S. Morbidity and Mortality Weekly Report. 45, 569-572.
- Ogur, R., Coskun, O., Korkmaz, A., Oter, S., Yaren, H., Hasde, M., 2005, High nitrate intake impairs liver functions and morphology in rats; protective effects of alfa- tocopherol, Environmental Toxicology and Pharmacology. 20, 161-166.
- Olhan, E. ve Ataseven, Y., 2009, Türkiye’de İçme Suyu Havza Alanlarında Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanabilecek Kirliliği Önleme ile İlgili Yasal Düzenlemeler, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 6, 161-169.
- Oruç, H.H. ve Ceylan, S., 2001, Bursa’da Tüketilen Bazı Sebzelerde Nitrat ve Nitrit Konsantrasyonları, Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 20,17-21.
- Oruç, H.H., 1999, Bursa Yöresinde Sığırların Yemlerinde, İçme Sularında ve Rumen İçeriğinde Nitrat, Nitrit ve Kanda Methemoglobin Düzeylerinin Araştırılması, Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Bursa, 72s.
- Öztürk, K., 2002, Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22, 47-65.
- Parslow, R.C., McKinney, P.A., Law, G.R., Staines. A., Williams. R., Bodansky. H.J., 1997, Incidence of childhood diabetes mellitus in Yorkshire, northern England, is associated with nitrate in drinking water: an ecological analysis, Diabetologia. 40, 550-556.
- Pékný, V., Skorepa, J., Vrba, J., 1989, Impact of nitrogen fertilizers on groundwater quality some examples from Czechoslovakia, Journal of Contaminant Hydrology. 4, 51-67.
- Polat, R., Elçi, A., Şimşek, C., Gündüz, O., 2007, İzmir Nif Dağı Çevresindeki Yeraltı Suyu Nitrat Kirliliği Boyutunun Mevsimsel Değerlendirmesi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, 482-489.
- Power, J.F., Schepers, J.S., 1989, Nitrate contamination of groundwater in North America, Agric. Ecosystems Environ. 26, 165–187.
- Rouse, J.D., Bishop, C.A., Struger, J., 1999, Nitrogen pollution: an assessment of its threat to amphibian survival, Environ Health Perspect. 107, 799–803.
- Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı 2004-2006 Yılları Türkiye Kanser İnsidansı, T.C. Sağlık Bakanlığı, Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı, Epidemiyoloji ve Koruma Şube Müdürlüğü.
- Samsun, http://www.samsunsempozyumu.org/Makaleler/711398929_08_Dr.Nazl%C4%B1%20Ayy%C4%B1d%C4%B1z%20Turan.pdf, 23.01.2013.

- Samsun İl Çevre ve Durum Raporu, 2008
- Samsunlu, A., 2008, Çevre Mühendisliği Kimyası, Birsen Yayınevi, İstanbul, 396s.
- Scragg, R.K., Dorsch, M.M., McMichael, A.J., Baghurst, P.A., 1982, Birth defects and household water supply: epidemiological studies in the Mount Gambier region of South Australia, Med J Australia. 2, 577-579.
- Seffner, W.,1995, Natural water contents and endemic goiter: a review, Zentralbl Hyg Umweltmed. 196, 381-98.
- Servi, K., 1991, Elazığ Bölgesinde Tüketime Sunulan Et ve Süt Ürünlerinde Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Elazığ, 68s.
- Sivri, N., 1993, Deniz Suyu Kalitesinin Belirlenmesinde Nitrifikasyon Bakterilerinin Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, 42 s.
- SuKirliliği,http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca_CevreKirliligi_Bolum_5.pdf ; 18.09.2012
- Tayfur, G., Kirer, T., Baba, A., 2008. Groundwater quality and hydrogeochemical properties of Torbalı Region, Izmir, Turkey, Environ Monit Assess, 146, 157–169.
- Toros, H., Şen, O., Şaylan, L., Kantarcı, D., Karaöz, Ö., Çaldağ, B., 2000, Variation Of Acid Precipitation And Its Effect On Belgrad Forest In Istanbul, 2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications, Agroenviro-2000, 251-255.
- Trabzon İl Çevre Durum Raporu, 2008
- Tricker, A.R. and Preussman, R., 1991, Carcinogenic N nitrosamines in the diet: occurrence, formation, mechanisms and carcinogenic potential, Mutation Research/Genetic Toxicology. 259, 277-289
- Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr, 05.08.2012
- USEPA, Risk Characterization Handbook, 2000
- USEPA, Risk Assessment Portal, http://www.epa.gov/risk_assessment/, 2010
- Van Loon, A.J., Botterweck, A.M., Goldbohm, R.A., Brants, H.A.M., van den Brandt, P.A., 1997, Nitrate intake and gastric cancer risk: results from the Netherlands cohort study, Cancer Letters. 114, 259-261.
- Vural, M., 2004 Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 100s.

- Ward, H.M, Mark S.D, Cantor K.P, Weisenburger DD, Correa-Villaseñor A, Zahm S.H, 1996, Drinking Water Nitrate and the Risk of Non-Hodgkin's Lymphoma, *Epidemiology*. 7, 465-471
- Weisenburger, D., 1993, Potential health consequences of ground-water contamination of nitrates in Nebraska, *Nebr Med J*. 78, 7-12.
- Weyer, P, Nitrate in Drinking Water and Human Health, Center for Health Effects of Environmental Contamination, 2011, <http://www.agsafetyandhealthnet.org/Nitrate.PDF>
- Weyer, P.J., 2001, Municipal Drinking Water Nitrate Level and Cancer Risk in Older Women's Health Study, *Epidemiology*. 12, 327-38.
- WHO, 2004. Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Draft for Review and Comments, Nitrates and nitrites in drinking-water.
- Yang, C.Y., Wu, D.C., Chang, C.C., 2007, Nitrate in drinking water and risk of death from colon cancer in Taiwan, *Environment International*. 33, 649-653
- Zaki A., Chaoui, A.A., Talibi, A., Derouiche, A.F., Aboussaouira, T., Zarrouck, K., Chait, A., Himmi, T., 2004, Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroid gland activity in male rat, *Toxicology Letters*. 147, 27-33.
- Zaldivar, R., 1997, Nitrate fertilizers as environmental pollutants: positive correlation between nitrates (NaNO_3 and KNO_3) used per unit area and stomach cancer mortality rates, *Experientia*. 33, 264-5.
- Zeegers, M.P., 2006, Nitrate Intake Does Not Influence Bladder Cancer Risk: The Netherlands Cohort Study, *Environ Health Perspect*. 114, 1527-31.
- Zhao, B.Q., Li, X.Y., Liu, H., Wang, B.R., Zhu, P., Huang, S.M., Bao, D.J., Li, Y.T., So, H.B., 2011, Result from long-term fertilizer experiments in China: Risk of ground water pollution by nitrate, *NJAS-Wageningen Journal of Life Science*. 58, 177-183

EKLER

Ek-1. Meteorolojik Veriler

Ek-2. Nüfus Verileri

Ek-3. Kanser İnsidans Hızları

Ek-4. Kimyasallar Referans Doz ve Slop Faktor

Ek-1. Meteorolojik Veriler

1. Eskişehir

ESKİŞEHİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ort Sıcaklık (°C)	-0,2	1,4	5,2	10,3	15	19,1	21,7	21,4	17,1	11,9	5,9	1,6
Ort En Yüksek Sıc. (°C)	3,8	6,4	11,6	16,8	21,8	26	28,9	29	25,2	19,3	12	5,5
Ort En Düşük Sıc. (°C)	-3,8	-2,9	-0,5	3,8	7,7	11,2	13,8	13,6	9,4	5,3	0,7	-1,8
Ort Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,7	5,1	6,1	8,4	10,3	11,4	10,7	8,9	5,9	4,1	2,1
Ort Yağışlı Gün Sayısı	12,8	11,4	11,4	11,5	10,4	7,3	3,7	3,4	4,4	8,3	9,9	13,1
Ort Yağış Miktarı (kg/m2)	38,6	29,8	33,2	43,1	43,6	27,9	14,8	9,8	14,8	31,5	34,2	43,7
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20,2	21,5	28,1	31,2	33,9	36,8	40,6	39	36,4	33	25,4	21,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-	-22,4	-	-10,4	-2,2	0,5	5	5,4	-2	-6,8	-12,2	-19,2

Kaynak: www.dmi.gov.tr

2. Antalya

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	9,7	10,2	12,6	16,0	20,5	25,4	28,4	28,1	24,6	19,8	14,6	11,1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	15,0	15,4	18,1	21,5	25,9	31,3	34,3	34,3	31,3	26,,8	21,0	16,5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5,7	6,1	7,8	10,9	14,8	19,4	22,4	22,4	19,0	14,9	10,2	7,1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5,4	5,9	6,9	8,1	9,9	11,7	11,9	11,4	9,9	8,1	6,4	5,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,6	10,7	8,8	7,2	5,3	2,8	1,5	1,4	2,2	5,7	7,7	11,1
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m2)	219,6	161,8	97,0	56,8	30,1	8,5	5,7	3,5	13,8	80,8	160,9	252,5
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23,9	23,4	28,8	33,2	37,6	43,5	45,0	43,3	41,2	37,7	33,0	25,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-2,0	-4,0	-1,6	1,4	6,7	11,1	14,8	15,3	10,6	4,9	0,8	-1,9

Kaynak: www.dmi.gov.tr

3. Bursa

BURSA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ort Sıcaklık (°C)	5,4	6,2	8,5	13	17,7	22,3	24,6	24,3	20,1	15,3	10,4	7,1
Ort En Yüksek Sıc. (°C)	9,6	10,7	13,8	18,9	23,8	28,5	30,8	30,7	27	21,6	15,9	11,2
Ort En Düşük Sıc. (°C)	1,6	2,1	3,7	7,3	11,2	15,1	17,4	17,3	13,6	10,1	5,7	3,3
Ort Güneşlenme Süresi (saat)	3,1	3,2	4,2	5,6	8,1	10,1	10,8	9,9	7,8	5,4	4	2,9
Ort Yağışlı Gün Sayısı	13,9	13	12,5	11,8	8,2	6	3,4	3,8	5,8	9,7	11,4	14
Ort Yağış Miktarı (kg/m2)	79,5	72,2	66,8	65,6	44,6	34,6	17,7	18,9	43,2	75,3	83,2	101
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	25,2	26,9	30,6	34,6	35,9	41,3	43,8	41,9	38,9	37,3	28,5	27,3
En Düşük Sıcaklık (°C)	-11,8	-16,4	-	-3,1	1,6	5,2	9	8,6	5	-0,6	-4,4	-8,4

Kaynak: www.dmi.gov.tr

4. Edirne

EDİRNE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,8	4,4	7,7	12,9	18,0	22,4	24,6	24,2	19,7	14,1	8,7	4,3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6,7	9,4	13,4	19,3	24,7	29,3	31,7	31,5	27,1	20,3	13,6	8,1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0,5	0,3	2,9	7,1	11,4	15,4	17,3	17,1	13,3	9,1	4,7	1,1
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,4	3,7	4,6	6,4	8,5	9,8	10,6	10,0	7,8	5,2	3,3	2,2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11,8	8,8	9,6	10,5	10,0	8,1	6,0	4,9	4,9	7,7	10,6	12,9
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m2)	53,4	50,9	52,9	47,3	53,9	40,2	34,2	26,5	39,1	54,4	69,0	63,8
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20,5	23,2	28,0	29,8	35,3	42,6	44,1	40,7	37,8	35,8	28,0	22,8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-19,0	-19,0	-	-4,1	0,7	6,0	9,3	9,4	1,3	-3,7	-6,6	-13,4

Kaynak: www.dmi.gov.tr

5. Erzurum

ERZURUM	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ort Sıcaklık (°C)	-9,9	-8,2	-2,2	5,5	10,4	14,9	19,3	19,3	14,4	7,8	0,2	-6,5
Ort En Yüksek Sıc. (°C)	-4,4	-2,5	3	11,5	16,9	21,9	26,8	27,4	23	15,4	6,5	-1,3
Ort En Düşük Sıc. (°C)	-15	-13,6	-7,1	-0,1	3,7	6,7	10,6	10,4	5,5	1,1	-5	-11,4
Ort Güneşlenme Süresi (saat)	3	3,9	4,9	6	7,8	10,1	11,1	10,7	8,9	6,6	4,4	2,8
Ort Yağışlı Gün Sayısı	11,7	11,4	13	14,7	16,9	10,8	6,7	5,8	5,1	10,5	10	11,2
Ort Yağış Miktarı (kg/m2)	19,4	22,9	31,8	53,9	67,2	45	26,3	16,8	21,3	47,1	33,1	21,6
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	7,7	9,6	21,4	26,5	27,2	31	35,6	36,5	33,3	27	17,8	14
En Düşük Sıcaklık (°C)	-36	-37	-33,2	-22,4	-7,1	-5,6	-1,8	-1,1	-6,8	-14,1	-34,3	-37,2

Kaynak: www.dmi.gov.tr

6. İzmir

İZMİR	Ocak	Şubt	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	8,9	9,4	11,8	16,0	20,9	25,7	28,1	27,6	23,6	18,9	13,8	10,3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12,6	13,4	16,5	21,0	26,1	31,0	33,3	32,8	29,1	24,0	18,3	13,9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	6,0	6,2	8,0	11,6	15,7	20,2	22,8	22,7	18,8	14,8	10,5	7,5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4,4	5,0	6,5	7,5	9,9	11,7	12,2	11,7	10,0	7,4	5,4	4,1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10,8	10,5	8,8	8,1	5,0	2,3	1,8	1,4	3,4	5,9	8,7	12,0
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m2)	114,8	104,7	79,3	46,3	25,7	9,8	6,0	3,9	22,1	52,5	105,8	130,8
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22,4	23,8	30,5	32,2	37,5	41,3	42,6	43,0	40,1	36,0	29,0	25,2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,0	-5,0	-3,1	0,6	7,0	10,0	16,1	15,6	10,0	5,3	0,0	-2,7

Kaynak: www.dmi.gov.tr

7. Samsun

SAMSUN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	7,0	6,9	8,0	11,3	15,4	20,3	23,3	23,5	20,0	16,0	12,0	8,9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10,7	10,9	12,1	15,3	18,8	23,6	26,5	27,0	23,9	20,1	16,4	12,7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4,0	3,7	4,7	7,9	11,8	16,1	19,1	19,6	16,5	12,8	8,7	6,0
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,8	3,3	3,7	4,7	6,4	8,2	8,7	8,1	6,3	4,6	3,8	2,7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13,2	13,4	15,0	14,7	12,5	9,6	6,3	6,6	10,0	12,8	12,2	13,6
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m2)	58,0	50,2	57,1	58,8	51,1	48,0	31,8	36,7	52,9	91,9	80,2	76,9
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24,2	26,2	32,3	37,0	36,4	37,4	37,5	35,2	34,8	38,4	29,7	28,9
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6,6	-6,8	-7,0	-2,4	2,7	9,0	13,6	14,0	7,0	1,5	-2,2	-3,6

Kaynak: www.dmi.gov.tr

8. Trabzon

TRABZON	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)												
Ort Sıcaklık (°C)	7,2	7,3	8,6	11,9	15,8	20,4	23,2	23,4	20,2	16,5	12,4	9,2
Ort En Yüksek Sıc. (°C)	10,7	10,9	12,3	15,8	19,1	23,5	26,3	26,8	23,9	20,1	16,2	12,8
Ort En Düşük Sıc. (°C)	4,4	4,3	5,6	8,8	12,8	16,9	20,0	20,3	17,2	13,5	9,3	6,3
Ort Güneşlenme Süresi (saat)	2,7	3,2	3,4	4,3	5,7	6,8	5,8	5,4	4,9	4,3	3,6	2,6
Ort Yağışlı Gün Sayısı	13,1	12,6	13,9	14,6	13,2	11,4	8,4	9,7	12,0	13,6	13,1	13,3
Ort Yağış Miktarı (kg/m2)	74,0	60,7	58,8	58,8	50,9	49,2	37,3	46,5	78,4	120	100,2	85,3
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	25,2	28,2	33,1	37,2	37,8	35,9	37,0	34,8	33,2	32,7	30,3	26,4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-4,6	-6,1	-5,0	-2,0	5,4	10,3	13,5	13,8	8,5	3,8	1,0	-3,1

Kaynak: www.dmi.gov.tr

Ek-2. Nüfus Verileri

İllere göre il/ilçe merkezi ve belde/köy nüfusu - 2009										
	İl/ilçe merkezleri			Belde/köyler			Toplam			İl Nüfusunun Toplam Nufusa Oranı (%)
Türkiye	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	
	54.807.219	27.589.487	27.217.732	17.754.093	8.872.983	8.881.110	72.561.312	36.462.470	36.098.842	
Antalya	1.331.743	671.633	660.110	587.986	301.921	286.065	1.919.729	973.554	946.175	2,4
Bursa	2.249.974	1.124.821	1.125.153	300.671	148.670	152.001	2.550.645	1.273.491	1.277.154	4,1
Edirne	264.213	135.417	128.796	131.250	66.033	65.217	395.463	201.450	194.013	0,5
Erzurum	491.038	248.295	242.743	283.169	141.466	141.703	774.207	389.761	384.446	0,9
Eskişehir	669.444	331.783	337.661	85.983	43.207	42.776	755.427	374.990	380.437	1,2
İzmir	3.525.202	1.761.353	1.763.849	343.106	172.328	170.778	3.868.308	1.933.681	1.934.627	6,4
Samsun	802.011	397.056	404.955	448.065	221.793	226.272	1.250.076	618.849	631.227	1,5
Trabzon	408.103	203.480	204.623	357.024	175.122	181.902	765.127	378.602	386.525	0,7

Kaynak: www.tuik.gov.tr

Ek-3. Kanser İnsidans Hızları¹ (vaka sayısı/ ilgili ile ait 2004-2006 yıl ortası nüfus*10⁵)

KANSER İNSİDANS HIZLARI ²												
	BÖBREK		KOLON		MESANE		MİDE		NON-HODGKIN LENFOMA		PANKREAS	
	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK
ESKİŞEHİR	2,8	3,5	9,9	12,6	3,8	24,9	6,5	13,1	4,5	5,7	4,3	6,6
ANTALYA	2,1	4,1	7,7	8,0	3,4	16,8	6,2	10,2	5,2	6,8	3,1	4,9
BURSA	2,3	5,1	6,9	8,0	2,4	16,1	5,7	13,3	3,2	4,4	2,1	3,8
EDİRNE	3,1	4,0	8,7	8,4	1,6	19,1	8,4	17,1	3,3	4,0	2,3	4,5
ERZURUM	1,2	1,5	3,3	4,6	1,5	10,9	10,7	17,7	2,8	4,7	1,2	2,3
İZMİR	3,5	5,6	9,7	13,2	3,2	24,7	7,7	14,6	6,4	7,9	3,6	5,0
SAMSUN	2,0	3,8	6,0	8,6	2,3	17,7	7,2	14,9	4,3	6,3	3,1	3,5
TRABZON	1,7	3,1	7,8	10,4	2,3	23,6	16,6	22,3	5,5	7,1	2,6	5,3

¹ İlgili illerin Sağlık Müdürlükleri tarafından yapılan 2004, 2005 ve 2006 yılları için ETF (Ev Halkı Tesbit Fişi) yıl ortası nüfus tespitleri ile sekiz il nüfus tabanlı kanser kayıt merkezi veri havuz kullanılarak hesaplanmıştır.

²Yüz Binde (10⁵)

Ek-4. Kimyasallar Referans Doz veya Slop Faktör

Kimyasal	Referans Doz/SF	Referans
Aseton	1.00E-01	RfD
Aliminyum	6.00E-03	SMCL
Arsenik	3.00E-04	RfD
Baryum	7.00E-02	RfD
2-Butanon	6.00E-01	RfD
Karbid disülfid	1.00E-01	RfD
Klorür	7.14E+00	SMCL
Krom (VI)	5.00E-03	RfD
Bakır	4.00E-02	MCL
4,40 -DDE	3.40E-01	SF
Dieldrin	1.60E+01	SF
Florür	6.00E-02	RfD
Demir	9.00E-03	SMCL
Kurşun	4.00E-04	MCL
Mangan	4.60E-02	RfD
Civa	5.70E-05	MCL
Nikel	2.00E-02	RfD
Nitrat	1.60E+00	RfD
PCB	7.70E+00	SF
Selenyum	5.00E-03	RfD
Gümüş	5.00E-03	RfD
Sülfat	1.43E+01	MCL
Talyum	8.00E-05	RfD
Uranyum	3.00E-03	RfD
Vanadyum	7.00E-03	RfD
Çinko	3.00E-01	RfD

Kaynak: www.epa.gov

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Cemile Ardıç

Doğum Yeri: Kütahya

Doğum Yılı: 02.07.1984

Elektronik Posta: cemileardic@hotmail.com

Eğitim ve Akademik Durum:

Lise:1998-2002 Tevfik İleri Anadolu İmam Hatip Lisesi

Lisans: 2002-2006 Selçuk Üniversitesi, Çevre Mühendisliği

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi: 2008- Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ)