

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA AKSU-ALTINOVA BÖLGESİNDE YERALTISUYU
KİRLİLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Gözde KAÇAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2017

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA AKSU-ALTINOVA BÖLGESİNDE YERALTISUYU KİRLİLİK
DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Gözde KAÇAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
2014.02.0121.018 nolu proje ile desteklenmiştir.**

2017

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA AKSU-ALTINOVA BÖLGESİNDE YERALTISUYU
KİRLİLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Gözde KAÇAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 07/08/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU
Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Yrd. Doç.Dr. Bilgehan İlker HARMAN

[Handwritten signatures]
Bilgi Topkaya
Ayşe

ÖZET

ANTALYA AKSU-ALTINOVA BÖLGESİNDE YERALTISUYU KİRLİLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ

Gözde KAÇAR

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU

Ağustos 2017, 146 sayfa

Antalya Altınova Bölgesi, Antalya ilinin Aksu, Muratpaşa ve Kepez ilçeleri kesişiminde bulunan ve il merkezinde olan yegane tarımsal üretim alanıdır. Bölge şehir içerisindeki tarım ihtiyacının önemli bir kısmını sağlamaktadır. Kentleşmenin geri planda kaldığı bölge, aşırı düzeyde gübre ve pestisit kullanımı ile toprak ve yeraltısuyu (YAS) kirliliğine açık bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında öncelikle Antalya traverten platosu üzerinde bulunan ve ağırlıklı olarak şehir merkezini içeren bir bölgedeki 40 ölçüm ve izleme istasyonunda gerçekleştirilen YAS kalitesi izleme programından elde edilen veriler zamansal ve mekânsal değişimleri açısından değerlendirilmiştir. İzleme programı kapsamında aylık periyotlarla ölçülen sıcaklık, iletkenlik, klorür, nitrat ve toplam sertlik parametrelerinin mevsimsel ve yıllık ortalama değerleri SURFER programı kullanılarak mekânsal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Tez çalışmasının ikinci izleme alanı olan Altınova çalışma bölgesinde 9 adet YAS kalitesi ölçüm ve örnekleme istasyonu belirlenmiştir. Seçilen 9 adet izleme istasyonundan 2014 yılında YAS ve toprak numuneleri alınarak ölçüm ve analizleri yapılmıştır. Bölgedeki YAS kirlenme riskinin değerlendirilmesi için DRASTIC-Genel ve DRASTIC-Pestisit kirlilik hassasiyeti modelleri uygulanmıştır. Bölgenin jeolojik yapısının karstik olmasından dolayı YAS için yüksek kirlilik hassasiyeti tespit edilmiştir. YAS kirliliğinin kontrolü ve azaltılması için bölgedeki gübre ve pestisit kullanımının, ürün verimliliği, maliyet ve çevresel etkiler açısından değerlendirilerek en az çevresel etki oluşturacak düzeyde ve iyi tarım uygulamalarına uygun şekilde gerçekleştirilmesi YASa sızan kirleticilerin azaltılması açısından önceliklidir.

ANAHTAR KELİMELE: Antalya, Altınova Bölgesi, DRASTIC, hassasiyet analizi, iyi tarım uygulamaları, SURFER, yeraltısuyu

JÜRİ: Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Bülent TOPKAYA

Yrd. Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN

ABSTRACT

ASSESSMENT OF GROUNDWATER POLLUTION IN ANTALYA AKSU-ALTINOVA REGION

Gözde KAÇAR

M.Sc. in Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU

August 2017, 146 pages

Antalya Altınova Region which is situated in cross section of Aksu, Muratpaşa and Kepez districts, is the sole area of agricultural production. This region supports most of the agricultural needs in Antalya city. Altınova, with a low increase rate of urbanization, is open to pollution of groundwater resources and soil due to excessive use of fertilizers and pesticides.

In this thesis study, data sets obtained from groundwater quality monitoring study conducted at 40 measurement and sampling stations located over the travertine plateau of Antalya city were analyzed for spatial and temporal variations. The monthly monitoring data sets for temperature, conductivity, chloride, nitrate and total hardness were analyzed for seasonal and yearly variations and their spatial distribution maps were prepared using SURFER program. The second study area of this thesis is Altınova region where nine measurement and sampling stations were selected. In 2014, both groundwater and soil samples were collected from these stations and analyzed. The groundwater pollution risk was evaluated using DRASTIC-General and DRASTIC-Pesticides vulnerability methods. Due to karstic geological formation, high vulnerability to pollution was assessed for Altınova region. In order to control and reduce groundwater pollution, use of fertilizers and pesticides should be controlled taking into account the crop production, cost and environmental impacts. In this respect, good agricultural practices should be realized for the least level of environmental impacts to reduce leaching of pollutants to groundwater.

KEY WORDS: Antalya Altınova Region, DRASTIC, good agricultural practices, groundwater, SURFER, vulnerability analysis

COMMITTEE: Prof.Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU (Supervisor)
Prof. Dr. Bülent TOPKAYA
Ass. Prof. Dr. Bilgehan İlker HARMAN

ÖNSÖZ

Yeraltısuyu (YAS) kaynaklarının korunması ve kirliliğe karşı koruyucu önlemlerin alınması sürdürülebilir su yönetimi açısından önceliklidir. Özellikle, karstik jeolojik formasyona sahip bölgelerde YAS kirlilik hassasiyeti yüksek seviyede önem kazanmakta ve su kalitesinin korunması için daha dikkatli olunması gerekmektedir. YAS kirliliğinin gerçekleşmesi halinde kirliliğin önlenmesi ve kalitenin korunması çok uzun süre, emek ve maliyet gerektirmektedir. Bu nedenle YAS kirliliğinin önlenmesi çalışmaları ile kirliliğe hassas bölgelerin tanımlanması özel önem oluşturmaktadır. YAS kirliliğinin oluşumunda aşırı gübre ve pestisit kullanımının gözlendiği tarımsal faaliyetler yaygın bir kirletici sebeptir. Bu çalışmada, Antalya-Altınova Bölgesi'nde YAS kalitesinin belirlenmesi için ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiş, mekansal ve zamansal değişimleri incelenmiş, pestisit ve gübre kullanımlarına karşılık kirlilik hassasiyetleri dünyada yaygın olarak kullanılan DRASTIC metodu uygulaması ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren ve her konuda destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayşe MUHAMMETOĞLU'na, analizlerin yapılmasında katkısı bulunan ve Antalya Su ve Atıksu İdaresi'nde (ASAT) görevli olan arkadaşım Elif E. ERKAYMAZ başta olmak üzere Mehmet ULUSOY ve ASAT Genel Müdürlüğü Su ve Kalite Laboratuvarı'nda görevli arkadaşlarıma, arazi çalışmalarına katkısı bulunan Osman KUNDAKÇI'ya teşekkür ederim. Tez çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Çevre Mühendisi Ahmet ÇİL'e, Antalya Tarım İl Müdürlüğü yetkilileri ve çalışanlarına da teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca manevi destekleri ve teşvikleriyle beni yalnız bırakmayan başta eşim Zafer KAÇAR ve oğullarım Can Ali ve Ataman olmak üzere annem ve babama şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI	4
2.1. Yeraltısuyu Kirleticileri	6
2.1.1. Azot Kaynaklı Kirleticiler	6
2.1.2. Gübre Kaynaklı Kirleticiler	7
2.1.3. Pestisit Kaynaklı Kirleticiler	10
2.1.4. Sulama Sularından Kaynaklanan Kirlilik	12
2.2. Yasal Dayanak	12
2.3. Yeraltısularında Kirlilik Hassasiyetinin Belirlenmesi.....	13
2.3.1. Yeraltısuyu Hassasiyet Modellerinin Gerekliliği	13
2.3.1.1. İndeks Tabanlı Modeller	14
2.3.1.2. Proses Tabanlı Simulasyon Modelleri	14
2.3.1.3. İstatistiksel Modeller	15
2.4. DRASTIC Modeli	15
2.4.1. DRASTIC Modelinin Tarımsal Alanlardaki Uygulamaları.....	19
2.5. SEEPAGE Modeli	20
2.6. DRASTIC Modelinin Türkiye’deki Uygulamaları	23
3. MATERYAL VE METOT	24
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	24
3.1.1. Jeoloji.....	26
3.1.2. Hidroloji ve Hidrojeoloji.....	28
3.1.2.1. Akarsular	28
3.1.2.2. Kuyular	28
3.1.2.3. Kaynak	28
3.1.3. Coğrafi Yapı.....	29
3.1.4. Tarım	29

3.1.4.1. Tarımsal Üretim.....	29
3.1.4.2. Tarla Üretimleri	31
3.1.4.3. Örtü Altı Üretim	39
3.1.5. Pestisit ve kimyasal gübre kullanımı.....	43
3.1.6. İklim Durumu.....	45
3.1.7. Arazi Kullanımı.....	46
3.2. Arazi Çalışmaları	49
3.2.1. Ölçüm ve Örnekleme İstasyonları.....	49
3.2.2. Ölçüm ve Analiz Yöntemleri	54
3.3.3. SURFER Programı	56
3.3.4. XLSTAT Programı.....	57
3.3.5. DRASTIC-Genel Metodu	58
3.3.5.1. DRASTIC-Genel İndeksi.....	58
3.3.5.2. Yeraltısuyuna Olan Derinlik (D)	58
3.3.5.3. Net Beslenim (R).....	59
3.3.5.4. Akifer Ortamının Özelliği (A).....	59
3.3.5.5. Toprak Ortamının Özelliği (S)	60
3.3.5.6. Topografya (T)	61
3.3.5.7. Vadoz Zon Özelliği (I).....	61
3.3.5.8. Hidrolik İletkenlik (C)	62
3.3.5.9. DRASTIC-Pestisit Metodu	63
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	64
4.1. Mekansal Dağılım Haritaları	64
4.1.1. Sıcaklık	64
4.1.2. İletkenlik	68
4.1.3. Klorür.....	71
4.1.4. Nitrat.	75
4.1.5. Toplam Sertlik.....	78
4.2. Çalışma Bölgesi Dönemsel Karşılaştırma ve Değerlendirmeleri	82
4.2.1. Sıcaklık	82
4.2.2. pH.....	83
4.2.3. İletkenlik	85

4.2.4. Bulanıklık.....	86
4.2.5. Klorür.....	87
4.2.6. Nitrat.. ..	88
4.2.7. Sülfat.....	90
4.2.8. Sodyum	91
4.2.9. Potasyum.....	92
4.2.10. Magnezyum.....	93
4.2.11. Kalsiyum	95
4.2.12. Toplam Sertlik	96
4.2.13. Toplam Koliiform.....	97
4.2.14. E- Koli.....	98
4.3. Toprak Analizleri	99
4.3.1. Elektriksel İletkenlik (EC)	101
4.3.2. Tuz.....	102
4.3.3. pH.....	103
4.3.4. Organik Madde.....	105
4.3.5. Amonyum (NH ₄ -N).....	106
4.3.6. Nitrat (NO ₃ -N).....	107
4.3.7. Toplam Azot (TN)	108
4.3.8. İnfiltrasyon Hızı.....	109
4.3.9. Hacim Ağırlığı.....	111
4.3.10. Toprak Bünyesi	112
4.4. Korelasyon Matrisleri	115
4.5. DRASTIC-Genel Metodu	119
4.5.1. DRASTIC-Genel İndeksi	119
4.5.1.1. Yeraltısuyuna Olan Derinlik (D)	119
4.5.1.2. Net Beslenim (R)	120
4.5.1.3. Akifer Ortamın Özelliği (A).....	120
4.5.1.4. Toprak Ortamın Özelliği (S)	120
4.5.1.5. Topografya (T).....	120
4.5.1.6. Vadoz Zon Özelliği (I)	121
4.5.1.7. Hidrolik İletkenlik (C).....	121

4.5.2. DRASTIC-Pestisit Metodu	121
4.6. Tarımsal Alanlardaki Yeraltısuyu Kirliliğinin Yönetimi	123
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	125
6. KAYNAKLAR.....	130
7. EKLER.....	138



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	yüzde
°C	derece santigrat
m	metre
da	dekar
ha	hektar
inch	inç
L	litre
kg	kilogram
mg	miligram
s	saniye
t	ton
μS	mikro Siemens
μg	mikro gram

Kısaltmalar

ASAT	Antalya Su ve Atıksu İdaresi Genel Müdürlüğü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DEM	Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
ICP	İndüktif Eşleşmiş Kütle Spektrometresi
MTA	Maden Tetkik Arama
NRSC	National Remote Sensing Center (Ulusal Uzaktan Algılama Merkezi)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TS EN ISO	Türk Standartları Kalite Standartı
USDA	United States Department of Agriculture (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)
YAS	Yeraltısuyu
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Azot döngüsü.....	7
Şekil 2.2. Azot dönüşümünün şematik gösterimi	8
Şekil 2.3. Azotun yeraltısuyuna sızması	9
Şekil 2.4. Pestisit döngüsü	11
Şekil 2.5. Yeraltısuyu hassasiyet modelleri	14
Şekil 2.6. DRASTIC parametrelerinin gösterimi	16
Şekil 3.1. Çalışma sahası olan Altınova Bölgesi'nin yeri.....	25
Şekil 3.2. Antalya ilinin genel yerleşimi.....	26
Şekil 3.2. Antalya paftası yapısal birimler haritası	27
Şekil 3.4. Jeolojik formasyonlar ve özellikleri.....	28
Şekil 3.5. Aksu ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı.....	30
Şekil 3.6. Kepez ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı.....	30
Şekil 3.7. Muratpaşa ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı.....	31
Şekil 3.8. 2002-2014 yılları arasında Antalya ilinde kullanılan gübre miktarları.....	45
Şekil 3.9. 1950-2015 yılları arasında gerçekleşen ortalama güneşlenme, ortalama yağışlı gün ve ortalama sıcaklık değerleri.....	46
Şekil 3.10. Altınova Bölgesinin 2016 yılı uydu görüntüsü.....	47
Şekil 3.11. Altınova Bölgesinin 2012 yılı uydu görüntüsü.....	47
Şekil 3.12. Altınova Bölgesinin 2009 yılı uydu görüntüsü.....	47
Şekil 3.13. Altınova Bölgesi Aksu - Muratpaşa – Kepez İlçeleri sınırlarındaki ilgili mahalleler.....	49
Şekil 3.14. Antalya il genelinde seçilen 40 adet izleme kuyusunun lokasyonları.....	52
Şekil 3.15. Altınova Bölgesi'nde seçilen 9 adet ölçüm ve örnekleme istasyonunun lokasyonları.....	53

Şekil 4.1. Sıcaklık parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası.....	64
Şekil 4.2. Sıcaklık parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	65
Şekil 4.3. Sıcaklık parametresi için ilkbahar (Mart-Mayıs 2013) mevsimine ait mekansal dağılım haritası.....	65
Şekil 4.4. Sıcaklık parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası.....	66
Şekil 4.5. Sıcaklık ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi.....	67
Şekil 4.6. İletkenlik parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası.....	68
Şekil 4.7. İletkenlik parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası.....	67
Şekil 4.8. İletkenlik parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası.....	69
Şekil 4.9. İletkenlik parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	70
Şekil 4.10. İletkenlik ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi.....	71
Şekil 4.11. Klorür parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası.....	72
Şekil 4.12. Klorür parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası.....	72
Şekil 4.13. Klorür parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası.....	73
Şekil 4.14. Klorür parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	73
Şekil 4.15. Klorür ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi.....	74
Şekil 4.16. Nitrat parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası.....	75

Şekil 4.17. Nitrat parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası.....	76
Şekil 4.18. Nitrat parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası.....	76
Şekil 4.19. Nitrat parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	77
Şekil 4.20. Nitrat ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi.....	78
Şekil 4.21. Toplam sertlik parametresi için sonbahar mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	79
Şekil 4.22. Toplam sertlik parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası.....	79
Şekil 4.23. Toplam sertlik parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası.....	80
Şekil 4.24. Toplam sertlik parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası.....	80
Şekil 4.25. Toplam sertlik ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi.....	82
Şekil 4.26. Sıcaklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimi....	83
Şekil 4.27. Sıcaklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	83
Şekil 4.28. pH ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	84
Şekil 4.29. pH ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	84
Şekil 4.30. İletkenlik ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi....	85
Şekil 4.31. İletkenlik ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	85
Şekil 4.32. Bulanıklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi....	86
Şekil 4.33. Bulanıklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	87

Şekil 4.34. Klorür ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	87
Şekil 4.35. Klorür konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	88
Şekil 4.36. Nitrat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	88
Şekil 4.37. Nitrat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	89
Şekil 4.38. Sülfat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	90
Şekil 4.39. Sülfat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	91
Şekil 4.40. Sodyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	91
Şekil 4.41. Sodyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	92
Şekil 4.42. Potasyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimi.....	92
Şekil 4.43. Potasyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	93
Şekil 4.44. Magnezyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	94
Şekil 4.45. Magnezyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	94
Şekil 4.46. Kalsiyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	95
Şekil 4.47. Kalsiyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	96
Şekil 4.48. Toplam sertlik değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi.....	96
Şekil 4.49. Toplam sertlik değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	97

Şekil 4.50.	Toplam koliform sayısının 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	98
Şekil 4.51.	E-Koli değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması.....	99
Şekil 4.52.	1. dönem topraktaki elektriksel iletkenlik analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	101
Şekil 4.53.	2. dönem topraktaki elektriksel iletkenlik analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	102
Şekil 4.54.	1. dönem topraktaki tuz analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	102
Şekil 4.55.	2. dönem topraktaki tuz analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	103
Şekil 4.56.	1. dönem topraktaki pH analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	104
Şekil 4.57.	2. dönem topraktaki pH analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	104
Şekil 4.58.	1. dönem topraktaki organik madde analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	105
Şekil 4.59.	2. dönem topraktaki organik madde analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	106
Şekil 4.60.	1. dönem topraktaki amonyum azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	107
Şekil 4.61.	2. dönem topraktaki amonyum azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	107
Şekil 4.62.	1. dönem topraktaki nitrat azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	108
Şekil 4.63.	2. dönem topraktaki nitrat azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	108
Şekil 4.64.	1. dönem topraktaki toplam azot analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	109

Şekil 4.65.	2. dönem topraktaki toplam azot analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	109
Şekil 4.66.	1. dönem topraktaki infiltrasyon hızı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	110
Şekil 4.67.	2. dönem topraktaki infiltrasyon hızı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	110
Şekil 4.68.	1. dönem topraktaki toplam hacim ağırlığı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	111
Şekil 4.69.	2. dönem topraktaki hacim ağırlığı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	111
Şekil 4.70.	1. dönem toprak bünyesindeki kil yüzdesi analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	112
Şekil 4.71.	2. dönem toprak bünyesindeki kil yüzdesi analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	112
Şekil 4.72.	1. dönem toprak bünyesindeki kum yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	113
Şekil 4.73.	2. dönem toprak bünyesindeki kum yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	113
Şekil 4.74.	1. dönem toprak bünyesindeki silt yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	114
Şekil 4.75.	2. dönem toprak bünyesindeki silt yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması.....	114
Şekil 4.76.	Toprak tekstür üçgeni.....	115
Şekil 4.77.	1. Dönem yüzey toprak analizlerinin özdeğerlerine ait değişkenlik.....	116
Şekil 4.78.	1. Dönem yüzey toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değişkenlik fonksiyonları.....	117

Şekil 4.79. 1. Dönem derin toprak analizlerinin özdeğerlerine ait değişkenlik.....	118
Şekil 4.80. 1. Dönem yüzey toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değişkenlik fonksiyonları.....	119



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Hassasiyet modellerinin jeofiziksel ve karakteristiksel çalışma alanları	17
Çizelge 2.2. Hassasiyet modellerinin kullanımları ve uygulamaları.....	18
Çizelge 2.3. SEEPAGE modeline ait SIN değerlerine göre kirlilik potansiyeli kategorileri.....	20
Çizelge 2.4. Toprağın eğimi faktörü ile sıralama.....	21
Çizelge 2.5. Yeraltısuyu tablasına olan derinlik faktörü ile sıralama.....	21
Çizelge 2.6. Vadoz alan malzemesi ile sıralama.....	21
Çizelge 2.7. Akifer malzemesi faktörü ile sıralama.....	22
Çizelge 2.8. Yüzey toprağının yapısı faktörü ile sıralama.....	22
Çizelge 2.9. Alt toprak yapısı faktörü ile sıralama.....	22
Çizelge 2.10. Yüzey tabakası pH değeri faktörü ile sıralama.....	22
Çizelge 2.11. Yüzey tabakasındaki organik madde miktarı faktörü ile sıralama.....	23
Çizelge 2.12. Toprak geçirimliliği (inç/saat) faktörü ile sıralama.....	23
Çizelge 2.13. Toprak sızıntı sınıfı faktörü ile sıralama.....	23
Çizelge 3.1. Altınova Bölgesindeki ilçelerin 2015 yılı arazi kullanım durumu.....	29
Çizelge 3.2. Altınova Bölgesindeki ilçelerin 2015 yılı arazi kullanım durumu.....	30
Çizelge 3.3. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları	31
Çizelge 3.4. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları.....	32
Çizelge 3.5. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları	33
Çizelge 3.6. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları.....	33
Çizelge 3.7. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları	34

Çizelge 3.8. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları	34
Çizelge 3.9. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları	35
Çizelge 3.10. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları.....	35
Çizelge 3.11. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları	36
Çizelge 3.12. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları	36
Çizelge 3.13. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları.....	37
Çizelge 3.14. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları.....	38
Çizelge 3.15. Antalya ili Aksu-Kepez-Muratpaşa ilçeleri örtü altı kullanım miktarları.....	39
Çizelge 3.16. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları.....	39
Çizelge 3.17. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları	40
Çizelge 3.18. 2015 yılında Aksu yılında örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları	40
Çizelge 3.19. 2015 yılında Aksu ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları	41
Çizelge 3.20. 2015 yılında Kepez ilçesinde örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları	42
Çizelge 3.21. 2015 yılında Aksu ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları	43
Çizelge 3.22. 2005-2014 yılları arasında (10 yıllık) Antalya’ da kullanılan gübre miktarları.....	44
Çizelge 3.23. Muratpaşa – Kepez – Aksu ilçeleri sınırlarında bulunan çalışma bölgesi kapsamına dahil mahallelerin TÜİK 2015 yılı nüfus sayım sonuçları	48

Çizelge 3.24. Ölçüm ve analiz çalışması yapılan kuyulara ait adres ve koordinat bilgileri.....	50
Çizelge 3.25. Antalya Traverten Platasu üzerindeki ölçüm ve izleme istasyonlarının koordinat bilgileri	51
Çizelge 3.26. ASAT Laboratuvarında uygulanan analizler ve yöntemleri.....	54
Çizelge 3.27. Hak Sağlığı Laboratuvarında uygulanan analizler ve yöntemleri.....	55
Çizelge 3.28. Atmosfer Laboratuvarı'nda uygulanan toprak analizleri ve yöntemleri...	56
Çizelge 3.29. Korelasyon katsayısının derecelendirilmesi	57
Çizelge 3.30. DRASTIC-Genel metodunda yer alan parametrelerin ağırlık katsayıları.	58
Çizelge 3.31. Yeraltısuyuna olan derinlik ve derecelendirme katsayıları.....	59
Çizelge 3.32. Net beslenme miktarı ve derecelendirme katsayıları.....	59
Çizelge 3.33. Akifer ortamı ve derecelendirme katsayıları.....	60
Çizelge 3.34. Toprak ortamının özellikleri ve derecelendirme katsayıları.....	60
Çizelge 3.35. Topografya parametresi için derecelendirme katsayıları	61
Çizelge 3.36. Vadoz zon özelliği parametresi ve derecelendirme katsayıları.....	62
Çizelge 3.37. Hidrolik iletkenlik parametresi için derecelendirme katsayıları	63
Çizelge 3.38. DRASTIC-Genel ve DRASTIC-Pestisit ağırlık katsayıları	63
Çizelge 3.39. DRASTIC İndeksinin Hassasiyet Sınıfları.....	63
Çizelge 4.1. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen sıcaklık değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri.....	67
Çizelge 4.2. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen iletkenlik değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri.....	70
Çizelge 4.3. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen klorür değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri.....	74

Çizelge 4.4. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen nitrat değerlerinin ve mekansaldağıılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri.....	78
Çizelge 4.5. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen toplam sertlik değerlerinin ve mekansal dağıılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri.....	81
Çizelge 4.6. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel özeti.....	83
Çizelge 4.7. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen pH istatistiksel özeti.....	84
Çizelge 4.8. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen iletkenlik değerlerinin istatistiksel özeti.....	85
Çizelge 4.9. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen bulanıklık değerlerinin istatistiksel özeti.....	86
Çizelge 4.10. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen klorür değerlerinin istatistiksel özeti.....	88
Çizelge 4.11. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen nitrat değerlerinin istatistiksel özeti.....	89
Çizelge 4.12. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sülfat değerlerinin istatistiksel özeti.....	90
Çizelge 4.13. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sodyum değerlerinin istatistiksel özeti.....	91
Çizelge 4.14. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen potasyum değerlerinin istatistiksel özeti.....	93
Çizelge 4.15. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen magnezyum değerlerinin istatistiksel özeti.....	94
Çizelge 4.16. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen kalsiyum değerlerinin istatistiksel özeti.....	95
Çizelge 4.17. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen toplam sertlik değerlerinin istatistiksel özeti.....	96
Çizelge 4.18. Tüm izleme çalışmalarından elde edilen toplam koliform değerleri.....	97
Çizelge 4.19. 4 Tüm izleme çalışmalarından elde edilen E-Koli değerleri.....	98

Çizelge 4.20. 1. dönem derin (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları.....	100
Çizelge 4.21. 1. dönem yüzey (0-30 cm.) toprak analizlerinin sonuçları.....	100
Çizelge 4.22. 2. dönem derin (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları.....	100
Çizelge 4.23. 2. dönem yüzey (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları.....	101
Çizelge 4.24. Soil Survey Staff'a (1951) göre toprakların tuz içeriklerinin sınıflandırılması.....	103
Çizelge 4.25. Kellog'a göre toprağın pH değerleriyle sınıflandırılması.....	104
Çizelge 4.26. Thun vd'ye (1955) göre toprakların organik madde içeriklerine göre sınıflandırılması.....	105
Çizelge 4.27. 1. Dönem yüzey (0-30 cm arası) örneklemesine ait sonuçlar için Pearson korelasyon matrisi.....	115
Çizelge 4.28. 1. Dönem yüzey (0-30 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değerlendirildiği birleşik analizi.....	116
Çizelge 4.29. 1. Dönem derin (30-60 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının Pearson korelasyon matrisi.....	117
Çizelge 4.30. 1. Dönem derin (30-60 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarına ait birleşik analiz.....	118
Çizelge 4.31. DRASTIC-Genel indeks değerleri.....	122
Çizelge 4.32. DRASTIC-Pestisit indeksi değerleri.....	122

1. GİRİŞ

Tarımsal üretim alanlarının sınırlı olmasına karşın gıda ihtiyacının artması, üretimde gübre ve tarımsal ilaç girdilerinin aşırı kullanımı sonucunu doğurmuştur. Üreticiler, birim alandan daha fazla verimin elde edilmesi için, toprak ve su kaynaklarının tahribini hızlandırmış ve doğal dengenin bozulmasına yol açmıştır. Bozulan doğal denge, hava, su ve toprak gibi temel madde kaynakları ile bitki ve hayvan gibi doğal besin kaynaklarına zarar vermektedir (Delgado vd 2008, Figueroa-Viramontes vd 2011). Gereğinden fazla ve uzun süreli gübre kullanıldığında; topraklarda tuzlanma, ağır metal birikimi, besin maddesi dengesizliği, mikroorganizma etkinliğinin bozulması, sularda ötrofikasyon ve nitrat birikimi, havaya azot ve kükürt içeren gazların verilmesi, ozon tabakasının incilmesi, sera etkisi gibi çevresel problemler oluşmaya başlamaktadır (Sönmez vd 2008). Bu problemlerin giderilmesi için yapılması gereken uygulamalar uzun süreçte ve ciddi ekonomik yatırımlar gerektirmektedir ki pek çok Avrupa ülkesinde yeraltı suları koruma bölgelerinde azotlu gübre kullanımı kısıtlanmaktadır.

Besin maddelerinin üretimi ve tüketimine kadarki süreçte besin değerini bozan ve bitkilere zarar veren böcekleri, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları yok etmek için pestisitler kullanılmaktadır. Pestisit kalıntılarının toprağa, suya, havaya ve gıdalara bulaşarak onları kirletmesi ve sonuçta da insan sağlığını ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi önemli bir çevre sorunudur. İnsan sağlığı üzerinde tarım ilaçları akut veya kronik etki yapmaktadır. İlacın solunması, yenmesi veya deriye teması ile akut, ilaç kalıntılarını içeren bitkisel ve hayvansal besin maddelerinin yenmesi suretiyle ise kronik zehirlenmeler meydana gelebilmektedir. Tarımsal mücadele sırasında su içindeki veya kenarındaki bitkiler veya böceklerin doğrudan ilaçla teması, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeyinden ilaçların yağmur suları ile yıkanması, ilaç endüstrisi atıklarının akar ve durgun sulara boşaltılması, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması ile tarım ilaçları sulara bulaşmaktadır. Su ve toprak ekosistemine giren pestisitler, flora ve faunayı olumsuz yönde etkilemektedir. Toprakta biriken ilaçların aktif maddeleri toprakta yetişen ürünlere ve bunlarla beslenen canlılara geçebilmektedir. Tarım ilaçları hava yoluyla da çevreyi kirletmektedir. Etkin maddenin buharlaşabilir olması yoğun ilaç kullanılan alanların çevresindeki yerleşim yerlerindeki tüm canlılar üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır.

Avrupa Komisyonu tarafından, tarımda kimyasal gübre ile hayvan yetiştiriciliğinden elde edilen organik gübrenin aşırı kullanımına karşılık ortak tarım politikalarının oluşturulması ve bu konuda yapılan reform çalışmalarının, çevreye olan etkilerinin mutlaka göz önüne alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda 12 Aralık 1991 tarihinde “*Suyun, Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğinden Korunması Direktifi*” yayınlanmıştır. Avrupa Birliği müktesebatına uyum sürecinde Türkiye’de de çevre ve tarımsal çevre konularını kapsayan yeni direktiflerin çıkarılması yönünde ilerlemeler kaydedilmiştir. Son olarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından *Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği* 23 Temmuz 2016 tarihinde yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Belirtilen yönetmeliğin yayınlanmasından sonra da ülkemizde bu alandaki çalışmalar hız kazanmış, yeraltı suyu kirliliğinde nitratin önemi böylelikle ortaya konmuştur.

Bu yönetmelikten önce yapılan çalışmalarda, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından iyi durumda olan yeraltı sularının mevcut durumunun korunması, yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi ve bu suların iyileştirilmesi için gerekli esasları belirlemek amacı ile 7 Nisan 2012 tarihinde *Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik* yayınlanmıştır. Yönetmelik kapsamında yeraltı suyu kütlelerinin karakterizasyonu, izlenmesi, miktar ve kalitesinin değerlendirilmesi, tedbirler programının hazırlanması, yeraltı suyu koruma alanlarına ilişkin esaslar sunulmaktadır. İyi yeraltı suyu kimyasal durumu, yeraltı suyu kütlesinin kimyasal içeriğinde izlenen kirlenici konsantrasyonlarının tuz ya da diğer kirlenici etkilerini göstermediği, nitratlar için 50 mg/L, pestisitlerdeki aktif maddeler için 0,1 µg/L ve toplam pestisit için 0,5 µg/L kalite standartlarını aşmadığı, gerekli durumlarda yönetmelik Ek-3'te belirtilen parametreler (asgari olarak arsenik, kadmiyum, kurşun, civa, amonyum, klorür, sülfat, trikloretilen, tetrakloretilen ve iletkenlik) için eşik değerleri aşmadığı yeraltı sularını ifade etmektedir. Yeraltı sularının genel amaçlı izlemesi için tanımlanan ana parametreler oksijen içeriği, pH, iletkenlik, nitrat ve amonyumdur. Yönetmelik Ek-9'da verilen temel kirlenici listesi dikkate alınarak belirlenen tehlikeli maddelerin (organohalojen bileşikler ve su çevresinde bu gibi bileşikler oluşturabilecek maddeler, organofosforlu bileşikler, organotin bileşikler, kanserojen ya da mutajenik/stroidojenik, tiroit, üreme ya da diğer endokrin bağlantılı faaliyetleri su çevresinde ya da su çevresi yoluyla etkileyebilecek özelliklere sahip olduğu kanıtlanmış maddeler, preparatlar ya da türevleri, kalıcı hidrokarbonlar, siyanür, metal ve metal bileşikler, arsenik ve arsenik bileşikler, biosidler ve bitki koruma ürünleri, askıda katı maddeler, nitrat ve fosfat) yeraltı suyuna sızmasının önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmektedir.

Ülkemizde tarımsal üretim açısından önemli bir paya sahip olan Antalya ilinde de tarımsal kaynaklı su kirliliği oluşumu dikkatle izlenmesi gereken öncelikli konular arasındadır. Antalya ili toplam yüzölçümünün %20'sini oluşturan 414.326 hektarlık tarımsal alanda çok çeşitli bitkisel ürünler yetiştirilmektedir. Antalya ilinde yer alan Aksu ilçesinin tarım üretim potansiyeli de oldukça yüksektir. İlçenin yüzölçümü 440.000 da olup %41 tarım alanı, %1 çayır ve mera, %58 ise tarım dışı arazi olarak nitelendirilmiştir (Antalya İl Tarım Müdürlüğü, 2011). Aksu ilçesinde tarımsal üretim potansiyeli de oldukça yüksektir. Örtü altı ve tarla olmak üzere domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, mantar, kesme çiçek, iç mekan süs bitkileri, buğday, arpa, danelik mısır ve pamuk üretimleri başı çekmektedir (Antalya İl Tarım Müdürlüğü 2011).

Aksu'daki örtüaltı alanlar içinde cam sera 8.500 dekar, plastik sera 15.600 dekar ve yüksek tünel 110 dekar olmak üzere toplam üretim alanı 24.210 dekadır. 2009 yılında Aksu ilçesinde örtüaltı üretim 380.661 ton, tarla sebze üretimi de 60.893 ton olarak kaydedilmiştir. Bu veriler doğrultusunda Aksu ilçesi, Antalya üretim miktarı açısından Kumluca ve Serik'ten sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Antalya İli merkez, Aksu, Kumluca, Serik, Gazipaşa, Finike ilçeleri ve bunlara bağlı köylerde 123 işletmede 2004-2005 yıllarında yapılan bir çalışmada kimyasal gübrelerin özellikle domates üretimi yapan işletmelerde fazla olduğu ve bu işletmelerin %37'sinde fazla kazanç elde edebilmek için her üretim döneminde organik gübrenin dışında 50 kg/da'dan fazla (N+P₂O₅+K₂O) kimyasal gübre kullanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, işletmelerin %69'unda gübrelemeden önce toprak analizi yapılmadığı belirlenmiştir. Üreticilerin

%55'i zirai ilaç bayii tavsiyesi, %24'ü tecrübe, %21'inin ise analiz raporları, bitki ve havanın durumuna göre gübre miktarlarını belirleyerek gübreleme yaptığı belirtilmiştir. Ankete katılan işletmelerin %29'u organik gübre olarak çiftlik gübresi, %18'i piyasada satılan, %11'i sıvı tavuk gübresi, %12'si sıvı gübreler ve %30'u ise diğer sıvı ve katı ticari organik gübreleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Kullanılan organik gübre miktarı, ekim alanı en fazla olan domates bitkisinde %87, diğer ürünlerde %13 olarak bulunmuştur. Piyasada satılan organik gübreleri kullanan işletmelerin %36'sının 100 kg/da'dan daha fazla organik gübre kullandıkları belirlenmiştir (Atılğan vd 2007).

Seracılığın yoğun olduğu Akdeniz ve Ege Bölgesindeki pestisit tüketimi ise ülke toplamının üçte ikisine yakındır. Yoğun tarımın yapıldığı Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerindeki pestisit kullanımı gelişmiş ülkeler düzeyine yaklaşmaktadır. Antalya ilinde 2007-2009 yıllarında toplam pestisit tüketimi 4.791.427 kg değerinden 5.725.853 kg değerine yükselmiştir (Antalya Tarım İl Müdürlüğü 2011). Pestisit tüketimi içinde en büyük payı sırasıyla nematositler ve fumigantlar, insektisitler, fungusitler ve herbisitler oluşturmaktadır.

Antalya özelinde Altınova bölgesi ile Aksu ilçesi ve yakın çevresinde sürdürülmekte olan yoğun tarımsal faaliyetler, üretimin artırılması amacı ile aşırı miktarda ve kontrolsüz gübre ve pestisit kullanımına sebep olmakta ve özellikle de su kirliliği açısından büyük tehdit oluşturmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında Antalya Aksu-Altınova bölgesinde seçilen izleme kuyularından yeraltısuyu kalitesi, kirliliği ve pestisit kirlilik hassasiyetine ve risk değerlendirmesine yönelik araştırma sonuçları verilmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Dünyadaki en önemli su kaynaklarını yeraltıları oluşturmaktadır (Villeneuve vd 1990). Yeraltısu kalitesi, özellikle tarımın yapıldığı bölgelerdeki gübre ve pestisitlerin yoğun kullanımı sonucu tehdit altındadır (Giambelluca vd 1996, Soutter ve Musy 1998, Lake vd 2003, Thapinta ve Hudak 2003, Chae vd 2004). Yeraltısu kirlendikten sonra yenilenmesi ve bunun dönüşümü çok zordur. Bundan dolayı, su kalitesi yönetiminde ilk ve öncelikli strateji yeraltısu kirliliğinin önlenmesidir (Ceplecha vd 2004).

Nüfus artışı ve artan tarımsal ihtiyaç ile birlikte gübre ve pestisit kullanımında (ürün görünümündeki kaliteyi arttırmak maksatlı) artış yaşanmakta, fazla miktarda kullanılan ilaç ve gübreler ile yaygın olarak kullanılan sentetik kimyasallar önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır (Aslan vd 2001).

Topraktaki nitrat ise bitkilerin büyümesi ve sağlıklı olarak gelişmesi için gereklidir. Nitrat, bütün dünyada yeraltısu kirliliğinde önemli bir sorun olmaktadır (Umar vd 2009).

Ülkemizde yeraltı sularında nitrat kirliliği üzerine yapılan bazı çalışmalara ait değerlendirmeler aşağıda sunulmaktadır. Sunulan çalışmalar, ülkemizde sorunun boyutlarının ne denli ciddi olduğunu gösterir niteliktedir.

2009 yılında Mersin’de yapılan bir çalışmada, 205 adet kuyudan çeşitli fiziksel ve kimyasal parametrelerin (nitrat ve nitrit) analizi amacıyla su örnekleri alınmıştır. Çalışmadaki örnekler için nitrat konsantrasyonu 0,44–73,48 mg/L aralığında, ortalama nitrat konsantrasyonu ise 16,41 mg/L olarak bulunmuştur. Bölgedeki nitrat kirliliğinin kaynağının antropojenik faaliyetlerle ilişkili olduğu değerlendirilmiştir (Korkut 2009).

İzmir, Nif Dağı ve çevresindeki yeraltı sularındaki nitrat kirliliğinin boyutlarının mevsimsel olarak değerlendirilmesine ait bir çalışmada, 59 adet örnekte nitrat ve nitrit seviyeleri analiz edilmiştir. Nif Dağının batısında her iki örnekleme dönemi için 50 mg/L’den yüksek nitrat değerlerine rastlanmış ve nitrat kirliliğindeki mevsimsel değişime ait konumsal dağılımının heterojen olduğu gözlenmiştir (Şimşek vd 2008, Elçi ve Polat 2011).

Ankara’da yapılan bir çalışmada ise, kimyasal gübrelerin depolanması sırasında gübrenin akıntı yolu ile yeraltı suyuna sızması tüketici anketleri ile araştırılmıştır. Hayvan gübresinin açıkta biriktirilmesi yeraltı suyunu olumsuz etkileyebilmekte olup üreticilerin %59’i hayvan gübrelerini açıkta biriktirdiklerini ifade etmişlerdir. Üreticilerin %50,9’u kimyasal gübrelerin kullanılmasının içme suyu kaynaklarını kirlilemeyeceği yönünde cevap vermişken; %38,2’si ise bu gübrelerin kirlilik yaratabileceğini düşünmektedir. Bu yöndeki kirlenmelerin nedenleri olarak; gübre ambalaj atıklarının etrafta bırakılması, gereğinden fazla gübrenin kullanılması ve gübrelerin yağmur suları ile yeraltı suyunu kirlilemesi olarak belirtilmiştir (Ataseven 2010).

Kaplan vd (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, Antalya'nın Kumluca bölgesinde yeraltı sularındaki nitrat içeriğinin 2,46-164,91 mg/L arasında değiştiği ve kuyu sularının %50'sinde nitrat içeriğinin sınır değerini oldukça aştığı belirlenmiştir. Aynı zamanda kuyu sularının nitrat içerikleri ile drenaj kanallarındaki nitrat içeriğinin yükseldiği ve bu yolla hektardan 20–100 kg verim kaybının olduğu bildirilmiştir.

Bursa'da yapılan bir çalışmada kuyu sularındaki nitrat içeriğinin özellikle yaz aylarında 110-150 mg/L'ye kadar yükseldiği bildirilmiştir. Bu oranın yükselmesine fazla gübrelemenin neden olduğu rapor edilmiştir (Yahşi 1981).

Kaçaraoğlu ve Günay (1997) tarafından Eskişehir bölgesinde yapılan bir çalışmada, 51 kuyudan alınan su örneklerinde nitrat içeriğinin 2,2-257 mg/L arasında değiştiği, yeraltısuyu örneklerinin %34,2'sinde nitrat içeriğinin 50 mg/L değerinin üzerine çıktığı belirlenmiş olup yeraltısularının büyük ölçüde evsel, endüstriyel atıksular ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kaçaraoğlu ve Günay 1997).

NLEAP programı ile nitrat yıkanması ile yapılan modelleme çalışmasında örnek alınan 250 noktanın 187'sinde NAL (Nitrogen Available for Leaching) değeri kritik değer olarak kabul edilen 179 kgN/ha'dan fazla bulunmuştur (Yetkin 2011).

Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği uluslararası literatürde de pek çok araştırmaya konu olmuştur. Nitrat azotu sızmasının minimize edilmesindeki en önemli prensipler içinde azot bütçesi yaklaşımı ile azot uygulamalarının yönetilmesi gelmektedir (Meisinger ve Delgado 2002). Bu kapsamda geliştirilen azot bütçesi modelleri, en iyi uygulama örneklerinin değerlendirilmesi, alana özgü değişkenliklerin belirlenmesi ve su kaynaklarının korunması açısından hızlı karar verilmesine katkı sağlamaktadır (De Paz vd 2009). Azot bütçesi amaçlı geliştirilen azot indekslerinin kullanımı son 20 yıldır gündemdedir (Delgado vd 2008). USDA-NRSC (United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service) ve partner kuruluşları tarafından *Nitrogen Index* modeli geliştirilmiştir. Belirtilen model ile azotun çevresel hareketine yönelik risk değerlendirmesi yapılabilmektedir. Model içerisinde toprak, ürün, gübre, sulama özellikleri, hidroloji, alan dışı faktörler ve kalitatif faktörlerden oluşan 8 temel veri girişi sağlanmakta ve nitrat sızma potansiyeli kantitatif olarak hesaplanmaktadır. Modelin Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Meksika, Arjantin, İspanya ve Karayipler'de farklı agroekosistemlerde kullanımına ilişkin referanslar bulunmaktadır (Delgado vd 2006, Delgado vd 2008, De Paz vd 2009, Figueroa-Viramontes vd 2011, Monar vd 2013). Modelin kullanımı ile farklı tarımsal üretim teknikleri (gübre, sulama suyu kullanımı vb.) için nitrat sızma potansiyeli karşılaştırılabilmektedir. Kaliforniya'daki sulu tarım faaliyetleri için Nitrate Leaching Hazard Index geliştirilmiştir (Wu vd 2005). Shaffer ve Delgado (2002), Delgado vd (2006), De Paz vd (2009) ve Figueroa-Viramontes (2011)'de tarımsal kaynaklı nitrat sızmasının azot indeksleri ile incelenmesi yönünde farklı coğrafyalarda gerçekleştirilen özgün çalışmalar detaylı olarak sunulmaktadır.

Ulusal literatürümüzde Aksu bölgesinde yeraltısularının kirlenmesine ilişkin yayınlanmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Sönmez ve diğerlerine ait bir çalışmada

(2007) Antalya-Altınova bölgesinde uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak sürdürülebilir arazi yönetimi ve toprak koruma planının oluşturulmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Antalya Serik bölgesinde farklı toprak bünyesi ve yönetimine sahip geniş bir alan nitrat sızması açısından sıcak bölgelerin belirlenmesi amaçlı bir çalışma yürütülmüştür (Kurunç vd 2011). Antalya Kumluca bölgesindeki tarımsal kaynaklı yeraltısuyu kirliliğinin incelenmesi amacı ile de kirlilik hassasiyeti (Muhammetoglu vd 2002), tarımsal azot bütçesi analizi (Muhammetoglu vd 2005) ve bulanık mantık yaklaşımı ile yeraltısuyu kirliliğinin değerlendirilmesi (Muhammetoglu ve Yardımcı 2006) amaçlı yayınlanmış çalışmalar mevcuttur.

2.1. Yeraltısuyu Kirleticileri

Yeraltısuyu yeryüzündeki hidrolojik çevrim içerisinde yükleme ve boşalmalara maruz kalan dinamik bir sistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Yeraltısuyu bulunduğu bölge ile birlikte değerlendirildiğinde mekanizmalarının karmaşık olması nedeniyle iyi yönetilememektedir. Bu nedenle yeraltısuyu kalitesinin korunması ve kirlenmesinin önlenmesi için kirlilik analiz çalışmaları tüm dünyada yürütülmektedir.

Yeraltısuyu kirletici kaynaklarını, endüstriyel ve evsel atıksular, katı atıklar, kimyasal ve doğal gübreler, tarımda kullanılan ilaç ve pestisitler olarak niteleyebiliriz. Bu tez çalışmasının tarımsal faaliyetin yapıldığı bölgede gerçekleştirilmesi nedeniyle bu bölümde yeraltısuyu kirletici kaynakları olarak azot, gübre ve pestisit üzerinde durulmaktadır.

2.1.1. Azot Kaynaklı Kirleticiler

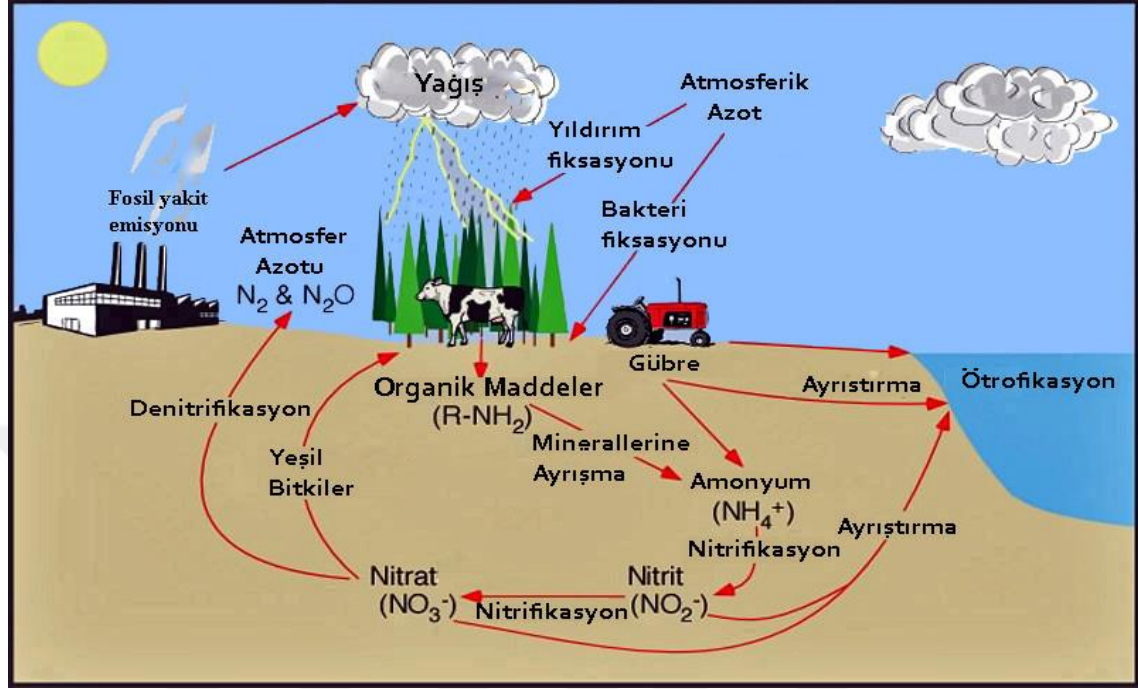
Doğada çeşitli formlarda bulunan azot, canlıların varlıklarını sürdürebilmesi ve yaşam için gerekli temel besin maddelerinden biridir. Azot hem organik, hem de inorganik formda bulunmaktadır. Gaz formu olarak havada bulunan azot gerek bakteriler ile gerekse oksijenle yükseltgenerek toprağa ve suya karışmakta, bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılarak yeniden toprağa ve yeraltısuyuna karışmaktadır. Oksitlenmeyen azot, amonyum ya da amonyum tuzu olarak bulunmaktadır (Şekil 2.1).

Bitki yaşamının var olabilmesi ve yaşamının sürdürülmesi için azota gereksinim duyulur. Nitrat tuzlarının yüksek olduğu topraklarda bitki üretimi de daha fazla gerçekleşmektedir. Havada bulunan azot gazlarının toprağa ya da suya karışmasıyla oluşan azot döngüsü sayesinde bitki yaşamı sağlanmaktadır. Bu nedenle azot döngüsü yaşam için çok önemlidir.

Azot doğada azot gazı (N_2), amonyak (NH_3), nitrat (NO_3^-), amonyum (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), diazot oksit (N_2O), azot monoksit (NO) ve organik azot bileşikleri formunda bulunmaktadır.

Bu formlar arasında gerçekleşen döngüde öncelikle havadaki azot gazı inorganik tuzlara, daha sonra bakteriler vasıtasıyla azot içeren organik moleküllere dönüşür. Organik azot moleküllerinin biyolojik ayrışma yoluyla parçalanmasını takiben yeniden

inorganik tuzlara dönüşmesini azot döngüsü olarak açıklayabiliriz. Buradaki etken canlılar bakteriler ve mikroorganizmalardır.



Şekil 2.1. Azot döngüsü (ANONİM-I)

İnorganik azot bileşikleri amonyum, nitrat ve nitrit formlarında ve daha çok yeraltısularında kirlenmeye yol açarlar. Bunların içerisinde en önemlisi nitrat azotudur (Anaç ve Çolak 1998). Şekil 2.1’de sunulan azot döngüsünde de görüldüğü üzere toprakta en kararlı formda bulunan nitrat olduğu için azot olarak en önemli kirleticisi kaynak olarak nitrat azotunu tanımlayabiliriz.

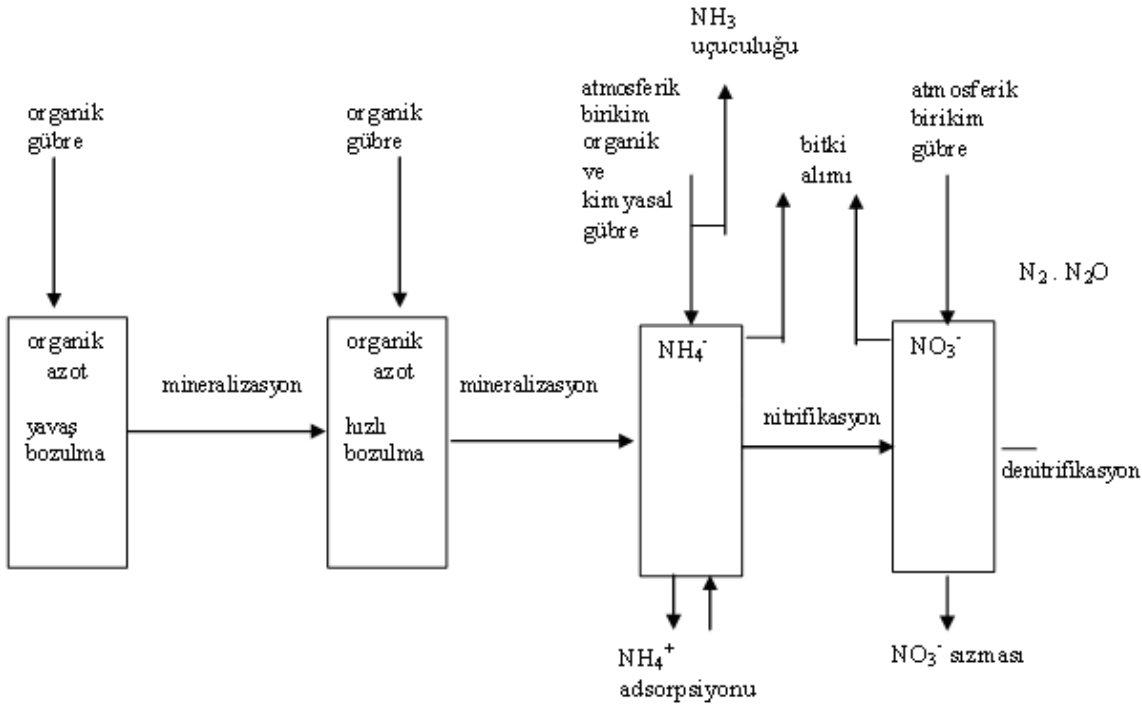
2.1.2. Gübre Kaynaklı Kirleticiler

Topraklarımız azot ve fosfor bakımından yetersiz olduğundan genelde ülkemizde azotlu ya da fosforlu gübreler kullanılmaktadır. Gübrenin bünyesinde bulunan azot bileşikler, nitrat azotunun taşınabilmesi özelliğinden dolayı yeraltısularının kirliliğine neden olan en önemli kaynaktır. Nitrat, nitrifikasyon işlemi sonucunda meydana gelmektedir. Su kirliliğine neden olan temel azot formu, nitrat azotudur. Toprağı uygulanan azotun bir kısmı gübre veya üre ($(NH_2)_2CO$) şeklinde organik formdadır. Geriye kalan kısmı ise amonyak (NH_3), amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$), amonyum nitrat (NH_4NO_3), amonyum karbonat ($(NH_4)_2CO_3$), amonyum klorür (NH_4Cl) veya kalsiyum nitrat ($(NO_3)_2Ca$) şeklinde inorganik formdadır (FAO 1979). Topraktaki azot miktarının artmasına tarımda aşırı olarak kullanılan kimyasal ve doğal gübrelerin katkısı büyüktür. Özellikle örtüaltı tarımın yapıldığı seralarda bu durum yaygın olarak görülmektedir (Muhammetoğlu vd 2003). Genelde uygulamada kompoze gübreler kullanılmaktadır. Kompoze gübreler birden daha fazla besin maddesini bir arada bulunduran gübrelerdir.

Tarımsal faaliyetlerdeki aşırı gübre kullanımı, yeraltısuyuna sızan nitrat için en temel yayılı kaynak olarak gösterilmektedir (Almasri 2007). Tarımda kullanılan kimyasal maddelerin en yaygını bitki besin maddeleri olan azotlu ve fosforlu olan gübrelerdir. Bitkiler kendileri için kullanılabilir ve ihtiyaç duyduğu organik ya da inorganik besin maddelerini kullanırlar. İhtiyaçtan fazla besin maddesi toprakta bulunduğu anda, bitki tarafından kullanılmayacağından yağış ya da sulama suyu ile yıkanır ve yeraltısuyuna karışır.

Bütün dünyada olduğu gibi daha yüksek miktarda bitkisel ürün elde edebilmek amacıyla gübre kullanımı ülkemizde de yaygın olarak uygulanmaktadır. Aşırı ve dengeli olmayan gübre kullanımları sonucu toprakta doğal dengenin bozulması toprağın kirlenmesine neden olmaktadır (Kaplan 1995). Aşırı gübre kullanımı toprak kirliliği ile birlikte su kirliliğine de neden olmaktadır. Gübrelerin içmesuyu üzerine etki yapan bileşenlerin başında nitrat iyonu gelmektedir. Kullanılan azotlu gübreler son halde nitrate dönüşmekte ve nitrat da toprakta tutunamayarak yeraltısularına karışmaktadır (Kaplan 1995).

Azot, toprakta ve yeraltısuyunda hakim olarak nitrat (NO_3^-) anyonu veya amonyum (NH_4^+) kasyonu şeklinde bulunabilir. Hangi iyonun baskın olacağı azotun kaynağına, redoks potansiyeline, toprağın pH değerine, sıcaklık ve diğer koşullara bağlıdır. Atmosferde ise azot, amonyak (NH_3), azot oksit (N_2O) ve serbest azot olarak (N_2) bulunabilir (Muhammetoğlu vd 2003) (Şekil 2.2).

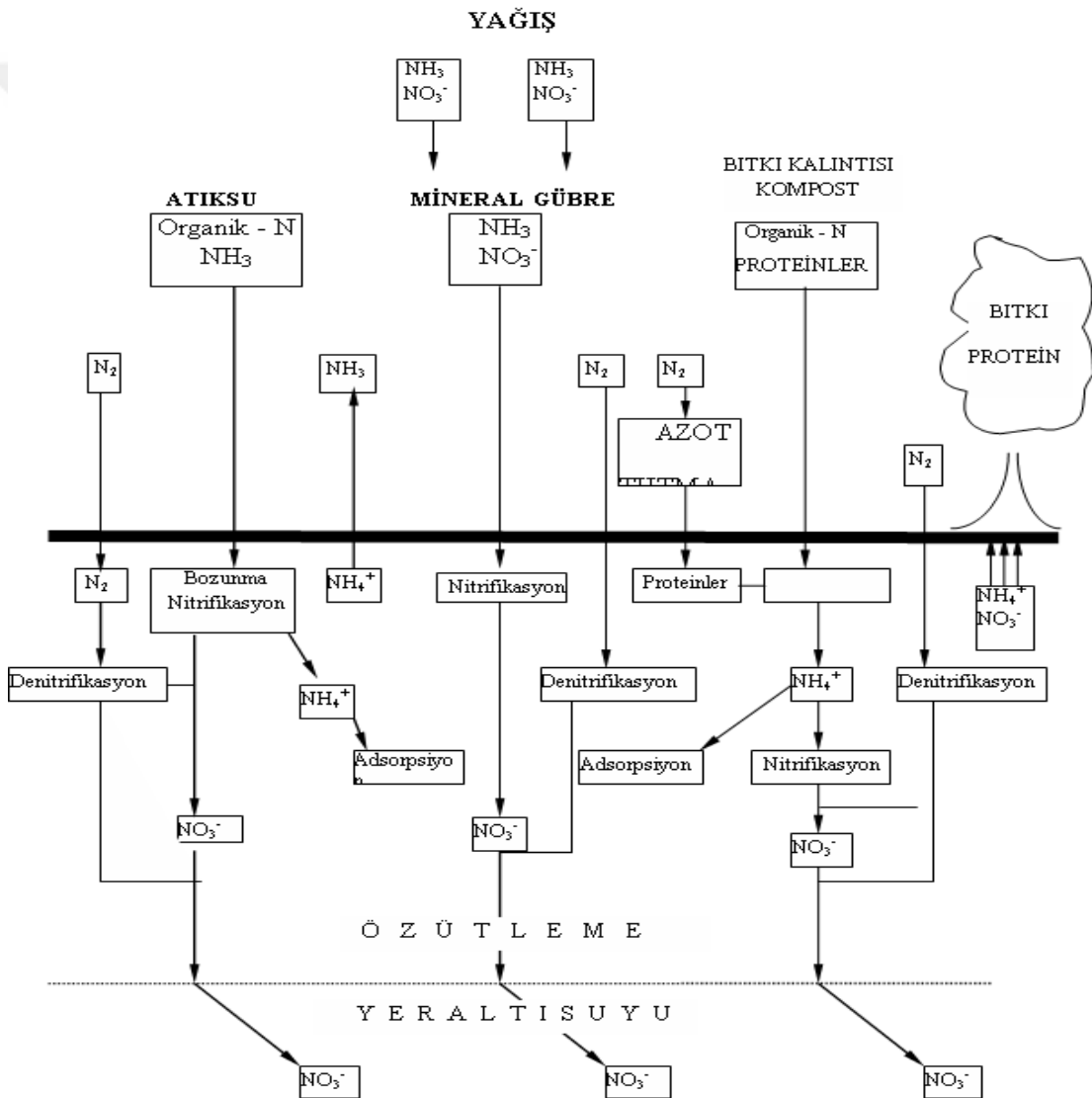


Şekil 2.2. Azot dönüşümünün şematik gösterimi (Muhammetoğlu vd 2003).

Toprakta gübre olarak eklenen nitratın bir kısmı yüzey sularına bir kısmı da yeraltısularına karışmaktadır ve çevre koşullarına bağlıdır. Azotlu gübrenin toprakta

kalış süresi toprak yapısı, hava ve iklim koşulları gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişir. Nitrat bazı topraklardan hızla akarken bazılarında ise daha uzun süre kalır. Tarım bitkileri tarafından tüketilen azot haricindeki kısım yeraltısularına ve akarsular yoluyla göl ve denizlere karışır. Tarımda kullanılan gübrelerden başka, evsel kaynaklı atıksular, çeşitli azotlu kimya sanayilerinden çıkan atıklar ve atıksuları, göl, nehir ve kıyısız deniz sularındaki nitrat ve diğer azotlu kimyasal maddelerin miktarını artırmaktadır.

Azot döngüsünde olduğu gibi, azot toprakta ve suda farklı şekillerdedir. Kimyasal ve mikrobiyolojik işlemler sonucu farklı formlara dönüşebilmektedir. Azot grupları arasındaki bağıntılar Şekil 2.2’de (IWACO Euroconsult 1995), azotun yeraltısuyuna girişi ise Şekil 2.3’te verilmektedir.



Şekil 2.3. Azotun yeraltısuyuna sızması (Muhammetoğlu vd 2003)

2.1.3. Pestisit Kaynaklı Kirleticiler

Pestisit, tarımsal ürünlerin verimini azaltan ya da hastalanarak büyüme ve gelişimini etkileyen hastalıkların, zararlı böceklerin ve otların bitkiye zarar vermesini engellemek amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklere verilen isimdir. Tarımsal ürünlerin veriminin artırılması amacı ile ülkemizde yaygın olarak pestisitler kullanılmaktadır. Kullanılan pestisitler hem kimyasal, hem de bir çeşit ilaç olmaları nedeniyle ürünün kendisinde de biriktiği gibi, toprağa oradan da suya karışarak kirliliğine neden olmaktadır. Böylelikle doğadaki tüm canlılar pestisitlerin yaratmış olduğu kirliliğe maruz kalmaktadırlar.

Kullanımı açısından pestisitlerin birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlar; toz, ıslatılan, kuru, suda çözünen, konsantre, kapsül, emülsiyon vb. şeklinde sıralanabilir. Pestisitler gaz, toz ya da püskürtme şeklinde uygulanabilir. Kullanılan ilaçlar inorganik, organik ya da sentetik organik olabilirler. Kullanım yerleri ise insektisitler (böcek öldürücüler), fungusitler (mantar (fungus) öldürücüler), bakterisitler (bakteri öldürücüler), akarisitler (kırmızı örümcek öldürücüler), herbisitler (yabancı ot öldürücüler), afisitler (yaprakbiti öldürücüler), mollussisitler (salyangoz öldürücüler), rodentisitler (kemirgen öldürücüler), nematositler (nematot öldürücüler), repellentler (kaçırıcılar) olarak sıralanabilir. Tarımsal uygulamalarda kullanılan pestisitler insan, çevre, gıda güvenliği ve doğal dengeye olumsuz etkileri en aza indirilecek şekilde kontrollü, teknik talimata uygun dozlarda ve bitkinin fenolojisine uygun şekilde olmalıdır (Çobanoğlu 2004).

Pestisitlerin uygulanması ürüne doğrudan püskürtülerek yani hava yolu ile verilebileceği gibi direkt toprak yüzeyine, toprağa enjekte ya da toprak ile karıştırılarak verilebilmekte veya sulama yoluyla verilmektedir. Her koşulda yağmur suyu ve sulama suları ile pestisitler yeraltısularına taşınarak kirliliğe neden olmaktadır.

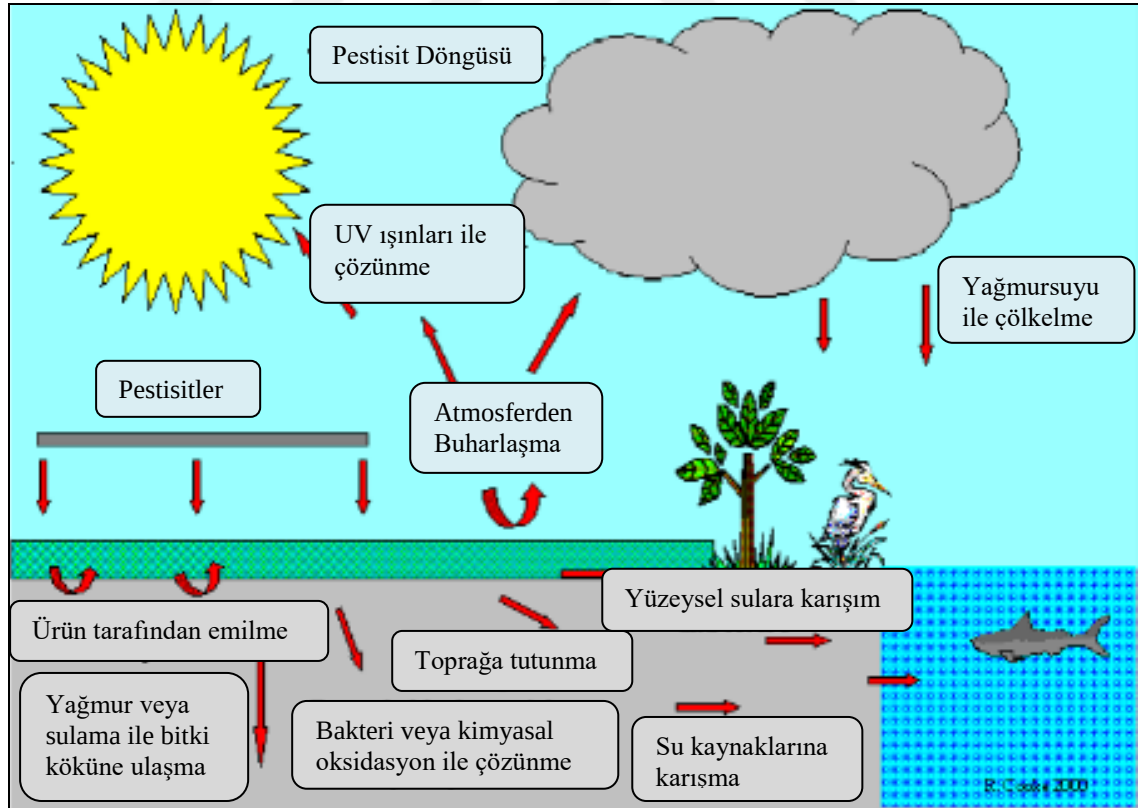
Pestisitlerin toprakta kalma süreleri arasında değişkenlik vardır. 30 gün yarı ömür, 30-100 gün yarı ömür ya da 100 günden büyük yarı ömürlü olarak sınıflandırılabilir (ANONİM-II). Yapılan araştırmalar sonucunda bazı organik klorlu pestisitlerin toprağa uygulanması sonucu yarısından fazlasının 15-16 yıl toprakta kalabileceği tespit edilmiştir (ANONİM-III).

Tarımsal üretim sırasında uygulanan pestisitlerin değişen miktarlardaki bir bölümü toprakta birikmekte ve toprağın doğal dengesini bozmaktadır. Doğal dengenin bozulması yanında bu maddeler bitki bünyesine geçerek ve besin zincirine karışarak insan sağlığını tehdit etmektedir (Kaplan 1995).

Uygulanan pestisitler değişik şekilde doğada hareket edebilirler. Spreyleme ile kullanılan pestisit, havada taşınabilir ve farklı bir bölgede toprak veya suda görülebilir. Direkt olarak toprağa uygulanan pestisitler ise, bir yüzey kaynağına geçebilir, daha aşağıdaki bir toprak katmanına veya yeraltısularına geçebilir. Doğrudan toprağa verilen pestisitler, direkt suya geçebilir ya da topraktan taşınarak suya karışabileceği gibi evaporasyon ile havaya karışabilir.

Pestisitler atmosferde güneş ışığının katalizörlüğünde oksijen ve serbest radikallerle reaksiyona girerek kolayca parçalanırlar. Bazı pestisitler direkt olarak güneş ışığını absorbe edebilirler. Pestisitler dayanıklı yapıda olduklarından atmosferde uzun mesafelere taşınabilirler. Suda ise hidroliz yoluyla pH'nın etkinliğinde ayrışma gerçekleşir. Su sistemlerinde, sedimanlardaki pestisitlerin mikroorganizmalarca ayrıştırılması önem taşır. Toprakta ana ayrıştırma yolu mikrobiyolojik aktivite yoluyla ve bazıları için de kimyasal ayrıştırma. Yüzeye yakın noktalarda fotoliz (güneş ile ayrışma), pestisit ayrışma yollarından biridir. Pestisitlerin bitki ve hayvanlarda ayrışması metabolizma fonksiyonları ile gerçekleşir. Metabolik reaksiyonlar enzimlerin kontrolünde gerçekleşmektedir. Çevresel faktörler, reaksiyon hızını ve pestisitlerin ayrışma hızı konusunda belirleyici olmaktadır. Hava ortamı için, bu koşullara ek olarak, sıcaklık, nem, güneş ışığı şiddeti ve serbest radikaller etkilidir. Su ortamı için, sıcaklık, pH, güneş ışığı şiddeti ve sedimandaki mikrobiyolojik aktivite önemlidir. Toprak ortamında ise, sıcaklık, toprak çeşidi, organik madde, nem, pH, havalandırma ve mikrobiyolojik aktivite önem kazanır. Bitki ve hayvanlar için, alım hızı, metabolizma ve eliminasyon olarak tanımlanır ve metabolizma sıcaklığa bağlı olarak gerçekleşir (ANONİM-II).

Taşıınmaları hem pozitif, hem de negatif özellikler taşıyabilmektedir. Pozitif anlamda, zararlılarla mücadele için pestisit bu grupta temasını sağlayabilecektir. Bu yolla da daha az zararlı seviyelere indirilebilir. Fakat aynı yolla, yararlı özellikleri olan gruplar da etkilenmektedir.



Şekil 2.4. Pestisit döngüsü (ANONİM-IV)

Pestisitler rüzgar yoluyla uzaklara taşınabildikleri gibi taşınmayabilirler. Her pestisit doğadaki hareketi farklı olabilir. Bunu karakteristikleri belirler. Pestisitler parçalanabilirler ya da güneş ışığı, su veya mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılırlar. Bu durumda daha az zararlı yapıda maddelerin oluşumu görülürken, bazen de zararlı maddeler oluşabilir (Penn State 1998). Pestisitler uzun süre bozunmadan da kalabilir. Pestisitler bitki ve hayvanlar vb. tarafından alınabilirler, toprağa geçerek toprak içinde tutunabilirler, ayrışabilirler, buharlaşabilirler, daha az zehirli bileşiklere çevrilebilirler, yağmur veya sulama sularıyla bitki kökü etrafından taşınabilir veya sızabilirler ya da yağmur suyu ve erozyon ile taşınabilirler (LaPrade 1992).

Pestisitlerin yeraltısularına geçişte belirleyici olan özellikleri çözünürlük, adsorpsiyon, uçuculuk ve ayrışmadır. Eğer toprak geçirimli ve organik maddece zenginse kolay ayrışacaklardır. Yeraltısuyunun derinliği, iklim ve jeolojik koşullar pestisitlerin yeraltısuyuna erişimini etkilemektedir. Pestisitlerin topraktan bitkiye olan taşınımları toprak bünyesi, bitki çeşidi, topraktaki kalıntı miktarı ve diğer faktörler ile ilgili olup, topraktaki kalıntı dozu arttıkça bitkilerin alımı artmaktadır. Pestisitlerin bitkiye göre hangi doz ve ayarda, ne zaman ve ne şekilde uygulanacağı mevsimine bağlı olarak iyi ayarlanmalıdır.

2.1.4. Sulama Sularından Kaynaklanan Kirlilik

Sulama, iklimsel şartlara bağlı olarak yağışın az veya düzensiz olduğu bölgeler için gerek yağmur sularının depolanması, gerekse yeraltısuyundan su çekilmek suretiyle tarımsal faaliyetlerde ve uygulamalarda yaygın olarak uygulanmakta ve bitkinin su gereksinimi karşılamaktadır (Kaplan 1995). Özellikle ürün kalitesi için sulama büyük önem taşımaktadır. Ancak sulamanın yeteri kadar ve ürüne göre en uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Gereğinden fazla verilen su, yeraltısuyu seviyesinin yükselmesine neden olmakta, böylece toprakta birikmiş olan gübre ve pestisitlerin yeraltısuyuna karışmasına neden olmaktadır. Toprakta biriken tuzlar da aynı şekilde yeraltısuyuna karışıp sulama suyundaki tuz konsantrasyonlarının artmasına neden olmakta ve döngüsel olarak piramitin üst sırasında bulunan insana kadar gelen döngüyü oluşturmaktadır. Ayrıca, kontrolsüz ve hatalı kullanım ile su kaynaklarını sınırlı hale getirmektedir. Belirli bir zaman sonra fazla kullanım sonucunda topraktaki tuz konsantrasyonlarında artışı takiben toprakta çoraklaşma meydana gelmektedir.

2.2. Yasal Dayanak

Ülkemizde Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği 23 Temmuz 2016 tarih ve 29779 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin uygulanmasını Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı birlikte yürütmektedir. Bu Yönetmelik kapsamında; kimyasal gübreler için 29/3/2014 tarihli 28956 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Gübrelerin Piyasa Gözetimi ve Denetimi Yönetmeliğinin ekinde tanımlanan metotlar, yerüstü ve yeraltısularında fiziko-kimyasal ve kimyasal parametreler için 11/2/2014 tarihli ve 28910 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelikte tanımlanan metotlar ve çiftlik hayvanı gübreleri için 29/3/2014 tarihli ve 28956 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tarımda Kullanılan

Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelikte tanımlanan metotlar kullanılmaktadır.

Ayrıca pestisitler ile ilgili olarak 25.11.2016 tarih mükerrer 29899 Resmi Gazetede yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği uygulanmaktadır.

2.3. Yeraltısularında Kirlilik Hassasiyetinin Belirlenmesi

Tez kapsamında yeraltısularında kirlilik hassasiyetinin belirlenmesi için kullanılan DRASTIC metodu ve aynı amaçla kullanılan SEEPAGE'e yer verilmektedir. Tez çalışmasında hem yeraltısını kirlilik değerlendirmesi, hem de pestisit değerlendirmesi de yapılmakta olduğundan DRASTIC yöntemi tercih edilmiştir. DRASTIC metodu Materyal ve Metot bölümünde anlatılmaktadır. Bu bölümde DRASTIC uygulamalarına yer verilmiştir. Ayrıca, SEEPAGE modeli hakkında bilgi verilmektedir.

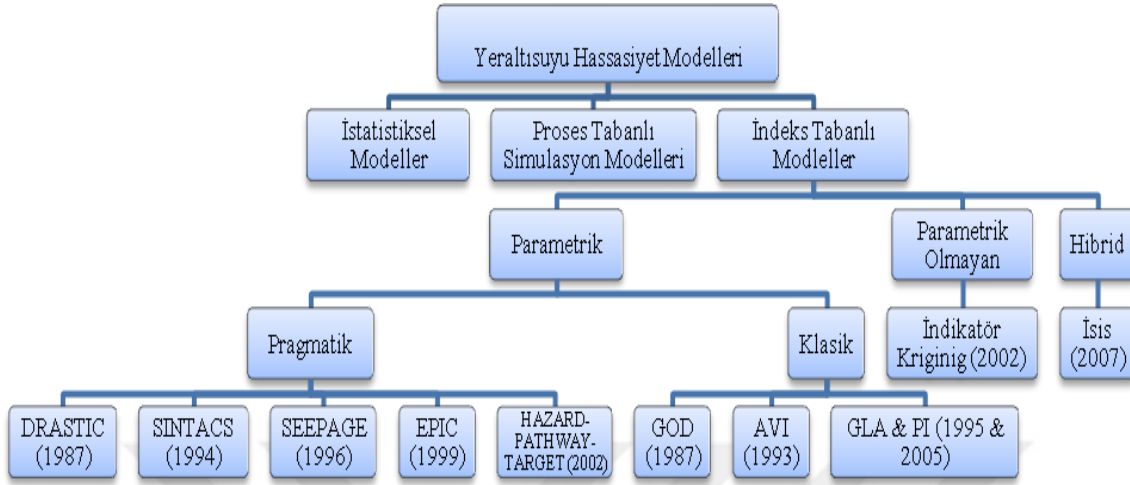
2.3.1. Yeraltısını Hassasiyet Modellerinin Gerekliği

Potansiyel kirlilik aktiviteleri yanında yeraltısını şaşırtıcı şekilde kendi kendini yenileyen yapısı ile su kalitesi açısından dünyadaki su kaynaklarının büyük bir alanını kapsamaktadır. İşte bu nedenden dolayı da yüzeysel kirlilikle gelen kirlleticilere karşı açık olmaktadır. Özellikle gelişen dünyada kullanılan kaynaklar ve kirleticiler yüzünden yeraltısını sistemleri kendi kendini yenileyemez hale gelmektedir. Bu nedenlerden dolayı yeraltısını kirlilik hassasiyetinin belirlenmesi bir ihtiyaç haline gelmekte ve su kalite yönetimi stratejilerinin belirlenmesi açısından önem taşımaya başlamıştır.

Lobo-Ferreira and Cabral (1991) tarafından yeraltısını kirlilik hassasiyetinin tanımlanması amaçlanmıştır. Toprak ve Yeraltısuyundaki Kirlilik Hassasiyeti üzerine gerçekleştirilen bir uluslararası konferansta (Goossens ve Van Dame 1987), yeraltısını kirlilik hassasiyeti ve kirlilik yüklerinin etkisi akiferin karakteristik özellikleri ile birlikte incelenmiştir. Kirlilik riskinin sadece hassasiyete değil, yüzeyden gelen belirli kirleticilerden kaynaklandığı tanımlanmıştır. Hassasiyet ile risk arasındaki bağlantının ortaya konulması önemlidir. Çünkü, kirlilik riski sadece akiferin yapısına bağlı değildir. Doğrudan statik de olabilir, ya da kirleticiler kaynaklara bağlı olarak dinamik faktörlere de bağlı kalabilir. Akiferin kirlilik hassasiyeti, kirleticinin büyüklüğünün yanında yeraltısını miktarına da bağlıdır.

Birçok araştırma sonucunda proses tabanlı modeller, istatistiksel modeller ve indeks tabanlı modeller bulunmaktadır (Zhang vd 1996, Tesoriero vd 1998) (Şekil 2.5).

Proses tabanlı modeller kirleticiler taşınımı üzerine geliştirilmiştir (Barbash ve Resek, 1996). İstatistiksel metotlar, alansal değişkenler ve yeraltısını kirleticileri arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılmaktadır. İndeks tabanlı modeller ise kirleticilerin yeryüzünden doymuş zona hareketlerinin kontrol faktörlerine dayanan hassasiyetleri belirlemek için kullanılırlar.



Şekil 2.5. Yeraltısuyu hassasiyet modelleri

2.3.1.1. İndeks Tabanlı Modeller

İndeks tabanlı modeller çeşitli fiziksel değişkenlerin her birinin kendi içerisindeki indeks ve skorlaması ile oluşan haritalardan oluşmaktadır (NRC 1993). Kirleticinin geçiş proseslerinin incelendiği ve birlikte değerlendirildiği kalitatif ve kantitatif faktörlerden oluşmaktadır (Connell ve van den Daele 2003). Bu sebeple bu tür modellerde önemli faktörlerin (kirleticili özellikleri, yeraltısuyu tablasına olan uzaklık, beslenme oranları, toprak ve akifer özellikleri, arazi kullanım ve yönetim uygulamaları) oranlarını bütünleştirerek, yüzeyden yeraltısuyuna taşınan kirleticiyi kontrol etmektedir (Hamerlinck ve Ameson 1998).

İndeks tabanlı modeller ilk olarak 1980'lerin başında geliştirilmeye başlanmıştır. En çarpıcı model olan DRASTIC modeli Aller vd (1987) tarafından geliştirilmiştir. Bu model yedi parametreye dayalı olup ayrıca pestisit hassasiyetini de incelemektedir. Fabbri ve Napolitano (1995) tarafından CBS ile birleştirilerek geliştirilmiş şekli de kullanılmaktadır. DRASTIC modeli spesifik kirleticiler olarak bilinen özellikle nitrat ve pestisitlerin yeraltısuyu kirliliğindeki hassasiyetlerinin belirlenmesinde oldukça başarılı bir modeldir (Navulur ve Engel 1998).

2.3.1.2. Proses Tabanlı Simulasyon Modelleri

Bu kategorideki değerlendirme metotları genellikle indeks modellerinden daha karmaşık ve 3 boyutlu kompleks modellerinden daha karışık farklı aşamalar içerir.

Basit modellerden özellikle The Behavior Assessment Model (BAM; Jury ve Ghodrati 1989) veya the Attenuation Factor (AF; Rao vd 1985) yeraltısuyu hassasiyet haritalarında kullanılır. Ayrıca, görüntülüne amaçlı da kullanılmaktadır (örneğin pestisitler ile bileşik yapan diğer çevresel kirleticilerin karşılaştırılması için kullanılır). Taşınım ve dağılım eşitliklerinde analitik çözümler kullanılmaktadır.

2.3.1.3. İstatistiksel Modeller

İstatistiksel modeller kirlenici varlığının, dağılımının ve konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Çeşitli alanlardaki olasılıkların tanımlanması ile çalışan bu metotlar belirsizlikler üzerine kurulmuştur (NRC 1993). Hassasiyet değerlendirmelerinde uygulanan istatistiksel metotlar yeraltısuyu kirliliğinin olasılığının tanımlanabilmesi için uygulanmaktadır (Burkart vd 1999). Bir araştırmaya göre su kalitesi ve insan kaynaklı değişkenlerin arasındaki ilişkinin matematiksel olarak tanımlanmasıdır. Örneğin, Teso vd (1996) toprak yapısının serbest değişkenler içeren aritmetik regresyon modelini geliştirmiştir.

2.4. DRASTIC Modeli

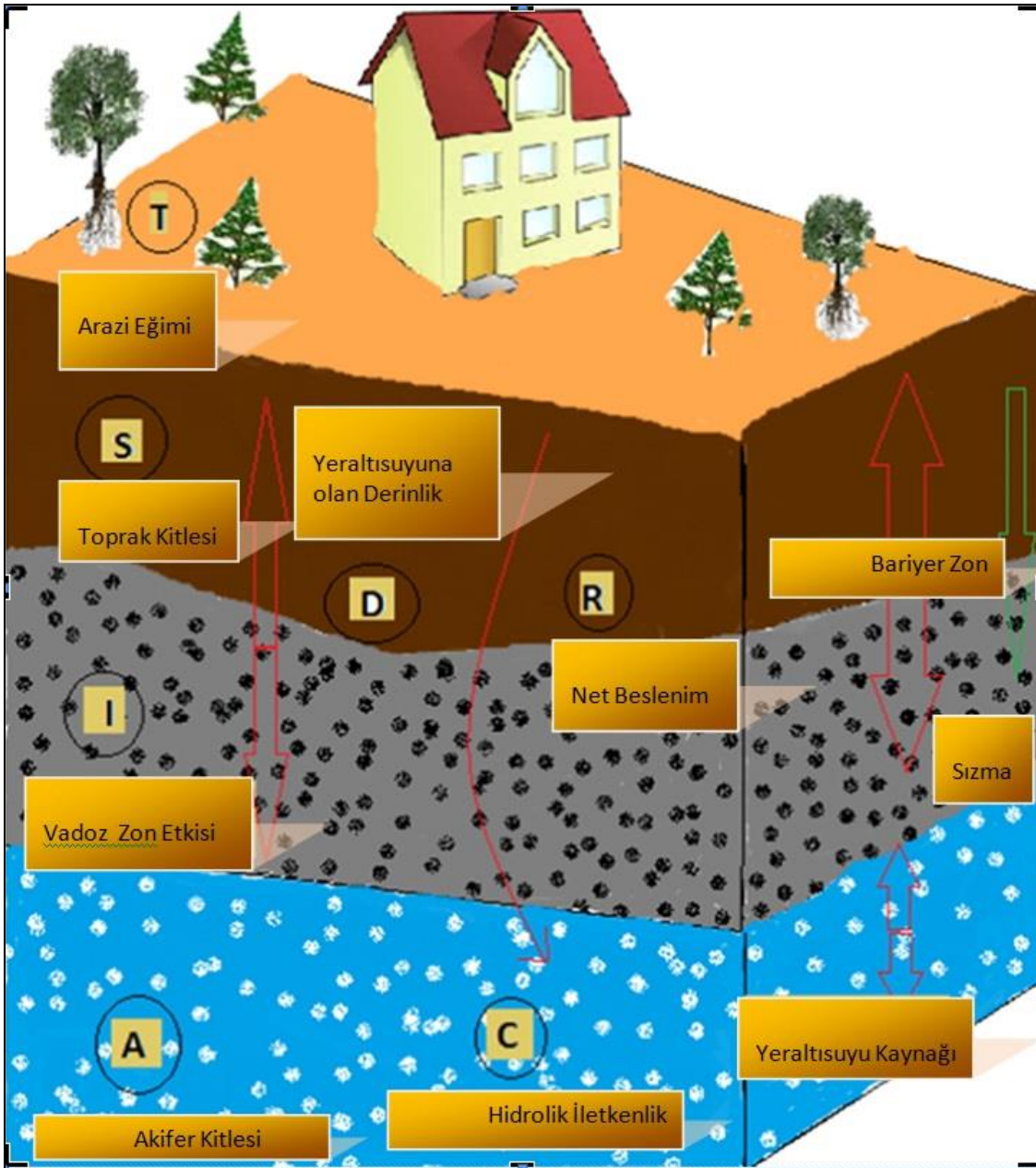
DRASTIC metodu, Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından karstik akiferlerde geniş kullanımı bulunan bir metot olarak modifiye edilmiştir. Potansiyel olarak yedi adet kirlilik parametresine dayanmaktadır (Veronika vd 2017).

DRASTIC metodu dünyada çeşitli alanlardaki çalışmalara konu olmaktadır. Etiyopya'nın Dire Dawa bölgesinde (Tilahun vd 2009) yapılan yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti çalışmalarında kullanılan DRASTIC metodu ile parametreler ayrı ayrı haritalandırılarak bölge tanımlanmış, nitrat konsantrasyon miktarına bağlı olarak da bölgenin hassasiyetleri gösterilmiştir. Böylelikle bölgenin kirlilik açısından hassas ya da hassas olmama durumu üzerine ve su havzalarının modellendirilmesinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Krishna vd (2014) Ranchi bölgesinde CBS kullanarak oluşturdukları yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti haritalarının hazırlanması çalışmasında DRASTIC metodunu kullanmıştır. Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesinde, kullanılan tüm parametrelerin teorik olarak eşit ağırlıkta bulunmadığı, metodun uygulanmasında lokal bölgeler tespit edilerek etkili ağırlıkların hesabının uygulamada gözden geçirilmesi sonucuna varılmıştır.

Bir başka çalışma olan Napolitano ve Fabbri (1996) tarafından akifer hassasiyet değerlendirmesinde DRASTIC ve SINTACS modelleri kullanılmıştır. Her bir modelde her parametre için ayrı ayrı hassasiyet haritaları hazırlanmıştır. DRASTIC metodundaki 7 parametrenin hassasiyet değerlendirmesinde ayrı bir önemi vardır. Bu parametrelerin tümünün beraber değerlendirilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bazı araştırmacılara göre haritaların kontrastlarının belirlenmesi için en az yedi parametrenin gerektiği söylenmektedir. DRASTIC ve SINTACS metotlarında her bir parametredeki derecelerin yanında kendi ağırlık katsayısının da önemi bulunmaktadır.

Hassasiyet sınıflandırılması ve karşılaştırma çalışmaları kapsamında DRASTIC, SINTACS, GOD ve AVI modelleri kullanılarak Corniello vd (1997) tarafından çalışmalar yapılmıştır. Gogu ve Dasserques (2000) tarafından SINTACS metodunun diğer metotlar ile karşılaştırıldığı çalışmada çok hassas yeraltısuyu zonlarının yüzey drenajları ve akifer yapısı ile ilgili olduğu gösterilmiştir. Bunun sonucunda akiferin sınıflandırılmasının yüzey kullanımları ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Buna benzer bir sonuç ise, SINTACS metodunun Romen bir ekip olan Prahova-Teleajen tarafından geliştirilen (Gogu vd 2000) matriks sistemle elde edilmesidir. SINTACS metodu DRASTIC metoduna göre arazi dağılımları açısından daha geniş kullanım alanı bulmuştur.



Şekil 2.6. DRASTIC parametrelerinin gösterimi

GOD metodu hassasiyet derecelendirmede değerlerin homojen dağılımını sağlamakta olup, bu model sadece yüksek karşıtlık hassasiyeti olan bölgelerde kullanılmaktadır. AVI metodu, SINTACS ve DRASTIC modellerinin kullanımına benzer olarak hassasiyet haritalarının istatistiki karşılaştırılması ve korelasyonunu yapmaktadır.

Geçmiş birçok çalışmada yeraltısuyu hassasiyet modellerinin birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Hidrojeoloji açısından DRASTIC, SINTACS, GOD, Hollandalı Metodu (Goossens ve Van Damme 1987), ISIS, CNR-QNDCI metotları kullanılmıştır. Aynı zonlarda ve verilerle kullanılan metotlar için yapılan karşılaştırmada, basit metotların kompleks metotlar ile aynı sonuçları verdiği ortaya çıkmıştır. Özellikle GOD metodunun geniş kullanım alanının olduğu doğrulanmıştır. Detaylı çalışmalar için ise DRASTIC ve SINTACS metotlarının esnek kullanım alanının olduğu ve değerlendirmede karar verici etkisinin yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Diğerleri içerisinde özellikle Hollandalı Metodu, diğer metotlar kadar etkin ve efektif olamamıştır.

Çizelge 2.1’de hassasiyet modellerinin jeofiziksel ve karakteristiksel çalışma alanları, Çizelge 2.2’de ise hassasiyet modellerinin kullanım ve uygulama alanları verilmektedir.

Çizelge 2.1. Hassasiyet modellerinin jeofiziksel ve karakteristiksel çalışma alanları

Hassasiyet Modelleri	Çalışma Alanları
DRASTIC	Kalabalık ve yerleşik alanlar, yoğun tarım alanları, üretim yerleri, endüstri alanları, kurak ve yarı kurak bölgeler
SINTACS	Yoğun maden alanları (özellikle kömür madeni), yağışa doymuş alanlar, uranyum madenleri, yaygın kullanılan kuyu alanları, karbonat akiferleri
EPIK	Karstik akiferler, karbonat akiferleri
SEEPAGE	Toprağın yeraltısuyunu kirlettiği tarımsal faaliyet alanları, aşırı gübre ve pestisit kullanımının olduğu alanlar
HAZARD-PATHWAY-TARGET	Tüm akiferler
GOD	Karstlaşma ve karbonat akiferden fakir alanlar, hassas olmayan alanlar
AVI	Yarı kurak alanlar
GLA & PI	Karst ya da karst olmayan litolojik bölgeler
İNDİKATÖR KRIGING	Nitrat kirliliğine maruz alanlar
ISIS	Yoğun arazi kullanımının olduğu alanlar

Çizelge 2.2. Hassasiyet modellerinin kullanımları ve uygulamaları

Hassasiyet Modeli	Kullanım Durumu	Uygulama Alanları
DRASTIC	Kullanımı yaygın Ekonomik Zamansal olarak uygun Arazi kullanımı için elverişli	Nitelikli değerlendirme aracı Arazi kullanımındaki durumu belirleyici özellikte Öznel bir model Sızma potansiyeli yüksek alanlarda sızan yerin tanımındaki zorluklara karşın beslenim ve boşalım alanlarının değerlendirilmesinde Sızma potansiyeli yüksek alanlarda kullanılması Kirlenici etkisinin belli olmadığı durumlarda
SINTACS	DRASTIC modeline benzer ancak daha fazla parametreye bağlı	Kompleks yapıda Model ile ağırlık dizileri birlikte çalışır
EPIK	Karstik akiferler için Kullanımı yaygın değil çünkü seçim çeşitliliği ve buna bağlı oranlamaları fazla	Özen gerektirdiğinden zamansal ve fiyatsal gereksinim duyar
SEEPAGE	Toprak parametreleri göz önünde bulundurulmakta	Oranlama ve skorlamalar geniş
HAZARD-PATHWAY-TARGET	Kısmi karstik zonlar için uygun Karstik akiferler için	Çevresel senaryoların incelenmesinde Avrupa ülkelerinde kullanımı yaygın
GOD	Karstik olmayan karbonat alanları DRASTIC modelindeki kadar veri olmadığı zamanlarda Yağışın yoğun olduğu alanlar Parametrelerin az bilindiği yerler	Büyük alanlarda Heterojen alanlarda
AVI	İki parametre esas Arazi yönetimi için uygun model Yağışın yoğun olduğu alanlar	Karstik alanlar için uygun değil Hassasiyet değerleri yüksek Spesifik parametrelerden birçoğu kullanılmıyor Akiferin niteliği göz önünde bulundurulmuyor Yüzeye yakın akiferler için uygun
GLA	Bilimsel değerlendirmeler için uygun	Karstik akiferler için uygun değil
PI	Karstik akiferler için Modelde tüm hidrojeolojik ayarlamalar yapılabilir	Zayıf proseslerde kullanılmaz
İNDİKATÖR KRIGING	Yeraltısuyu nitrat kirlilik değerlendirilmesinde kullanılır Hassasiyet haritalama modellerinde yeni uygulama modelidir.	Yaygın değil
ISIS	Yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değeri içeren esnek hibrit model	Kompleks yapıda

Piana Campana bölgesinde yapılan başka bir çalışmada ise (Napolitana ve Fabbri 1996) akiferin yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti özellikle her bir parametre üzerinde durularak hassas bir şekilde analiz edilmiştir. Buna göre, SINTACS ve DRASTIC metotlarındaki 7'şer parametre ayrı ayrı değerlendirilerek metotlarla oluşturulan hassasiyet haritalarında belirgin farklılıklar olduğu söylenmektedir. Akifer hassasiyet tayininde özellikle DRASTIC'te kullanılan yedi parametrenin önemi vurgulanmaktadır.

2.4.1. DRASTIC Modelinin Tarımsal Alanlardaki Uygulamaları

Yeraltısuyu, Dünyada büyük hacimlerde bulunmaktadır. Yüzeysel sulara oranla kirlilik hassasiyetlerinin düşük olması, önemli içme suyu kaynakları arasında yer almalarına sebep olmaktadır. Yeryüzündeki su döngüsü ile yüzeysel suların yeraltı sularından beslenmesi sebebiyle yeraltısuyunun kalitesi, yüzeysel suların kalitesiyle de doğrudan ilişkilidir. Yeraltısuları tatlı su kaynaklarının yeterli olmadığı durumlarda sulama suyu olarak da kullanılmakla beraber bu anlamda, içme ve sulama suyuna kaynak oluşturan yeraltısularının, yüzeysel su kalitesine etkisi nedeniyle yeraltısularının kalitesinin korunması insan sağlığı ve çevre sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Yeraltısularının kalitesi birçok parametreye bağlıdır. Suda çözünen nitrat ilk sırada gelmektedir. Azotun en yükseltgenmiş haliyle doymamış bölgeden yeraltısuyuna sızan azot potansiyel bir kirleticidir. Bu nedenle nitrat yeraltısuyu kalitesini en çok etkileyen parametrelerdendir. Yeraltısularındaki kirliliğin en temel ilişkisi yapılan araştırmalara göre tarımsal faaliyetler olduğunu ortaya koymaktadır (Muhammetoğlu vd 2002, Nas ve Berkay 2006, Wick vd 2012, Su ve Wang 2013, Rosenstock vd 2014).

Tarımsal uygulamalarda DRASTIC metodu kullanılarak Dipankar Saha ve Fakhre Alam (2014) tarafından Hindistan'daki yoğun tarım uygulamalarının yapıldığı bataklık alanlarda DRASTIC ve DRASTIC-Pestisit metodu kullanılarak yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmaya göre nitrat konsantrasyonları ile hassas bölgeleme arasında lineer regresyonun DRASTIC-Pestisit metodu ile en iyi korelasyonda ortaya çıktığı, çalışma bölgesinde yeraltısuyu hassasiyetinin değerlendirilmesinde etkin bir model olduğu vurgulanmıştır.

Avrupa'da nitrat konsantrasyonunun, içme suyu için sınır değeri 50 mg/L'dir (WHO 1993). Bu oranın %22'si işlenmiş toprak alanlarında bulunmaktadır (Thorburn vd 2003). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan aşırı gübrelerden kaynaklanan ve yeraltısuyuna sızan nitratin en temel ve en önemli kirletici olduğu gösterilmektedir (Almasri 2007). Yeraltısuyundaki nitrat kirliliğinde tarımsal faaliyetlerin büyük etkisinin olmasının yanında sulama suyu olarak yeraltısuyunun kullanımı ve alansal kullanım stratejileri arasında doğrudan ilişki olduğunu göstermektedir (Knapp 2005).

Bartzas vd (2015) Kuzey İtalya'daki tarımsal alanda yeraltısuyu kirlilik risk değerlendirmesi adı altında DRASTIC-Pestisit ve SI metodu ile CBS kullanarak Kuzey İtalya'da bulunan ve tarımsal faaliyetlerin yapıldığı Albenga bölgesinde yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti değerlendirmesi yapmışlardır. Kıyı şeridi ve orta bölgesinde sonuçlar yüksek ve çok yüksek olarak bulunmuştur. Bu hassas alanda yeraltısuyu derinliği belirlenmiş, toprak yapısının siltli tınlı yapıda olduğu analiz edilmiş ve topoğrafik yapı yanında yoğun tarımsal faaliyetler de incelenmiştir. Nitrat konsantrasyon dağılımları her iki metot sonuçları ile karşılaştırılmış ve birbiri ile uyumlu bulunmuştur.

Pisciotta vd (2015) tarafından İtalya'nın Sicilya Bölgesinde yoğun tarım yapılan bir alanda çevresel etkilerin karşılaştırmalı değerlendirildiği yeraltısuyu nitrat riski konulu çalışmada doğal ve suni gübre kullanımlarının yoğun olmasına bağlı olarak yeraltısularındaki nitrat konsantrasyonlarının yükseldiği gözlenmiştir. Bu durumun insan ve çevre sağlığı açısından önemli etkisi vardır. Mevcut durumdaki arazi kullanımı kapsamında üzüm, zeytin ve badem tarımı yapılmakta, tarım faaliyetleri temel yeraltısuyu kirlilik kaynağını oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetlerin kirlilik üzerine etkilerinin araştırılması için kirlilik risk yönetim metodolojisinin ortaya konulması amaçlanmış, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin potansiyel riskinin Avrupa'da uygulanan IPNOA parametrik modeli (Tarımsal Nitrat Risk İndeksi), SINTACS ve DRASTIC modelleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak birbirileri ile ilişkili olarak yüksek nitrat konsantrasyonları ve yüksek risk içeren haritalar gözlemlenmiştir. SINTACS metodunda belirgin bir korelasyon ortaya çıkmıştır. DRASTIC metodunda fazla hassas değerler bulunmuştur. Bölgedeki akifer için SINTACS model yaklaşımının, DRASTIC metoduna göre daha uygun sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

2.5. SEEPAGE Modeli

SEEPAGE (System for Early Evaluation of Pollution Potential of Agricultural Groundwater Environments) modeli *Tarımsal Yeraltısuyu Alanlarının Kirlilik Potansiyelinin Erken Belirlenmesine* yönelik bir yaklaşımdır (Navulur vd 1997, Moore 1990, Richert vd 1992, Engel 1992). SEEPAGE modelinde yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti, çeşitli hidrojeolojik değişkenler ve toprağın fiziksel özelliklerine bağlı olarak bulunmaktadır. SEEPAGE modeli toprağın eğimi, yeraltısuyu tablasına olan derinlik, vadoz alan malzemesi, akifer malzemesi, toprak derinliği, iletim potansiyeli parametrelerine bağlıdır. İletim potansiyeli ise; yüzey toprağının yapısı, alt toprağın yapısı, yüzey toprağının pH değeri, yüzey toprağının organik madde miktarı, toprağın geçirimsizliği ve toprak sızıntı sınıfı parametrelerine bağlıdır.

Her faktör 1-50 arasında relatif olarak değerlendirilir. 50 değeri kirleticilerden en çabuk etkilenen, 1 değeri ise en az etkilenen olarak değerlendirilir. Ağırlıklar konsantre ve yayılı kaynaklar için farklıdır. Faktörlerin her biri alanlara bölünür ve 1-50 arasında değerler atanır. Akifer medyanın ve vadoz alanının derecelendirmeleri görecelidir ve özel bölgeler için değişiklikler göstermektedir. Tüm faktörlerin skorlarının toplanması ile SEEPAGE İndeks Sayısı (SEEPAGE Index Number, SIN) elde edilir. Değerlerin yüksek olması kirlilik hassasiyetinin yüksek olduğunu göstermektedir. SIN sayıları düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak potansiyel kirliliğe göre derecelendirilir. Yüksek ve çok yüksek dereceyi içeren SIN değerleri yeraltısuyu kalite yönetimi için sınırlayıcı olarak kabul edilir (Navulur vd 1997). Kategorilere ait SIN değerleri Çizelge 2.3'te verilmektedir.

Çizelge 2.3. SEEPAGE modeline ait SIN değerlerine göre kirlilik potansiyeli kategorileri (Navulur vd 1997)

SIN Değeri	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Aralık Değerler	1-89	90-144	145-209	>210

SEEPAGE modelinde yer alan toprağın eğimi Çizelge 2.4'te verilmektedir.

Çizelge 2.4. Toprağın eğimi faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Toprak eğimi için (%) Aralık Değerleri	Sıralama
0 – 2	30
2 – 6	27
6 – 9	15
9 – 12	9
> 12	3

Modelde yeraltısuyu tablasına olan derinlik Çizelge 2.4'te, vadoz alan malzemesi Çizelge 2.5'te, akifer ortamı Çizelge 2.6'da ve iletim potansiyeli parametresi Çizelge 2.7'de verilmektedir.

Çizelge 2.5. Yeraltısuyu tablasına olan derinlik faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Yeraltısuyuna olan derinlik (ft) Aralık Değerleri	Sıralama
0	50
0 – 2	45
2 – 5	40
5 – 15	35
15 – 25	30
25 – 35	25
35 – 60	20
60 – 90	15
90 – 200	10
> 200	5

Çizelge 2.6. Vadoz alan malzemesi ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
Silt/kil	4
Şeyl	12
Kireçtaşı	24
Kumtaşı	24
Katmanlı kireçtaşı, kumtaşı, şeyl	24
Yüksek silt ve kil karışımlı kum ve çakıl	24
Kum ve çakıl	32
Bazalt	36
Karstik kireçtaşı	40

Çizelge 2.7. Akifer malzemesi faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
Masif şeyl (killi şist)	6
Metaformik/volkanik	9
Bozulmuş metaformik/volkanik	12
Buzul til (buzul menşeli kil)	12
Katmanlı kumtaşı, kireçtaşı ve şeyl sıralaması	18
Masif kumtaşı	18
Masif kireçtaşı	18
Kum ve çakıl	24
Bazalt	27
Karst kireçtaşı	30

Toprak iletim potansiyeli içerisinde toplam altı adet faktör grubu bulunmaktadır ve bu gruplara ait indeks değerleri sırası ile Çizelgeler 2.8- 2.13'te verilmektedir.

Çizelge 2.8. Yüzey toprağının yapısı faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
Siltli tın, kumlu killi tın, silt	9
Kil, siltli kil, siltli killi tın	8
Tınlı çok ince kum, ince kumlu tın	4
Kum, tınlı kum, kumlu tın	1

Çizelge 2.9. Alt toprak yapısı faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
Kil, siltli kil, siltli killi tın	10
Siltli tın, kumlu killi tın, silt, tın	7
Tınlı çok ince kum, ince kumlu tın	4
Kum, tınlı kum, kumlu tın	1

Çizelge 2.10. Yüzey tabakası pH değeri faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
pH $\geq$ 6.6	6
pH < 6.6	4

Çizelge 2.11. Yüzey tabakasındaki organik madde miktarı faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
4.0 – 10.0 (yüksek)	10
2.0 – 4.0 (orta)	7
1.0 – 2.0 (az düşük)	5
0.5 – 1.0 (düşük)	3
< 0.5 (çok düşük)	1

Çizelge 2.12. Toprak geçirimliliği (inch/saat) faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
< 0.06 (çok yavaş)	10
0.06 - 0.20 (yavaş)	8
0.20 – 0.60 (az yavaş)	7
0.60 – 2.0 (orta)	6
2.00 – 6.00 (orta hızlı)	4
6.00 – 20.00 (hızlı)	2
> 20.00 (çok hızlı)	1

Çizelge 2.13. Toprak sızıntı sınıfı faktörü ile sıralama (Navulur vd 1997)

Açıklama	Sıralama
İyi derecede sızıntı olması	10
Biraz aşırı derecede sızıntı olması	7
Orta derecede sızıntı olması	4
Biraz zayıf, zayıf, çok zayıf ve aşırı zayıf sızıntı olması	1

2.6. DRASTIC Modelinin Türkiye’deki Uygulamaları

Büyükdemirci vd (2012) Kırıkkale Ovası’ndaki kirlilik hassasiyetini değerlendirmek için DRASTIC metodunu kullanmışlardır. İzmir, Nif Dağı ve çevresindeki yeraltısularındaki nitrat kirliliğinin boyutlarını değerlendirmek için mevsimsel değişimlere ait konumsal dağılımlar DRASTIC metodu kullanılarak incelenmiştir (Şimşek vd 2008, Elçi ve Polat 2011). Köyceğiz-Dalyan havzasındaki YAS kirlilik potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmada DRASTIC metodu kullanılmıştır (Türkay vd, 2015). Yıldırım vd (2004) ise Antalya Platosu üzerinde olası kirlilik olabilecek alanları DRASTIC metodunu kullanarak belirlemiştir. Sunulan çalışmalara ek olarak, bu tez çalışmasında da DRASTIC ve DRASTIC-Pestisit Modeli uygulaması Antalya Aksu-Altınova bölgesi için gerçekleştirilmiştir.

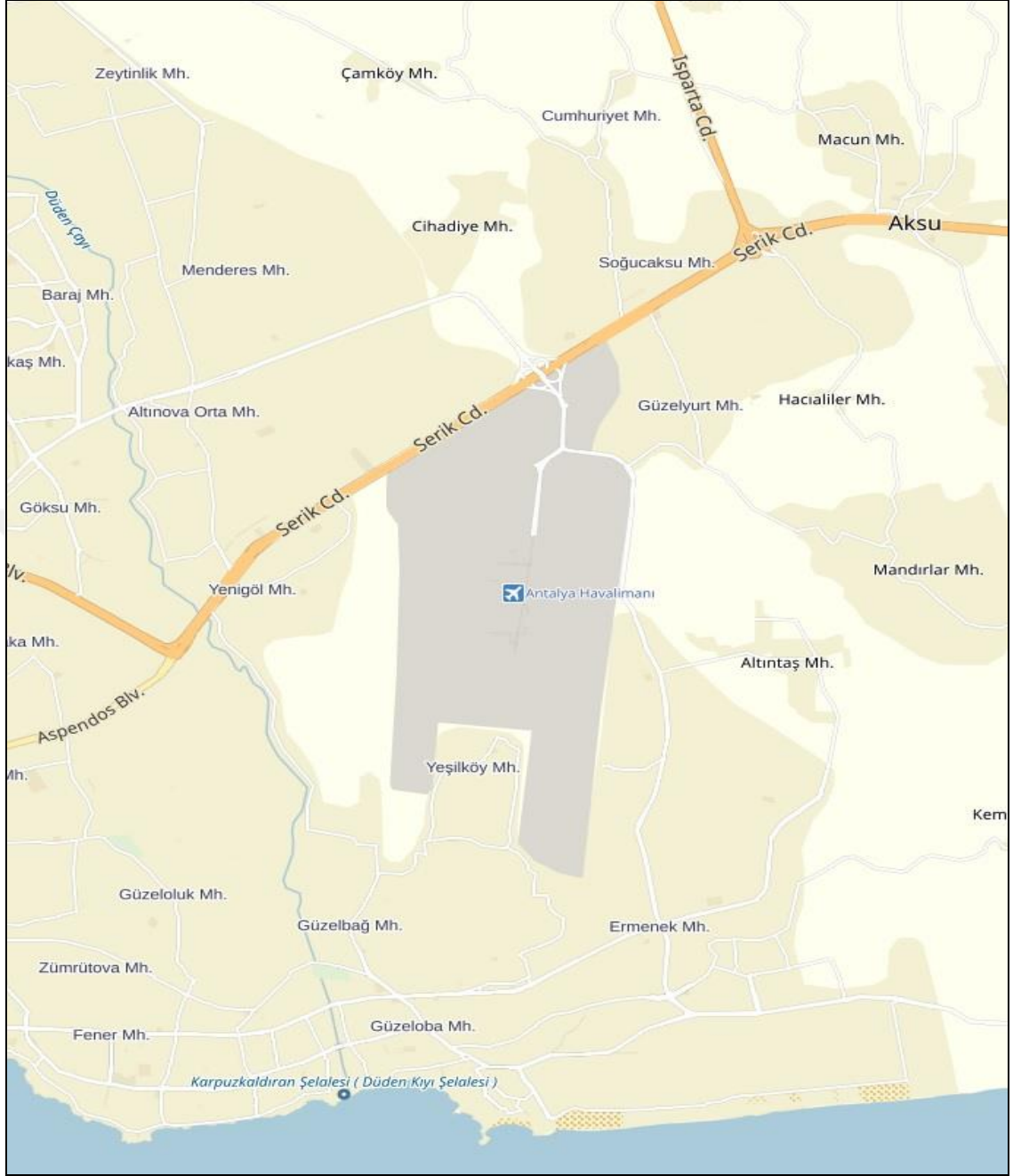
3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında, Antalya ili Muratpaşa-Kepez-Aksu İlçeleri sınırlarında bulunan Altınova Bölgesi olarak anılan bölgedeki yeraltısuyundaki kirlilik seviyesinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Buna yönelik olarak öncelikle çalışma bölgesi hakkında genel bilgiler sunulmaktadır. Tez kapsamında gerçekleştirilen temel çalışma başlıkları:

- Altınova Bölgesinin tanıtılması ve tarımsal faaliyetler hakkında bilgi verilmesi,
- Antalya genelinde ASAT tarafından 40 adet noktada yürütülen yeraltısuyu kalitesi izleme çalışmasına ilişkin bilgilendirme,
- Tez çalışması kapsamında Aksu–Altınova Bölgesinde 9 adet noktada gerçekleştirilen yeraltısuyu izleme çalışması,
- Antalya geneli için ASAT çalışmasından elde edilen veriler için SURFER programı ile mekansal dağılım haritalarının oluşturulması,
- Aksu–Altınova bölgesindeki YAS izleme çalışmasından elde edilen verilerin değerlendirilmesi,
- DRASTIC ve DRASTIC-Pestisit metodu ile kirlilik hassasiyeti analizinin gerçekleştirilmesi.

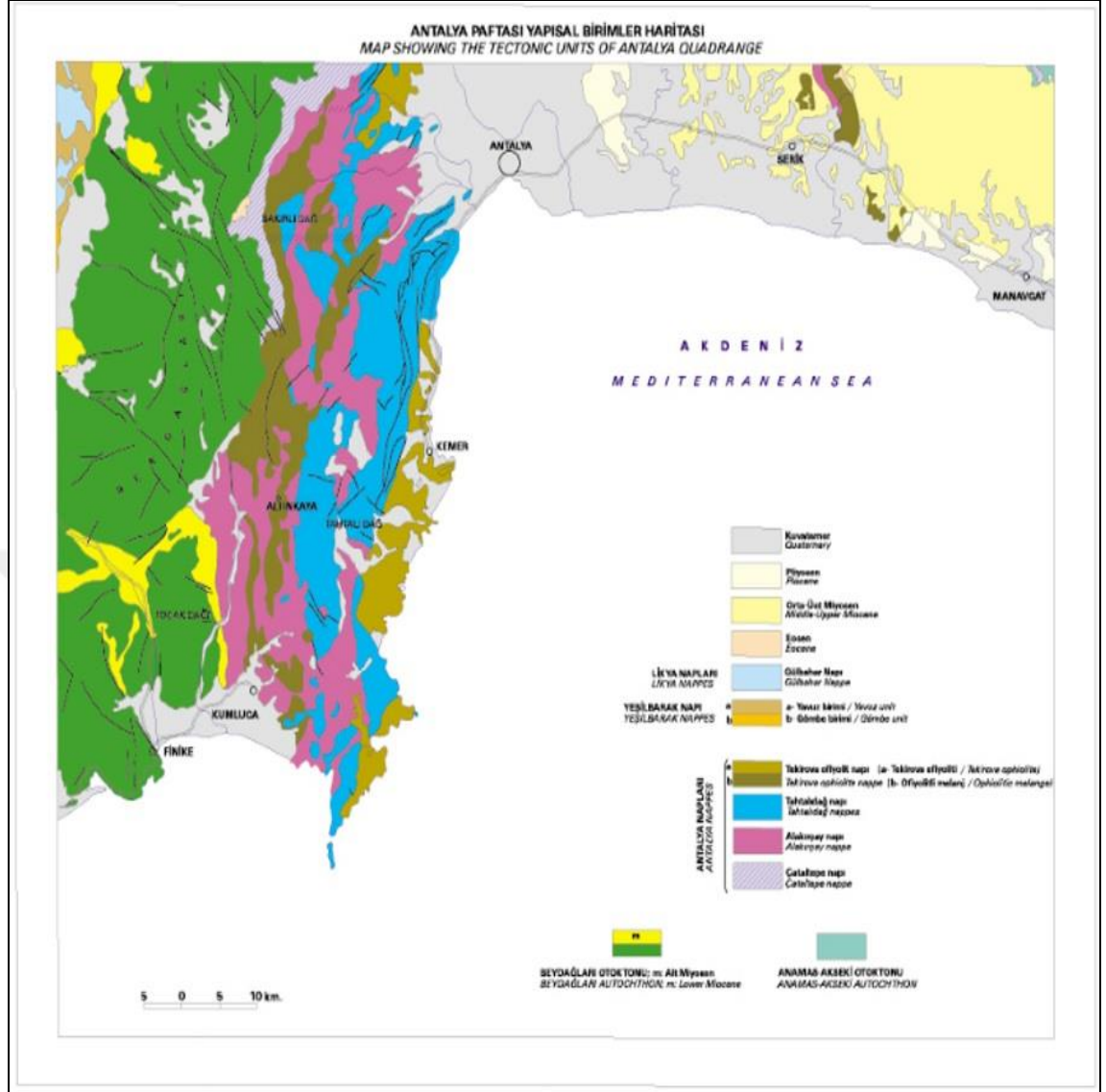
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Çalışma bölgesi olan Altınova Bölgesi, Antalya ilinin Kepez, Muratpaşa ve Aksu ilçelerinin kesişme alanında kalmaktadır. Söz konusu bölge, 30°45'-30°50'enlemleri ile 36°50' - 36°60'boylamları arasında bulunmaktadır. Bölgenin toplam yüzölçümü 45 km²'dir. Çalışma, özellikle seracılık faaliyetinin yoğun olarak yapıldığı ve kentsel yerleşimin az olduğu Antalya Havaalanı çevresinde yoğunlaşmaktadır. Bölge nüfusu, 2015 yılı nüfus sayımlarına göre kayıtlı olunan mahalle nüfusları toplamından yaklaşık 30.000 kişi olarak hesaplanmıştır. Çalışma bölgesinin ilçelere göre nüfus dağılımı; %20 Muratpaşa, %32 Kepez, %48 Aksu ilçesi şeklindedir. Alansal dağılımı ise; %42 Muratpaşa, %20 Kepez, %38 Aksu ilçesi olarak söylenebilir. Bölgedeki temel tarım faaliyeti seracılıktır. Cam ve plastik seralarda turfanda sebzecilik faaliyetleri yürütülmekte ve Antalya Haline yakın konumda olması sebebiyle ürünlerin hale doğrudan nakliyesi yapılarak, dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Bölgede seracılık faaliyetlerinin yapılmadığı diğer alanlar ise kentsel yerleşim alanlarıdır ve seralar kentsel alanlar ile çevrelenmektedir. Şekil 3.1'de çalışma bölgesinin yeri görülmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma sahası olan Altınova Bölgesi'nin yeri

Antalya Büyükşehir Belediyesi Su ve Atıksu Genel Müdürlüğü tarafından Antalya ili traverten platosu üzerinde 650 km²'lik alana dağılmış olan 40 adet YAS kalitesini izleme ve ölçüm istasyonu olarak belirlenen kuyulardan numuneler alınarak yeraltısuyu kirlilik analizleri yaptırılmaktadır. YAS kalitesini izleme çalışması yapılan kuyular Antalya il genel merkezinde bulunan beş büyük ilçe (Döşemealtı, Konyaaltı, Kepez, Muratpaşa, Aksu) sınırlarında yer almaktadır. Şekil 3.2'de Antalya il merkezi gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Antalya paftası yapısal birimler haritası (ANONİM-V)

Çalışma bölgesi olarak seçilen Altınova Bölgesinin içinde bulunduğu Antalya ovası, kuzeyden güneye doğru ovayı kateden büyük debili Düden Çayının taşıdığı alüvyonla örtülüdür. Alüvyon genel olarak eski ve yeni olarak ikiye ayrılmaktadır. Yeni alüvyon halen akarsu yataklarında bulunmaktadır. Çalışma alanının doğu sınırında Aksu Çayı, batı sınırında ise Düden Çayı bulunmaktadır. Şekil 3.4'te bölgedeki genel jeolojik formasyonlar ve özellikleri verilmektedir. Çalışma Bölgesi olarak seçilen Altınova Bölgesindeki kuyuların çoğu kuvaterner kısmında, 5 nolu kuyu ise pliyosen hattında kalmaktadır.

TABLO

Table : I

FORMASYONLARIN HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

Hydrogeological Properties of the Formations

Jeolojik Zaman Birimleri Geochronology			KALINLIK Thickness	STRATİGRAFİ Stratigraphy	LİTOLOJİ Lithology	FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ Physical Features	HİDROLOJİK, KİMYASAL VE DİĞER ÖZELLİKLERİ Hydrological, chemical and other features
ZAMAN Era	DEVİR Period	ALT DEVİR Lower period					
SENOZOİK Cenozoic	KUATERNER Quaternary		40-1000		BİRİKİNTİ KONİSİ Alluvial cone ALÜVYON Alluvium	KUM, ÇAKIL, SİLT Sand, gravel, silt KİL, KUM, ÇAKIL Clay, sand, gravel $\rho = 15$ $\rho = 20$	GEÇİRGEN, SUYUNU ALÜVYONA BOŞALTIR. BÖL YERALTISUYU TAŞIR. Permeable, and discharges to alluvium. It has abundant groundwater. $T = 1000$, $Q/D = 10$
		NEOJEN Neogene	300		FİLİŞ Flysch	İNCE VE ORTA TABAKALI MARN VE KİLLİ KİREÇ - TAŞLARININ ARDALANMASINDAN MEYDANA GELMİŞTİR. Thin and medium layered marl interbedded with clayey limestone $\rho = 50 - 200$	YERALTISUYU TAŞIMAZ. It has no groundwater.
MESOZOİK Mesozoic			5-15		RADYOLARİTLİ KİREÇ - TAŞI Limestone contains radiolarite KUMTAŞI Sandstone KİLLİ KİREÇTAŞI Clayey limestone	ERİME BOŞLUKLU, KIRIK VE ÇATLAKLI ORTA VE KALIN TABAKALIDIR. It has solution cavities fractures and fissures and medium and thick layers $\rho = 100 - 250$	MİOSEN FİLİŞİ KONTAKLARINDA, BÜYÜK KAYNAKLAR ŞEKLİNDE SUYUNU ALÜVYONA BOŞALTIR. It discharges to the alluvium as large springs on the Miocene flysch contacts.
			800-1000		KIRINTILI KAYAÇLAR Detritic rocks OFİOLİT Ophiolite KİREÇTAŞI Limestone ÇAKMAKLI KİREÇTAŞI Cherty limestone DOLOMITLİ KİREÇTAŞI Dolomitic limestone KİREÇTAŞI Limestone KUVAZİT - ŞEYL Quartzite - shale	BİRBİRİ ÜZERİNE BİNDİRİLMİŞ KARMASIK BİR YAPIDA SAHİPTİR. It has complex structure $\rho = 60$	YÜKSEK TOPOĞRAFYALARDA SUYUNU BOŞALTIR. DEBİSİ KÜÇÜKTÜR. It discharges at high elevations. The discharge is small.
PALEZOİK Paleozoic					KİREÇTAŞI Limestone KUVAZİT - ŞEYL Quartzite - shale		

$T = \text{İLETKENLİK KATSAYISI (m²/gün/m)}$
 Transmissibility Coefficient (cm/day/m)

$Q/D = \text{ÖZGÜL DEBİ (lt/sn/m²)}$
 Specific Capacity (l/sec/m)

$\rho = \text{ELEKTRİKİ REZİSTİVİTE}$
 Electrical Resistivity (Ohm/m)

M

T = İLETKENLİK KATSAYISI (m²/gün/m) Transmissibility Coefficient (cm/day/m)
 Q/D = ÖZGÜL DEBİ (l/sn/m) Specific Capacity (l/sec/m)
 ρ = ELEKTRİKİ REZİSTİVİTE Electrical Resistivity (Ohm/m)

Şekil 3.4. Jeolojik formasyonlar ve özellikleri (ANONİM-VI 1978)

3.1.2. Hidroloji ve Hidrojeoloji

3.1.2.1. Akarsular

Çalışma bölgesinde sürekli akış halinde bulunan 2 önemli akarsu mevcuttur. Düden Çayı, 14 km toplam uzunluğa sahip olan ve Kepez ilçesi sınırlarındaki Aşağı Mahalle'den başlayarak Akdeniz'e dökülmektedir. Taşkın debisi 140 m³/sn olan Düden Çayı'nın $Q_{500} = 287$ m³/sn ve yıllık ortalama debisi 15,192 m³/sn'dir. Sürekli akış halinde bulunan ikinci akarsu olan Aksu Çayı ise, Antalya il merkezine 19 km uzaklıktadır. Toplamda 163 km uzunluğu bulunan Aksu Çayı'nın ortalama debisi 140 m³/sn'dir. Aksu Çayı, Davras Dağları'ndan doğarak Kovada Gölü'ne boşalır, yeraltı sularına karışarak Eğirdir Gölü'nün sularıyla birleşir.

3.1.2.2. Kuyular

Bölgede, özellikle tarımsal sulama amacıyla açılmış çok sayıda kuyu mevcuttur. DSİ'ye ait 1978 tarihli rapordan edinilen güncel olmayan verilere göre bölgede çok sayıda kuyu olduğu, bu kuyuların genel olarak sulama suyu temini amacıyla açılmış olup derinliklerinin 15-25 m civarında olduğu belirtilmektedir. Çalışma sahası olarak tespit edilen kuyuların dokuz tanesini de bu kuyular oluşturmaktadır.

3.1.2.3. Kaynak

Düden Şelalesi'nin altından çıkan Düden Şelalesi Kaynağı, Kırkgöz kaynaklarına benzer özellikler göstermektedir. Ortalama olarak 15 m³/sn'lik debisi ile

oldukça fazla su boşalımı yapmaktadır. Yukarı platoda bulunan Bıyıklı Düdeni'nden atılan boyalar, 83 saat sonra kaynaktan çıkmıştır. Yeraltı karst yolunun Bıyıklı Düdeni, Varsak Düdeni ve Düden Şelalesi kaynağı istikametinde olduğu yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Bakteriyolojik olarak kirli olan suyun amonyak azotu olarak 1.sınıf suları biraz aşır 2.sınıf olduğu, ortofosfat olarak 3.sınıf, diğer parametreler bakımından da 1.sınıf sular kalitesinde olduğu saptanmıştır. Sertlik seviyesi, Toplam Fransız Sertliği birimi ile genel olarak 40-45 arasında değişmektedir (ÇŞB Antalya Raporu 2014).

3.1.3. Coğrafi Yapı

Çalışma sahası, batısında Düden Çayı, doğusunda ise Aksu Çayı ile sınırlıdır. Güneyinde Akdeniz bulunmakta, kuzeyi ise Antalya ovasıdır.

3.1.4. Tarım

Bölge, Türkiye sebze ihtiyacının karşılandığı tarımsal üretim bölgelerindendir. Bölge günümüzde özellikle seralarda tarımsal faaliyetin yürütüldüğü bir bölge olup çevresinde yerleşim alanı bulunmasına rağmen henüz yerleşime açılmamıştır. Çalışma Bölgesi olarak Antalya Havaalanı çevresinde olmasından dolayı seracılık faaliyetleri devam etmektedir.

3.1.4.1. Tarımsal Üretim

Çalışma Bölgesi olan Altınova Bölgesinin tarımsal arazi kullanımı açısından değerlendirilmesinde Aksu, Muratpaşa ve Kepez İlçeleri kesişiminde bulunması nedeniyle bu üç ilçe açısından ele alınması gerekmektedir. Aksu ilçesinde kentsel yerleşimden çok tarımsal faaliyetlerin daha fazla yapılması nedeniyle diğer ilçelere göre daha geniş bir alanda tarımsal faaliyetlerin yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Buna göre sırasıyla tarımsal faaliyet/kentsel yerleşim oranı Kepez ilçesinde Muratpaşa ilçesine göre daha fazladır. Çalışma sahası içerisinde kentsel olarak en gelişmiş olan ilçe Muratpaşa ilçesi olup, Muratpaşa ilçesinde aktif tarımın yapıldığı tek bölge Altınova bölgesi olarak kalmıştır. Çizelge 3.1'de arazi kullanım durumları verilmektedir.

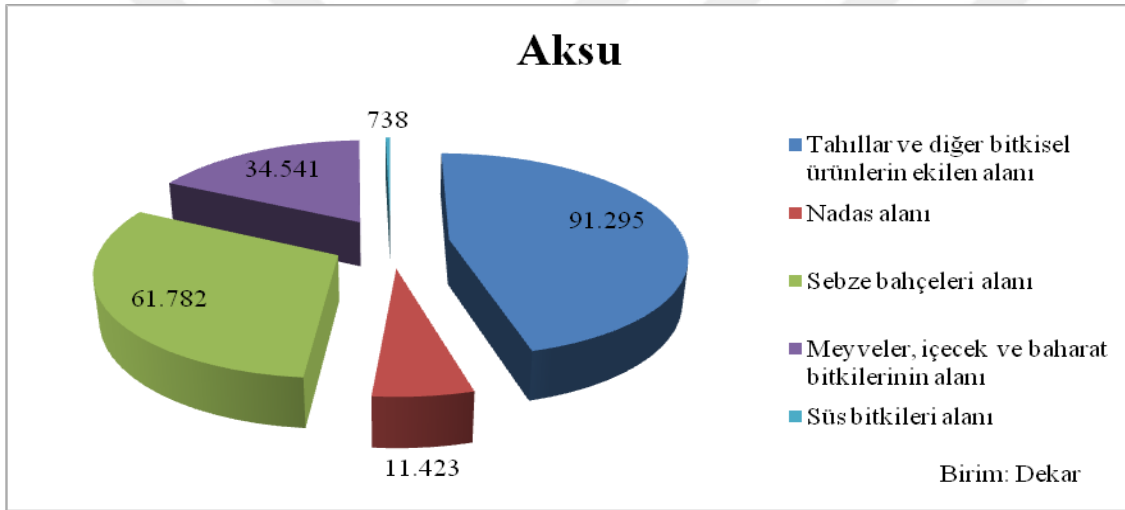
Çizelge 3.1. Altınova Bölgesindeki ilçelerin üretim bazında 2015 yılı arazi kullanım durumu (Antalya Tarım İl Müdürlüğü 2016)

İlçe Adı	Toplam alan (da)	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanı (da)	Nadas alanı (da)	Sebze bahçeleri alanı (da)	Meyveler, içecek ve baharat bitkilerinin alanı (da)	Süs bitkileri alanı (da)
Aksu	199.779	91.295	11.423	61.782	34.541	738
Kepez	82.378	33.835	213	17.578	27.550	3,202
Muratpaşa	5.588,74	30	447	4.872	143	96,74

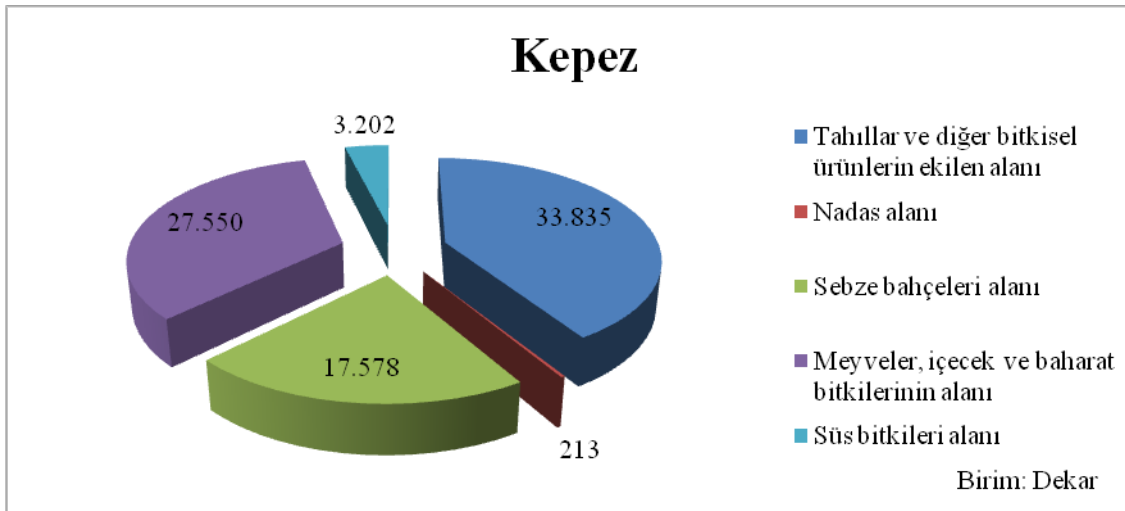
Çizelge 3.2’de sunulan Muratpaşa ilçesinin arazi kullanım verilerinden bölgedeki tarımsal alanın büyük ölçüde daralmış olduğu görülmektedir. Şekil 3.5 - 3.7’de ilçe bazında tarımsal arazi kullanımları verilmektedir.

Çizelge 3.2. Altınova Bölgesindeki ilçelerin 2015 yılı arazi kullanım durumu (ANONİM VIII)

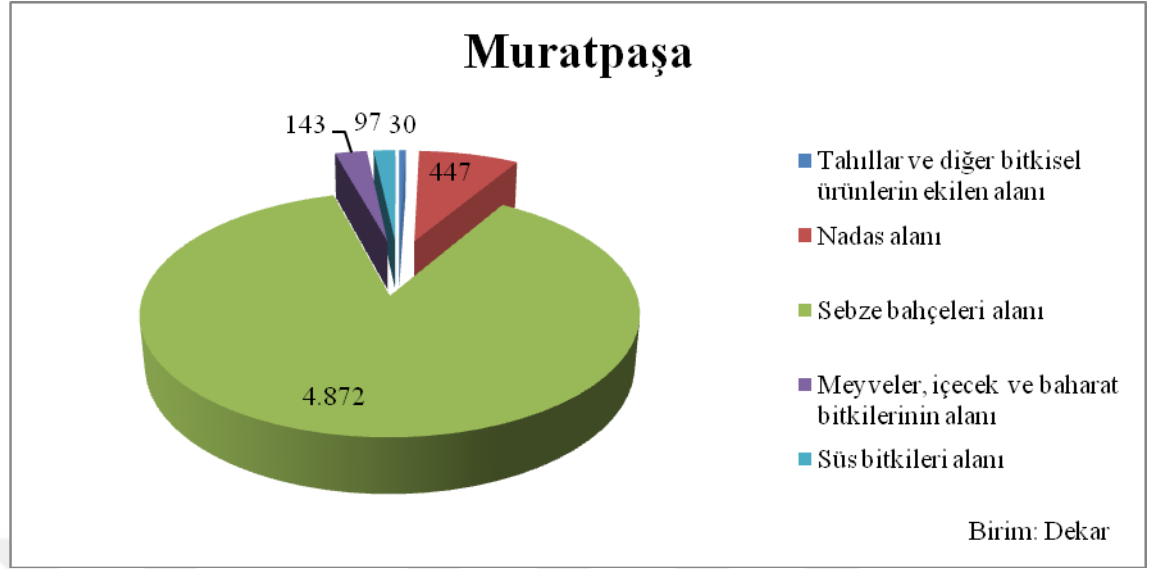
İlçe Adı	Sulanan Alan (da)	Sulanmayan Alan (da)	Nadas Alanı (da)	Kullanılmayan Arazi (da)	Çayır Mera (da)
Aksu	94.872	958	10.734	0	2.458
Muratpaşa	30	0	420	743	0
Kepez	2.605	32.010	200	3.401	312



Şekil 3.5. Aksu ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı (ANONİM VIII)



Şekil 3.6. Kepez ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı (ANONİM VIII)



Şekil 3.7. Muratpaşa ilçesindeki tarımsal arazi kullanımı (Antalya Tarım İl Müdürlüğü 2016)

3.1.4.2. Tarla Üretimleri

Aksu ilçesinde 2015 yılında 117.584 da'lık tarım arazisinde toplam 96.040 ton tarla bitkisi, 763.000 da'lık alanda 48.325.000 ton süs bitkisi, 66.067 da'lık alanda 524.226 ton sebze ve 34.541 da'lık alanda 101.668 ton meyve üretilmiştir (Çizelgeler 3.3-3.6). Çizelge 3.3'te Aksu ilçesinde üretilen ürünler ve üretim miktarları verilmektedir.

Çizelge 3.3. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 Yılı Tarla - Süs Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Çiçek Soğanları ve Diğer Süs Bitkileri	İç Mekan Süs Bitkileri	35.000	875.000
	Çiçek Soğanları	25.000	-
	Dış Mekan Süs Bitkileri	220.000	3.300.000
Kesme Çiçekler	Karanfil	400.000	40.000.000
	Gül (Kesme)	83.000	4.150.000
Süs Bitkileri Toplam		763.000	48.325.000

Çizelge 3.4. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 Yılı Tarla - Sebze Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Kök ve Yumru Sebzeler	Soğan (Taze)	600	900
	Soğan (Kuru)	120	300
	Pırasa	898	898
	Turp (Bayır)	50	40
	Turp (Kırmızı)	50	50
Meyvesi İçin Yetiştirilen Sebzeler	Domates (Sofralık)	31.191	400.718
	Hıyar (Sofralık)	1.650	25.530
	Biber (Salçalık, Kapyra)	300	1.350
	Biber (Dolmalık)	850	9.400
	Biber (Sivri)	620	6.400
	Bamya	1.500	750
	Patlıcan	2.240	10.560
	Kabak (Sakız)	350	2.140
	Balkabağı	10	35
	Fasulye (Taze)	1.240	1.285
	Börülce (Taze)	100	50
	Bakla (Taze)	1.800	1.800
	Barbunya Fasulye (Taze)	750	600
	Kavun	3.465	10.950
	Karpuz	8.920	30.012
Diğer Sebzeler (Başka Yerde Sınıflandırılmamış)	Karnıbahar	550	1.375
	Brokoli	500	750
	Lahana (Beyaz)	1.450	6.525
	Lahana (Kırmızı)	1.000	3.000
	Lahana (Brüksel)	50	125
	Marul (Kıvırcık)	1.760	3.154
	Marul (Göbekli)	1.768	3.771
	Marul (Aysberg)	100	250
	Enginar	255	306
	Ispanak	1.500	1.125
	Semizotu	50	18
	Maydonoz	150	30
	Tere	50	15
	Mantar (Kültür)	180	14
Sebzeler Toplam		66.067	524.226

Çizelge 3.5. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 Yılı Tarla - Tarla Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Tahıllar	Buğday (Diğer)	46.083	15.576
	Mısır (Dane)	38.060	25.729
	Arpa (Diğer)	1.351	301
Yağlı Tohumlar	Susam	500	40
	Pamuk Tohumu (Çiğit)	-	-
Saman ve Ot	Yonca (Yeşil ot)	946	710
	Sorgum (Yeşil ot)	500	1.250
	Mısır (Hasıl)	1.250	5.000
	Mısır (Silajlık)	11.000	38.500
	Fiğ (Diğer) (Yeşil ot)	1.500	900
Tekstilde Kullanılan Ham Bitkiler	Pamuk (Kütlü)	16.394	8.034
	Pamuk (Lif)	-	-
Tarla Bitkileri Toplam		117.584	96.040

Çizelge 3.6. 2015 yılında Aksu ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 Yılı Tarla - Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Üzüm	Üzüm (Sofralık-Çekirdekli)	600	888
Muz-İncir-Avokado-Kivi	Avokado	120	37
	İncir	50	275
Turunçgiller	Portakal (Washington)	6.750	26.475
	Portakal (Yafa)	500	1.320
	Portakal (Diğer)	4.000	15.750
	Mandalina (Satsuma)	350	3.675
	Limon	3.650	22.210
	Greyfurt (Altıntop)	700	955
	Yenidünya	41	98
Diğer Meyveler-Taş Çekirdekli ve Yumuşak Çekirdekli	Şeftali (Diğer)	130	344
	Erik	520	450
	Kayısı	280	235
	Çilek	1.050	3.150
	Dut	0	320
Zeytin ve Diğer Sert Kabuklular	Nar	9.000	22.795
	Trabzon Hurması	0	25
	Keçi Boynuzu	0	125
	Zeytin (Sofralık)	6.500	2.301
Meyveler Toplam		34.541	101.668

Muratpaşa ilçesinde 2015 yılında 238 da'lık tarım arazisinde toplam 153 ton tarla bitkisi, 96.736 da'lık alanda 6.191.104 ton süs bitkisi, 4.872 da'lık alanda 49.021 ton sebze ve 143 da'lık alanda 1.273 ton meyve üretilmiştir. Çizelgeler 3.7-3.10'da Muratpaşa ilçesinde üretilen ürünler ve üretim miktarları verilmektedir.

Çizelge 3.7. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Muratpaşa İlçesi 2015 Yılı Tarla - Tarla Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Tahıllar	Buğday (Durum)	30	11
	Mısır (Dane)	208	142
Tarla Bitkileri Toplam		238	153

Çizelge 3.8. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Muratpaşa İlçesi 2015 Yılı Tarla - Sebze Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Kök Ve Yumru Sebzeler	Pırasa	5	14
Meyvesi İçin Yetiştirilen Sebzeler	Domates (Sofralık)	2.284	31.835
	Hıyar (Sofralık)	140	2.660
	Biber (Dolmalık)	145	810
	Biber (Sivri)	715	4.470
	Patlıcan	470	5.140
	Kabak (Sakız)	10	50
	Kavun	50	250
	Karpuz	50	275
Diğer Sebzeler (Başka Yerde Sınıflandırılmamış)	Lahana (Beyaz)	30	105
	Lahana (Kırmızı)	20	60
	Marul (Kıvırcık)	530	2.060
	Marul (Göbekli)	310	1.173
	Semizotu	6	5
	Maydonoz	85	93
	Roka	12	11
	Tere	10	10
Sebze Toplam		4.872	49.021

Çizelge 3.9. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları (Antalya Tarım İl Müdürlüğü 2016)

Muratpaşa İlçesi 2015 Yılı Tarla - Süs Bitkileri Üretimleri			
Çiçek Soğanları ve Diğer Süs Bitkileri	İç Mekan Süs Bitkileri	88.136	5.640.704
	Dış Mekan Süs Bitkileri	8.600	550.400
Süs Bitkileri Toplam		96.736	6.191.104

Çizelge 3.10. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Muratpaşa İlçesi 2015 Yılı Tarla - Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Muz-İncir-Avokado-Kivi	Avokado	23	4
Turunçgiller	Portakal (Washington)	75	390
	Mandalina (Clementin)	6	95
	Limon	19	635
	Greyfurt (Altıntop)	20	53
	Yenidünya	0	3
Diğer Meyveler-Taş Çekirdekliler ve Yumuşak Çekirdekliler	Şeftali (Diğer)	0	1
	Erik	0	19
	Kayısı	0	18
	Nar	0	40
Zeytin ve Diğer Sert Kabuklular	Zeytin (Sofralık)	0	15
Meyve Toplam		143	1.273

Kepez ilçesinde 2015 yılında 33.835 da'lık tarım arazisinde toplam 13.764 ton tarla bitkisi, 3.202.000 da'lık alanda 354.616.000 ton süs bitkisi, 24.017 da'lık alanda 203.810 ton sebze ve 27.550 da'lık alanda 220.055 ton meyve üretilmiştir. Çizelgeler 3.11-3.14'te Kepez ilçesinde tarlada üretilen ürünler ve üretim miktarları verilmektedir.

Çizelge 3.11. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen tarla bitkileri ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 Yılı Tarla - Tarla Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Tahıllar	Buğday (Diğer)	24.742	5.626
	Mısır (Dane)	628	501
	Arpa (Diğer)	4.605	1.232
	Yulaf (Dane)	2.110	594
Patates-Kuru	Patates (Diğer)	160	315
Baklagiller-	Bakla (Hayvan	120	17
Yenilebilir Kök ve	Yemi)		
Yumrular	Fasulye (Kuru)	290	29
Saman ve Ot	Yonca (Yeşil ot)	380	3.800
	Sorgum (Yeşil ot)	300	1.050
	Mısır (Silajlık)	100	400
	Fiğ (Adi) (Yeşil ot)	400	200
Tarla Bitkileri Toplam		33.835	13.764

Çizelge 3.12. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen meyveler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 Yılı Tarla - Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Üzüm	Üzüm (Sofralık-Çekirdekli)	290	215
Muz-İncir-Avokado-Kivi	İncir	2	112
Turunçgiller	Portakal (Washington)	800	2.990
	Mandalina (Clementin)	5	150
	Limon	501	3.201
Diğer Meyveler-Taş	Yenidünya	398	382
Çekirdekli ve	Şeftali (Diğer)	445	658
Yumuşak	Çilek	80	320
Çekirdekli	Nar	3.304	7.928
Zeytin ve Diğer Sert Kabuklular	Zeytin (Sofralık)	7.000	1.696
	Zeytin (Yağlık)	13.100	4.219
	Badem	1.625	134
Meyveler Toplam		27.550	22.005

Çizelge 3.13. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen süs bitkileri ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 Yılı Tarla - Süs Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Çiçek Soğanları ve Diğer Süs Bitkileri	İç Mekan Süs Bitkileri	44.500	3.560.000
	Çiçek Soğanları	50.000	
	Dış Mekan Süs Bitkileri	20.500	1.710.000
Kesme Çiçekler	Karanfil	1.844.000	221.280.000
	Glayöl (Gladiol)	3.000	90.000
	Gerbera	797.000	87.670.000
	Gypsohilla	147.000	11.010.000
	Kasımpatı (Krizantem)	23.000	926.000
	Anemon (Manisa Lalesi)	4.000	900.000
	Lilyum (Zambak)	9.000	270.000
	Gül (Kesme)	78.000	6.240.000
	Lisianthus	40.000	4.000.000
	Fresia	20.000	800.000
	Solidago (Altınbaşak)	94.000	15.040.000
	Diğer Kesme Çiçekler	28.000	1.120.000
Süs Bitkileri Toplam		3.202.000	354.616.000

Aksu, Muratpaşa ve Kepez ilçelerindeki üretimlere bakıldığında bölgesel olarak süs bitkisi üretimlerinin üst seviyede olduğu görülmektedir. Tarımsal yoğunluğun, Aksu ilçesinde diğer ilçelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Süs bitkileri üretimini ikinci sırada sebze üretimi takip etmektedir.

Çizelge 3.14. 2015 yılında Kepez ilçesinde tarlada üretilen sebzeler ve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 Yılı Tarla - Sebze Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)
Kök ve Yumru Sebzeler	Soğan (Taze)	70	175
	Soğan (Kuru)	235	588
	Sarımsak (Taze)	25	25
	Sarımsak (Kuru)	100	75
	Pırasa	200	540
	Turp (Bayır)	10	8
	Turp (Kırmızı)	10	10
Meyvesi İçin Yetiştirilen Sebzeler	Domates (Sofralık)	15.424	168.275
	Hıyar (Sofralık)	430	5.420
	Biber (Salçalık, Kapyra)	50	150
	Biber (Dolmalık)	335	1.597
	Biber (Sivri)	700	2.525
	Bamya	120	36
	Patlıcan	1.050	7.800
	Kabak (Sakız)	180	1.060
	Balkabağı	1	2
	Bezelye (Taze)	50	35
	Fasulye (Taze)	455	685
	Börülce (Taze)	10	10
	Bakla (Taze)	10	10
	Barbunya Fasulye (Taze)	15	23
	Kavun	920	3.795
Diğer Sebzeler (Başka Yerde Sınıflandırılmamış)	Karpuz	1.220	4.805
	Karnıbahar	150	375
	Brokoli	180	270
	Lahana (Beyaz)	555	1.943
	Lahana (Kırmızı)	50	150
	Marul (Kıvrırcık)	260	632
	Marul (Göbekli)	585	1.407
	Enginar	100	120
	Ispanak	500	1.250
	Semizotu	2	2
	Maydonoz	10	9
	Roka	1	1
	Tere	2	1
	Nane	1	1
	Dereotu	1	
Sebzeler Toplam		24.017	203.810

3.1.4.3. Örtü Altı Üretim

Antalya örtü altı üretimde lider bir kenttir. Özellikle iklim şartlarının elverişli olması nedeni ile kışın tarımsal faaliyetler yapılabilmekte ve kış üretimi açısından özellikle Türkiye’de öne çıkmaktadır. Antalya’da 2015 yılı örtü altı arazi kullanım miktarları Çizelge 3.15’te verilmektedir.

Çizelge 3.15. Antalya ili Aksu-Kepez-Muratpaşa ilçeleri örtü altı kullanım miktarları (ANONİM VIII)

İlçe Adı	Toplam alan (dekar)	Cam sera (dekar)	Plastik sera (da)
Aksu	31.898,00	4.170,00	27.728,00
Kepez	14.775,00	5.441,00	9.309,00
Muratpaşa	4.828,74	2.006,14	2.822,60
Genel Toplam	258.552,38	66.935,14	165.512,24

Çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan 3 ilçemize ait örtü altı yetiştiriciliğine ait değerler Çizelge 3.16’da verilmektedir. Buna göre Antalya il genelindeki üretimin 1/5’ini bu 3 ilçe karşılamaktadır. Örtü altı üretim süs bitkileri, sebze ve meyve ana grupları olarak sıralanabilir. Örtü altı miktarları plastik ve cam sera olmak üzere değerlendirilmiştir (Çizelgeler 3.17-3.19).

Çizelge 3.16. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları (ANONİM VIII)

Muratpaşa İlçesi 2015 yılı Örtü Altı – Süs Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (m ²)	Üretim (Adet)
Örtü Altı (Cam Sera)	İç Mekan Süs Bitkileri	33.638	2.152.832
	Dış Mekan Süs Bitkileri	3.500	224.000
Örtü Altı (Plastik Sera)	İç Mekan Süs Bitkileri	54.498	3.487.872
	Dış Mekan Süs Bitkileri	5.100	326.400
Toplam		96.736	6.191.104

Çizelge 3.17. 2015 yılında Muratpaşa ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Muratpaşa İlçesi 2015 yılı Örtü Altı - Sebze ve Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
Örtü Altı (Cam Sera)	Kavun	50	250
	Hıyar	70	1.400
	Patlıcan	220	2.640
	Domates	1.203	17.897
	Biber (Dolmalık)	25	150
	Biber (Sivri)	180	1.260
	Marul (Göbekli)	90	360
	Marul (Kıvırcık)	90	360
	Maydanoz	35	39
	Roka	4	3
	Semizotu	2	1
Örtü Altı (Plastik Sera)	Karpuz	50	275
	Kabak (Sakız)	10	50
	Hıyar	70	1.260
	Patlıcan	250	2.500
	Domates	1.081	13.938
	Biber (Dolmalık)	120	660
	Biber (Sivri)	535	3.210
	Marul (Göbekli)	175	700
	Marul (Kıvırcık)	400	1.600
	Maydanoz	50	54
	Tere	10	10
	Roka	8	8
	Semizotu	4	4
Toplam		4.732	48.629

Çizelge 3.18. 2015 yılında Aksu yılında örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 yılı Örtü Altı - Süs Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (m2)	Üretim (Adet)
Örtü Altı (Plastik Sera)	Karanfil	400.000	40.000.000
	Gül (Kesme)	83.000	4.150.000
	İç Mekan Süs Bitkileri	35.000	875.000
Toplam		518.000	45.025.000

Çizelge 3.19. 2015 yılında Aksu ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Aksu İlçesi 2015 yılı Örtü Altı - Sebze ve Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
Örtü Altı (Cam Sera)	Kavun	45	270
	Kabak (Sakız)	20	240
	Hıyar	260	4.680
	Patlıcan	70	700
	Domates	3.400	53.954
	Biber (Dolmalık)	280	3.360
	Biber (Sivri)	250	3.000
	Marul (Göbekli)	25	75
	Marul (Kıvırcık)	45	135
	Çilek	150	600
Örtü Altı (Plastik Sera)	Fasulye (Taze)	90	135
	Kavun	420	1.680
	Karpuz	920	5.980
	Kabak (Sakız)	130	1.300
	Hıyar	1.390	20.850
	Patlıcan	670	5.360
	Domates	25.100	336.089
	Biber (Dolmalık)	470	5.640
	Biber (Sivri)	320	3.200
	Marul (Göbekli)	210	630
	Marul (Kıvırcık)	700	1.750
	Çilek	520	2.080
	Toplam	34.815	449.028

Üç ilçenin örtü altı üretimlerindeki değerleri il geneli ile karşılaştırdığımızda, ilin 2015 yılı toplam süs bitkileri üretiminin %85'ini karşıladığı tespit edilmiştir. Kepez ilçesi %75'lik oranla süs bitkileri üretiminin en fazla yapıldığı ilçe olarak başı çekmektedir (Çizelgeler 3.20-3.21).

Çizelge 3.20. 2015 yılında Kepez ilçesinde örtü altında üretilen süs bitkileri üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 yılı Örtü Altı - Süs Bitkileri Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (m2)	Üretim (Adet)
Örtü Altı (Cam Sera)	Karanfil	115.000	13.800.000
	Gerbera	58.000	6.380.000
	Gypsohilla	11.000	770.000
	Kasımpatı (Krizantem)	2.000	100.000
	Gül (Kesme)	78.000	6.240.000
	Lisianthus	21.000	2.100.000
	Fresia	2.000	80.000
	Solidago (Altınbaşak)	4.000	640.000
	Çiçek Soğanları	9.500	
	İç Mekan Süs Bitkileri	4.500	360.000
	Dış Mekan Süs Bitkileri	1.000	100.000
Örtü Altı (Plastik Sera)	Karanfil	1.729.000	207.480.000
	Gladyöl (Gladiol)	1.000	30.000
	Gerbera	739.000	81.290.000
	Gypsohilla	128.000	9.600.000
	Kasımpatı (Krizantem)	17.000	646.000
	Anemon (Manisa Lalesi)	4.000	900.000
	Lilyum (Zambak)	9.000	270.000
	Lisianthus	19.000	1.900.000
	Fresia	18.000	720.000
	Solidago (Altınbaşak)	90.000	14.400.000
	Çiçek Soğanları	3.500	
	İç Mekan Süs Bitkileri	10.500	840.000
	Dış Mekan Süs Bitkileri	11.000	1.100.000
Toplam		4.121.000	349.746.000

Çizelge 3.21. 2015 yılında Aksu ilçesinde örtü altında üretilen sebze ve meyve üretim miktarları (ANONİM VIII)

Kepez İlçesi 2015 yılı Örtü Altı - Sebze ve Meyve Üretimleri			
Grup adı	Ürün adı	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
Örtü Altı (Cam Sera)	Fasulye (Taze)	10	16
	Kavun	120	720
	Kabak (Sakız)	30	210
	Hıyar	120	1.680
	Patlıcan	550	4.400
	Domates	7.464	81.432
	Biber (Dolmalık)	20	120
	Biber (Sivri)	20	110
	Marul (Göbekli)	60	132
Örtü Altı (Plastik Sera)	Fasulye (Taze)	20	31
	Kavun	225	1.350
	Karpuz	265	1.458
	Kabak (Sakız)	100	700
	Hıyar	250	3.500
	Patlıcan	350	2.800
	Domates	7.930	86.516
	Biber (Dolmalık)	150	900
	Biber (Sivri)	150	825
	Marul (Göbekli)	125	275
	Marul (Kıvırcık)	60	132
	Çilek	80	320
Örtü Altı (Yüksek Tünel)	Domates	30	327
Toplam		18.049	187.634

Örtü altı sebze üretim değerlerine göre bu üç ilçenin toplam sebze üretimi Antalya il genelinin beşte birini karşılamaktadır. Tarla üretimi ile örtü altı üretimler birbirleri ile karşılaştırılacak olursa, 2015 yılı için tarlada sebze üretiminin 85.000 ton ile örtü altına göre önde olduğu, süs bitkileri örtü altı üretimin ise tarlaya göre yaklaşık olarak 40.000 ton önde olduğunu söyleyebiliriz.

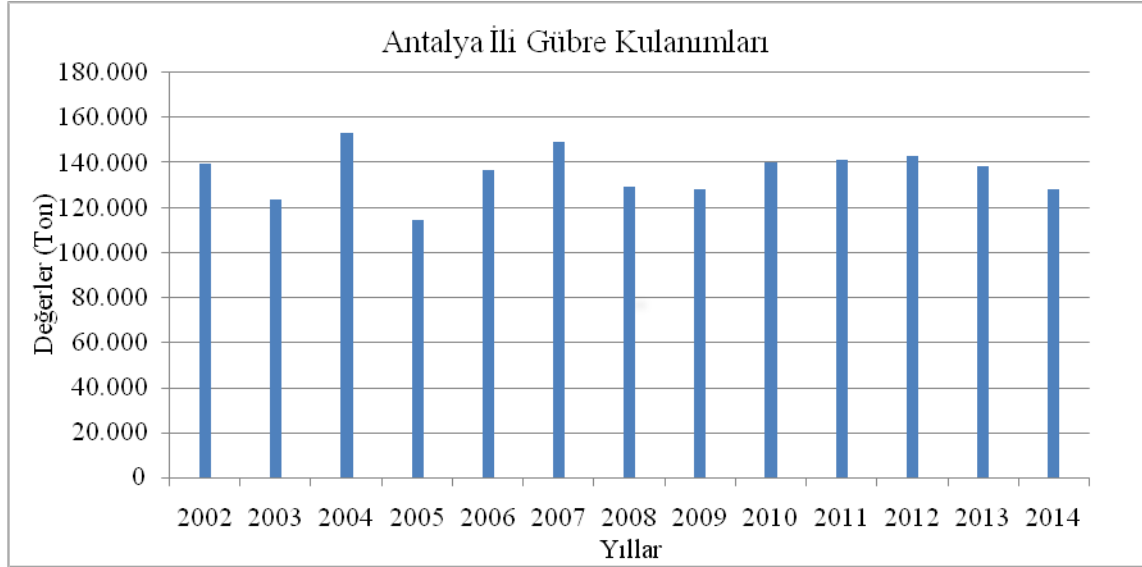
3.1.5. Pestisit ve kimyasal gübre kullanımı

Bölgede kullanılan gübre çeşitleri hakkında gerekli olan bilgiler arazi çalışmaları sırasında toplanmıştır. Antalya Tarım İl Müdürlüğü'nden alınan veriler doğrultusunda en çok kullanılan gübre çeşitlerinin %33'lük Amonyum Nitrat ve Kompoze 20-20-0 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.22).

Çizelge 3.22. 2005-2014 yılları arasında (10 yıllık) Antalya’ da kullanılan gübre miktarları

Antalya İli Kimyevi Gübre Tüketim Verileri										
Gübre Cinsi (ton)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Amonyum Sülfat (% 21)	9.155	7.574	9.115	9.107	10.454	10.459	10.892	9.942	10.699	10.118
Amonyum Nitrat (%26 N)	4.756	6.373	6.183	6.549	6.677	6.143	6.766	6.883	7.208	5.758
Amonyum Nitrat (%33 N)	17.167	17.817	17.089	17.631	20.816	18.132	19.390	18.946	19.723	16.966
Üre	10.699	10.970	9.935	9.685	10.215	11.266	10.848	10.461	11.414	9.682
Triple Süper Fosfat	1.496	1290	1.318	1.144	1.382	1.369	1.058	856	877	611
Diamonyum Fosfat DAP	3.800	4.689	5.547	3.105	5.371	5.324	4.965	4.200	4.362	4.200
Kompoze 20-20-0	11.003	12.338	14.290	10.314	9.736	10.900	10.483	13.145	12.788	12.793
Kompoze 20-20-0+Zn	1.305	1332	2.978	697	1.395	532	846	871	803	1.007
Kompoze 15-15-15	11.392	11.776	14.094	11.213	8.202	11.009	11.604	10.948	8.938	8.681
Kompoze 15-15-15+Zn	4.779	3.697	4.438	4.389	3.732	4.670	5.295	5.596	5.913	5.068
Kompoze 12-30-12	377	1.666	976	406	1.336	1.745	1.221	1.558	1.098	592
Map (11-52-0)	193	426	1.048	1.070	718	1.254	1.343	1.240	973	728
Kompoze 25-5-0	0	1.867	-	-	-	0	0	0	0	1.181
Potasyum Nitrat (13-0-46)	2.527	5.846	4.684	5.263	5.953	6.447	6.323	5.925	5.070	5.296
Kompoze 25-5-10	201	899	759	346	319	699	667	836	641	455
Kalsiyum Nitrat	103	660	770	1.306	1.400	1.912	1.937	1.738	1.790	1.336
Potasyum Sülfat	1.917	2.431	4.341	2.489	1.681	2.030	1.970	2.063	1.889	1.404
Kompoze 13-24-13	-	-	775	2.624	1.116	1.487	1.004	875	1.032	780
Fiziki Toplam	80.870	91.651	98.340	87.338	90.503	95.378	96.612	96.083	95.218	86.656

Çizelge 3.22’de kayıt altına alınamayan gübre değerlerinin eklenmesi ile gerçekleşen gübre tüketim verileri değerleri grafiksel olarak 2002 - 2014 yılları arası için Şekil 3.8’de gösterilmektedir.

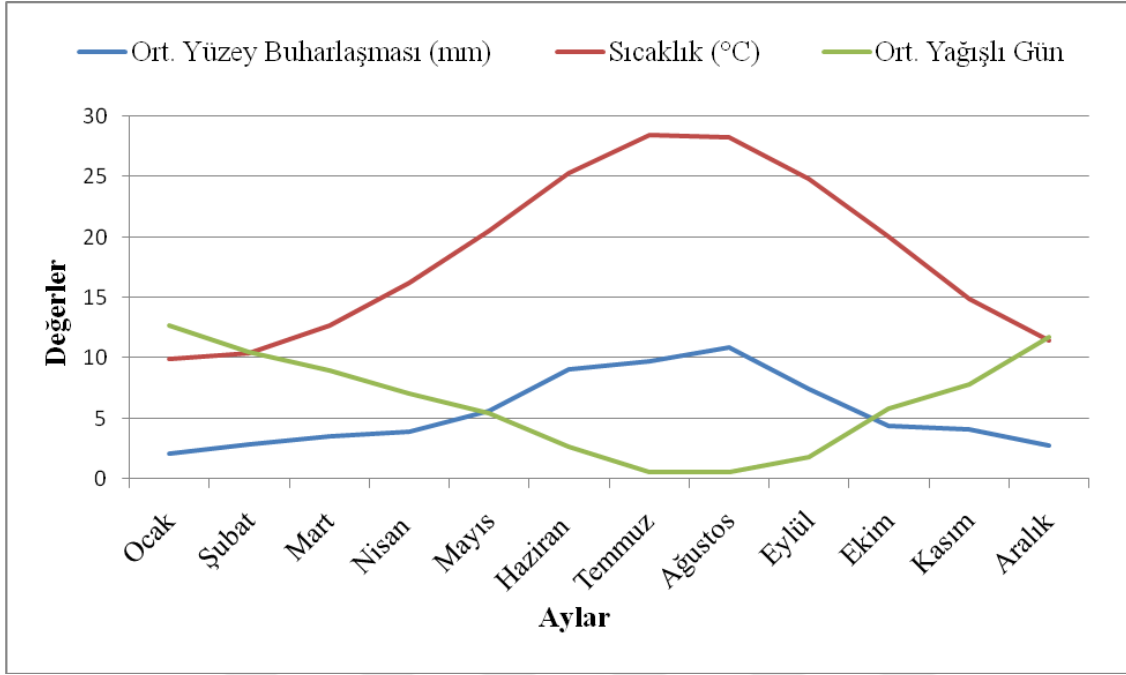


Şekil 3.8. 2002-2014 yılları arasında Antalya ilinde kullanılan gübre miktarları (Antalya Tarım İl Müdürlüğü 2016)

2002 yılından 2014 yılına kadar Antalya ilindeki gübre kullanımları değerlendirilecek olursa, yıllar arasında kullanım miktarlarında büyük farklılıklar bulunmadığını söylemek mümkündür. En düşük miktar 2005 yılında elde edilmiş, en yüksek kullanım ise 2004 yılında gerçekleşmiştir. 2014 yılında ise Antalya ilindeki gübre kullanım miktarı 127.991 ton olarak gerçekleşmiştir.

3.1.6. İklim Durumu

Çalışma sahası ve Antalya İli Akdeniz Bölgesi iklim özelliklerine sahip olup kışları ılık ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçen bir bölgededir. Yağışlar özellikle sonbahar aylarında başlar, ilkbahar bitimine kadar devam eder. Son yıllarda küresel iklim değişikliği nedeniyle mevsimsel sıcaklıklarda değişimler meydana gelmektedir. En sıcak aylar; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları olup, en soğuk aylar ise Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarıdır. Ortalama en yüksek sıcaklık 34,2 °C ile Temmuz ve Ağustos aylarındadır. Ortalama en düşük sıcaklık ise 6 °C ile Ocak ayındadır. Uzun yıllar içinde gerçekleşen değerlerden en yüksek sıcaklık değeri 45°C ile Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ise -4,6°C ile Şubat ayında gerçekleşmiştir. İlde günlük toplam en yüksek yağış miktarı 331,5 kg/m² ile 1969 yılında yaşanmıştır. Şekil 3.9'da Antalya ilinde aylara göre ölçümlenen ortalama güneşlenme süresi, ortalama yağışlı gün sayısı ve sıcaklık değerlerinin mevsimsel dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 3.9. 1950-2015 yılları arasında gerçekleşen ortalama yağışlı gün ve ortalama sıcaklık değerleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İnternet Sitesi) ile 1994-2015 yılları arası ortalama yüzey buharlaşma değerleri

3.1.7. Arazi Kullanımı

Altınova Bölgesinin, 2009, 2012 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntüleri karşılaştırılacak olursa, bölgedeki arazi kullanımında önemli değişimlerin olmadığı görülmektedir. Bölge, Antalya il merkezinde olmasına rağmen havaalanı çevresinde bulunduğu ve bazı imar sorunlarından dolayı fazla gelişmemiştir ve bölgede büyük oranda örtü altı yetiştiriciliğine devam edildiği görülmektedir. Şekiller 3.10 – 3.12’de 2009 yılından 2016 yılına kadar Altınova Bölgesinde etkili bir değişimin yaşanmadığı gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Altınova Bölgesinin 2016 yılı uydu görüntüsü



Şekil 3.11. Altınova Bölgesinin 2012 yılı uydu görüntüsü



Şekil 3.12. Altınova Bölgesinin 2009 yılı uydu görüntüsü

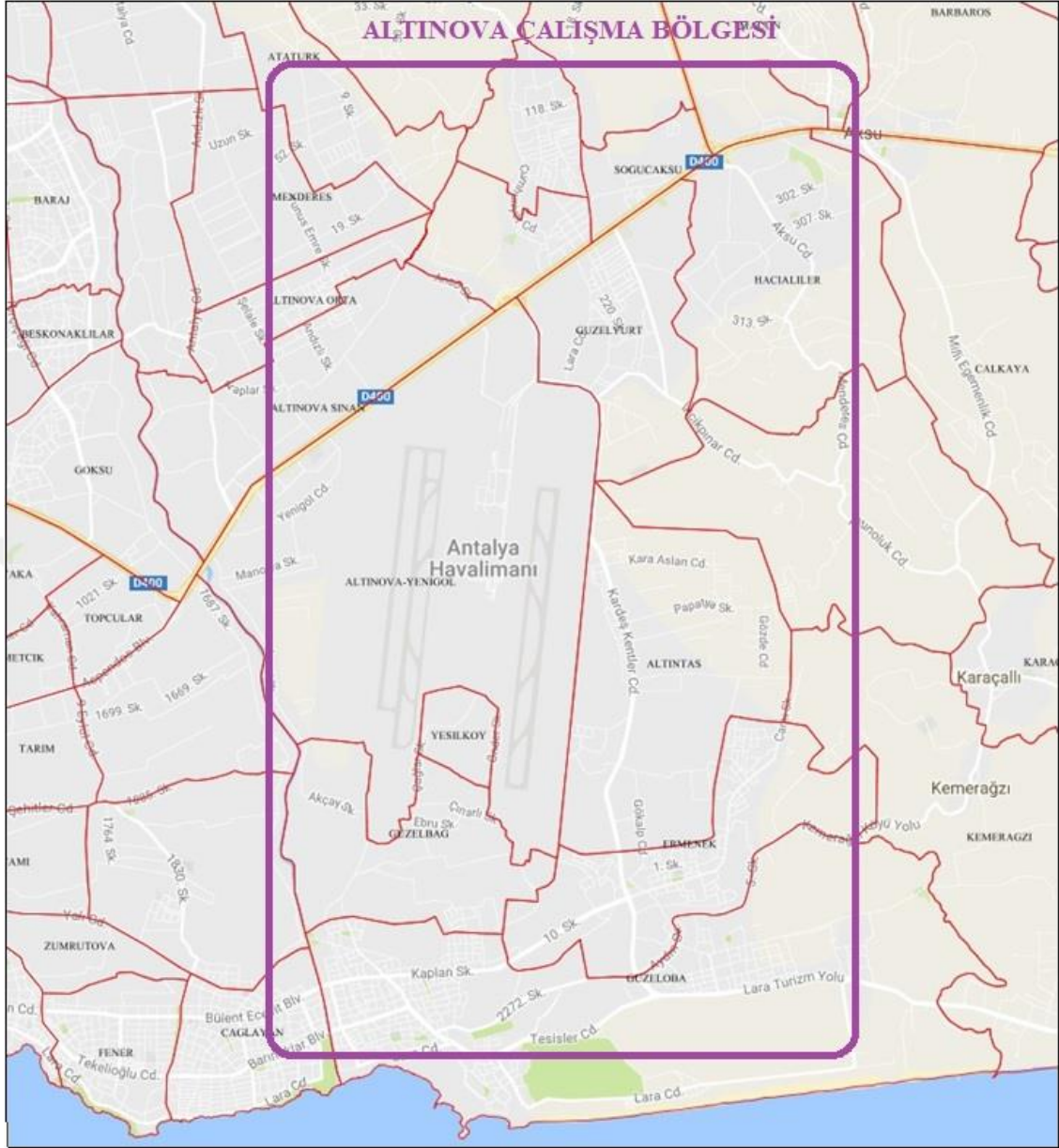
3.1.8. Nüfus

Altınova Bölgesi; Antalya kentindeki Muratpaşa, Kepez ve Aksu İlçelerinin kesişiminde yer almaktadır. Çalışma bölgesi olarak nitelendirilen alana dahil olan mahalleler Altınova Sinan, Altınova Orta, Altıntaş, Mandırlar, Hacıaliler, Ermenek ve Güzelbağ'dır. Bu mahallelerin nüfusları 2016 yılı TÜİK verilerine göre Çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 3.23. Muratpaşa - Kepez - Aksu ilçeleri sınırlarında bulunan çalışma bölgesi kapsamına dahil mahallelerin TÜİK 2016 yılı nüfus sayım sonuçları (ANONİM-VII)

İlçe	Mahalle	2016 Yılı Nüfusu (kişi)
Kepez	Altınova Sinan	5.142
	Altınova Orta	4.620
	Toplam	9.762
Aksu	Altıntaş	4.911
	Mandırlar	1.254
	Hacıaliler	3.781
	Toplam	9.946
Muratpaşa	Ermenek	6.707
	Güzelbağ	4.384
	Toplam	11.091
Genel Toplam		30.799

Şekil 3.13'te çalışma alanı olarak seçilen Altınova Bölgesi içerisinde kalan ilgili mahallelerin mahalle sınırları görülmektedir. Nüfus olarak Altınova Bölgesini oluşturan mahallelerin nüfuslarının birbirleri ile dengeli olduğu görülmektedir. İlçeler arasında hem nüfus, hem de yerleşim olarak birbirleri ile farklılık olmadığı ve bölgesel anlamda da değişimin yok denecek kadar az olduğu söylenebilir.



Şekil 3.13. Altınova Çalışma Bölgesi; Aksu - Muratpaşa – Kepez İlçeleri sınırlarındaki ilgili mahalleler

3.2. Arazi Çalışmaları

3.2.1. Ölçüm ve Örnekleme İstasyonları

Çalışma bölgesindeki yeraltısuyu kirlilik durumunun değerlendirilebilmesi amacıyla öncelikle Antalya ilinin yeraltısuyu karakteristiği incelenmiştir. Antalya merkezde bulunan ve ASAT Genel Müdürlüğü'nce belirlenmiş olan 40 adet kuyuda yapılan 1 yıllık izleme verileri değerlendirilmiştir. İzleme yapılan 40 kuyuya ait lokasyonlar Şekil 3.14'te gösterilmektedir.

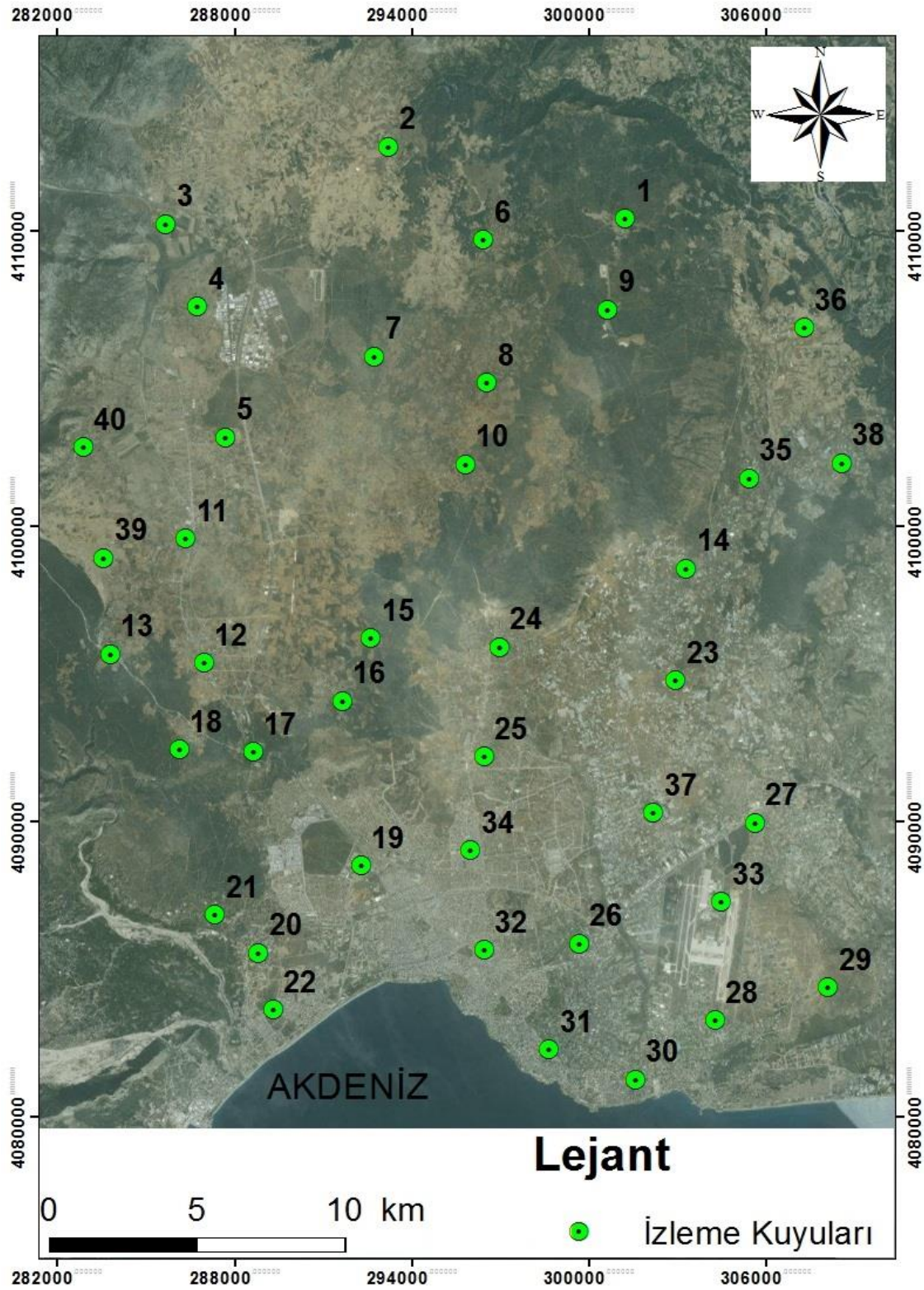
Çalışma sahası olan Altınova Bölgesi'nde ise, Antalya ili içerisinde kalan ve örtü altı üretimin yapıldığı toplam 9 adet kuyu olarak ölçüm ve örnekleme istasyonu seçilmiştir. Bu istasyonların lokasyonları Şekil 3.15'te gösterilmektedir. Çizelge 3.24'te seçilen 9 adet ölçüm ve izleme istasyonunun adres ve koordinat bilgileri verilmektedir. Çizelge 3.24'te 3 nolu kuyu bulunmamaktadır. 3 nolu kuyuda izleme yapılamadığı için değerlendirmelerden çıkartılmıştır.

Çizelge 3.24. Ölçüm ve analiz çalışması yapılan kuyulara ait adres ve koordinat bilgileri

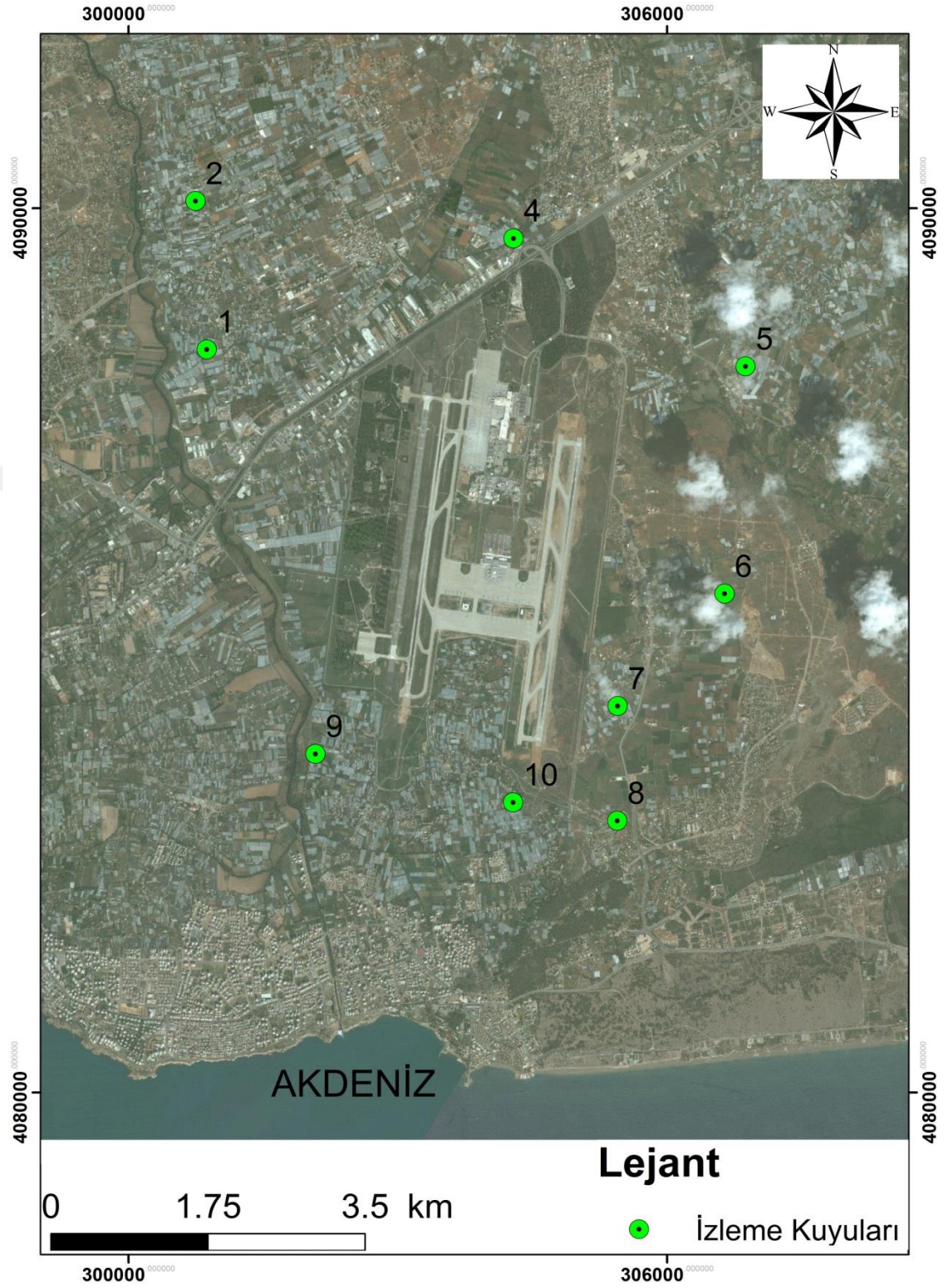
İzleme Kuyusu	Adres Bilgileri			Koordinat Bilgileri		YAS'a olan Derinlik (m)
	Mahalle	Sokak / Cadde	No	X	Y	
1 Nolu Kuyu	Altınova Sinan	Çakmaklar	24	300877	4088321	33
2 Nolu Kuyu	Altınova Düden	Kadife	11	300721	4090017	38,80
4 Nolu Kuyu	Altınova Sinan	Avcılar	26	304297	4089592	30,45
5 Nolu Kuyu	Çalkaya-Hacıaliler	326	16	306818	4088195	Ölçülemedi
6 Nolu Kuyu	Altıntaş	Kardelen	74	306642	4085581	33,43
7 Nolu Kuyu	Altıntaş	Bulut 2	32	305371	4084320	36,81
8 Nolu Kuyu	Ermenek	Gümüş	44	305434	4083017	38,06
9 Nolu Kuyu	Güzeloba	Akçay	65	302145	4083850	45,41
10 Nolu Kuyu	Güzelbağ - Akyol	Zeybek	245	304293	4083262	36,33

Çizelge 3.25. Antaya Traverten Platosu üzerindeki ölçüm ve izleme istasyonlarının koordinat bilgileri

İzleme Kuyusu Adı	Koordinatlar (WGS 84)	
	X	Y
1	4110438	301242
2	4112877	293204
3	4110253	285658
4	4107442	286751
5	4103020	287713
6	4109717	296440
7	4105762	292757
8	4104870	296558
9	4107357	300659
10	4102113	295837
11	4099588	286346
12	4095382	286978
13	4095671	283813
14	4098579	303315
15	4096213	292632
16	4094093	291659
17	4092366	288636
18	4092439	286139
19	4088518	292296
20	4085552	288826
21	4086837	287348
22	4083629	289314
23	4094790	302954
24	4095915	296981
25	4092199	296469
26	4085873	299669
27	4089962	305651
28	4083260	304296
29	4084375	308125
30	4081261	301586
31	4082286	298668
32	4085651	296479
33	4087273	304512
34	4089030	296012
35	4101635	305439
36	4106733	307303
37	4090293	302197
38	4102146	308588
39	4098940	283578
40	4102684	282884



Şekil 3.14. Antalya il genelinde seçilen 40 adet izleme kuyusunun lokasyonları



Şekil 3.15. Altınova Bölgesi'nde seçilen 9 adet ölçüm ve örnekleme istasyonunun lokasyonları

3.2.2. Ölçüm ve Analiz Yöntemleri

ASAT Genel Müdürlüğü laboratuvarında yapılan analizlere ait yöntemler Çizelge 3.26’te verilmektedir.

Çizelge 3.26. ASAT Laboratuvarında uygulanan analizler ve yöntemleri

Analizler	Birimi	Analiz Yöntemi
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik
Sıcaklık	°C	Termometre
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012
Spesifik İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1
Serbest Klor	mg/l	S.M. 4500-Cl G. :2012
Bulanıklık	NTU	S.M. 2130 B. :2012
Florür (F ⁻)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Klorür (Cl ⁻)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Bromür (Br ⁻)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Fosfat (PO ₄ ⁻³)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/L	TS EN ISO 10304-1/IC
Lityum (Li ⁺)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Sodyum (Na ⁺)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Amonyum (NH ₄ ⁺)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Potasyum (K ⁺)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/L	TS EN ISO 14911 /IC
Toplam Sertlik	Fr	S.M. 2340 B. :2012
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8
Toplam Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1

2014 yılı içinde 19 Şubat, 22 Nisan, 12 Ağustos ve 18 Aralık tarihlerinde olmak üzere tüm istasyonlardan toplamda dört defa ölçüm ve örnekleme çalışması yapılmıştır.

Numuneler sondaj su kuyularından alınmıştır. Sıcaklık, iletkenlik ve pH parametreleri arazide (ilgili ölçüm istasyonunda) ölçülmüş, TS EN ISO 10523-2012 ve TS 9748 EN 27888/TI yöntemleri kullanılmıştır. Analizler ASAT Genel Müdürlüğü İçme Suyu Kalitesi Laboratuvarlarında yapılmıştır.

ASAT Genel Müdürlüğü İçme Suyu Kalitesi Laboratuvarı haricinde hem su kalitesini izlemek, hem de pestisit miktarlarının tayin edilmesi için Antalya Halk Sağlığı Müdürlüğü Antalya Halk Sağlığı Laboratuvarında Ağustos 2014 döneminde 4 adet ölçüm ve izleme kuyusundan alınan su numunelerinin analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 3.27).

Çizelge 3.27. Halk Sağlığı Laboratuvarında uygulanan analizler ve yöntemleri

Analizler	Birimi	Analiz Yöntemi
pH	Birimsiz	TS 3263 ISO 10523
İletkenlik	$\mu\text{S/cm}$	TS 9748 EN 27888
Florür (F^-)	mg/L	ISO 10304-1
Klorür (Cl^-)	mg/L	ISO 10304-1
Nitrat (NO_3^-)	mg/L	ISO 10304-1
Sülfat (SO_4^{2-})	mg/L	ISO 10304-1
Sodyum (Na^+)	mg/L	ISO 11885
Kadmiyum (Cd)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Antimon (Sb)	$\mu\text{g/L}$	ICP-Hidrür
Bakır (Cu)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Kurşun (Pb)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Krom (Cr)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Mangan (Mn)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Bor (B)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Demir (Fe)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Alüminyum (Al)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Nikel (Ni)	$\mu\text{g/L}$	ISO 11885
Civa(Hg)	$\mu\text{g/L}$	ICP-Hidrür
Arsenik (As)	$\mu\text{g/L}$	ICP-Hidrür
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1
Benzen	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Bezo (a) piren	$\mu\text{g/L}$	In house Method
Tetrakloreten ve Triklloreten	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Trihalometanlar - Toplam	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Vinil Klorür	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Akrilamid	$\mu\text{g/L}$	In house Method
1,2 – Dikloreten	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Epikloridin	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Pestisitler	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Toplam Pestisitler	$\mu\text{g/L}$	EPA 8260B
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar	$\mu\text{g/L}$	In house Method

Su örneklerine ek olarak, toprak yüzeyi ve 60 cm derinlikten olmak üzere, ilk defada 9 istasyon noktasından, ikinci defada 5 istasyon noktasından toprak örnekleri alınmış ve analizler Atmosfer Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır (Çizelge 3.28).

Çizelge 3.28. Atmosfer Laboratuvarı'nda uygulanan toprak analizleri ve yöntemleri

Analizler	Birimi	Analiz Yöntemi
pH	Birimsiz	1/5 potansiyometrik
Elektriksel İletkenlik (EC)	%	1/5 potansiyometrik
Toplam Tuz	mS/cm	1/5 potansiyometrik
Organik Madde	%	Walkley-Black
Hacimsel Ağırlık	gr/cm ³	TIK TIK
İnfiltrasyon Hızı	cm/h	Lab. içi metot
Amonyum	%	Kjedahl
Nitrat	%	Kjedahl
Toplam Azot	%	Kjedahl
Kum	%	Bouyoucos
Kil	%	Bouyoucos
Silt	%	Bouyoucos

3.3.3. SURFER Programı

SURFER programı, Golden Software firmasının hazırlanan tam fonksiyonlu kontur ve yüzey modelleme programıdır. Bu program, genellikle arazi modellemelerinde, batimetrik modellerde, yüzey analizlerinde, kontur haritalarında, havza modellerinde, haritalamalarda, görüş alanı analizlerinde, hacimlendirmeler vb. alanlarda kullanılan bir programdır. Enterpolasyon yaparak X-Y-Z datalarının bir koordinat sistemine göre yerleştirilmesi amacı ile kullanılır.

Grid dataları, üç boyutlu yüzey, üç boyutlu kafes, havza, vektör, görüntü olarak kullanılabilir. SURFER programı "kriging" olarak bilinen matrisleme matematiğini kullanarak bir haritayı 3D (üç boyutlu) olarak hazırlayabilmektedir.

SURFER modeli aşağıda belirtilen şekliyle çalışır:

- SURFER programını çalıştırın
- Menüden **MAP** ---> **NEW CONTOUR MAP** tıklanır.
- Karşınıza çıkan "open grid" diyalog penceresinden "**SAMPLES**" dizinine girilir ve orada "**DEMOGRID**" dosyası seçilip "**OK**" tuşuna basılır.
- Ayarlar değiştirilmeden "**OK**" tuşuna basılır.
- Ekranı çıkan harita değerlendirilir.

Aynı işlem:

- **MAP --> POST MAP**
- **MAP --> SHADED RELIEF MAP**
- **MAP --> VECTOR MAP**
- **MAP --> WIRE FRAME**

şeklinde de yapılabilir.

Çalışma bölgemizin tanımlanabilmesi için, Antalya il geneli dahilinde bulunan ve ASAT İçme Suyu Kalitesi Laboratuvarında 40 adet kuyu örneklerinden Eylül 2012 ile Ağustos 2013 tarihleri arasındaki dönemde izlenen sıcaklık, iletkenlik, toplam sertlik, nitrat ve klorür parametreleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarından faydalanılarak kuyu koordinatına karşılık gelen her bir parametre için SURFER programı kullanılmak suretiyle grid haritaları hazırlanmıştır. Hazırlanan sıcaklık, iletkenlik, toplam sertlik, nitrat ve klorür grid haritaları Bulgular bölümünde değerlendirilmektedir.

Surfer programı ile X – Y koordinat dataları ile Z veri datası girilen iki boyutlu haritanın grid raporları çıkarılarak değerlendirilmesi yapılır. Bu raporlarda ölçüm sonuçlarının minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapması ile grid verilerine ait ölçüm sonuçlarının minimum, maksimum, ortalama, medyan ve standart sapması karşılaştırılır. Standart sapmalarındaki ve ortalama ile medyan arasındaki farklar karşılaştırılır. Tüm sonuçlarda fark %2'nin altında bulunmuştur. %2'lik fark kabul edilebilir olduğundan dağılım haritalarının doğruluğu kabul edilmiştir.

3.3.4. XLSTAT Programı

XLSTAT, MS Excel içerisinde kullanılan bir istatistik programı olup, 100'den fazla istatistiki uygulama yapabilmektedir. Veri hazırlama ve görüntülüne araçlarında, parametrik testlerde, metotların modellenmesinde (regresyon, regresyon analizi, temel bileşenler analizi vb.) kullanılmaktadır.

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ya da değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Doğrusal ilişkinin derecesi (r) korelasyon katsayısı ile hesap edilir (Çizelge 3.29).

r= -1 ise tam negatif doğrusal ilişki

r=+1 ise tam pozitif doğrusal ilişki

r= 0 ise ilişki yok anlamına gelmektedir.

Çizelge 3.29. Korelasyon katsayısının derecelendirilmesi

Korelasyon Katsayısı (r)	Derece
<0,29	Düşük
0,30-0,49	Orta
0,50-0,69	Yüksek
>0,70	Çok Yüksek

3.3.5. DRASTIC-Genel Metodu

3.3.5.1. DRASTIC-Genel İndeksi

DRASTIC-Genel metodu içerisinde 7 adet hidrojeolojik parametre yer almaktadır. Bu parametreler Çizelge 3.30'da verilmektedir. DRASTIC metodunda ağırlık katsayısı arttıkça derecelendirme oranı da ağırlık katsayısı kadar artmaktadır. İlgili parametrelerin değerlerine göre ağırlık katsayıları ile çarpılan değerlerin toplamı DRASTIC İndeks değerini oluşturmaktadır. DRASTIC metodu ile numune alınan istasyonlardaki yeraltısuyu kirliliğine karşı hassasiyetin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 3.30. DRASTIC-Genel metodunda yer alan parametrelerin ağırlık katsayıları (Aller vd 1987)

	Parametre	Ağırlık katsayısı
D	Yeraltısuyuna olan derinlik	5
R	Net beslenim	4
A	Akifer ortamının özelliği	3
S	Toprak ortamının özelliği	2
T	Topografya	1
I	Vadoz zonun özelliği	5
C	Hidrolik iletkenlik	3

3.3.5.2. Yeraltısuyuna Olan Derinlik (D)

DRASTIC indeksinin hesaplanmasında ilk parametre olan yeraltısuyuna olan derinlik parametresi, ağırlık derecesi 5 olduğu için DRASTIC indeksinin belirlenmesinde en etkili parametrelerden birisidir. Bu parametre yeraltısı tablasının, yüzeyden ne kadar derinlikte olduğunu ifade eder. Yeraltısuyuna olan derinlik ne kadar fazla olursa, yeraltısuyu ve yüzey arasındaki mesafe o kadar fazla olur. Bunun sonucunda kirleticilerin yeraltısuyuna ulaşması daha uzun zaman alır ve bu süre içerisinde kirleticiler kimyasal olarak parçalanabilir ve yüzeyde oluşacak bir kirleticinin yeraltısuyunu kirlileme ihtimali azalır. Yeraltısuyuna olan derinlik az ise, doygun olmayan bölgenin tabaka kalınlığı az olacağından yeraltısuyunun kirlenme potansiyeli artmaktadır. Bu parametre için 7 adet derecelendirme katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 3.31'de verilmiştir (Aller vd 1987). Yeraltısuyuna olan derinlik arttıkça derecelendirme katsayısı da düşmektedir.

Çizelge 3.31. Yeraltısuyuna olan derinlik ve derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Yeraltısuyuna olan derinlik (m)	Derecelendirme katsayısı
0-1,5	10
1,5-4,5	9
4,5-9	7
9-15	5
15-22,5	3
22,5-30	2
> 30	1

3.3.5.3. Net Beslenim (R)

Net beslenim parametresi, yüzeye düşen yağışın yeraltısuyuna geçebilecek kısmını ifade etmektedir. Bu değer belirlenirken yüzey buharlaşması, bitkilerden kaynaklanan terleme, yağışın yüzey akışa geçen miktarı gibi birçok parametrenin bilinmesi gerekmektedir. Literatürde net beslenimin belirlenmesine yönelik olarak birçok yöntem tanımlanmaktadır. Yeraltısuyu seviyesindeki dalgalanmalar, yağış ve su seviyesi arasındaki ilişkilerden faydalanılarak, hidrojeolojik bütçe oluşturularak, fiziksel; kimyasal ve izotopik; sayısal metotlar kullanılarak net beslenim miktarı belirlenebilmektedir.

DRASTIC-Genel yönteminde net beslenim parametresi için 5 farklı derecelendirme katsayısı tanımlanmıştır. Net beslenim değeri fazla ise yeraltısuyuna sızan su miktarı fazla olacağından, kirleticilerin yeraltısuyuna taşınma olasılığını arttırmaktadır. Çizelge 3.32’de DRASTIC-Genel yönteminde tanımlanan net beslenim miktarları ve derecelendirme katsayıları verilmiştir.

Çizelge 3.32. Net beslenim miktarı ve derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Net Beslenim (mm/yıl)	Derecelendirme katsayısı
>254	9
178-254	8
102-178	6
51-102	3
0-51	1

3.3.5.4. Akifer Ortamının Özelliği (A)

Yeraltısuyu, akifer içerisinde yatay veya dikey yönlerde hareket edebilir. Suyun akifer içerisinde izlediği yolun uzunluğu, su içerisinde bulunan kirleticilerin azalma ihtimalini etkilemektedir (Büyükdemirci, 2012). DRASTIC yönteminde akifer

ortamının özelliği için 10 farklı akifer ortamı tanımlanmış ve bu ortamlar için derecelendirme katsayıları Çizelge 3.33'te verilmektedir.

Çizelge 3.33. Akifer ortamı ve derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Akifer ortamı	Derecelendirme katsayısı	Tipik değer
Karstik Kireçtaşı (Karst Limestone)	9-10	10
Bazalt (Basalt)	2-10	9
Kum ve Çakıl (Sand and Gravel)	4-9	8
Masif Kireçtaşı (Massive Limestone)	4-9	6
Masif Kumtaşı (Massive Sandstone)	4-9	6
Tabakalı Kumtaşı, kireçtaşı ve Şist ardalanması (Bedded Sandstone, Limestone and Shale Sequences)	5-9	6
Buzul malzemesi (Glacial Till)	4-6	5
Bozunmuş Metamorfik/Magmatik (Weathered Metamorphic/Igneus)	3-5	4
Metamorfik/Magmatik (Metamorphic/Igneus)	2-5	3
Masif Şist (Massive Shale)	1-3	2

3.3.5.5. Toprak Ortamının Özelliği (S)

Toprak ortamının özelliği parametresi, yüzeyin en üst tabakasındaki toprağın özelliklerini ifade eden, yüzeye düşen yağışın yeraltısuyuna sızma ve kirleticilerin tutulma miktarını belirlemesini göstermektedir. Toprak tabakası çakıl, kum gibi geçirimli bir yapıdan oluşuyor ise yüzeye düşen yağışın büyük bir kısmı yüzey akışa geçmeden yeraltısuyuna doğru harekete geçecektir. Diğer taraftan, toprak tabakası kil gibi az geçirimli bir yapıdan oluşuyor ise yüzeye düşen yağışın büyük bir kısmı yüzey akışa geçer. Bu yüzden toprak ortamın özelliği DRASTIC-Genel yönteminde kullanılan bir parametredir. Aller vd (1987) tarafından DRASTIC-Genel yönteminde toprak ortamının özelliği için 11 adet toprak ortamı tanımlanmıştır ve bunlar için derecelendirme katsayıları Çizelge 3.34'te verilmiştir.

Çizelge 3.34. Toprak ortamının özellikleri ve derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Toprak ortamının özelliği	Derecelendirme katsayısı
İnce veya Yok (Thin or Absent)	10
Çakıl (Gravel)	10
Kum (Sand)	9
Turba (Peat)	8
Susuzlaştırılmış ve Toparlanmış Kil (Shrinking and/or aggregated Clay)	7
Kumlu Tın (Sandy Loam)	6
Tınlı (Loam)	5
Siltli Tın (Silty Loam)	4
Killi Tın (Clay Loam)	3
Gübre/Kompost (Muck)	2
Susuzlaştırılmamış ve Toparlanmamış Kil (Nonshrinking and Nonaggregated Clay)	1

3.3.5.6. Topografya (T)

Topografya yüzey koşullarını ifade eden parametre DRASTIC-Genel toprak yüzeyinin eğimini tanımlamaktadır. Yüzey eğiminin yüksek ya da düşük olması toprak yüzeyinden yeraltısuyuna sızabilecek su ve kirletici miktarlarını etkilemektedir. Eğimin fazla olduğu yerlerde yüzeydeki suyun büyük bir çoğunluğu yüzeysel akışa geçecek ve yeraltı suyuna ulaşamayacaktır. Eğimin az olduğu yerlerde ise yüzeye düşen suyun büyük bir çoğunluğu yüzey akışa geçemez ve yeraltısuyuna ulaşır. DRASTIC-Genel yönteminde topografya parametresi için 5 farklı sınıf ve derecelendirme katsayısı bulunmaktadır (Çizelge 3.35).

Çizelge 3.35. Topografya parametresi için derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Topografya (%)	Derecelendirme katsayısı
0-2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
>18	1

3.3.5.7. Vadoz Zon Özelliği (I)

Vadoz zon özelliği parametresi, yeraltısuyu tablasının üzerinde bulunan doymamış bölgenin özelliklerini ifade etmektedir. Vadoz zonun özelliği yüzeyden yeraltısuyuna sızabilecek suyun miktarını ve hızını etkiler. Akifer ortamının aşırı

geçirimli olduğu veya çatlak ve mağaraların bulunduğu ortamlarda kirleticiler tutulmadan yeraltısuyuna ulaşabilir. Killi veya az geçirimli tabakanın olduğu yerlerde ise yüzeydeki suyun yeraltı suyuna geçişi sırasında tabakanın az geçirimli olması sonucunda hem su geçişi yavaş olur, hem de su içerisinde bulunan kirleticilerin süzülmesi ile yeraltısuyuna ulaşma ihtimali azalır. DRASTIC-Genel metodunda vadoz zon özelliği parametresi için 10 farklı derecelendirme katsayısı belirlenmiştir (Çizelge 3.36).

Çizelge 3.36. Vadoz zon özelliği parametresi ve derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Vadoz zon	Derecelendirme katsayısı	Tipik değer
Geçirimsiz tabaka (Confining Layer)	1	1
Silt/Kil (Silt/Clay)	2-6	3
Şeyl (Shale)	2-5	3
Kireçtaşı (Limestone)	2-7	6
Kumtaşı (Sandstone)	4-8	6
Tabakalı Kireçtaşı, Kumtaşı ve Şeyl (Bedded Sandstone, Limestone and Shale)	4-8	6
Önemli miktarda Kil ve Silt Bulunduran Kum ve Çakıl (Sand and Gravel with Significant Silt and Clay)	4-8	6
Metamorfik/Magmatik (Metamorphic/Igneous)	2-8	4
Kum ve Çakıl (Sand and Gravel)	6-9	8
Bazalt (Balsalt)	2-10	9
Karstik Kireçtaşı (Karst Limestone)	8-10	10

3.3.5.8. Hidrolik İletkenlik (C)

Suyun akifer içindeki taşınımı, hidrolik iletkenlik olarak tanımlanmaktadır. Hidrolik iletkenlik katsayısı akiferin porozitesine ve türüne göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin porozitesi yüksek olan bir zeminde (karstik traverten gibi) hidrolik iletkenlik katsayısı ve yeraltısuyunun akış hızı yüksektir. Hidrolik iletkenlik katsayısı yüksek olan bir alanda yüzeyden yeraltısuyuna sızan bir kirleticinin çok hızlı bir şekilde akifer ortamına karışabilir. DRASTIC yönteminde hidrolik iletkenlik parametresi için altı adet derecelendirme katsayısı belirlenmiştir (Çizelge 3.37).

Çizelge 3.37. Hidrolik iletkenlik parametresi için derecelendirme katsayıları (Aller vd 1987)

Hidrolik iletkenlik (mm/gün)	Derecelendirme katsayısı
0-4	1
4-12	2
12-29	4
29-41	6
41-82	8
>82	10

3.3.5.9. DRASTIC-Pestisit Metodu

Literatürde iki çeşit DRASTIC metodu uygulaması bulunmaktadır (Aller vd 1987). DRASTIC-Genel metodu, genel kirleticilere karşı olan hassasiyeti, DRASTIC-Pestisit ise spesifik olarak pestisitlere karşı olan hassasiyeti belirlemektedir. DRASTIC-Pestisit metodunun DRASTIC-Genel metodundan farkı, ağırlık katsayılarının farklı olmasıdır. DRASTIC-Pestisit metodunda pestisitler için farklı ağırlık katsayıları belirlenmiştir (Çizelge 3.38).

Çizelge 3.38. DRASTIC-Genel ve DRASTIC-Pestisit ağırlık katsayıları (Aller vd 1987)

Parametre	DRASTIC-Genel ağırlık katsayısı	DRASTIC-Pestisit ağırlık katsayısı
Yeraltısuyuna olan derinlik (D)	5	5
Net beslenim (R)	4	4
Akifer ortamının özelliği (A)	3	3
Toprak ortamının özelliği (S)	2	5
Topografya (T)	1	3
Vadoz zonun özelliği (I)	5	4
Hidrolik iletkenlik (C)	3	2

DRASTIC-Genel indeksi ile DRASTIC-Pestisit indeksinin genel olarak değerlendirilmesi Çizelge 3.39’da verilmektedir.

Çizelge 3.39. DRASTIC İndeksinin Hassasiyet Sınıfları

DI (DRASTIC İndeksi)	Hassasiyet Sınıfı
<79	Çok az
80-119	Az
120-159	Orta
160-199	Yüksek
>200	Çok yüksek

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

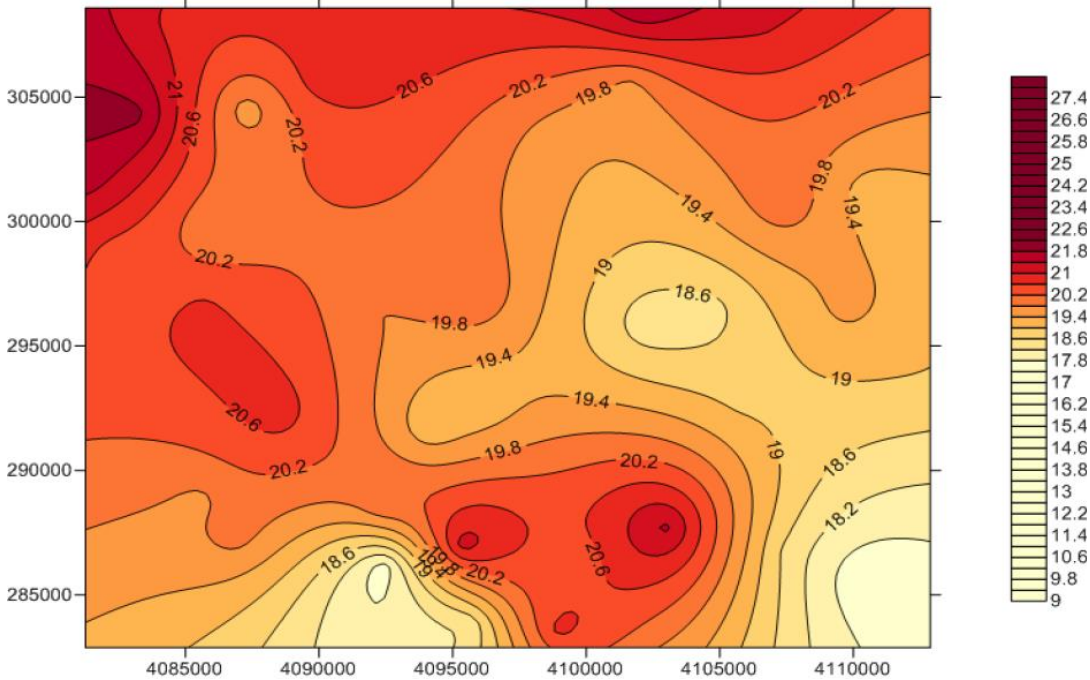
Antalya kent merkezini içine alan bölgedeki yeraltısuyu kalitesini izlemek üzere ASAT Genel Müdürlüğü Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı tarafından 40 adet izleme kuyusunda Eylül 2012 ve Aralık 2013 tarihleri arasında aylık olarak yürütülen izleme çalışmaları kapsamında sahada ölçümler yapılmış ve toplanan numuneler için ASAT Su Kalite ve Kontrol Laboratuvarı'nda analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde 40 adet izleme kuyusunda gerçekleştirilen izleme çalışmasından elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Elde edilen sonuçları değerlendirmek için mekansal dağılım haritaları ve Box-Plot grafikleri hazırlanmış olup ilerleyen bölümlerde sunulmaktadır.

4.1. Mekansal Dağılım Haritaları

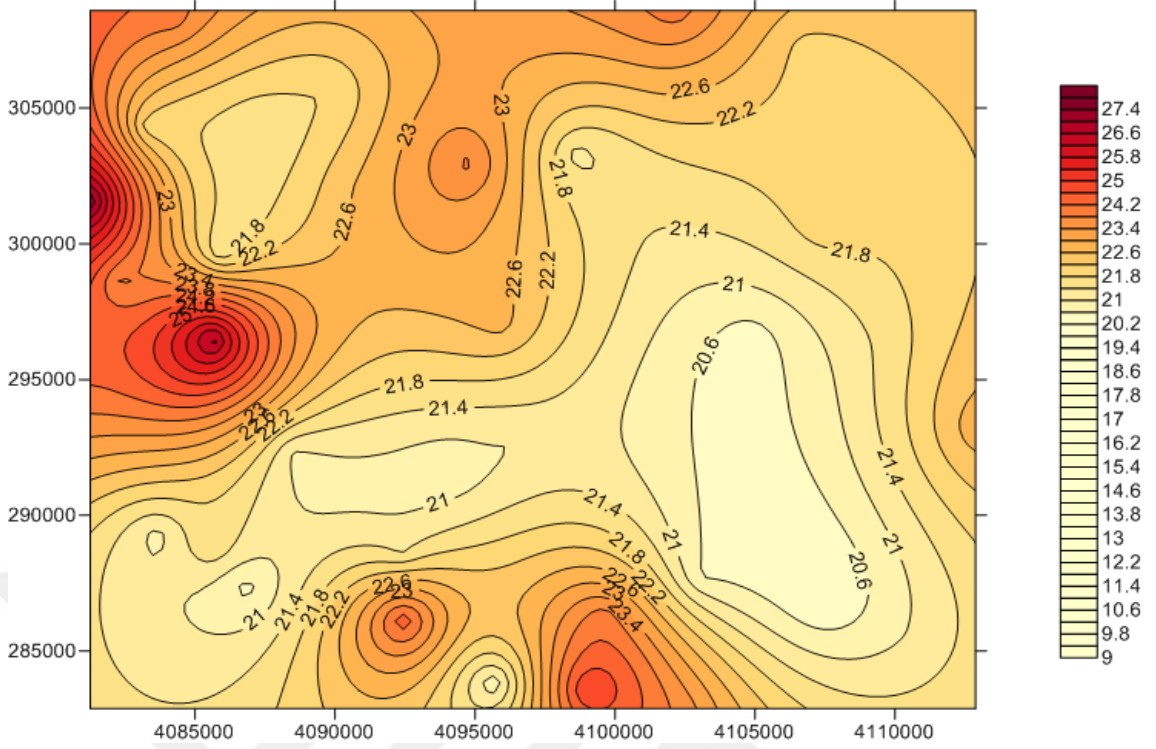
İzleme kuyularında mevsimsel olarak izlenen sıcaklık, iletkenlik, nitrat, klorür ve toplam sertlik parametrelerine ilişkin mekansaldağılım haritaları hazırlanmıştır. Eylül 2012-Ağustos 2013 dönemine ilişkin izleme verileri sonbahar- kış-ilkbahar-yaz dönemi olmak üzere dört farklı mevsim için incelenmiştir.

4.1.1. Sıcaklık

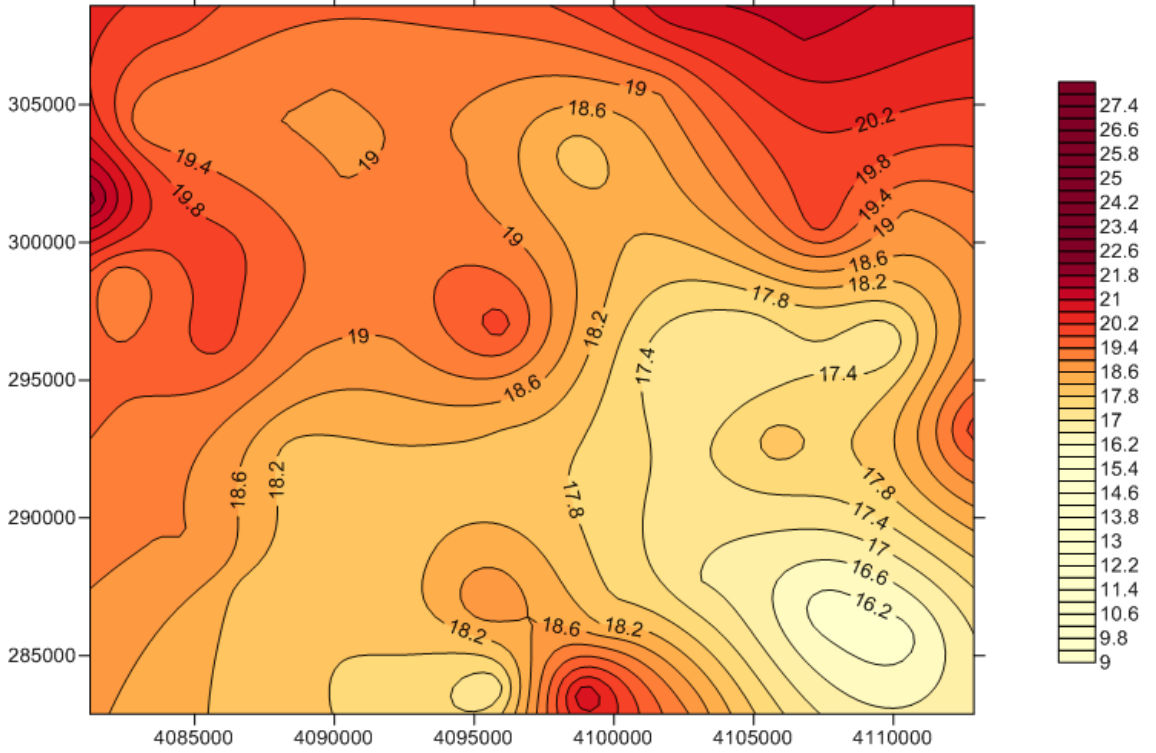
Yeraltısuyu sıcaklığı izleme kuyularında Eylül 2012 - Aralık 2013 döneminde aylık olarak izlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları kullanılarak her mevsim için mekânsal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar Şekiller 4.1-4.4'te sunulmaktadır.



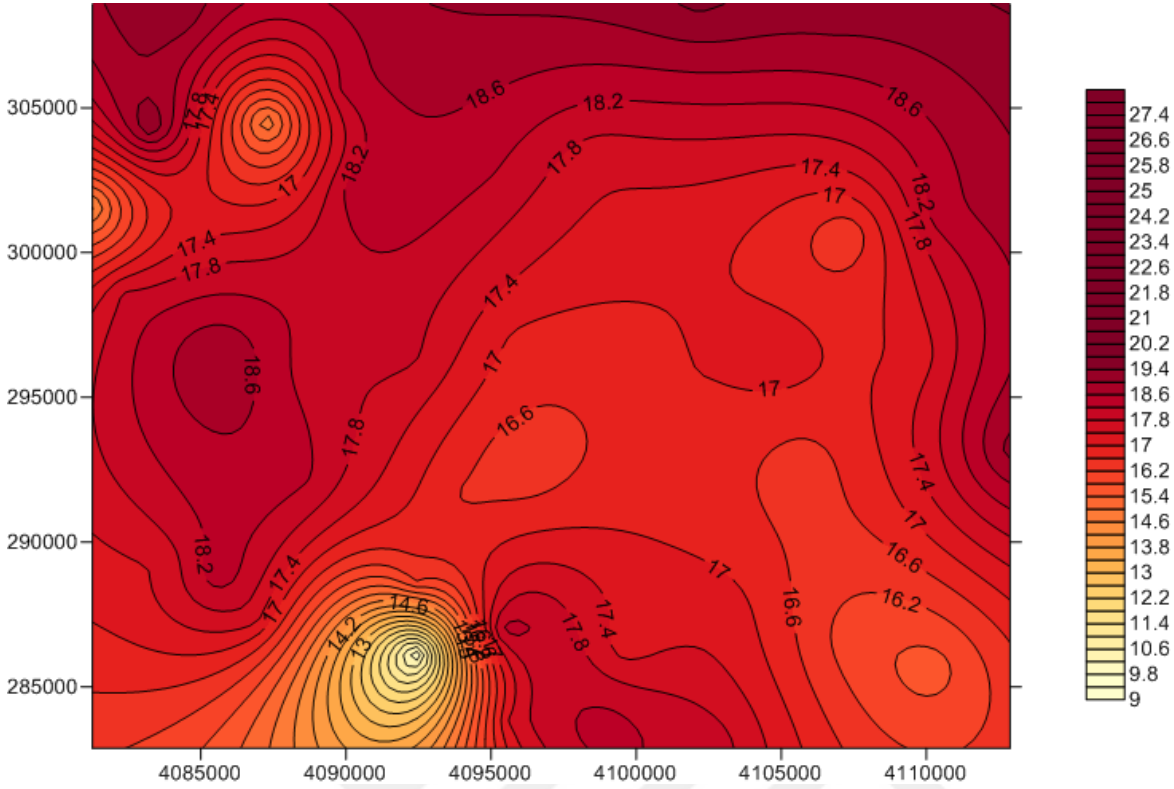
Şekil 4.1. Sıcaklık parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.2. Sıcaklık parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.3. Sıcaklık parametresi için ilkbahar (Mart-Mayıs 2013) mevsimine ait mekansal dağılım haritası



Şekil 4.4. Sıcaklık parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası

Seçilen 40 adet izleme istasyonunda ölçülen sıcaklık değerlerine ilişkin istatistikler ile SURFER programında hazırlanan mekansal dağılım haritalarından elde edilen grid istatistikleri Çizelge 4.1’de sunulmaktadır.

Bir yıllık izleme dönemi içerisinde en yüksek yeraltısuyu sıcaklık değeri yaz döneminde 28,8 °C ve en düşük yeraltısuyu sıcaklık değeri ise kış döneminde 9,4 °C olarak ölçülmüştür. Mekansal dağılım haritalarından görüldüğü üzere, sonbahar ile ilkbahar dönemlerindeki sıcaklık dağılımları oldukça yakındır. Sonbahar mevsiminde ölçülen yeraltısuyu sıcaklığı değerleri, ilkbahara göre 1°C daha yüksektir.

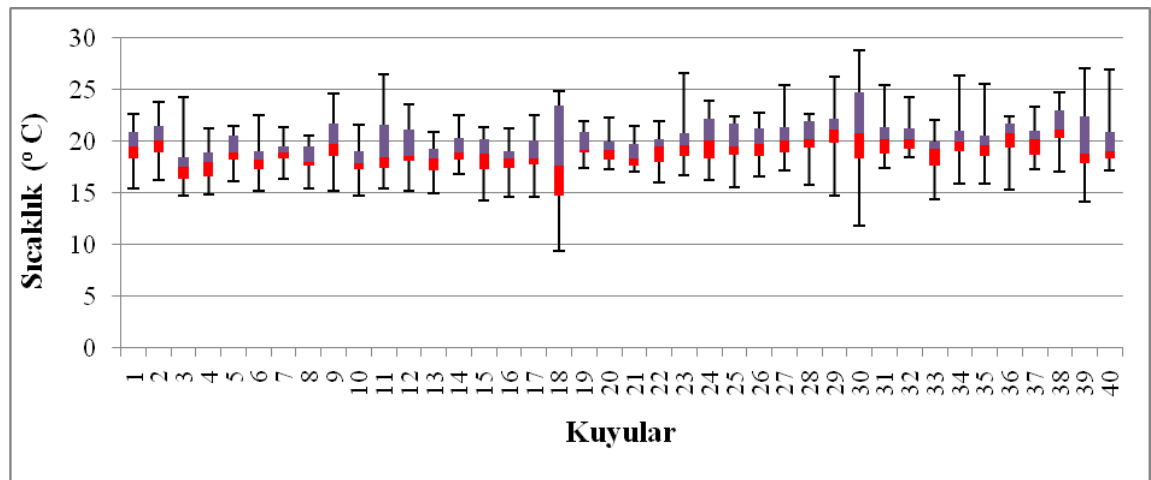
Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi SURFER programı ile oluşturulan mekansal dağılım haritalarından elde edilen ortalama ve medyan sonuçları, ölçüm verilerine oldukça yakındır. Bu sonuca bağlı olarak 40 adet izleme kuyusundan elde edilen mekansal dağılım haritalarının sistemi tanımlama kapasitesi oldukça yüksektir. Çizelge 4.1’de sunulan ve grid verilerinden elde edilen standart hata değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. SURFER programı ile oluşturulan grid verileri, mekansal dağılım açısından ölçüm verilerini çok yüksek hassasiyetle temsil etmektedir

Çizelge 4.1. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen sıcaklık değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri

Sıcaklık (°C)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Eylül-Kasım 2012	17,50	26,50	20,11	20,05	1,50
Aralık 2012-Şubat 2013	9,40	20,30	17,39	17,80	1,84
Mart-Mayıs 2013	12,60	26,80	19,33	19,13	1,96
Haziran-Ağustos 2013	18,40	28,80	22,21	21,90	1,93

Sıcaklık (°C)	Grid verilerine ait istatistiksel sonuçlar				
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Hata
Eylül-Kasım 2012	17,52	21,89	19,81	19,94	0,0093
Aralık 2012-Şubat 2013	9,88	19,48	17,37	17,40	0,0130
Mart-Mayıs 2013	16,00	21,94	18,63	18,70	0,0114
Haziran-Ağustos 2013	20,21	27,29	22,09	21,98	0,0118

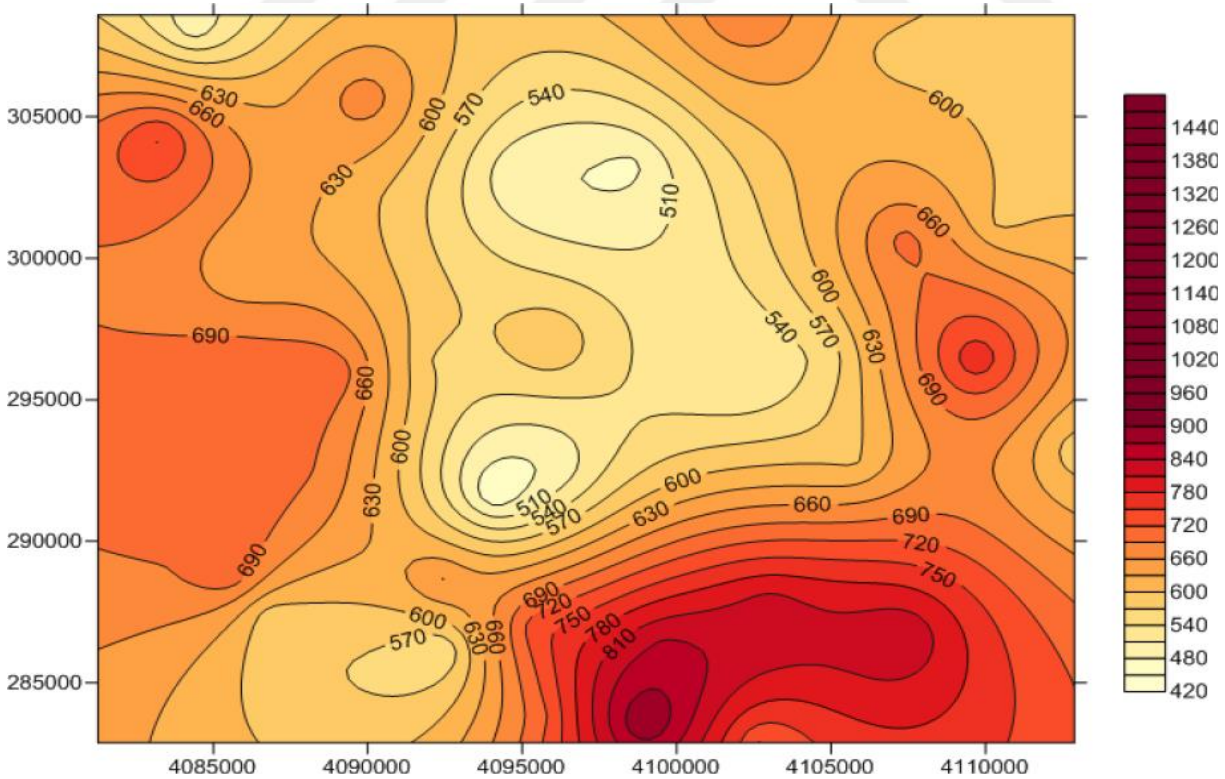
Sıcaklık parametresi için Eylül 2012-Aralık 2013 döneminde tüm kuyularda sürdürülen izleme çalışmasından elde edilen ölçüm sonuçları ile box-plot grafiği oluşturulmuştur. (Şekil 4.5). Şekil 4.5'te sunulan tüm kuyu verilerinden elde edilen yıllık ortalama sıcaklık değeri 19,5 °C'dir. Sıcaklık değerleri yıl içerisinde genel olarak 15-25 °C aralığında ölçülmüştür. Zamansal olarak değişimin en fazla olduğu noktalardan bir tanesi Düzlerçamı bölgesinde yer alan kuyudur ve bu bölgede çok sayıda yüzeysel su kaynakları bulunmaktadır. Değişimin nispeten fazla olduğu diğer bir bölge ise, Çağlayan mahallesi sınırlarında bulunmaktadır ve bu bölgedeki yeraltısuyu seviyesi 20-30 m civarındadır.



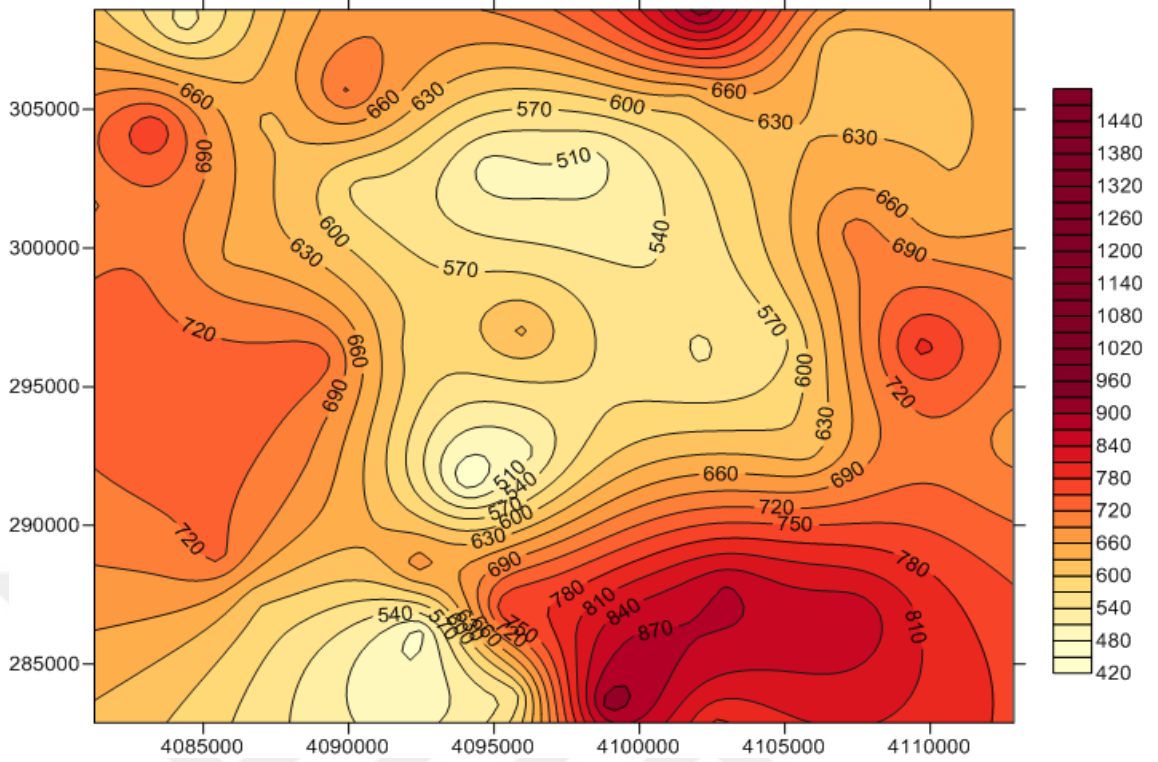
Şekil 4.5. Sıcaklık ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi

4.1.2. İletkenlik

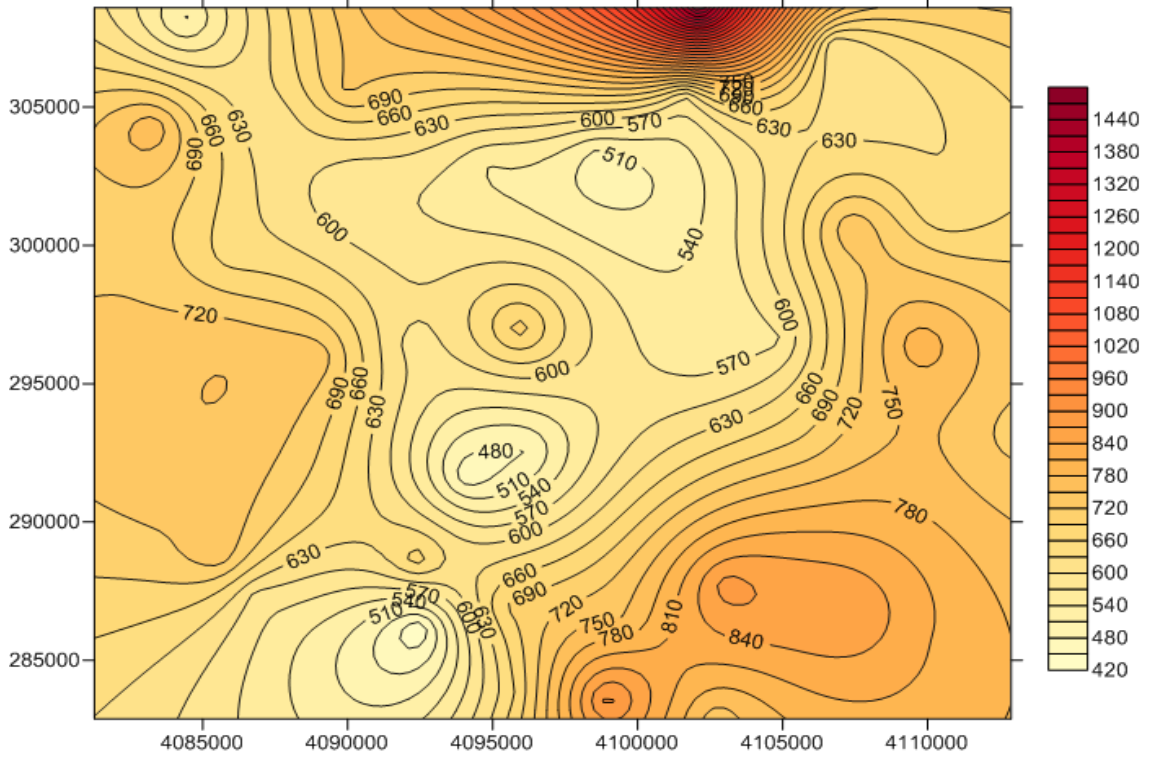
Yeraltısuyundaki iletkenlik, izleme kuyularında Eylül 2012 - Aralık 2013 döneminde aylık olarak izlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları kullanılarak her mevsim için mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar Şekiller 4.6- 4.9’ da sunulmaktadır. İletkenlik parametresi için dört farklı mevsim için hazırlanan mekansal dağılım grafikleri incelendiğinde, mevsimsel ortalama olarak en düşük iletkenlik seviyesi yaz ayında izlenmiştir. İletkenlik ölçüm değerlerinin özellikle ilkbahar ile kış aylarında yüksek seviyelerde seyrettiği, yaz ve sonbahar aylarında ise diğer mevsimlere nazaran daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuca, mevsimsel yağışların ve yer altı suyunun beslenmesine bağlı olarak yeraltı suyu seviyesindeki değişimin etkisinin olduğu düşünülmektedir. İzleme kuyularının dağılımı ve iletkenlik parametresi için elde edilen ölçümler, ölçüm noktasındaki yerleşim yoğunluğu, altyapı durumu (kanalizasyon sisteminin varlığı/yokluğu), tarım alanı olarak kullanılıp kullanılmadığı ve en önemlisi de yeraltısuyuna olan derinlik bilgisi ile birlikte değerlendirildiğinde, anlamlı sonuçlara ulaşılabilmektedir. Örnek olarak, en yüksek iletkenlik ölçümleri, yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın ve tarımsal faaliyetin yoğun olduğu ve yoğun yerleşim alanlarının bulunduğu kuyularda ölçülmüştür. İzleme kuyularının içerisinde yer aldığı bölge, ağırlıklı olarak Antalya traverten platosu içerisinde kalmaktadır. Bu bölgede yeraltısuyu seviyesi derindedir ve yer yer yeraltı mağaraları bulunmaktadır. Yeraltındaki büyük boşluklarda hava akımları meydana gelebilmekte ve dolayısıyla yeraltısuyu sıcaklığı diğer alanlara göre daha düşük olmaktadır. Düşük sıcaklık ile birlikte bu bölgedeki iletkenlik değerleri de düşmektedir.



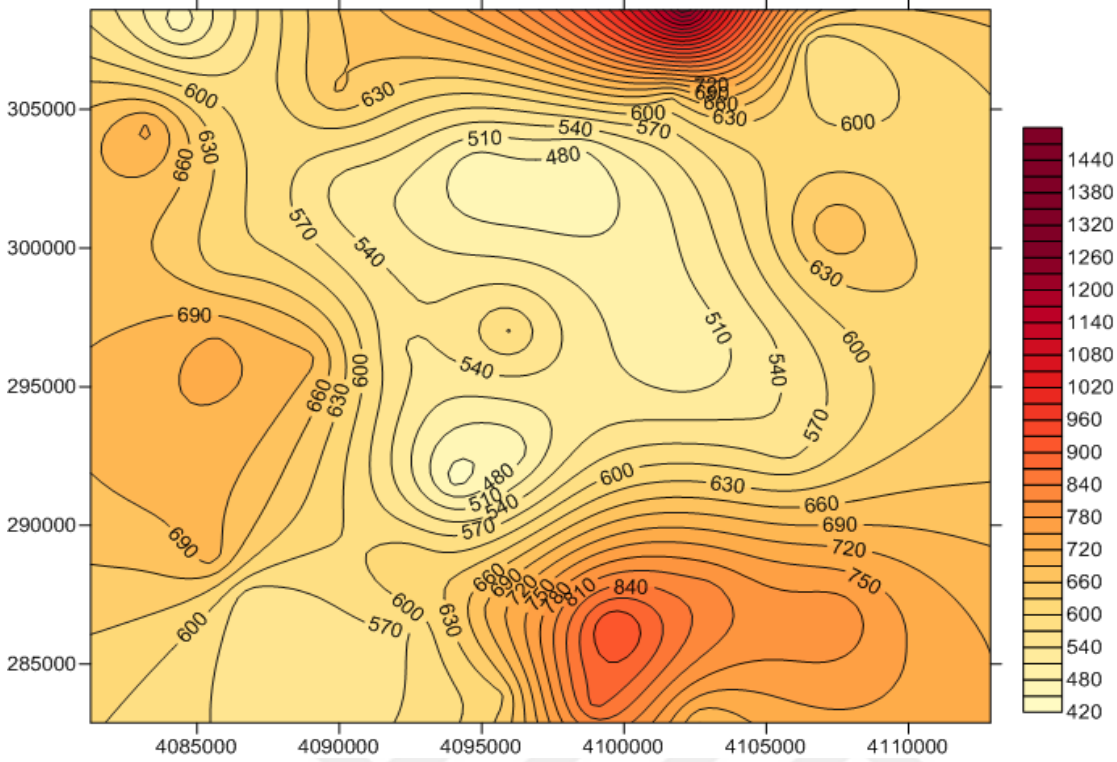
Şekil 4.6. İletkenlik parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.7. İletkenlik parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.8. İletkenlik parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.9. İletkenlik parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası

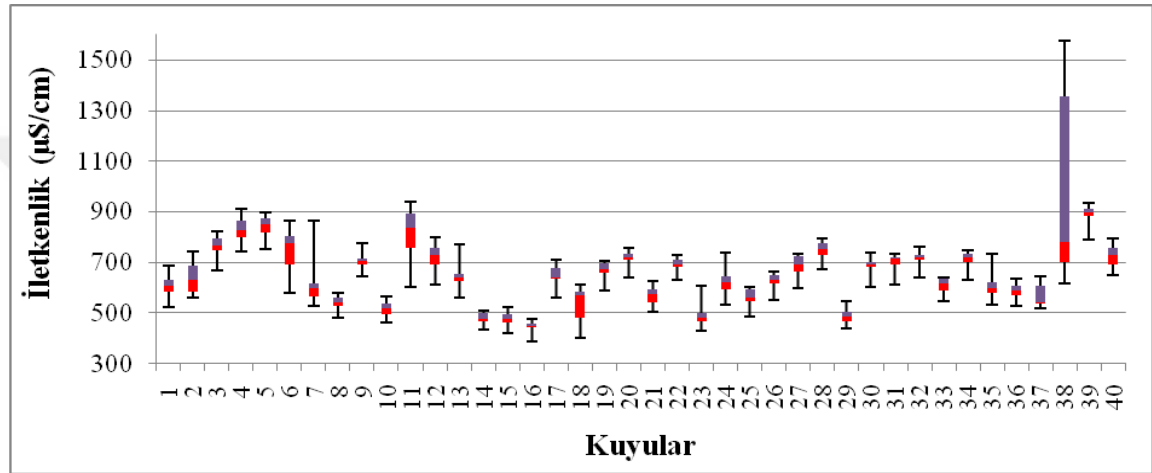
Bir yıllık izleme dönemi içerisinde en yüksek iletkenlik değeri ilkbahar döneminde 1574,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve en düşük iletkenlik değeri kış döneminde ise 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Seçilen 40 adet izleme istasyonunda ölçülen iletkenlik değerlerine ilişkin istatistikler ile SURFER programında hazırlanan mekansal dağılım haritalarından elde edilen grid istatistikleri Çizelge 4.2’ de sunulmaktadır.

Çizelge 4.2. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen iletkenlik değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri

İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Eylül-Kasım 2012	441,00	912,00	649,54	658,50	111,11
Aralık 2012-Şubat 2013	400,00	1134,00	675,43	681,00	128,05
Mart-Mayıs 2013	404,00	1574,50	692,37	682,50	172,79
Haziran-Ağustos 2013	424,00	1559,00	643,32	634,00	157,35

İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Grid verilerine ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Hata
Eylül-Kasım 2012	457,44	894,22	639,11	630,75	0,9168
Aralık 2012-Şubat 2013	461,75	915,27	660,76	651,06	1,0088
Mart-Mayıs 2013	422,86	1459,83	676,73	665,59	1,1949
Haziran-Ağustos 2013	441,11	1246,57	632,16	620,33	1,1001

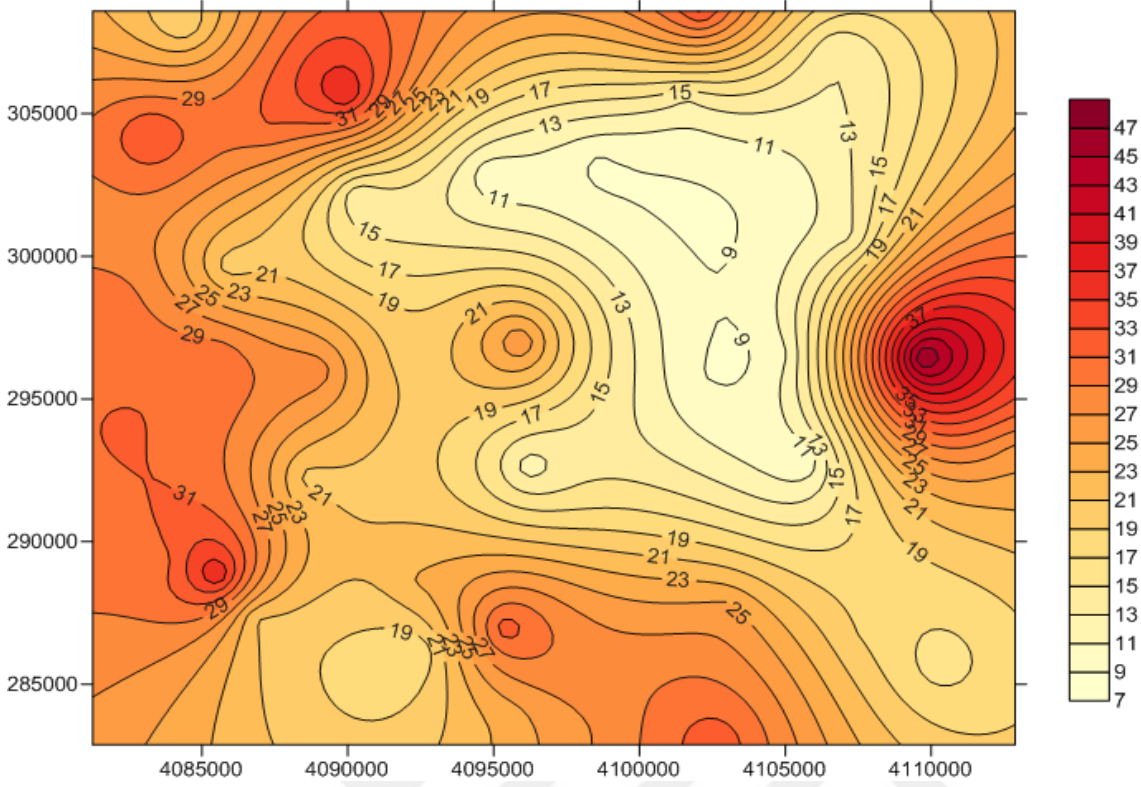
Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi SURFER programı ile oluşturulan mekansal dağılım haritalarından elde edilen ortalama ve medyan sonuçları, ölçüm verilerine oldukça yakındır. Bu sonuca bağlı olarak 40 adet izleme kuyusundan elde edilen mekansal dağılım haritalarının sistemi tanımlama kapasitesi oldukça yüksektir. Çizelge 4.2’de sunulan ve grid verilerinden elde edilen standart hata değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. İletkenlik parametresi için Eylül 2012-Aralık 2013 döneminde tüm kuyularda sürdürülen izleme çalışmasından elde edilen ölçüm sonuçları ile box-plot grafiği (Şekil 4.10) hazırlanmıştır. Tüm kuyu verilerinden elde edilen yıllık ortalama iletkenlik değeri 654,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ’dir ve iletkenlik değerleri için yüksek salınımlar söz konusudur. Salınımın en yüksek olduğu 38 nolu kuyu, Antalya’nın Aksu Çayının dere yatağı bölgesinde ve tarım yapılan bir bölge olan Kurşunlu Köyü’nde bulunmaktadır.



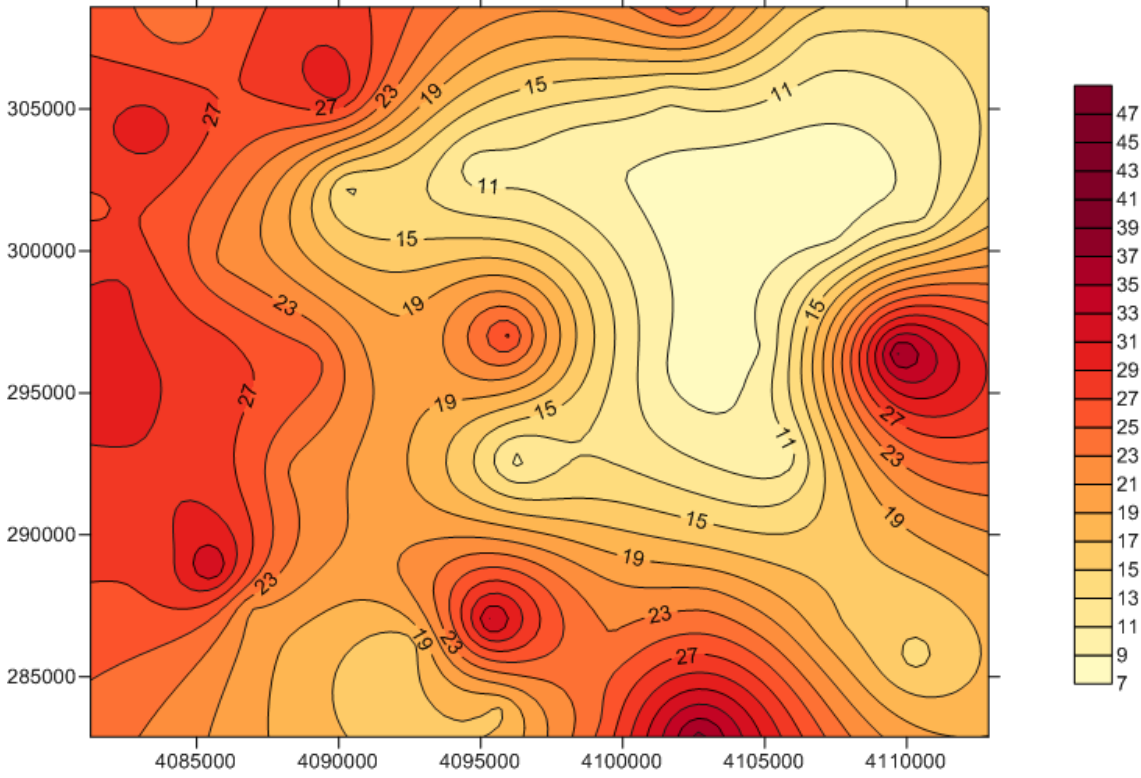
Şekil 4.10. İletkenlik ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi

4.1.3. Klorür

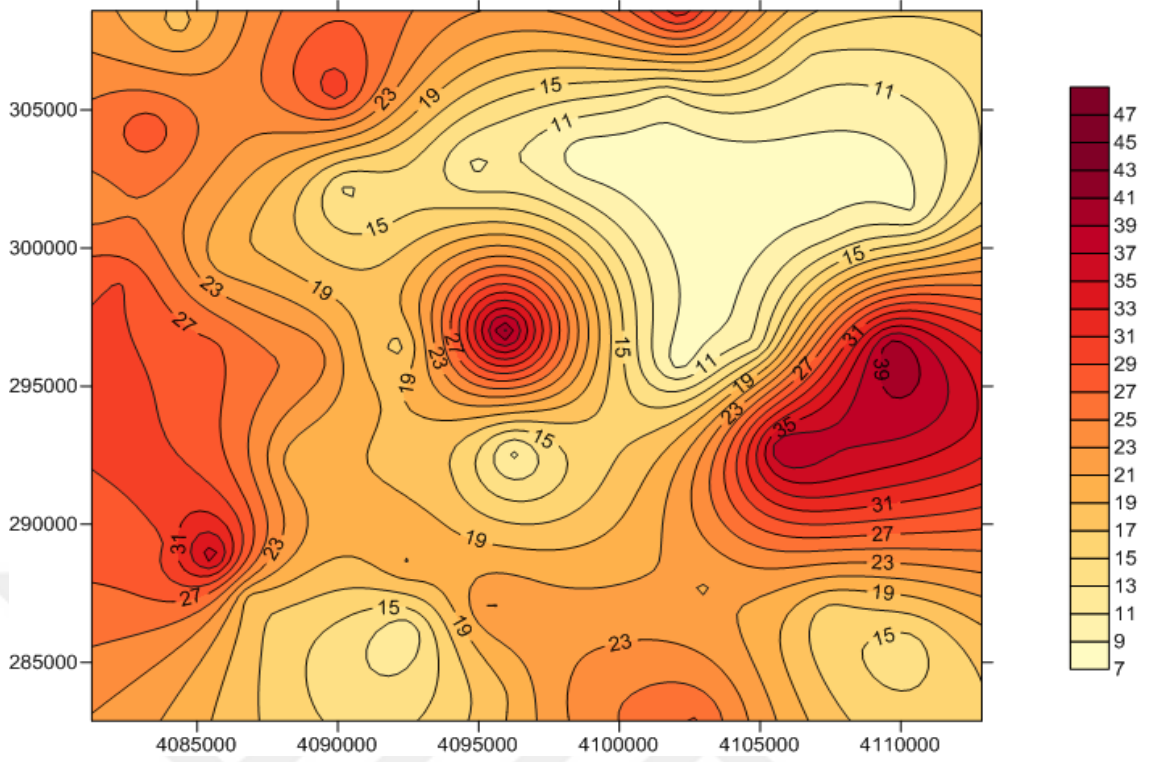
Yeraltısuyundaki klorür seviyesi, izleme kuyularında Eylül 2012 - Mart 2013 ve Haziran 2013 - Aralık 2013 dönemlerinde aylık olarak izlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları kullanılarak her mevsim için mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar Şekiller 4.11-4.14’te sunulmaktadır. Mekansal haritalarda, yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu kuyularda ölçülen klorür miktarının diğer alanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, tarım faaliyetinin olduğu alanlarda bulunan kuyulardaki klorür konsantrasyonları da yüksek bulunmuştur. Kuyuların dağılımı incelendiğinde, en yüksek klorür değerlerinin 6 ve 38 nolu kuyularda ve tarım faaliyetlerinin bulunduğu alanda ölçüldüğü görülmektedir. Belirtilen kuyularda yeraltısuyuna olan derinlik düşük olduğundan, yeraltısuyu kalitesi yüzey faaliyetlerinden hemen etkilenmektedir. Seçilen 40 adet izleme istasyonunda ölçülen klorür değerlerine ilişkin istatistikler ile SURFER programında hazırlanan mekansal dağılım haritalarından elde edilen grid istatistikleri Çizelge 4.3’te sunulmaktadır. Çizelge 4.3’te görüldüğü gibi SURFER programı ile oluşturulan mekansal dağılım haritalarından elde edilen ortalama ve medyan sonuçları, ölçüm verilerine yakındır. Bu sonuca bağlı olarak 40 adet izleme kuyusundan elde edilen mekansal dağılım haritalarının sistemi tanımlama kapasitesi oldukça yüksektir.



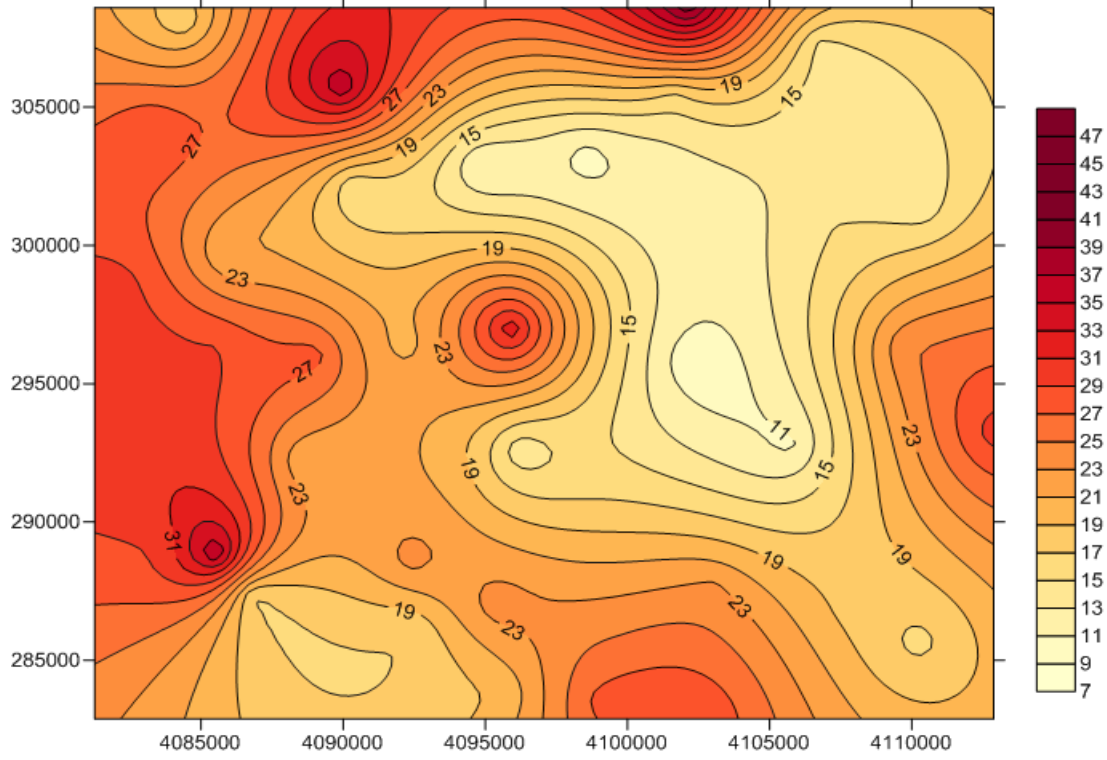
Şekil 4.11. Klorür parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.12. Klorür parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.13. Klorür parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart-Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası



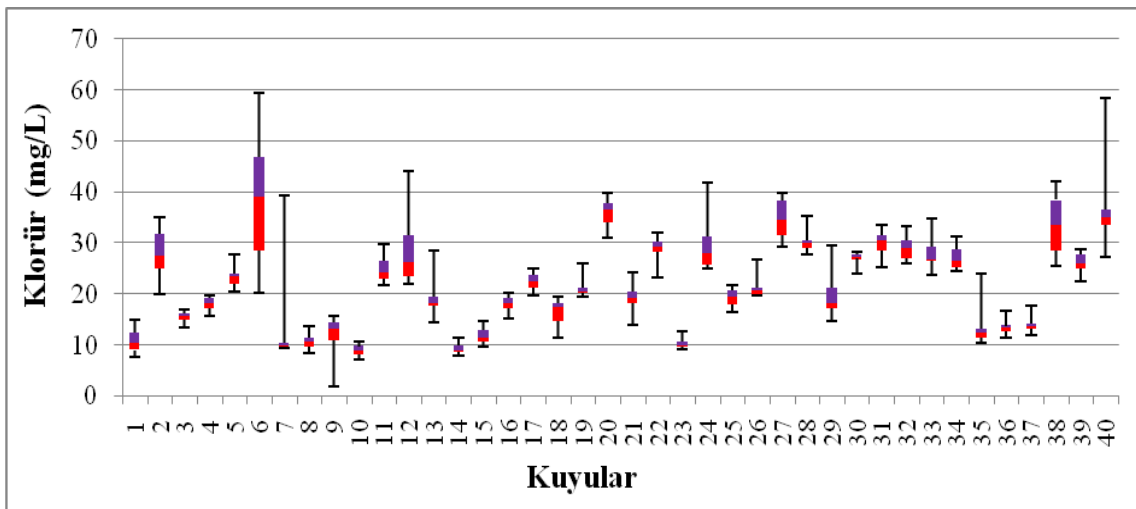
Şekil 4.14. Klorür parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası

Çizelge 4.3. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen klorür değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri

Klorür (mg/L)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Eylül-Kasım 2012	8,42	59,23	22,54	22,02	9,77
Aralık 2012-Şubat 2013	1,77	53,01	21,02	21,25	9,07
Mart-Mayıs 2013	7,86	41,70	21,29	20,19	9,47
Haziran-Ağustos 2013	8,88	42,09	22,36	21,15	8,09

Klorür (mg/L)		Grid verilerine ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Hata
Eylül-Kasım 2012	8,69	46,90	21,57	21,21	0,0769
Aralık 2012-Şubat 2013	7,32	105,51	22,29	19,13	0,1495
Mart-Mayıs 2013	7,53	41,25	20,43	20,20	0,0771
Haziran-Ağustos 2013	9,76	39,90	20,87	20,71	0,0618

Klorür parametresi için Eylül 2012-Eylül 2013 döneminde tüm kuyularda sürdürülen izleme çalışmasından elde edilen ölçüm sonuçları ile box-plot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.15). Şekil 4.15'te sunulan tüm kuyu verilerinden elde edilen yıllık ortalama klorür değeri 21,9 mg/L'dir ve yüksek salınımlar söz konusudur. Salınının yüksek olduğu 38 nolu kuyu, Antalya'nın Aksu Çayının dere yatağı bölgesinde ve tarım yapılan bir bölge olan Kurşunlu Köyü'nde bulunmaktadır. Klorür konsantrasyonu değerleri için 6, 7 ve 40 nolu kuyulardaki aylık ve mevsimsel değişimler, diğer kuyulara oranla çok daha belirgin düzeydedir.

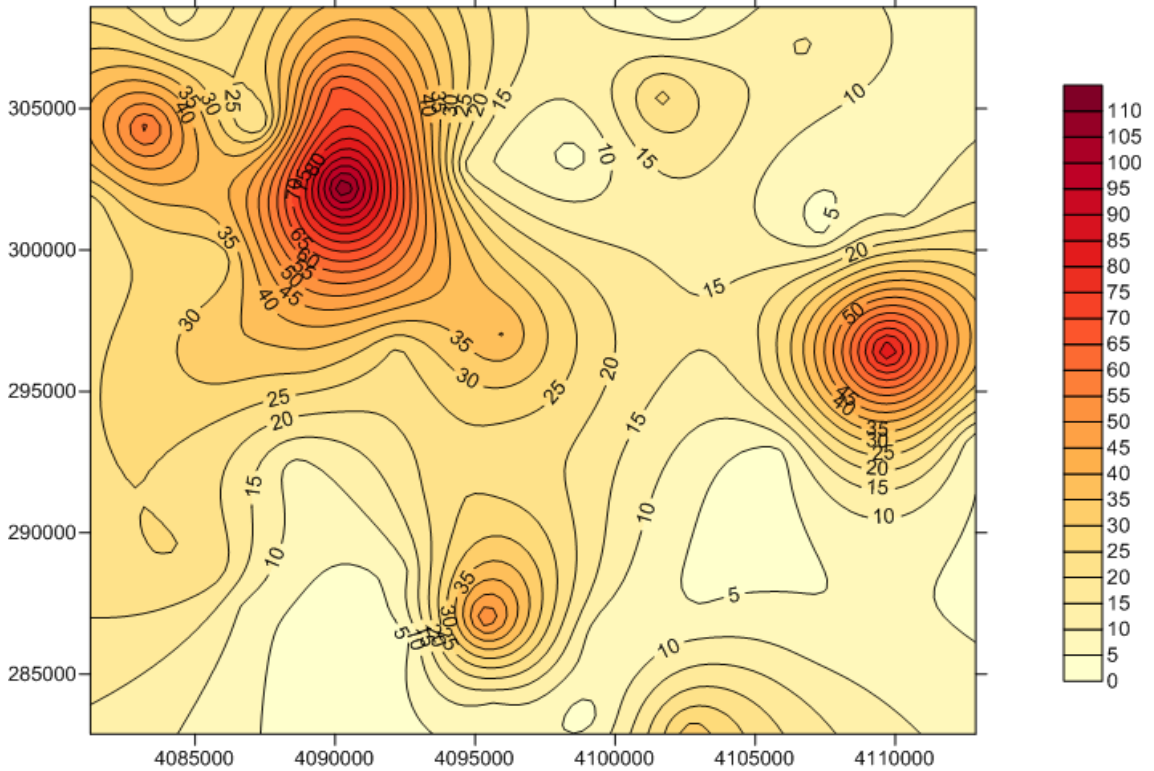


Şekil 4.15. Klorür ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi

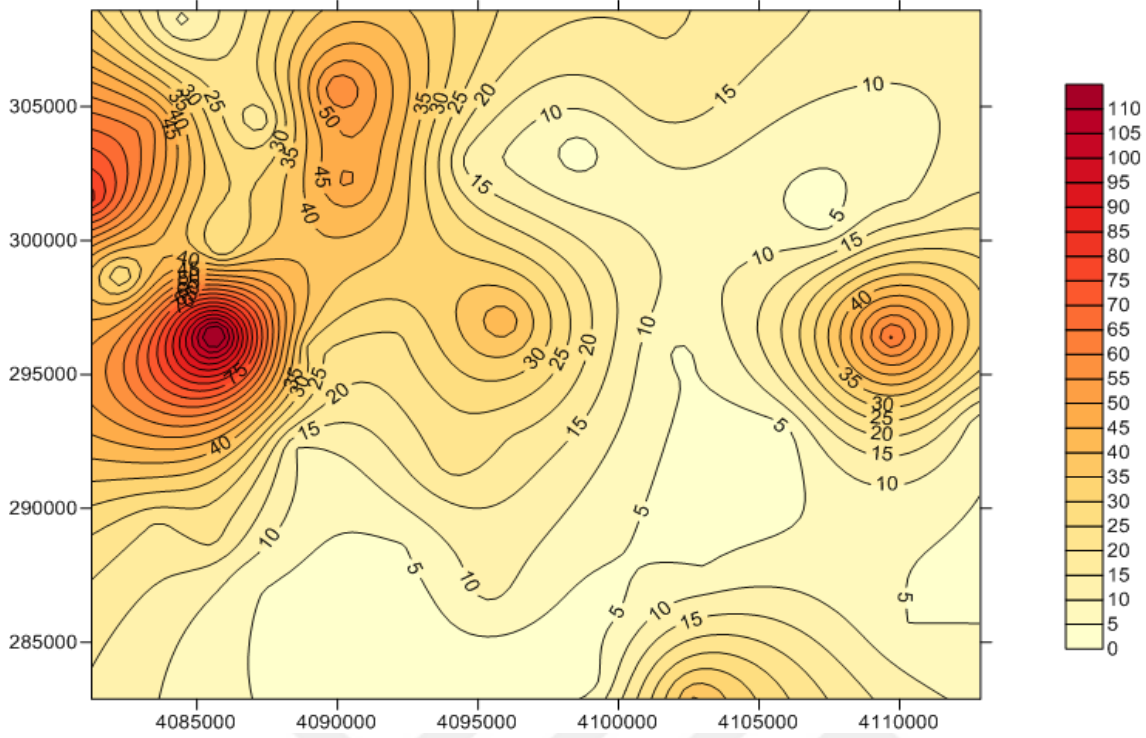
4.1.4. Nitrat

Yeraltısuyundaki nitrat seviyesi, izleme kuyularında Eylül 2012 - Mart 2013 ve Haziran 2013 - Eylül 2013 dönemlerinde aylık olarak izlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları kullanılarak her mevsim için mekansal dağılım haritaları oluşturulmuş ve Şekiller 4.16-4.19’da sunulmaktadır. Mevsimsel olarak bakıldığında en yüksek nitrat konsantrasyonları sonbahar döneminde izlenmiştir. Mekansal dağılım haritalarında belirlendiği gibi yoğun tarım faaliyetlerinin bulunduğu alanlarda izlenen nitrat konsantrasyonları yüksektir. Mevsimsel değişimler açısından önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Yüksek nitrat konsantrasyonlarının en önemli sebepleri tarımda kullanılan gübreler ve foseptiklerden kaynaklanan sızıntılardır. Tüm mevsimlerde ölçülen ortalama nitrat konsantrasyonu 19-25 mg/L düzeyinde ise de maksimum nitrat konsantrasyonları 72-147 mg/L aralığındadır ve oldukça yüksek düzeydedir.

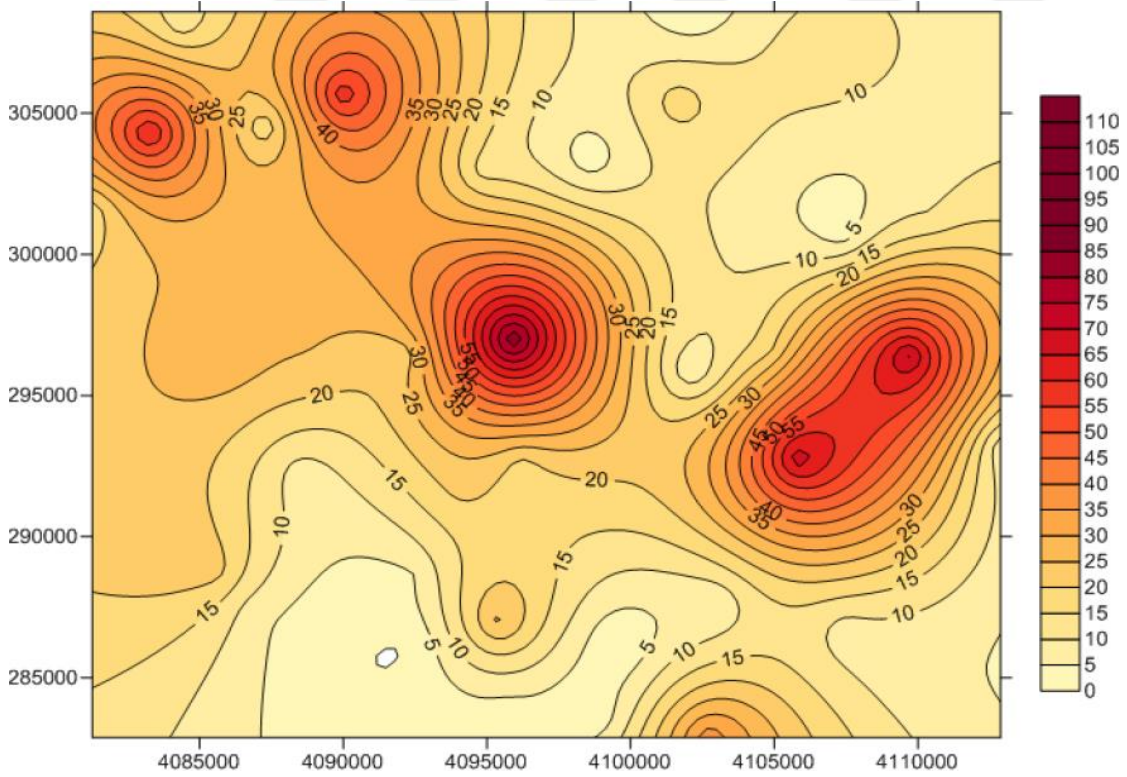
Tez çalışmasının yürütüldüğü Altınova bölgesinde tarımsal faaliyetin sürdürüldüğü alanlarda özellikle sonbahar mevsimindeki nitrat konsantrasyonlarının yüksek değerlere çıktığı görülmektedir. Mekansal haritalarda, yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu kuyularda ölçülen nitrat konsantrasyonu diğer alanlara göre daha yüksektir. Ek olarak, tarım faaliyetinin olduğu alanlardaki kuyulardaki nitrat konsantrasyonları da yüksektir. Kuyuların dağılımı incelendiğinde, en yüksek nitrat değerlerinin 6 ve 37 nolu kuyularda ve tarım faaliyetlerinin bulunduğu alanda ölçüldüğü görülmektedir. Belirtilen kuyularda yeraltısuyuna olan derinlik düşük olduğundan, yeraltısuyu kalitesi yüzey faaliyetlerinden hemen etkilenmektedir.



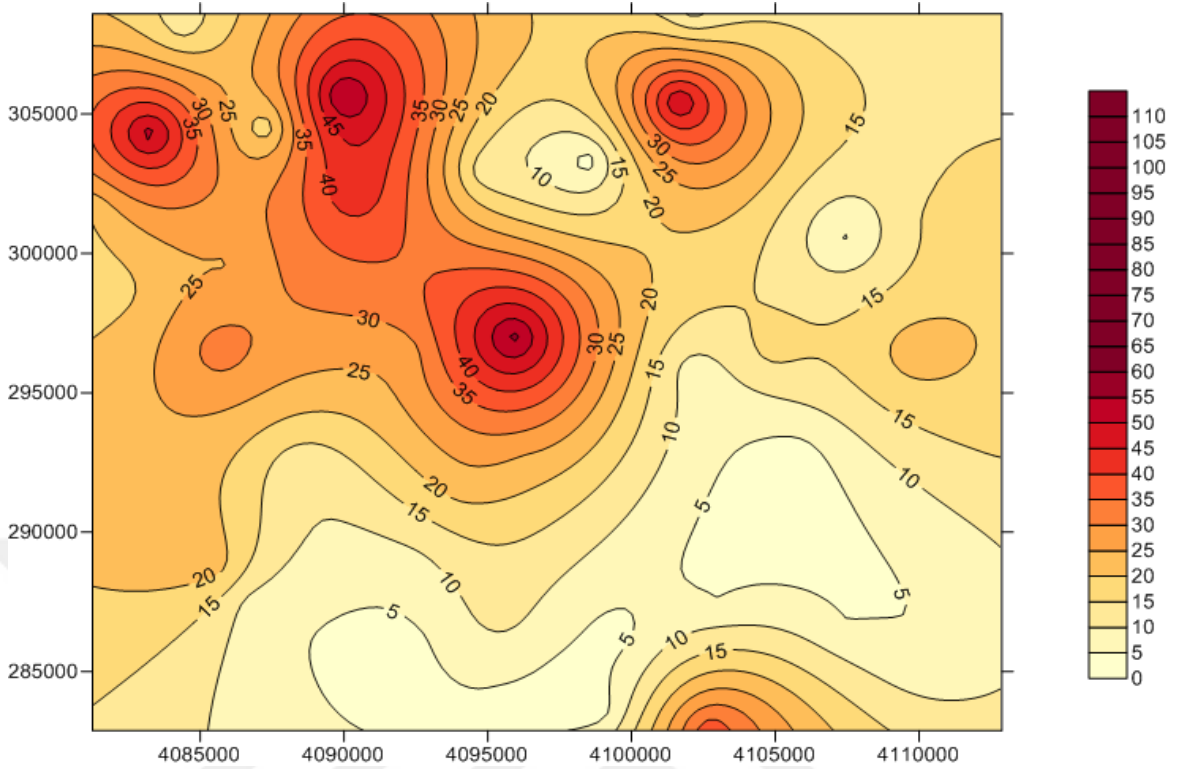
Şekil 4.16. Nitrat parametresi için sonbahar mevsimine ait (Eylül-Kasım 2012) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.17. Nitrat parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.18. Nitrat parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart –Mayıs 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.19. Nitrat parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası

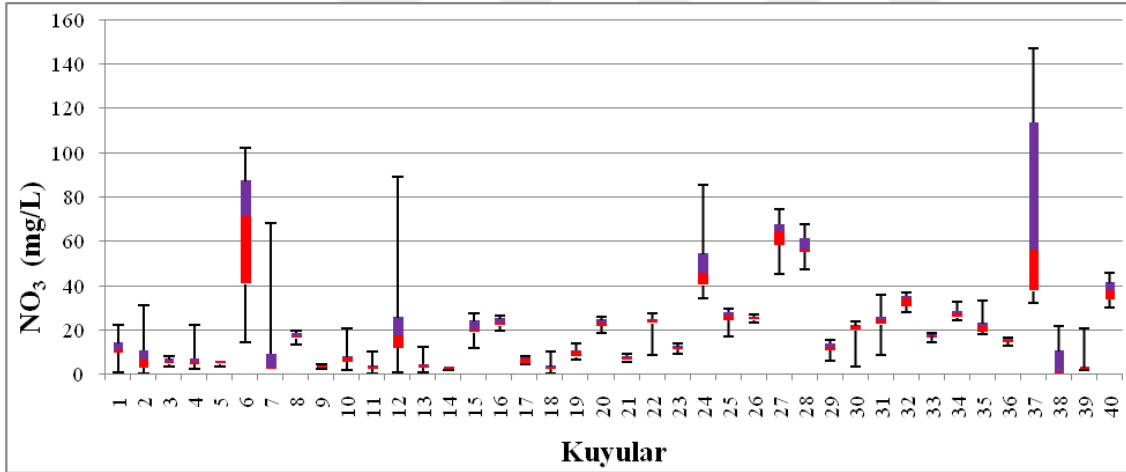
Seçilen 40 adet izleme istasyonunda ölçülen nitrat değerlerine ilişkin istatistikler ile SURFER programında hazırlanan mekansal dağılım haritalarından elde edilen grid istatistikleri Çizelge 4.4'te sunulmaktadır. Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi SURFER programı ile oluşturulan mekansal dağılım haritalarından elde edilen ortalama ve medyan sonuçları, ölçüm verilerine yakındır.

Belirlenen 40 adet izleme kuyusundan elde edilen mekânsal dağılım haritalarının sistemi tanımlama kapasitesi oldukça yüksektir. Nitrat parametresi için Eylül 2012-Eylül 2013 döneminde tüm kuyularda sürdürülen izleme çalışmasından elde edilen ölçüm sonuçları ile box-plot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.20). Şekil 4.20'de sunulan tüm kuyu verilerinden elde edilen yıllık ortalama nitrat değeri 22,2 mg/L'dir ve bazı kuyularda yüksek salınımlar söz konusudur. Salınının yüksek olduğu yer 37 nolu kuyudur ve Antalya'nın Aksu bölgesinde yer almaktadır. Nitrat konsantrasyonu için 6 ve 24 nolu kuyulardaki aylık ve mevsimsel değişimler, diğer kuyulara oranla çok daha belirgin düzeydedir. İzleme yapılan 40 izleme kuyusundan 5 tanesinde medyan değer 50 mg/L değerini aşmıştır.

Çizelge 4.4. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen nitrat değerlerinin ve mekânsal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri

Nitrat (mg/L)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Eylül-Kasım 2012	1,57	147,07	25,18	19,95	25,46
Aralık 2012-Şubat 2013	0,86	90,85	20,21	16,33	19,03
Mart-Mayıs 2013	0,31	85,14	21,00	17,42	20,66
Haziran-Ağustos 2013	2,73	72,72	19,44	16,92	15,09

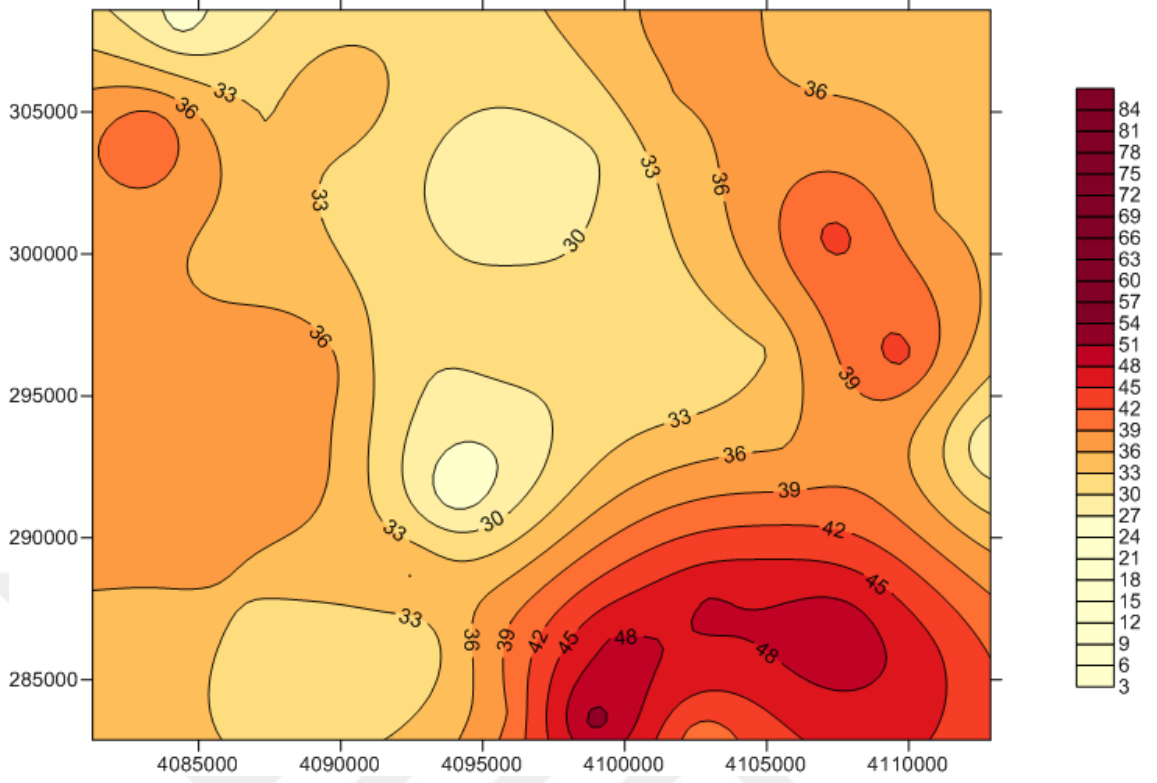
Nitrat (mg/L)	Grid verilerine ait istatistiksel sonuçlar				
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Hata
Eylül-Kasım 2012	0,83	109,38	21,66	17,44	0,1800
Aralık 2012-Şubat 2013	1,49	118,63	20,69	15,08	0,1895
Mart-Mayıs 2013	0,00	84,17	20,94	18,42	0,1558
Haziran-Ağustos 2013	2,43	56,18	18,62	17,01	0,1171



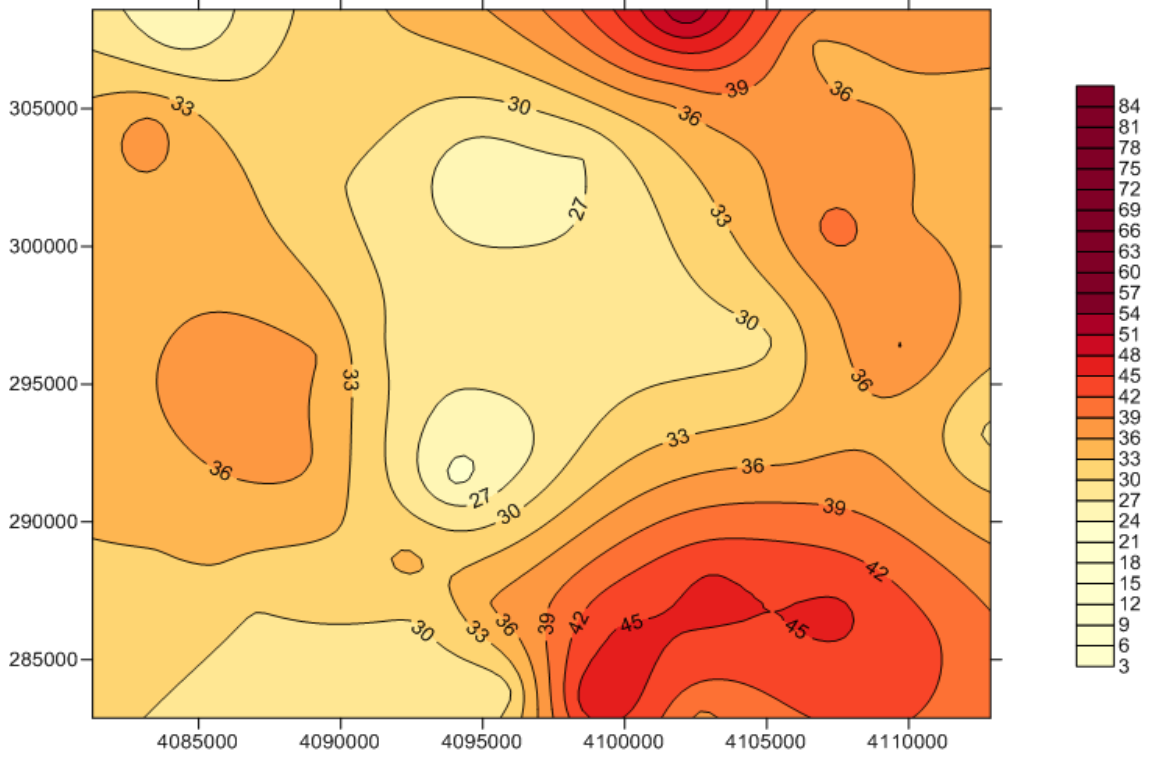
Şekil 4.20. Nitrat ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi

4.1.5. Toplam Sertlik

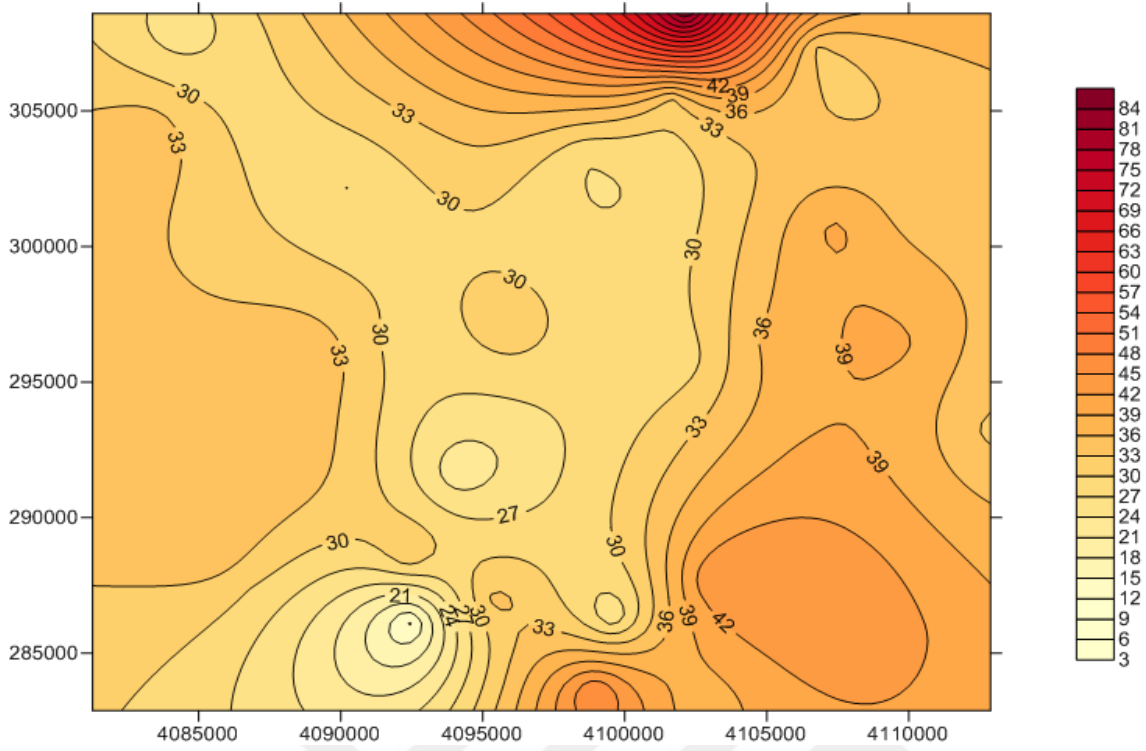
Yeraltısuyundaki sertlik düzeyi, izleme kuyularında Eylül 2012-Aralık 2013 döneminde aylık olarak izlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçları kullanılarak her mevsim için mekansal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalar Şekiller 4.21-4.24'te sunulmaktadır.



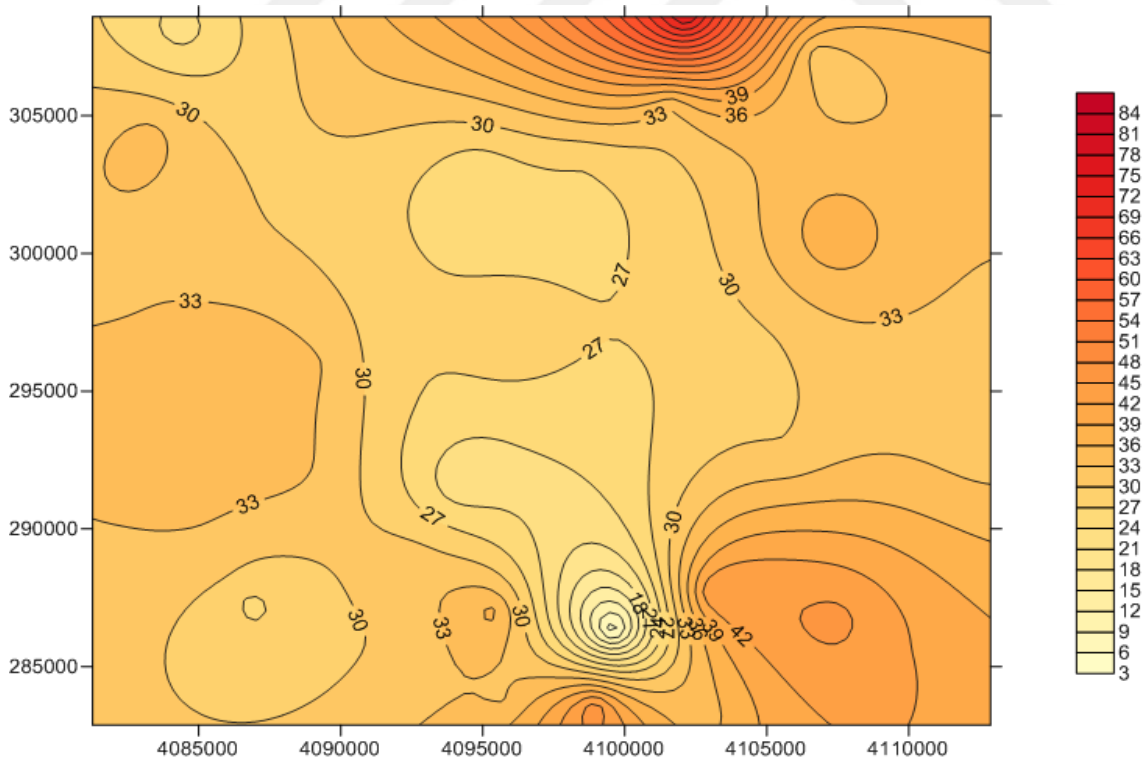
Şekil 4.21. Toplam sertlik parametresi için sonbahar mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.22. Toplam sertlik parametresi için kış mevsimine ait (Aralık 2012-Şubat 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.23. Toplam sertlik parametresi için ilkbahar mevsimine ait (Mart 2013) mekansal dağılım haritası



Şekil 4.24. Toplam sertlik parametresi için yaz mevsimine ait (Haziran-Ağustos 2013) mekansal dağılım haritası

Mevsimsel olarak ortalama sertlik seviyesi incelendiğinde oldukça yakın düzeyler gözlenmektedir. Antalya traverten platosundaki jeolojik formasyon ile bağlantılı olarak bölgedeki sertlik seviyesi yüksektir. Tüm mevsimlerde ölçülen ortalama sertlik 33-36 Fr (Fransız Sertliği) düzeyinde iken maksimum sertlik 53-101 Fr aralığındadır ve oldukça yüksek düzeydedir. Toplam sertlik 50 Fr değerinden yüksek olduğunda çok sert su olarak sınıflandırılmaktadır ve genel olarak bölgedeki yeraltısuyu kaynakları sert su sınıfına girmektedir. Sertlik seviyesi bazı kuyularda yüksek salınımlar göstermektedir.

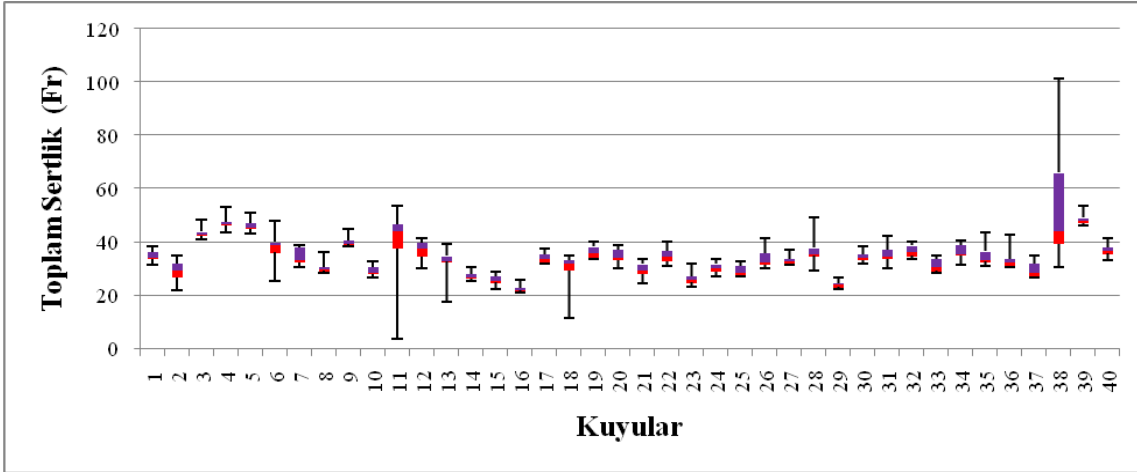
Seçilen 40 adet izleme istasyonunda ölçülen toplam sertlik değerlerine ilişkin istatistikler ile SURFER programında hazırlanan mekansal dağılım haritalarından elde edilen grid istatistikleri Çizelge 4.5'te sunulmaktadır. Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi SURFER programı ile oluşturulan mekansal dağılım haritalarından elde edilen ortalama ve medyan sonuçları, ölçüm verilerine yakındır.

Çizelge 4.5. Bir yıllık izleme dönemi için 40 adet izleme kuyusunda ölçülen toplam sertlik değerlerinin ve mekansal dağılım haritasında tanımlanan grid verilerinin istatistiksel özellikleri

Toplam Sertlik (Fr)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Eylül-Kasım 2012	21,97	53,59	36,25	35,96	7,02
Aralık 2012-Şubat 2013	17,47	66,01	34,56	33,95	7,47
Mart-Mayıs 2013	11,50	84,09	34,22	33,28	10,47
Haziran-Ağustos 2013	3,64	101,38	33,15	32,28	10,19

Toplam Sertlik (Fr)		Grid verilerine ait istatistiksel sonuçlar			
Dönem	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Hata
Eylül-Kasım 2012	24,81	51,60	35,99	35,25	0,0554
Aralık 2012-Şubat 2013	23,15	137,30	37,56	34,91	0,1408
Mart-Mayıs 2013	11,71	82,80	33,83	33,49	0,0721
Haziran-Ağustos 2013	5,10	74,91	32,24	31,71	0,0667

Toplam sertlik parametresi için Eylül 2012-Aralık 2013 döneminde tüm kuyularda sürdürülen izleme çalışmasından elde edilen ölçüm sonuçları ile box-plot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.25). Şekil 4.25'te sunulan tüm kuyu verilerinden elde edilen yıllık ortalama sertlik değeri 34,7 Fr'dir ve bazı kuyularda yüksek salınımlar söz konusudur. Salınının en yüksek olduğu alan 38 nolu kuyudur. Bu kuyu Antalya'nın Aksu bölgesinde yer almaktadır ve Kurşunlu bölgesine denk gelmektedir. Sertlik için 6 ve 11 nolu kuyudaki aylık ve mevsimsel değişimler, diğer kuyulara oranla çok daha belirgin düzeydedir.



Şekil 4.25. Toplam sertlik ölçümlerinin tüm kuyularda 1 yıllık izleme dönemi içindeki değişimi

4.2. Çalışma Bölgesi Dönemsel Karşılaştırma ve Değerlendirmeleri

Antalya genelindeki 40 kuyu üzerinde yapılan değerlendirme, çalışma bölgesi olan Altınova ve çevresindeki 9 kuyudan alınan numunelere ait analiz sonuçları için de yapılmıştır. Buna göre kuyular arasında karşılaştırma yapmak üzere box-plot grafikleri hazırlanmıştır. Ayrıca, 4 izleme dönemine ait sonuçlar da karşılaştırılmıştır.

ASAT İçme suyu Laboratuvarında (Şubat 2014 – Nisan 2014 – Ağustos 2014 – Aralık 2014) tarihlerinde yapılan analizler ile Nisan 2014 tarihinde Halk Sağlığı laboratuvarında yapılan 4 kuyuya ait analiz sonuçlarına ait veriler değerlendirilmiştir.

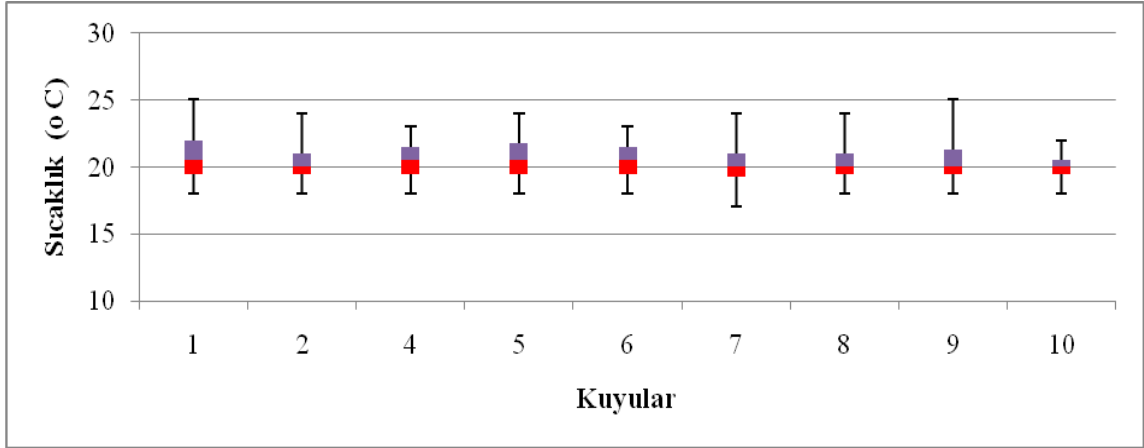
Sıcaklık, pH, iletkenlik, bulanıklık, klorür, sülfat, sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum, toplam sertlik parametreleri için grafikler çizilmiştir.

4 izleme döneminde 9 farklı izleme kuyusunda gerçekleştirilen izleme çalışması için sonuçlar aşağıdaki bölümlerde yorumlanmaktadır.

4.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.26 ve Çizelge 4.6'da sunulmaktadır.

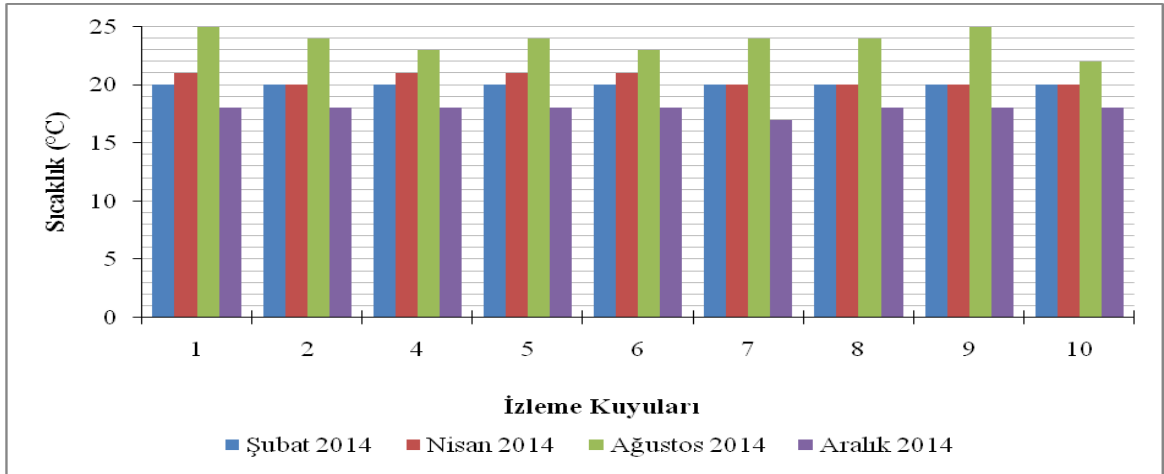
Kuyular arasındaki sıcaklık farkı en fazla 3 °C olurken, mevsimsel sıcaklık farkı 8 °C kadar çıkmıştır. Standart sapma değerleri %1'in altında kalmıştır. Kuyular arasında önemli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır. Ancak, Ağustos ayındaki ölçümlere bakıldığında minimum ve maksimum değerler arasında en fazla 3 °C'lik bir fark olduğu izlenmiştir. Birbirinden farklı olarak kuyuların derinlik farkından sıcaklık farkının oluştuğu söylenebilir (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Sıcaklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.6. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sıcaklık değerlerinin istatistiksel özeti

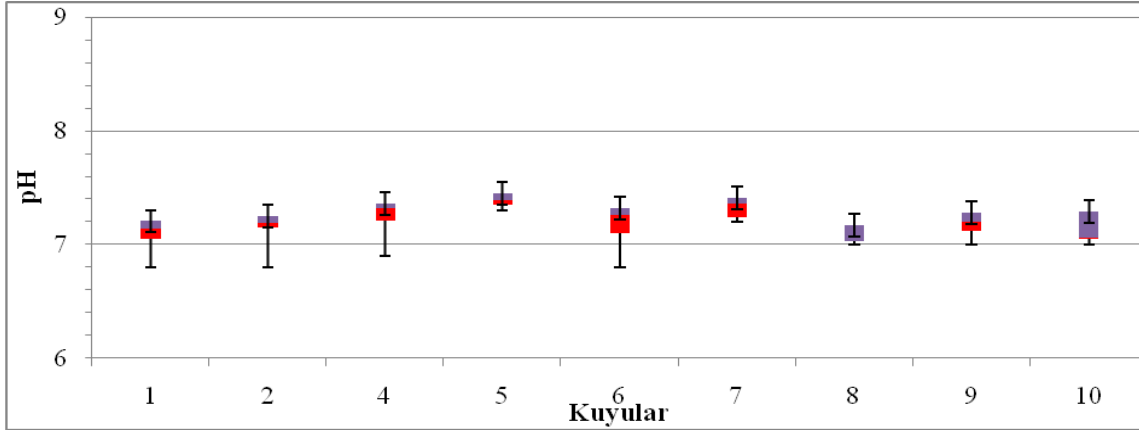
Sıcaklık (°C)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	20	20	20	20	0
Nisan 2014	20	21	20,44	20	0,53
Ağustos 2014	22	25	23,78	24	0,97
Aralık 2014	17	18	17,89	18	0,33



Şekil 4.27. Sıcaklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.2. pH

pH ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.28 ve Çizelge 4.7’de sunulmaktadır.

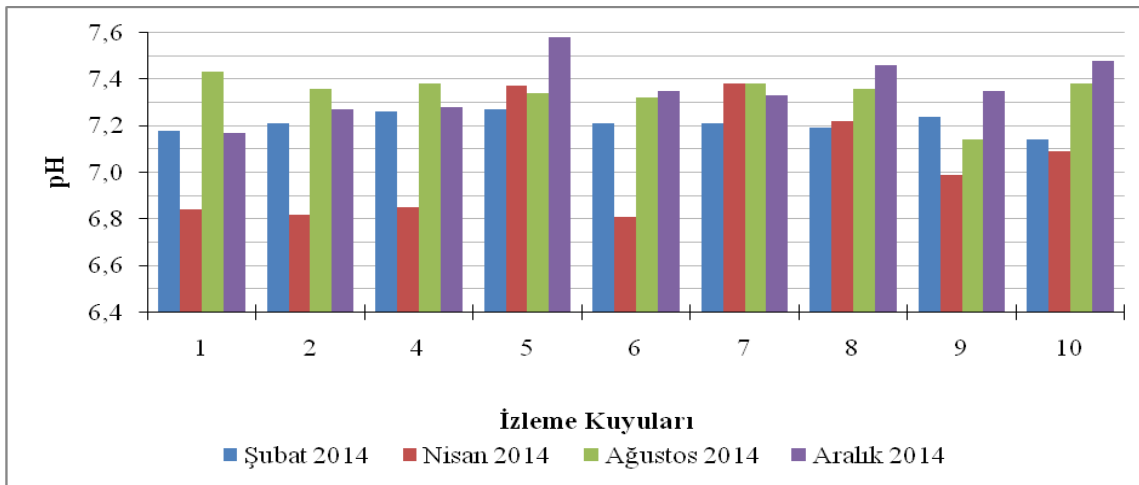


Şekil 4.28. pH ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.7. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen pH değerlerinin istatistiksel özeti

pH	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	7,14	7,27	7,21	7,21	0,04
Nisan 2014	6,81	7,38	7,04	6,99	0,23
Ağustos 2014	7,14	7,43	7,34	7,36	0,08
Aralık 2014	7,17	7,58	7,36	7,35	0,12

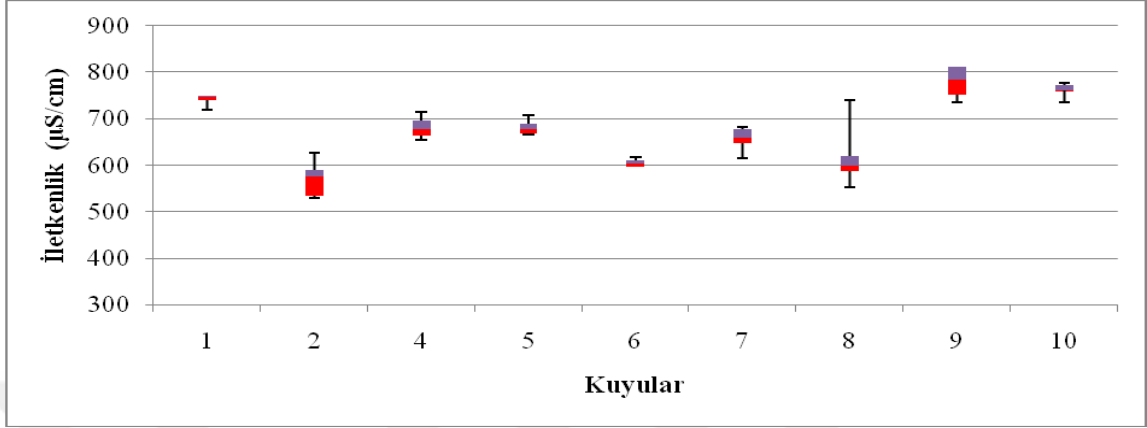
pH ölçümleri açısından kuyular arasında ciddi farklılıklar olmaması asit baz dengesi bakımından birbirine yakın suların varlığını göstermektedir. Nisan ayındaki izlemelerde minimum pH değeri 7'nin altında ölçülmüştür. pH değerinin 7'nin altında olması o dönem yeraltısularının yağmur suları ile beslendiğini göstermektedir. Yağışlar nedeniyle kış aylarında pH değerlerinde düşme gözlenmektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. pH ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.3. İletkenlik

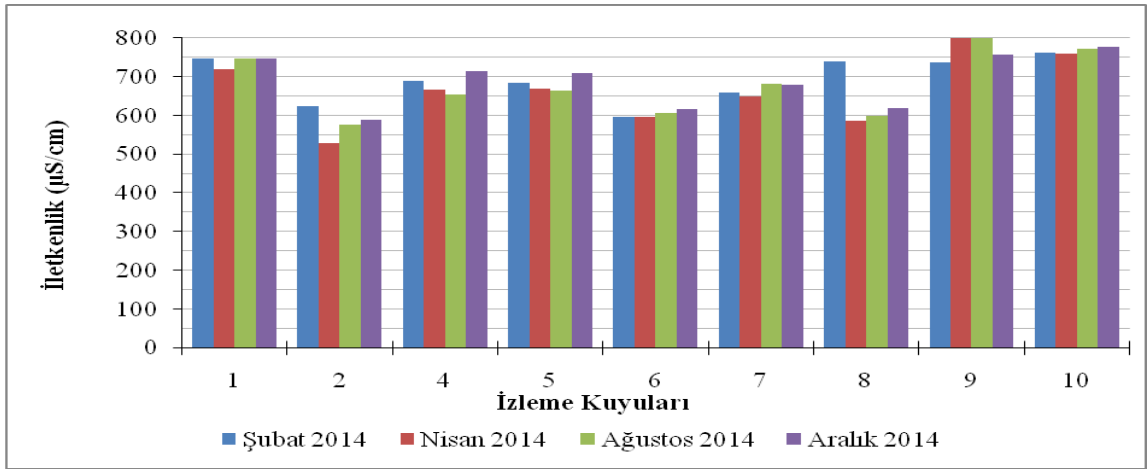
İletkenlik ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.30 ve Çizelge 4.8’de sunulmaktadır.



Şekil 4.30. İletkenlik ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.8. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen iletkenlik değerlerinin istatistiksel özeti

İletkenlik (µS/cm)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	597	761	693	689	57,8
Nisan 2014	529	810	665	667	88,57
Ağustos 2014	575	812	679	665	82,02
Aralık 2014	589	777	690	708	67,97

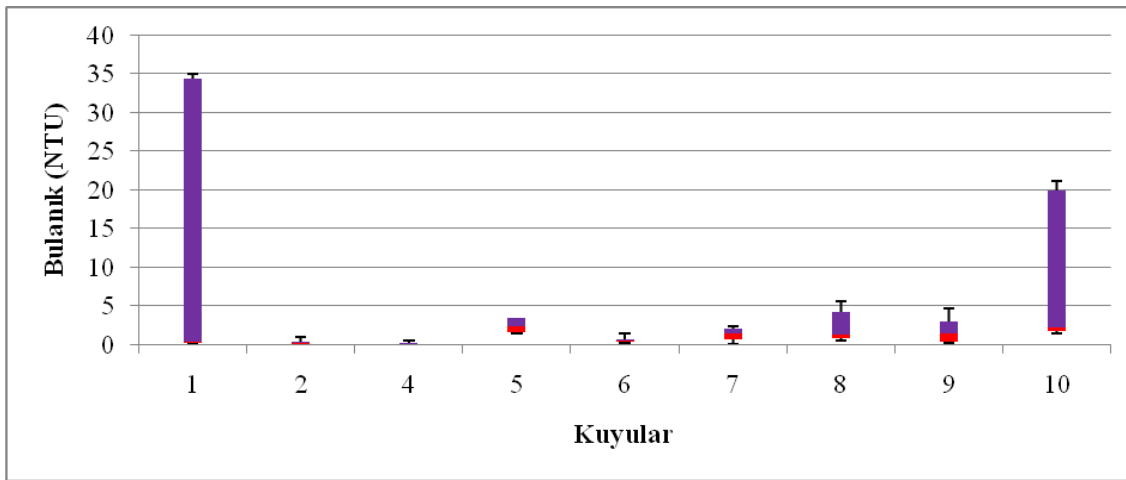


Şekil 4.31. İletkenlik ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

Minimum iletkenlik değerleri Nisan ayı dışında 580 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüş, maksimum değerler ise Nisan ve Ağustos aylarında 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerinin üzerine çıkmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğine göre sınır değer 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olmasına rağmen genelde iletkenlik ölçümlerinin 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerinin üzerinde olması içme ve kullanma suyu açısından pek tercih edilmemektedir. İletkenlik değerlerinin birbirine göre farklılık göstermesinin en önemli nedeni yeraltısuyuna olan derinliktir.

4.2.4. Bulanıklık

Bulanıklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.32 ve Çizelge 4.9'de sunulmaktadır.

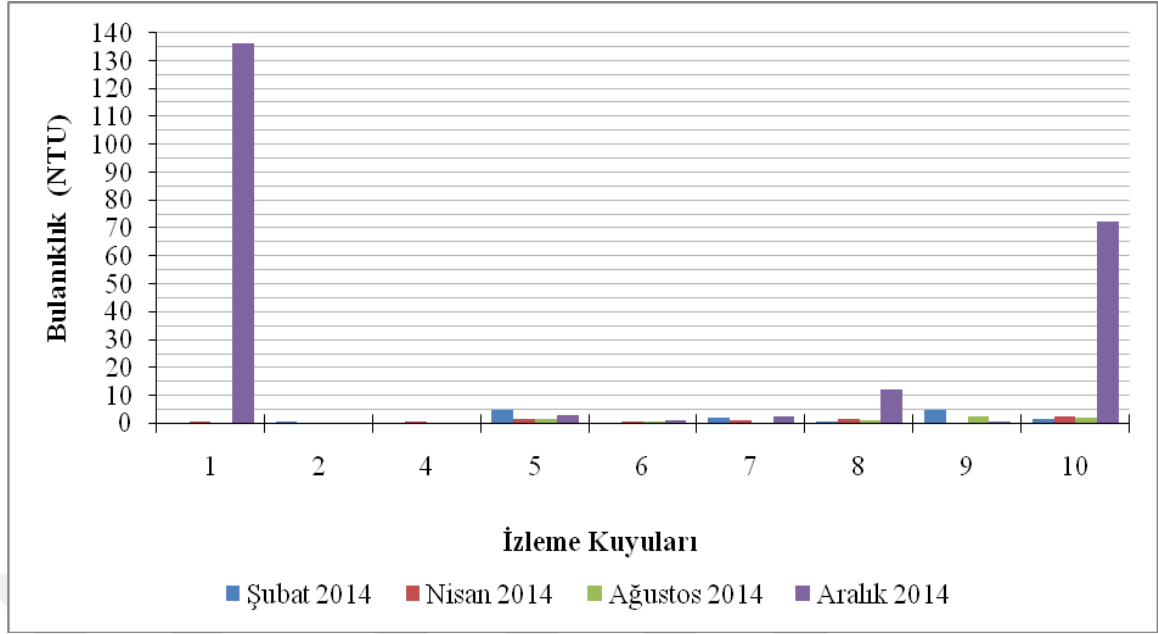


Şekil 4.32. Bulanıklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.9. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen bulanıklık değerlerinin istatistiksel özeti

Bulanıklık (NTU)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	
Şubat 2014	0,24	4,58	1,63	0,72	1,75	
Nisan 2014	0,23	2,6	0,98	0,55	0,82	
Ağustos 2014	0,02	2,56	0,89	0,7	0,92	
Aralık 2014	0,09	136	25,31	2,6	47,61	

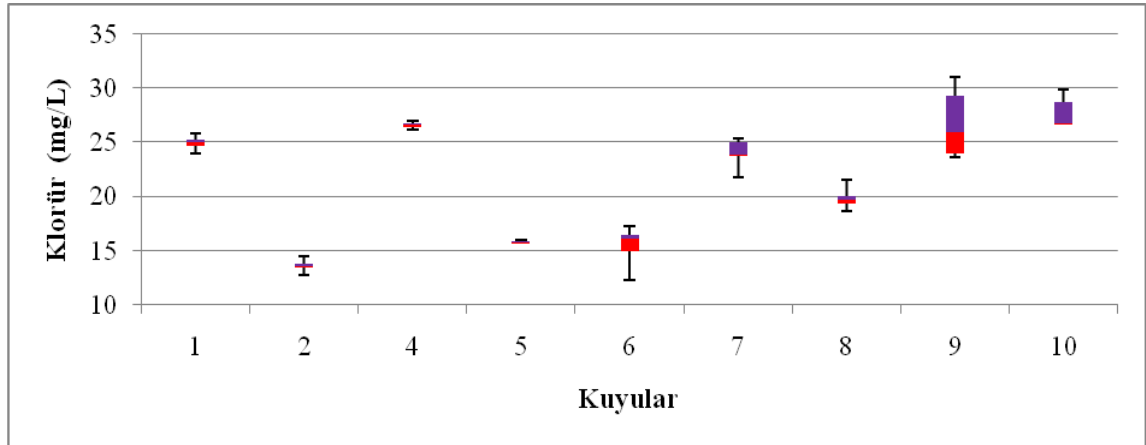
Bulanıklık için genel olarak fazla bir değişim görülmemiş olsa da, Aralık ayı verilerinde 1 ve 9 numaralı istasyonlarda çok ciddi bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni yağış sonrası yüzeyden taşınarak gelen topraklar ile bulanıklaşan ve yükselen yeraltısuyu seviyesi olarak açıklanabilir. Bu sonuçlar 1 ve 9 numaralı istasyonlarda yeraltısuyuna olan derinliğin düşük olduğunu göstermektedir. Diğer istasyonlar için mevsimsel ve mekansal olarak ciddi bir değişiklik gözlenmemiştir.



Şekil 4.33. Bulanıklık ölçümlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.5. Klorür

Klorür konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda değişimi Şekil 4.34 ve Çizelge 4.10'da sunulmaktadır.

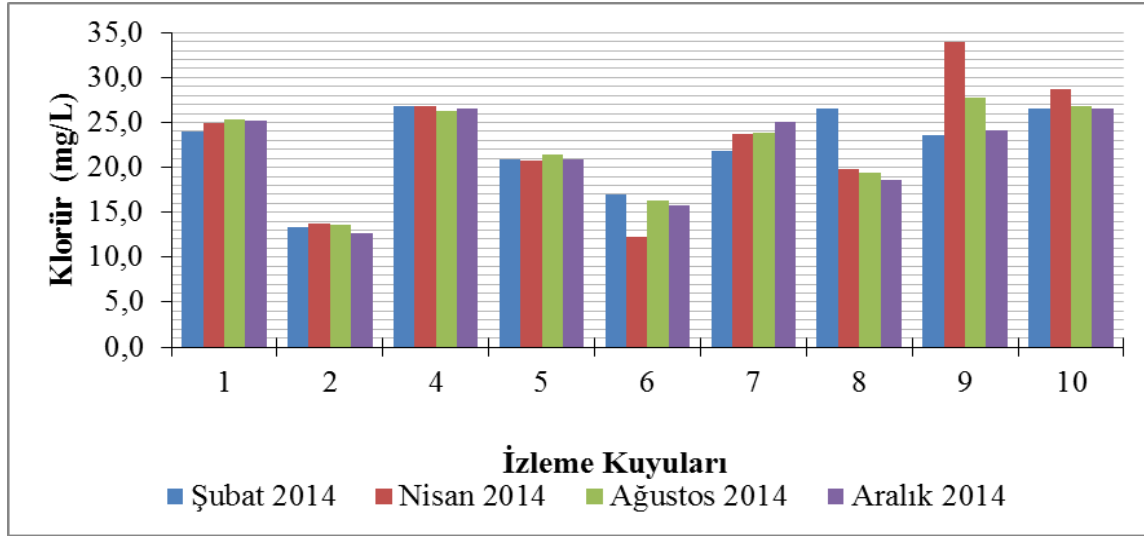


Şekil 4.34. Klorür konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Klorür değerleri tüm istasyonlar için 10-30 mg/L arasında değişmektedir. 2-5-6 nolu kuyuların klorür değerleri diğer istasyonlara göre daha düşüktür. Dolayısıyla yüzeysel sularından ya da topraktan süzülen tuzun yeraltısuyuna daha az karıştığını göstermektedir.

Çizelge 4.10. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen klorür değerlerinin istatistiksel özeti

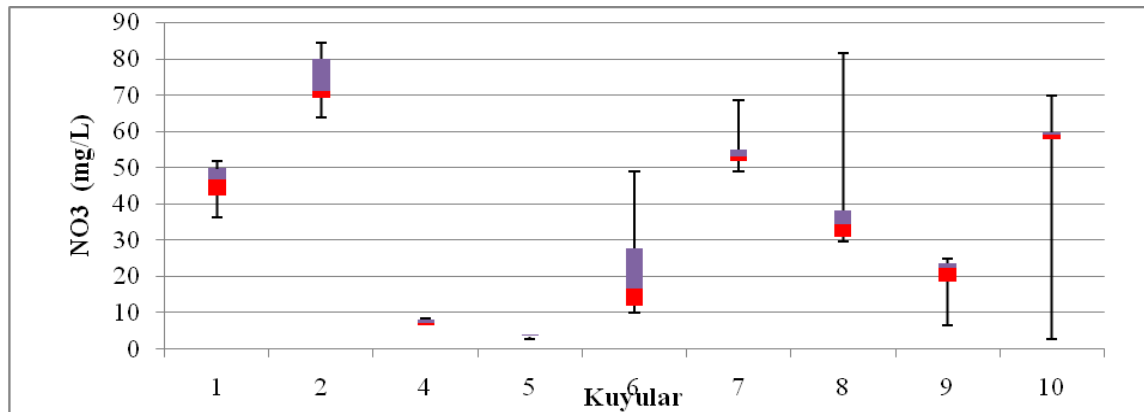
Klorür (mg/L)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	13,4	26,83	22,3	23,6	4,64
Nisan 2014	12,25	33,97	22,75	23,74	6,96
Ağustos 2014	13,62	27,75	22,31	23,89	4,98
Aralık 2014	12,71	26,57	21,72	24,14	5,04



Şekil 4.35. Klorür konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.6. Nitrat

Nitrat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda değişimi Şekil 4.36 ve Çizelge 4.11’de sunulmaktadır.



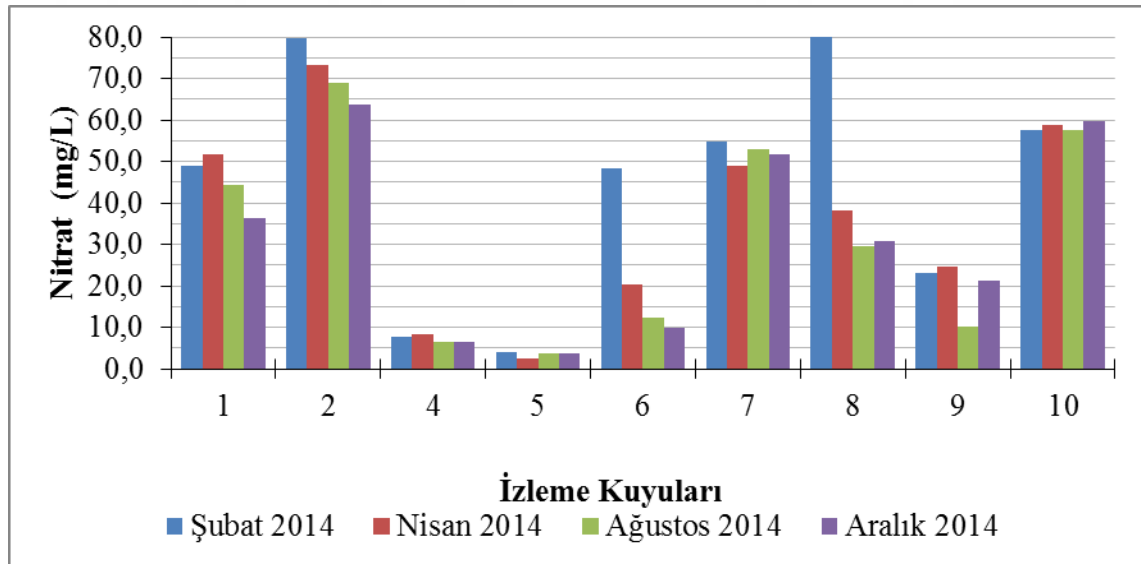
Şekil 4.36. Nitrat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.11. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen nitrat değerlerinin istatistiksel özeti

Nitrat (mg/L)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	3,88	81,33	43,55	48,89	29,77
Nisan 2014	2,49	73,16	33,52	31,43	23,93
Ağustos 2014	3,79	69,02	28,61	21,01	24,46
Aralık 2014	3,67	63,89	27,95	25,95	21,91

Nitrat konsantrasyonu, suyun kirlilik derecesi hakkında bize önemli sonuçlar vermektedir. Yapılan analizlerden görülmüştür ki; 4 ve 5 nolu kuyularda nitrat kaynaklı kirlilik yok denecek kadar azdır. Bu kuyuların derin kuyular olduğu diğer analiz değerleri yorumlarında da ortaya çıkmıştı. Bu kuyularda yeraltısuyu derinde olduğu için, yüzey kaynaklı kirliliklerin yeraltılarına ulaşmadığı ortaya çıkmaktadır. İlâveten, 8 numaralı kuyu da oldukça temiz olup, düşey yönde taşınımın daha az olduğu söylenebilir. Bu kuyular dışındaki diğer kuyularda nitrat konsantrasyonu oldukça yüksektir ve içme suyu standartlarına uygun değildir.

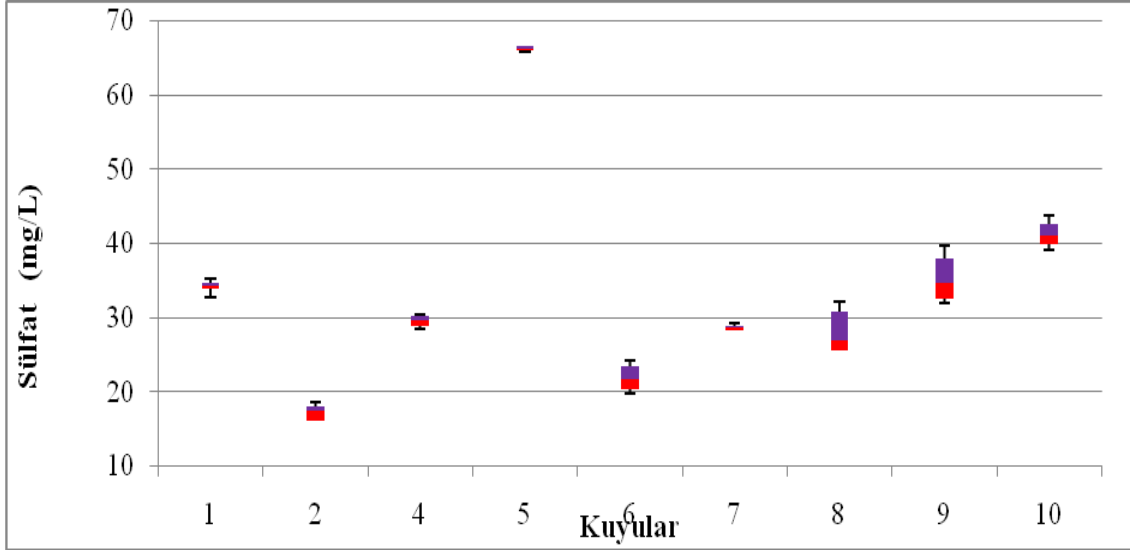
Özellikle 2 ve 10 numaralı kuyularda nitrat konsantrasyonu yüksektir. Bu kuyuların kirlenmiş olduğu tanımı yapılabilir. Bu kuyulardan elde edilen sular, içme suyu olarak kullanıma uygun değildir.



Şekil 4.37. Nitrat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.7. Sülfat

Sülfat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.38 ve Çizelge 4.12’de sunulmaktadır.



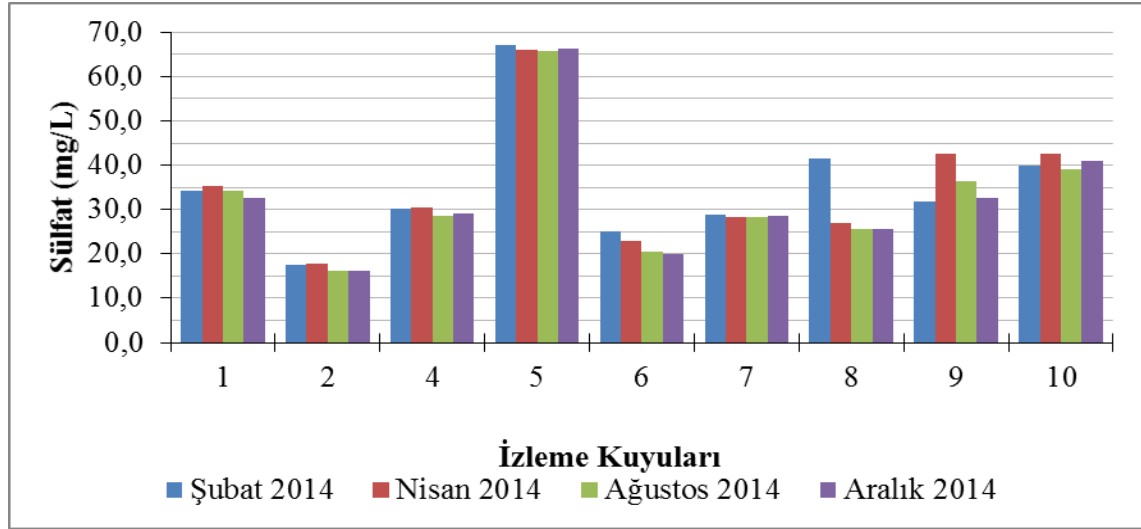
Şekil 4.38. Sülfat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.12. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sülfat değerlerinin istatistiksel özeti

Sülfat (mg/L)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
	Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
	Şubat 2014	17,44	67,13	35,09	14,05
	Nisan 2014	17,92	66	34,73	14,33
	Ağustos 2014	16,08	65,79	32,73	14,42
	Aralık 2014	16,11	66,24	32,40	14,64

Minimum sülfat konsantrasyonu 16 mg/L, maksimum sülfat konsantrasyonu ise 67 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar bize sülfat açısından kirlilik yaratan bir husus olmadığını göstermektedir.

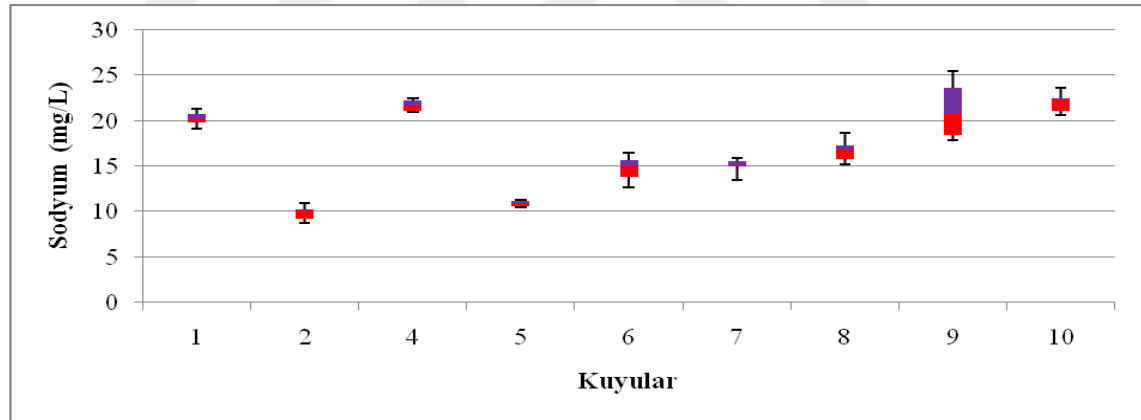
En yüksek sülfat değeri 5 nolu kuyuda ölçülmüştür. 5 nolu kuyu Aksu çayına yakın bir konumda bulunmaktadır.



Şekil 4.39. Sülfat konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.8. Sodyum

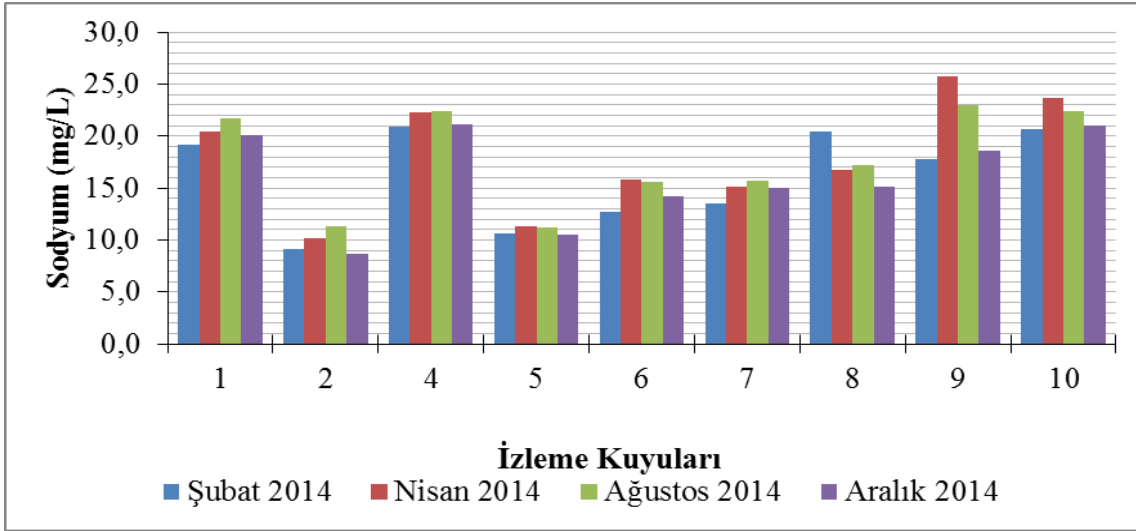
Sodyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.40 ve Çizelge 4.13'te sunulmaktadır.



Şekil 4.40. Sodyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.13. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen sodyum değerlerinin istatistiksel özeti

Sodyum (mg/L)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	
Şubat 2014	9,18	20,93	16,10	17,82	4,62	
Nisan 2014	10,18	25,72	17,92	16,76	5,43	
Ağustos 2014	11,16	22,98	17,85	17,23	4,74	
Aralık 2014	8,69	21,09	16,04	15,18	4,52	

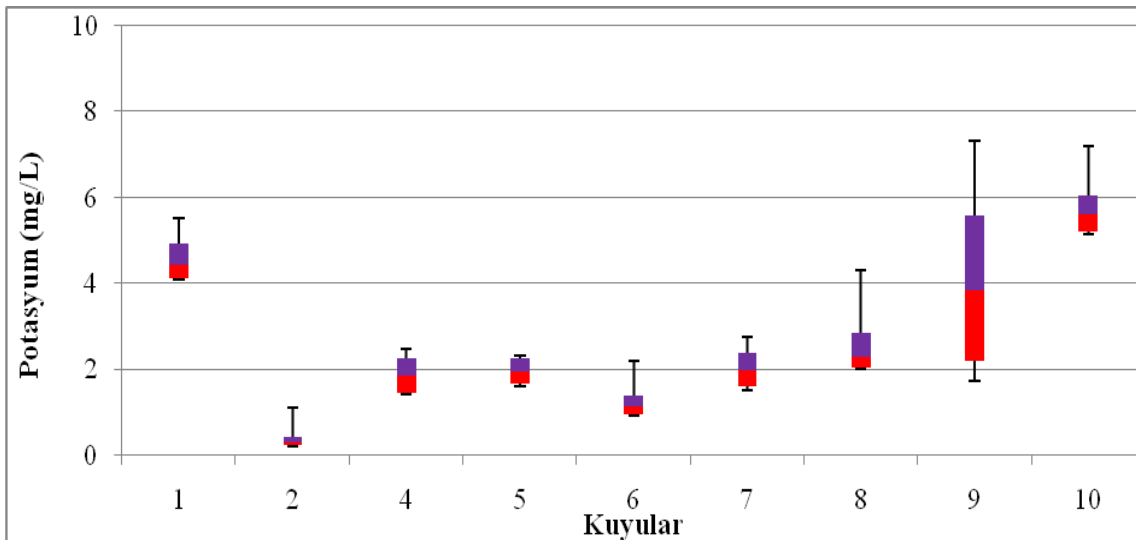


Şekil 4.41. Sodyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

Tüm kuyuların mevsimsel analiz sonuçlarına bakılacak olursa sodyum değerlerinin önemli bir değişim göstermediği söylenebilir. Genelde 20 mg/L'nin altındaki değerler kararsız olarak adlandırılrsa da sülfat ve klorür ile birlikte değerlendirildiğinde hiçbir kuyu suyu için agresif su tanımı yapılamamaktadır.

4.2.9. Potasyum

Potasyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.42 ve Çizelge 4.14'te sunulmaktadır.

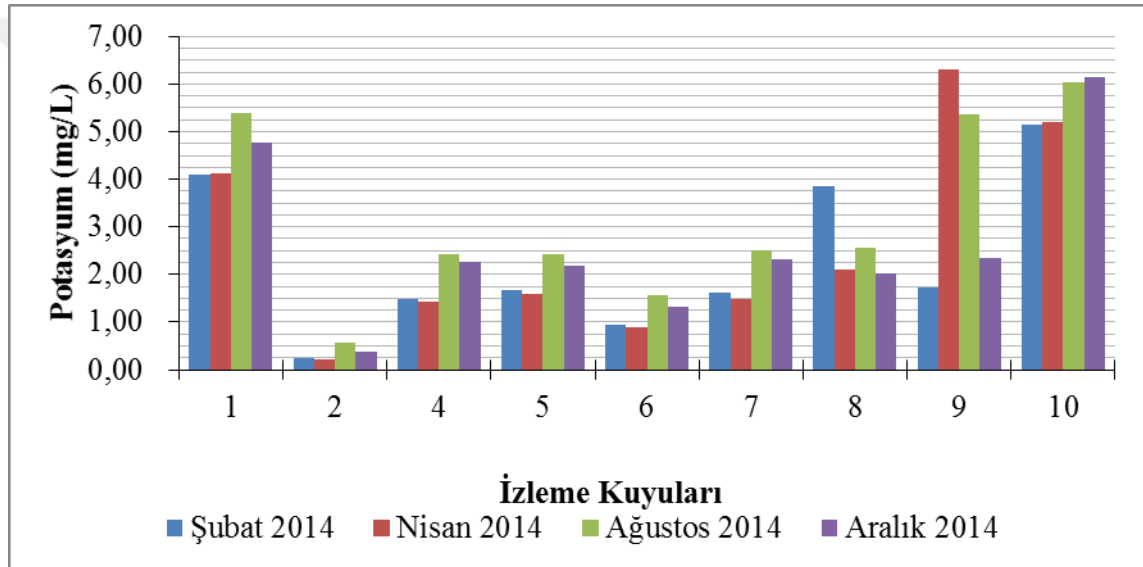


Şekil 4.42. Potasyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.14. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen potasyum değerlerinin istatistiksel özeti

Potasyum (mg/L)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	0,24	5,16	2,31	1,67	1,65
Nisan 2014	0,22	6,31	2,59	1,59	2,10
Ağustos 2014	0,57	6,03	3,20	2,50	1,91
Aralık 2014	0,38	6,15	2,64	2,26	1,75

Analiz sonuçlarındaki potasyum konsantrasyonunun 0 ile 6 mg/L arasında değiştiği Şekil 4.42 ile Çizelge 4.14'ten görülmektedir. Sulardeki potasyum miktarı genel olarak 20 mg/L'den azdır.

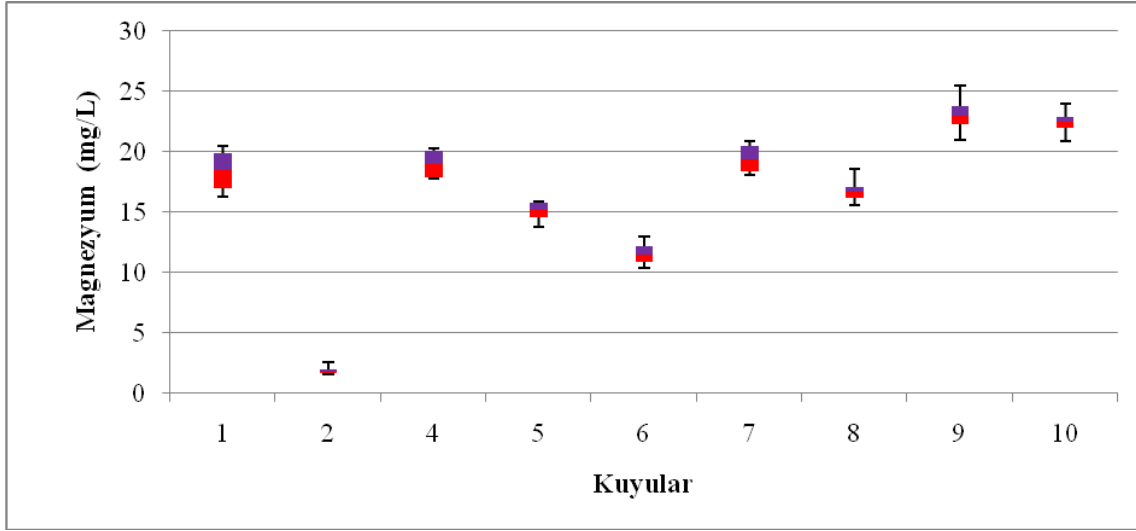


Şekil 4.43. Potasyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.10. Magnezyum

Magnezyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.44 ve Çizelge 4.15'te sunulmaktadır.

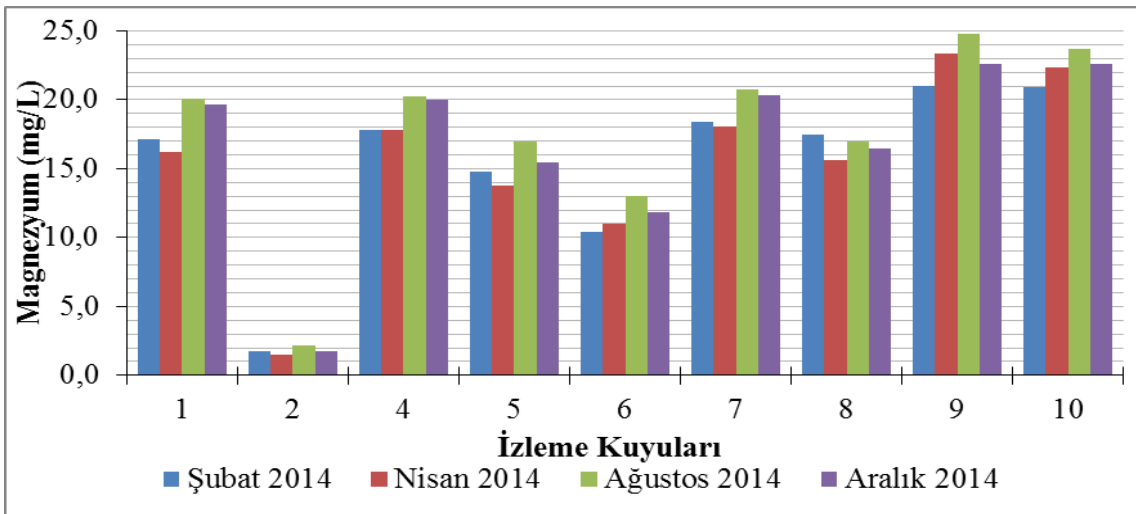
Minimum ve maksimum magnezyum konsantrasyonları sırasıyla 1,46 ve 24,76 mg/L olarak analiz edilmiştir. Ölçülen magnezyum değerleri her ne kadar içilebilecek sular ölçüsünde olsa da, 2 nolu kuyudaki yeraltısuyu derinliğinin daha fazla olduğu ve buna bağlı olarak magnezyum değerinin düşük olduğu söylenebilir. 2 nolu kuyu haricindeki diğer kuyulardaki mineral madde oranları daha yüksektir (Şekil 4.45).



Şekil 4.44. Magnezyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.15 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen magnezyum değerlerinin istatistiksel özeti

Magnezyum (mg/L)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar			
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	1,76	20,97	15,52	17,51	6,07
Nisan 2014	1,46	23,37	15,52	16,25	6,53
Ağustos 2014	2,16	24,76	17,64	20,11	6,82
Aralık 2014	1,71	22,62	16,73	19,65	6,63

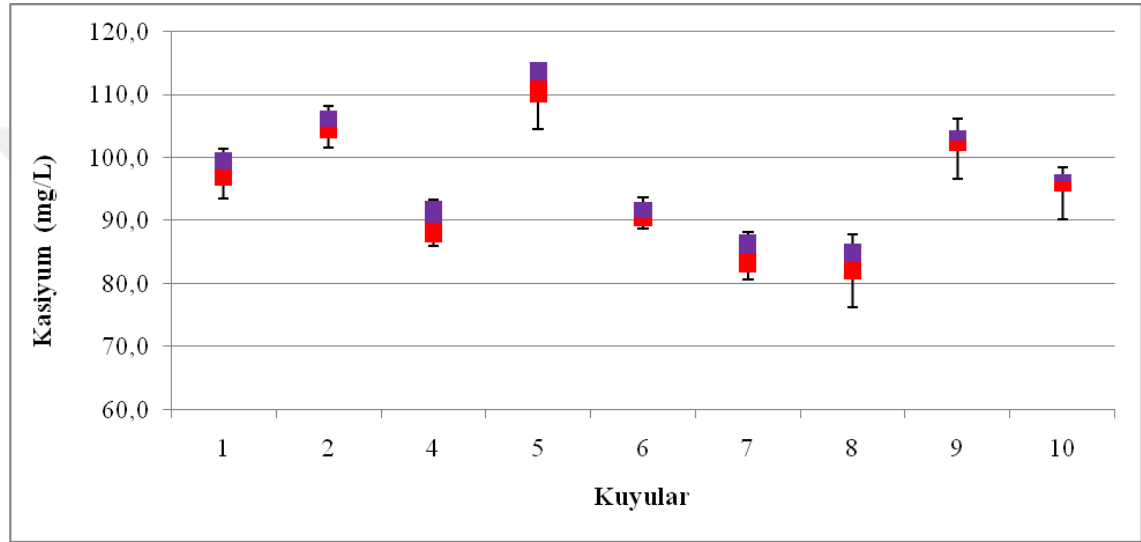


Şekil 4.45. Magnezyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.11. Kalsiyum

Kalsiyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.46 ve Çizelge 4.16’da sunulmaktadır.

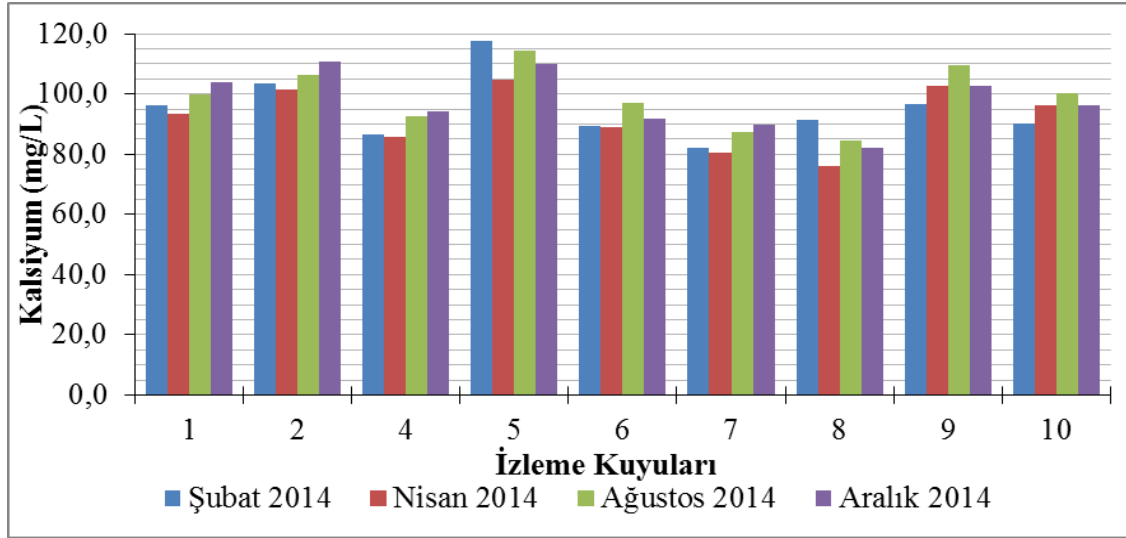
2 ve 4 nolu kuyulardaki kalsiyum miktarları, magnezyum miktarlarının tersine daha yüksek çıkmıştır. Magnezyuma tutunamayan iyonlar kalsiyuma tutunabilmektedir. Minimum kalsiyum konsantrasyonu 76,18 mg/L olarak Nisan ayında, maksimum kalsiyum konsantrasyonu da 117,54 mg/L olarak Şubat ayında analiz edilmiştir. Bölgedeki yeraltısularının genel olarak jeolojik formasyona da bağlı olarak, kalsiyum içeriği açısından zengin sular olduğu Şekil 4.47’de görülmektedir.



Şekil 4.46. Kalsiyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.16. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen kalsiyum değerlerinin istatistiksel özeti

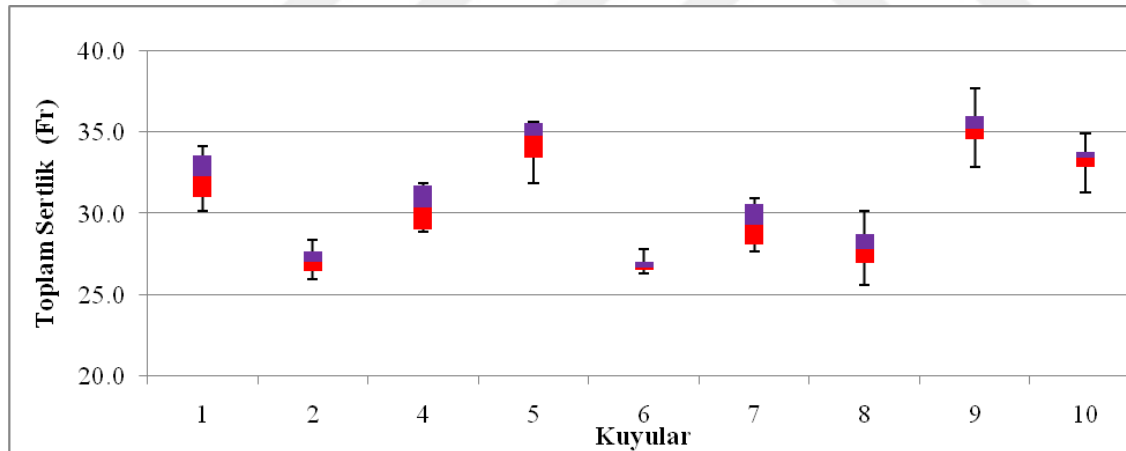
Kalsiyum (mg/L)		Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar			
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	82,20	117,54	94,86	91,47	10,52
Nisan 2014	76,18	104,59	92,24	93,50	10,05
Ağustos 2014	84,54	114,33	99,08	99,78	9,96
Aralık 2014	82,15	110,69	97,92	96,10	9,64



Şekil 4.47. Kalsiyum konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.2.12. Toplam Sertlik

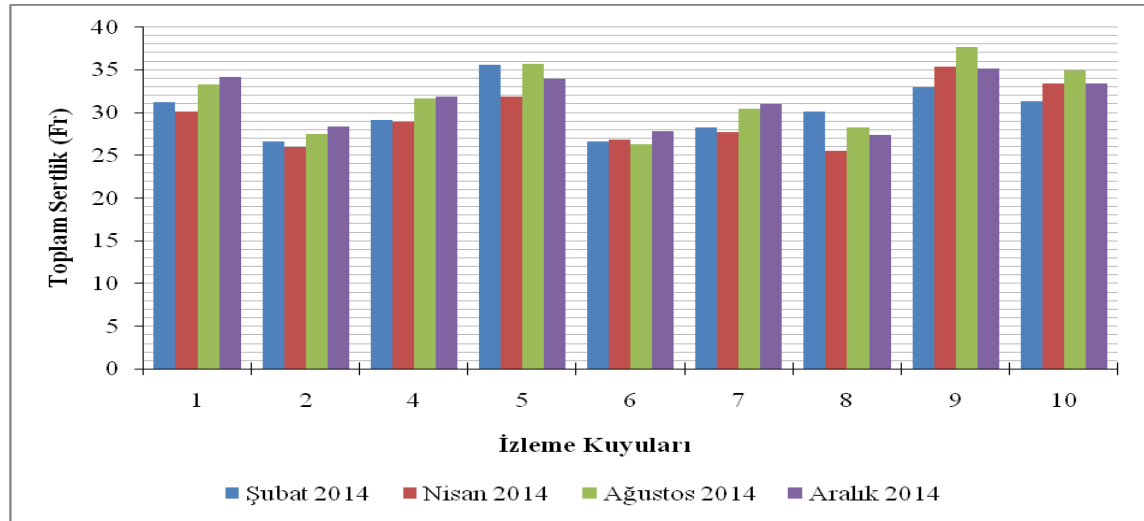
Toplam sertlik konsantrasyonunun 9 izleme kuyusundaki değişimi Şekil 4.48 ve Çizelge 4.17’de sunulmaktadır.



Şekil 4.48. Toplam sertlik değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimi

Çizelge 4.17. 4 izleme dönemi için 9 adet izleme kuyusunda ölçülen toplam sertlik değerlerinin istatistiksel özeti

Toplam Sertlik (Fr)	Ölçümlere ait istatistiksel sonuçlar				
Ay	Minimum	Maksimum	Ortalama	Medyan	Standart Sapma
Şubat 2014	26,59	35,56	30,05	29,63	3,11
Nisan 2014	25,56	35,39	29,05	28,30	3,34
Ağustos 2014	26,33	37,70	31,35	31,05	4,03
Aralık 2014	27,38	35,10	31,21	31,43	3,06



Şekil 4.49. Toplam sertlik değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

Toplam sertlik, magnezyum ve kalsiyumun yarattığı geçici sertlik ile birlikte bu parametrelerin sülfat, klorür ve nitrat asitleri ile yapmış olduğu bileşiklerin oluşturduğu kalıcı sertlik toplamından oluşmaktadır. İzleme sonuçlarına göre bölgedeki yeraltısularının çok sert olduğunu söylemek mümkündür. Yeraltısuyuna olan derinlik azaldıkça kalıcı sertlik değerleri yükselmektedir.

4.2.13. Toplam Koliform

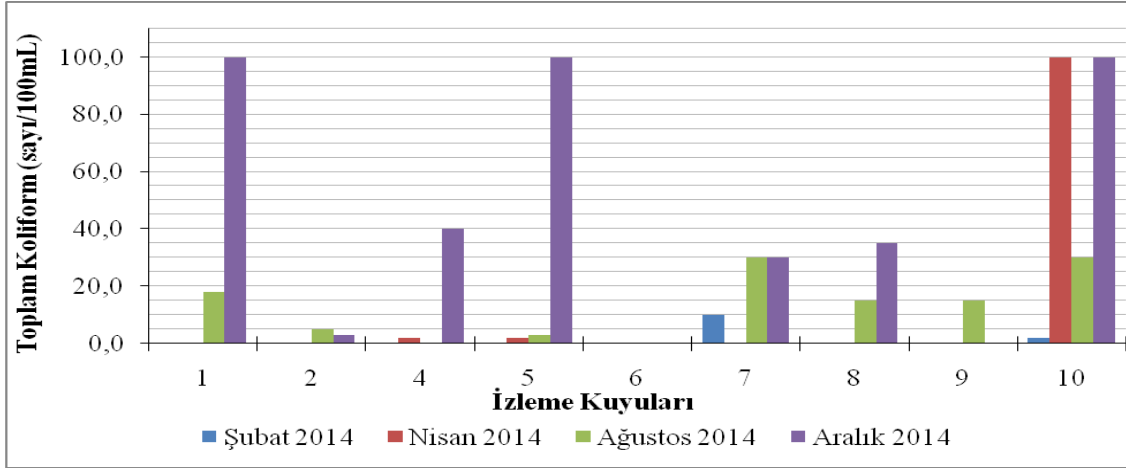
Bakteriyolojik parametreler içinde yer alan toplam koliforma ait sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmektedir.

Çizelge 4.18. Tüm izleme çalışmalarından elde edilen toplam koliform değerleri

Toplam Koliform (Sayı/100 ml)					
Kuyu No	Şubat 2014	Nisan 2014	Ağustos 2014	Aralık 2014	Halk Sağlığı Lab. Nisan 2014
1	0	0	18	>100	-
2	0	0	5	3	7
4	0	2	0	40	-
5	0	2	3	>100	-
6	0	0	0	0	-
7	10	0	30	30	20
8	0	0	15	35	0
9	0	0	15	0	-
10	2	>100	30	>100	0

Bakteriyolojik parametreler sudaki kirlilik düzeyinin tespiti açısından çok önemlidir. İzleme yapılan 9 adet izleme kuyuları içme suyu amaçlı olarak

kullanılmadığından herhangi bir dezenfeksiyon işlemi uygulanmamaktadır. Yeraltısuyuna olan derinlik azaldıkça koliform bakteri sayısı artmaktadır.



Şekil 4.50. Toplam koliform sayısının 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

Diğerlerine göre daha sıkı olarak kabul edilebilecek 1, 5 ve 10 numaralı kuyuların Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19'dan görüleceği üzere hem E. Koli hem de Toplam Koliform analiz sonuçları özellikle Aralık ayı için daha yüksektir. Şubat ayında en düşük değerler elde edilmiştir.

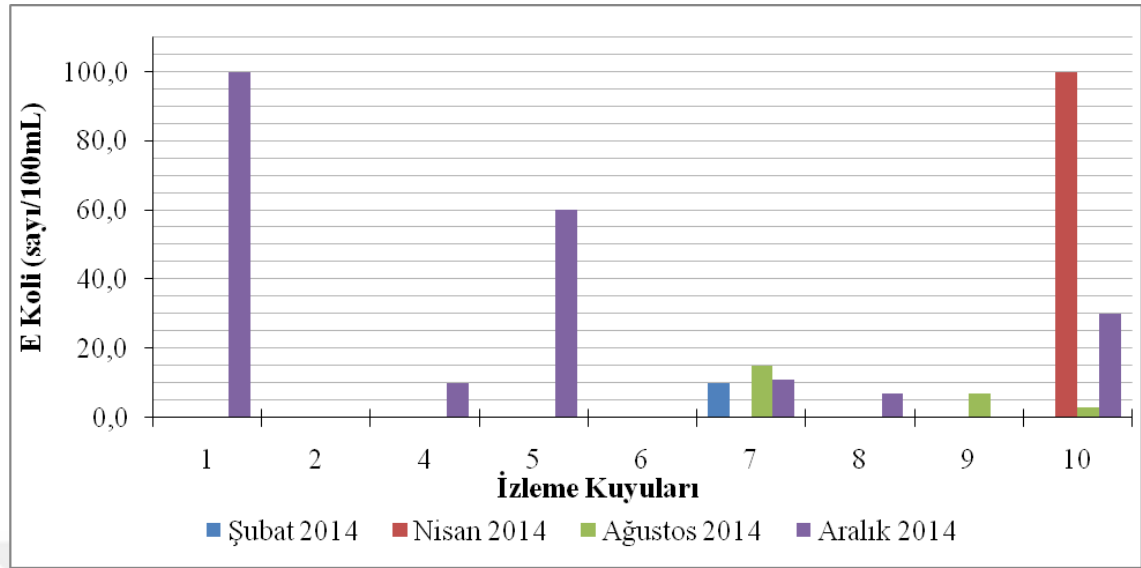
4.2.14. E- Koli

E-Kolinin değerlendirilmesi Çizelge 4.19'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.19. 4 Tüm izleme çalışmalarından elde edilen E-Koli değerleri

E-Koli (Sayı/100 ml)					
Kuyu No	Şubat 2014	Nisan 2014	Ağustos 2014	Aralık 2014	Halk Sağlığı Nisan 2014
1	0	0	0	>100	-
2	0	0	0	0	0
4	0	0	0	10	-
5	0	0	0	60	-
6	0	0	0	0	-
7	10	0	15	11	0
8	0	0	0	7	0
9	0	0	7	0	-
10	0	>100	3	30	0

E-Koli ile ilgili olarak toplam koliforma benzer olarak, Aralık ayı ve 10 numaralı kuyu dışındaki değerler sıfır ya da sıfır değerine çok yakındır. Yağmurlu zamanlarda kuyuların yağış suları ile kirlendiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.51. E-Koli değerlerinin 9 izleme kuyusunda 4 dönem içindeki değişimlerinin karşılaştırılması

4.3. Toprak Analizleri

Aralık 2014 ile Nisan 2015 tarihlerinde izleme kuyuları çevresinden alınan toprak numuneleri 1. ve 2. dönem olmak üzere 2 dönem olarak değerlendirilmiştir. Örneklemeler yüzey (0-30 cm.) ve derin (30-60 cm.) olmak üzere 2 grupta toplanmış, toplanan numuneler analizleri yapılmak üzere akredite özel bir laboratuvar olan Atmosfer Tarım Analiz Laboratuvarı'na gönderilmiştir. Yüzey numunelerine ait toprak örneği, su numunesi alınan dikili alan içerisindeki toprağın yüzeyi olan 0-30 cm arasından, derin numune ise toprağın yüzey kısmını geçerek 60 cm derinliğe kadar alınan kısmı olarak değerlendirilmektedir. Toprak numuneleri kuyuların damlama sulama ile sulandığı örtü altı yetiştiriciliğin yapıldığı alanlardan alınmıştır. Alınan toprak numunelerinde; pH, toplam tuz, EC (tuz), organik madde (Org. Madde), hacim ağırlık, infiltrasyon hızı (İnf. Hızı), amonyum azotu (Amn-N), nitrat azotu (Nit-N), toplam azot (TN), kum, kil ve silt parametreleri için analizler yapılmıştır.

1.dönem toprak analizlerinin sonuçları Çizelge 4.20 ve 4.21'de, 2. dönem toprak analizlerinin sonuçları ise Çizelge 4.22 ve 4.23'te verilmektedir.

Çizelge 4.20. 1. dönem derin (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları

Kuyu No	pH	Toplam Tuz	EC (tuz)	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn-N	Nit-N	TN	Kum	Kil	Silt
Birim		%	mS/cm	%	gr/cm ³	mm/h	%	%	%	%	%	%
1	8,22	0,016	0,54	1,32	1,52	3,14	0,03	0,02	0,12	62	12	26
2	8,14	0,032	1,03	2,04	1,43	1,19	0,03	0,02	0,17	54	20	26
4	7,82	0,067	1,96	2,45	1,43	1,52	0,02	0,04	0,29	54	20	26
5	8,25	0,049	1,83	1,29	1,52	2,38	0,01	0,01	0,16	74	14	12
6	7,74	0,085	1,85	3,08	1,39	0,66	0,04	0,04	0,27	50	26	24
7	8,24	0,018	0,6	2,34	1,47	1,41	0,02	0,03	0,19	64	18	18
8	7,95	0,031	0,92	4,3	1,49	2,42	0,04	0,03	0,34	58	14	28
9	8,24	0,041	1,34	1,96	1,48	1,83	0,03	0,03	0,39	62	16	22
10	8,13	0,045	1,32	2,34	1,43	0,89	0,02	0,04	0,39	60	22	18

Çizelge 4.21. 1. dönem yüzey (0-30 cm.) toprak analizlerinin sonuçları

Kuyu No	pH	Toplam Tuz	EC (tuz)	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn-N	Nit-N	TN	Kum	Kil	Silt
Birim		%	mS/cm	%	gr/cm ³	mm/h	%	%	%	%	%	%
1	7,84	0,05	1,73	1,96	1,5	2,39	0,04	0,01	0,2	62	14	24
2	7,58	0,07	1,97	3,11	1,43	1,19	0,04	0,02	0,29	54	20	26
4	7,61	0,12	3,42	2,18	1,45	1,52	0,04	0,03	0,32	52	18	30
5	8,16	0,07	2,69	1,38	1,52	2,38	0,01	0	0,2	74	14	12
6	7,42	0,24	6,01	3,19	1,4	0,81	0,04	0,04	0,35	48	24	28
7	7,73	0,09	2,7	2,92	1,45	1,09	0,03	0,03	0,31	64	20	16
8	7,73	0,07	2,09	4,43	1,52	3,16	0,04	0,03	0,35	58	12	30
9	8,12	0,06	1,8	3,11	1,48	1,83	0,04	0,02	0,26	62	16	22
10	8,05	0,08	2,06	3,5	1,42	0,92	0,04	0,04	0,53	56	22	22

Çizelge 4.22. 2. dönem derin (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları

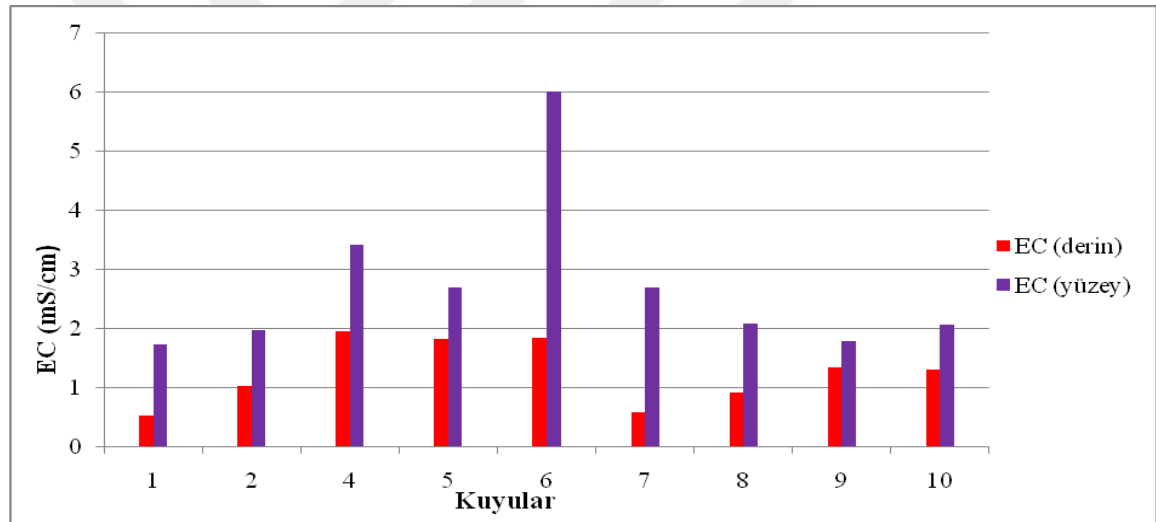
Kuyu No	pH	Topla m Tuz	EC (tuz)	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn- N	Nit- N	TN	Kum	Kil	Silt
Birim		%	mS/cm	%	gr/cm ³	mm/h	%	%	%	%	%	%
1	8,42	0	0,29	3,12	98,28	82,37	0,05	0,15	0,25	47	19	34
2	8,12	0,01	0,69	1,98	111,01	81,12	0,08	0,06	0,17	45	19	36
7	7,95	0,02	1,14	2,83	97,06	61,15	0,14	0,07	0,24	55	1	44
8	7,78	0,01	0,93	4,99	103,34	72,39	0,13	0,06	0,21	47	19	34
10	7,69	0,02	0,96	3,6	104,06	82,37	0,04	0,01	0,17	43	21	36

Çizelge 4.23. 2. dönem yüzey (30-60 cm.) toprak analizlerinin sonuçları

Kuyu No	pH	Toplam Tuz	EC (tuz)	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn-N	Nit-N	TN	Kum	Kil	Silt
Birim		%	mS/cm	%	gr/cm ³	mm/h	%	%	%	%	%	%
1	8,47	0,01	0,33	4,08	98,6	66,15	0,02	0,09	0,28	47	21	32
2	8,14	0,01	0,49	1,98	115,26	93,6	0,08	0,09	0,2	45	17	38
7	7,94	0,01	0,85	3,97	95,29	89,12	0,11	0,11	0,31	53	21	26
8	7,85	0,02	1,13	4,45	109,81	68,64	0,15	0,11	0,28	43	21	36
10	7,67	0,05	3,14	4,14	104,95	59,91	0,05	0,04	0,19	49	1	50

4.3.1. Elektriksel İletkenlik (EC)

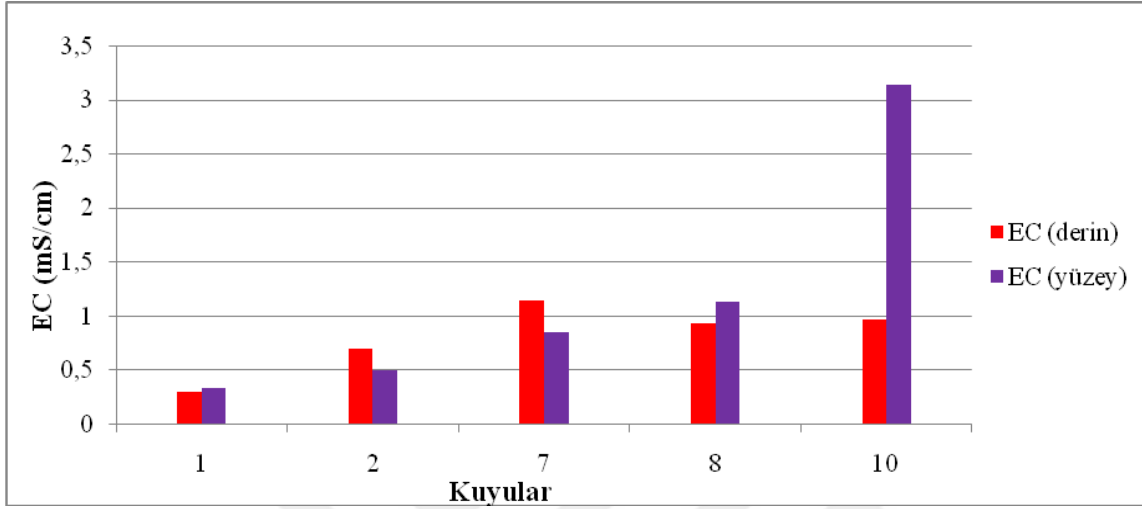
Elektriksel iletkenliğin derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.52 ve 4.53'te sunulmaktadır.



Şekil 4.52. 1. dönem topraktaki elektriksel iletkenlik analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

Yüzeyden alınan 1. ve 2. dönem toprak analizlerinden elektriksel iletkenlik sonuçlarına göre tüm değerler 0,33-6,01 $\mu\text{S/cm}$ aralığında yer almaktadır. 1 nolu istasyondan alınan sonuç en düşük, 6 nolu istasyondan alınan sonuç ise en yüksek değeri vermiştir. 1. Dönem analizleri Aralık 2014'te, 2. Dönem analizleri ise Nisan 2015'te yaptırılmıştır. Elde edilen elektriksel iletkenlik değerlerine göre yüzey analizlerinden 1. Dönem sonuçları, 2. Dönem sonuçlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. 1. Dönemde topraktaki elektriksel iletkenliğin yüksek oluşu gübre ve kimyasal ilaç kullanımının yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. 1. ve 2. dönem elektriksel iletkenlik sonuçları kendi aralarında değerlendirildiğinde, yüzey örneklerindeki değişimlerin derinden alınan örneklere oranla daha dağınıktır. Derinden alınan 1. ve 2. dönem toprak analizlerinden elektriksel iletkenlik sonuçlarına göre tüm değerler 0,29-1,96 $\mu\text{S/cm}$ aralığında yer almaktadır. 1 nolu istasyondan alınan sonuç en düşük, 4 nolu

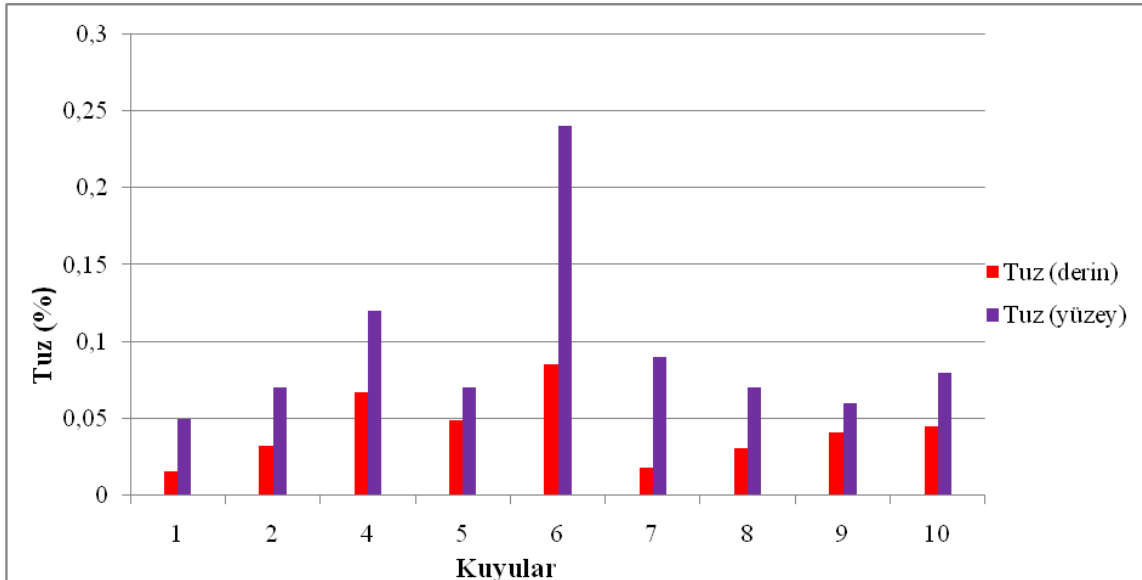
istasyondan alınan sonuç ise en yüksek değeri vermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, yüzey analiz sonuçları, derin analiz sonuçlarına göre daha yüksek çıkmıştır. Değer salınımları ise daha fazladır. Yüzey analiz değerlerinin yüksek olması, kullanılan gübre, pestisit ve kimyasal ilaçların yüzeyden toprak bünyesine nüfuz etmesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.53. 2. dönem topraktaki elektriksel iletkenlik analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

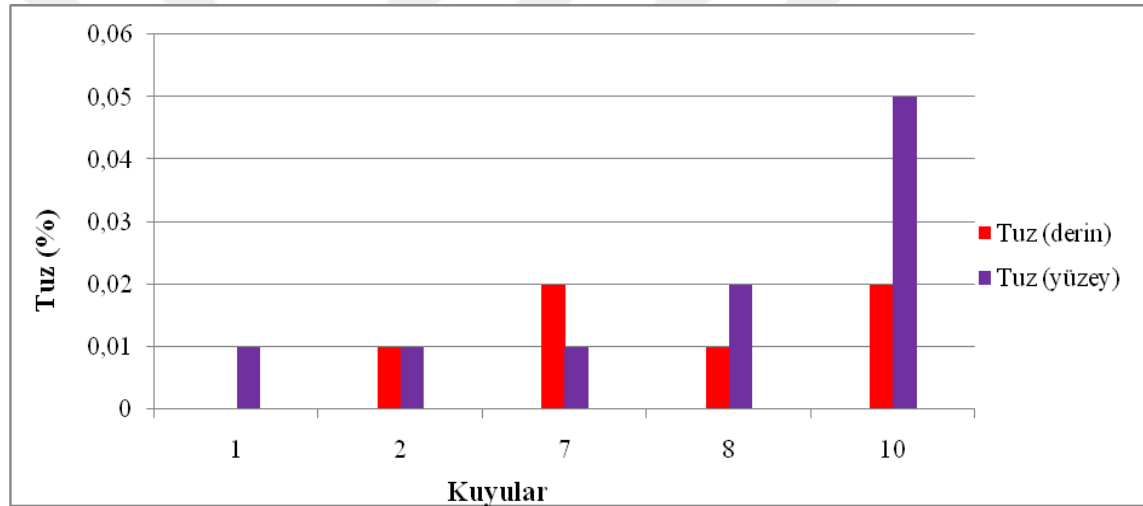
4.3.2. Tuz

Tuzun derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.54 ve 4.55'te sunulmaktadır.



Şekil 4.54. 1. dönem topraktaki tuz analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

Yüzeyden alınan toprak örneklerinden elde edilen tuz değerlerine göre sonuçlar % 0,01-0,24 aralığında, derinden alınan toprak örnekleri ise % 0-0,085 aralığında yer almaktadır. Soil Survey Staff (1951) sınıflandırmasına göre (Bkz. Çizelge 4.24.) çalışma bölgesinde derinden alınan tüm toprak örnekleri tuzsuz olarak nitelendirilebilmekte, yüzeyden alınan toprak örneklerinden yalnızca 6 nolu istasyonda Çizelge 4.24'e göre hafif tuzlu sınıfına girmektedir. En düşük tuz değeri ise 1 nolu istasyonda tespit edilmiştir. 1 dönem analizlere göre toprak bünye sınıfı kumlu tın, 2. dönem analizlerine göre ise tınlı sınıf olarak belirlenmiş olup analiz edilen bölgelerdeki toprak geçirimsizliklerinin genel olarak yüksek olduğunu ve suyu iyi drene ettiklerini söyleyebiliriz. Tuz ile elektriksel iletkenlik parametreleri arasında yakın benzerlik görülmektedir. Topraktaki tuz miktarı, topraktaki elektriksel iletkenlik ile doğrudan ilişkilidir. 1. ve 2. dönemler arasında yüzey ve derin toprak analizlerinde ciddi farklılıklar olmasa da, 7 nolu istasyonun 2. dönem derin ölçüm sonucu yüzeye göre % 0,01 daha fazla çıktığı görülmektedir. Bu da bize örneklem zamanında gübreleme ve ardından sulamanın yapıldığını açıklamaktadır. Genel olarak 2. dönem sonuçlarının 1. dönem sonuçlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.55. 2. dönem topraktaki tuz analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

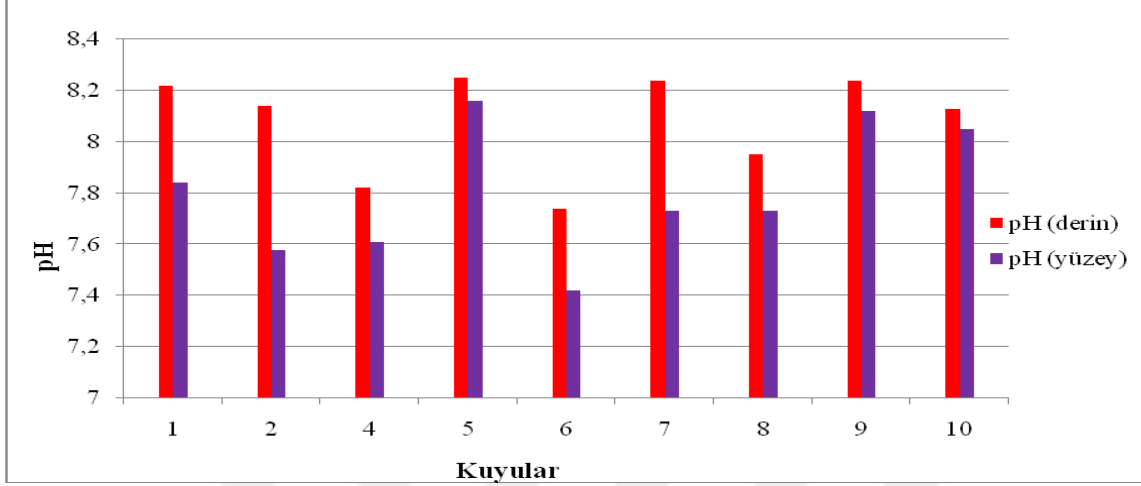
Çizelge 4.24. Soil Survey Staff'a (1951) göre toprakların tuz içeriklerinin sınıflandırılması

Sınıflar	% Tuz
0 Tuzsuz	0,00-0,15
1 Hafif Tuzlu	0,15-0,35
2 Orta tuzlu	0,35-0,65

4.3.3. pH

Yüzey seviyesinden alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları içerisinde pH parametresi açısından tüm değerler 7,42-8,47 aralığında tespit edilmiştir. İstasyonlara ait tüm analiz sonuçları birbirine yakındır. Bu kapsamda yüzey toprağı için elde edilen pH

değerlerinde mekansal ve zamansal önemli bir değişim görülmemektedir. Derinden alınan toprak örneklerine ait pH sonuçları ise 7,69-8,42 aralığında tespit edilmiştir. İstasyonlara ait tüm analiz sonuçları değerlendirildiğinde önemli bir mekansal ve zamansal değişim görülmemektedir.

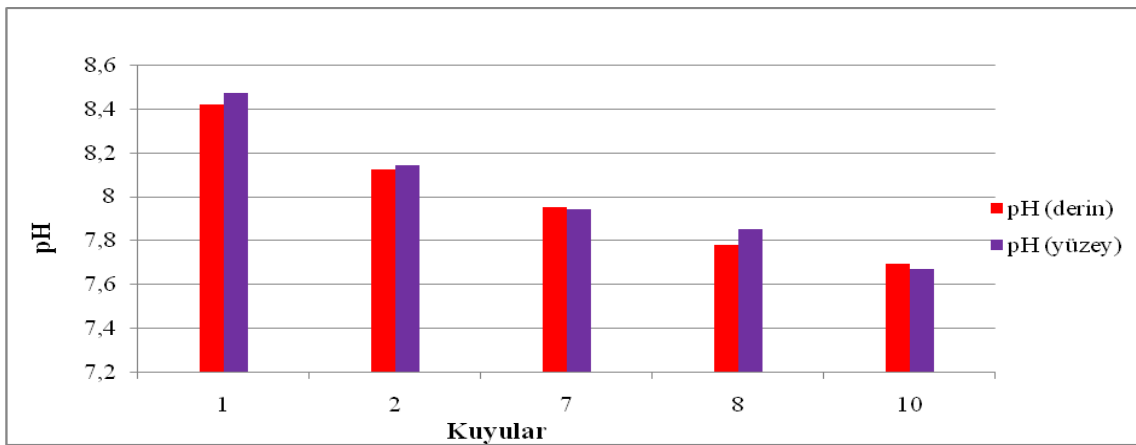


Şekil 4.56. 1. dönem topraktaki pH analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

Genel olarak çalışma bölgesinde elde edilen sonuçları Kellog'a göre sınıflandırdığımızda yüzey örnekleri için hafif alkali, 60 cm derinlikten alınan örnekler için alkali özellikler tanımlanabilir. (Bkz. Çizelge 4.25.)

Çizelge 4.25. Kellog'a göre toprağın pH değerleriyle sınıflandırılması (Kellog 1952)

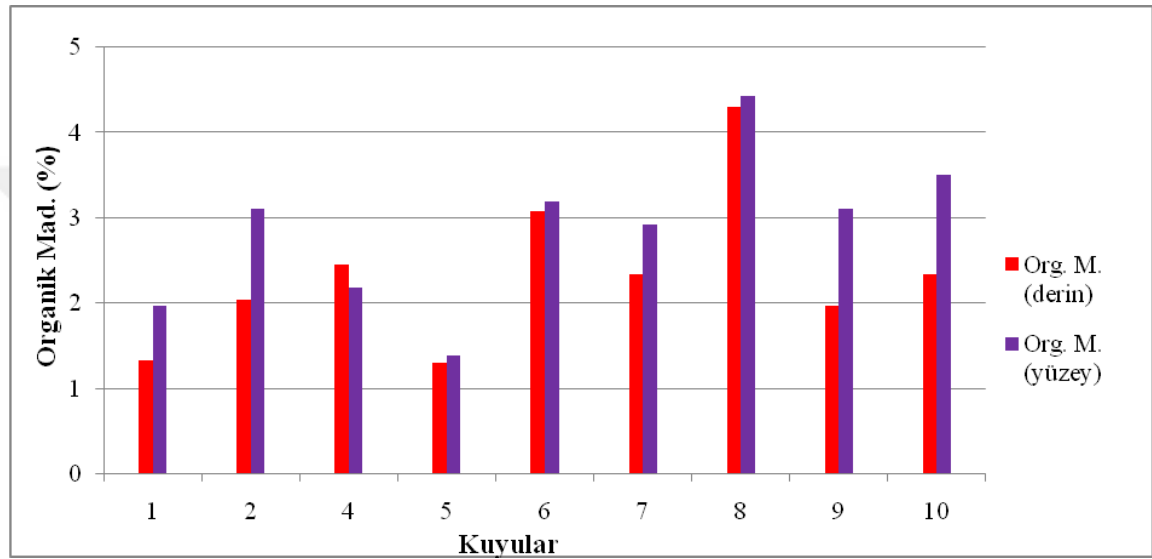
pH	Değerlendirme
6,6-7,3	Nötr
7,4-7,8	Hafif Alkali
7,9-8,4	Alkali



Şekil 4.57. 2. dönem topraktaki pH analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

4.3.4. Organik Madde

Yüzeyden alınan 1. ve 2. dönem toprak analizlerinden elde edilen organik madde değerlerine göre sonuçlar %1,38-4,77 aralığında yer almaktadır. Derinden alınan 1. ve 2. dönem toprak analizlerinden elde edilen organik madde sonuçları ise, %1,29-4,99 aralığında yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre en yüksek organik madde içeriği 8 numaralı kuyuda tespit edilmiştir. En düşük ise, 5 numaralı istasyonda bulunmuştur. Toprakta bulunan organik madde yüksekliği, yeraltısuyu seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Toprak bünyesinde biriken ve ayrışamayan organik madde, sudaki organik madde miktarını yükseltmektedir.



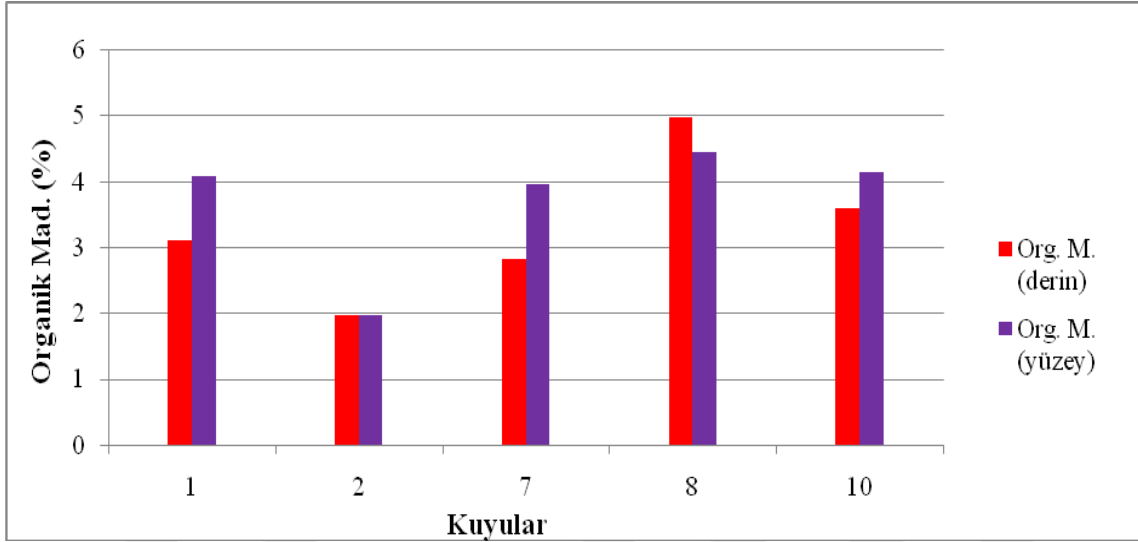
Şekil 4.58. 1. dönem topraktaki organik madde analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

Thun vd'nin (1955) toprak tekstür özellikleri dikkate alınarak tınlı ve killi topraklar için vermiş olduğu organik madde sınıflandırması Çizelge 4.26'da verilmektedir.

Çizelge 4.26. Thun vd'ne (1955) göre toprakların organik madde içeriklerine göre sınıflandırılması

Organik Madde (%)	Değerlendirme
0-2	Humusça Fakir
2-5	Az Humuslu
5-10	Humuslu

Çizelge 4.26'ya göre hem derin, hem de yüzey topraklarının humusça fakir ve az humuslu sınıfına girdiğini genelleleyebiliriz. Derin toprak analiz değerleri genel olarak yüzey toprak analiz değerlerine göre daha düşük orandadır. Bu bize derin topraklardaki bitki köklerinin organik maddeyi kullandıklarını göstermektedir. Yüzey toprağında gübreleme ya da kimyasal kullanımı neticesinde organik maddece yüklendiğini göstermektedir.

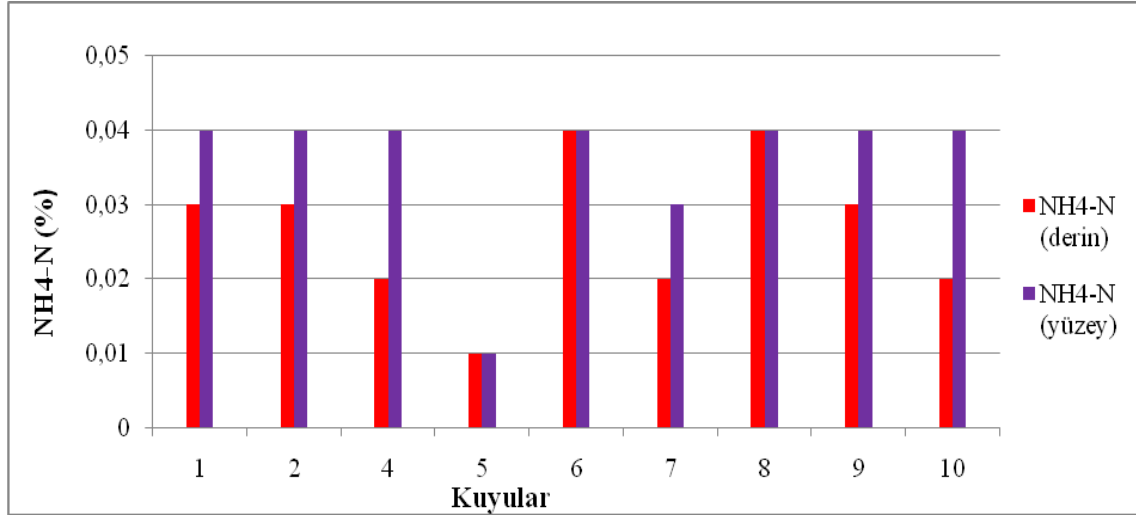


Şekil 4.59. 2. dönem topraktaki organik madde analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

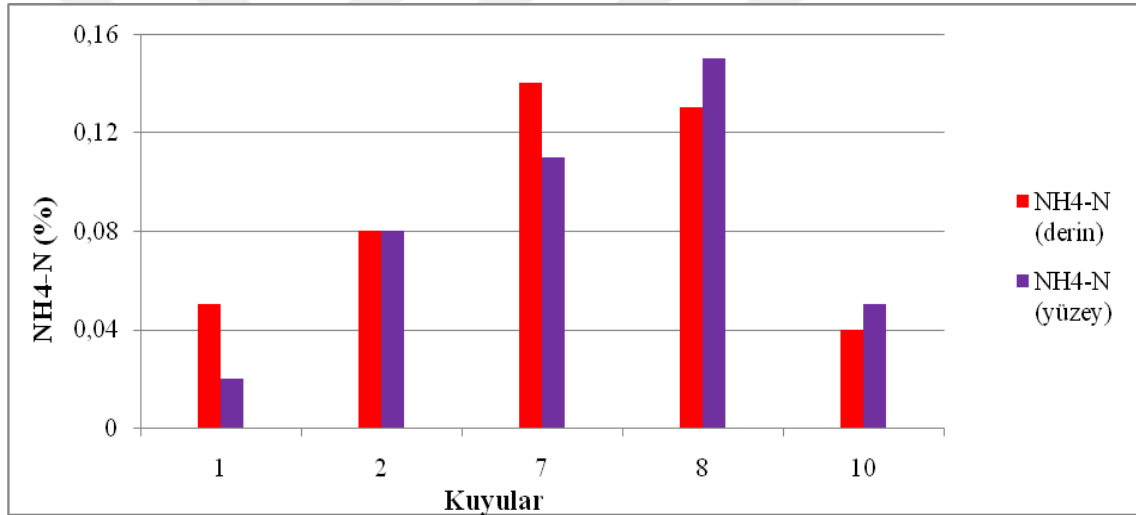
4.3.5. Amonyum ($\text{NH}_4\text{-N}$)

Amonyum azotunun derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.60 ve 4.61’de sunulmaktadır.

Alınan toprak numunelerinden yapılan azot içerikli analizler, amonyum azotu, azot ve nitrat azotu arasında doğru orantı olduğunu göstermektedir. Yüzeyden alınan toprak örneklerinden elde edilen amonyum azotu değerlerine göre sonuçlar % 0,01-0,15 aralığında, derinden alınan toprak örneklerindeki ise % 0,01-0,14 aralığında yer almaktadır. 5, 6 ve 8 nolu istasyonlarda derin ile yüzey analizlerde farklılık oluşmamıştır. En düşük amonyum yüzdesi 5 nolu istasyonda tespit edilmiştir. 2. Dönem analiz sonuçları, 1. Dönem analiz sonuçlarından daha yüksek çıkmıştır. Bu da gübrelemenin yakın zamanda yapıldığını ortaya koymaktadır. En yüksek değerler 7 ve 8 nolu kuyular için elde edilmiştir. Tüm azot ölçümlerine bakılacak olursa, genel olarak istasyonlar arasında önemli mekansal farklılıklar görülmemektedir.



Şekil 4.60. 1. dönem topraktaki amonyum azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

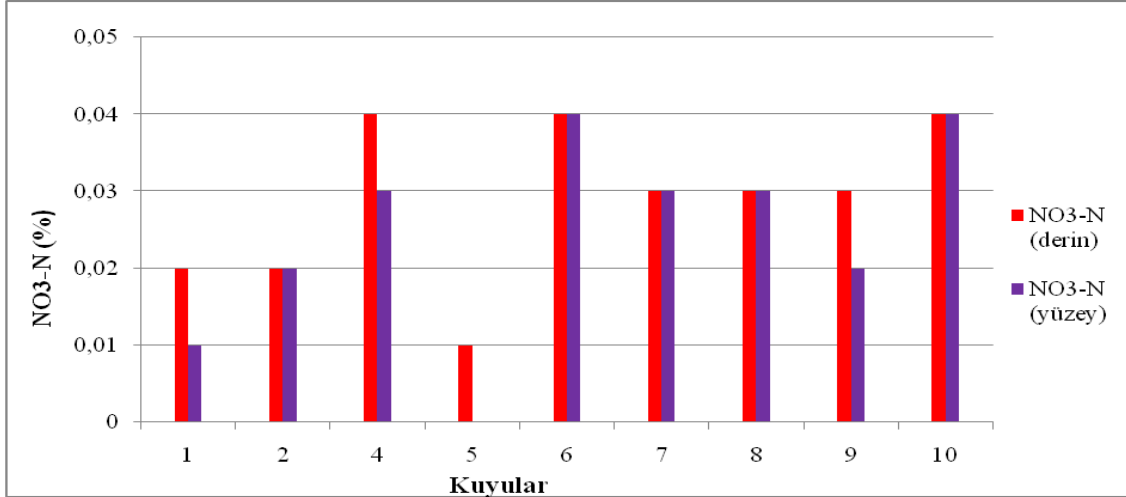


Şekil 4.61. 2. dönem topraktaki amonyum azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

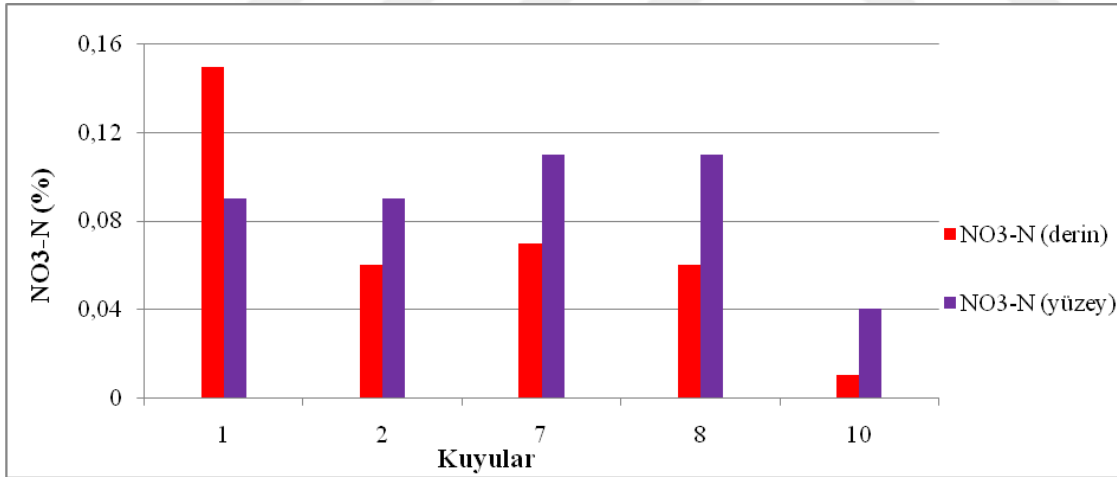
4.3.6. Nitrat (NO₃-N)

Yüzeyden alınan toprak örneklerinden elde edilen nitrat değerlerine göre sonuçlar % 0-0,11 aralığında, derinden alınan toprak örneklerindeki ise % 0,01-0,15 aralığında yer almaktadır. Derin ve yüzey örneklemeler arasındaki farktan ziyade 1. ve 2. Dönemler arasındaki farklar daha spesifik olarak gözlemlenmektedir. 1. Dönem hem yüzey, hem de derin örneklemeler 2. döneme göre oldukça düşük çıkmış, %0,04 oranından fazlası sonuçlara yansımamıştır. Bu sonuçlar 2. dönem gübrelemenin arkasından analizlerin yapıldığını göstermektedir. İstasyonlara ait analiz sonuçları incelendiğinde 5 nolu istasyonda en düşük değer, 1 nolu istasyonda ise en yüksek değer elde edilmiştir. İstasyonlar arasında mekansal olarak bir fark olmamasına rağmen dönemsel farklılıklar mevcuttur. Özellikle 1 numaralı istasyondaki yüzey toprağında

nitrat değerlerinin daha yüksek çıkmasında gübreleme ve sulama suyu büyük önem taşımaktadır. Yüzeyden alınan toprak örnekleri ile derinden alınan toprak örnekleri birlikte incelendiğinde aynı istasyonlardan alınan toprak örneklerinin nitrat ve toplam azot sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmektedir. İstasyonlar arası toprak bünyelerinin ve geçirimsizliklerinde büyük farkların olmadığı söylenebilir. Nitratın derin ve yüzey toprağındaki değişimleri Şekil 4.62 ve 4.63'te sunulmaktadır.



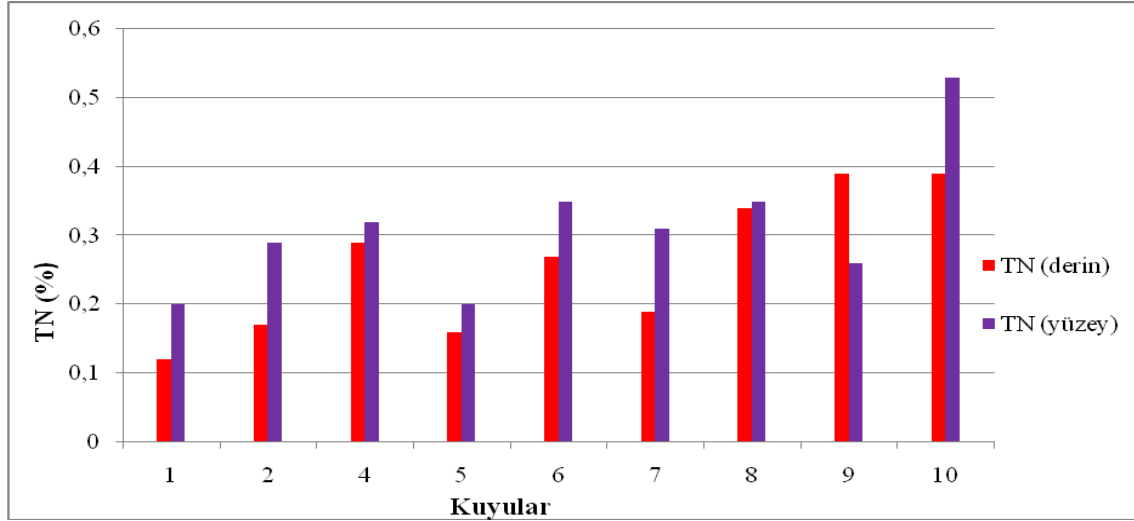
Şekil 4.62. 1. dönem topraktaki nitrat azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması



Şekil 4.63. 2. dönem topraktaki nitrat azotu analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

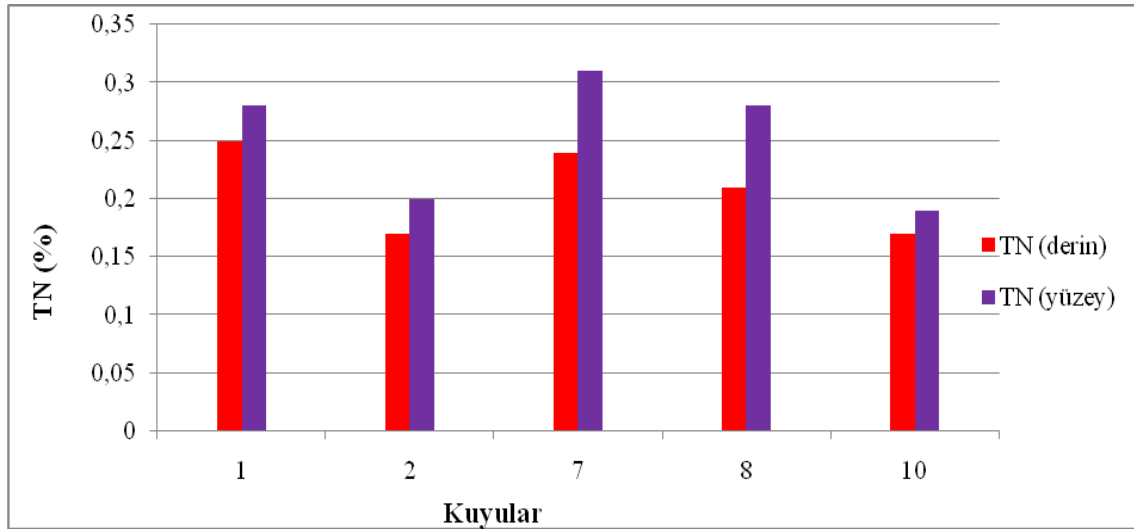
4.3.7. Toplam Azot (TN)

Toplam azotun derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.64 ve 4.65'te sunulmaktadır.



Şekil 4.64. 1. dönem topraktaki toplam azot analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

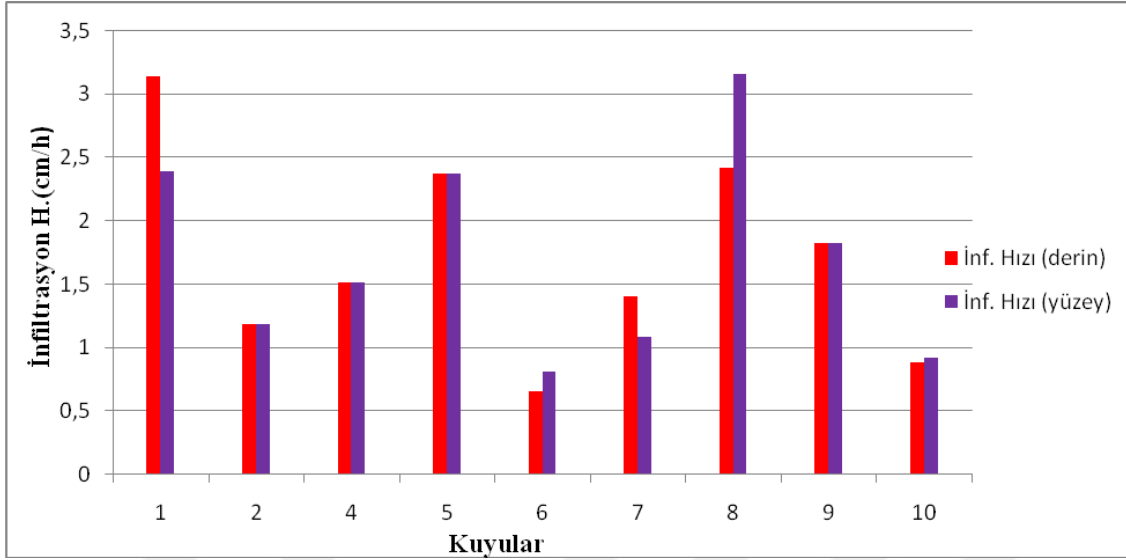
Yüzeyden alınan toprak örneklerinden elde edilen azot sonuçları %0,2 - 0,53 aralığında iken derinden alınan toprak örneklerinden elde edilen azot sonuçları %0,12 - 0,39 aralığında yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde yüzey ile derin toprak analizleri arasında büyük farklılıkların bulunmadığı anlaşılmaktadır. İstasyonlar arasında da büyük mekansal farklılıklar bulunmamaktadır. İstasyonlara ait analiz sonuçları incelendiğinde en düşük sonuçlar 5 numaralı istasyonda, en yüksek değerler de 10 numaralı istasyonda elde edilmiştir.



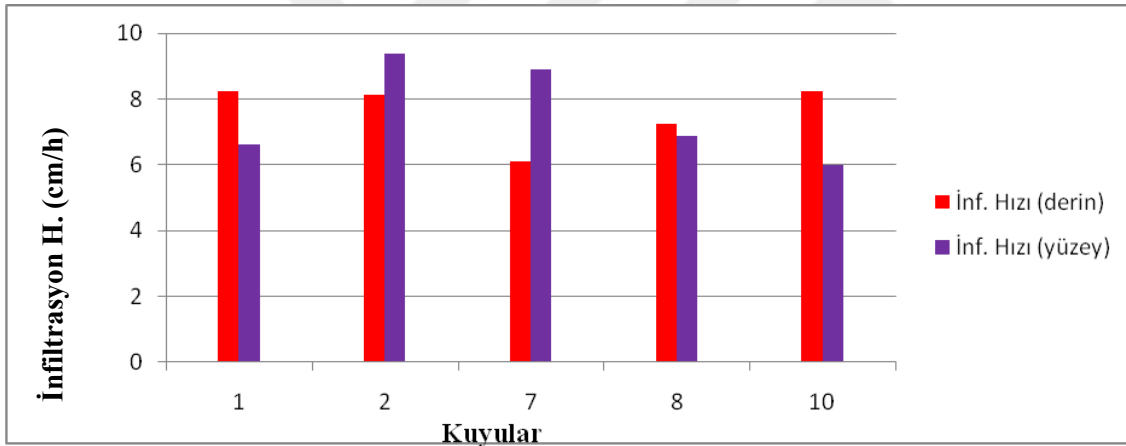
Şekil 4.65. 2. dönem topraktaki toplam azot analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

4.3.8. İnfiltrasyon Hızı

İnfiltrasyon hızındaki derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.66 ve 4.67’de sunulmaktadır.



Şekil 4.66. 1. dönem topraktaki infiltrasyon hızı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

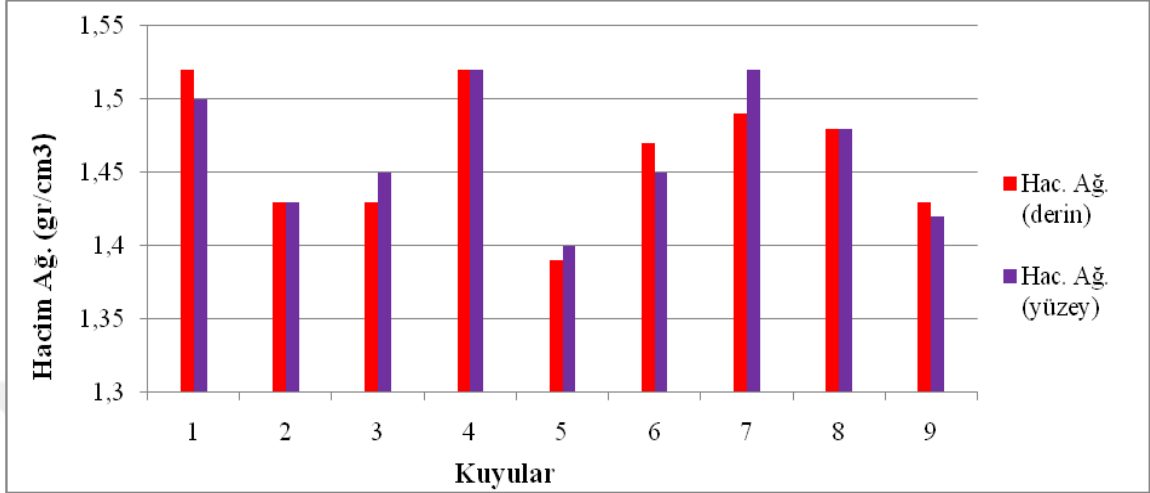


Şekil 4.67. 2. dönem topraktaki infiltrasyon hızı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

İnfiltrasyon hızı ölçümleri toprağın bünyesindeki geçirimsiliğine bağlı olarak toprak geçirgenliği ile ilgili bilgi vermektedir. Buna göre, 0,5-2 cm/saat orta yavaş geçirgen, 2-6,35 cm/saat arası ise orta geçirgen sınıfa girmektedir. Yüzeyden alınan toprak örneklerinden elde edilen infiltrasyon hızı sonuçları ile derinden alınan değerler birbirinin aynısı ya da küçük farklılıklar olması nedeniyle aynı karakterde geçirimsilik sınıfını vermektedir. 1. Dönem sonuçlarına göre 5 ve 8 numaralı istasyon orta geçirgen sınıfta, diğer istasyonlar ise orta yavaş geçirgen sınıfta yer almaktadır. 2. Dönem sonuçları ise tüm istasyonlardaki toprakları havalandırılarak yeni ekim dönemine hazırlandığını, bu nedenle infiltrasyon hızlarının artarak tüm istasyonların 6,35-12,70 cm/saat aralığında bulunarak orta hızlı geçirgen sınıfına geçtiğini göstermiştir. Besin ekimi öncesinde toprak hazırlıklarının yapıldığı, azot ve organik maddece 1. döneme göre daha zengin hale getirildiği söylenebilir.

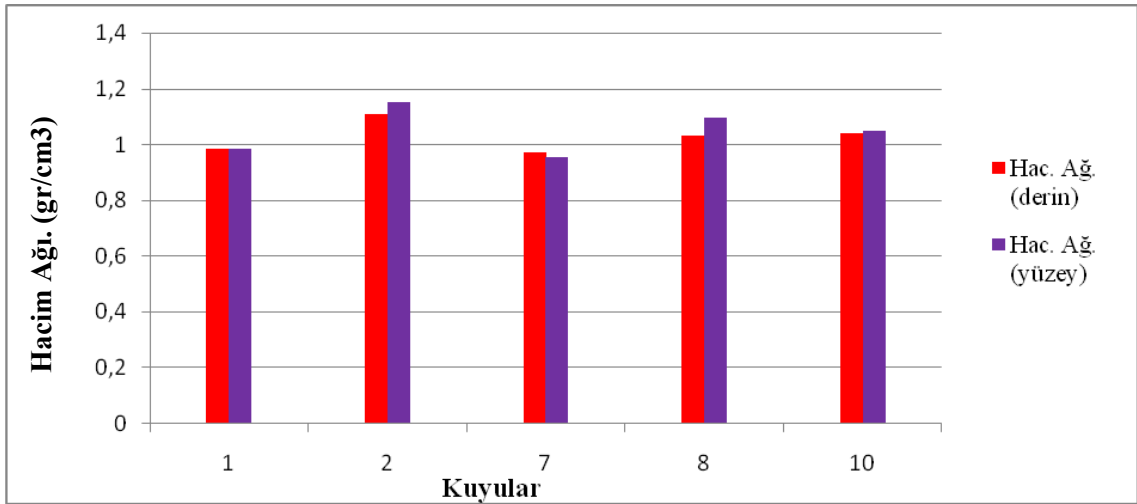
4.3.9. Hacim Ağırlık

Hacim ağırlığın derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.68 ve 4.69’da sunulmaktadır.



Şekil 4.68. 1. dönem topraktaki toplam hacim ağırlık analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme kuyusundaki değişimlerinin karşılaştırması

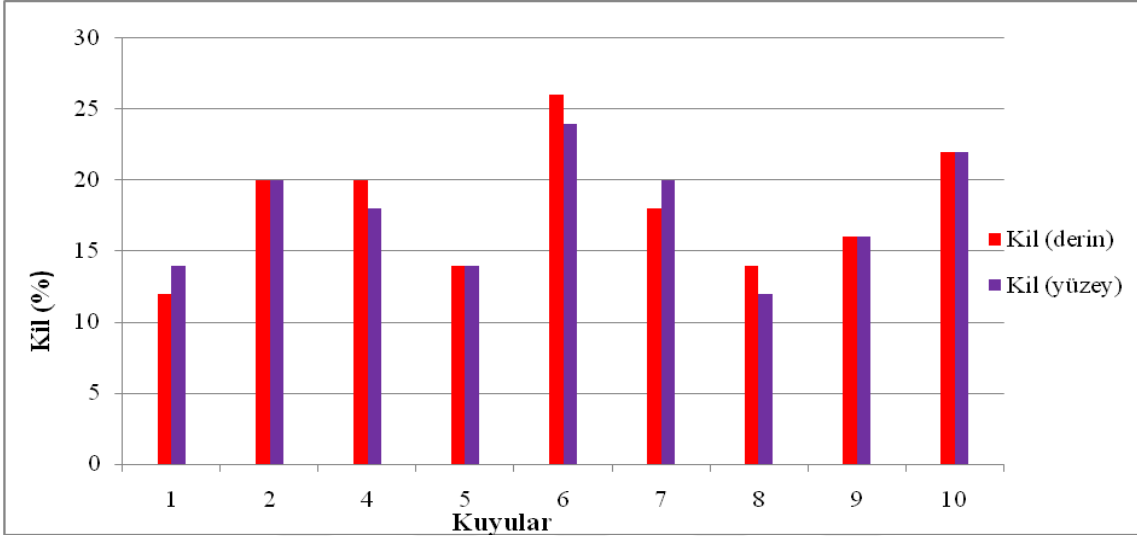
Hacimsel ağırlığın 1. dönem ve 2. dönem arasında ortalama $0,5 \text{ gr/cm}^3$ fark olduğu görülmektedir. Hacimsel ağırlıklara bakıldığında infiltrasyon hızındaki değerlendirmelerin geçerli olduğunu ortaya çıkmaktadır. 1. dönemde toprak, bünye olarak 2. döneme göre daha doygun haldedir. Besin ekiminin akabinde sulamaya bağlı olarak bünyenin hacimsel olarak ağırlaştığı söylenebilir.



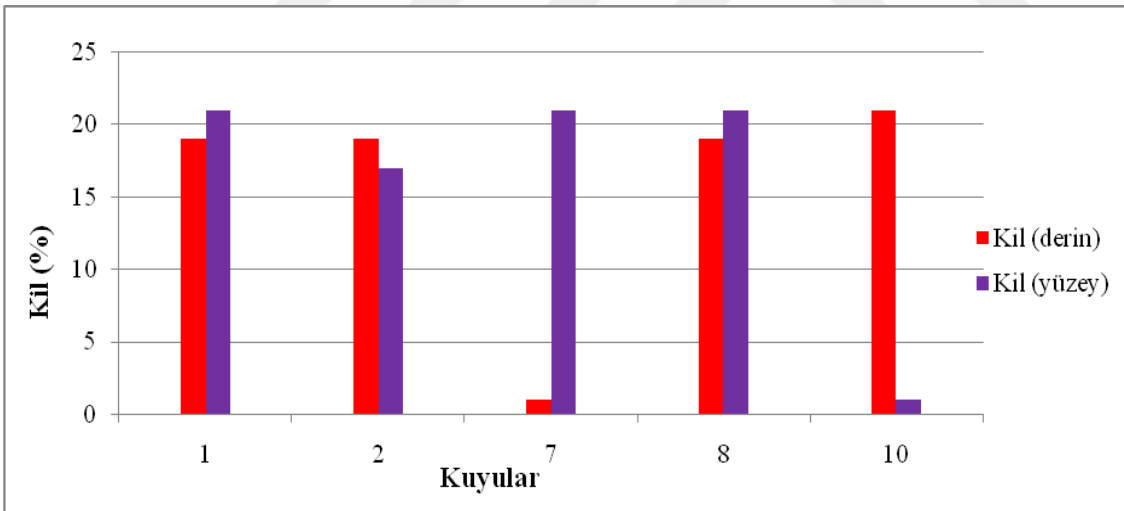
Şekil 4.69. 2. dönem topraktaki hacim ağırlığı analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

4.3.10. Toprak Bünyesi

Toprak bünyesinin kil yüzdesinin derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.70 ve 4.71’ de sunulmaktadır.



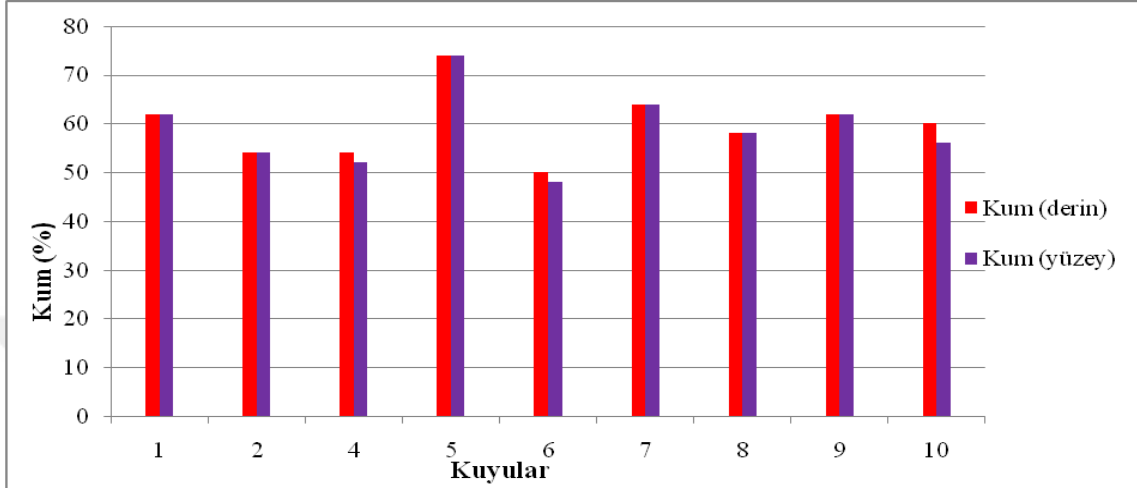
Şekil 4.70. 1. dönem toprak bünyesindeki kil yüzdesi analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması



Şekil 4.71. 2. dönem toprak bünyesindeki kil yüzdesi analizlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

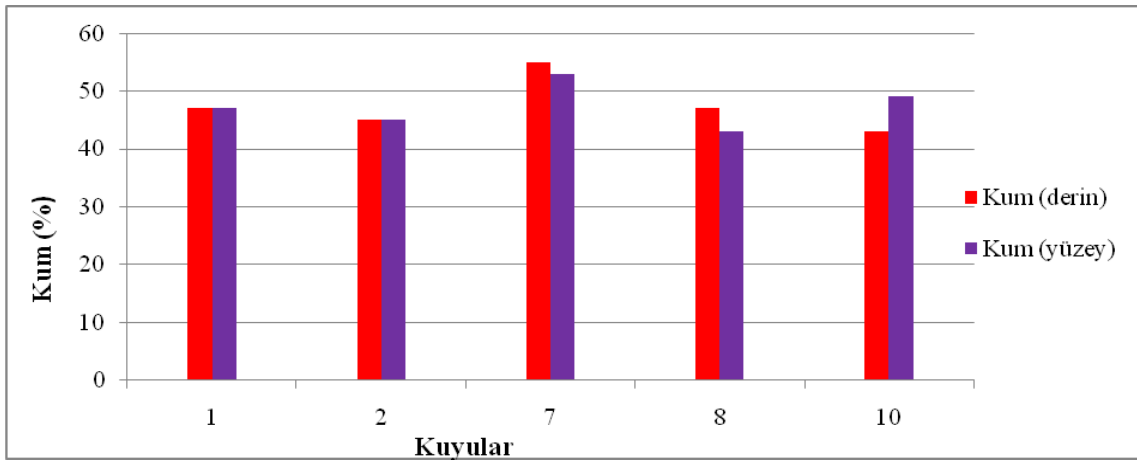
1. dönem yüzeyden ve derinden alınan toprak örneklerinden elde edilen bünye analiz sonuçlarına göre yüzeyde ortalama kum içeriği % 59, derinde ortalama kum içeriği ise % 60 olarak ölçülmüştür. 2. dönem toprak örneklerinde bu oranlar yüzeyde % 48, derinde ise % 47’ dir. 1. dönemde alınan toprak numuneleri 9 noktadan, 2. dönem ise 5 noktadan alınarak yapılmıştır. Her iki dönem sonuçlarına bakıldığında dönemsel farklılıkların olduğu, derin ile yüzey analizleri arasında ise ortalamalarda % 1’den az fark olduğu ortaya çıkmıştır. Yüzey ve derinden alınan numunelere ait analizlerden

kum, kil ve silt içeriklerinin birbirinden bağımsız olmadığı ve aynı toprak bünyesine sahip olduğu sonucuna varılmaktadır. 1. dönem yüzey ve derin örneklerinin sonucunda numunelerin alındığı bölgelerin ortalama toprak bünyesinin %60 kum, %18 kil ve % 22 silt içeriği ile Şekil 4.76'daki toprak tekstürü üçgeninden görüleceği üzere kumlu tınlı olduğu belirlenmiştir. Toprak bünyesinin kum yüzdesinin derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.72 ve 4.73' te sunulmaktadır.



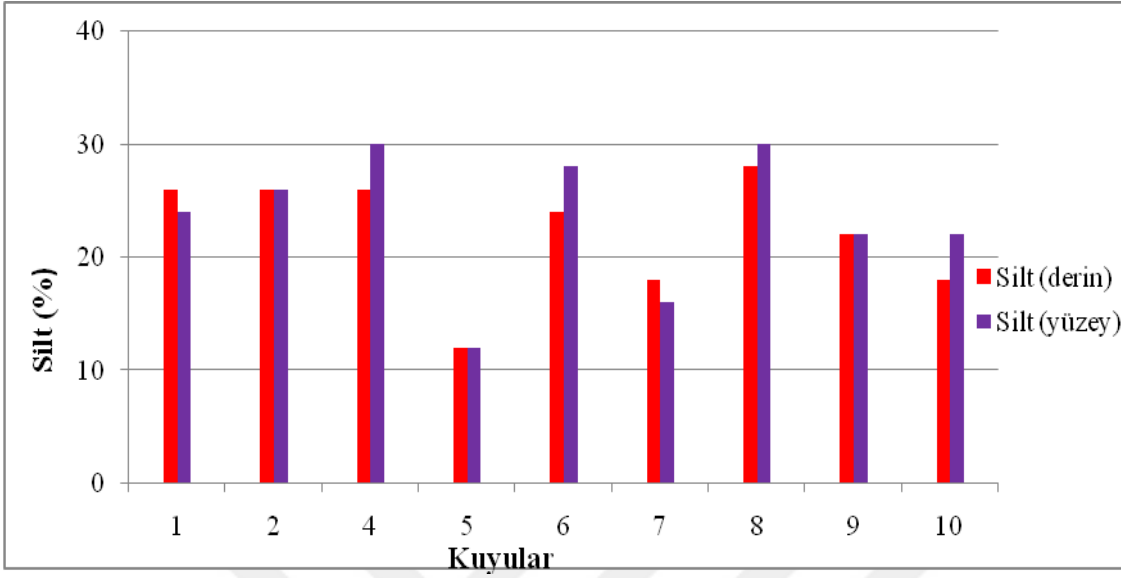
Şekil 4.72. 1. dönem toprak bünyesindeki kum yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 9 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

2. dönem yüzey ve derin örnekleme sonucunu olarak numunelerin alındığı bölgelerin ortalama toprak bünyesinin %48 kum, %16 kil ve % 36 silt içeriği ile tınlı olduğu belirlenmiştir. Bölgede toprakların bünye analizleriyle sızdırma sınıfları değerlendirildiğinde, bölge topraklarının sızdırma potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sonucu olarak toprağa verilen gübre ve pestisit kolaylıkla yeraltı sularına sızması muhtemeldir. Bu yüzden gübreleme ve ilaçlama dönemlerinin doğru belirlenmesi ve işlem sırasında doğru yöntemlerin uygulanması oldukça önemlidir.

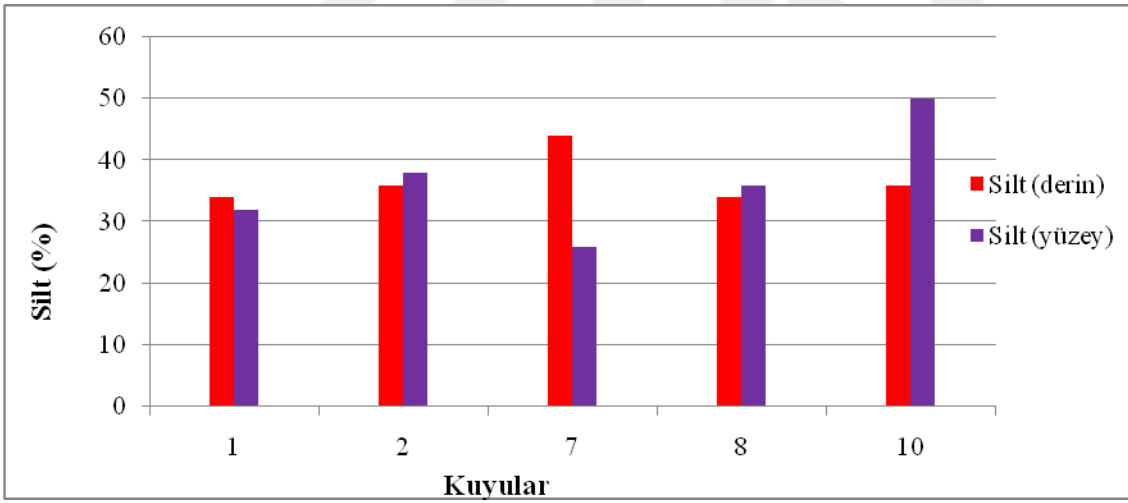


Şekil 4.73. 2. dönem toprak bünyesindeki kum yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması

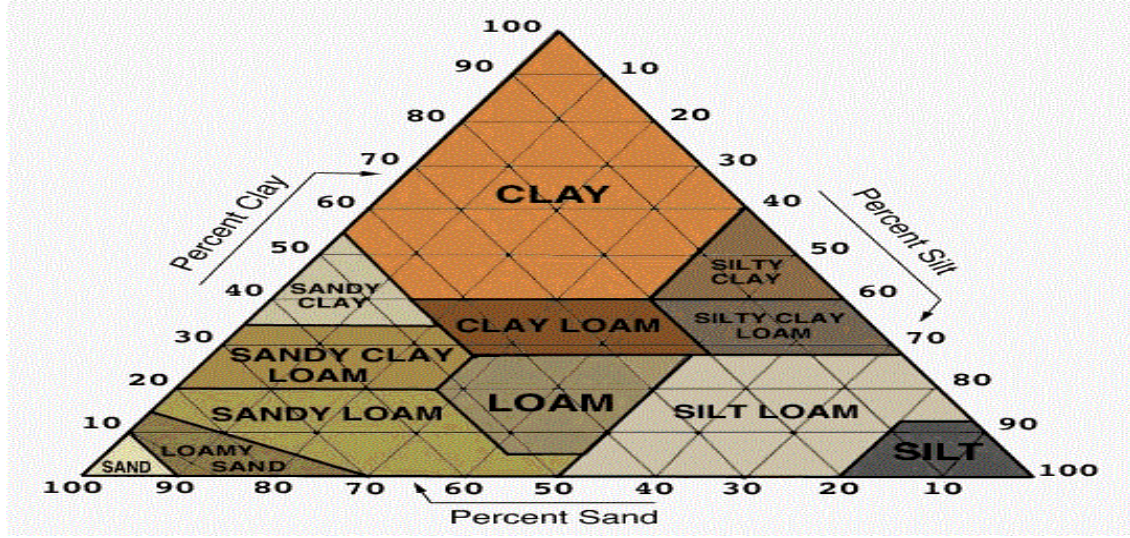
Toprak bünyesinin silt yüzdesinin derinde ve yüzeydeki değişimleri Şekil 4.74 ve 4.75' te sunulmaktadır.



Şekil 4.74. 1. dönem toprak bünyesindeki silt yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması



Şekil 4.75. 2. dönem toprak bünyesindeki silt yüzdesi değerlerinin derin ve yüzey olmak üzere 5 izleme noktasındaki değişimlerinin karşılaştırması



Şekil 4.76. Toprak tekstür üçgeni (ANONIM XIX)

4.4. Korelasyon Matrisleri

Çalışma bölgesi olan Altınova bölgesinde belirlenmiş olan 9 adet izleme noktasında yüzey ve derin toprak örneklerine ait analiz sonuçlarının korelasyonu XLSTAT programı kullanılarak Pearson korelasyon matrisi yöntemi ile değerlendirilmiştir. 9 adet izleme noktasına ait analiz sonuçlarının değerlendirilebilmesi için, 1. dönem olarak isimlendirilen Aralık 2014 tarihindeki analiz sonuçları baz alınmıştır. Çizelge 4.27’de yüzey örneklemesine ait (0-30 cm arası) anaiz sonuçlarının korelasyon değerleri verilmektedir.

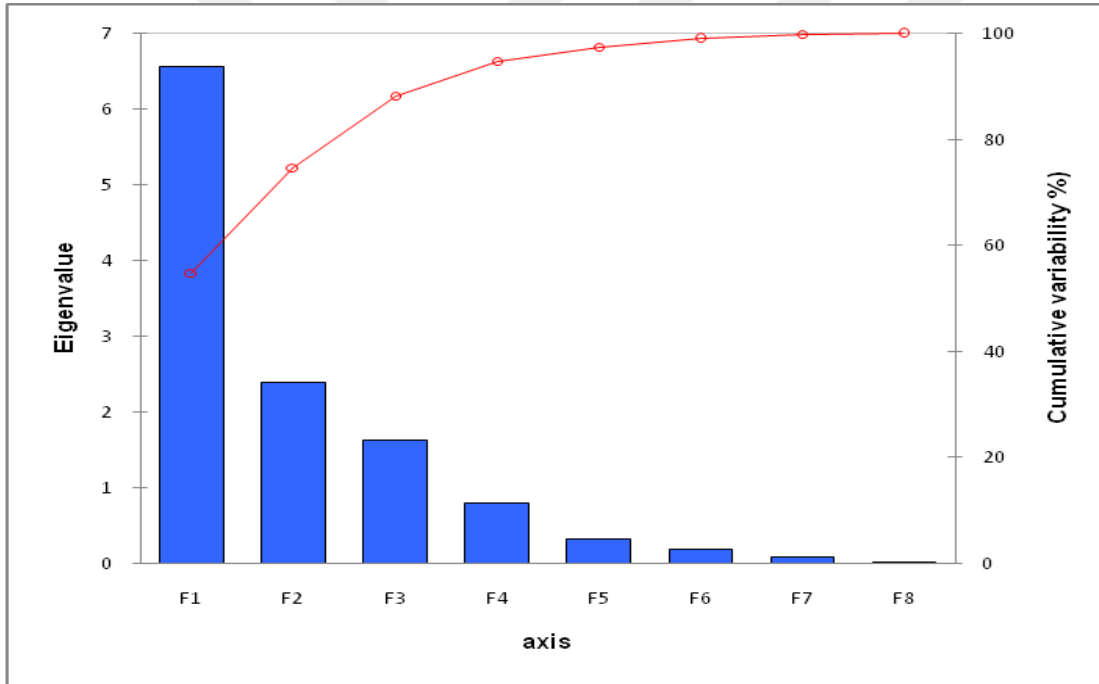
Çizelge 4.27. 1. Dönem yüzey (0-30 cm arası) örneklemesine ait sonuçlar için Pearson korelasyon matrisi

Değişkenler	pH	Toplam Tuz	EC (tuz)	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn-N	Nit-N	TN	Kum	Kil	Silt
pH	1	-0,649	-0,604	-0,264	0,521	0,328	-0,473	-0,496	-0,100	0,759	-0,438	-0,658
Toplam Tuz	-0,649	1	0,984	0,105	-0,639	-0,523	0,165	0,568	0,254	-0,620	0,662	0,337
EC (tuz)	-0,604	0,984	1	-0,029	-0,534	-0,449	0,010	0,443	0,132	-0,495	0,578	0,237
Org. Madde	-0,264	0,105	-0,029	1	-0,228	-0,024	0,598	0,696	0,631	-0,492	0,162	0,507
Hacim Ağırlık	0,521	-0,639	-0,534	-0,228	1	0,946	-0,440	-0,712	-0,585	0,731	-0,979	-0,268
İnf. Hızı	0,328	-0,523	-0,449	-0,024	0,946	1	-0,220	-0,551	-0,467	0,488	-0,968	0,028
Amn-N	-0,473	0,165	0,010	0,598	-0,440	-0,220	1	0,627	0,421	-0,809	0,277	0,827
Nit-N	-0,496	0,568	0,443	0,696	-0,712	-0,551	0,627	1	0,842	-0,775	0,668	0,527
TN	-0,100	0,254	0,132	0,631	-0,585	-0,467	0,421	0,842	1	-0,531	0,567	0,289
Kum	0,759	-0,620	-0,495	-0,492	0,731	0,488	-0,809	-0,775	-0,531	1	-0,602	-0,851
Kil	-0,438	0,662	0,578	0,162	-0,979	-0,968	0,277	0,668	0,567	-0,602	1	0,093
Silt	-0,658	0,337	0,237	0,507	-0,268	0,028	0,827	0,527	0,289	-0,851	0,093	1

Çizelge 4.27’de verilen Pearson korelasyon matrisine göre değişken olarak tabir edilen analiz değerlerinin birbirleri ile olan değişim oranları 1 olmak üzere, değişkenler arası karşılık gelen değişim rakamları, artış ve azalışlarda pozitif ya da negatif etki vermelerine göre doğru ya da ters orantılı olarak değişmektedir. 1’e yakın olan sonuçlar değişimin daha yüksek olduğunu, sıfıra yaklaşan değerler ise birbirlerinden az etkilendiğinin dolayısıyla daha az ilişkili olduklarını göstermektedir. Pearson matrisinin doğruluk sonuçları Çizelge 4.28’teki birleşik analiz fonksiyon değerleri ve Şekil 4.77’deki özdeğer fonksiyon değerlerine ait değişkenlik ile gösterilmektedir.

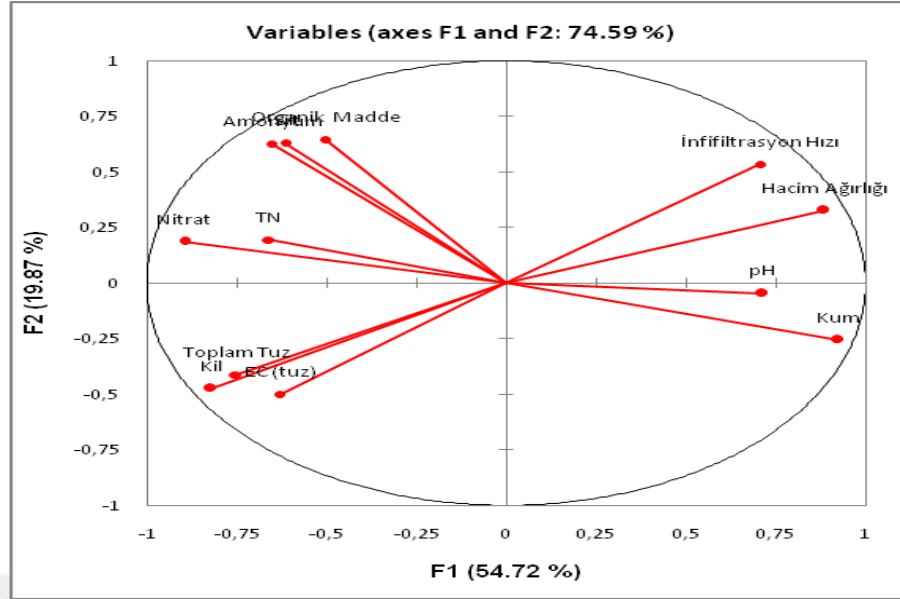
Çizelge 4.28. 1. Dönem yüzey (0-30 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değerlendirildiği birleşik analizi

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Eigenvalue	6,567	2,384	1,636	0,797	0,317	0,188	0,089	0,022
Variability (%)	54,723	19,868	13,633	6,639	2,639	1,567	0,745	0,185
Cumulative %	54,723	74,591	88,224	94,864	97,503	99,070	99,815	100,000



Şekil 4.77. 1. Dönem yüzey toprak analizlerinin özdeğerlerine ait değişkenlik

Şekil 4.78’de 1. dönem yüzey analiz parametre değişkenlerinin birbirleri ile olan etkileşim ve değişimleri gösterilmektedir. Buna göre, kendi içinde nitrat, toplam azot, amonyum, organik madde ve silt içeriği birbirleri ile ilişkili; infiltrasyon hızı ile hacim ağırlık kendi aralarında, toplam tuz, elektriksel iletkenlik ve kil içeriği kendi aralarında ilişkili bulunmuştur. Ortamdaki kil içeriğinin artması infiltrasyon hızının ve hacimsel ağırlığının düşmesine neden olmakta, buna bağlı olarak da geçirimsizlik azaldığından elektriksel iletkenlik azalmaktadır. Buna karşılık, tuz ve azot miktarları ile hacimsel ağırlık ve kum içeriği arasında da doğru bir orantı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.78. 1. Dönem yüzey toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değişkenlik fonksiyonları

Çizelge 4.29’da 1. dönem derinden alınan toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının Pearson matrisi verilmektedir. Yüzey ve derin analiz sonuçlarına ait Pearson matrisleri karşılaştırıldığında Çizelge 4.28’deki fonksiyon değerlerinin, Çizelge 4.30’daki fonksiyon değerlerine göre daha yüksek olduğu, dolayısıyla yüzeydeki parametre değişkenlerinin birbirleri ile daha yüksek etkileşim içerisinde olduğu, derine gidildikçe birbirlerine olan etkileşimlerinin düştüğü ortaya çıkmaktadır.

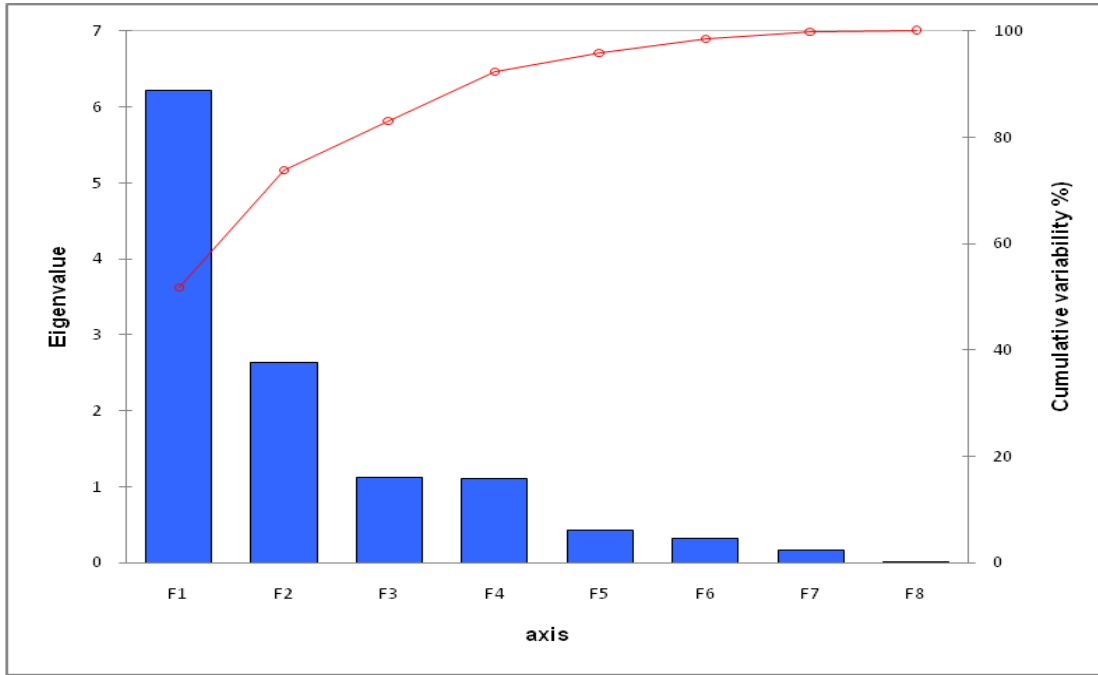
Çizelge 4.29. 1. Dönem derin (30-60 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının Pearson korelasyon matrisi

Değişkenler	pH	Toplam Tuz	EC	Org. Madde	Hacim Ağırlık	İnf. Hızı	Amn-N	Nit-N	TN	Kum	Kil	Silt
pH	1	-0,760	-0,532	-0,649	0,680	0,419	-0,484	-0,660	-0,297	0,771	-0,606	-0,518
Toplam Tuz	-0,760	1	0,913	0,216	-0,658	-0,558	0,089	0,497	0,333	-0,436	0,700	-0,012
EC	-0,532	0,913	1	0,005	-0,423	-0,395	-0,227	0,258	0,294	-0,132	0,477	-0,230
Org. Madde	-0,649	0,216	0,005	1	-0,360	-0,246	0,640	0,551	0,522	-0,534	0,267	0,490
Hacim Ağırlık	0,680	-0,658	-0,423	-0,360	1	0,919	-0,287	-0,733	-0,349	0,809	-0,970	-0,257
İnf. Hızı	0,419	-0,558	-0,395	-0,246	0,919	1	-0,055	-0,634	-0,379	0,544	-0,953	0,083
Amn-N	-0,484	0,089	-0,227	0,640	-0,287	-0,055	1	0,316	0,236	-0,687	0,168	0,779
Nit-N	-0,660	0,497	0,258	0,551	-0,733	-0,634	0,316	1	0,693	-0,678	0,689	0,322
TN	-0,297	0,333	0,294	0,522	-0,349	-0,379	0,236	0,693	1	-0,279	0,311	0,108
Kum	0,771	-0,436	-0,132	-0,534	0,809	0,544	-0,687	-0,678	-0,279	1	-0,668	-0,772
Kil	-0,606	0,700	0,477	0,267	-0,970	-0,953	0,168	0,689	0,311	-0,668	1	0,043
Silt	-0,518	-0,012	-0,230	0,490	-0,257	0,083	0,779	0,322	0,108	-0,772	0,043	1

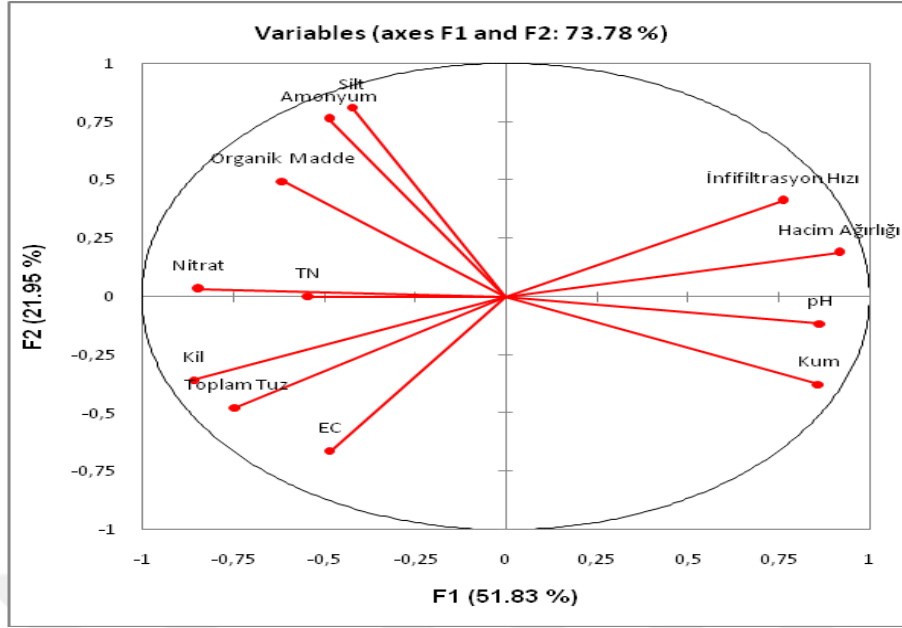
Çizelge 4.30. 1. Dönem derin (30-60 cm arası) toprak numunelerine ait analiz sonuçlarına ait birleşik analiz

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Eigenvalue	6,219	2,635	1,125	1,107	0,426	0,322	0,157	0,009
Variability (%)	51,826	21,955	9,377	9,222	3,551	2,683	1,308	0,079
Cumulative %	51,826	73,781	83,158	92,380	95,931	98,613	99,921	100,000

Şekil 4.79’da 1. Dönem toprak analizleri için özdeğer fonksiyon değerlerine ait değişkenlikleri gösterilmektedir.



Şekil 4.79. 1. Dönem derin toprak analizlerinin özdeğerlerine ait değişkenlik



Şekil 4.80. 1. Dönem derin toprak numunelerine ait analiz sonuçlarının değişkenlik fonksiyonları

Şekil 4.78'deki sonuçlara benzer olarak Şekil 4.80'de de benzer korelasyonlar bulunmuştur. Buna göre nitrat, toplam azot, amonyum, organik madde ve silt içeriği birbirleri ile ilişkilidir. İnfiltrasyon hızı ile hacim ağırlık kendi aralarında, toplam tuz, elektriksel iletkenlik ve kil içeriği de kendi aralarında ilişkilidir. Ortamdaki kil içeriğinin artması, infiltrasyon hızının ve hacimsel ağırlığın düşmesine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da geçirimsizlik azaldığından elektriksel iletkenlik de azalmaktadır. Tuz ve azot miktarları ile hacimsel ağırlık ve kum içeriği arasında doğrusal bir orantı olduğu görülmektedir. Derin toprak analizleri ile yüzey toprak analizlerine oranla, analizi yapılan parametre (değişken) etkileşimlerinin daha az hassas olduğunu göstermiştir. Toprakta derinlere inildikçe, toprağın yapısının değişimine ve geçirimsizliğin azalmasına bağlı olarak bu durum açıklanabilir.

4.5. DRASTIC-Genel Metodu

4.5.1. DRASTIC-Genel İndeksi

DRASTIC metodunun uygulaması yedi ana etkene bağlıdır. Bu etkenler; yeraltısuyuna olan derinlik, net beslenme, akifer ortamının özelliği, toprak ortamının özelliği, topografya, vadoz zon özelliği ve hidrolik iletkenlik olarak sıralanmaktadır.

4.5.1.1. Yeraltısuyuna Olan Derinlik (D)

Çalışma alanı olarak belirlenen Altınova Bölgesindeki 9 adet kuyuda yapılan ölçümlerde yeraltısuyuna olan derinliklerin 30–45 metre arasında olduğu tespit edilmiştir. Yeraltısuyuna olan derinliklere bağlı olarak çalışma alanındaki tüm kuyuların derecelendirme katsayısı 1 olarak değerlendirilmiştir.

4.5.1.2. Net Beslenim (R)

DSİ 13. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü tarafından Kırkgöz kaynakları ve Antalya karstik platosu üzerinde uzun yıllardır yapılan çalışmalarda çok sayıda hidrojeolojik raporlar hazırlanmıştır. Bu raporlardan 2015 yılı içerisinde hazırlanmış olan “Antalya Master Plan-Hidrojeoloji Raporu” içerisinde uzun yıllar boyu yapılan çalışmaların sonuçlarına dayanılarak, proje çalışma sahasını kapsayan karstik alandaki yağışın %44’ ünün yeraltısuyuna sızdığı belirlenmiştir. Çalışma alanının karstik olmayan, pliyosen yaşı Kurşunlu Formasyonunun kumtaşı ve konglomeralarının olduğu bölümünde (5 nolu kuyu) ise bu değer % 15’tir (AMPR 2015). Çalışma sahasına en yakın meteoroloji istasyonundan elde edilen meteorolojik verilere göre, çalışma alanı için 2000-2015 yılları arası yıllık toplam yağış 1240,09 mm olarak hesaplanmıştır. Buna göre çalışma alanındaki karstik bölgede net beslenim miktarı 545,64 mm/yıl, karstik olmayan pliyosen yaşı Kurşunlu Formasyonunun kumtaşı ve konglomeralarının olduğu bölümde ise 186,01 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. Derecelendirme katsayısı karstik bölge için 9, karstik olmayan bölge için 8 olarak belirlenmiştir. 5 nolu istasyon hariç tüm kuyular karstik bölgededir. 5 nolu istasyonun derecelendirme katsayısı ise 8 olarak belirlenmiştir.

4.5.1.3. Akifer Ortamın Özelliği (A)

Akifer ortamının özelliklerinin belirlenmesi için genellikle kuyu loglarından faydalanılmaktadır. Çalışma bölgesinde izlenen ve numune alınan kuyular, ruhsatsız kuyular olduğundan kuyu logları bulunmamaktadır. Ancak çalışma alanında bulunan ruhsatlı kuyuların koordinatları ve kuyu logları DSİ 13. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanı ile yapılan görüşmeler sonucunda DSİ’den alınmıştır. DSİ’den temin edilen kuyu logları incelenmiş ve numune alınan kuyulara en yakın konumlarda yer alan kuyu logları kullanılarak numune alınan 9 kuyunun akifer ortamı özellikleri belirlenmiştir. Karstik alan üzerinde bulunan kuyuların akifer ortamının derecelendirme katsayısı 10, karstik olmayan alan (pliyosen yaşı Kurşunlu Formasyonunun kumtaşı ve konglomeraları formasyonu) için 8 olarak belirlenmiştir. 5 numaralı istasyon için 8, diğerleri ise 10 katsayısı ile hesap edilmiştir.

4.5.1.4. Toprak Ortamın Özelliği (S)

Çalışma alanında toprak ortamının özelliklerinin belirlenmesi için seçilen 9 adet istasyondan Aralık 2014 döneminde toprak derinliği (30-60 cm) olan örnekler alınarak akredite özel bir laboratuvarıda toprak bünyesi tayini için kum, kil ve silt yüzdeleri tespit edilmiştir. Toprak bünyesi, 5 numaralı istasyon için derecelendirme katsayısı 6 olan kumlu tınlı toprak olarak belirlenmiştir. 4 istasyondaki değerlerin sonucu kumlu killi tın çıkmış olup, DRASTIC yönteminde bu toprak türü için bir derecelendirme katsayısı tanımlanmadığından; kumlu killi tının, tınlı yapıda değerlendirilebilmesi nedeniyle, bu istasyonlar için tınlı toprağın derecelendirme katsayısı olan 5 değeri kullanılmıştır.

4.5.1.5. Topografya (T)

Altınova Bölgesinde ASTER uydusundan alınan sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak oluşturulan sayısal yükseklik modelinden faydalanılarak yüzey

eğimleri hesaplanmıştır. Kuyuların bulundukları bölgedeki hesaplanan eğimlerin tamamı 2,62 – 3,3 arasında tespit edilmiş olup tüm noktaların derecelendirme katsayısı 9 olarak bulunmuştur.

4.5.1.6. Vadoz Zon Özelliği (I)

Altınova Bölgesindeki vadoz zonun özelliklerinin belirlenmesi için DSİ 13. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü'nden alınan Antalya Jeoloji Haritasına göre 8 kuyunun derecelendirme katsayısı 10 olan karstik kireçtaşı olarak tanımlanan traverten, 1 tanesi ise derecelendirme katsayısı 6 olan tabakalı kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl formasyonunda olduğu çalışma sahasına ilişkin jeolojik formasyon bilgileri, kuyu loglarındaki bilgilerle de doğrulanmıştır.

4.5.1.7. Hidrolik İletkenlik (C)

Çalışma alanı için hidrolik iletkenlik değerinin belirlenmesi aşamasında DSİ 13. Bölge Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü'nce yapılan pompa testleri sonucu karstik alandaki hidrolik iletkenlik değerinin 864 mm/gün, pliyosen yaşlı kurşunlu formasyonunun kumtaşı ve konglomeraları formasyonun bulunduğu alanda ise 86,4 mm/gün olarak tespit edildiği ifade edilmiştir. Hidrolik iletkenlik için literatür araştırması yapıldığında DSİ tarafından verilen değerlerin literatürde bulunan değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür (Shevnin vd 2006). Her iki değer de, 82 mm/gün'den büyük olup, değerlendirme çizelgesindeki en büyük katsayıya denk gelen 10 değeri alınarak hesaba dahil edilmiştir.

DRASTIC-Genel yöntemindeki tüm parametreler için verilerin tamamı, belirtilen yedi parametrenin derecelendirme katsayıları ve DRASTIC-Genel İndeks değerleri istasyonlara göre Çizelge 4.31'de verilmektedir. DRASTIC-Genel indeksi değerleri, 5 nolu istasyon dışında diğer istasyonlar için birbirleri ile hemen hemen aynı değerdedir. 5 nolu istasyonun değeri ise daha düşüktür. Derecelendirmeye göre 5 nolu istasyonun yeraltısuyu kirlenme riski orta seviyede olup, diğer istasyonların kirlilik riskleri ise yüksek düzeyde çıkmıştır.

4.5.2. DRASTIC-Pestisit Metodu

DRASTIC-Genel İndeksinin hesap yönteminde olduğu gibi parametre değerlerinin aynısı pestisit indeksinde de kullanılmaktadır. Ağırlık derecelendirme değerleri genel indeksinden farklı olan pestisit indeksi değerleri ile tüm izleme noktaları için hesaplanan DRASTIC-Pestisit metodu sonuçları Çizelge 4.32'de verilmektedir.

Çizelge 4.31. DRASTIC-Genel İndeks Değerleri

Kuyu No	Dr	Dw	D İndex	Rr	Rw	R index	Ar	Aw	A index	Sr	Sw	S index	Tr	Tw	T index	Ir	Iw	I index	Cr	Cw	C index	DI
1	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	2	12	9	1	9	10	5	50	10	3	30	172
2	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	2	10	9	1	9	10	5	50	10	3	30	170
4	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	2	10	9	1	9	10	5	50	10	3	30	170
5	1	5	5	8	4	32	8	3	24	6	2	12	9	1	9	6	5	30	10	3	30	142
6	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	2	10	9	1	9	10	5	50	10	3	30	170
7	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	2	12	9	1	9	10	5	50	10	3	30	172
8	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	2	12	9	1	9	10	5	50	10	3	30	172
9	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	2	10	9	1	9	10	5	50	10	3	30	170
10	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	2	10	9	1	9	10	5	50	10	3	30	170

Çizelge 4.32. DRASTIC-Pestisit İndeksi değerleri

Kuyu No	Dr	Dw	D İndex	Rr	Rw	R index	Ar	Aw	A index	Sr	Sw	S index	Tr	Tw	T index	Ir	Iw	I index	Cr	Cw	C index	DI
1	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	5	30	9	3	27	10	4	40	10	2	20	188
2	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	5	25	9	3	27	10	4	40	10	2	20	183
4	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	5	25	9	3	27	10	4	40	10	2	20	183
5	1	5	5	8	4	32	8	3	24	6	5	30	9	3	27	6	4	24	10	2	20	162
6	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	5	25	9	3	27	10	4	40	10	2	20	183
7	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	5	30	9	3	27	10	4	40	10	2	20	188
8	1	5	5	9	4	36	10	3	30	6	5	30	9	3	27	10	4	40	10	2	20	188
9	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	5	25	9	3	27	10	4	40	10	2	20	183
10	1	5	5	9	4	36	10	3	30	5	5	25	9	3	27	10	4	40	10	2	20	183

Çizelge 4.32’de sunulan DRASTIC-Pestisit metoduna göre hesaplanan risk değerlendirmesinde, pestisit açısından tüm istasyonların yeraltısuyu kirlilik hassasiyetleri yüksek risk grubunda çıkmaktadır. Bölgede toprağın ve bitkinin ihtiyacı kadar gübrenin kullanılması ve ilaçlamaların ise hassasiyetle yapılması önerilmektedir.

Çalışma bölgesi olan Altınova Bölgesi konumsal olarak Antalya şehir merkezindedir. Pestisitler açısından kirlilik riski bulunan bu bölgede pestisit kullanımından kaçınılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

4.6. Tarımsal Alanlardaki Yeraltısuyu Kirliliğinin Yönetimi

Türkiye, Avrupa Birliği ile ulusal mevzuatını uyumlaştırma sürecinde Nitrat Direktifi’ni uyarlayarak ‘*Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği*’ni 18 Şubat 2004 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlamıştır. Revize yönetmelik ise 23 Temmuz 2016 tarihli ve 29779 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Tarımsal kaynaklı nitrat direktifinin temel hükümleri;

- Kirlenmiş veya kirlilik riski taşıyan suların tespit edilmesi
- Nitrata Hassas Bölgelerin belirlenmesi
- İyi Tarım Uygulamaları Kodu
- Eylem planları hazırlama esasları
- İzleme programları
- Referans ölçüm metotlarıdır.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu, 23/7/2016 tarih ve 29779 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği’nin 7. maddesi gereğince hazırlanmıştır. “Sularda Tarımsal Faaliyetlerden Kaynaklanan Nitrat Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik İyi Tarım Uygulamaları Kodu Tebliği” 11 Şubat 2017 tarih ve 29976 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu, sulardaki nitrat kirliliğini azaltmayı hedefleyen ve çiftçiler tarafından alınması gereken tedbirleri ifade etmektedir. İyi Tarım Uygulamaları Kodu, Nitrata Hassas Bölge (NHB) için zorunlu ve Nitrata Hassas Olmayan Bölgeler için gönüllülük esasına dayalı olarak tüm tarımsal işletmelere yöneliktir. Ancak, Nitrata Hassas Olmayan Bölgelerde yıllık 3500 kg ve üzeri azot üreten hayvancılık işletmeleri gübre depolama ve gübre yönetim planlarına ilişkin kurallara uymak zorundadır. Tebliğe göre iyi tarım uygulamaları kodunun temel amaçları;

- nitrat kirliliğini azaltmak,
- tarım arazisine uygulanacak hayvan gübresi miktarını 170 kg N/ha/yıl ile sınırlamak,
- yeraltı ve yüzey suyundaki nitrat konsantrasyonunun 50 mg NO₃/L miktarını geçmemesini ve ötrofikasyonun önlenmesini sağlamaktır.

İyi Tarım Uygulamaları Kodu tebliğine göre ülkemizdeki farklı bölgelerin özellikleri dikkate alınarak belirli düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler:

- gübrelerin toprağa uygulanmasının uygun olmadığı dönemleri,
- eğimli arazilere gübre uygulama yöntem ve koşullarını,

- suyla doymuş, sele maruz kalmış, donmuş veya karla kaplı toprağa gübre uygulama koşullarını,
- su yatak ve kaynaklarına yakın topraklara gübre uygulama koşullarını,
- depolanmış hayvan gübresi ve silaj gibi bitki materyallerinden kaynaklanan sızıntı sularının, yüzey akışı ve yer altına sızma şeklinde sularda meydana getirebileceği kirliliği önlemeyi amaçlayan depolama ünitelerinin niteliği ve kapasitesinin belirlenerek inşasını,
- kimyasal ve hayvansal gübrelerin doğru uygulama miktarlarının belirlenerek, toprağa homojen bir şekilde dağılımının sağlanması, böylece topraktan yıkanarak suya karışacak miktarların kabul edilebilir düzeyde kalmasını sağlayacak uygulama yöntemlerinin belirlenmesini içermektedir.

Yukarıda belirtilen maddelere ek olarak aşağıdaki hususlar da dikkate alınmalıdır:

- Ekim nöbeti sistemi ile çok yıllık ve tek yıllık bitkilere ayrılan alanların oranlarını dikkate alacak şekilde tarımsal alanların yönetimi,
- Yağışlı dönemlerde, nitratin topraktan yıkanarak su kirliliğine neden olmasını engelleyecek şekilde toprak yüzeyinde minimum miktardaki bitki örtüsünün bulundurulması,
- Gübreleme planlarının tarımsal işletme düzeyinde yapılarak kullanılan gübrelerin kaydının tutulması,
- Uygun sulama sistemleri kullanılarak yüzey akış nedeniyle meydana gelebilecek su kirliliği ve bitki kök bölgesinin altına suyun inmesinin önlenmesi.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Antalya ilinin iki önemli gelir kaynağı turizm ve tarım uygulamalarıdır. Coğrafi konumu, doğal kaynakları ve ekolojisi ile tarımsal üretim açısından ülkemizde önemli bir paya sahiptir. Tarım uygulamaları başta iç tüketim olmak üzere ihracat açısından da çok önemlidir. Özellikle örtü altı yetiştiriciliği ile kış aylarında iç piyasa ihtiyacının hemen hemen tamamını Antalya ili karşılamaktadır. Verimli topraklar ve uygun iklim koşulları sayesinde tarım, il açısından vazgeçilmez geçim kaynağı olmaya devam etmektedir. Öyle ki kent merkezinde henüz imara açılmamış alanlarda (tez konusu olarak seçilen Altınova Bölgesi de dahil olmak üzere) örtü altı yetiştiriciliği yoğun bir şekilde devam etmektedir.

İl genelinde yapılan tarım uygulamaları; sebze, meyve, süs bitkisi ve tarla bitkileri olmak üzere birçok ürün çeşitliliğine sahiptir. Toprak ve ürün verimliliğinin artırılması için gübre kullanımı ile hastalık yapıcı etkilerin azaltılması için pestisit uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olması nedeni ile kullanılan gübre ve pestisit miktarları da zaman içinde artış göstermektedir. Her ne kadar gübre ve pestisit kullanımı, ürün kalitesini ve tarımsal verimliliği arttırmak için faydalı olsa da, sulama etkisi ve her geçen gün daha fazla artan çevre kirliliği açısından konunun değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında Antalya kent merkezinde henüz yapılaşmamış bir alan olan Altınova Bölgesi seçilmiş, yeraltısularının kirlilik hassasiyeti değerlendirilmesi yapılarak katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma kapsamında öncelikle genel bir tanımlama yapılması amaçlanmış ve Antalya ili merkezindeki beş ilçe genelinde belirlenen 40 izleme istasyonundan alınan su numuneleri yıllık olmak üzere mevsimsel bazda ve mekansal olarak incelenerek değerlendirilmiştir. Çalışma Bölgesinde ise 9 adet örnekleme ve gözlem kuyusu tayin edilerek, yeraltısuyu kalitesi dört dönem boyunca izlenerek değerlendirilmiş, toprak kalitesini belirlemek için de ayrıca örnekleme yapılmıştır. Yeraltısuyu kalitesi, toprak özellikleri ve tarımsal faaliyetler açısından kıyaslamalar yapılarak yorumlanmıştır.

Antalya ili genel değerlendirmesi amacıyla Eylül 2012 - Eylül 2013 döneminde bir yıllık periyot için ayda bir defa olmak üzere 40 adet ölçüm ve izleme istasyonunda su kalite ölçüm ve örnekleme çalışması yapılmıştır. Su sıcaklığı, pH ve spesifik iletkenlik parametrelerine ait ölçümler arazide yapılmıştır. Ayrıca tüm istasyonlardan alınan su örnekleri için nitrat, nitrit, amonyum azotu başta olmak üzere diğer kimyasal ve bakteriyolojik parametreler için analizler yapılmıştır.

Çalışma Bölgesi olan Altınova Bölgesi için Aralık 2014 - Ağustos 2014 tarihleri arasında, belirlenen 9 adet izleme kuyusundan toplamda dört defa alınan numunelerde yeraltısuyu kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Bu istasyonlardan toprak numuneleri de alınarak toprak kalitesi inceleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Antalya il geneli değerlendirmesi, beş ana parametre üzerinden yapılmıştır. Sıcaklık, iletkenlik, klorür, toplam sertlik ve nitrat açısından değerlendirmeler

yapılmıştır. Yeraltısuyunun sıcaklığı yüzeye olan derinlik ile doğrudan ilişkili olup, yüzeye yakın bölgeler ile yüzeysel su kaynakları ile beslenen yeraltısularının daha sıcak olduğu gözlemlenmiştir. İletkenlik ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde yağışlar ile birlikte seviyesi yükselen yeraltısularının ve tarımsal faaliyetlerin de yoğun olduğu yerlerde iletkenlik değerlerinin yükseldiği tespiti yapılmıştır. Aynı tespit klorür için de geçerlidir. Yeraltısuyundaki en yüksek nitrat konsantrasyonu, zamansal olarak en fazla sonbahar döneminde ve tarımdaki gübre ve pestisit kullanımının en yüksek olduğu zamanda gerçekleşmiştir. Kanalizasyon şebekesi olmayan ve foseptik sistemi kullanan alanlar ile yeraltısuyu yüzeye yakın olan alanlarda daha yüksek nitrat konsantrasyonları ölçülmüştür. Antalya traverten platosu üzerinde bulunan karstik jeolojik formasyonda yer alan tüm izleme noktalarındaki yeraltısuları sert su sınıfına girmektedir. Genel olarak daha derin kuyularda, yüzeysel ve yağış sularından olan etkileşim ile tarımsal uygulamalardan gelen kirleticilerin etkisi azalmakta, dolayısıyla derin kuyularda su kalitesinin yüksek olduğu görülmektedir. Yeraltısuyuna olan derinlik azaldıkça yeraltısuyu kalitesinde bozulma gözlenebilmektedir.

Altınova Bölgesi yeraltısuyu kalitesi izleme sonuçları sıcaklık, pH, iletkenlik, bulanıklık, klorür, nitrat, sülfat, sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum, toplam sertlik, toplam koliform, E-Koli parametreleri açısından değerlendirildiğinde;

- tüm kuyulardaki suların birbirine yakın kalitede olduğu,
 - derinliği daha az kuyuların yağmur sularından ve yüzeysel sulardan daha kolay etkilendiği,
 - gübre ve pestisit taşınımının etkisinin yüzeye yakın kuyularda daha fazla olduğu,
 - yüzeye yakın sularda sıcaklık değerinin daha yüksek olduğu
 - DRASTIC yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti metodu ile elde edilen sonuçlar üzerinde en etkili faktörün jeolojik yapı olduğu,
 - kirlilik hassasiyeti en düşük olan kuyunun Aksu formasyonunda olduğu
- söylenmektedir.

Çalışma bölgesindeki kuyulardan temin edilen yeraltısuyu kaynaklarının bir kısmında, içmesuyu standartlarını tanımlayan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik ve Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nde izin verilen 50 mg/L değerinden daha yüksek nitrat konsantrasyonları bulunmuştur (TSE-266). Bazı kuyulardaki nitrat konsantrasyonu 50 mg/L'nin altında bulunsada, kuyularda herhangi bir dezenfeksiyon işleminin olmaması ve toplam koliform varlığı nedeniyle içme suyu standartlarına uygun olmayıp, sular içilebilir değildir. Sığ kuyularda tespit edilen özellikle azot, klorür ve iletkenlik seviyeleri, kullanılan gübre miktarı, tarımsal faaliyetin geçmişteki sürekliliği, yeraltısuyuna olan derinlik, hidroloji ve toprak karakteristiklerine bağlı olarak mekansal ve zamansal değişimler göstermektedir. Genel olarak nitrat, toplam koliform ve E-Koli parametreleri haricindeki parametreler, içme suyu standartlarına uygundur. İzleme noktalarındaki nitrat konsantrasyonu farklılığı ve 50 mg/L değerinin üzerinde analiz sonuçlarının bulunması nedenleri ile nitrat kirliliği önceliklidir. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında Nitrat Hassas Bölgelerin belirlenerek, hazırlanacak program dahilinde izleme çalışmalarının bölge için planlanması gereklidir.

Su örnekleri ile birlikte 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinden iki farklı dönemde toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde pH, tuz, organik madde, hacim ağırlık, elektriksel iletkenlik (EC), bünye, nitrat, amonyum ve toplam azot için analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yüzey örnekleri hafif alkali, derin örnekler alkali özellikler taşımaktadır. Derin toprak örnekleri tuzsuz, yüzeyden alınan toprak örneklerinden yalnızca 6 nolu istasyon ise hafif tuzlu sınıfına girmektedir. Yüzeyden alınan 1. ve 2. dönem toprak analizlerinden elektriksel iletkenlik sonuçlarına göre tüm değerler 0,33-6,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında yer almaktadır. Elektriksel iletkenliğin yüksek olması gübre ve kimyasal ilaç kullanımının yoğunlaşmasını göstermektedir. Hem derin, hem de yüzey toprakları içerdikleri organik maddece değerlendirildiğinde humusça fakir ve az humuslu toprak sınıfındadır. Tarımsal sulama, tüm istasyonlarda damlama sulama yöntemi ile yapılmaktadır. Yüzey toprağında nitrat değerlerinin daha yüksek çıkmasında gübreleme ve sulama suyu büyük önem taşımaktadır. Derin toprak numunelerindeki yüksek nitrat konstrasyonları, topraktaki birikmeyi göstermektedir. 1. dönem yüzeyden ve derinden alınan toprak örneklerinden elde edilen bünye analiz sonuçlarına göre yüzeyde ortalama kum içeriği % 59, derinde ortalama kum içeriği ise % 60 olarak ölçülmüştür. 2. dönem toprak örneklerinde bu oranlar yüzeyde % 48, derinde ise % 47' dir. 1. dönemde alınan toprak numuneleri 9 noktadan, 2. dönem ise 5 noktadan alınarak yapılmıştır. Her 2 dönem sonuçlarına bakıldığında dönemsel farklılıkların olduğu, derin ile yüzey analizleri arasında ise ortalamalarda % 1'den az fark olduğu ortaya çıkmıştır. Yüzey ve derinden alınan numunelere ait analizlerden kum, kil ve silt içeriklerinin birbirinden bağımsız olmadığı ve aynı toprak bünyesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. 1. dönem yüzey ve derin örneklerinin sonucunda numunelerin alındığı bölgelerin ortalama toprak bünyesinin %60 kum, %18 kil ve % 22 silt içeriği ile kumlu tınlı olduğu belirlenmiştir. 2. dönem yüzey ve derin örneklemesinin sonucu olarak numunelerin alındığı bölgelerin ortalama toprak bünyesinin %48 kum, %16 kil ve % 36 silt içeriği ile tınlı olduğu belirlenmiştir. Bölgede toprakların bünye analizleriyle sızdırma sınıfları değerlendirildiğinde bölge topraklarının sızdırma potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Toprağa verilen gübre ve pestisit vadoz zondan geçerek yeraltısularına sızma potansiyeli yüksektir. Bu yüzden gübreleme ve ilaçlama dönemlerinin doğru belirlenmesi ve işlem sırasında doğru yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.

Yeraltısuyu kirlilik hassasiyet çalışmaları yapılırken yeraltısularının pestisit kirliliği açısından risk altında olup olmadığını anlamak için DRASTIC-Pestisit metodu uygulanmıştır. Hem DRASTIC metodu, hem de DRASTIC-Pestisit metodu uygulanarak yeraltısularındaki gerek tarımsal, gerekse diğer kaynaklı kirleticilerden oluşan kirliliğin tespit edilmesine çalışılmıştır. DRASTIC-Genel metodu, 5 nolu istasyon dışında diğer istasyonlar için birbirleri ile aynı risk grubunda yani yüksek hassasiyet seviyesinde, 5 nolu istasyonun yeraltısuyu kirlenme hassasiyeti ise orta seviyeli olarak tespit edilmiştir. DRASTIC-Pestisit kirlilik hassasiyeti metoduna göre, pestisit açısından tüm istasyonların yeraltısuyu kirlilik hassasiyeti yüksek risk grubunda bulunmuştur. Yüksek kirlilik hassasiyeti, bölgenin kirlenmeye karşı açık olduğunu, bu nedenle önlem ve izleme çalışmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bazı istasyonlardaki nitrat konsantrasyonlarının yüksek oluşu nitrat kirliliği konusunu teyit etmektedir.

Kullanılan gübreler ile ilgili *Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı*

Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelikte tanımlanan metotlar ile pestisitler ile ilgili *Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği* ile gübre ve pestisit kullanımları belirlenmiştir. Ancak, bu yönetmeliklere ilave olarak Toprak Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği'nde belirlenmiş olan limit değerler için toprak kirlilik riski taşıyan yoğun tarımın yapıldığı ve seracılık faaliyetlerinin devam ettiği alanların tespit edilerek izleme ve denetleme çalışmaları kapsamında hem toprak, hem de su kalitesi analiz programları geliştirilebilir.

Çalışma Bölgesi olan Altınova Bölgesinde örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Örtü altı yetiştiriciliğinde genelde sebzeler ekilmektedir. Diğer bitki gruplarına göre sebzelerin gübre ihtiyaçları daha fazladır. Sebzeler örtü altında yetiştiriliyorsa bitkinin yetiştirildiği vejetasyon döneminin de uzamasıyla tüketilen gübre miktarları da artmaktadır. Bu nedenle seracılık yapılan alanlardan kaynaklanabilecek nitrat kirliliği bir risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel aile işletmelerinde bilinçsiz, dengesiz ve aşırı gübreleme sonucunda vejetasyon döneminde topraklarda gübreler birikmekte ve bu durum tuzluluğa yol açmaktadır. Pek çok bölgede zaten sığ olan topraklarda üretici, ya seraların toprağını değiştirerek veya üretim sonrasında serasında suyu göllendirme suretiyle başta azot olmak üzere, toprağında aşırı gübreleme sonucunda birikmiş olan besin maddelerini yıkamaktadır. Yıkanan bu besin maddeleri ise yeraltısularına karışarak sularda nitrat kirlenmesine yol açmaktadır. Modern ve topraksız tarımın benimsendiği seralarda ise kullanılan besin çözeltileri bir defa kullanılarak sistemden drenajla toprağa verilmektedir. Görünürde modern olsa da bu tip seralarda toprağa önemli düzeylerde başta azot olmak üzere, besin maddelerinin karışması söz konusudur.

Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği ve 2017 yılında yayımlanan *İyi Tarım Uygulamaları Kodu*, kapsamında ülkemizdeki Nitrat Hassas Bölgeler tanımlanmalı ve belirtilen iyi tarım uygulama kodu içindeki önerilerin en yakın sürede uygulamaya konulması önem taşımaktadır. Bu amaçla yetiştiricilere eğitimlerin verilmesi de öncelikli ve önemlidir.

- Tarım ve uygulamaları Antalya ili için vazgeçilmez olduğundan üretimin verimli olabilmesi için gübre ve pestisit kullanımı yaygın olarak devam edecektir.
- Gübre ve pestisit kullanımları ile çevre üzerinde kirlilik riski öngörülmekte ve öngörülen kirliliğe karşı belirli önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Pestisitler açısından yapılan çalışmalar kirlilik riski bulunan Altınova Bölgesinde pestisit kullanımından kaçınılması gerektiğini ortaya koymaktadır.
- Altınova bölgesindeki bazı istasyonlarda yüksek düzeyde kirlilik tespit edilmiş olup, bölgedeki yeraltısu kaynaklarının içme suyu olarak kullanılamayacağı ortaya konmuştur.
- Kirliliğin azaltılması ve önlenmesi için tez kapsamında da yapıldığı üzere Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin de kullanımı ile daha detaylı veri analizi çalışmaları ile yeraltısu kirlilik hassasiyeti ve risk haritaları oluşturularak, riskli bölgeler tayin edilmelidir.
- Yüksek kirlilik hassasiyeti belirlenen alanlarda tarım uygulamaları, kentleşme vb. faktörlere göre kirlilik unsurları ve derecelendirmesi yapılmalıdır.
- Tespit edilen bölgelerde su kalitesi açısından düzenli olarak su örnekleme çalışmaları devam ederken gübre uygulamalarının kontrolü açısından, düzenli toprak analizleri yapılmalı ve tarımsal uygulamadaki spesifik ihtiyaçlar

tanımlanmalı, kayıt altında tutulan gübre ve pestisit miktarları düzenli olarak kontrol edilmelidir.

- Özellikle iyi tarım uygulamaları programları desteklenmeli ve gübre ve pestisit kullanımlarının azaltılması için çiftçilere yönelik eğitim çalışmaları düzenlenmelidir.
- Özellikle sera bitkileri için hasada yakın ve bitki gelişiminin durduğu dönemlerde gübre uygulaması yapılmamalıdır.
- Altınova Bölgesi'nde toprağın ve bitkinin ihtiyacı kadar gübreleme yapılması, ürüne göre kullanılan gübrelerin doğru zamanda verilmesi ve ilaç uygulamalarının hassasiyetle yapılması önerilmektedir.
- Sızma potansiyelini düşürmek için damlama sulama sistemleri tercih edilmelidir.
- *Toprak Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği*'nde ekili topraklar ile ilgili gerekli izleme ve denetleme çalışmaları yapılarak, toprağın kirlenmeden gereken önlemlerin alınması sağlanmalıdır.
- Örtüaltı Üretimin Kayıt Altına Alınması Hakkında Yönetmeliğe uygun olarak yetiştiricilik yapan üreticilerin gübre kullanımları izlenmelidir.
- Seralarda toprak ve yaprak analizlerine göre kimyasal ve hayvansal gübre bitkinin ihtiyaç duyduğu oranda uygulanmalıdır. Üretim sonrasında topraklarda birikmiş maddeleri uzaklaştırmak için gölleme ile yıkama uygulamasından kaçınılmalıdır.
- Topraksız yetiştiricilik yapan modern seralarda ise besin çözeltilerinin toprağa deşarj edilmesi kesinlikle önlenmelidir. Bu seraların besin çözeltilerinin tekrar kullanımı (resirküle) sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- ALLER, L., BENNET, T., LEHR, J.H., PETTY, R.J., and HACKET, G. 1987. DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. US Environmental Protection Agency Report. 600(2): 87-035.
- ALMASRI, M. N. 2007. Assessment of Intrinsic Vulnerability to Contamination for Gaza Coastal Aquifer, Palestine. *Journal of Environmental Management*, 27: 220-222.
- AMPR, 2016. "Antalya Master Plan Raporu", Hidrojeoloji Raporu, Bölüm 541, Sayfa 114.
- ANAÇ, S. ve ÇOLAK, A. 1998. Tarımsal Sulama Uygulamalarından Kaynaklanan Kirlilik ve Alınması Gereken Önlemler, Ekolojik (Organik) Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, İzmir.
- ANONİM-I, <http://www.biyolojisisitesi.net>
- ANONİM-II, <http://www.ace.orst.edu/info>
- ANONİM-III, <http://www.geocities.com/mdigrak.geo/yayin14.html>
- ANONİM-IV, <http://www.wikispaces.com>
- ANONİM-V, <http://www.mta.gov.tr>
- ANONİM-VI, 1978. D.S.İ. FİNİKE-KUMLUCA OVASI HİDROJEOLJİK ETÜT RAPORU, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ANONİM-VII, <http://www.tuik.gov.tr>
- ANONİM-VIII, Antalya Tarım İl Müdürlüğü verileri 2016, Antalya.
- ANONİM-XIX, <http://www.stevenswater.com>
- ANTALYA METEOROLOJİ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ 1994, Antalya.
- ANTALYA METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, www.mgm.gov.tr
- ANTALYA TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ 2011. Antalya Tarım Master Planı, 726 sayfa, Antalya.
- ANTALYA TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ, www.antalya.tarim.gov.tr

- ASLAN Ş., TÜRKMAN, A., ÖVEZ, B., YÜKSEL, M., SAĞLAM, M. ve ALYANAK, İ. 2001. Ege Bölgesi, Urla ve Menemen Yöresinde Yeraltısuları Kirliliğinin Belirlenmesi, Yeraltısuları ve Çevre Sempozyumu, İzmir.
- ATASEVEN, Y. 2010. Tarımsal Faaliyetlerin İçme Suyu Havzalarındaki Etkilerinin Araştırılması: Ankara Örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara, 217 s.
- ATILGAN, A., COŞKUN, A., SALTUK, B. ve ERKAN M. 2007. Antalya Yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri, *Ekoloji*, 15:62, 37-47.
- BARBASH, J.E., and RESEK, E.A. 1996. Pesticides in ground water: distribution, trends, and governing factors. Chelsea, MI7 Ann Arbor Press.
- BURKART, M.R., KOLPIN D.W. and JAMES, D.E. 1999. Assessing grounwater vulnerability to agrichemical contamination in the Midwest US. *Water Science and Tecnology*. 39: 103-112
- BÜYÜKDEMİRCİ, A.H. 2012. Groundwater vulnerability assessment with DRASTIC method: A case study on Kırıkkale plain, Turkey, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 84 s.
- CEPLECHA, Z.L., WASKOM, R.M., BAUDER, T.A., SHARKOFF, J.L. and KHOSLA, R. 2004. Vulnerability assessments of Colorado groundwater to nitrate contamination. *Water, Air, and Soil Pollution*, 159: 373–394.
- CHAE, G., KIM, K., YUN, S., KIM, K., KIM, S., CHOI, B., KIM, H. and RHEE, C.W. 2004. Hydrogeochemistry of alluvial groundwater in an agricultural area: an implication for groundwater contamination susceptibility. *Chemosphere*, 55: 369–378
- CONNELL, L.D. and VAN DEN DAELE, G. 2003. A quantitative approach to aquifer vulnerability mapping. *Journal of Hydrology*, 276: 71–88.
- CORNIELLO, A., DE RISO, R., DUCCI, D., NAPOLITANO, P., GUARINO, P. M. and BELLUCI, F. 1995. Pollution vulnerability map of the aquifer in the eastern part of Piana Campana, southern Italy. Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Ed. (publisher), Bologna.
- ÇOBANOĞLU, M. T. 2004. Yeraltısularında Pestisit Kirliliği, Yüksek Lisans Semineri, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- DELGADO, J.A., SHAFFER, M., HU, C., LAVADO, R.S., WONG, J. C., JOOSSE, P., LI, X., RIMSKI-KORSAKOV, H., FOLLET, R., COLON, W. and SOTOMAYOR, D. 2006. A decade of change in nutrient management requires a new tool: A New Nitrogen Index. *J. Soil Water Conserv*, 61:62A-71A.

- DELGADO, J.A., SHAFFER, M., HU, C., LAVADO, R.S., WONG, J. C., JOOSSE, P., LI, X., RIMSKI-KORSAKOV, H., FOLLET, R., COLON, W. and SOTOMAYOR, COLON, W., FOLLET, R., DEL GROSSO, S., LI, X. and RIMSKI-KORSAKOV, H. 2008. An index approach to assess nitrogen losses to the environment. *Ecol. Eng.* 32: 108-120.
- DE PAZ, J.M., DELGADO, J.A., RAMOS, C., SHAFFER, M. J. and BARBARICK, K. 2009. Use of a new Nitrogen Index-GIS assessment for evaluation of nitrate leaching across a Mediterranean region. *J. Hydrol.* 365:183-194.
- ELÇİ, A. ve POLAT, R. 2011. Assessment of the statistical significance of seasonal groundwater quality change in a karstic aquifer system near Izmir-Turkey. *Environ Monit Assess*, 172: 445–462.
- ENGEL, B.A. 1992. Water quality modeling using Geographic Information System (GIS) data NASA/ASEE summer faculty fellowship program, John F. Kennedy Space Center, University of Central Florida.
- FABBRI, A.G. and NAPOLITANO, P. 1995. The use of database management and geographical information systems for aquifer vulnerability analysis. Contribution to the International Scientific Conference on the occasion of the 50th Anniversary of the founding of the Vysoka Skola Banska, Ostrava, Czech Republic
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 1979. Groundwater Pollution: Tecnology, Economics and Managements, prepared by Institute of Geology and Mines of Spain, Massachusetts Institute of Tecnology, Rome, 137 pp.
- FIGUEROA-VIRAMONTES, U., DELGADO, J.A., CUETO-WONG, J.A., NUNEZ-HERNANDEZ, G., RETASANCHEZ, D.G. and BARBARICK, K.A., 2011. A new Nitrogen Index to evaluate nitrogen losses in intensive forage systems in Mexico. *Agri. Ecosyst. Environ.*, 142, 352–364.
- ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, Antalya Raporu, 2014.
- BARTZAS, G., TINI NIVELA, F., MEDINI, L., ZAHARAKI, D. and KOMNITSAS, K., 2015. Assessment of groundwater contamination risk in agricultural area in North Italy. *Information Processing in Agriculture*. 2: 109-129
- GIDA, TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI resmi web sitesi, www.tarim.gov.tr
- GIAMBELLUCA, T. W., LOAGUE, K., GREEN, R. E. and NULLET, M. A. 1996. Uncertainty in recharge estimation: impact on groundwater vulnerability assessments for the Pearl Harbor Basin, O'ahu, Hawai'i, U.S.A. *Journal of Contaminant Hydrology*. 23: 85-112.

- GOGU, R. C. and DASSARGUES, A. 2000. Sensitivity analysis for the EPIK method of vulnerability assessment in a small karstic aquifer, Southern Belgium. *Hydrogeology Journal*, 8(3), 337–345.
- GOOSSENS, M. and VAN DAMME, M. 1987. Vulnerability mapping in flanders, Belgium, Proceedings at “Vulnerability of soil and groundwater to pollutants”. In: Duijvenbooden W van, Waegeningh GH van (eds) TNO Commitee on Hydrological Research, the Hague, Proceedings and Information. 38: 355-360.
- HAMERLINCK, J.D., and AMESON, C.S. 1998. Wyoming ground water vulnerability assessment handbook: University of Wyoming, Laramie, Wyoming, Spatial Data Visualization Center, Report SDVC 98-01, 2 Volumes, Accessed December 2000 at URL <http://www.sdvc.uwyo.edu/groundwater/report.html>.
- IWACO 1995. Euroconsult, Gaza Environmental Profile, Phase II, Nitrogen Pollution Study, The Netherlands.
- JURY, W.A. and GHODRATI, M. 1987. Overview of Organic Chemical Environmental Fate and Transport Modeling Approaches. Reactions and Movement of Organic Chemicals in Soils. Proceedings of a Symposium of the Soil Science Society of America and the American Society of Agronomy, Atlanta, Georgia. SSSA Special Publication No. 22. Soil Science Society of America: 271-304.
- KAÇAROĞLU, F. ve GÜNAY, G., 1997. Groundwater nitrate pollution in an alluvium aquifer, Eskisehir urban area and its vicinity, Turkey. *Environmental Geology*, 31 (3/4), 178-184.
- KAPLAN, M. 1995. Antalya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü, Çevre Sorunları ve Eğitimi Semineri, 20-24 Şubat 1995, Antalya.
- KAPLAN, M., SÖNMEZ, S. ve TOKMAK, S. 1999. Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23: 309-313.
- KELLOG, C. E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company, Newyork.
- KNAPP, M. F. 2005.. Diffuse Pollution Threats to Groundwater: A UK Water Company Perspective, *Quarterly Journal of Engineering Geology & Hydrogeology*, 38(1), Sf. 3951.
- KRISHNA, R., IGBAL, J., GORAI, A. K., PATHAK, G., TULURI, F. and TCHOUNWOU, P.B. 2014. Groundwater vulnerability to pollution mapping of Ranchi district using GIS. *Appl. Water Science*. 5: 345-358.
- KORKUT, R.N. 2009. Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasındaki Bölgedeki Yeraltı Sularında Nitrat ve Nitrit Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 69 s.

- KURUNÇ, A., ERŞAHİN, S., YETGİN, B., SONMEZ, N.K., Uz, I., KAMAN, H., BACALAN, G.E. ve EMEKLI, Y. 2011. Identification of nitrate leaching hot spots in a large area with contrasting soil texture and management, *Agricultural Water Management*, 98, (2011), 1013–1019.
- LAKE, I.R., LOVETT, A.A., HISCOCK, K.M., BETSON, M., FOLEY, A., SUNNENBERG, G., EVERS, S. and FLETCHER, S. 2003. Evaluating factors influencing groundwater vulnerability to nitrate pollution: developing the potential of GIS. *J. Environ. Manag.* 68: 315–328.
- LAPRADE, JESSE C. 1992. Extension Environmental Specialist, Alabama Cooperative Extension System, ANR-737, 1992, Community Resource Development, Auburn University.
- LOBO-FERREIRA, J.P. and CABRAL, M. (1991) Proposal for an operational definition of vulnerability for the European Community's Atlas of Groundwater Resources. Paper presented in the Meeting of the European Institute for Water, Groundwater Work Group, Brussels.
- MEISINGER, J.J. and DELGADO, J.A. 2002. Principles for managing nitrogen leaching. *J. Soil Water Conserv.* 57, 485–498.
- MONAR, C., SAAVEDRA, A.K., ESCUREDO, L., DELGADO, J.A., ALWANG, J., BARRERA, V. and BOTELLO, R. 2013. Positive impacts in soil and water conservation in an Andean region of South America: Case scenarios from a US Agency for International Development multidisciplinary cooperative Project, *J. Soil Water Conserv.* Jan/Feb 2013, No. 1,68(1):25A-30A.
- MOORE, JOHN, S. 1990. SEEPAGE: A system for early evaluation of the pollution potential of agricultural groundwater environments, USDA. SCS, Northeast Technical Center, Geology Technical Note 5.
- MUHAMMETOĞU H., MUHAMMETOĞLU A. ve SOYUPAK S. 2002. Vulnerability of Groundwater to Pollution from Agricultural Diffuse Sources: A Case Study, *Water Science and Technology*, 45 (9): 1-7.
- MUHAMMETOĞLU, H., SOYUPAK, S. ve MUHAMMETOĞLU, A. 2003. Azot Dengesi Yaklaşımı ile Tarımsal ve Evsel Atıksu Kaynaklı Yeraltı suları Kirlenmesinin İncelenmesi, Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu Projesi, Antalya.
- MUHAMMETOĞLU, H., MUHAMMETOĞLU, A. and SOYUPAK, S. 2005. Assessment of Nitrogen Excess in an Agricultural Area Using a Nitrogen Balance Approach, *Water Science and Technology*, 51:3-4, 259-266.
- MUHAMMETOĞLU, A. and YARDIMCI, A. 2006. A Fuzzy Logic Approach to Assess Groundwater Pollution Levels Below Agricultural Fields, *Environmental Monitoring and Assessment*, 118: 337-354.

- MUHAMMETOĞLU A. and USLU B. 2006. Application of EIQ (Environmental Impact Quotient) Model to Kumluca Region of Turkey to Determine Environmental Impacts of Pesticides, IWA DipCon 2006, 10th International Specialised Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, September 18-22, İstanbul, Turkey.
- NAPOLITANO, P. and FABBRI, A.G. 1996. Single parameter sensitivity analysis for aquifer vulnerability assessment using DRASTIC and SINTACS. In: Proceedings of the 2nd HydroGIS Conference, vol. 235. IAHS Publication, Wallingford, 559–566.
- NAS, B. ve BERKTAY, A. 2006. Groundwater Contamination by Nitrates in the City of Konya, (Turkey): A GIS Perspective, Journal of Environmental Management, 79.
- NAVULUR, K.C.S. and ENGEL B.A. 1997. Predicting Spatial Distributions of Vulnerability of Indiana State Aquifer Systems to Nitrate Leaching using a GIS, USA. http://ncgia.ucsb.edu/cconf/SANTA_FE_CD-ROM//sf_papers/navulur-kumar/my_paper.html
- NAVULUR, K.C.S. and Engel, B.A. 1998. Groundwater vulnerability assessment to nonpoint source nitrate pollution on a regional scale using GIS. Trans. ASAE 41: 1671–1678.
- NRC (1993) Groundwater vulnerability assessment: Contamination potential under conditions of uncertainties. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 185.
- ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI resmi web sitesi, www.ormansu.gov.tr
- PENN STATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES RESEARCH, 1998.
- PISCIOTTA, A., CUSIMANO, G. and FAVARA, R. 2015. Groundwater Nitrate risk assessment using intrinsic vulnerability methods: A comparative study environmental impact by intensive farming in the Mediterranean region of sicily, Italy. *Journal of Geochemical Exploration*, 156: 89-100.
- RAO, P.S.C., HORNSBY, A.C. and JESSUP, R.E. 1985. Indices for ranking the potential for pesticide contamination in groundwater. Proceedings of Soil Crop Science Society Florida; 1–24.
- RICHERT, S.E., YOUNG, S.E. and JOHNSON, C. 1992. SEEPAGE: A GIS model for groundwater pollution potential, ASAE 1992 International Winter Meeting, Nashville, Tennessee, Paper No.922592.
- ROSENSTOCK, T. S., LIPTZIN, D., DZURRELLA, K., FRYJOFF-HUNG, A., HOLLANDER, A., JENSEN, V., KING, A., KOURAKOS, G., McNALLY, A., PETTYGROVE, G. S., QUINN, J., VIERS, J. Q., TOMICH, T. P. and HARTER, T. 2014. Agriculture's Contribution to Nitrate Contamination of

- Californian Groundwater (1945-2005), *Journal of Environmental Quality*, Sf. 895-906.
- SHAFFER, M.J. and Delgado, J.A. 2002. Essentials of national nitrate leaching index assessment tool. *J. Soil Water Conserv.* 57, 327–335.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951 Soil Survey Manual. W. S. Dep. Agr. Handbook 4, S. Government Print Off. Washington, No:18.
- SOUTTER, M. and MUSY, A. 1998. Coupling 1D Monte-Carlo simulations and geostatistics to assess groundwater vulnerability to pesticide contamination on a regional scale. *J. Contam. Hydrol.* 32: 25–39.
- SU, X., WANG, H. and ZHANG, Y. 2013. Health Risk Assessment of Nitrate Contamination in Groundwater: A Case Study of an Agricultural Area in Northeast China, *Water Resour. Manage.* 27, 3025-3034.
- SÖNMEZ, İ., KAPLAN, M. ve SÖNMEZ, S. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü *Derim Dergisi*, 25(2): 24-34.
- SÖNMEZ, N.K., SARI, M ve AKSOY, E. 2007. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak sürdürülebilir arazi yönetimi ve toprak koruma planının oluşturulması: Antalya- Altınova örneği, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 11-22.
- ŞİMŞEK, C., ELÇİ, A., GÜNDÜZ, O. ve ERDOĞAN, B. 2008. Hydrogeological and hydrogeochemical characterization of a karstic mountain region, *Environ Geol.* 54: 291-308.
- TESO, R.R., POE, M.P., YOUNGLOVE, T. and McCOOL, P.M. 1996. Use of logistic regression and GIS modeling to predict groundwater vulnerability to pesticides. *Journal of Environmental Quality*, 25: 425-432.
- THAPINTA, A. and HUDAK, P.F. 2003. Use of geographic information systems for assessing groundwater pollution potential by pesticides in Central Thailand. *Environment International*, 29(1): 87- 93.
- TILAHUN, K and MERKEL, J.B. 2009. Estimation of groundwater recharge using a GIS-based distributed water balance model in Dire Dawa, Ethiopia. *Hydrogeol J (in press)*
- THORBURN, P. J., BIGGS, J. S., WEIER, K. L. and KEATING, B. A. 2003. Nitrate in Groundwaters of Intensive Agricultural Areas in Coastal Northeastern Australia, *Agriculture Ecosystems & Environment*, 94, 49-58.
- THUN, R., HERMANN, R. and KNICKMAN, E. 1955. Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, Radelbul und Berlin, s:48.

- TÜRKAY, Z., ERTÜRK, A., CÜCELOĞLU, G., EKDAL, A. ve GÜREL, M. 2015. Köyceğiz-Dalyan Havzasının Yeraltısuyu Kirlenme Potansiyelinin DRASTIC Yönetiminin Kullanılarak Blirlenmesi. *Research Gate*.
- UMAR, R., AHMED, I. and ALAM, F. 2009. Mapping groundwater vulnerable zones using modified DRASTIC approach of an alluvial aquifer in part of central Gangaplain, Western Uttar Pradesh. *Journal of the Geological Society of India*, 73, 193– 201.
- USLU, O. ve TÜRKMAN, A. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, Ankara.
- TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU, www.tuik.gov.tr
- YAHŞİ, R. 1981. Su ve toprak kaynaklarının kirlenmesi ve su ürünleri genel müdürlüğünün su kirliliği ile ilgili çalışmaları. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Cilt II., 661–679.
- YETGİN, Uz, B. 2011. Serik Ovasında (Antalya) NLEAP Bilgisayar Modeli İle Simule Edilen Nitrat Yıkanma Göstergelerinin Uzaysal Değişkenliği, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Tokat.
- YILDIRIM, M. 2005. Antalya Kentindeki Yeraltısuyu Kaynaklarının Kirlenme Potansiyelinin Coğrafi Teknolojisi ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, 115 s.
- IVAN, V. and MADL-SZONYI, J. 2017. State of the art of karst vulnerability assessment: overview, evaluation and outlook. *Environmental Earth Science*. 76-112
- WICK, A. F., PHILLIPS, R.L., LIEBIG, M. A., WEST, M. and DANIELS, W. L. 2012. Linkages between soil micro-site properties and CO₂ and N₂O emissions during a simulated thaw for a northern prairie Mollisol. *Soil Biology and Biochemistry*. 50:118-125
- WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva, 1993.
- WU, L., LETEY, J., FRENCH, C., WOOD, Y. and BIKIE, D. 2005. Nitrate leaching hazard index developed for irrigated agriculture. *J. Soil Water Conserv.* 60, 90A–95A.

7. EKLER

1 NUMARALI İSTASYON

ADRESİ: ALTINOVA SİNAN MH. ÇAKMAKLAR SK. NO: 24

KOORDİNATLARI

(X-Y): 300877 4088321

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Tortulu Bulanık
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	21	25	18
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,18	6,84	7,43	7,17
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1 STD.MET. 2130 B.	2500	748	719	746	748
Bulanıklık	NTU	:2012	[1]	0,24	0,55	0,07	136
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,16	0,2	0,07	0,12
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	24,03	24,91	25,39	25,2
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,08	0,08	<0,02
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	48,93	51,81	44,31	36,33
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	34,17	35,19	34,36	32,62
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	19,12	20,39	21,74	20,06
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	4,1	4,11	5,4	4,76
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	17,13	16,25	20,11	19,65
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC STD.MET. 2340 B.	[2]	96,31	93,5	99,78	103,92
Toplam Sertlik	Fr	:2012	[2]	31,22	30,15	33,32	34,17
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		1,711	<1.74	<1.74
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,007	<0.5	0,51
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,067		1,04
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		1,808	<2	72,84
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1.19	18,54
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0,397	<0.61	3,98
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0,899	<0.66	11,54
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		105,751	7,94	66,34
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		4,848	12	300,08
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		1,57	2,69	264,36
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1,755		
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0.1	<0.2	<0.2
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		1,521	2,69	5,27
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	3	18	<100
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	<100

2 NUMARALI
İSTASYON

ADRESİ: ALTINOVA DÜDEN MH. KADİFE SK. NO: 11

KOORDİNATLARI
(X-Y): 300721 4090017

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI								HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI SONUÇLARI		
ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14	Ağu.14	ÖLÇÜM ARALIĞI	ANALİZ YÖNTEMİ
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal		
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal		
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	20	24	18			
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,21	6,82	7,36	7,27	7,17	6,5-9,5	TS 3263 ISO 10523
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	625	529	575	589	533	2500	TS 9748 EN 27888
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	0,72	0,23	0,18	0,09			
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	1,5	ISO 10304- 1
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	13,4	13,81	13,62	12,71	17,16	250	ISO 10304- 1
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,22	0,21	<0,02			
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	79,8	73,16	69,02	63,89	84,47	50	ISO 10304- 1
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	17,44	17,92	16,08	16,11	20,78	250	ISO 10304- 1
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	9,18	10,18	11,32	8,69	10,21	200	ISO 11885
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	0,24	0,22	0,57	0,38			
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	1,76	1,46	2,16	1,71			
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	103,43	101,57	106,28	110,69			
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	26,59	26	27,47	28,39			
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		1,085	<1,74	<1,74			
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,006	<0,5	<0,5	<0,59	5	ISO 11885
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,025			0,01	5	ICP-Hidrür
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		1,969	<2	<2	<6,78	2000	ISO 11885
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	<1,19	<7,34	10	ISO 11885
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0,499	<0,61	<0,61	<1,02	50	ISO 11885
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0,315	<0,66	<0,66	<1,13	50	ISO 11885
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		32,046	<4,13	12,82	10	1000	ISO 11885
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		0,828	9	27,2	<7,01	200	ISO 11885
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		1,297	2,69	<2,39	<6,02	200	ISO 11885
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1,172	<0,63	0,81	<1,32	20	ISO 11885
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	0,21	0,1	1	ICP-Hidrür
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		1,517	<0,94	1,57	1,48	10	ICP-Hidrür
T. Koliiform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	5	3	7	0	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	0	0	0	TS EN ISO 9308-1

4 NUMARALI
İSTASYONALTINOVA SİNAN MH. AVCILAR SK. NO:
26

ADRESİ:

KOORDİNATLARI
(X-Y):

304297 4089592

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	21	23	18
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,26	6,85	7,38	7,28
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	689	667	655	715
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	0,33	0,40	0,02	0,16
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,07	0,08	0,04	0,08
Klörür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	26,83	26,86	26,24	26,56
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,05	0,05	<0,02
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	7,72	8,39	6,41	6,41
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	30,13	30,45	28,53	29,01
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/IC	200	20,93	22,26	22,35	21,09
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/IC	[2]	1,49	1,44	2,42	2,26
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/IC	[2]	17,82	17,80	20,28	20,01
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/IC	[2]	86,64	85,95	92,75	94,25
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	29,09	28,90	31,64	31,9
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		1,16	<1.74	<1.74
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,005	<0.5	<0.5
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,042		
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		1,774	<2	<2
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1.19	<1.19
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0,582	<0.61	<0.61
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0,286	<0.66	<0.66
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		87,515	7,080	128,590
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		2,677	8,380	23,810
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		0,814	<2.39	2,800
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1,208	<0.63	0,670
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0.1	<0.2	<0.2
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		0,587	<0.94	<0.94
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	2	0	40
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	10

5 NUMARALI İSTASYON

ADRESİ: ÇALKAYA-HACIALİLER MH. 326. SK. NO: 16
 KOORDİNATLARI (X-Y): 306818 4088195

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Anormal	Anormal	Anormal	Normal
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Bulanık-Kumlu	Kumlu-Bulanık	Kumlu-Bulanık	Normal
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	21	24	18
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,27	7,37	7,34	7,58
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	683	670	665	708
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	4,52	1,66	1,50	3,08
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,05	0,06	0,06	0,06
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	20,90	20,74	21,42	20,85
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,07	0,07	<0,02
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	3,88	2,49	3,79	3,67
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	67,13	66,00	65,79	66,24
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	10,63	11,31	11,16	10,53
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	1,67	1,59	2,42	2,17
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	14,81	13,80	16,95	15,42
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	117,54	104,59	114,33	110,15
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	35,56	31,90	35,65	33,96
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		1,436	<1,74	<1,74
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,018	<0,5	<0,5
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,250		<0,53
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		0,574	<2	<1,74
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	<1,19
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0,222	<0,61	<0,61
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		5,698	0,840	9,290
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		22,767	<4,13	11,170
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		1,729	31,330	198,730
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		1,629	<4,13	11,170
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1,094	<0,63	1,390
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	<0,2
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		1,736	<0,94	2,260
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	2	3	>100
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	60

6 NUMARALI İSTASYON

ADRESİ: ALTINTAŞ MH. KARDELEN SK. NO: 74

KOORDİNATLARI (X-Y):

306642 4085581

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	####	Nis.14	Ağu.14	Ara.14
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	21	23	18
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,21	6,81	7,32	7,35
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	597	595	607	616
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	0,32	0,40	0,70	0,82
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,07	0,07	0,03	0,06
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	16,94	12,25	16,27	15,76
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,05	0,04	<0,02
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	48,45	20,46	12,37	9,78
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	24,94	22,91	20,52	19,84
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	12,68	15,80	15,65	14,15
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	0,95	0,89	1,57	1,31
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	10,40	10,99	13,02	11,86
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	89,24	88,84	96,94	91,66
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	26,64	26,79	26,33	27,86
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		0,999	<1,74	<1,74
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,013	<0,5	<0,5
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,035		<0,53
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		3,002	<2	8,370
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	<1,19
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		1,151	<0,61	0,960
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		1,051	<0,66	1,030
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		85,933	6,010	102,820
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		4,686	10,750	36,540
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		2,279	3,000	<2,39
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		0,842	<0,63	0,670
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	<0,2
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		0,592	<0,94	<0,94
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	0
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	0

7 NUMARALI İSTASYON

ALTINTAŞ MH. BULUT 2 SK. NO:

ADRESİ:
KOORDİNATLARI (X-
Y):32
305371 4084320

ANALİZLER	BİRİMİ	ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI						HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI SONUÇLARI		
		ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14	Ağu.14	ÖLÇÜM ARALIĞI	ANALİZ YÖNTEMİ
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal		
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Bulanık	Kumlu-Bulanık	Kumlu-Bulanık	Normal	Normal		
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	20	24	17			
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7.21	7.38	7.38	7.33	7.17	6,5-9,5	TS 3263 ISO 10523
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1 STD.MET. 2130 B. :2012	2500	659	648	682	678	533	2500	TS 9748 EN 27888
Bulanıklık	NTU		[1]	1.95	1.04	0.14	2.6			
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1.5	0.16	0.19	0.06	0.12	0.09	1.5	ISO 10304-1
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	21.84	23.74	23.89	25.05	26.58	250	ISO 10304-1
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0.08	0.08	<0,02			
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	54.81	49.01	53.05	51.66	68.37	50	ISO 10304-1
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	28.89	28.21	28.21	28.57	36.99	250	ISO 10304-1
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	13.51	15.14	15.76	15.02	15.53	200	ISO 11885
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	1.62	1.49	2.50	2.33			
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	18.38	18.07	20.77	20.29			
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	82.20	80.64	87.20	89.7			
Toplam Sertlik	Fr		[2]	28.21	27.69	30.45	30.95			
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		0.738	<1,74	<1,74			
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0.008	<0,5	<0,5	<0.59	5	ISO 11885
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0.021		<0,53	0.01	5	ICP-Hidrür
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		1.930	<2	<1,74	<6.78	2000	ISO 11885
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	<1,19	<7.34	10	ISO 11885
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0.749	<0,61	<0,61	<1.02	50	ISO 11885
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0.351	0.840	1.690	1.26	50	ISO 11885
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		89.670	6.250	98.740	0.1	1000	ISO 11885
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		1.168	9.850	51.130	29.59	200	ISO 11885
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		1.216	<2,39	9.740	45.38	200	ISO 11885
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		0.879	<0,63	1.380	<1.32	20	ISO 11885
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	<0,2	0.01	1	ICP-Hidrür
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		2.101	<0,94	2.360	2.4	10	ICP-Hidrür
T. Koliiform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	10	0	30	30	20	0	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	10	0	15	11	0	0	TS EN ISO 9308-1

8 NUMARALI
İSTASYON

ADRESİ: ERMENEK MH. GÜMÜŞ SK. NO: 44

KOORDİNATLARI
(X-Y): 305434 4083017

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

HALK SAĞLIĞI
LABORATUVARI SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14	Ağu.14	ÖLÇÜM ARALIĞI	ANALİZ YÖNTEMİ
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Anormal	Anormal	Normal	Normal		
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Tortulu-Bulanık	Tortulu-Bulanık	Bulanık	Normal		
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	20	24	18			
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7.19	7.22	7.36	7.46	7.22	6,5-9,5	TS 3263 ISO 10523
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	739	587	599	620	552	2500	TS 9748 EN 27888
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	0.49	1.61	0.93	12.2			
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1.5	0.08	0.09	0.04	0.07	0.05	1.5	ISO 10304-1
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	26.57	19.76	19.41	18.64	20.12	250	ISO 10304-1
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0.06	0.5	<0,02			
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	81.33	38.12	29.65	30.72	30.7	50	ISO 10304-1
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	41.49	26.89	25.62	25.52	30.7	250	ISO 10304-1
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	20.39	16.76	17.23	15.18	15.75	200	ISO 11885
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	3.86	2.09	2.55	2.03			
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	17.51	15.64	17.00	16.43			
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	91.47	76.18	84.54	82.15			
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	30.16	25.56	28.22	27.38			
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		1.230	<1,74	<1,74			
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0.004	<0,5	<0,5	<0.59	5	ISO 11885
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0.013		<0,53	0.01	5	ICP-Hidrür
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		0.975	<2	6.840	<6.78	2000	ISO 11885
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	1.280	<7.34	10	ISO 11885
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		1.051	<0,61	0.730	1.2	50	ISO 11885
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0.346	0.840	2.940	<1,13	50	ISO 11885
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		68.548	<4,13	97.610	0.1	1000	ISO 11885
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		2.186	13.330	151.780	19.95	200	ISO 11885
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		0.856	<2,39	12.220	31.65	200	ISO 11885
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		0.918	<0,63	2.250	<1.32	20	ISO 11885
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	<0,2	0.01	1	ICP-Hidrür
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		0.478	<0,94	<0,94	0.25	10	ICP-Hidrür
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	15	35	0	0	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	0	7	0	0	TS EN ISO 9308-1

9 NUMARALI İSTASYON

ADRESİ: GÜZELOBA MH. AKÇAY SK. NO: 65
 KOORDİNATLARI
 (X-Y): 302145 4083850

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI

ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Normal
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Bulanık	Normal	Normal	Normal
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	20	25	18
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7,24	6,99	7,14	7,35
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	736	810	812	756
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	4,58	0,33	2,56	0,46
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1,5	0,11	0,19	0,06	0,12
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	23,60	33,97	27,75	24,14
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0,09	0,06	<0,02
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	23,05	24,73	10,24	21,17
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	31,82	42,48	36,41	32,71
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	17,82	25,72	22,98	18,57
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	1,73	6,31	5,35	2,34
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	20,97	23,37	24,76	22,62
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	96,63	102,60	109,55	102,69
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	32,90	35,39	37,70	35,1
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		0,83	<1,74	<1,74
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0,022	<0,5	<0,5
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0,090		<0,53
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		6,404	<2	<2
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	<1,19
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0,296	<0,61	<0,61
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		1,187	0,890	<0,66
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		124,540	7,440	130,070
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		1,838	22,810	26,020
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		0,183	<2,39	<2,39
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1,996	<0,63	1,120
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<1,19	<1,19
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		0,659	<0,94	<0,94
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	15	0
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	0	7	0

10 NUMARALI İSTASYON

ADRESİ: GÜZELBAĞ MH. ZEYBEK SK. NO: 245
 KOORDİNATLARI (X-Y): 304293 4083262

ASAT LABORATUVARI ANALİZ SONUÇLARI								HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI SONUÇLARI		
ANALİZLER	BİRİMİ	ANALİZ YÖNTEMİ	ÖLÇÜM ARALIĞI*	Şub.14	Nis.14	Ağu.14	Ara.14	Ağu.14	ÖLÇÜM ARALIĞI	ANALİZ YÖNTEMİ
Koku ve Tat	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Normal	Normal	Normal	Anormal	Normal		
Renk ve Görünüş	Birimsiz	Organoleptik	[1]	Bulanık	Tortulu- Bulanık	Tortulu- Bulanık	Bulanık	Normal		
Sıcaklık	°C	Termometre	[2]	20	20	22	18			
pH	Birimsiz	TS EN ISO 10523:2012	6,5-9,5	7.14	7.09	7.38	7.48	7.15	6,5-9,5	TS 3263 ISO 10523
İletkenlik	µS/cm	TS 9748 EN 27888 /T1	2500	761	760	771	777	736	2500	TS 9748 EN 27888
Bulanıklık	NTU	STD.MET. 2130 B. :2012	[1]	1.54	2.60	1.90	72.4			
Florür (F ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	1.5	0.09	0.11	0.06	0.1	0.06	1.5	ISO 10304-1
Klorür (Cl ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	26.60	28.70	26.79	26.57	30.45	250	ISO 10304-1
Bromür (Br ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	[2]	<0,02	0.07	0.06	<0,02			
Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	50	57.65	58.89	57.53	59.66	69.71	50	ISO 10304-1
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg/l	TS EN ISO 10304-1/IC	250	39.84	42.50	39.08	40.99	49.16	250	ISO 10304-1
Sodyum (Na ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	200	20.65	23.69	22.44	21.07	22.33	200	ISO 11885
Potasyum (K ⁺)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	5.16	5.21	6.03	6.15			
Magnezyum (Mg ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	20.88	22.32	23.67	22.59			
Kalsiyum (Ca ⁺²)	mg/l	TS EN ISO 14911/ IC	[2]	90.27	96.28	100.33	96.1			
Toplam Sertlik	Fr	STD.MET. 2340 B. :2012	[2]	31.27	33.37	34.95	33.44			
Selenyum (Se)	µg/L	EPA 200.8	10		0.793	<1,74	<1,74			
Kadmiyum (Cd)	µg/L	EPA 200.8	5		0.002	<0,5	<0,5	<0.59	5	ISO 11885
Antimon (Sb)	µg/L	EPA 200.8	5		0.085		5.000	0.06	5	ICP-Hidrür
Bakır (Cu)	µg/L	EPA 200.8	2000		0.708	<2	29.140	<6.78	2000	ISO 11885
Kurşun (Pb)	µg/L	EPA 200.8	10		<1	<1,19	14.940	<7.34	10	ISO 11885
Krom (Cr)	µg/L	EPA 200.8	50		0.751	<0,61	2.700	<1,02	50	ISO 11885
Mangan (Mn)	µg/L	EPA 200.8	50		0.379	0.890	<0,66	<1,13	50	ISO 11885
Bor (B)	µg/L	EPA 200.8	1000		105.552	7.600	68.980	1.12	1000	ISO 11885
Demir (Fe)	µg/L	EPA 200.8	200		1.705	9.610	111.540	20.94	200	ISO 11885
Alüminyum (Al)	µg/L	EPA 200.8	200		0.534	<2,39	85.420	57.58	200	ISO 11885
Nikel (Ni)	µg/L	EPA 200.8	20		1.615	<0,63	<0,63	1.52	20	ISO 11885
Civa(Hg)	µg/L	EPA 200.8	1		<0,1	<0,2	<0,2	0.01	1	ICP-Hidrür
Arsenik (As)	µg/L	EPA 200.8	10		0.497	<0,94	1.700	0.15	10	ICP-Hidrür
T. Koliform	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	2	>100	30	>100	0	0	TS EN ISO 9308-1
E. Coli	Sayı/100 ml	TS EN ISO 9308-1	0	0	>100	3	30	0	0	TS EN ISO 9308-1

ÖZGEÇMİŞ



Gözde KAÇAR 1978 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1996 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2000 yılında Çevre Mühendisi olarak mezun oldu. 2003 yılından itibaren Antalya Büyükşehir Belediyesi ASAT Genel Müdürlüğü Atıksu Müdürlüğü ve Kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanlığı'nda Çevre Mühendisi olarak çalıştı. Halen Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı Etüt ve Plan Şube Müdürlüğü'nde Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk annesidir.

