



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN KÖRFEZİNDEKİ YAĞMUR SUYUNUN KİMYASAL
BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

SİNEM ÇAKMAKLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Antakya/HATAY
KASIM – 2009**

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSKENDERUN KÖRFEZİNDEKİ YAĞMUR SUYUNUN KİMYASAL
BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ**

SİNEM ÇAKMAKLI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİMDALI

Prof.Dr.Sermin ÖRNEKTEKİN danışmanlığında hazırlanan bu tez 05/11/2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Sermin ÖRNEKTEKİN Doç.Dr.Türkan ÖZSOY Yrd.Doç.Dr.Yasin YÜCEL
Başkan Üye Üye

Bu tez Enstitümüz Kimya Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr.Bünyamin YILDIZ
Enstitü Müdürü V.

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: **01Y0102**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, sekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Hava Kirliliği.....	1
1.1.1.Havanın Tanımı ve temiz havanın bileşimi.....	1
1.1.2. Hava Kirliliği Kaynakları.....	1
1.1.3. Hava Kirleticileri.....	3
1.1.3.1. Amonyak (NH ₃).....	3
1.1.3.2. Azot Oksitler (NO _x).....	4
1.1.3.3 Karbon Monoksit (CO).....	4
1.1.3.4. Kükürt Oksitler (SO ₂ ve SO ₃).....	5
1.1.4. Meteorolojik faktörlerin hava kirliliğine etkisi.....	6
1.1.4.1.Basınç şartları ve rüzgar.....	6
1.1.4.2.Nem.....	6
1.1.4.3. Sıcaklık ve İnversion.....	6
1.2. Yağmur Suyu.....	7
1.2.1. Yağmur Suyunun pH' ının hesaplanması.....	7
1.2.2. Asit Yağmurları	7
1.2.2.1.Asit Yağmurlarının Toprağa Etkisi.....	10
1.2.2.2.Asit Yağmurlarının Doğal Su Kaynaklarına Etkisi.....	11
1.2.3. Yağmur Suyunda Asitliğin Nötralleşmesi.....	11
1.2.4. Yağmur Sularında Elektriksel İletkenlik.....	11
1.3. Atmosferde Alkali Türlerin Kaynakları ve Eser Elementler	12
1.3.1. Alkali Türlerin Kaynakları	12
1.3.2. Eser Elementler ve İnsan Sağlığına Etkileri.....	12
1.4. Akdeniz Bölgesinde Hava Kirliliği.....	14
1.4.1. Akdeniz Bölgesinin Özellikleri ve Hava Kirliliği.....	14
1.4.2. İskenderun Körfezi ve Hava Kirliliği.....	15
1.4.3. Tuzluluk ve Akdeniz.....	16

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	18
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1.Materyal.....	31
3.1.1. Araştırma Alanı ve Örnekleme Yerleri.....	31
3.1.2. Çalışma Bölgesinin Özellikleri.....	33
3.1.2.1.İskenderun'un İklimi ve Meteorolojisi.....	33
3.1.2.2. Örnek Toplanan Günlere Ait Meteorolojik Veriler.....	34
3.1.2.3. Aylık Meteorolojik Veriler.....	34
3.1.2.4. Çalışma Bölgesinde Rüzgar Yönleri.....	35
3.1.3. Kullanılan Kimyasallar.....	36
3.1.4. Kullanılan Cihazlar.....	36
3.2.Yöntem.....	36
3.2.1. Materyal Toplama Yöntemleri.....	36
3.2.2. Ön Hazırlık ve Örneklerin Saklanması.....	37
3.2.3. pH ve İletkenlik Ölçümü.....	37
3.2.4. Temel Anyonların Analizi.....	37
3.2.5. Temel Katyonların Analizi.....	37
3.2.6. Eser Element Analizi.....	38
3.2.7. Temel Katyonlar ve Eser Element Analizi İçin ICP-AES Cihazı.....	38
3.2.8.Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi.....	39
3.2.8.1.Elementlerin Zenginleştirme Faktörleri.....	40
3.2.8.2.Korelasyon Katsayısı.....	40
3.2.8.3.Nötralleşme Faktörü.....	41
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	41
4.1. İskenderun Körfezindeki Yağmur Suyunun İyonik Bileşimi.....	41
4.1.1 Yağmur Sularının Asitliği.....	41
4.1.2. Yağmur Suyunun Elektriksel İletkenliği.....	43
4.1.3. Toplanan Örneklerdeki Yağmur Suyunun İyonik Bileşimi.....	44
4.1.4. Yapılan Analizlerde İyon ve Element Değişimlerinin Aylara Göre Değişimi.....	47
4.2. Zenginleştirme Faktörleri.....	65
4.3. Nötralleşme Faktörleri.....	66
4.4. Temel Anyon ve Katyonların Toplam İyonlardaki Yeri.....	67
4.5. İyon Dengesi.....	70
4.6. Eser Elementlerin Yüzde Dağılımı.....	71
4.7. Korelasyon Matrisi.....	71
4.8. Diğer Çalışmalarla Karşılaştırma.....	73
4.8.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar.....	73
4.8.2. Türkiye Dışında Yapılan Çalışmalar.....	75

4.8.3. 1999 yılında Yapılan Çalışmayla Karşılaştırma.....	77
4.9. İstatistiki Veriler.....	79
4.10. Harita Üzerinde pH, İletkenlik, Element ve İyon Derişimleri.....	82
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKLAR.....	99
TEŞEKKÜR.....	104
ÖZGEÇMİŞ.....	105
EKLER.....	106
EK 1 Yerkağundaki elementlerin (E/Al) değerleri.....	106
EK 2 Payas ilçesinde yapılan ölçüm sonuçları.....	107
EK 3 Payas ilçesinde yapılan ölçüm sonuçları.....	108
EK 4 İSDEMİR bölgesinde yapılan ölçüm sonuçları.....	109
EK 5 İSDEMİR bölgesinde yapılan ölçüm sonuçları.....	110
EK 6 Sarımazi'da yapılan ölçüm sonuçları.....	111
EK 7 Sarımazi'da yapılan ölçüm sonuçları.....	112
EK 8 Şehir Merkezinde yapılan ölçüm sonuçları.....	113
EK 9 Şehir Merkezinde yapılan ölçüm sonuçları.....	114
EK 10 İsos 'da yapılan ölçüm sonuçları.....	115
EK 11 İsos 'da yapılan ölçüm sonuçları.....	116

ÖZET
İSKENDERUN KÖRFEZİNDEKİ YAĞMUR SUYUNUN
KİMYASAL BİLEŞİMİNİN BELİRLENMESİ

Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan İskenderun Körfezi, petrol ve doğal gaz hattının geçtiği bir bölge olup, Demir Çelik, Gübre, Çimento Fabrikaları gibi pek çok sanayi kuruluşunu bünyesinde barındırmaktadır. Bu çalışmada amaç İskenderun Körfezi'ne yağan yağmurların iyonik bileşiminin ve temelde antropojenik kaynaklı eser element içeriğinin saptanmasıdır. Şubat 2009 dan Mayıs 2009' a kadar 5 farklı örnekleme bölgesinden toplam 153 yağmur suyu örneği toplanmıştır. Örnekleme bölgeleri, sanayi bölgesinin yoğun olduğu İSDEMİR, sanayi ve yerleşim bölgesi olan Payas, nüfusun yoğun olduğu İskenderun şehir merkezi, kırsal etki altında kalan Sarımazı ve deniz etkisi altında bulunan İsos'dur. Yağmur suyu örneklerinde pH ve iletkenlik, ölçülmüş SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- anyonları ile Ca, Na, K, Mg katyonları ve Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Li, Mn, Ni, Zn, Fe, elementleri derişimi analiz edilmiştir.

5 örnekleme bölgesinde toplanan örneklerin tamamında temel iyonların ortalama derişimleri sırasıyla $Cl^- > Ca^{2+} > SO_4^{2-} > NO_3^- > Na^+ > Mg^{2+} > K^+$ şeklinde bulunmuştur.

Toplanan yağmur sularındaki eser element derişimi sıralaması $Al > Ba > Fe > Mn > Pb > Co > Cu > Cr > Ni > Cd > Zn > Li$ şeklinde olup en yüksek derişimler cevherle çalışan İSDEMİR ve Payas bölgesinde bulunmuştur. Antropojenik elementler arasında en yüksek derişim Pb elementine ait olup, en yüksek değerler İSDEMİR ve Payas bölgesinde ölçülmüştür. Ni, Co, Cd, Cu derişimi en fazla haddanelerin de bulunduğu Payas bölgesinde ölçülmüştür. Rüzgar hızı, rüzgar yönü gibi Meteorolojik faktörlerin de Körfezdeki yağmur suyu bileşimini etkilediği ve Sahra tozlarının körfez üzerinde görüldüğü Mart sonu Nisan başlarında eser element derişimlerinin arttığı tespit edilmiştir.

İskenderun Körfezinde en düşük pH 5,23 ile Payas' da en yüksek pH ise 7,12 ile Sarımazı'da ölçülmüştür. Ortalama pH'ın 6,22 olması ise İskenderun Körfezindeki yağmurların alkali karakterde olduğunu göstermektedir. İskenderun Körfezindeki yağmurların asitliğinin nötürleşmesinde rol oynayan faktörlerin temelinde yağmur suyunda en fazla bulunan kalsiyum iyonu olduğu anlaşılmıştır. En yüksek iletkenlik değerleri 170,2 ve 174,8 $\mu S cm^{-1}$ ile Payas ve İSDEMİR' de ölçülmüştür.

Yerkabuğu kaynaklı elementlerin kendi aralarında, deniz kaynaklı elementlerin de kendi araların yüksek korelasyon yaptığı gözlenmiştir. EFy değerleri incelendiğinde Mn ve Fe elementlerinin yer kabuğu kökenli, Ca, Na, Cd, Co, Pb, Ba, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Zn ve K metallerinin antropojenik kökenli olduğu bulunmuştur.

On yıl önce aynı bölgede yaptığımız çalışma sonuçları da dikkate alındığında element derişimlerinde belirgin bir düşme, SO_4^{2-} iyonu derişiminde İSDEMİR' de 8,5 kat ve Payas' da 7 kat azalma buna karşın NO_3^- iyonu derişimde İSDEMİR' de 3,2 kat ve Payas' da 4,4 kat artma olduğu, ancak İskenderun körfezinin yağmur suyunda hala iyon ve element değerlerinin yüksek olduğu ve $SO_4^{2-} + NO_3^-$ derişiminin yağmur suyu bileşiminin 1/3 kapsamına rağmen asidik olmadığı görülmüştür.

2009, 116 sayfa

Anahtar kelimeler:Yağmur suyu, İskenderun Körfezi, Akdeniz, metal iyonları,

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE COMPOSITION OF RAIN AT THE GULF OF ISKENDERUN

İskenderun Gulf where located at the Eastern Mediterranean area, has got many industries as iron and steel works, fertilizer plants, cement plants, and several medium and small size steel factory and the international pipe line terminals. The aim of this study to contribute of chemical composition of precipitation and anthropogenic elements. The precipitation sampling program was started in February 2009 to May 2009, and over 153 precipitation samples were collected from 5 stations which located at İskenderun city center which is under the influence of population, İskenderun industrial zone İSDEMİR, Payas city center which is under the influence of population and industry, rural zone Sarımazı and the place which located near the sea called İsos. Samples were analysed for pH, conductivity, concentrations of SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , Ca, Al, Ba, Na, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, Zn, Fe, K.

End of sampling period average concentrations of major ions were sequentially $\text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$.

In that area, the concentrations of trace elements were sequentially $\text{Al} > \text{Ba} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Li}$. The highest contribution of elements were found in ISDEMİR and Payas. Pb is the most dominant metal in the anthropogenic elements. That highest concentrations of Pb was determined in İSDEMİR and Payas. The highest concentrations of Ni, Co, Cd, Cu were determined in Payas. Many meteorological factors like wind speed, wind direction effected composition of precipitation. End of March and beginning of April concentrations of elements found high because of dust coming from Africa.

At the Gulf of İskenderun, pH values measured minimum 5,23 in Payas and maximum 7,12 in Sarımazı. The average pH values 6,22 showed that the precipitation was not acidic in İskenderun Gulf, because of the high concentration of Ca. Maximum conductivity was found 170,2 ve 174,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$ in Payas ve ISDEMİR

Crustal elements, correlated in their origin, marine elements correlated in their origin correlated group.

In the EFC determination, the elements of Mn and Fe were found crustal sources and Ca, Na, Cd, Co, Pb, Ba, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Zn and K were found anthropogenic sources. If we take care of the result of research before 10 years at the same place, is a clear decrease in concentrations of elements. On the concentrations of SO_4^{2-} 8,5 times at İSDEMİR and 7 times at Payas were decreased but on the concentrations of NO_3^- ,3,2 times at İSDEMİR and 4,4 times at Payas were increased. Concentrations of elements and ions are still high in Gulf of İskenderun. Although concentrations of $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ contains precipitation 1/3 at chemical composition, precipitation is not acidic.

2009, 116 pages

Keywords: chemical composition, İskenderun Gulf, Mediterranean Sea, metal ions, precipitation

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
IC	İyon kromatografisi
ICP-AES	İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi
N	Kuzey
S	Güney
W	Batı
E	Doğu
TS	Tayin Sınırı
Ka	Asitlerin ayrışma oranlarının asitlik sabiti
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
İMYO	İskenderun Meslek Yüksek Okulu

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Normal havanın bileşimi.....	1
Çizelge 1.2. CO ₂ , NO ve SO ₂ derişimleri ve kaynakları.....	2
Çizelge 1.3.Çeşitli Doğal Suların İletkenlik Değerleri.....	12
Çizelge 1.4.İskenderun ve Payas'da Sanayi Kuruluşlarının ürettikleri ürünlerin cinsi ve yıllık üretim miktarları.....	16
Çizelge 3.1. İskenderun' a ait meteorolojik veriler.....	33
Çizelge 3.2. Örneklerin toplandığı günlere ait meteorolojik veriler.....	34
Çizelge 4.3. 2009 yılına ait meteorolojik veriler.....	35
Çizelge 3.1. Elementler için çalışılan dalga boyu ve cihazın tayin sınırları.....	39
Çizelge 4.1. Yağmur sularında ölçülen element ve iyonların ortalama derişimleri	44
Çizelge 4.2.Rüzgar yönleriyle maksimum ve minimum element derişimleri.....	45
Çizelge 4.3. Elementlerin maksimumderişimleri ve ölçüldükleri ayları	46
Çizelge 4.4. Yağmur suyunda elementlerin EF _{yerkabuğu} değerleri.....	66
Çizelge 4.5.Örnekleme bölgelerine ait NF değerleri	67
Çizelge 4.6. Anyon ve katyonların iyon toplamına katkı oranları.....	67
Çizelge 4.7. Element ve iyonlar arasında belirlenen korelasyon değerleri.....	72
Çizelge 4.8. İskenderun Körfezindeki yağmur suyundaki element derişimlerinin Türkiye'de yapılan çalışmalarla karşılaştırılması.....	73
Çizelge 4.9. İskenderun Körfezindeki yağmur suyundaki pH,iletkenlik ve iyon derişimlerinin Türkiye'de yapılan çalışmalarla karşılaştırılması.....	74
Çizelge 4.10. İskenderun Körfezindeki yağmur suyundaki element derişimlerinin Türkiye dışında yapılan çalışmalarla karşılaştırılması.....	75
Çizelge 4.11. İskenderun Körfezindeki yağmur suyundaki pH, iletkenlik ve iyon derişimlerinin Türkiye dışında yapılan çalışmalarla karşılaştırılması.....	76
Çizelge 4.12. 1999 ve 2009 yılı çalışmalarının karşılaştırılması.....	78
Çizelge 4.13. İskenderun Körfezin'deki yağmur suyunda 1999 ve 2009 yıllarında hesaplanan EF _{yerkabuğu} değerlerinin karşılaştırılması.....	79
Çizelge 4.14.Payas Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile Önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler.....	80
Çizelge 4.15.Payas'ta yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler.....	80
Çizelge 4.16.İSDEMİR Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler.....	80
Çizelge 4.17.İSDEMİR'de yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler...80	
Çizelge 4.18.Sarımazı Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler.....	81
Çizelge 4.19.Sarımazı'da yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler...81	
Çizelge 4.20. Şehir Merkezindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile Önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler.....	81
Çizelge 4.21.Şehir Merkezinde yağmur suyunda element derişimlerine ait İstatistiki veriler.....	82
Çizelge 4.22. İsos'taki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler.....	82
Çizelge 4.23.İsos'taki yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler.....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kuru ve Yaş Birikim.....	8
Şekil 3.1. İskenderun Körfezinde Yağmur Örnekleme Noktaları.....	32
Şekil3.2. Şubat ayı rüzgar yönleri	35
Şekil3.3. Mart ayı rüzgar yönleri.....	35
Şekil3.4. Nisan ayı rüzgar yönleri	36
Şekil3.5. Mayıs ayı rüzgar yönleri.....	36
Şekil 3.6. Varian Liberty II Model ICP-AES.....	38
Şekil 4.1.a.Aylara göre pH değerleri.....	42
Şekil 4.1.b.Aylara göre pH değerleri.....	42
Şekil 4.2. pH değerlerine karşın yüzde sıklığı.....	43
Şekil 4.3.a Aylara bağlı iletkenlik değişimi.....	43
Şekil 4.3.b Aylara bağlı iletkenlik değişimi.....	44
Şekil 4.4.a. K derişiminin aylara göre değişimi.....	47
Şekil 4.4.b. K derişiminin aylara göre değişimi.....	47
Şekil 4.5.a. Mg derişiminin aylara göre değişimi.....	48
Şekil 4.5.b. Mg derişiminin aylara göre değişimi.....	48
Şekil 4.6.a. Ca derişiminin aylara göre değişimi.....	49
Şekil 4.6.b. Ca derişiminin aylara göre değişimi.....	49
Şekil 4.7.a. Na derişiminin aylara göre değişimi.....	50
Şekil 4.7.b. Na derişiminin aylara göre değişimi.....	50
Şekil 4.8.a. Al derişiminin aylara göre değişimi.....	51
Şekil 4.8.b. Al derişiminin aylara göre değişimi.....	51
Şekil 4.9.a. Fe derişiminin aylara göre değişimi.....	52
Şekil 4.9.b. Fe derişiminin aylara göre değişimi.....	52
Şekil 4.10.a. Pb derişiminin aylara göre değişimi.....	53
Şekil 4.10.b. Pb derişiminin aylara göre değişimi.....	53
Şekil 4.11.a. Ba derişiminin aylara göre değişimi.....	54
Şekil 4.11.b. Ba derişiminin aylara göre değişimi.....	54
Şekil 4.12.a. Cd derişiminin aylara göre değişimi.....	55
Şekil 4.12.b. Cd derişiminin aylara göre değişimi.....	55
Şekil 4.13.a. Zn derişiminin aylara göre değişimi.....	56
Şekil 4.13.b. Zn derişiminin aylara göre değişimi.....	56
Şekil 4.14.a. Co derişiminin aylara göre değişimi.....	57
Şekil 4.14.b. Co derişiminin aylara göre değişimi.....	57
Şekil 4.15.a. Cr derişiminin aylara göre değişimi.....	58
Şekil 4.15.b. Cr derişiminin aylara göre değişimi.....	58
Şekil 4.16.a. Li derişiminin aylara göre değişimi.....	59
Şekil 4.16.b. Li derişiminin aylara göre değişimi.....	59

Şekil 4.17.a. Mn derişimin aylara göre değişimi.....	60
Şekil 4.17.b. Mn derişimin aylara göre değişimi.....	60
Şekil 4.18.a. Ni derişimin aylara göre değişimi.....	61
Şekil 4.18.b. Ni derişimin aylara göre değişimi.....	61
Şekil 4.19.a. Cu derişimin aylara göre değişimi.....	62
Şekil 4.19.b. Cu derişimin aylara göre değişimi.....	62
Şekil 4.20.a. SO ₄ ²⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	63
Şekil 4.20.b. SO ₄ ²⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	63
Şekil 4.21.a. NO ₃ ⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	64
Şekil 4.21.b. NO ₃ ⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	64
Şekil 4.22.a. Cl ⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	65
Şekil 4.22.b. Cl ⁻ derişimin aylara göre değişimi.....	65
Şekil 4.23. İSDEMİR'de temel anyon ve katyonların dağılımı.....	66
Şekil 4.24. Payas'da temel anyon ve katyonların dağılımı.....	66
Şekil 4.25. Sarımazı'da temel anyon ve katyonların dağılımı.....	67
Şekil 4.26. Şehir Merkezinde temel anyon ve katyonların dağılımı.....	67
Şekil 4.27. İsos'da temel anyon ve katyonların dağılımı.....	68
Şekil 4.28. Eser elementlerin yüzde dağılımı.....	71
Şekil 4.29. pH dağılımı.....	83
Şekil 4.30. Elektrik iletkenliği dağılımı.....	83
Şekil 4.31. Sülfat iyonunun dağılımı.....	84
Şekil 4.32. Nitrat iyonunun dağılımı.....	84
Şekil 4.33. Ca metalinin dağılımı.....	85
Şekil 4.34. Na metalinin dağılımı.....	85
Şekil 4.35. K metalinin dağılımı.....	86
Şekil 4.36. Mg metalinin dağılımı.....	86
Şekil 4.37. Al metalinin dağılımı.....	87
Şekil 4.38. Ba metalinin dağılımı.....	87
Şekil 4.39. Cd metalinin dağılımı.....	88
Şekil 4.40. Co metalinin dağılımı.....	88
Şekil 4.41. Cr metalinin dağılımı.....	89
Şekil 4.42. Cu metali dağılımı.....	89
Şekil 4.43. Fe metali dağılımı.....	90
Şekil 4.44. Mn metali dağılımı.....	90
Şekil 4.45. Pb metali dağılımı.....	91
Şekil 4.46. Zn metali dağılımı.....	91
Şekil 4.47. Ni metali dağılımı.....	92
Şekil 4.48. Li metali dağılımı.....	92
Şekil 4.49. Cl ⁻ iyonu dağılımı.....	93

GİRİŞ

1.1. Hava Kirliliği

1.1.1.Havanın Tanımı ve temiz havanın bileşimi

Yer kürenin etrafını saran gaz kütleyle atmosfer adı verilir. Atmosfer yer kürenin etrafında adeta düzenleyici ve koruyucu bir örtü şeklindedir. Atmosferde bulunan gazları 3 grup altında inceleyebiliriz.

a) Havada devamlı bulunan ve miktarları çoğunlukla değişmeyen gazlar; azot, oksijen ve diğer asal gazlar.

b) Havada devamlı bulunan ve miktarları azalıp çoğalan gazlar; karbondioksit, su buharı, ozon.

c)Havada her zaman bulunmayan gazlar; kirleticiler

Havada devamlı bulunan ve miktarları değişmeyen gazlar, hayatın sürekliliğini sağlayan unsurlardır. Diğer taraftan, atmosferde yerden 25 km yüksekliğe kadar bulunan gazların miktarları Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Normal havanın bileşimi (Vesilind,1980)

<u>Gazlar</u>	<u>ppm</u>	<u>Gazlar</u>	<u>ppm</u>	<u>Gazlar</u>	<u>ppm</u>
Azot	780900	Metan	1,0-1,2	Ozon	0,01-0,04
Oksijen	209400	Kripton	1,0		
Argon	9300	Azot oksit	0,5		
CO ₂	315	Hidrojen	0,5		
Neon	18	Ksenon	0,08		
Helyum	5,2	Azot dioksit	0,02		

1.1.2. Hava Kirliliği Kaynakları

Doğal ortamdaki atmosferik havanın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliğinin çeşitli etkenlerle canlı yaşamını tehdit edecek şekilde değişikliğe uğramasına hava kirliliği denir. Genel olarak havada askıda bulunan katı ve/veya parçacıklar şeklindeki aerosoller, hava kirliliği yaratmaları, küresel ölçekte yeryüzünün radyasyon miktarı,

dolayısı ile iklimi üzerinde önemli rol oynamaları (Charlson, 1992) ve kaynaklandıkları yerlerden çok uzak mesafelere kadar taşınabilmeleri nedeni ile son yıllarda üzerinde önemle durulan bir konudur.

Çizelge 1.2.'de atmosferde doğal kaynaklı olarak bulunan CO₂, NO ve SO₂ derişimleri ve kaynakları verilmiştir.

Çizelge 1.2. CO₂, NO ve SO₂ derişimleri ve kaynakları

Gaz	Doğal Kaynak	Derişim
CO ₂	 Ayrışma	385 ppm
NO	 Elektriksel boşalım	0.01 ppm
SO ₂	 Volkanik gaz	0-0.01 ppm

Kaynaktan çıkışlarına göre hava kirleticiler; Primer (birincil) ve sekonder (ikincil) kirleticiler olmak üzere 2 kısma ayrılabilir. Primer kirleticiler; kaynaktan doğrudan doğruya çıkan ve atmosfere karışan bileşiklerdir. Kükürt dioksit (SO₂), hidrojen sülfür (H₂S), azot monoksit (NO), azot dioksit (NO₂), karbondioksit (CO₂), partiküller vb. primer kirleticiler grubuna girerler. Sekonder kirleticiler; atmosferde sonradan oluşan kirletici bileşiklerdir. Kükürt trioksit (SO₃), sülfirik asit (H₂SO₄), nitrik asit (HNO₃), aldehitler, ketonlar vb. bu gruba girmektedir.

Çökme, atmosferik taşınımların ve mevsimsel olarak değişen (Lehmann ve ark., 2005) insan kaynaklı ve doğal kirleticilerin, okyanus ve karasal alanlara çökmesidir. (Losno ve ark., 1991; Lee ve ark.,2000; Alagha ve ark., 2003). Atmosferik kirleticiler, iki mekanizma ile atmosferden uzaklaştırılırlar; 1) kuru çökme ile özellikle yaz aylarında, 2) yağ çökme ile kış aylarında baskındır. Atmosferdeki gaz ve partiküllerin derişimlerinin kontrolünde yağ çökme çok önemli bir alıcı görevi görür (Tuncel ve ark., 1996). Emisyonlar insan kaynaklı; fosil yakıtların yanması, endüstriyel gazlar olabileceği gibi doğal kaynaklı; volkanik emisyonların toz ve gazları, toprak veya bitkisel olabilir (Jaradat ve ark., 1999; Alagha ve ark., 2003). Yanma ve motorlu taşıtlar sonucu oluşan kükürt ve azot oksitleri atmosferde su, oksijen ve diğer oksitleyiciler ile

tepkimeye girerek sülfürik asit (H_2SO_4), ile nitrik asit (HNO_3) oluşturur ve asit çökelmelerine ve asit yağmurlarına sebep olurlar. (Alagha ve ark. 2003; Mouli ve ark., 2005; Al-Momani ve ark., 2000; Al-Momani ve ark., 1998; Kaya ve ark., 1997). Yüksek asit içeren yağmur suyu eser elementlerin çözünürlüğünü artıracığından, asit yağmurları eser elementlerin bulunabilirliğini artırır (Al-Momani ve ark., 1995). Asit yağmurları ekosisteme ciddi etkilerde bulunduğu gibi kaynak-alıcı ilişkisini de karmaşık hale getirir (Al-Momani ve ark., 1998). Örneğin, düşük tamponlu su kaynaklarında asit yağmurları, ekosistemde canlı kompozisyonu ve miktarlarında değişimlere neden olarak (Mouli ve ark., 2005; Al-Momani ve ark., 2000), ekosisteme ciddi zararlar verirler (Al-Momani ve ark., 1995b). Bununla birlikte atmosferde, toprak ve toz kaynaklı $CaCO_3$ ile tarımsal ve endüstriyel kaynaklı NH_3 , antropojen asitlerin nötralizasyonunda ve çökeltme asiditesinin kontrolünde en önemli etmenlerdir (Al-Momani ve ark., 1995).

1.1.3. Hava Kirleticileri

1.1.3.1. Amonyak (NH_3)

Amonyak gazı havadan daha hafif olup, basınç altında sıvı hale dönüştürüldüğünde, sudan yaklaşık %60 daha ağırdır. Renksiz, sert ve keskin kokulu bir gazdır. NH_3 gazı genellikle ticari gübre, nitrik asidi ve bazı boyaların üretimi esnasında ortaya çıkmaktadır. Gübre azotunun amonyağa dönüşmesi de atmosferik kirliliğe yol açmaktadır. Gübre azotunun NH_3 gazı şeklinde buharlaşarak atmosfere karışması olayına “Amonyak buharlaşması” adı verilir.

Avrupa ülkelerinde yapılan araştırmalar sonucu, atmosferik NH_3 konsantrasyonunun geçen 30-40 yıl içinde %50 oranında arttığı tespit edilmiştir. Artan amonyak derişiminin %81 lik bölümünün hayvan gübresinden %2 lik bölümün ise endüstriden kaynaklandığı bildirilmiştir (Isermann, 1996).

Amonyak, biyolojik aktif bir bileşiktir ve azot içeren organik maddenin biyolojik olarak ayrışması sonucu meydana gelmektedir. Suda çözüldüğünde amonyağın bir kısmı su ile reaksiyona girer ve amonyum iyonları oluşur. 18 °C de ise 1L suda 554 gr. NH_3 çözünebilmektedir.

Genellikle yoğunluğuna bağlı bulunmakla birlikte 5000- 10000 ppm lik amonyak derişimi kısa bir süre içersinde öldürücü etkide bulunmaktadır. Amonyak başlıca sıvı, gaz ve sulu amonyak olmak üzere 3 formda bulunmaktadır. Bunlardan gaz

amonyak; solunum yolları ve gözü tahriş etmekte, sıvı amonyak; deri ile doğrudan temas haline geldiğinde kimyasal yanıklara yol açmaktadır. Sulu amonyak ise; yine deriyi tahriş etmekte, salgı bezleri üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır.

1.1.3.2. Azot Oksitler (NO_x)

Azot NO, NO₂, NO₃, N₂O, N₂O₃, N₂O₄ ve N₂O₅ olmak üzere 7 çeşit olmak üzere oksit meydana getirmekte, bunlardan hava kirleticisi olarak en önemlileri NO ve NO₂ dir. Bunlar beraberce (NO +NO₂) NO_x olarak belirtilmektedir.

Troposferik NO_x kaynaklarını doğal kaynaklar ve insan faaliyetleri olmak üzere ikiye ayırabiliriz. İnsan faaliyetlerini, fosil yakıtlarının kullanılması ve tarımsal faaliyetler olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

Azot oksitler daha çok asit fabrikaları tarafından atmosfere salınmaktadır. Ayrıca, hemen hemen tüm yanma reaksiyonlarından, patlayıcı madde üretimi, boya imalatı, ağır metal sanayi ve diğer bazı kimya sanayilerinden de NO_x ler açığa çıkmaktadır. Trafik de NO_x için önemli bir kaynaktır. Söz konusu endüstri bölgelerindeki atmosferde bulunan kahverengi bulutların NO_x den ileri geldiği bildirilmektedir. Renksiz bir gaz olan NO, çok kolay bir şekilde oksitlenerek NO₂ ye dönüşebilir. NO₂ kırmızı-kahverengi renğinde, keskin ve naoh kokulu kuvvetli zehir etkisinde bir gazdır.

Azot dioksit maruziyeti sonucunda oluşan şikayetler; normal ve sağlıklı kişilerde 1880 µg/m³ derişiminden itibaren başlarken, astımlı kişilerde aynı şikayetler 940 µg/m³ derişimi seviyesinden itibaren başlamaktadır. Azot dioksitin bulunduğu ortamlarda diğer kirleticilerin ve özellikle ozonun bulunması durumunda, bu kirleticiler arasında oluşan reaksiyonlar nedeniyle insan sağlığında olumsuz etkileşimlerin arttığı belirlenmiştir. Bir haftadan bir aya kadar olan sürede 1880 µg/m³ den az derişime maruziyette; bronşiyel ve pulmoner bölgelerdeki hücrelerde anormal değişiklikler, 940 µg/m³ derişime maruziyette ise akciğerlerin bakteriyel enfeksiyonlara karşı hassasiyetinin artması ve biyokimyasal derişimler gözlenmektedir.

1.1.3.3.Karbon Monoksit (CO)

Yerleşim civarında ve içlerinde en çok rastlanan kirletici gazlardan birisi de karbon monoksittir. Karbon monoksit kokusuz, renksiz ve zehirli bir gazdır. Oldukça stabil bir gaz olup, atmosferde kalma süresi 40 gündür.

Bu gaz içten yanmalı egzoz gazları ile tam yanmayan yakıtlardan bol miktarda üretilmektedir. Normal egzoz gazında %3-4, iyi yakılmayan yakıt gazında %7 düzeyinde bulunmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı, oksidasyon ile CO₂'e dönüştürülüp bitkiler tarafından fotosentezde kullanılmaktadır. Başlıca insan faaliyetleri kaynaklı troposferik CO kaynakları; fosil yakıtların kullanılması, tarımsal faaliyetler, metan gazının fotokimyasal oksitleyicisi, odun yakılması, organik bileşiklerin fotokimyasal oksitleyicisi şeklinde sıralanabilir.

CO'nin insanlara etkisi, kandaki hemoglobin ile oksijene göre 250 kat daha fazla birleşme kabiliyetinin olmasıdır. Bu özelliği nedeniyle CO, aşağıda (1.1) denkleminde gösterilen geri dönüşümlü reaksiyona göre oksihemoglobindeki (O₂Hb) oksijenin yerini alarak, karboksihemoglobin (COHb) oluşumuna yol açmaktadır.



COHb' nin doğrudan etkisi, kanın oksijen taşıma kabiliyetini azaltmasıdır.

1.1.3.4.Kükürt Oksitler (SO₂ ve SO₃)

Keskin bir gaz olan SO₂, 0.3-1.0 ppm arasında keskin bir kokuya sahiptir. Atmosferde fotokimyasal veya katalitik tepkimelere uğrayan SO₂, kısmen kükürt trioksit (SO₃) veya sülfürik aside (H₂SO₄) dönüşmektedir. SO₂'nin özellikle havadaki partiküller ve rutubet ile birlikte daha zarar verici etkileri bulunmaktadır.

SO₂, petrol ve kömür gibi fosil yakıtların ve kükürt filizlerinin yakılması, soda, H₂SO₄ ve selüloz üretimi sırasında ortaya çıktığı gibi, petrol rafineleri ile demir, bakır, çinko, kurşun üretim işletmelerinden ve içten yanmalı motorların egzoz gazlarından da atmosfere karışmaktadır.

Atmosferin SO₂ içeriği, meteorolojik ve bölgesel koşullarla da ilgisi bulunmaktadır. Sisli havalarda azaldığı tespit edilmiştir. Atmosferik SO₂'in bir kısmı yağmur damlalarında çözünmekte ve S elementel formda toprağa girmektedir. Bu olay toprak asitliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Solunan yüksek derişimlerdeki kükürt dioksitin %95'i üst solunum yollarından absorbe olur. Bunun sonucu olarak, bronşit, anfizem ve diğer akciğer hastalık semptomları meydana gelir.

1.1.4. Meteorolojik faktörlerin hava kirliliğine etkisi

1.1.4.1. Basınç şartları ve rüzgar

Yüksek basınç (antisiklonlarının) olduğu bir alanda hava, devamlı çökme eğilimi gösterir. Bu nedenle kirli havanın, yükselme ve dağılma şansı bulunmaz. Alçak basınç (Siklon)' lar da ise, hava hareketi yükselici özellik gösterir. Türbülans harekete sahiptir. Kirli havayı atmosferin üst katlarına taşıyarak, yükseklerdeki rüzgarlarla dağılmasına neden olur (Karpuzcu, 2004).

Rüzgarın varlığı, kirli havanın taşınması ve bir yerlere sürüklenmesi demektir. Rüzgar hızının düşük olması ise, kirli havanın olduğu yerde kalması demektir. Bu nedenle, rüzgara kapalı alanlar, kirliliğin en yoğun olduğu alanlar olarak karşımıza çıkarlar (Karpuzcu, 2004).

1.1.4.2. Nem

Havadaki nemin kirlilik açısından olumlu ve olumsuz yanları vardır. Atmosferin alt katlarında su buharlarının daha fazla olması, yere yakın güneş enerjisinin tutulmasına ve dolayısıyla daha fazla ısınmaya neden olmaktadır. Havadaki kükürt dioksit derişiminin yoğun olduğu zaman içerisinde eğer, bağıl nem de çok yüksek ise, havadaki su buharı ile kükürt dioksit tepkimeye girerek sülfürik asit oluşur. (Karpuzcu, 2004).

1.1.4.3. Sıcaklık ve İnversion

Atmosferin normal seyri olarak, dikey yönde yerden yukarıya doğru gidildikçe sıcaklık sürekli olarak azalmaktadır. Bazı zamanlarda bunun aksine durum görülebilir. İşte bu gibi durumlarda sıcaklık bir yerde artıp tekrar azalma gösteriyorsa bu olaya "Sıcaklık Terselmesi" (İnversion) denilmektedir. Hava kirliliği yönünden en tehlikeli olanı, sıcaklık terselmesinin olduğu günlerdir. İnsanlar ve diğer canlılar, bu kararlı durumun bozulmasına kadar çökmüş olan kirli havaya mahkûm olurlar. Atmosferin normal seyri olan yükseklikle sıcaklığın azalması olayına "Lapse-rate" denir. Kuvvetli adyabatik lapse-rate olayında havada dikine olarak kuvvetli hareketler vardır. Bu kuvvetli kovektif hareket sayesinde havadaki kirleticiler de dağılma şansı

bulur ki, temiz hava için en uygun ortam da bu gibi olayların olduğu zamana rastlamaktadır. Bazı durumlarda yükseldikçe sıcaklıkta herhangi bir değişme görülmez, işte bu tür tabakalara “İzotermal Tabaka” denir. Adyabatik lapse-rate olayı kuru ve yaş olmak üzere iki şekilde görülür. Kuru adyabatik lapse-rate olduğu durumlarda hava nemce fakirdir ve her 100m. yükseldikçe sıcaklık 0,98 C düşmektedir. Yaş adyabatik lapse-rate durumunda ise, hava nemce doymun ve her 100 m. yükseldikçe sıcaklık 0,65 °C düşer. Dolayısıyla, havanın kararlı mı yoksa kararsız mı olduğu, havada bulunan nem oranına da bağlı bulunmaktadır (Karpuzcu, 2004).

1.2. Yağmur Suyu

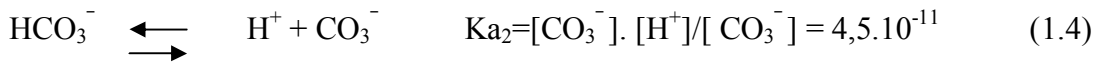
1.2.1. Yağmur Suyunun pH' ının hesaplanması

Atmosferin doğal bileşeni olan CO₂ yine atmosferdeki su içerisinde çözüldüğünde zayıf bir asit olan karbonik asidi oluşturur. Henry yasasına göre, karbondioksitin çözünürlüğü, kısmi basıncı ile doğru orantılıdır:

$$[\text{CO}_2] = K_h \cdot P_{(\text{CO}_2)} \quad (1.2)$$

25 °C’de CO₂’ in Henry sabiti, $K_h = 3,4 \cdot 10^{-2}$ mol/L.atm ve atmosferdeki konsantrasyonu yaklaşık olarak 360 ppm olarak alınırsa $P_{(\text{CO}_2)} = 3,85 \cdot 10^{-4}$ atm.dir. Değerler (1.2) formülünde yerleştirildiğinde CO₂’ in 25 °C’de sudaki çözünürlüğü $1,4 \cdot 10^{-5}$ mol/L olarak bulunur.

CO₂’ in sudaki çözünürlüğüne ait eşitlikler (1.3) ve (1.4) de verilmiştir.



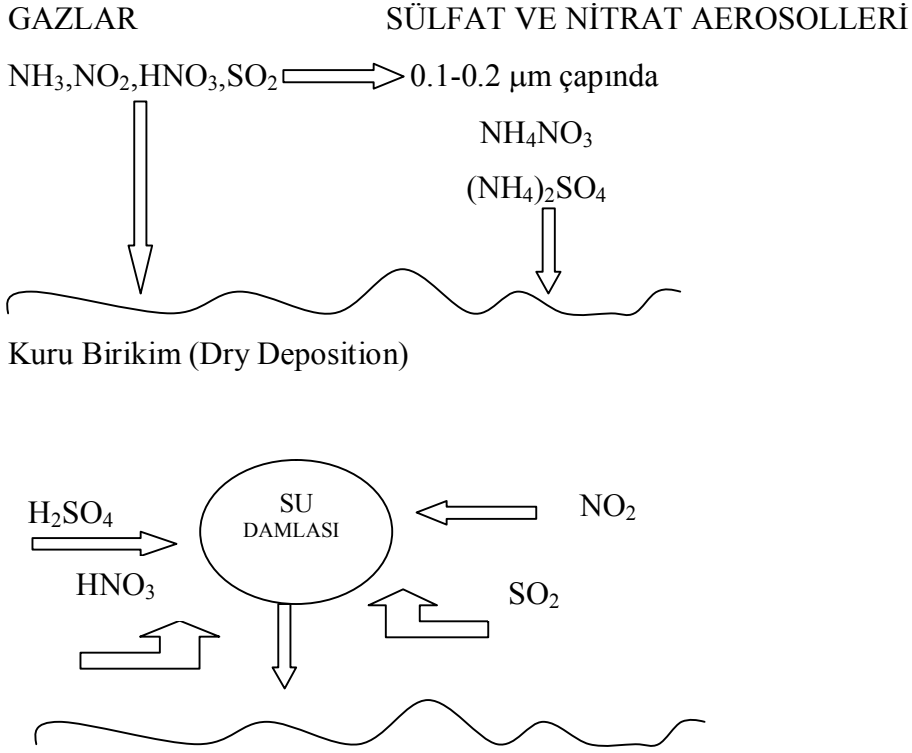
K_{a1} değeri K_{a2} değerinden çok büyük olduğu için K_{a2} ihmal edilir. (1.4) eşitliğinde $[\text{CO}_{2\text{aq}}] = 1,4 \cdot 10^{-5}$ mol/L kullanılarak hesaplanan H⁺ derişiminden kirletilmemiş yağmur suyunun pH’ı 5.6 olarak bulunur.

1.2.2. Asit Yağmurları

Doğal yada antropojenik yollarla atmosfere salınan kirleticiler uzun yada kısa menzilli bir taşınım neticesinde yağ ve/veya kuru çökeltme mekanizmaları yolu ile tekrar

yeryüzüne dönerler. Pek çok kirleticinin atmosferden yeryüzüne taşınımında yağ çökme mekanizmaları kuru çökelmeye kıyasla daha önemli bir rol oynar (Gesamp, 1985). Atmosferde bulunan CO₂'nin yağmur suyunda çözünerek H₂CO₃ meydana getirmesinden dolayı, yağmur suyunun pH'ı 5.5 ile 5.6 arasındadır (Gülsoy ve ark., 1999). Bu seviyenin altında pH'ı olan yağmurlar asit yağmuru olarak tanımlanır. Antropojenik kaynaklardan gelen SO_x ve NO_x ler bulutlardaki su damlacıklarında veya yağmur damlarında adsorbe edilerek asitlere dönüşürler ve pH'ın düşmesine sebep olurlar (Kyoung Lee ve ark., 1999).

Asidik birikimdeki atmosferik süreçler Şekil 1.1 ve Şekil 1.2' de verilmiştir.



Yaş Birikim

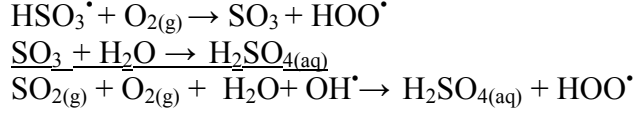
Şekil 1.1. Kuru ve Yaş Birikim

Kükürt trioksit gazı, yoğunlaşma noktası olan 22°C de sıvı hale gelir; SO₃ zerrecikleri hidroskopik (havadan nem çekimi) özelliğe sahip olduğundan, su zerrecikleri ile birleşerek çok tehlikeli olan H₂SO₄'ü meydana getirir. Bu kimyasal buharların çapları 0.5-1.0 mikron arasında değişir. Atmosferdeki SO₂, homojen ve heterojen süreçlerle sülfürik aside dönüşür, tepkimeler (1.5) aşağıda verilmiştir (Stockwell ve ark., 1983)

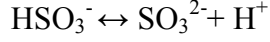
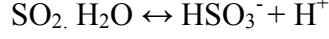
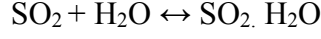
Gaz fazı dönüşüm süreçleri



(1.5)



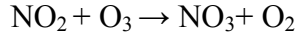
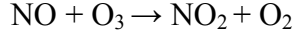
Sulu faz oksidasyonu



SO_2 'nin Henry kanunu sabitinin 1,2 mol/L.atm olmasına karşın CO_2 'nin ki $3,4 \cdot 10^{-2}$ mol/L.atm. dir. Aynı zamanda SO_2 'nin birinci asitlik sabiti (1.5) ve (1.6) denklemlerinde belirtildiği gibi CO_2 'inkinden çok daha yüksektir.



Azot oksitler gün ışığında hidroksil radikali, ışıkta ise ozon vasıtası ile önce nitrik asite daha sonra nitrata dönüşürler. İlgili tepkimeler aşağıdadır:



Amonyum derişimin düşük olduğu deniz atmosferinde ise nitrik asit aşağıdaki tepkime (1.8) uyarınca partikül nitrata dönüşür (Ottley ve ark., 1992)



Yaşam koşullarını zorlaştıran faktörlerden asit yağmurları sanayileşme ve kentleşmeye bağlı olarak son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır (Polatsu, 1995; Gündüz 1994). Ülkemizde asit yağmurlarının ilk etkisi Murgul'da görülmüştür. Bakır işletmelerinden çıkan SO_2 gazı bölgede bulunan ormanları olumsuz etkilemiş ve toprak erozyonuna neden olmuştur (Anonim,1995). Çarşamba ovasında bulunan Karadeniz Bakır Tesislerinden çıkan SO_2 gazının ovada yetişen ürünlere zarar verdiği ortaya çıkınca sülfürik asit fabrikası kurulmuştur (Beyazıt ve ark., 1996)). Samsun-Tekkeköy yöresinde hava kirliliğinin meteorolojik parametrelerle ilişkisinin incelenmesi konulu araştırma, SO_2 derişiminin Dünya Sağlık Teşkilatının kriterlerini ve hava kalitesinin korunması yönetmeliği standartlarını aşmakta olduğunu göstermiştir(Çakır ve ark.,1993). Elazığ'da özellikle şehir merkezinde yağışların asidik karakter gösterdikleri, bu karakterin özellikle yakıt tüketiminin fazla olduğu aylarda daha da şiddetlendiği

tespit edilmiştir. Bunun sebebinin atmosfere karışan SO_x gazları olduğu anlaşılmıştır (Kaya ve ark.,1990).

Akdeniz bölgesinde ise yağmur sularının asiditesi havadan yıkanan materyalin türüne de bağlı olmaktadır. Örneğin Avrupa'yı süpüren hava kütleleri yağmur suyunun pH'sını düşürmekte, kirletici derişimini arttırmaktadır. Bunun tersine Kuzey Afrika'yı süpüren hava kütlelerinin taşıdığı yağmur suları kıvıl sahra tozları bakımından zengin olduğundan ve sahra tozları kalsit (CaCO₃) içerdiğinden pH'ı artmaktadır (Al Momani ve arkadaşları,1994). Yağmur sularının asitliğini etkileyen diğer bileşenler ise organik asitlerdir ve bunların arasında özellikle Formik asit (HCOOH), metan (CH₄) ve formaldehitin (HCHO) oksitlenmesinden kaynaklanarak yağmur suyunun anyon derişimine katkıda bulunur (Keene ve ark., 1983). Formik asit genelde zayıf bir asit olarak sınıflandırılmasına rağmen, pH > pK_a olduğu durumda yağmur suyunda hemen tamamen ayrışmaya uğramadığından (pH= 4.7 de ayrışma yüzdesi %90) güçlü asitler kadar etkin bir proton vericisi gibi davranır (Vong, 1990). Fakat bu bileşenlerin belirli bazı coğrafik bölgelerde asitliği önemli ölçüde değiştirmede de ileri sürülmüştür (Keene ve ark., 1984)

1.2.2.1.Asit Yağmurlarının Toprağa Etkisi

Asit yağmurlarının etkisiyle topraklar asitleşmekte ve bitki örtüsü tahrip olmaktadır. Ayrıca emisyonlar içerisinde bulunan Cu, Zn, Fe, Cd gibi ağır metaller toprak ve bitki üzerinde yığılmaktadır.

Türkiye Gübre Sanayi ve Karadeniz Bakır İşletmeleri baca gazlarının tarımsal alanlarda meydana getirdikleri etkilerin belirlenmesi amacıyla Samsun'da yapılan bilimsel çalışma sonucu, fabrikaya yakın alanlarda ve hakim rüzgar yönündeki tarlalarda, başta tütün olmak üzere bitki ve ağaçların önemli ölçüde zarar gördüğünü tespit etmiştir. Toprak ve bir kısım bitkilerde pH değişiminin S, F, Cu, Zn gibi elementlerin birikimini etkilediğini bildirmiştir.

Katı yer kabuğunun %15 den fazlası Al₂O₃ den oluştuğundan, Al toprağın önemli bir yapı elemanıdır. Nötrale yakın ortamda Al bileşenlerinin çözünürlüğü az olduğundan toprak çözeltisinde, az miktarda serbest Al bulunur. Ancak dış etkenlerle özellikle toprakta pH değerinin düşmesi ile Al miktarının yüksek dozlara çıkması bitkiler için zehirleyici etkiye neden olmaktadır. Al zehirlenmesi özellikle kök büyümesini engeller.

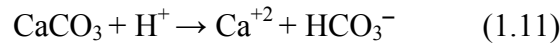
Toprakta yüksek miktarda Mn bulunduğunda, özellikle asidik ortamda bitkiler tarafından fazlaca emilir. Bu da yaşlı bitkilerde kahverengi lekelere neden olur.

1.2.2.2. Asit Yağmurlarının Doğal Su Kaynaklarına Etkisi

Doğal su kaynaklarının (göller) asidifikasyonu, sucul canlıların ve bilhassa balıkların ölmesine neden olur. Suyun pH'ı 5,5 in altına düştüğü takdirde özellikle birçok balık türünde üreme durabilir. Ayrıca balıkların gıdasını oluşturan plankton ve dip faunada pH düşmesiyle birlikte azalmalar gözlenir.

1.2.3. Yağmur Suyunda Asitliğin Nötralleşmesi

Ortamda SO_x ve NO_x olduğu halde yağmur suyunun alkali bileşiklerle nötralizasyonu sonucu pH yükselir. Yağmur suyundaki asidi nötralize eden en önemli bileşikler aerosol kalsit ($CaCO_3$) ve gaz fazındaki amonyaktır (NH_3) (Avila ve ark., 1998). $CaCO_3$ 'ün kaynağı kireçli toprak olup, partikül çapı 2.5 μm . İri taneli partiküllerin atmosferdeki kalış süreleri kısa olup genellikle çökerler. $CaCO_3$ yağmur suyundaki hidroksonyum (H_3O^+) iyonları ile tepkimeye girerek Ca^{+2} ve HCO_3^- iyonlarını oluşturur. NH_3 'ın en önemli kaynağı ise gübredir. NH_3 bulut içersinde genellikle NH_4^+ iyonuna dönüşmektedir. (Seto, 1999)



Akdeniz bölgesinin toprağının kireçli olması ve buraya taşınan tozların kalsit ($CaCO_3$) bakımından zengin olması sebebiyle $CaCO_3$ 'ın nötralize etkisi NH_3 'dan daha fazladır. Atmosferde aerosol halinde bulunan $CaCO_3$ 'ın, H_2SO_4 ve HNO_3 ile $Ca(NO_3)_2$ ve $Ca(SO_4)_2$ oluşturmasına karşın NH_4^+ ile birleşen nitrat ve sülfat kesmi çok düşüktür. (Al Momani ve ark., 1995)

1.2.4. Yağmur Sularında Elektriksel İletkenlik

Bir suyun bileşenlerinin iyonlarına ne dereceye kadar ayrılmış olduğunun ölçüsü elektrik iletkenliğidir. Sudaki iyonların gösterdiği iletkenlik değeridir. İletkenlik sudaki

çözünmüş madde miktarı ile artar. Çeşitli doğal suların ölçülen iletkenlik değerleri Çizelge 1.3’de verilmiştir (Soylak, 2000).

Çizelge 1.3.Çeşitli Doğal Suların İletkenlik Değerleri (Soylak, 2000)

Su	İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Destile Su	< 3
Kar ve Yağmur Suyu	50-100
Yüzey Kaynakları ve Yüzey Suları	50-200
Az Mineralli Taban Suyu	200-500

Yağmur sularına bakarak suyun kalitesini etkileyen etmenleri görmek mümkündür. Çizelge 1.3’ de yağmur suyu bileşiminin denizden uzaklığa göre değişimi verilmiştir. Yeraltı suları daha derinden gelen sıcak sular olduğu için daha çok madde çözer. Bu da iletkenliği artırır. Si, Co, Al, Fe yer kabuğunun üst kısmında daha çok bulunur. Si, Al ve Fe bileşikleri az çözüldüğü için suda çok az bulunur. Ca, Mg, Na miktarları ise CO₂ miktarı ile orantılı olarak bulunur.

1.3. Atmosferde Alkali Türlerin Kaynakları ve Eser Elementler

1.3.1. Alkali Türlerin Kaynakları

Atmosferdeki alkali türlerden aerosol kalsitin kaynağı yerkabuğundan kaynaklanan mineral tozudur. Mineral tozu, özellikle kurak bölgelerden kaynaklanmakta ayrıca atmosferik yollarla çok uzun mesafelere taşındıktan sonra karalara ve deniz yüzeylerine çökelmektedir. Sahra çölünün Doğu Akdeniz aerosollerinin yapısını etkileyen en önemli potansiyel kaynak bölgesi olduğu bilinmektedir (Ganor, 1982; Dulac ve ark., 1992). Ca, K, Mg elementleri genellikle yer kabuğu kaynaklı olmakta ve bu elementlerin derişimi yaz aylarında topraktan taşınan tozlarla yükselmektedir.

1.3.2. Eser Elementler ve İnsan Sağlığına Etkileri

Alüminyum, yerkabuğunun % 7 sini oluşturur. Serbest halde bulunmaz. Her zaman bileşik halinde bulunur ve yerkabuğu kaynaklıdır. Zn, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Pb elementleri ise antropojenik kaynaklıdır (Tuncel ve ark.,1997). Antropojenik kaynaklar: enerji üretimi, çeşitli endüstriyel süreçler, metal ve metal cevherlerinin kullanımı,

atıkların yakılması ve araç trafiği şeklinde sıralanabilir. Eser elementlerin toplam miktarının yarısı, fosil yakıtlarının yakıldığı enerji üretim santrallerinden kaynaklanmaktadır.

Bakır, genellikle madeni para, elektrik kabloları yapımında, oto radyotörlerinde, alaşımlarda kullanılır (Boztepe, 1999). Bu yüzden birincil kaynakları metal ve madeni kaplamasüreçleridir.

Pb, Cd, ve Zn çoğunlukla demir-dışı metal endüstrisinden kaynaklanmaktadır. Pb için en önemli kaynak ise trafik emisyonlarıdır. Cr ve Mn 'ın en önemli kaynağı ise demir-çelik endüstrisidir (Nriagu ve ark.,1988).

Toprak erozyonundan kaynaklanan mineral tozlar, doğal kaynaklardan atmosfere salınan toplam Cr, Mn ve V emisyonlarının yarıdan fazlasını oluşturmaktadır. Sahra çölü, Kuzey yarıkürenin toz çevrimi üzerinde, atmosferik toz bütçesine %50 oranında katkıda bulunmaktadır (Junge, 1979) Deniz tuzu aerosolleri, doğal kaynaklardan atmosfere salınan eser elementlerin yaklaşık %10 unu oluşturmaktadır. Doğal kaynaklardan atmosfere yayılan Cu, Pb ve Zn'nin %10'undan fazlası orman yangınlarından ileri gelir.

Demir biyosferin en yaygın elementlerindedir. Yer kabuğunda dördüncü sırayı teşkil etmektedir. İçerisine V, Mn ve Cr ilave edilerek çeşitli alaşımlar elde edilmektedir (Boztepe,1999). Birincil kaynakları ise demir çelik sanayi olmaktadır. İnsan sağlığını geniş çapta olumsuz yönde etkileyen metaller arasında atmosferde yaygın olarak bulunan; Kurşun, Kadmiyum, Nikel, Civa metalleri önem taşımaktadır. Diğer metallerin bir kısmı insan yaşamında temel yönden önem taşır, diğer bir kısmının derişimi ise insan sağlığını tehdit edecek boyutta olmadığından önem göstermez. Belirli limitlerin dışında bulunabilecek her türlü metal, insan sağlığı üzerinde toksik etki gösterir. Örneğin, kandaki kurşun derişiminin 0.2 µg/ml limitini aşması durumunda olumsuz sağlık etkileri gözlenir. Kanda kurşun derişiminin; 0.2 µg/ml limitini aşması ile kan sentezinin inhibasyonu, 0.3-0.8 µg/ml limitlerinde duyu ve motor sinir iletişim hızında azalma, 1.2 µg/ml limitinin aşılmasından sonra ise yetişkinlerde geri dönüşü mümkün olmayan beyin hasarlarının meydana geldiği belirlenmiştir. Havadaki kadmiyum derişiminin 1 mg/m³ limitini aşması durumunda, solunumda akut etkileri gözlemek mümkündür. Kadmiyumun vücuttan atılımının az olması ve birikim yapması nedeni ile sağlık üzerine olumsuz etkileri gözlenir. Uzun süreli maruziyetten en fazla etkilenecek

organ böbreklerdir. Böbrekte oluşan hasarın tekrar geriye dönüşü mümkün değildir. Akciğer ve prostat kanserlerinin oluşumunda kadmiyumun etkisi kesin olarak belirlenmiştir. Havadaki nikel bileşiklerinin solunması sonucunda, solunum savunma sistemi ile ilgili olarak; solunum borusu irritasyonu, tahribatı, immunolojik değişim, alveoler makrofaj hücre sayısında artış, silia aktivitesi ve immünite baskısında azalma gibi anormal fonksiyonlar meydana gelir. Deri absorpsiyonu sonucunda alerjik deri hastalıkları ortaya çıkar. Havada bulunan nikel uzun süreli maruziyetin insan sağlığına etkileri hakkında güvenilir kanıtlar tespit edilememişse de; nikel işinde çalışanlarda astım gibi olumsuz sağlık etkilerinin yanı sıra, burun ve gırtlak kanserlerine neden olduğu kanıtlanmıştır (Anonim).

1.4. Akdeniz Bölgesinde Hava Kirliliği

1.4.1. Akdeniz Bölgesinin Özellikleri ve Hava Kirliliği

Doğu Akdeniz bölgesi üç genel kaynağın etkisi altındadır. Birincisi bölgenin kuzey ve kuzey batısında bulunan asit oranı yüksek insan aktivitelerinden kaynaklanan kirleticiler, ikincisi kuzey Afrika'dan taşınan yoğun toz kaynağı veya yerleşik toprağın kalkmasıyla oluşan toprak kökenli kaynak ve üçüncüsü Akdeniz'den gelen deniz kaynağıdır (Güllü ve ark., 2004; Güllü ve ark., 1998; Al-Momani ve ark., 1997; Al-Momani ve ark., 1995). Hakim rüzgarlar batı, kuzeybatı ve kuzey yönünde olduğundan, bu yönden gelen endüstriyel kaynaklı taşınım yağmur suyu pH' sını düşürmektedir (Güllü ve ark., 1998; Kubilay ve ark., 1995). Bölgede, hava kaynaklı toz ve toprağın rüzgarla taşınmasıyla oluşan CaCO_3 'ün nötralizasyona etkisi; tarımsal, endüstriyel ve insan kaynaklı etkilerle oluşan NH_3 'ün nötralizasyona olan etkisine göre çok yüksektir (Moulin ve ark., 2005; Al-Momani ve ark., 2000; Al-Momani ve ark., 1999; Al-Momani ve ark., 1997; Saxena ve ark., 1996; Al-Momani ve ark., 1995). Bölgede yağışların yaklaşık %80'i kış mevsiminde düşmektedir (Al-Momani ve ark., 1998; Güllü ve ark., 1998).

1.4.2. İskenderun Körfezi ve Hava Kirliliği

İskenderun 35-55 kuzey enlemi ile 36-09 doğu boylamı mevkiindedir. İskenderun Körfezinin doğusunda Amanos dağları yükselmekte olup, İskenderun bu dağların eteğinde 5 km'lik yalı ovasında kurulmuştur. Kent Halep - Belen yolu bitiminde yer almaktadır. Aynı zamanda şiddetli lodos rüzgarlarından batıda meydana gelen bir burunla korunmaktadır. Körfezin güneyinde 6840 hektar

genişliğindeki Arsuz ovası ile körfezin doğusunda 34920 hektar yer kaplayan ve 30 km uzunluğunda olan İskenderun ovası ile noktalanmaktadır.

İskenderun'da ve Payas' da bulunan sanayi kuruluşlarında Organize Sanayi'den alınan verilere göre üretilen ürünlerin cinsi ve yıllık üretim miktarları Çizelge 1.4.'de verilmiştir.

Tesisin Adı	Üretilen Ürünlerin Cinsi	Üretilen Ürünlerin Yıllık Üretim Miktarı
Ekinciler A.Ş.	Kütük Demiri	847.000 ton/yıl
	İnşaat Demiri	867.168 ton/yıl
Yazıcılar A.Ş.	İnşaat Demiri	940.000 ton/yıl

Çizelge 1.4. İskenderun ve Payas'da Sanayi Kuruluşlarının ürettikleri ürünlerin cinsi ve yıllık üretim miktarları

Yazıcılar A.Ş.	İnşaat Demiri	940.000 ton/yıl
Tosyalı A.Ş.	Köşebent ve Profil Demiri	341.808 ton/yıl
Noksel A.Ş.	Spiral Kaynaklı Çelik Boru	100.923 ton/yıl
Şampiyon Filtre	Filtre	3.461.012 adet/yıl
Akçelik Boru A.Ş.	LPG tankı	102.80 ton/yıl
	Çelik boru	4.305 ton/yıl
Tosçelik A.Ş.	Kutu profil,sanayi ve galvaniz boru	304.609.125 ton/yıl
Güven Makina Ltd.Şti.	Damper	15 adet/yıl
	Transmikser	18 adet/yıl
	Silobas	342 adet/yıl
Göksan A.Ş.	Filtre	2.800.723 adet/yıl
	Trapez	4200 m ² /yıl
	Kep	2018 m ² /yıl
Assan Panel A.Ş.	Sandviç panel	5.147.900 m ² /yıl
Bamak A.Ş.	Sentetik çuval	23.000.000 adet/yıl
Tebo Ltd.Şti.	Çelik konst.	7000 ton/yıl
Kahraman Sar. Ltd.Şti.	Maine imalatı	1830 ton/yıl
Nursan	Çelik	750.000 ton/yıl

1.4.3. Tuzluluk ve Akdeniz

Tüm inorganik tuzlar suda çözünmektedir. Yağışlarla veya çeşitli kaynaklarla yeryüzüne düşen sular; yüzey üstü, yer altı ve akarsulardaki akımlar sırasında zeminde bulunan çok çeşitli tuzları bünyelerine alarak, bunları gittikleri ortama taşımaktadır. Sularda doğal olarak rastlanan tuzlar kalsiyum, potasyum, magnezyum ve sodyumun bikarbonat, sülfat ve klorürleridir. Çeşitli tuzların sudaki çözünürlüğü önemli değişimler gösterir. Bazı tuzların (AgCl, BaSO₄...vb.) sudaki doygunluk derişimleri oldukça düşüktür. Buna karşılık diğer tuzlar (Örneğin NaCl) suda olağan üstü yüksek çözünürlük göstermektedir.

NaCl, en çok kaya ve deniz tuzu olarak bulunmaktadır. Bilim insanları Sodyum'un nehirler yolu ile karalardan denizlere taşındığını, Klor'un ise dünya tarihinin ilk dönemlerinde, yer kabuğu ile yer merkezi arasında kalan katmanlardan, okyanusların diplerindeki çatlaklar ve volkanlar yolu ile denize karıştığını ve bu ikisinin birleşerek denizin tuzunu oluşturduklarını tahmin ediyorlar. En küçük sodyum iyonları elektrostatik çekme ile su iyonlarını tutarak hidrat oluşturur. Potasyum deniz suyunda çok düşük miktarda bulunur. Doğada akarsular veya kaynak suları arazinin jeolojik yapısına bağlı olarak çeşitli miktarda Mg²⁺ ve Ca²⁺ tuzları ve özellikle Ca(HCO₃)₂ ve CaSO₄ içerirler.

Yüzey alanı 106000 km² olan Kuzeydoğu Akdeniz, yarı kapalı bir niteliğe sahiptir. Diğer denizlerimize göre Akdeniz deki su sirkülasyonu daha fazla olup, bu durum kirleticilerin dağılmasında ve seyrelmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca Akdeniz'in fiziksel yapısı nedeniyle denizdeki oksijen dağılımı da daha düzenli ve yeterli düzeydedir.

İskenderun körfezi 1950 yılından bu yana deniz ve uluslar arası transit taşımacılığa ithalat ve ihracat, petrol, gübre, demir-çelik mamullerine tüm körfezi kapsayan on beş adet liman ve iskeleye sahip bulunmaktadır.

Deniz yolu taşımacılığı, denizdeki petrol ve petrol türevleri niteliğindeki kirleticilerin önemli bir kaynağıdır. Mersin, İskenderun ve Antalya Limanları yoğun

deniz trafiğine maruz kalmaktadır. Akdeniz'in en geniş sığ alanı İskenderun Körfezidir. Mersin deki petrol rafinesi ve İskenderun Körfezindeki iki adet petrol boru hattı terminali, önemli kirletici unsurlardır. Bölgedeki petrol boru terminallerinden ileri gelen katran yumruları söz konusudur. Ancak bu bölgedeki yüksek sıcaklık ve mikrobiyolojik aktivite nedeniyle petrol kökenli kirlenmenin henüz tehlikeli boyutlara ulaşmadığı bildirilmiştir.

İskenderun Körfezi günümüzde önemli bir su ürünleri potansiyeli taşımakta ve bazı balık türleri için uygun bir ortam teşkil etmektedir. Akdeniz'in bu özelliği, diğer denizlerimize göre su sirkülasyonunun daha fazla olmasından ileri gelir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Verhoeven ve ark. (1987), Yeni Zelanda'nın güneyinde ve Almanya'da şehir merkezine kurdukları ikişer istasyonda topladıkları yağmur suyu örneklerinde yaptıkları analizler sonucunda Fichtelgebirge'de (Almanya) H_3O^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} ve NH_4^+ derişimlerinin antropojenik kaynaklı olarak yüksek çıktığını, buna karşın Yeni Zelanda'da bu iyonların daha düşük çıktığını, deniz kaynaklı Na^+ , Cl^- and Mg^{2+} iyonlarının da Yeni Zelanda'da daha fazla çıktığını, Fichtelgebirge'de en düşük pH'ın 4,2 olarak saptandığını, Yeni Zelanda'da ise pH'ın 5,6 bulunmasının doğal yağmur suyunda çözünmüş CO_2 kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Dokiya ve ark. (1988), 2 yıl boyunca Japonya'da kurdukları 11 istasyonda topladıkları yağmur suyu ve kar örneklerinde ICP cihazı ile alkali metal (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) ölçümü yaparak, Mg^{2+} derişiminin kış mevsiminde yaz mevsimine oranla daha yüksek olduğunu, Ca^{2+} derişiminin Tokyo'da ve bahar aylarında toz kaynaklı daha yüksek çıktığını, Sr^{2+} derişiminin deniz kenarında kurulan istasyonlarda ve kış mevsiminde arttığını ve Ba^{2+} derişiminin düşük değerlerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Balls ve ark. (1989), İngiltere'de Kuzey denizinde Aberdeen şehrine 4 km. uzaklıkta bulunan bir fenere kurdukları istasyonda 14 ay boyunca topladıkları 32 yağmur suyu örneklerinde, önemli katyon ve eser element (Zn, Cu, Cd, Pb, Fe, Fe, Mn) analizi yaptıklarını, deniz kaynaklı iyonların sonbaharda ve kışın rüzgar hızının fazla olması sonucu maksimum derişime ulaştığını ve Pb, Cd, Cu, Fe, Zn ve Mn derişimlerinin ortalama olarak sırasıyla; $4,0 \mu gL^{-1}$, $0,68 \mu gL^{-1}$, $2,3 \mu gL^{-1}$, $88,0 \mu gL^{-1}$, $13,0 \mu gL^{-1}$, $3,8 \mu gL^{-1}$ olarak saptandığını bildirmişlerdir.

Doğal Kaynakları Koruma Derneği (1994), Florida'nın Broward County bölgesinde 10 yıl süreyle yaptıkları çalışmada doğal yağmur suyunun pH'ını 5,7 olarak kabul ederek, analizleri sonucu buldukları ortalama pH değerinin (5,18) yağmur suyunun asidik olmadığını gösterdiğini, önemli iyonların analizi sonucunda da öncelikli olarak Cl^- , Na^+ ve SO_4^{2-} iyonlarının saptandığını, Cl^- ve Na^+ iyonunun deniz ve yer kabuğu kaynaklı olduğunu, SO_4^{2-} iyonunun seyreltik sülfürik asit formuna dönüşerek pH'ı çok az düşürdüğünü, pH değerini düşüren en önemli etkenin ise enerji üretim tesislerinden kaynaklanan SO_2 gazı olduğunu bildirmişlerdir.

Sanusi ve ark. (1994), Fransa'da kurdukları 9 istasyonda 1 yıl süreyle topladıkları örneklerde Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} konsantrasyonları,

pH ve iletkenlik ölçümleri yaparak, buldukları en önemli anyonların, SO_4^{2-} ve Cl^- kationların ise NH_4^+ ve Ca^{2+} olduğunu, bunların şehir merkezinde daha yüksek değerde bulunduğunu, şaşırtıcı bir bulgunun da yağmur suyunun pH'ının köylerde daha düşük olduğunu (pH 4,4), bunun sebebini de toprağın CaCO_3 bakımından fakir ve killi olması olarak bildirmişlerdir.

Levi ve ark. (1995), İsrail' de kar, yağmur suyu ve hava örneklerinde yaptıkları çalışmada, sahra tozlarının etkisiyle Ca metali derişiminin, özellikle rüzgar kuzeybatı yönünden estiğinde yüksek çıktığını, yerkabuğu kaynaklı elementlerin ise yağmur suyuyla İsrail'in kuzeyinden güneyine doğru taşındığını belirtmişlerdir. Ca metali derişiminin İsrail'in merkezinde kuzeyine göre 2 kat, güneyde de kuzeye göre 8 kat fazla bulunduğunu, Na metali derişiminin ise kuzeyde şehir merkezine göre daha fazla, güneyde ise şehir merkezine göre %30 - %60 aralığında bulunduğunu, bunun sebeplerinin de hava akımları olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Momani ve ark. (1995), Ege bölgesinde, İzmir'in 30 km. kuzeyinde bulunan Menemen ilçesinde, endüstriyel emisyonların etkisi altında kalan TÜPRAŞ rafinerisi ve PETKİM Petro Kimya Kompleksinin yer aldığı bir kırsal bölgede gerçekleştirdikleri çalışmada, bölgedeki rüzgar hızı, yönü, yağmur miktarı, nem gibi meteorolojik parametreleri de göz önünde bulundurarak, $\text{SO}_4^{2-} / \text{NO}_3^-$ oranının 2,9, toplam anyonların toplam kationlara oranının ise 0,75 bulunduğunu, SO_4^{2-} iyonunun %80 inin antropojenik kaynaklı olduğunu, yağmur sularının büyük ölçüde çevredeki tarım arazilerinde kullanılan gübrelere kaynaklanan amonyak tarafından nötrleştiğini, mineral tozun kalsit içeriğinin bu nötrleşme sürecine olan katkısının sadece %16 seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir.

Morales ve ark. (1995),Venezüella' da petrol üretiminin yapıldığı Maracaibo Gölü Havzası çevresinde kurdukları istasyonda, 1 yıl süreyle topladıkları yağmur suyu örneklerinde Catatumbo'da pH'ı 4,6 ve La Esperanza' da 4,2 olarak ölçtüklerini, pH'ın bu kadar düşük çıkmasının sebebini % 93 oranında inorganik asitten (H_2SO_4) kaynaklandığını bununla birlikte, NH_4^+ iyonunun önemli bir tampon görevi olduğunu, iki istasyonda da sülfat (SO_4^{2-}) derişiminin yüksek çıktığını bu yüzden pH değişimine en fazla sülfat (SO_4^{2-}) iyonun etkili olduğunu, petrol kaynaklı antropojenik kirleticilerin, kükürt içeren yakıtların, SO_4^{2-} , NO_3^- iyonları derişimlerini yükselttiğini bildirmişlerdir.

Al-Momani ve ark. (1995), Antalya'nın 20 km. doğusunda kurmuş oldukları istasyonda 1 yıl süreyle topladıkları 48 yağmur örneğinin Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nde analizini yapmışlardır. Na^+ , K^+ , Ca^{+2} iyon derişimlerini Atomik Emisyonda, Mg^{+2} iyon derişimini Atomik Absorbsiyon Spektrometresinde, SO_4^{-2} , NO_3^- , Cl^- iyon derişimini İyon Kromatografisinde, NH_4^+ derişimini spektrofotometrede ölçmüşlerdir. Toplam katyonların (NH_4^+ , Mg^{+2} , H^+ , Na^+ , Ca^{+2} , K^+), anyonlara (Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^-) oranı hesaplayarak, kuru ve yaş birikimdeki anyon/katyon oranını 0,92 ve 0,78 olarak bulmuşlardır. Ortalama olarak maksimum ve minimum pH değerlerini 6,76 ve 3,97 bulup, yaklaşık olarak örneklerin %70'inin pH'ının 5' den büyük, %27 sinin ise küçük çıktığını, eğer yağmur suyu Avrupa'dan gelen hava kütesini taşıyorsa örneklerde pH'ın düşük, kirletici derişiminin yüksek çıktığını, Kuzey Afrika'dan gelen tozları taşıyorsa pH'ın yüksek, kirletici derişiminin düşük çıktığını, sonuçlar değerlendirildiğinde, H^+ iyonlarının %70'inin bölgeye taşınan, Kuzey Afrika'dan ulaşan tozlar ve Akdeniz bölgesinin toprağının içerdiği CaCO_3 nedeniyle nötralizasyona uğradığını bildirmişlerdir.

Lynch ve ark. (1995), Amerika'da 13 yıl boyunca yerleşim merkezinde ve kırsal kesimde olmak üzere 58 istasyondan toplanan yağmur suyunda analiz yapmışlardır. 58 istasyonun 42'sinde zamanla sülfat konsantrasyonunun % 28 oranında düştüğünü, H^+ konsantrasyonunun 17 istasyonda % 40 oranında düştüğünü, H^+ derişiminin sülfat ve nitrat iyonları derişimiyle pozitif, kalsiyum ve amonyum iyonları derişimiyle ise negatif korelasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Tuncel ve ark. (1996), Ankara'da gerçekleştirdikleri çalışmada sülfat, nitrat ve kalsiyum iyonlarının yağmur suyunun temel bileşenleri olduğunu, sülfatla kalsiyum iyonları arasında gözledikleri yüksek korelasyona bağlı olarak da sülfatın atmosferde daha çok kalsiyum sülfat formunda bulunduğunu, Ankara'daki yağmur sularının, havada yüksek miktarda mevcut mineral toz partikülleri tarafından nötrleştiğini, bunun sonucu olarak da örneklerin %70'inden fazlasında pH değerinin 5,6 dan yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Leeuwen ve ark. (1996), Kuzey İskandinavya, İskoçya'nın bir kısmı, İspanya ve Portekiz' de asit birikiminin çok düşük olduğunu, asidik bileşiklerin Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} katyonları tarafından nötralize edildiğini bildirmişlerdir.

Draaijers ve ark. (1997), İskandinavya, Danimarka, İngiltere'nin güneybatısı ile Kuzey ve Güney Almanya'da bazik katyonların, Avrupa'nın güneyinde %50'den fazla olduğunu bulunmuşlardır. Buna karşın bu katyonların nötralizasyona katkılarının %25'den düşük olduğunu bildirmişlerdir. Portekiz ve İspanya'nın güneyi ile Sardunya ve İskoçya'nın, deniz kaynaklı Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} iyonları tarafından %100 nötralizasyona uğradığını bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (1997), Çin'de Lushan Dağlarında toplanan örneklerde SO_2 , NO_x ve NH_3 derişimleri ile pH, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , SO_3^{2-} ve H_2O_2 derişimlerini ölçmüşlerdir. Ortalama pH'ın 4.6 değerinde bulunduğunu yine tüm örneklerde, pH'ın en az 3,71 en fazla ise fazla 5,6 olduğunu saptamışlardır. Asitliğe sebep olan etmenlerden birinci olarak sülfürik asidi, ikinci olarak ise nitrik asidi belirleyip, numune toplanan bölgede kirletici bulunmadığı halde pH değerinin bu kadar düşük çıkmasının nedenini; kirleticilerin rüzgar, bulut ve yağmurla uzun mesafelere taşınabilir olması ve fosil yakıtların çok fazla kullanıldığı Çin'de hava kirleticilerinin gittikçe artması olarak tespit etmişlerdir. SO_4^{2-}/NO_3^- oranının diğer dağlara oranla düşük olmasının HNO_3 'ün daha fazla bulunmasından kaynaklandığını ve NH_4^+/Ca^{2+} oranının düşük olmasının nötralizasyona olan katkısı azaltıldığını bildirmişlerdir.

Baez ve ark. (1997), Meksika'da kırsal bölgelerde, 7 yıl boyunca günlük topladıkları yağmur sularında uzun dönem yaptıkları çalışmada, analiz sonuçlarının yüksek miktarda değişkenlik göstermesinin sebebinin, meteorolojik faktörlerden kaynaklandığını, rüzgarın yönünün, yağış hızının, toplam yağış miktarı ve yüksekliğin önemli etkenler olduğunu bildirmişlerdir.

Avila ve ark. (1998), İspanya'da Barselona'nın 45 km. kuzeybatısında ve Akdeniz'in 27 km. doğusunda kurdukları istasyondan 11 yıl süreyle topladıkları 333 yağmur suyu örneklerinde, pH değerini en fazla 8,1 ve en az 3,98 bulmuşlardır. Derişimleri saptanan klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-), amonyum (NH_4^+), Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} iyonları derişimlerinin Avrupa'dan ve Afrika'dan taşınan tozlara bağlı olarak değiştiğini ve bunun sonucunda da pH değerinin düşüş veya yükseliş gösterdiğini; Avrupa'dan taşınan aerosoller sonucu SO_4^{2-} ve NO_3^- derişimlerinin yükseldiğini, buna bağlı olarak pH < 4 olduğunu, Afrika'dan gelen sahra tozlarının içerdiği mineraller sonucu ise alkali metal derişimlerinin yükseldiğini ve buna bağlı olarak da pH'ın yükseldiğini bildirmişlerdir.

Ayodele ve ark. (1998), Nijerya'da Kano metropolünde kurulan sekiz istasyondan 3 yıl boyunca, yaklaşık 5 aylık toplanan yağış numunelerinde, atomik absorpsiyon ile krom, bakır, kadmiyum, çinko ve nikel analizi yaparak, bu elementlerin ana kaynaklarının; insan faaliyetleri, yüksek sıcaklık, toprağın yapısı ve termik santrallerin olduğunu, kurşun, krom ve bakır konsantrasyonlarının metropol yaşamı ve sanayi faaliyetleri ile arttığını, kadmiyum ve çinko derişimlerinin $0,11\mu\text{g/L}$ 'nin altında olduğunu, bakır, krom ve nikel derişimlerinin ise maksimum $1,1\mu\text{g/L}$ olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Puxbaum ve ark. (1998), Avusturya'nın şehir merkezinde 1984 ve 1993 yılları arasında SO_4^{2-} , Ca^{2+} , NH_4^+ ve H^+ iyonları arasındaki ilişkiyi açıklamak için yaptıkları uzun vadeli çalışmada H^+ iyonu derişiminin, %65 oranında düşmesinin, sadece SO_4^{2-} iyonu derişiminin de %33 oranında düşmesi olmadığını, örneklerde önemli miktarda bulunan Ca^{2+} ve az miktarda da NH_4^+ iyonları derişiminin de etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Gülsoy ve ark. (1999), İstanbul'da yağmur suyunun iyonik bileşimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada kış aylarında ısınma amaçlı fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak antropojenik iyon (nitrat ve sülfat) derişimlerinde yükselme gözlendiğini, sülfat ve nitrat iyonu derişimlerinin, özellikle Aralık-Mart döneminde toplanan yağmur örneklerinde oldukça yüksek, Nisan-Ekim dönemine ait örneklerde ise oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında pH değerinin 2,4 ile 8,5 arasında değiştiğini, örneklerin %16'sının asidik olduğunu ($\text{pH}<5,6$), kalsiyum sülfat ile amonyum sülfat türlerinin, anyon-katyon arasında gözlenen yüksek korelasyonlar nedeniyle asitliğin nötrleşmesinden sorumlu türler olduğunu bildirmişlerdir.

Fujita ve ark. (2000), Asya'nın batısında yaptıkları çalışmada, yağmur suyunun ortalama pH'nın 4,9, maksimum ve minimum değerlerinin ise 6.1 olarak Jinan'da, 4,5 olarak Tokyo'da bulunduğunu saptamışlardır. Sülfürik asidin Çin'de, nitrik asidin ise Japonya'da asidik birikime neden olduğunu, Çin'de yağmur suyunun pH'nın düşmesine neden olan antropojenik emisyonların havayla taşınan kalsiyum ve amonyak ile nötralize olduğunu, Japonya'da nötralizasyon kapasitesi daha düşük olduğundan pH değerinin de buna bağlı olarak düşük çıktığını bildirmişlerdir.

Padilla ve ark. (2000), Meksika'da okyanustan esen rüzgarların hakim olduğu Pasifik Sahilinde toplanan yağmur suyu örneklerinin kimyasal analizini yaparak, sülfat

(SO₄²⁻) derişiminin Huatulco Koyunda düşük, Pauline' de sınırın altında ve Na⁺ ve Cl⁻ iyonları konsantrasyonlarının ise son derece düşük (0.02 ve 0,025 mg L⁻¹) olduğunu bildirmişlerdir.

Beyazıt ve ark. (2000), Sivas şehir merkezindeki, yağmur sularında pH, sülfat (SO₄²⁻) ve iletkenlik değerlerinin 24 saatlik periyotlarla ölçülmesi amacıyla yalnızca birisi şehir merkezinden yaklaşık 7 km uzaklıkta olmak üzere alınan örneklerde, pH değerlerinin nötrale yakın olup, sülfat ve iletkenlik değerlerinin beklenilenden düşük bulunduğunu, bu değerlerin minimum ve maksimum ortalamalarının sırasıyla 5,5-7,67 mg/L; 0,53-6,03 mg/L; 0,01-0,17 mS olarak rapor edildiğini, tüm istasyonlardan elde edilen ölçüm sonuçlarının, çalışma dönemi içerisinde, Sivas'ta yağmurların asidik karakterli olmadığını, lineer ilişkilerin pH ile sülfat değerleri arasında zayıf, pH ile iletkenlik değerleri arasında ise kuvvetli olduğu bildirmişlerdir.

Balcı ve ark. (2001), Rize'de kış aylarında yağın yağmurun kimyasal özelliklerinin incelenmesi amacıyla üç ayrı istasyonda toplanan yağış örneklerinde sülfat, nitrat, nitrit, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, karbondioksit ve pH değerlerini ölçülmüşlerdir. Örnekleme istasyonları sahil, merkez ve merkezden 7 km uzaklıklarda kurulmuş olup, bu örnekleme bölgelerinden alınan örneklerde en düşük pH değeri 5,5, en yüksek sülfat, nitrat, nitrit, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik ve karbondioksit değerleri sırasıyla 3,265 mg /L, 1,005 mg /L, 0,096 mg /L, 1,7 mg /L, 1,33 mg/L, 9 mg/L, 4.4 mg/L olarak bulunduğunu rapor etmişlerdir. Rize'de hava kirliliğine neden olan önemli faktörlerden birinin Rize'nin topografik yapısı olduğunu, bir yamaçta kurulmuş olmasının ve denize paralel olarak aniden rakımın yükselmesinin şehir merkezinde oluşan kirlenici gazların ve tozların şehir merkezinden uzaklaşmamasına neden olduğunu, bu kirlenici unsurların şehir merkezinde yağın yağmur suyunun bileşimini değiştirerek olumsuz yönde etkilediğini, kış mevsiminde çalışan bir sanayi kuruluşu olmamasına rağmen hava kirliliğinin yoğun olmasının, kullanılan kömürlerin kalitesizliğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Okay ve ark. (2001), Kaynarca'da 2 yıl süreyle toplanan yağmur suyu örneklerinde, katyonlardan Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, K⁺, NH₄⁺, anyonlardan Cl⁻, NO₃⁻ ve SO₄²⁻ iyonları ile pH ölçümleri yapılmış olup, pH'ı nötrale yakın olarak yorumladıkları 5,59 değerinde bulmuşlardır. Özellikle kışın artan asidik karakterli kirlenicilerin özellikle toprak kaynaklı Ca²⁺ iyonu ile nötralize olduğunu, deniz kaynaklı katyonların da buna

katkıda bulduklarını ayrıca kuzeybatıdan gelen siklonların Avrupa'dan fazla miktarda nitrat ve sülfat taşıdığını, bu yüzden yağmur suyunun pH'ının düştüğünü bildirmişlerdir.

Lawson ve ark. (2001), 1 yıl boyunca Maryland USA şehrinde 2 akarsudan ve yağmur suyundan topladıkları örneklerde buldukları değerleri karşılaştırmışlardır. 80 yağışlı günden ve aylık olarak akarsulardan topladıkları örneklerde pH, iletkenlik, Hg, As, Se, Cd, Pb derişimi ölçümleri yaparak, Hg derişiminin düştüğü aralıklarda diğer metal derişimlerinin de azaldığını, akarsu numunelerindeki değerlerle karşılaştırma yapıldığında; eser elementlerin akarsularla daha fazla taşındığını ve yağmur suyu örneklerinde en düşük As konsantrasyonunun çıktığını bildirmişlerdir.

Topçu ve ark. (2002), Ankara'da Çubuk'ta yağmur suyunda iletkenlik, pH ve önemli iyon derişimlerini ölçerek, mevsimsel değişikliklerin iyon derişimlerine etkisini incelemişlerdir. Bölgedeki alkali bileşiklerin fazla olmasından, bunun sonucu olarak da nötralizasyondan dolayı pH 6,3 değerinde olduğunu, örneklerin sadece %4 ünün pH<5 olduğunu, Ankara'nın toprağının CaCO₃ bakımından zengin olduğunu, tüm mevsimlerde tarımsal aktivitelerden dolayı yüksek değerlerde çıkan Ca²⁺ iyonunun atmosferde H₂SO₄ ve HNO₃'i nötrlediğini, kısım SO₄²⁻, NO₃⁻, Na⁺ ve Mg²⁺ yazın ise SO₄²⁻ derişiminin ve iletkenlik değerinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Şaylan ve ark. (2003), Trakya'da seçilen bölgedeki kuraklığın, yağış rejiminin belirlenmesi, yağışların kimyasal özelliklerinin tespiti ile bunlara neden olan etmenlerin meteorolojik haritalardan yararlanarak saptanması amacıyla 4 istasyondan topladıkları numunelerde analiz yapmışlardır. Kırklareli ilinde ölçüm yapılan istasyona ilk 10 dakikada düşen yağışların pH değerlerinin genellikle 5,6 değerinin üzerinde olduğunu, en düşük pH değerinin 4,61 olduğunu, tüm yağışlar için ortalama iyon derişimleri değerlerinin anyonlar SO₄²⁻, NO₃⁻ ve Cl⁻ için sırasıyla 174,626 µeq/L, 59,825 µeq/L, 125,157µeq, katyonlar Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺, NH₄⁺, H⁺ ve HCO₃ için ise ortalama değerlerin sırasıyla 83,202 µeq/L, 274,553 µeq/L, 50,430 µeq/L, 12,300 µeq/L, 91,056 µeq/L, 0,977 µeq/L, 6,058 µeq/L olduğunu bildirmişlerdir.

Akkoyunlu ve ark.(2003), İstanbul'un farklı bölgelerinden (Topkapı, Bağcılar, Maltepe ve Göztepe) topladıkları 54 yağmur suyu örneğinde yaptıkları çalışmada pH'ın tüm bölgelerde yaklaşık olarak 5,26 değerinde bulunduğunu, Ca²⁺ derişiminin de yüksek çıktığını, bunun da SO₄²⁻ iyonunun asit etkisini nötralize ettiğini bildirmişlerdir.

Başak ve ark. (2004), İstanbul'da Büyükçekmece Gölü çevresinde kurdukları 2 örnekleme noktasından topladıkları 79 numunede H^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Ba^{2+} , Fe, Cu and Mn derişimlerini ölçerek, pH'ın ortalama 4,81 olarak ölçüldüğünü, asit oranının yüksek çıkmasına kükürt emisyonlarının neden olduğunu, ancak yağmur suyu örneklerinde NH_4^+ ve Ca^{2+} iyonlarının nötralizasyona katkıda bulunduğunu, bu sayede pH'ın daha fazla düşmediğini bildirmişlerdir.

Kök ve ark. (2004), Amerika Birleşik Devletleri'nde Alaska ve Havai dahil seçilen 31 eyalette 51 istasyondan 1 yıl süreyle topladıkları örneklerde, Cl^- iyonu derişimi az çıkmakla beraber, bu iyonun doğu ve batı sahilinde 12 mg/L – 4,21 mg/L değerlerinde bulunduğu, Lake Norden ve Kenai dışında toplanan tüm örneklerde SO_4^{2-} iyonunun bulunduğunu ve maksimum derişiminin 5,88 mg/L olduğunu, NO_3^- iyonunun tüm istasyonlarda 8,16 mg/L -13 mg/L aralığında bulunduğu, PO_4^{3-} ve nitrit iyonlarının 5-7 istasyonda bulunup, maksimum derişimin sırasıyla 1,14 mg/L ve 1,54 mg/L olduğunu ayrıca bu iyonların coğrafi koşul kaynaklı olduğunu, bazı anyonlarca ve tuz bakımından zengin olan okyanustaki buharlaşmaların, Cl^- iyonunun derişimini arttırdığını, göllerin ise tatlı su içermelerinden buharlaşmaların iyon derişimine bir etki yaratmadığını ve bu yüzden Cl^- iyonunun düşük derişimde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Seto ve ark. (2004), Japonya'da kıyıya yakın bir yerleşim biriminde 1989 ve 1998 yılları arasında topladıkları yağmur suyunda analiz yapmışlardır. Deniz kaynaklı birikimin ulusal skalayı düşürmedeki yıllık değişim hızını %3,5, deniz kıyısı çevresinde nitrat ve amonyum iyonlarının yükselmesinde yıllık değişim hızını % 3,4 - % 3,7 ve H^+ birikiminin yıllık negatif değişim hızını da % 4-6 olarak bildirmişlerdir.

Beiderwieden ve ark. (2005), Ekvador' da tropik ormanların yer aldığı bir dağ ekosistemine sahip El Tiro bölgesinden 1 yıllık süreyle sis ve yağmur suyu örnekleri toplamışlardır. Örneklerde elektrik iletkenliği, pH ile NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} ve SO_4^{2-} iyonları derişimlerini ölçerek, karşılaştırma yapmışlardır. Sis suyunda, toplam iyon derişiminin $139 \mu eqL^{-1}$, yağmur suyunda ise toplam kation ve anyon derişiminin sırasıyla $82,8 \mu eqL^{-1}$ ve $56,6 \mu eqL^{-1}$ olduğunu, toplam kation derişimi değerinin anyon derişimi değerinden yüksek bulunduğunu, ortalama elektrik iletkenlik değerinin sis suyunda 4 kat daha fazla çıktığını, en büyük farklılığın ise H^+ , NH_4^+ , NO_3^- ve SO_4^{2-} iyonları derişimlerinde olduğunu, H^+ ve SO_4^{2-} derişimlerinin sis suyunda yağmur suyuna göre 4 kat daha fazla bulunduğunu, yine NH_4^+ ve NO_3^- oranının

da daha sis suyunda daha yüksek değerde bulunduğunu rapor etmişlerdir. PO_4^{3-} iyonunun ise sis suyunda sınır değerin altında olduğunu ancak yağmur suyunda $2,4 \mu eq L^{-1}$ değerinde bulunduğunu, bu farklılıkların, sis suyu örneklerinin günlük, yağmur suyu örneklerinin haftada bir toplanmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Tanecik büyüklükleri farkının ve yağmur suyunun sis suyuna göre daha seyreltik olmasının derişimler üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Işıkdemir ve ark. (2005) Doğu Akdeniz bölgesinde Antalya'da 1992-1999 tarihleri arasında topladıkları yağmur suyu örneklerinde Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi (AAS), İyon Kromatografisi (IC) ve Kolorimetri yöntemleri kullanılarak önemli iyonları analiz etmişlerdir. Veri setini, ana iyonların asiditeye ve nötralizasyona olan etkilerini incelemek, kısa ve uzun dönemli değişimleri araştırmak, zaman trendi analizi yapmak, kirleticilerin bölgeye olan taşınımlarını anlayabilmek ve bu bilgileri Türkiye'deki başka bölgelerin ve dünyada yapılmış farklı çalışmaların verileri ile karşılaştırmak üzere irdelenmişlerdir. Kirleticilerin derişimlerindeki seviyelerini, onların kısa ve uzun dönemli değişimlerini ve yağmur suyundaki asiditenin nötralizasyonunu istatistiki değerlendirmeler yaparak incelemişlerdir. Yıllık ortalama pH'ın 5,17 olup yağışların %18'inin pH'ının 4,5'den küçük, %62'sinin pH'ının 5,5'ten büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Nötralizasyonun başlıca Kuzey Afrika'dan taşınan ve askıdaki yerel topraktan kaynaklanan $CaCO_3$ aracılığıyla gerçekleştiğini, NH_3 'ün nötralizasyona katkısının ise oldukça düşük olduğunu, yapılan bu çalışmada, diğer istasyonlar göz önüne alındığında, toprak, deniz ve antropojenik kaynaklı kirleticilerin konsantrasyonlarının oldukça yüksek olduğunu, deniz kökenli elementler olan Na, Cl ve Mg; toprak kökenli elementler olan Ca ve K ve antropojenik kaynaklı SO_4^{2-} ve NO_3^- derişimlerinin kırsal alandaki diğer örnekleme noktalarına oranla oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bölgenin üç faktörün etkisi altında olduğunu, bunlardan birincisinin bölgenin kuzey ve kuzey batısında bulunan asit oranı yüksek antropojen kirlenme kaynakları, ikincisinin kuzey Afrika'dan taşınan yoğun yer tozu kaynağı içeren ve yerel toprağın kalkmasıyla oluşan yer tozu kökenli ve Akdeniz'den gelen denizel tuz kaynağı, üçüncüsünün ise hakim rüzgarların batı, kuzeybatı ve kuzey yönünde olmasından kaynaklanan, özellikle Avrupa ve Balkan ülkelerinden gelen endüstriyel taşınım nedeniyle bölgede düşük pH değerine sahip olma olarak bildirmişlerdir.

Cheng (2006), Tayvan'da kurdukları 4 örnekleme noktasında metal ve eser element (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Pb) analizi yaparak, özellikle tayfunların etkin olduğu bu istasyonlarda rüzgarın hızının, güney Asya'dan taşınan antropojenik kaynaklı kirleticilerin ve deniz tuzlarının etkilerini de göz önünde bulundurarak Na^+ ve Pb derişimlerini sırasıyla 0,03 -1388 $\text{mg/m}^2\text{gün}$ ve 0,0002 - 2000 $\text{mg/m}^2\text{gün}$ aralığında değiştirdini, deniz kaynaklı Na^+ ve Mg^{2+} derişimlerinin normal değerlerde bulunduğunu, Ca^{2+} ve K^+ derişimlerinin biraz yüksek çıkmasının sebebinin yer kabuğu olduğunu ve eser elementlerin anropojenik kaynaklı kirleticiler yüzünden standartların üstünde saptandığını bildirmişlerdir.

Türker ve ark. (2006), Doğu Akdeniz kıyısındaki sanayileşmiş Mersin kentinden 2 yıl boyunca topladıkları yağmur sularında pH ve iletkenlik ölçümleri ile temel anyon (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) ve temel katyon (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) analizi yapmışlardır. Yağmur suyunda mevcut antropojenik kaynaklı bileşenlerin derişimlerine dayanarak Mersin'in hava kalitesi hakkında bilgi edinmek amacıyla bir yıllık örnekleme dönemi içinde 4 farklı istasyondan topladıkları 158 adet yağmur suyu örneğinde pH değerlerinin 4,8-8,5 arasında değiştirdini ve hacim ağırlıklı ortalama pH'ın 6.0 olduğunu tespit etmişlerdir. Tüm örnekler içinde sadece 8 tanesini asidik yağış olarak değerlendirebilmişlerdir ($\text{pH}<5,6$). Atmosferde mevcut kalsit (CaCO_3) içeriği açısından zengin mineral tozların ve antropojenik bir bileşen olan amonyakın (NH_3) yağ çökmesine bağlı olarak tamponlanan yağmur sularının % 95'inin alkali karakterde olduğunu, temel iyon derişimleri; $\text{Ca}^{2+}> \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^- > \text{K}^+ > \text{H}^+$ şeklinde sıralandığını bildirmişlerdir. Kent merkezinde yer alan istasyonlara ait örneklerin antropojenik iyonlar açısından daha zengin oluşunun, nüfus yoğunluğu nedeni ile bu istasyonların evsel ısınma, endüstriyel ve trafik emisyonları gibi yerel antropojenik kaynaklardan daha fazla etkilendiğini gösterdiğini de rapor etmişlerdir.

Kim ve ark. (2008), Kore' de Jecheon şehrinde meteorolojik ve jeolojik faktörlerin yağmur suyunda pH ve iyon derişimlerine olan etkisini incelemek için biri kömürle çalışan enerji santralının yanına diğeri ise taş ocağı ve çimento üretim fabrikasının bulunduğu bölgeye olmak üzere iki istasyon kurarak analiz yapmışlar. Şehir merkezinde pH'ın 4,9 ile 8,3 gibi geniş bir aralıkta değişmesinin sebebinin asidik gazların kaynağı olan enerji santralleri olduğunu, rüzgarın batı kuzeybatı-güney güneybatı yönünde estiğinde pH'ın 6,5 ten 7,8 e kadar çıktığını, bununla birlikte Ca^{2+} , K^+ , Na^+ iyonlarının derişimlerinin de yükseldiğini, güney batıdan esen rüzgarın

CaCO₃ partiküllerini taşıdığını, bunlarında nötralizasyonda çok büyük etken olduğunu, sonuç olarak antropojenik kaynaklı asitliğe neden olan bileşiklerin, jeolojik alkali kaynaklarla nötralize olduğunu bildirmişlerdir.

Özsoy ve ark. (2008), Doğu Akdeniz kıyısındaki Mersin'de bir yıllık sürede topladıkları yağmur sularını, kızıl toz içerikleri açısından incelenmişlerdir. Yağışlı günlerde bölgeyi etkisi altına alan hava kütlelerinin geri yörünge analizleri ile kızıl tozun kaynak bölgeleri belirlediğini bulmuşlardır. Kızıl yağmurların ortalama iletkenlik değerlerinin, toz içermeyen normal yağmurlardan yaklaşık yedi kat; hacim ağırlıklı ortalama alüminyum derişimlerinin ise yaklaşık beş kat daha yüksek bulunduğunu, yağmur sularındaki asidik anyonların mineral tozun yüksek kalsit içeriğince tamponlanmasına bağlı olarak, hacim ağırlıklı ortalama hidronyum iyonu derişiminin ise onlarca kez azaldığını, normal yağmurlar için hesaplanan ortalama pH değerinin 6,09 iken kızıl yağmurlarda bu değer 7,27'ye yükseldiğini, yağmur sularının alüminyum derişimlerinden yararlanarak yapılan hesaplama göre, Mersin bölgesine 2004 yılı içerisinde yağ çökme yolu ile atmosferden taşınan toz miktarının 2,13 gm⁻² yıl⁻¹ olduğunu, bu değere kuru çökme yolu ile taşınan toz miktarının da ilave edilmesiyle Mersin'e atmosferden taşınan toplam (yağ+ kuru) toz miktarının yaklaşık 4,84 g m⁻² yıl⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Anatolaki ve ark. (2008), Selanik'te şehir merkezinde bulunan üniversite kampüsüne kurulan istasyonda 2 yıl boyunca yağmur suyu toplanmış ve İyon Kromatografisi ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılarak önemli iyonların analizi yapılmıştır. İstasyon bölgesi şehrin merkezinde olmasına karşın analiz sonuçlarında sadece trafik emisyonlarının etkisi olmadığından, şehrin kuzey batısında bulunan endüstri kuruluşlarında etkisinin olduğu saptanmıştır. Petrol rafinerileri, petrokimya, gübre ve çimento sanayi, demirçelik fabrikası önemli endüstri kuruluşlarıdır. 2 yıl boyunca pH en küçük 4,0 en yüksek ise 7,9 saptanmıştır. pH >7 iken elektrik iletkenliğinde alkali karakterlerin artışından kaynaklı (özellikle kalsiyum) artış gözlenmiştir. 7,5-439 µS cm⁻¹ aralığında değişen iletkenlik ortalama 44 µS cm⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Yağmur suyunun içeriği incelendiğinde %33 payla Ca²⁺ ilk sırada olup %19 SO₄²⁻, %11 NH₄⁺, %9 Cl⁻, %9 NO₃⁻ dağılımı saptanmıştır. Şehrin deni kenarında olmasına rağmen Na⁺ ve Cl⁻ derişimleri düşük çıkmıştır. Bunda SE ve SW yönünden esen rüzgarların etkisinin olduğu saptanmıştır.

Huang ve ark. (2008), Çin'in 10 milyon nüfusa sahip Guangzhou şehrinde iki istasyonda örnek toplanmışlardır. Bu iki istasyon 20m rakıma sahip olup, yoldan 500m uzaklıkta ve bulunduğu çevrede 30m yi aşan yükseklikte bina bulunmamaktadır. Şehir yazın güneydoğu yönünden ve kışın kuzeybatı yönünden esen mason rüzgarlarının etkisinde olup, genellikle yağmurlu gün sayısı azdır. 1 yıl boyunca 47 örnek toplanmış olup, pH değerinin yağışın fazla olduğu Nisan-Ağustos ayları arasında kuru olan Ocak-Mart ayları arasına oranla daha düşük olduğu saptanmıştır. Ortalama pH değeri 4,49 olup iyon derişimleri sıralaması $SO_4^{2-} > Ca^{2+} > NH_4^+ > NO_3^- > H^+ > Cl^- > Na^+ > F^- > Mg^{2+} > K^+$ şeklinde hesaplanmıştır. Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} iyonlarının Güney Çin denizi kaynaklı olduğu, Sülfat ve nitrat iyonlarının antropojenik kaynağının kömür ile çalışan enerji üretim tesisleri olduğu, Ca^{2+} iyonunun ise rüzgarla taşınan toz ve antropojenik (inşaat çalışmaları) olduğu tespit edilmiştir.

Herrera ve ark. (2009), Orta Amerika'da bulunan Costa Rica'da 11 istasyondan Ağustos-Aralık ayları arasında 5 aylık numune toplanmışolu metal ve iyon derişimleri, iletkenlik ve pH ölçümleri yapılmıştır. Metal analizi için Spektrofotometre, iyon analizi için iyon değişim kromatografisi kullanılmıştır. Tüm istasyonlarda pH'ın 5,6 dan yüksek olduğu önemli iyon derişimlerinin $SO_4^{2-} > NH_4^+ > Ca^{2+} > Na^+$ şeklinde sıralandığını saptamıştır. Al, Fe ve Mn konsantrasyonlarının yüksek olduğu, V, Pb, Cr, Cu, Ni element derişimlerinin $0,7-7,0 \mu gL^{-1}$ aralığında değiştii görülmüştür. Yapılan zenginleştirme faktörü hesabında da V, Cr, Ni, Fe ve Mn elementlerinin 10'dan düşük olduğu Pb ve Cu elementlerinin ise 10'dan büyük olduğu bununda kaynağının antropojenik olduğu saptanmıştır.

Song ve ark. (2009), New Jersey ve New York arasında yer alan ve kıyıda bulunan Newark şehrinde Rutgers Üniversitesinde 20m yükseklikte olan bir çatıda 46 örnek toplanmış ve IC ile önemli inorganik ve organik asit iyonları (asetat, format, malonat, okzalot) ICP cihazı ile de eser element analizi yapılmıştır. Katyonlarda %13,5 Ca^{2+} , %5,5 K^+ , %4,5 Mg^{2+} hesaplanırken ve en yüksek değeri antropojenik kaynaklı NH_4^+ 'un aldığı saptanmıştır. Eser elementlerde ise yer kabuğu ve antropojenik kaynaklı olmak üzere dağılım %33,6 Al, %26,8 Zn, %25,2 Fe, %13,8 Cu, Pb, Ni, Sb, V olarak hesaplanmıştır. Organik asitlerden asetat ve formik asit kentsel kaynaklı olup % 82,2 oranla en fazla yüzdeye sahip bulunmuştur. Toplam anyonlarda %50,5 SO_4^{2-} , %24,6 NO_3^- , %13,8 organik asit iyonları, %10,6 Cl^- , %0,5 F^- şeklinde bir dağılım tespit

edilmiştir. Zenginleştirme faktörleri hesaplandığında Fe, Co ve Al'nin yer kabuğu, Pb, V, Cr, Ni, Zn, Sb, Cu, Cd elementlerinin ise antropojenik kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı ve Örnekleme Yerleri

İskenderun, Akdeniz' in doğu kıyısında Amanos dağlarının eteğinde, genişliği 5 km 'yi bulan bir ovada kurulmuş olup, topografik yapısı itibariyle hava kirleticilerinin uzaklaşmasına izin vermeyen bir kentimizdir. Aşılması güç bir duvar gibi yükselen Amanos dağları şehri adete sarmış olup, kirletici gaz ve tozların şehirden uzaklaşmasına izin vermemekte ve bu yüzden yağmur suyunun kimyasal bileşimi değiştirmektedir. Sanayi kuruluşları genellikle kıyı şeridinde yer almaktadır. Güneyden kuzeye doğru bakıldığında öncelikle gübre fabrikası ve pek çok haddaneyi bünyesinde bulunduran Organize sanayi bölgesi bulunmaktadır., Türkiye'nin ise en büyük fabrikası konumunda olan İSDEMİR (İskenderun Demir Çelik Fabrikası) yer almaktadır.

İskenderun, limanı ve sahip olduğu sanayisi ile Türkiye çapında büyük önem taşır. İskenderun aynı zamanda nüfusu en hızlı büyüyen ilçe de olmuştur. Nüfus yoğunluğu ve endüstrisi açısından Hatay'ın ve özellikle Türkiye'nin büyük şehre bağlı olmayan, en büyük ilçelerinden biridir. Son nüfus sayımlarında toplam nüfus yaklaşık 304.891 olarak tespit edilmiştir. Bu nüfusun 176.374'ü merkeze, 128.517'si ise bağlı belde ve köylere yerleşmiştir

Şekil 1.1'de gösterildiği gibi İskenderun Körfezindeki yağmur suyunun kimyasal bileşimini araştırmak için 5 örnekleme noktası oluşturulmuştur

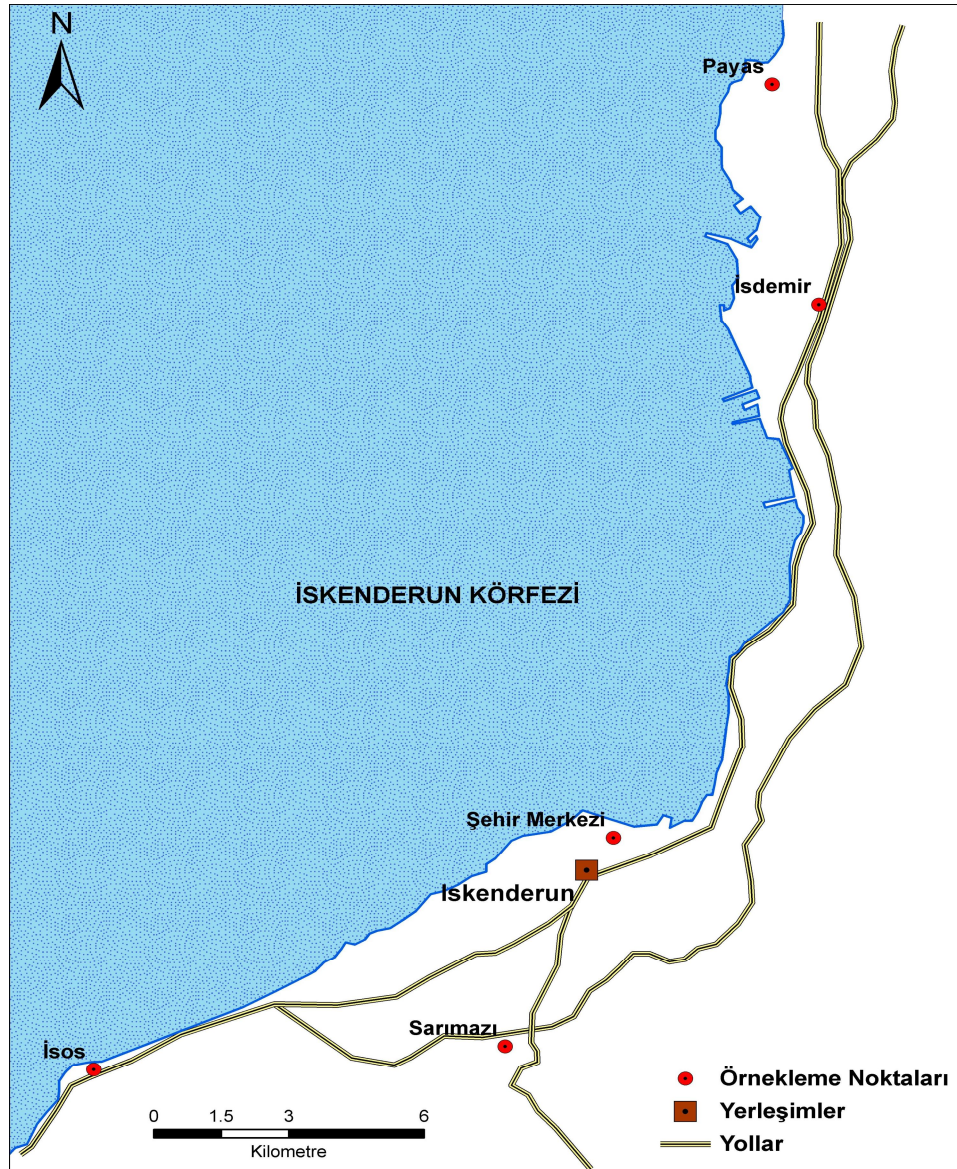
Birinci örnekleme noktası, Sarımazı bölgesinde trafik ve kırsal etkinin olduğu Mustafa Kemal Üniversitesi Meslek Yüksek okulu civarında kurulmuştur. Örnekleme bölgesinin koordinatları: N 36° 32.514°E 036° 08.730° ve rakımı 180 dir. Bu örnekleme noktası Amanos dağlarından Amik ovasına tek geçiş yeri olan Belen boğazına da hakimdir. 3 km uzaklıkta yerleşim birimleri mevcuttur.

İkinci örnekleme noktası, şehrin 10 km. güneyinde yer alan İSOS Otelidir. Bölge deniz ve kırsal bölgenin etkisi altındadır. Örnekleme bölgesinin koordinatları: N 36° 32.058° E 036° 02.612° ve rakımı 10 dur.

Üçüncü örnekleme noktası, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu trafik ve evsel yakıtların etkisi altında olan kent merkezidir. Örnekleme bölgesi denize 2 km. uzaklıkta yer almaktadır. Koordinatları: N 36° 35.313° E 036° 10.232° ve rakımı 9 dur.

Dördüncü örnekleme noktası, şehrin 20 km. kuzeyinde, deniz kıyısına 2 km. uzaklıkta sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu ve aynı zamanda lojmanların konumlandığı İSDEMİR civarında bir bölgedir. Örnekleme bölgesinin koordinatları: N $36^{\circ} 42.419^{\circ}$ E $036^{\circ} 13.033^{\circ}$ ve rakımı 40 dır.

Beşinci ve son örnekleme noktası ise İSDEMİR'in 2 km. kuzeyinde kirletici vasfı yüksek elektrikli ark ocaklı tesislerin, entegre demir çelik tesislerinin, haddehane ve dökümhanelerin aynı zamanda yerleşim yerlerinin yer aldığı Payas ilçe merkezi. Örnekleme bölgesi bölgesinin koordinatları: N $36^{\circ} 45.301^{\circ}$ E $036^{\circ} 12.235^{\circ}$ ve rakımı 12 dir.



Şekil 3.1. İskenderun Körfezinde Yağmur Örnekleme Noktaları

3.1.2. Çalışma Bölgesinin Özellikleri

3.1.2.1.İskenderun'un İklimi ve Meteorolojisi

İskenderun'da Akdeniz iklimi görülür. Yaz sıcaklığı güneş ışınlarının düşme açısına; kuraklık ise alçalıcı hava hareketlerine bağlıdır. En sıcak ay ortalaması 40 °C, en soğuk ay ortalaması 10-12 °C dir. Yıllık sıcaklık ortalaması 18 °C dir. Kar yağışı ve don olayı çok ender görülür. En fazla yağış kışın, en az yağış yazın düşer. Kışın görülen yağışlar cephesel kökenlidir. Cephesel yağışlar en fazla bu iklimde görülür. Yıllık yağış miktarı yükseltiye göre değişir. Ortalama 600-1000 mm arasındadır. Yağış rejimi düzensizdir. Yıllık yağış ortalaması 877 mm' yi bulurken, yıllık ortalama nem miktarı 70 dolayındadır. Devlet meteoroloji Genel Müdürlüğüne hazırlanmış olan İskenderun'a ait istatistik veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İskenderun' a ait meteorolojik veriler

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2006)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	11.8	12.2	14.7	18.3	21.9	25.2	27.8	28.4	26.5	22.4	17.1	13.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	15.4	16.0	18.5	22.3	25.4	28.2	30.5	31.3	30.1	27.0	21.5	16.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	8.7	8.9	11.1	14.6	18.3	21.9	24.9	25.5	23.1	18.7	13.7	10.2
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.2	5.1	6.1	7.2	9.0	10.3	9.5	9.3	8.8	7.5	5.6	4.0
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2007)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	26.4	31.7	36.0	40.0	37.6	36.5	38.8	40.0	37.4	31.2	25.2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-0.8	-0.3	0.4	5.1	11.2	14.8	18.6	18.6	15.4	2.5	2.4	0.8
En Çok Yağış 12.05.1993 132.3 kg/m ²						En Hızlı Rüzgar 06.02.1978 140.8				En Yüksek Kar 0 cm		

3.1.2.2. Örnek Toplanan Günlere Ait Meteorolojik Veriler

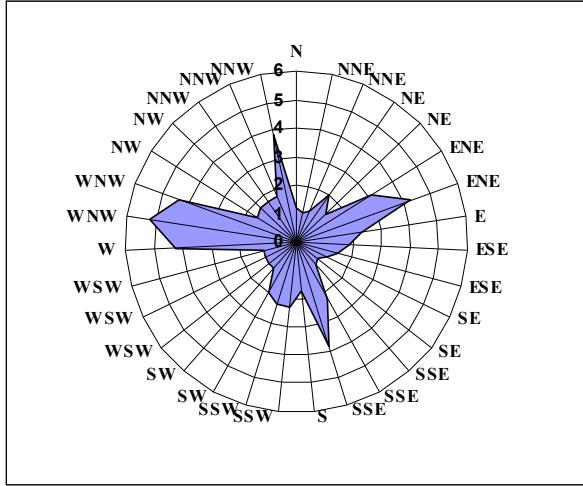
Çizelge 3.2’de örneklerin toplandığı günlere ait ortalama sıcaklık, bağıl nem, ortalama ve maksimum rüzgar hızı ve yönü ile toplam yağış miktarı verilmiştir.

Çizelge 3.2. Örneklerin toplandığı günlere ait meteorolojik veriler

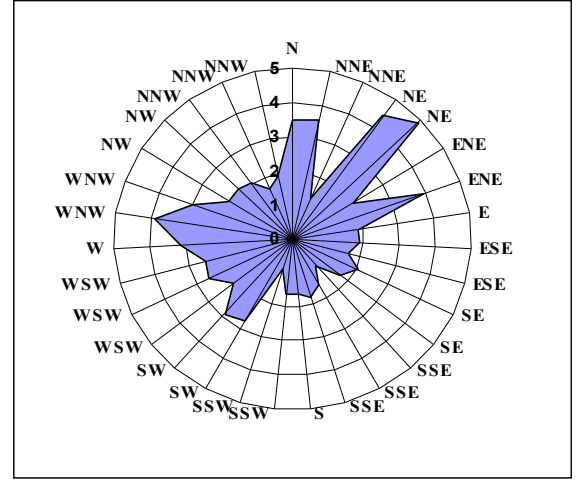
	Ortalama Sıcaklık(°C)	Ortalama Nem %	Ortalama Rüz.Hızı	Rüzgar Yönü	Maksimum Rüz.Hızı	Rüzgar Yönü	Günlük Top.Yağış kg/m ²
08.02.2009	16	83,7	1,8	NNE	9,6	W	1,6
10.02.2009	13,9	77	3,1	SE	10,2	WSW	3,6
11.02.2009	14,2	69,7	2,4	WSW	9	WSW	18,4
16.02.2009	12	64,3	2,7	SSE	12,2	SSE	16
17.02.2009	11,1	50,3	1,5	NNE	7,8	SSW	7,5
18.02.2009	9,9	60	2,2	SSE	8,9	SSE	2,8
19.02.2009	12,6	49,3	2,7	S	10,1	WNW	2,5
21.02.2009	8,6	76,3	2,4	WNW	12,1	W	22,5
22.02.2009	10,4	52	1,3	NW	2,8	SSE	7,4
24.02.2009	11,4	70	2,9	SSE	12,1	SSE	2,7
25.02.2009	12,6	62	1,7	SSE	6,2	SSE	11
27.02.2009	12,4	65,7	2,7	SSE	14,4	N	4,2
28.02.2009	10,4	73,7	2,1	SE	7,5	WSW	7,1
05.03.2009	15,6	65	2,8	SE	12	SSE	9,3
10.03.2009	16,2	62,7	3,4	WSW	13	WSW	14,1
14.03.2009	14,5	63	5,6	WSW	16,9	WSW	10
15.03.2009	10	73	2,1	ESE	23	W	3,6
16.03.2009	11,8	52	2	SE	8,4	WNW	7,6
20.03.2009	14,6	65,3	2	NNW	8,8	WSW	4,7
24.03.2009	13,6	56,7	2,5	WSW	13,4	WSW	35,2
09.04.2009	17,2	72,7	1,8	ESE	5,8	W	15,2
15.04.2009	15,2	77,3	3,8	WSW	14,1	WSW	3,5
16.04.2009	15,5	69	1,7	SSE	7,8	W	21,4
17.04.2009	15,7	56,3	2,3	WSW	12,6	WSW	14,8
25.04.2009	16,8	70,7	4,4	W	11,6	WSW	5,7
26.04.2009	17,7	64	1,6	SSW	5,7	W	8,8
02.05.2009	19,4	64,3	3,6	W	11,6	W	1,1
05.05.2009	18,8	58,7	4,9	WSW	18,2	W	5,4
06.05.2009	18,1	74,3	2	ENE	9	WSW	9
07.05.2009	18,6	66,3	3,9	WSW	11,5	WSW	9,2
08.05.2009	19	73,3	1,9	W	5,8	WSW	4

3.1.2.3. Aylık Meteorolojik Veriler

Örneklerin toplandığı zamanlara ait sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü değerleri ile çalışma süresi boyunca düşen aylık yağış miktarlarına ait veriler İskenderun Meteoroloji İstasyonundan alınarak çizelge 3.3’ de verilmiştir.



Şekil 3.4. Nisan ayı rüzgar yönleri



Şekil 3.5. Mayıs ayı rüzgar yönleri

3.1.3. Kullanılan Kimyasallar

Nitrik Asit (HNO ₃)	: %65 Merck
ICP-AES Multi Standart Çözelti	: Merck certipur icp multi-element standart çözelti
Na ₂ CO ₃ eluent çözeltisi	: Merck
Argon Gazı	: Asgaz, %99,99 saflıkta
Referans Madde	: Dünya Meteoroloji Örgütü

3.1.4. Kullanılan Cihazlar

ICP-AES	: Varian Liberty Series II
IC	: DIONEX ICS-3000
pH metre	: Hanna 211 pH metre
İletkenlik ölçer	: Hanna H I7031
Filtre Kağıdı	: .22 µm'lik selüloz-asetat filtre kağıdı, mavi bant süzgeç kağıdı

3.2. Yöntem

3.2.1. Materyal Toplama Yöntemleri

Yağmur suyu örnekleri 2 adet 1L lik HDPE' den (yüksek yoğunluklu polietilen) üretilmiş şişeler yardımıyla toplanmıştır. Şişelerden birinin tabanı kesilerek 2 şişe boyun boyuna monte edilmiştir. Tespit edilen istasyonların çatılarına yerleştirilen örnek toplama kapları yağmur bitiminde toplanarak yine HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) üretilmiş kaplara alınmıştır. Katyon ve eser element analizlerinin yapılacağı

örnekler için kullanılan kaplar deterjanla yıkandıktan sonra % 10 luk HNO₃ yıkama çözeltisinde bir müddet bekletilmiş, ardından saf su ile iyice çalkalanmıştır.

3.2.2. Ön Hazırlık ve Örneklerin Saklanması

Örnekler toplandıktan hemen sonra pH ve iletkenlik ölçümü yapılmıştır. Örnekler pH ve iletkenlik, anyon ve katyon analizi yapılmak üzere 3 parçaya ayrılmıştır. Anyon ve katyon analizleri için örnekler 50 – 100 mL'lik HDPE şişelerde +4 °C de muhafaza edilmiştir.

Anyon kabındaki yağmur suyu örneği saklama kabına alınmadan önce Milipore filtreleme düzeneği kullanılarak 0.22µm'lik selüloz-asetat filtre kağıdından süzlmüştür. Katyon kabındaki yağmur suyu örnekleri ise mavi bant süzgeç kağıdında süzlmüş ve aktarılan kaplar kullanım öncesi %10 luk HNO₃ yıkama çözeltisinde bekletilerek saf su ile çalkalanmıştır. Analiz öncesinde ise 5-6 damla Merck HNO₃ ilave edilmiştir.

3.2.3. pH ve İletkenlik Ölçümü

Yağmur suyunun asitliği Hanna 211 marka pH metre ile ölçülmüştür. pH-metre belirli aralıklarla kullanılmadıysa ölçüm öncesi pH 4,01, 7,01 ve 10,01 tampon çözeltilere karşı kalibre edilmiştir. Kalibrasyon sıvıları ; Merck PH 4 1.09435.1000, Merck PH 7 1.09439.1000. pH ölçümü sırasında cam beherdeki örneğe daldırılan elektrod hafif bir şekilde kesintisiz karıştırılmış ve elektrot tamamen kararlı bir hale ulaştıktan sonra okunan değer kaydedilmiştir. Yağmur sularının elektriksel iletkenliği ise, Hanna HI7031 ile ölçülmüştür.

3.2.4. Temel Anyonların Analizi

Temel anyon analizleri (Sülfat, Nitrat ve Klorür) için Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde DIONEX ICS-3000 cihazı kullanılmıştır. Kimyasal olarak 9 mM lık Na₂CO₃ eluent çözeltisi kullanılmıştır.

3.2.5. Temel Katyonların Analizi

Örneklerdeki katyon analizleri ise Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan PC Pentium III ile kontrol edilen Varian Liberty-II Model Plasma 96, ICP-AES sistemi ile yapılmıştır. Cihaz axial torch ile ateşlenmekte olup

plazma gücü 1.0 kW'dır. İntegrasyon süresi 1.5 s' dir ve her bir örnek için 3 okumanın ortalamasını vermektedir. Süzülen örneklere, ICP cihazına verilmeden önce 4-5 damla Nitrik Asit (Merck,%65 d=1,41) ilave edilmiştir. Katyonlar için farklı derişimlerdeki standart çözeltiler (minumum 5 adet), 1000 mg/L-1 derişimli Merck ICP multi-element standart çözeltilisinden seyreltilerek hazırlanmıştır.

3.2.6. Eser Element Analizi

Eser element analizi Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında bulunan Varian Liberty-II Model Plasma 96, ICP-AES sistemi ile analiz edilmiştir. Kalibrasyonda kullanılan standart çözeltiler 1000 mg/L-1 derişimli Merck ICP multi-element standart çözeltilisinden seyreltilerek hazırlanmıştır.

3.2.7. Temel Katyonlar ve Eser Element Analizi İçin ICP-AES Cihazı

Temel katyon ve eser element analizi için kullanılan ICP-AES cihazı Şekil 3.6'de verilmiştir.



Şekil 3.6. Varian Liberty II Model ICP-AES

Analizler için ICP cihazında kullanılan parametreler aşağıda belirtilmiştir.

Torch :Demountable Quartz Torch Nebulizer : Concantric Glass Nebulizer

Plasma Gaz Hızı:15 Ldk⁻¹ Auxiliary Gaz Hızı :15 Ldk⁻¹

PMT Voltaj:750 V Güç: 1 W

İntegrasyon Zamanı:1 s Pompa Hızı:15 rpm

Numune Seyreltme Süresi : 25 s Replikasyon:3

ICP cihazında derişimleri belirlenecek elementlerin çalışılan dalga boyu ve cihazın tayin sınırı (TS) Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Elementler için çalışılan dalga boyu ve cihazın tayin sınırı

	$\lambda(\text{nm})$	TS $\mu\text{g L}^{-1}$		$\lambda(\text{nm})$	TS $\mu\text{g L}^{-1}$		$\lambda(\text{nm})$	TS $\mu\text{g L}^{-1}$
Ca	317,933	0,08	Ba	413,066	0,08	Li	610,362	0,08
Fe	259,940	0,04	Cd	228,802	0,027	Mg	383,826	0,08
K	766,490	0,08	Ca	345,350	0,08	Mn	403,076	0,08
Na	588,995	0,08	Cr	357,869	0,08	Ni	352,454	0,08
Zn	213,856	0,027	Cu	224,700	0,041	Al	396,152	0,08
Pb	405,783	0,08						

3.2.8. Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

3.2.8.1. Elementlerin zenginleştirme Faktörleri

Atmosferdeki bileşenlerin kaynakları hakkında nitel bilgi edinebilmek amacı ile kullanılan yöntemlerden birisi zenginleştirme faktörüdür. Zenginleşme faktörleri; ölçülen iyonların yerkabuğuna yada denizsel kaynaklarına oranla yağmur suyu yada aerosol içinde ne ölçüde zenginleştiğini yada fakirleştiğini gösteren değerlerdir (Ducle ve ark., 1975; Chester ve ark.,1993b). İlk kez Zoller ve ark.,(1974) tarafından atmosferik çalışmalarda kullanılan ve çift normalizasyon tekniğinin uygulandığı bu hesaplama aşağıdaki formülle ifade edilmiştir. Eğer bir bileşenin yağmur suyu içindeki derişimi, tamamen yerkabuğundan kaynaklanıyor ise bu iyon için $EF_{\text{yerkabuğu}}$, değeri 1.0 olacaktır. Genel olarak 10.0 değerinin üzerinde bulunan değerler farklı kaynakların katkısı sonucunda o bileşenin yerkabuğuna göre zenginleştiğini ifade eder.

$$EF_{\text{yerkabuğu}} = (x / \text{Al})_{\text{yağmur}} / (x / \text{Al})_{\text{yerkabuğu}} \quad (3.1)$$

$$EF_{\text{deniz}} = (x / Al)_{\text{yağmur}} / (x / Na)_{\text{deniz}} \quad (3.2)$$

3.2.8.2.Korelasyon Katsayısı

Yapılan çalışmada istasyonda toplanan metal derişimlerinin birbiriyle olan ilişkisi ortaya konmuştur. Bu amaçla (3.3) eşitliğinden yararlanılmıştır.

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) \sum (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.3)$$

r : korelasyon katsayısı

X_i : X metalinin ve iyonunun dönemsel bazında havadaki derişimi

X : X metalinin ve iyonunun dönemsel bazında havadaki ortalama derişimi

Y_i : Y metalinin ve iyonunun dönemsel bazında havadaki derişimi

Y : Y metalinin ve iyonunun dönemsel bazında havadaki ortalama derişimi

Örnekleme bölgelerinde toplanan metal ve iyon derişimlerinin korelasyon katsayısı 1'e yaklaştıkça havadaki metallerin arasında o denli lineer bir ilişki vardır. Korelasyon aynı zamanda elementlerin atmosferdeki ortak taşınımaları yada ortak kaynakları konusunda bilgi verebilir.

3.2.8.3.Nötralleşme Faktörü

Yağmur sularında nitrat ve deniz tuzundan kaynaklanmayan (nss) sülfat derişimlerinin tamamı serbest asit formunda bulunsaydı pH değerinin çok daha düşük çıkması gerekirdi. Nitrat ve deniz tuzundan kaynaklanmayan sülfatın toplam ortalama derişimleri ile H⁺ iyonlarının ortalama derişimi arasındaki farktan asitliğin büyük bir oranda nötrleştirildiği sonucuna varılmaktadır. Ca²⁺, Mg²⁺ ve Na⁺ iyonlarının asitliğin nötrleştirilmesine ne ölçüde katkıda bulunduğunu anlayabilmek amacı ile her katyon için Nötralleşme Faktörü (NF) hesaplanmıştır:

$$NF_{Ca} = Ca^{2+} / (NO_3^- + SO_4^{2-}) \quad (3.4)$$

$$NF_{Mg} = Mg^{2+} / (NO_3^- + SO_4^{2-}) \quad (3.5)$$

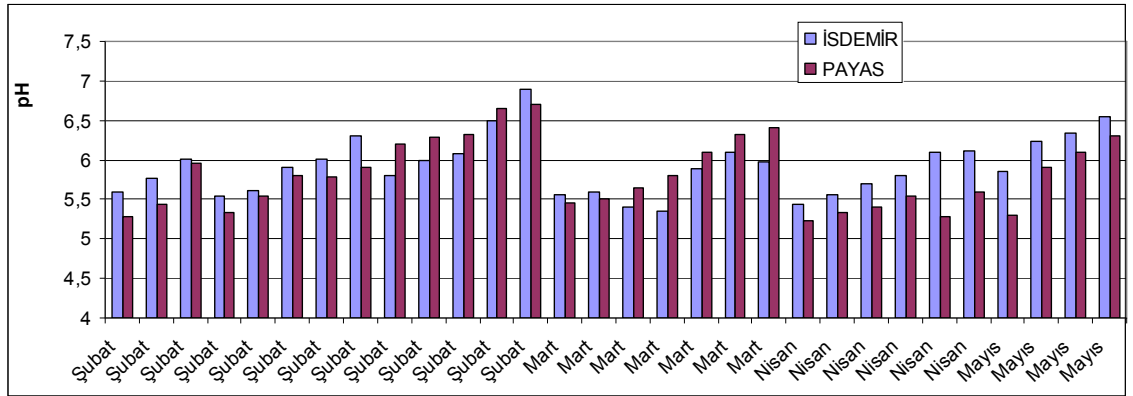
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İskenderun Körfezindeki Yağmur Suyunun İyonik Bileşimi

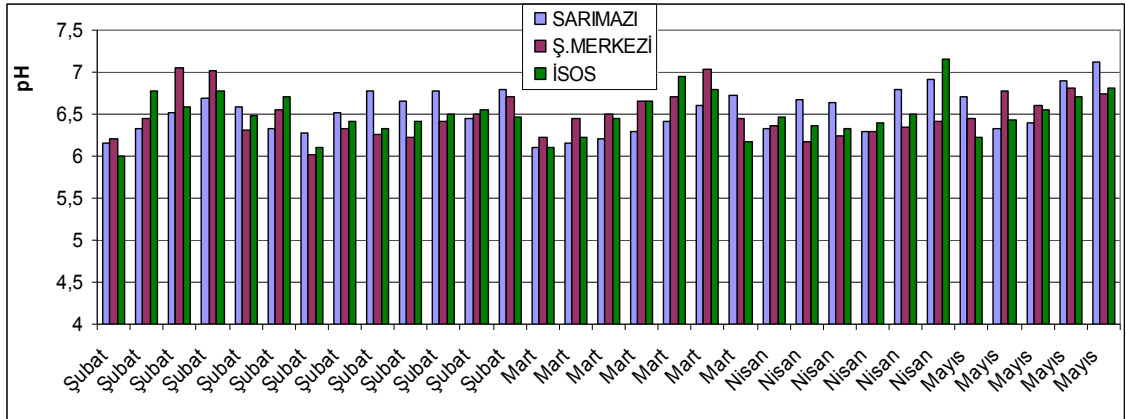
08.02.2009 tarihi ile 08.05.2009 tarihleri arasında, İSDEMİR, Payas, Sarımazı, Şehir Merkezi ve İsos' da toplanan 153 yağmur suyu örneğinde ölçümler yapılmıştır. Şubat Ayı içerisinde yağışlı gün sayısı toplam 17 gün olmasına karşın 13 gün numune toplanmış, kalan 4 günde günlük maksimum yağış miktarları sırasıyla 0,1-0,3-1,2-1,4 kg/m² olduğundan analiz için yeterli miktarda örnek toplanamamıştır. Mart ayı içinde toplam 14 gün yağışlı gün olmuştur. Bu sürede 7 gün örnek toplanabilmiştir, kalan 7 gün içerisinde günlük yağış miktarı 0,1-0,6 kg/m² aralığında değiştiğinden toplanamamıştır. Nisan ayında toplam 8 yağışlı gün olmuş ve 6 gün örnek toplanmıştır, diğer 2 günde sırasıyla 0,1 ve 0,4 kg/m² olduğundan toplanamamıştır. Son olarak Mayıs ayında yine toplam 8 gün yağışlı günde 5 gün örnek toplanmış, kalan 3 günde de yağış miktarı 0,2-0,5 kg/m² aralığında değiştiğinden toplanamamıştır.

4.1.1 Yağmur Sularının Asitliği

İskenderun Körfezi'nde 4 ay boyunca 5 farklı istasyonda toplanan 153 yağmur örneklerinde ölçülen pH değerleri Şekil 4.1.a ve 4.1.b de sunulmuştur. pH genel olarak 5,2 - 7,3 değerleri arasında değişmektedir.



Şekil 4.1.a.Aylara göre pH değerleri



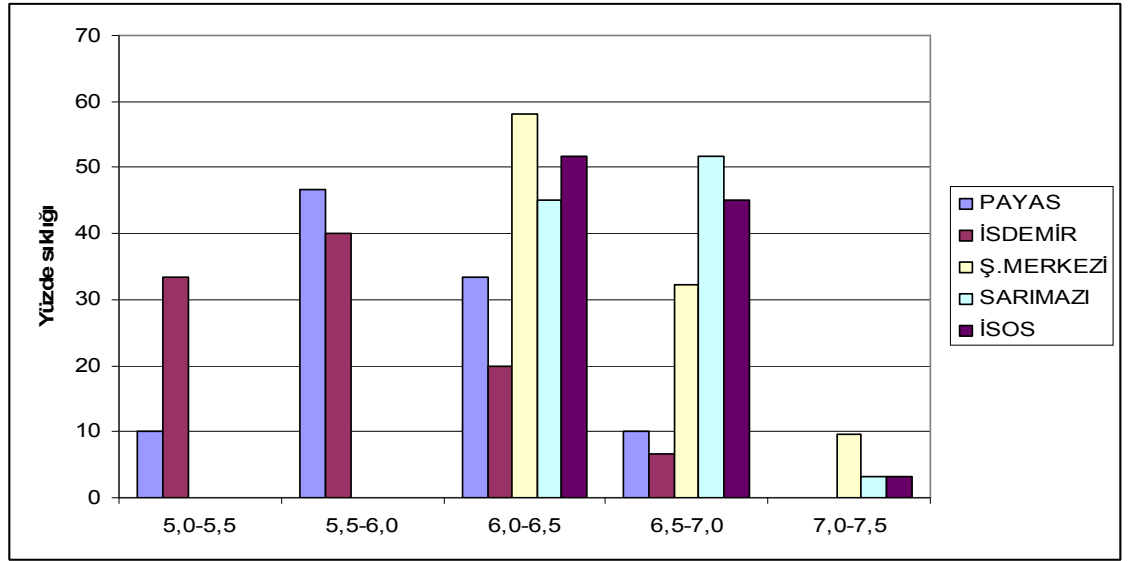
Şekil 4.1.b.Aylara göre pH değerleri

Örnekleme bölgelerinin meteorolojik koşulları (rüzgar yönü ve hızı, yağış miktarı) ile sahip oldukları endüstri kuruluşları, yağmur suyunun asiditesini büyük ölçüde etkilemektedir.

Şekil 4.1.a incelendiğinde en düşük pH değerleri 5,23 ile Payas ve 5,35 ile İSDEMİR'de Şubat ayında gözlenmiştir. En yüksek pH ise yine Şubat ayında İSDEMİR'de 7,01, Payas'da 6,7 olarak ölçülmüştür. Her ay sonunda pH değerinin yükseldiği gözlenmiştir.

Şekil 4.1.b incelendiğinde en yüksek pH değerlerinin Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos'da sırasıyla 7,12; 7,06 ve 7,16 en düşük pH değerlerinin ise yine sırasıyla 6,1; 6,01 ve 6,0 olduğu gözlenmiştir. Genel olarak pH değerleri bu örnekleme bölgelerinde de ay sonlarında yükseliş göstermektedir. Tüm örnekleme bölgelerinde benzer artış ve azalışlar olmuştur

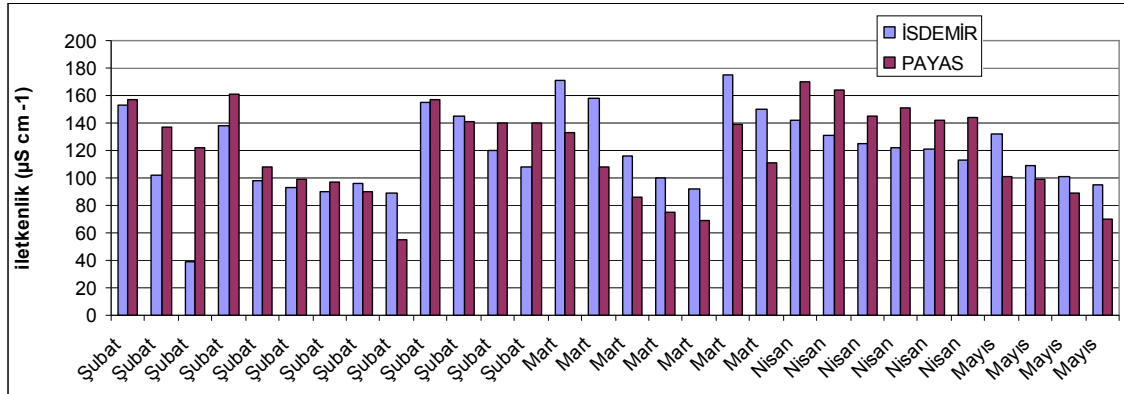
Şekil 4.2.'de pH değerlerine karşın yüzde sıklığı verilmiştir. Bu grafikten pH'nın 5,0-6,0 aralığında sadece Sanayi kuruluşlarının yoğun olduğu Payas ve İSDEMİR'de ölçülmüştür. Bu bölgede pH değerinin 7,0'ın üstüne çıkmadığı da saptanmaktadır.



Şekil 4.2. pH değerlerine karşın yüzde sıklığı

4.1.2. Yağmur Suyunun Elektriksel İletkenliği

İskenderun Körfezi'nde toplanan 153 örnekte yapılan ölçümlerde yağmur sularının elektriksel iletkenliğinin Şekil 4.3.a ve 4.3.b'de verildiği gibi 37,3 - 171,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$ aralığında değiştiği gözlenmiştir. 153 örneğin iletkenlik değerinin aritmetik ortalaması 86,77 $\mu\text{S cm}^{-1}$ bulunmuştur. Tüm örnekleme bölgelerinde iletkenlik değerlerindeki artış ve azalmanın benzer olduğu görülmüştür.



Şekil 4.3.a Aylara bağlı iletkenlik değişimi

Meteorolojik faktörlerin kirleticilerin taşınımına olan etkisi bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda beş örnekleme bölgesindeki maksimum ve minimum element derişimleri ile rüzgar yönleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.Rüzgar yönleriyle maksimum ve minimum element derişimleri

	Payas	İSDEMİR	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos	Payas	İSDEMİR	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos
	MİNİMUM					MAKSİMUM				
Ca**	2,09 NW	1,05 NW	11,02 SE	0,42 WSW	2,15 WSW	18,03 SE	20,01 SE	13,86 SE	15,3 SE	15,79 SE
Na**	0,98 WSW	1,01 WSW	0,5 NNW	0,39 WSW	1,23 SSW	6,93 SSW	6,87 ESE	6,63 SSE	6,37 ESE	8,56 SSE
Mg**	0,16 WSW	0,08 WSW	0,11 WSW	0,08 WSW	0,14 SE	3,34 ESE	4,01 SSW	2,21 SSE	2,53 SSE	2,94 ESE
K**	0,17 SE	0,32 W	0,11 SE	0,14 SSE	0,45 SE	1,76 ESE	2,96 SE	3,07 SE	2,77 ESE	3,2 SE
Al *	21,97 WSW	14,4 WSW	12,89 NW	12,33 SSE	15,61 NNW	92,2 SSW	99,03 SSE	88,66 SSE	91,72 SSE	93,27 ESE
Ba*	5,98 WSW	5,74 WSW	3,67 WSW	3,98 WSW	1,65 SE	33,91 SSE	37,99 SSE	21,43 SSE	19,3 SSE	17,89 SSW
Cd*	0,21 SE	0,11 NW	0,15 W	0,3 WSW	0,12 W	3,01 SE	2,91 ESE	1,21 SSE	2,03 SSE	1,7 SSE
Co*	0,96 WSW	0,98 W	0,35 W	0,63 W	0,24 SE	7,34 SE	8,81 SSE	8,13 SSE	5,37 SE	5,85 SSE
Cr*	0,32 NW	0,12 W	0,12 WSW	0,14 NNW	0,11 NNW	5,92 SSW	5,32 SSW	1,59 SSE	2,14 SSE	2,08 SSE
Cu*	1,03 WSW	1,01 WSW	0,1 WSW	0,19 WSW	0,31 WSW	5,52 SSW	9,02 SSE	2,16 SSE	1,94 SSE	1,97 SE
Pb*	2,54 WSW	1,01 NW	1,09 NNW	1,01 WSW	1,04 SE	12,56 SSW	15,45 SSE	7,67 SSE	9,18 SE	9,66 SE
Li*	0,11 SE	0,05 NW	0,08 SE	0,1 WSW	0,11 W	0,92 SSW	0,95 SE	0,77 SSE	1,0 SE	0,99 SSE
Mn*	0,95 WNW	0,15 WNW	0,96 NW	1,74 SSE	1,24 WSW	21,38 SE	14,42 SE	9,03 ESE	10,05 SE	10,94 SE
Ni*	0,26 NW	0,11 SE	0,1 NNW	0,23 WSW	0,28 NNW	4,17 SSE	5,78 SSE	3,66 SSE	3,56 SE	3,23 SSE
Zn*	0,23 W	0,35 W	0,19 NW	0,12 WSW	0,1 W	1,1 SSE	1,05 SE	1,04 SSE	1,09 SSE	0,98 SE
Fe*	6,07 WSW	3,08 NW	4,07 WSW	4,1 WSW	1,65 SE	17,32 SSW	15,52 SE	13,47 SE	11,86 SSW	11,23 SE

* µq/L ** mg/L

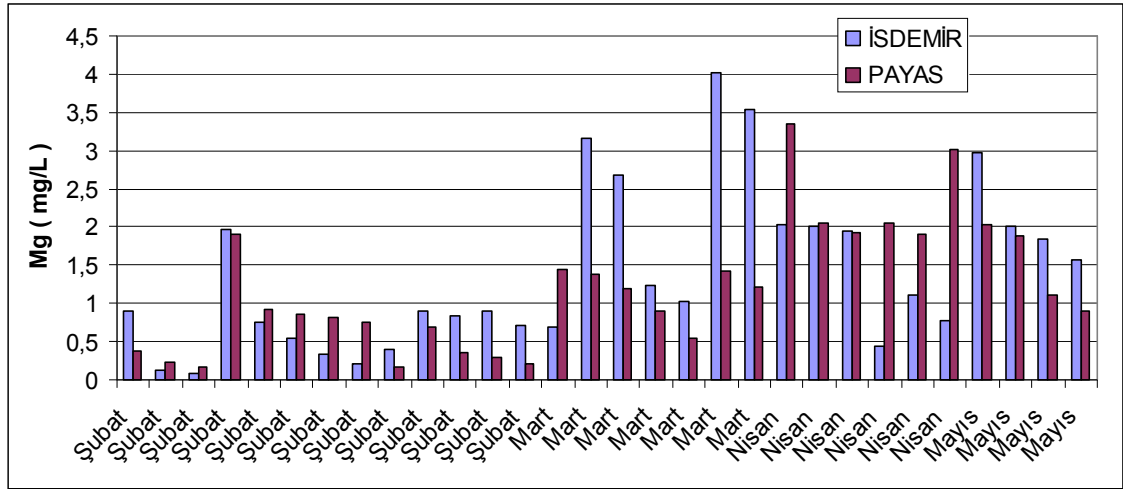
Çizelge 4.2 de element derişimlerinin maksimum olduğu zamanlarda rüzgar yönünün genellikle S ve SSE olduğu, minumum olduğu zamanlarda ise WSW,W ve NW olduğu gözlenmiştir. Güneyden esen rüzgarlar Organize Sanayi Bölgesinden ve İSDEMİR'den kirleticileri daha çok taşıdığından derişimlerde artış gözlendiği düşünölmektedir.

Çizelge 4.3'de Elementlerin maksimum derişimleri ölçüldükleri aylarıyla birlikte verilmiştir. Ca örnek alınan tüm bölgelerse Mart ayında, Ba ise Şubat ayında gözlenmiştir.

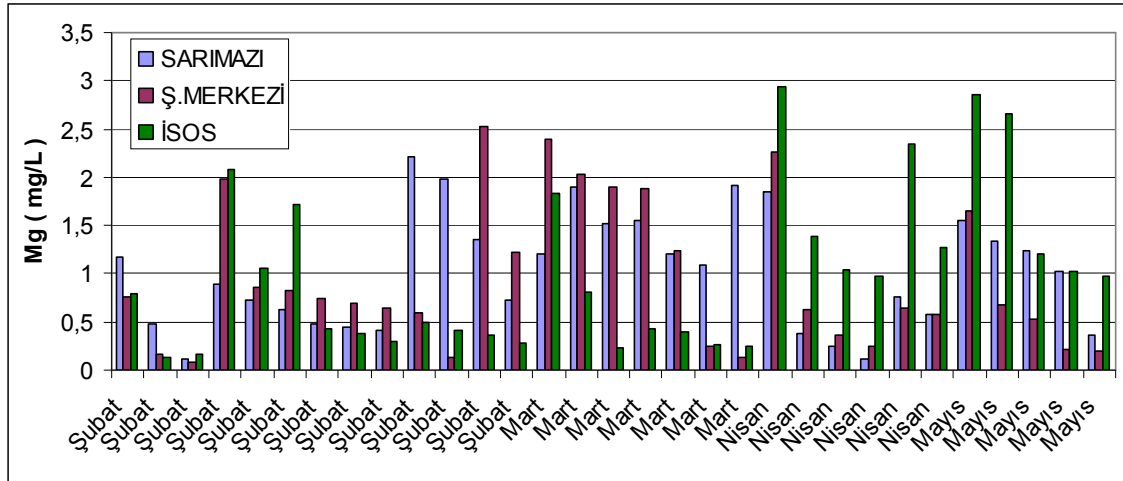
Çizelge 4.3. Elementlerin maksimum derişimleri ve ölçüldükleri ayları

	Payas	ISDEMİR	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos		Payas	ISDEMİR	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos
Ca**	18,03 Mart	20,01 Mart	13,86 Mart	15,3 Mart	15,79 Mart	Li*	0,92 Nisan	0,95 Mayıs	0,77 Şubat	1,0 Mayıs	0,99 Şubat
Na**	6,93 Şubat	6,87 Nisan	6,63 Şubat	6,37 Mart	8,56 Nisan	Mn*	21,38 Mart	14,42 Mart	9,03 Nisan	10,05 Mayıs	10,94 Mart
Mg**	3,34 Nisan	4,01 Mart	2,21 Şubat	2,53 Şubat	2,94 Nisan	Ni*	4,17 Şubat	5,78 Şubat	3,66 Şubat	3,56 Mayıs	3,23 Şubat
K**	1,76 Nisan	2,96 Mart	3,07 Şubat	2,77 Nisan	3,2 Mart	Zn*	1,1 Şubat	1,05 Mayıs	1,04 Şubat	1,09 Şubat	0,98 Nisan
Al*	92,2 Nisan	99,03 Şubat	88,66 Nisan	91,72 Nisan	93,27 Nisan	Fe*	17,32 Nisan	15,52 Mayıs	13,47 Mart	11,86 Mart	11,23 Mayıs
Ba*	33,91 Şubat	37,99 Şubat	21,43 Şubat	19,3 Şubat	17,89 Şubat	Pb*	12,56 Nisan	15,45 Şubat	7,67 Şubat	9,18 Mart	9,66 Mayıs
Cd*	3,01 Mart	2,91 Nisan	1,21 Şubat	2,03 Mayıs	1,7 Şubat	Cr*	5,92 Mart	5,32 Mayıs	1,59 Şubat	2,14 Şubat	2,08 Şubat
Co*	7,34 Mart	8,81 Şubat	8,13 Şubat	5,37 Mart	5,85 Şubat	Cu*	5,52 Nisan	9,02 Nisan	2,16 Şubat	1,94 Nisan	1,97 Mart

* µq/L ** mg/L

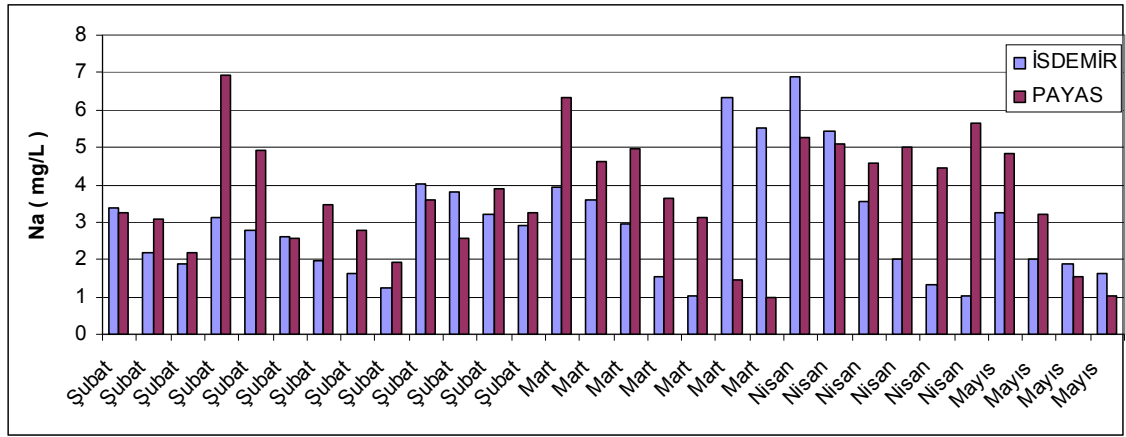


Şekil 4.5.a. Mg derişiminin aylara göre değişimi

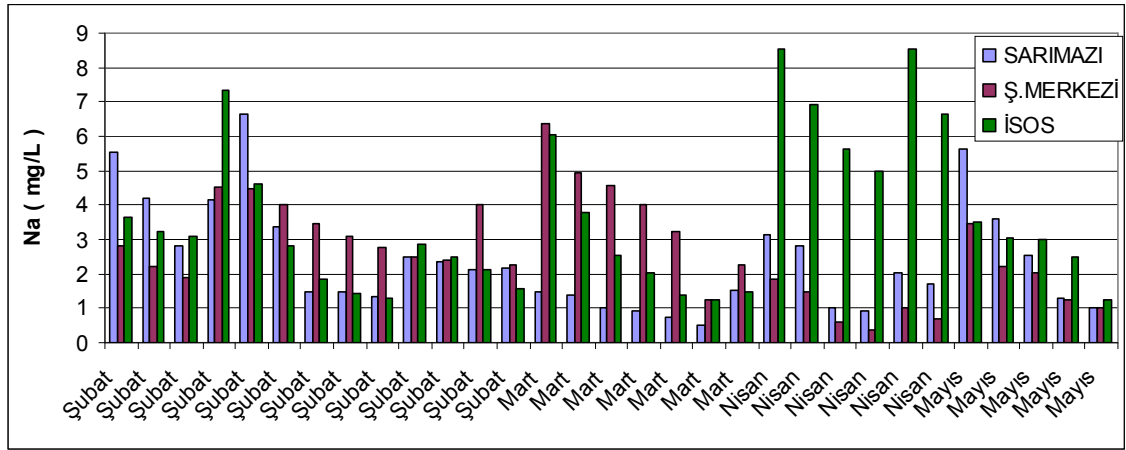


Şekil 4.5.b. Mg derişiminin aylara göre değişimi

Şekil 4.5.a incelendiğinde, en yüksek Mg derişimi İSDEMİR' de Mart ayında 4,01 mg/L, Payas' ta Nisan ayında 0,16 mg/Lolarak ölçülmüştür. En düşük derişimler ise Şubat ayında İSDEMİR' de 0,08 mg/L, Payas' da ayında 0,17 mg/L olarak gözlenmiştir. Şekil 4.5.b incelendiğinde sırasıyla Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos'da maksimum derişimler 2,21 mg/L; 2,53 mg/L; 2,94 mg/L Şubat ve Nisan aylarında minumum derişimler ise sırasıyla 0,11 mg/L; 0,08 mg/L; 0,14 mg/L Şubat ayında gözlenmiştir. Nisan ayında İsos' da Mg derişimi artış gösterirken İSDEMİR benzer artışı Mart ayında göstermiştir. Mart ayı sonunda İSDEMİR' deki Mg derişimi artışının Payas'a göre çok fazla olduğu gözlenmiştir.

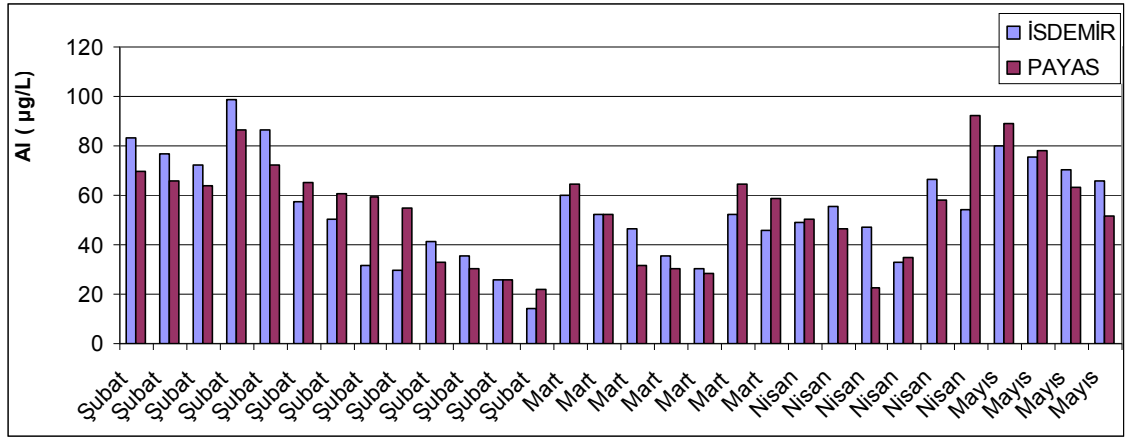


Şekil 4.7.a. Na derişiminin aylara göre değişimi

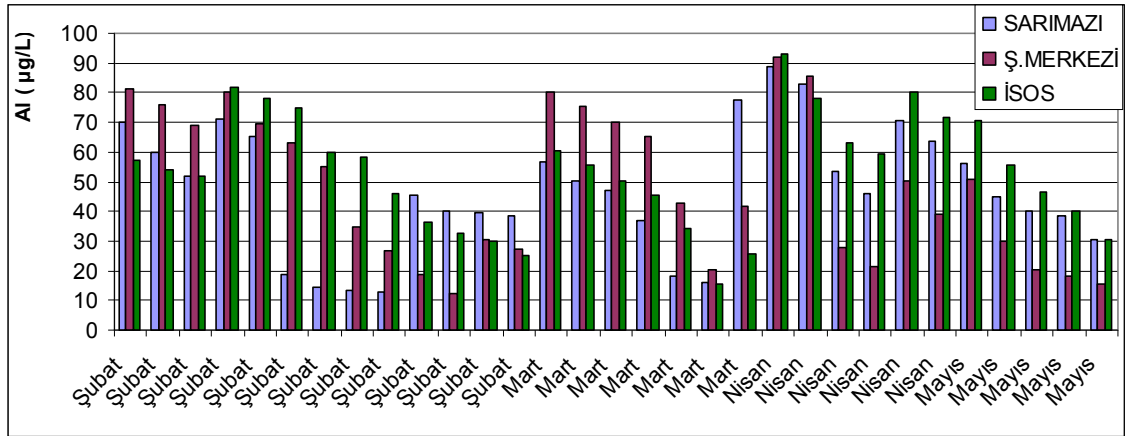


Şekil 4.7.b. Na derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.7.a incelendiğinde İSDEMİR’de en yüksek derişimin Nisan ayında 6,87 mg/L en düşük derişimin ise Mart ayında 1,01 mg/L olarak ölçüldüğü saptanmıştır. Payasta ise en yüksek derişimin Şubat ayında 6,93 mg/L, en düşük derişimin Nisan ayında 0,98 mg/L olarak ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Şekil 4.7.b incelendiğinde Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos’da maksimum derişimlerin sırasıyla Şubat; Mart; Nisan aylarında 6,63 mg/L; 6,37 mg/L; 8,56 mg/L, minumum derişimlerin ise sırasıyla Mart; Nisan; Mart aylarında 0,5 mg/L; 0,39 mg/L; 1,23 mg/L olduğu görülmüştür. Deniz kenarında bulunan İsos’da Na derişimi özellikle Nisan ve Mayıs aylarında belirgin bir artış göstermiştir.

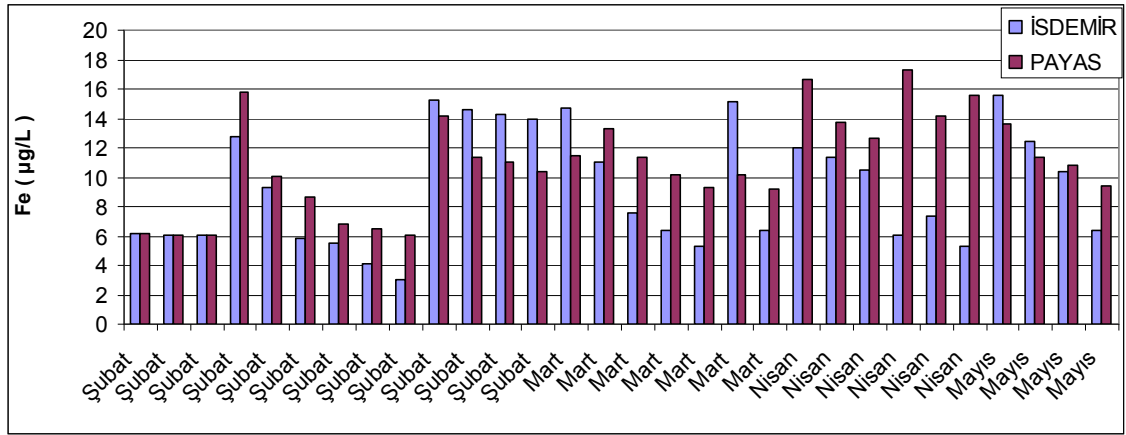


Şekil 4.8.a. Al derişiminin aylara göre değişimi

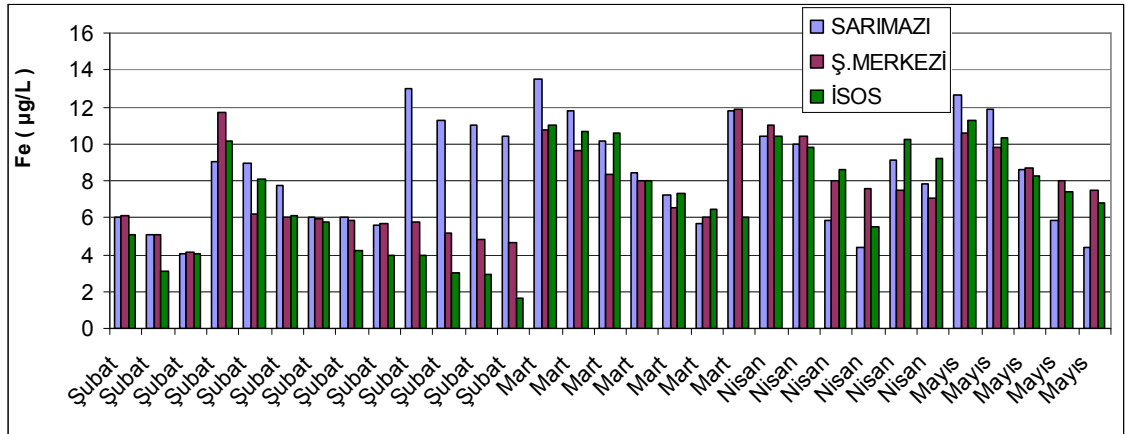


Şekil 4.8.b. Al derişiminin aylara göre değişimi

Yerkabuğu kaynaklı Al metali Şekil 4.8.a ve Şekil 4.8.b incelendiğinde maksimum derişimlerini İsdemir haricindeki tüm örnekleme bölgelerinde Nisan ayında görmüştür. İSDEMİR’de maksimum Al derişimi Şubat ayında 99,03 µq/L iken, minumum Al derişimi 14,47 µq/L ile yine Şubat ayında gözlenmiştir. Payas, Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos’da sırasıyla maksimum derişimler; 92,2 µq/L; 86,66 µq/L; 91,72 µq/L ve 93,27 µq/L ölçölmüştür. Minumum derişimler ise yine sırasıyla; 21,97 µq/L; 12,89; µq/L 12,33 µq/L ve 15,61 µq/L olarak ölçölmüş bu değerlere İsos’da Mart, Payas, Sarımazi ve Şehir Merkezinde Şubat ayında ulaşılmıştır. Mart, Nisan ve Mayıs ayında tüm istasyonlarda benzer bir artma ve azalma gözlenmiştir.

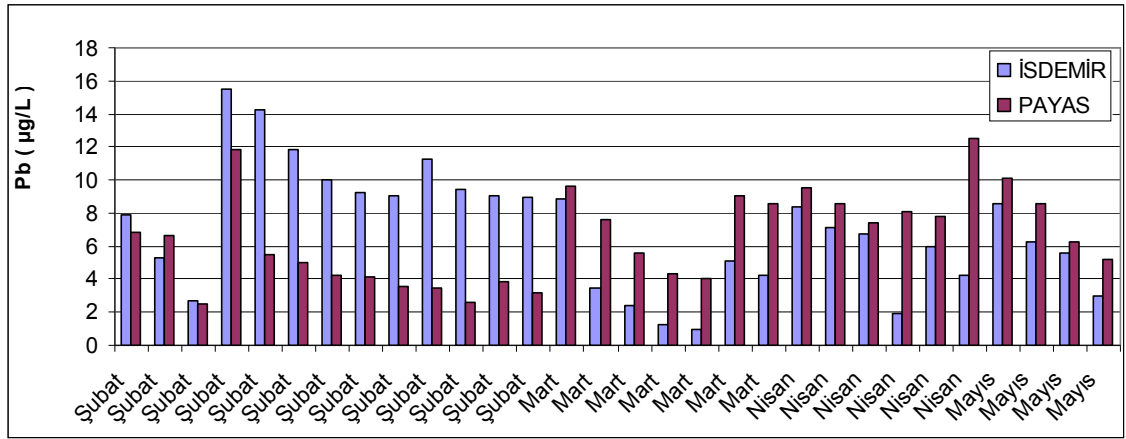


Şekil 4.9.a. Fe derişiminin aylara göre değişimi

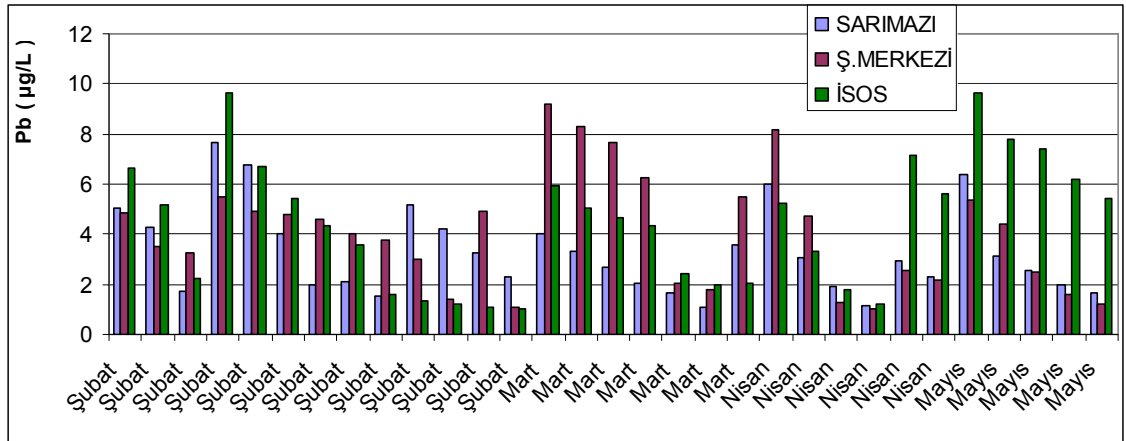


Şekil 4.9.b. Fe derişiminin aylara göre değişimi

Şekil 4.9.a incelendiğinde İSDEMİR’de en yüksek derişimin Mayıs ayında 15,52 µq/L, en düşük derişimin ise Şubat ayında 3,08 µq/L olarak ölçüldüğü saptanmıştır. Payasta ise en yüksek derişimin Nisan ayında 17,32 µq/L, en düşük derişimin yine Şubat ayında 6,07 µq/L ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Şekil 4.9.b incelendiğinde Sarımazi ve Şehir Merkezinde maksimum derişimlerin Mart ayında sırasıyla 13,47 ve 11,86 µq/L, minimum derişimlerin ise 4,07 ve 4,01 µq/L Şubat ve Nisan aylarında gözlenmiştir. İsos’da maksimum derişim Mayıs ayında 11,23 µq/L ve minimum derişim Şubat ayında 1,65 µq/L olarak ölçülmüştür. Mart ve Mayıs sonunda Şehir Merkezinde, Sarımazıda ve İsos’da benzer bir düşüş gözlenmiştir.

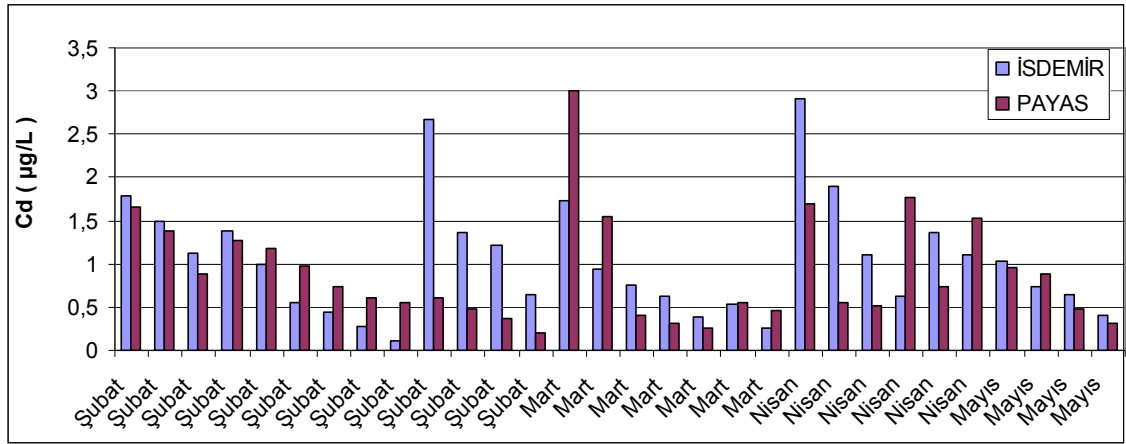


Şekil 4.10.a. Pb derişiminin aylara göre değişimi

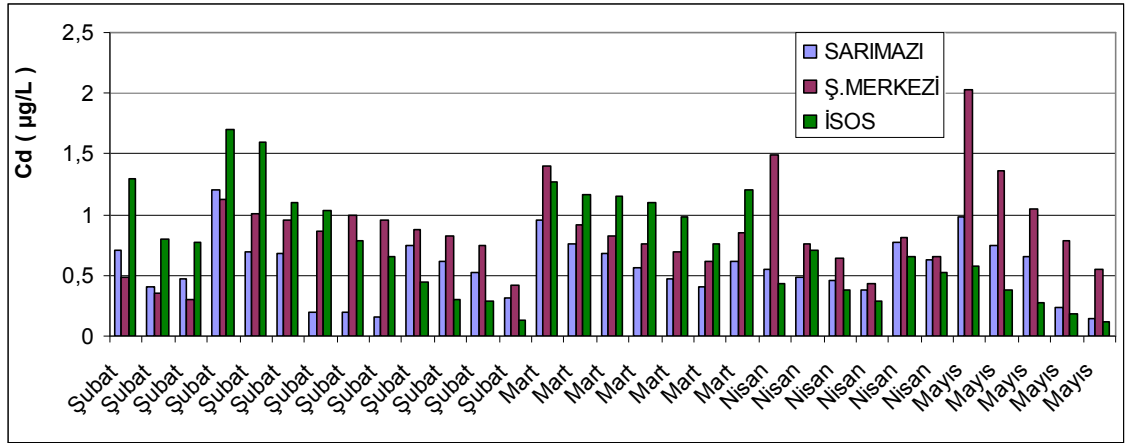


Şekil 4.10.b. Pb derişiminin aylara göre değişimi

Şekil 4.10.a incelendiğinde sanayi kuruluşlarının ve trafiğin yoğun olduğu İSDEMİR'de ve Payas ilçesinde Pb metalinin maksimum derişimi sırasıyla Şubat ve Nisan aylarında 15,45 ve 12,56 $\mu\text{g/L}$ olarak, minimum derişimleri ise sırasıyla 1,01 ve 2,54 $\mu\text{g/L}$ olarak Mart ve Şubat aylarında ölçülmüştür. Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos'da sırasıyla maksimum derişimler Şubat, Mart ve Mayıs aylarında 7,67 $\mu\text{g/L}$; 9,18 $\mu\text{g/L}$ ve 9,66 $\mu\text{g/L}$ minimum derişimler ise Şubat ayında 1,09 $\mu\text{g/L}$; 1,01 $\mu\text{g/L}$; 1,04 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Şubat ayında İsdemir' de Pb derişimi en yüksek gözlenirken Payas'da Mart, Nisan ve Mayıs'da en yüksek değerlere ulaşmıştır.

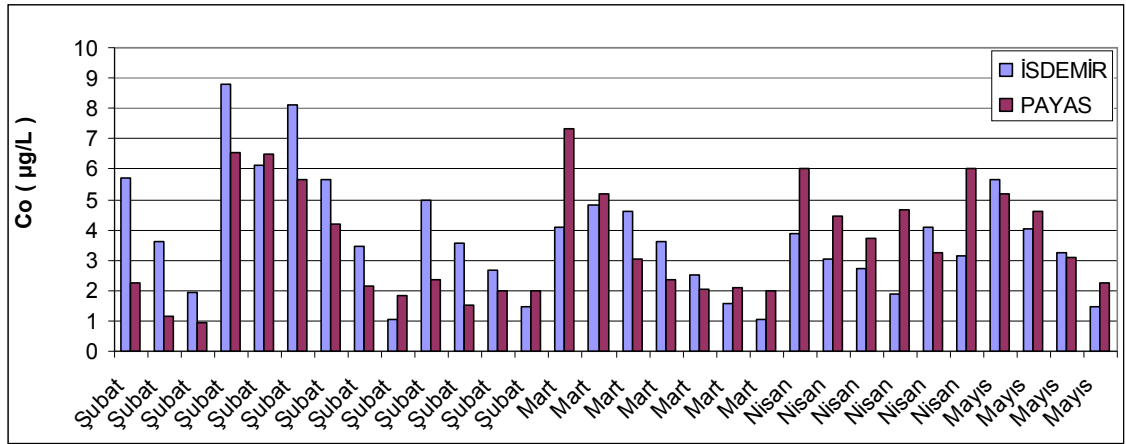


Şekil 4.12.a. Cd derişiminin aylara göre değişimi

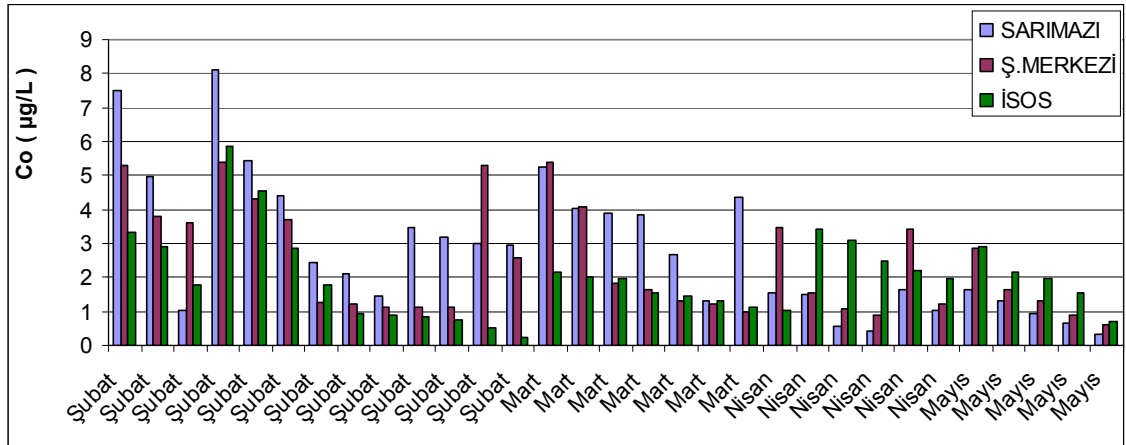


Şekil 4.12.b. Cd derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.12.a ve Şekil 4.12.b incelendiğinde Cd metalinin maksimum derişimleri Payas, İSDEMİR, Şehir Merkezi, Sarımaızı ve İsos'da sırasıyla Mart, Nisan, Şubat, Mayıs ve Şubat aylarında 3,01 µq/L; 2,91 µq/L; 1,21 µq/L; 2,03 µq/L ve 1,7 µq/L olarak gözlenmiştir. Minumum derişimler aynı sırayla 0,21 µq/L; 0,11 µq/L; 0,15 µq/L; 0,3 µq/L ve 0,12 µq/L olarak Şubat ayında ölçülmüştür. Mayıs ayında tüm örnekleme bölgelerinde Cd derişiminde azalma görülmüştür.

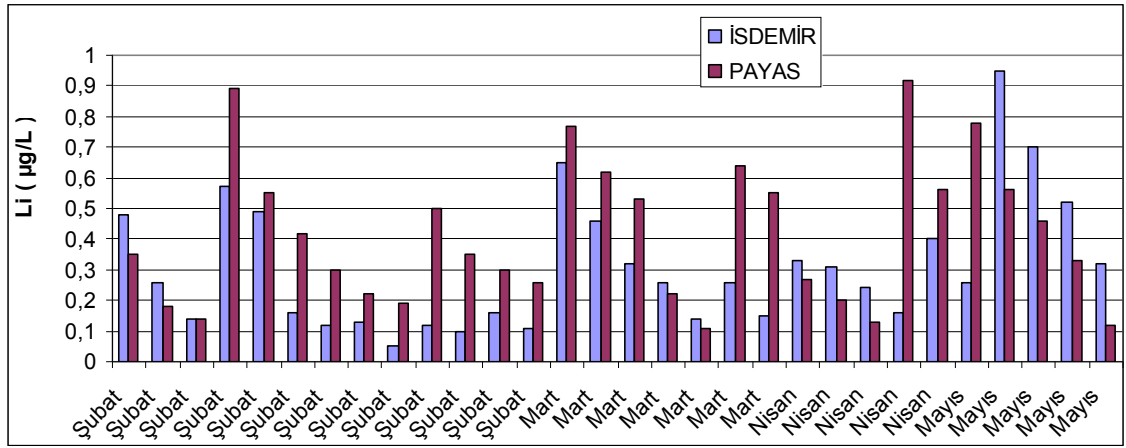


Şekil 4.14.a. Co derişimin aylara göre değişimi

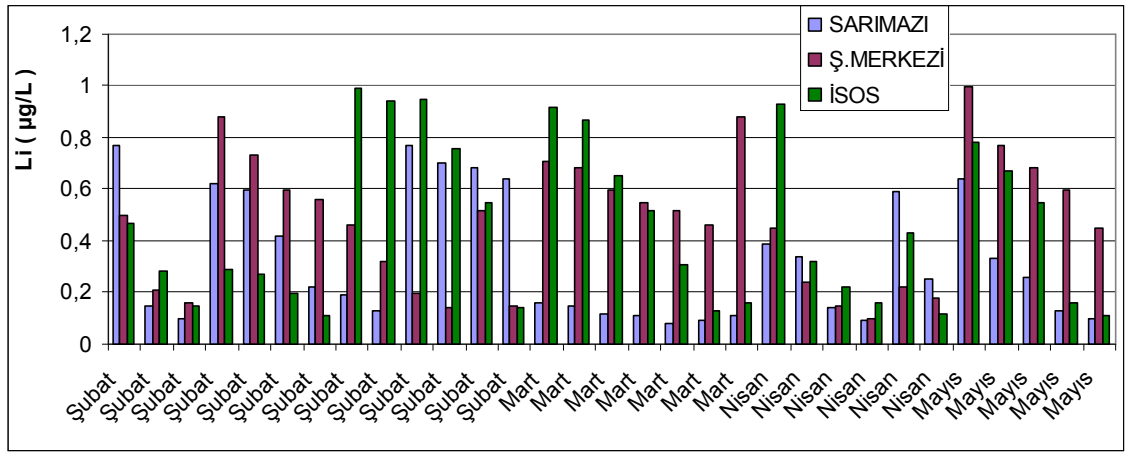


Şekil 4.14.b. Co derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.14.a. ve Şekil 4.14.b incelendiğinde Co metalinin maksimum derişimleri İSDEMİR, Sarımaızı ve İsos'da Şubat ayında sırasıyla 8,81 µq/L; 8,13 µq/L ve 5,85 µq/L olarak, Payas ve Şehir Merkezinde ise Mart ayında 7,34 ve 5,37 µq/L olarak ölçülmüştür. Minumum Co derişimi ise Şehir Merkezi hariç tüm istasyonlarda Şubat ayında Şehir Merkezinde ise Mayıs ayında ölçülmüştür. Minumum Co derişimleri Payas, İSDEMİR, Sarımaızı, Şehir Merkezi ve İsos'da olmak üzere sırasıyla 0,96 µq/L; 0,98; µq/L 0,35 µq/L; 0,63 µq/L ve 0,24 µq/L dir. Şubat ayı boyunca Co derişimi en fazla İSDEMİR'de gözlenirken, kalan aylarda Payas'da gözlenmiştir. Şekil 4.14.b de örnekleme bölgelerinde Co derişimindeki artış ve azalışlar benzer olmuştur.

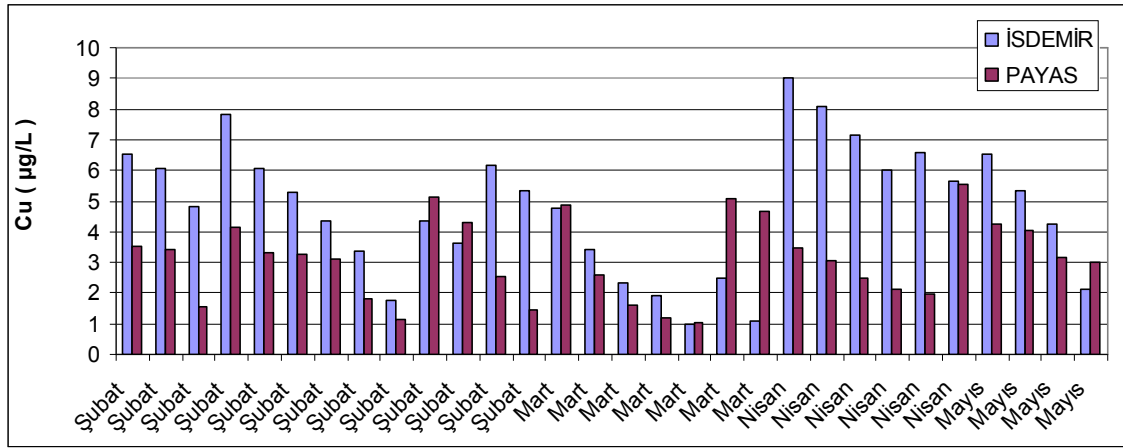


Şekil 4.16.a. Li derişimin aylara göre değişimi

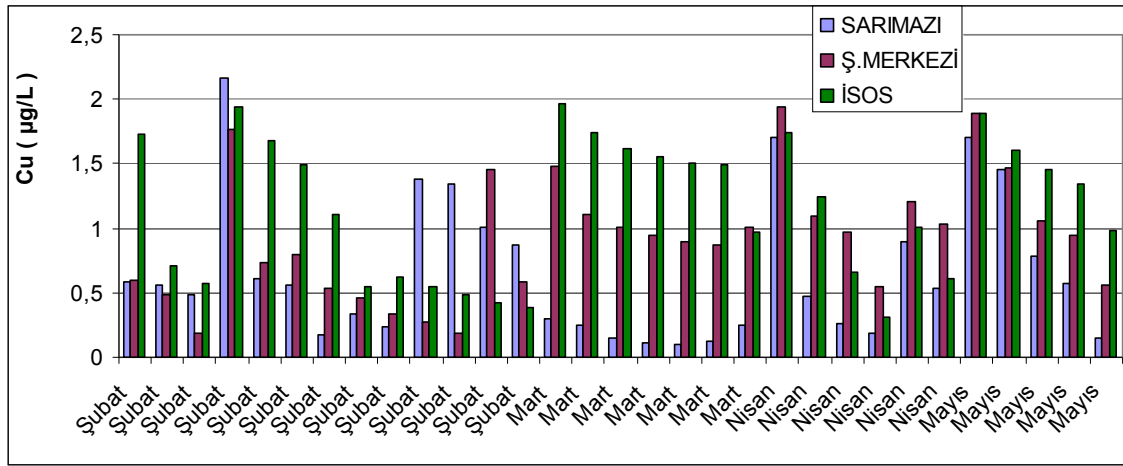


Şekil 4.16.b. Li derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.16.a. ve Şekil 4.16.b. incelendiğinde Li metalinin maksimum derişimi 1 µq/L ile Şehir Merkezinde Mayıs ayında gözlenmiştir. Payas, İSDEMİR, Sarımaızı ve İsos'da maksimum Li derişimleri sırasıyla 0,92 µq/L; 0,95 µq/L; 0,77 µq/L ve 0,99 µq/L ile Nisan, Mayıs, Şubat ve yine Şubat aylarında gözlenmiştir. Minimum Li derişimleri, Sarımaızı, Şehir Merkezi ve İsos'da Şubat ayında 0,08 µq/L; 0,1 µq/L ve 0,11 µq/L olarak gözlenmiştir. Payas'da minimum Li derişimi Mart ayında 0,11 µq/L, İSDEMİR'de Şubat ayında 0,05 µq/L olarak ölçülmüştür.

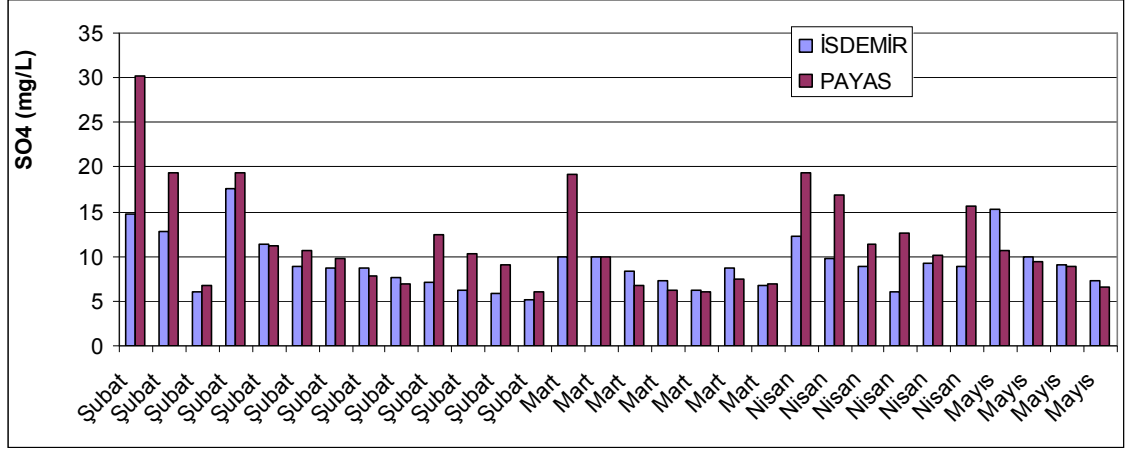


Şekil 4.19.b. Cu derişimin aylara göre değişimi

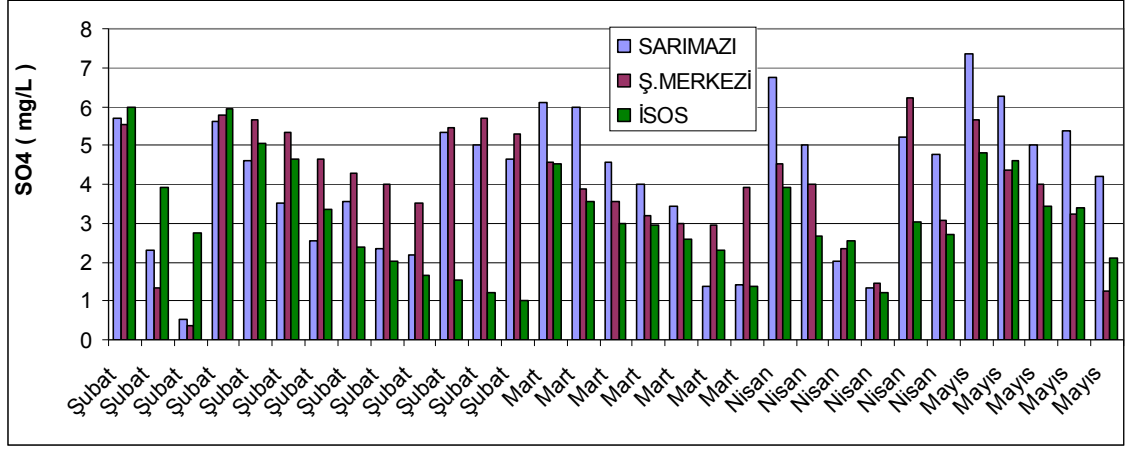


Şekil 4.19.b. Cu derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.19.a incelendiğinde maksimum Cu derişimleri İSDEMİR ve Payas'ta Nisan ayında 9,02 ve 5,52 µq/L olarak gözlenmiştir. Minumum derişimleri ise 1,01 ve 1,03µq/L olarak Mart ve Şubat aylarında gözlemlenmiştir. Tüm aylarda benzer bir artma ve azalma görülmüştür. Cu metali, Nisan ayında İSDEMİR'de yüksek derişimlerde gözlenmiştir. Şekil 4.19.b incelendiğinde Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos'da Cu metalinin maksimum derişimleri sırasıyla Şubat, Nisan ve Mart aylarında 2,16; µq/L 1,94 µq/L ve 1,97 µq/L, minumum derişimleri sırasıyla 0,1 µq/L;0,19 µq/L ve 0,31 µq/L, Mart, Şubat ve Mayıs aylarında gözlenmiştir.

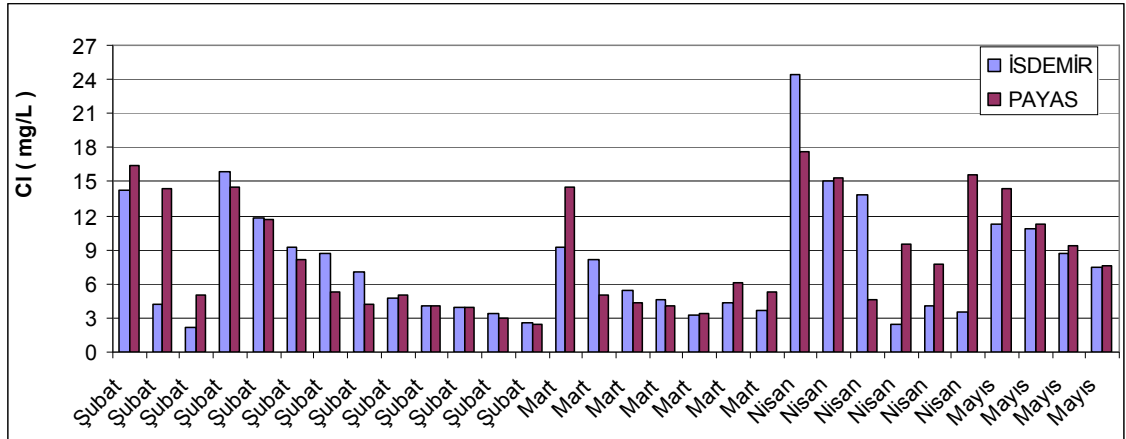


Şekil 4.20.a. SO_4^{2-} derişimin aylara göre değişimi

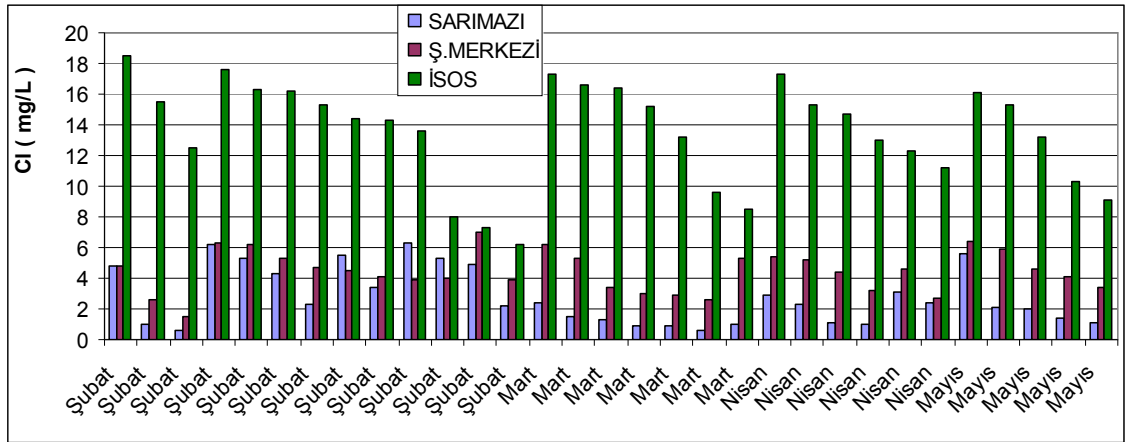


Şekil 4.20.b. SO_4^{2-} derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.20.a incelendiğinde maksimum sülfat derişimleri İSDEMİR'de 17,64 mg/L ve Payas'da 30,15 mg/L ile Şubat ayında gözlenmiştir. Minumum derişimleri ise 5,14 mg/L ile Şubat ayında ve 6,01 mg/L ile Mart ayında gözlenmiştir. Mart ayında 3 yağmurlu gün haricinde Payas' daki sülfat derişimi İSDEMİR'e göre daha yüksektir. Sülfat derişimi yağışların yeni başladığı dönemlerde yüksek çıkıp, yağışların devam etmesiyle azalmıştır. Şekil 4.20.b incelendiğinde maksimum sülfat derişimi Sarımazi ve Şehir Merkezinde Nisan ayında sırasıyla 7,36 ve 6,23 mg/L İsos'da ise Şubat ayında 5,99 mg/L olarak gözlenmiştir. Deniz kenarında olan İsos'da sülfat derişimi daha düşük gözlenirken evsel yakıtların daha fazla kullanıldığı Sarımazıda daha yüksek gözlenmiştir.



Şekil 4.22.a.Cl⁻ derişimin aylara göre değişimi



Şekil 4.22.b.Cl⁻ derişimin aylara göre değişimi

Şekil 4.22.a incelendiğinde maksimum Cl⁻ iyonu derişimleri İSDEMİR ve Payas'da 24,36 ve 17,61 mg/L ile Nisan ayında, minumum derişimleri ise 2,20 ve 2,38 mg/L ile Şubat ayında gözlenmiştir. Tüm aylarda artış ve azalış miktarları benzer olmuştur. Şekil 4.22.b incelendiğinde ise Sarımazi, Şehir Merkezi ve İsos'da maksimum Cl⁻ iyonu derişimleri sırasıyla 6,31 mg/L;7,05 mg/L ve 18,53 mg/L Şubat ayında, minumum derişimleri ise 0,57 mg/L; 1,55 mg/L ve 6,21 mg/L Mart, Şubat ve yine Şubat aylarında gözlenmiştir. Tüm aylar için Cl⁻ iyonunun en yüksek derişimi deniz kenarına yakın olan İsos'da, en düşük derişimi ise deniz kıyısına olan uzaklığı fazla olan Sarımazi' da gözlenmiştir.

4.2. Zenginleştirme Faktörleri

İskenderun Körfezi yağmurlarında ölçülen elementlerin, referans element olarak kullanılan ve tamamen topraktan kaynaklandığı varsayılan Alüminyuma göre

zenginleştirme faktörü hesaplanmış ve elementlerin ortalama toplam derişimlerine dayalı $EF_{\text{yerkabuğu}}$ değerleri her örnekleme bölgesi için Çizelge 4.4.' de sunulmuştur. Bu hesaplamada Rudnick ve Gao (2003) tarafından verilen üst yerkabuğu ortalama bileşimi, referans değerler olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. Yağmur suyunda elementlerin $EF_{\text{yerkabuğu}}$ değerleri

	İSDEMİR	Payas	Sarımazı	Ş. Merkezi	İsos
Ca	278	264	239	256	242
Ba	64	47	49	42	23
Na	235	186	175	194	233
Cd	6945	7807	4975	7484	5775
Co	217	225	198	168	12
Cr	37	22	10	12	11
Cu	85	129	20	28	32
Pb	804	830	462	560	549
Li	31	23	28	40	35
Mg	78	90	76	69	67
Mn	11	10	9	10	8
Ni	23	25	27	26	24
Zn	15	15	15	16	14
Fe	0,30	0,25	0,26	0,23	0,19
K	53	80	83	87	100

$EF_{\text{yerkabuğu}}$ değerleri en fazla İSDEMİR ve Payas bölgesinde bulunmuştur. Bunun sebebi İSDEMİR ve Payas'ın demir-çelik fabrikalarının yoğunlukta olduğu endüstri bölgesine yakın ve bir kısmını içinde barındırması ve kirleticilerin güneybatıdan esen rüzgarla bu bölgeye daha fazla taşınmasıdır.

Çizelge 4.4 incelendiğinde EF_y değerleri 1-10 arasında olan Mn ve Fe elementlerinin antropojenik kaynaklarla zenginleştirilmediği ve yer kabuğu kökenli oldukları görölmektedir. EF_y değerleri 100'den büyük olan Ca, Na, Cd, Co ve Pb metallere antropojenik katkıların yüksek olduğu görölmektedir. Ba, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Zn ve K metallere EF_y değerlerinin 10 ile 100 arasında olması orta dereceli antropojenik katkının olduğunu göstermektedir. Hesaplanan zenginleştirme faktörlerine göre antropojenik kaynaklı elementlerden Cd zenginleştirme faktörü $EF_y=7807$ değeri ile en yüksek olup bunu Pb izlemektedir.

4.3. Nötralleşme Faktörleri

Ca^{2+} , Mg^{2+} ve Na^+ iyonları için bulunan NF değerleri her örnekleme bölgesi için Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5.Örnekleme bölgelerine ait NF değerleri

	ISDEMİR	Payas	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos
NF _{Ca} Değerleri	0,39	0,43	0,88	0,96	1,17
NF _{Mg} Değerleri	0,06	0,08	0,15	0,14	0,18

Bu sonuç, İskenderun Körfezi yağmurlarındaki asitliğin nötrleşmesinde rol oynayan en temel faktörün Ca^{2+} iyonu olduğunu göstermektedir.

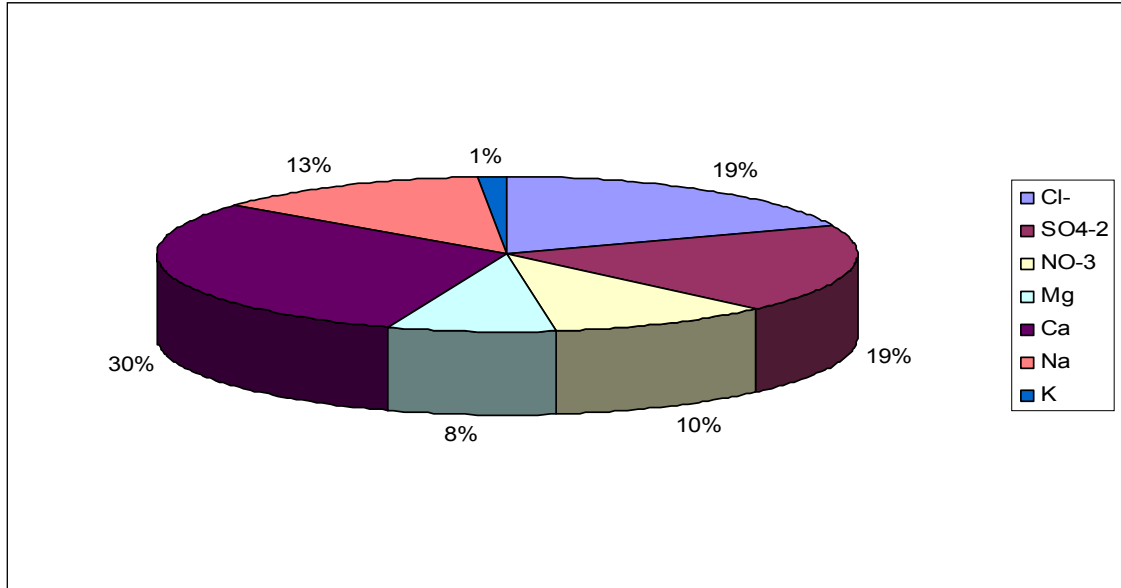
4.4. Temel Anyon ve Katyonların Toplam İyonlardaki Yeri

Temel iyonların ortalama derişimleri $Ca^{2+} > Cl^- > SO_4^{2-} > Na^+ > Mg^{2+} > NO_3^- > K^+ > H^+$ sırasında bulunmuştur. Bu derişim sıralaması anyonlar temelinde $SO_4^{2-} > NO_3^- > Cl^-$ katyonlar temelinde ise; $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+} > K^+ > H^+$ şeklindedir. En yüksek derişimlere sahip iyonlar temelde topraktan kaynaklanan kalsiyum katyonu ile deniz tuzundan kaynaklanan klorür ve antropojenik kaynaklı sülfat iyonudur. Çizelge 4.6.'da anyon ve katyonların iyon toplamına bağıl katkıları hesaplanarak verilmiştir.

Çizelge 4.6. Anyon ve katyonların iyon toplamına katkı oranları

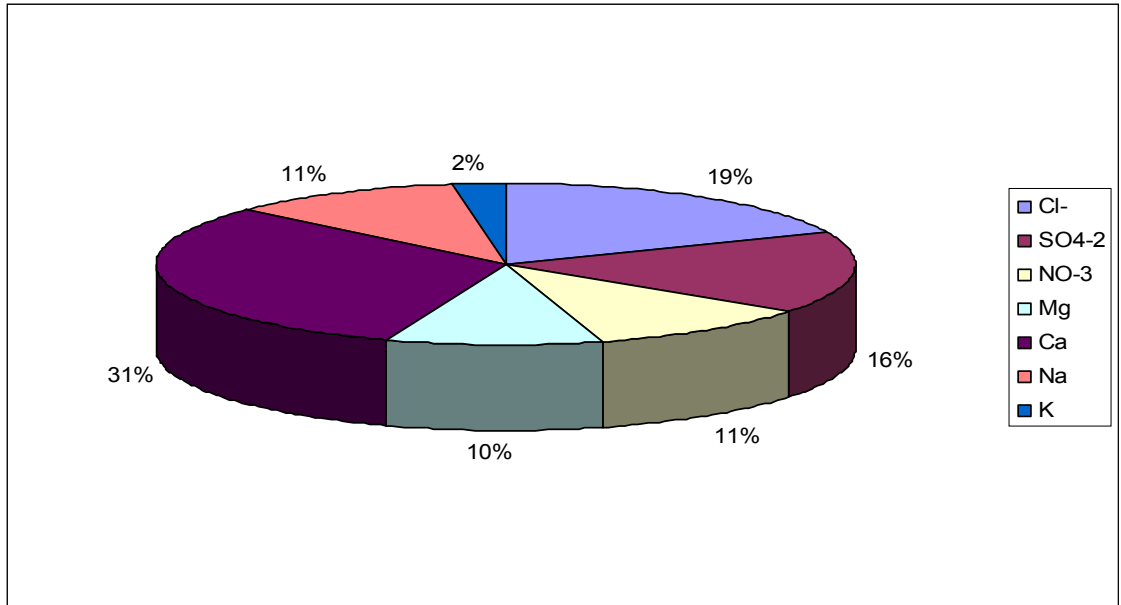
İyon	Derişim ($\mu eq/L$)	İyon / Σ İyon	Katyon/ Σ Katyon	Anyon/ Σ Anyon
Cl^-	208,6	21,01		50,4
SO_4^{2-}	131,5	13,24		31,85
NO_3^-	73,31	7,38		17,75
Ca^{2+}	332,7	33,52	57,43	
Mg^{2+}	86,12	8,67	14,85	
Na^+	132,2	13,32	22,8	
K^+	27,07	2,72	4,67	
H^+	1,48	0,14	0,25	

Örneklerin toplandığı 5 istasyon için ayrı ayrı hesaplanan iyonların toplam iyonlardaki yeri Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27'de verilmiştir.,



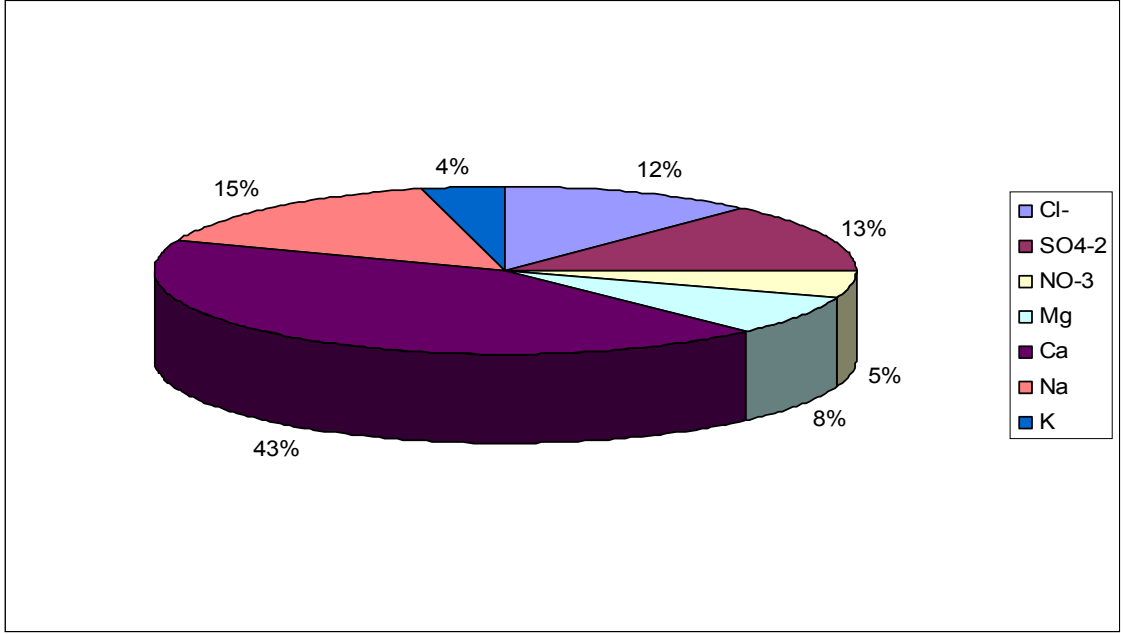
Şekil 4.23. İSDEMİR'de temel anyon ve katyonların dağılımı

Şekil 4.23.incelendiğinde İSDEMİR'de antropojenik kaynaklı sülfat iyonunun en büyük K metal iyonunununsa en küçük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Temel iyon sıralaması $SO_4^{2-} > Ca^{2+} > Cl^- > Na^+ > NO_3^- > Mg^{2+} > K^+$ şeklindedir.



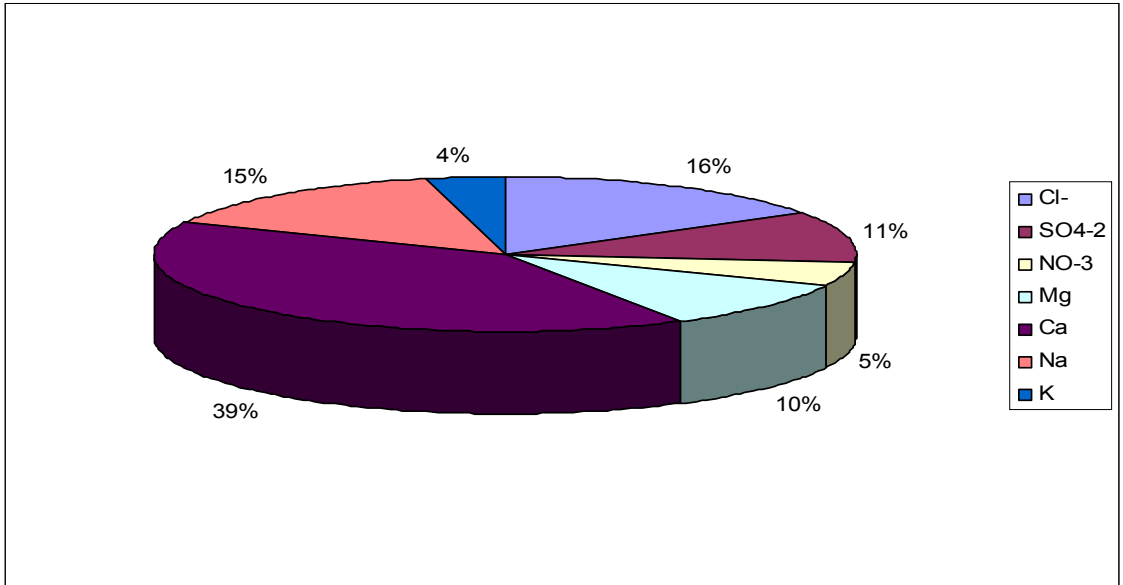
Şekil 4.24. Payas'da temel anyon ve katyonların dağılımı

Şekil 4.24. incelendiğinde Payas'da da antropojenik kaynaklı sülfat iyonunun en büyük K metal iyonununsa en küçük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Temel iyon sıralaması $\text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{NO}_3^- > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ şeklindedir.



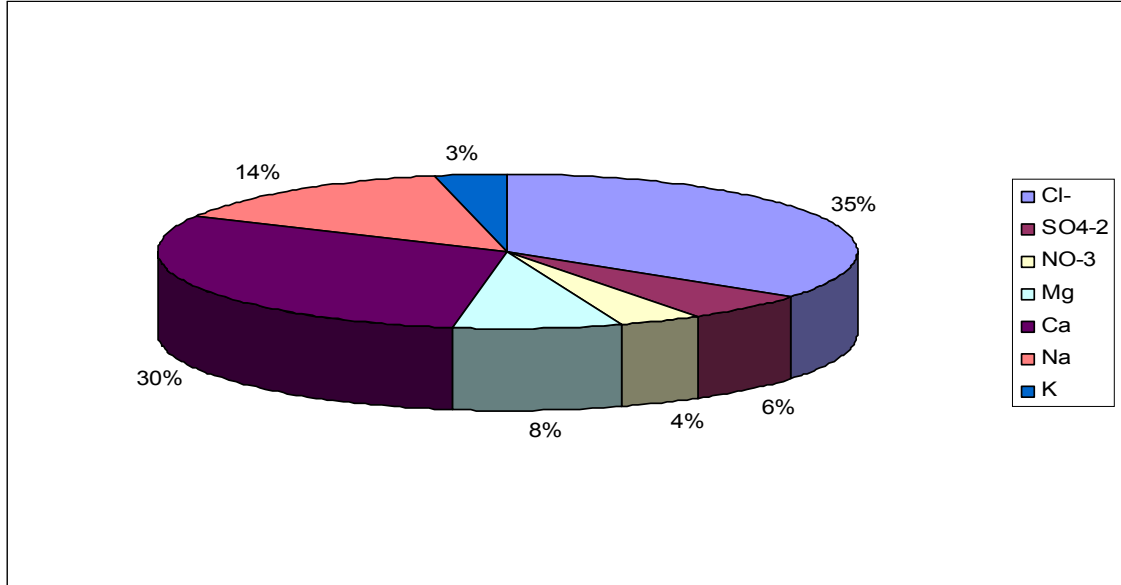
Şekil 4.25. Sarımazı'da temel anyon ve katyonların dağılımı

Şekil 4.25 incelendiğinde Sarımazıda Ca^{2+} iyonunun en büyük K^+ iyonun ise en küçük yüzdeye sahip olduğu gözlenmiştir. Temel iyon sıralaması $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^- > \text{K}^+$ şeklindedir.



Şekil 4.26. Şehir Merkezinde temel anyon ve katyonların dağılımı

Şekil 4.26 incelendiğinde Şehir Merkezinde Ca^{2+} iyonunun en büyük K^+ iyonun ise en küçük yüzdeye sahip olduğu gözlenmiştir. Temel iyon sıralaması $\text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{K}^+$ şeklindedir.



Şekil 4.27. İsos'da temel anyon ve katyonların dağılımı

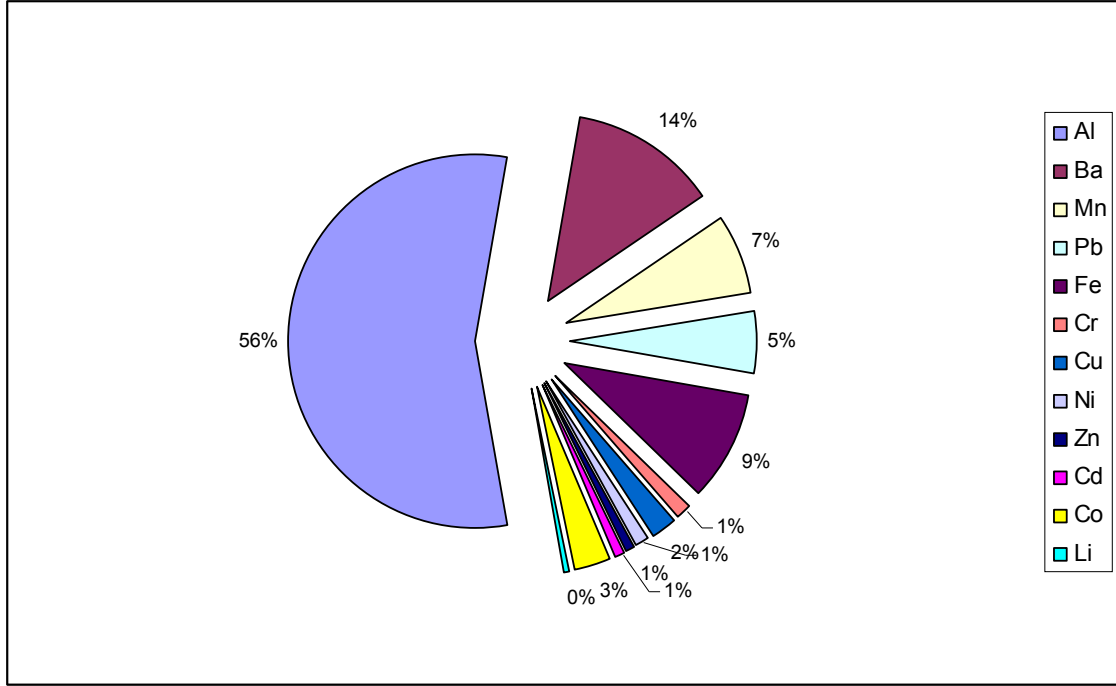
Şekil 4.27 incelendiğinde İsos'da Cl^- iyonunun en büyük K^+ iyonun ise en küçük yüzdeye sahip olduğu gözlenmiştir. Temel iyon sıralaması $\text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{K}^+$ şeklindedir.

4.5. İyon Dengesi

Anyonların toplam derişiminin katyonların toplam derişimine oranı ($\sum \text{Katyon} / \sum \text{Anyon}$) analizlerin eksiksiz yapıldığının, ölçümlerin tam olduğunun bir göstergesidir. Temel anyon ve katyonların tamamının ölçüldüğü durumda bu oranın 1.0 çıkması gerekir. 1.0 değerinden olan sapmalar ise bazı temel iyonların ölçülmemiş olduğunu yada tüm iyonların ölçüldüğü durumda analizlerin hatalı yapıldığının bir göstergesidir (Özsoy ve ark.2006). İskenderun körfezindeki yağmur suyunun pH'ı kullanılarak HCO_3^- iyonu derişimi $163,93 \mu\text{eq/L}$ olarak hesaplanmıştır. İskenderun Körfezinde ölçülen toplam katyon derişimlerinin (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , H^+), toplam anyon derişimlerine (SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^-) oranı ($\sum \text{Katyon} / \sum \text{Anyon}$) 1,0 olarak hesaplanmıştır.

4.6. Eser Elementlerin Yüzde Dağılımı

İskenderun Körfezinde toplanan yağmur suyu örneklerinde ölçülen eser elementlerin yüzde dağılımı Şekil 4.28.'de verilmiştir.



Şekil 4.28. Eser elementlerin yüzde dağılımı

Eser elementlerin derişim sıralamaları Al> Ba> Fe> Mn> Pb> Co> Cu> Cr> Ni> Cd> Zn> Li şeklinde olup ,en yüksek derişimler toprak kaynaklı element olan Al ve Ba dur. Antropojenik elementler arasında en yüksek derişim Mn, Pb ve Fe' e aittir.

4.7. Korelasyon Matrisi

Çizelge 4.7' de element ve iyonlar arasında belirlenen korelasyon değerleri verilmiştir. Yerkabuğu kökenli Al metali; Na, Ca, Mg, Fe ve Ba gibi yerkabuğu kökenli elementlerle ve antropojenik kaynaklı Cr, Pb, Ni ile korelasyon göstermiştir. Antropojenik kaynaklı sülfat iyonu yine antropojenik kaynaklı nitrat iyonu, Pb, Cr, Cu ve Ba ile korelasyon göstermiştir.

Yer kabuğu kökenli olan Mg elementi, Na, Ca, K ve Ba gibi yine yerkabuğu kökenli elementlerle yüksek korelasyona sahiptir.

Çizelge 4.7. Element ve iyonlar arasında belirlenen korelasyon değerleri

	Cl	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mg	Ca	Na	K	Al	Ba	Mn	Pb	Fe	Cr	Cu	Ni	Zn	Cd	Co	Li	
Cl	1																			
SO ₄ ²⁻	0,35	1																		
NO ₃ ⁻	0,4	0,88	1																	
Mg	0,28	0,31	0,34	1																
Ca	0,18	0,15	0,13	0,63	1															
Na	0,67	0,29	0,25	0,52	0,52	1														
K	0,58	0,03	0,09	0,48	0,47	0,39	1													
Al	0,38	0,31	0,34	0,56	0,57	0,62	0,44	1												
Ba	0,09	0,64	0,52	0,18	0,08	0,33	-	0,43	1											
Mn	0,25	0,35	0,31	0,53	0,43	0,24	0,29	0,22	0,13	1										
Pb	0,45	0,57	0,56	0,42	0,29	0,47	0,20	0,50	0,47	0,44	1									
Fe	0,17	0,44	0,36	0,57	0,48	0,44	0,27	0,63	0,42	0,55	0,55	1								
Cr	0,33	0,58	0,54	0,31	0,33	0,31	0,14	0,43	0,23	0,46	0,46	0,40	1							
Cu	0,35	0,66	0,54	0,24	0,23	0,20	0,06	0,29	0,41	0,38	0,63	0,42	0,50	1						
Ni	0,40	0,38	0,38	0,15	0,01	0,36	0,24	0,52	0,48	0,10	0,50	0,15	0,25	0,31	1					
Zn	0,25	0,34	0,32	0,19	0,37	0,54	0,41	0,52	0,34	0,16	0,37	0,30	0,35	0,25	0,47	1				
Cd	0,43	0,48	0,35	0,2	0,25	0,38	0,34	0,31	0,30	0,43	0,48	0,40	0,37	0,51	0,34	0,4	1			
Co	0,25	0,49	0,51	0,36	0,16	0,40	0,24	0,48	0,54	0,31	0,62	0,39	0,42	0,43	0,41	0,4	0,4	1		
Li	0,34	0,13	0,15	0,3	0,28	0,35	0,20	0,32	0,24	0,33	0,27	0,32	0,35	0,09	0,29	0,3	0,3	0,2	1	

4.8. Diğer Çalışmalarla Karşılaştırma

4.8.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Aşağıdaki çizelgelerde Türkiye'nin içinde ve dışındaki bölgelerde yapılan çalışmalar verilmiştir. Seçilen bölgeler genellikle kırsal, endüstri ve deniz etkisinin yoğun olduğu bölgeler ve şehir merkezleridir.

Çizelge 4.8. İskenderun Körfezi yağmur suyundaki element derişimlerinin Türkiye’de yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	Al*	Fe*	Pb*	Zn*	Cd*	Cr*	Cu*	Co*	Ni*
İSDEMİR	54,13	9,21	6,81	0,69	1,01	1,47	4,69	3,66	1,25
Payas	54,22	10,98	6,54	0,72	0,90	2,47	3,09	3,54	1,17
Sarımsazı	47,09	8,51	3,27	0,64	0,56	0,59	0,65	2,81	1,18
Ş.Merkezi	48,08	7,56	4,04	0,68	0,86	0,73	0,92	2,43	1,17
İsos	53,61	7,09	5,02	0,66	0,74	0,72	1,16	2,01	1,21
¹Mersin	312,10		14,31	50,1	0,54				
²Karadeniz (Ereğli)	101,10	7,54	12,32	10,00	5,17	11,73	10,00		18,17
³İskenderun	30,06	14,98	5,68	0,84	3,81	4,05	5,02	3,90	5,35

¹Özsoy ve ark. 2006, ²Alagha,O., 2000, ³Örnektekin ve ark. 2002, *µg/L

Çizelge 4.8 incelendiğinde Pb, Zn ve Al derişimin Karadeniz ve Mersin'de yapılan çalışmalardan düşük, Fe derişimin ise yüksek çıktığı gözlenmektedir. Karadeniz’de endüstri kuruluşlarının yoğun olduğu bölgede çalışma yapılmıştır. Çalıştıkları tüm eser elementlerin derişimlerinin bizim çalışmamızdan yüksek çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.9. İskenderun Körfezi yağmur suyundaki pH, iletkenlik ve iyon derişimlerinin Türkiye’de yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	pH	İletk.**	Ca*	K*	Mg *	Na*	SO ₄ ²⁻ *	NO ₃ ⁻ *	Cl*
İSDEMİR	5,81	120,00	360,50	28,46	115,00	125,60	188,50	122,20	216,30
Payas	5,95	118,20	381,00	18,71	100,00	159,50	233,80	130,10	238,80
Sarımazı	6,53	68,00	284,00	25,64	52,30	103,00	88,75	34,35	78,30
Ş.Merkezi	6,30	73,200	311,00	27,43	78,33	116,50	82,08	40,10	125,30
İsos	6,50	69,49	327,00	35,12	85,00	156,50	64,79	39,83	381,60
¹ Rize	6,98		85,00		110,80		75,52	16,93	
² Sivas	6,77	72,00			83,20		39,70		
³ Kırklareli			274,00	12,3		50,43	174,62	59,82	125,15
⁴ İzmir	5,64		124,00	28,50	153,5	178,50	100,50	39,00	178,50
⁵ Mersin	6,07	97,30	171,60	4,78	33,72	41,73	70,65	26,93	71,30
⁶ Antalya	5,29		195,50	23,58	102,5	369,50	129,16	55,48	606,70
⁷ İstanbul	6,96	24,20	179,00	41,20	91,66	61,73			
⁸ İskenderun	6,74		679,40	25,22	138,9	191,60	1074,00	15,12	285,70

¹Balci ve ark. 2001, ²Beyazıt ve ark. 2000, ³Şaylan ve ark. 2003, ⁴Al Momani ve ark. 1994, ⁵Özsoy ve ark. 2006, ⁶İşikdemir 2006, ⁷Uygur ve ark.2009, ⁸Örnektekin ve ark. 2002, *µeq/L** µS cm⁻¹

Çizelge 4.9 incelendiğinde örnekleme bölgelerinde yağmur suyunun pH’ının İstanbul, Rize ve Sivas’ dan düşük, Antalya’da ölçülen pH değerinden ise yüksek çıktığı gözlenmektedir. Anyon ve katyonlar incelendiğinde Mg²⁺ derişiminin Antalya ve İzmir’den düşük çıktığı görülmüştür. Cl⁻ derişimlerinin tüm bölgelerden yüksek ancak Antalya’dan düşük çıktığı, Na⁺ iyonunun ise Antalya ve İzmir’den düşük, diğer çalışma bölgelerinden yüksek çıktığı gözlemlenmiştir. Ca²⁺, Sülfat ve nitrat iyonları derişimi ise en fazla bizim çalışma bölgemizde gözlenmiştir. Bu örnekleme bölgeleri İSDEMİR ve Payas’dır.

4.8.2. Türkiye Dışında Yapılan Çalışmalar

Brezilya, İngiltere, Yunanistan, Çin, Hindistan, Fransa, Ürdün, Meksika, ABD ve Costa Rica'da yapılan çalışmalar Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. İskenderun Körfezi yağmur suyundaki element derişimlerinin Türkiye dışında yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	Al	Fe	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Co	Mn	Ni
İSDEMİR	54,13	9,21	6,81	0,69	1,01	1,47	4,69	3,66	6,84	1,25
Payas	54,22	10,98	6,54	0,72	0,90	2,47	3,09	3,54	7,78	1,17
Sarımsazı	47,09	8,51	3,27	0,64	0,56	0,59	0,65	2,81	5,65	1,18
Ş.Merkezi	48,08	7,56	4,04	0,68	0,86	0,73	0,92	2,43	6,20	1,17
İsos	53,61	7,09	5,02	0,66	0,74	0,72	1,16	2,01	5,15	1,21
¹ Brezilya (Acegua)		2,35	0,131	10,30	0,06	0,15	0,29	0,2	2,22	0,63
¹ Brezilya (T Lagoas)		2,92	0,15	6,86	0,01	0,08	0,51	0,07	1,58	0,02
¹ Brezilya (Airport)		4,16	0,28	11,10	0,17	0,13	0,51	0,19	3,33	0,50
² İngiltere (Plynlimon)	47,97	4,41	33,77	7,60	0,08	1,25	1,66	0,01	1,00	0,79
³ Yunanistan (Atina)	58,70	4,38	0,88		0,20	1,29	1,54			3,61
⁴ Akdeniz Merkez			6,20	2,60	0,40		1,36			
⁵ Fransa		18,91	1,31	3,08	0,02		0,53			0,46
⁶ Ürdün	382,00	92,00	2,57	6,52	0,42	0,77	3,08			2,62
⁷ Newark ABD	95,40	8,35	0,47	6,60	0,03	0,06	2,82	0,02		0,55
⁸ Meksika	50,70		2,48		0,41	0,52			9,64	3,37
⁹ Virjinya	57,00	25,00	0,47	4,40	0,06	0,17	0,76		2,20	0,27
¹⁰ Costra Rica	435,00	84,00	3,00			2,00	7,00		21,00	

¹Teixeira ve ark. 2008, ²Wilkinson ve ark. 1997, ³Kanellopoulou, 2001, ⁴Mihajlidi-Zeic ve ark.2006, ⁵Cabon ve ark.1999, ⁶Al-Momani ve ark.2003, ⁷Fei Song ve ark.2009, ⁸A.Baez ve ark.2007, ⁹K.M.Canko ve ark. 2004, ¹⁰Herrera ve ark.2009, *µq/L

Çizelge 4.10 incelendiğinde Cr, Co ve Cd derişimi İSDEMİR ve Payas'da diğer çalışma bölgelerinden daha yüksek olduğu, diğer element derişimlerinin de kıyaslanabilecek kadar yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. İskenderun Körfezindeki yağmur suyundaki pH, iletkenlik ve iyon derişimlerinin Türkiye dışında yapılan çalışmalarla karşılaştırılması

	pH	İletk.	Ca	K	Mg	Na	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl
İSDEMİR	5,81	120,00	360,50	28,46	115,00	125,60	188,5	122,20	216,30
Payas	5,95	118,20	381,00	18,71	100,00	159,50	233,8	130,10	238,80
Sarımazı	6,53	68,00	284,00	25,64	52,30	103,00	88,75	34,35	78,30
Ş.Merkezi	6,30	73,20	311,00	27,43	78,33	116,50	82,08	40,10	125,30
İsos	6,50	69,49	327,00	35,12	85,00	156,50	64,79	39,83	381,60
¹ Brezilya (Acegua)	5,63	22,40	7,80	2,01	5,41	15,2	11,70	2,15	414,00
¹ Brezilya (Tres Lagoas)	5,46	34,50	8,85	2,14	3,05	8,95	14,10	1,99	159,70
¹ Brezilya (Airport)	5,47	25,40	9,37	2,42	4,39	11,30	15,90	2,63	266,70
² İngiltere (Plynlimon)	4,99	25,17	12,65	2,46	20,08	92,6	31,50	11,95	110,9
³ Yunanistan (Atina)	6,46	48,70							
⁴ Akdeniz Merkez	6,26		147,41	21,68	58,62	235,9	132,76	47,98	138,23
⁵ Hindistan	6,10		89,00	8,00	28,00	38,00	85,00	21,00	38,00
⁶ Guangzhou G.Çin	4,49		103,60	32,9	17,00	55,00	163,30	53,40	86,80
⁷ Newark ABD	4,50		10,50	1,53	4,16	26,00	55,00	22,25	30,42
⁸ Guangzhou Çin Merkez	4,54	20,30	47,90					31,20	8,51
⁹ Meksika			26,44		2,46	7,00	61,94	42,62	
¹⁰ Virjinya	4,09						74,00	37,00	
¹¹ Costra Rica		14,00	21,00	4,00		14,00	72,00	3,00	5,00
¹² Selanik	7,10		256,00	16,40	30,50	44,50	134,00	41,20	57,10
¹³ Nanjing Çin	5,15		295,00	12,10	31,70	23,00	242,00	39,60	143,00

¹Teixeira ve ark. 2008, ²Wilkinson ve ark. 1997, ³Kanellopoulou, 2001⁴Mihajlidi-Zeic ve ark.,2006,⁵Indian Scenerio, ⁶Yu-Zhen Cao ve ark.2009,⁷Fei Song ve ark.2009,⁸M.Zhang ve ark.2007,⁹A.Baez ve ark.2007,¹⁰K.M.Canko ve ark. 2004, ¹¹Herrera ve ark.2009,¹²Anatolaki ve ark.2008,¹³Tu ve ark.2005., *µeq/L** µS cm⁻¹

Çizelge 4.11 incelendiğinde Tüm önemli anyon ve katyonların İSDEMİR ve Payas'da yüksek çıktığı, sadece sülfat derişimin endüstri bölgesinin yoğun olduğu Çin'in Najing şehrinden daha düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir.

4.8.3. 1999 yılında Yapılan Çalışmayla Karşılaştırma

1999 yılında 2009 yılı ile aynı bölgelerde seçilen ve tarafımızdan kurulan örnekleme bölgelerinde Ocak ile Mayıs ayları arasında toplam 240 örnekle analiz yapılmıştır. Yağmur sularının asitliği Orion 720 marka pH metre ile ölçülmüştür. Anyon analizleri için ODTÜ Çevre mühendisliği laboratuvarında iyon kromatografisi kullanılmıştır. Bunun yanında NO_3^- iyonu derişimi M.K.Ü İMYO laboratuvarında nitrat elektrotu kullanılarak da ölçülmüştür. Ca, Al, Ba, Na, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, Zn, Fe, K derişimleri için ise Mustafa Kemal Üniversitesi'nde ICP-AES cihazı kullanılmıştır.

1999 yılında Zn, Pb, Mn, Ca, Mg, Li, K derişimleri en fazla İSDEMİR'de bulunmuştur. Bunun sebebi bu işletmenin Türkiye'nin en büyük Demir Çelik fabrikası'nın olması ve o zamanlarda günlük 43 ton ağır metal emisyonu vermesidir. 2009 yılında ise bu elementlerden sadece Zn, Mn, Li ve Ca İSDEMİR'de en yüksek derişimde bulunmuş, Pb, Mg ve K ise Payas'da yüksek görülmüş olup, günlük ağır emisyon bilgisi elde edilememiştir. 1999 yılında yağmur suyunda ortalama Ni, Co, Cd, Cu derişimi ise en fazla haddanelerin de bulunduğu Payas ilçesinde bulunmuştur. Bu elementler 2009 yılında da yine Payas'da en fazla derişime sahip bulunmuştur. Yerkabuğu kaynaklı Al ve Fe derişimi en fazla 1999 yılında Sarımsazı'da bulunurken, 2009'da İDEMİR'de bulunmuştur. Hava örneklerinde yapılan analizlerde de yerkabuğu kaynaklı bu elementlerin benzer derişimlerde bulunduğu gözlemlenmiştir. En yüksek SO_4^{2-} ve NO_3^- derişimleri 1999 yılında İSDEMİR ve Payas'da, 97,07 ; 64,55 mgL^{-1} ve 2,50 ; 1,72 mgL^{-1} değerlerinde ölçüldüğünden, SO_4^{2-} iyonunun tamamıyla antropojenik kaynaklı olup kış mevsiminde yüksek değerde bulunduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.12.'de 1999 ve 2009 yılı çalışmaları karşılaştırılmıştır. Geçen 10 senede sülfat derişimin azaldığı ancak nitrat derişiminin arttığı gözlenmiştir. 1999 yılında sülfat derişimi İSDEMİR'de 97,7 mg/L ile en yüksek derişime sahipken 2009 yılında İsdemir'de 11,46 mg/L e düşmüştür. Bu da atmosfere salınan SO_2 miktarının düştüğünü göstermektedir. Sülfat derişiminde, K ve Al haricindeki tüm metal iyonlarında da azalma olduğu saptanmıştır. Bunda 10 sene içerisinde çevre kirliliğine olan duyarlılığın artması ve önlemlerin alması sebep olabilir. K ve Cl^- iyonundaki artış tamamen denizdeki tuzluluğun ne kadar arttığını göstermektedir. Minimum pH 1999 yılında 5,02 iken 2009'da 5,23 bulunmuştur. 1999 yılında sülfat derişimi Ca iyonu

derişiminden yüksek iken, 2009 yılında ölçülen Ca iyonu derişimi sülfat iyonu derişiminden fazladır. Bu durumun ve sülfat iyonları derişiminin İSDEMİR’de yaklaşık 8,5 ve Payas’da 7 kat düşmesinin pH’ın yükselmesine sebep olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. 1999 ve 2009 yılı çalışmalarının karşılaştırılması

		ISDEMİR	Payas	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos			ISDEMİR	Payas	Sarımsazı	Şehir Merkezi	İsos
Cl **	1999	6,67	8,43	11,31	12,10	12,22	Ba*	1999	16,46	13,96	19,55	22,04	21,19
	2009	8,46	7,68	2,78	4,45	13,55		2009	17,98	13,25	12,09	10,55	6,52
SO ₄ ^{2**}	1999	97,07	64,55	34,81	33,91	27,44	Mn*	1999	26,27	17,72	3,87	4,83	1,12
	2009	11,46	9,05	4,26	3,94	3,11		2009	7,78	6,84	5,65	6,02	5,15
NO ₃ ^{**}	1999	2,50	1,72	0,05	0,03	0,39	Pb *	1999	6,87	4,16	5,22	6,63	5,52
	2009	8,07	7,58	2,13	2,49	2,47		2009	6,54	6,81	3,27	4,04	4,42
Mg**	1999	2,32	2,18	1,41	1,31	1,12	Fe*	1999	12,35	13,91	18,06	14,55	16,05
	2009	1,2	1,38	1,02	0,94	1,02		2009	10,98	9,21	8,51	7,56	7,09
Ca**	1999	16,69	14,58	14,33	10,00	12,34	Cr *	1999	4,11	3,77	3,27	5,16	3,95
	2009	7,62	7,21	5,68	6,22	6,54		2009	2,47	1,47	0,59	0,73	0,72
Na**	1999	4,03	4,12	4,60	4,40	4,89	Cu*	1999	4,28	6,24	5,28	4,26	5,04
	2009	3,67	2,89	2,37	2,68	3,6		2009	3,09	4,69	0,65	0,92	1,16
K **	1999	0,95	0,99	0,98	1,03	0,97	Ni*	1999	5,00	6,79	6,62	4,97	3,40
	2009	0,73	1,11	1,0	1,07	1,37		2009	1,17	1,25	1,18	1,17	1,21
Al *	1999	32,59	29,07	35,97	30,04	22,64	Zn*	1999	1,52	1,46	0,99	0,19	0,06
	2009	54,22	54,13	47,09	48,08	53,61		2009	0,72	0,69	0,64	0,68	0,66
Cd*	1999	2,00	2,78	1,63	1,80	1,73	Li *	1999	0,91	0,82	0,89	0,76	0,89
	2009	0,9	1,01	0,56	0,86	0,74		2009	0,41	0,31	0,32	0,47	0,46
Co*	1999	5,08	5,43	3,44	3,09	2,60							
	2009	3,54	3,66	2,81	2,43	2,01							

* µq/L **mg/L

Çizelge 4.13' de 1999 ve 2009 yıllarında hesaplanan Zenginleştirme faktörleri verilmiştir. Bu çizelge 10 sene içerisindeki düşüşün ayrı bir göstergesi olmuştur. 1999 yılında 35531 maksimum EFy değerine sahip antropojenik kaynaklı Cd elementinin,

EFy değeri 10 sene sonra 7870 değerine düşmüştür. Tüm elementlerin EFy değerlerinde gözle görülür bir azalma mevcuttur.

Çizelge 4.13. İskenderun Körfezi yağmur suyunda 1999 ve 2009 yıllarında hesaplanan $EF_{\text{yerkabuğu}}$ değerlerinin karşılaştırılması

	Yıl	ISDEMİR	Payas	Sarımsazı	Ş. Merkezi	İsos
Ca	1999	1015	997	782	737	1048
	2009	278	264	239	256	242
Ba	1999	97	93	105	142	171
	2009	64	47	49	42	23
Na	1999	430	493	440	506	1524
	2009	235	186	175	194	233
Cd	1999	25575	35531	18900	25055	31159
	2009	6945	7807	4975	7484	5775
Co	1999	519	624	318	343	376
	2009	217	225	198	168	12
Cr	1999	105	108	75	143	143
	2009	37	22	10	12	11
Cu	1999	195	320	219	190	327
	2009	85	129	20	28	32
Pb	1999	1405	1880	966	1474	1492
	2009	804	830	462	560	549
Li	1999	116	117	103	105	161
	2009	31	23	28	40	35
Mg	1999	256	265	247	154	203
	2009	78	90	76	69	67
Mn	1999	67	92	9	13	4
	2009	11	10	9	10	8
Ni	1999	168	256	202	182	162
	2009	23	25	27	26	24
Zn	1999	5501	5908	3188	1333	2864
	2009	15	15	15	16	14
Fe	1999	0,55	0,62	0,73	0,71	1
	2009	0,30	0,25	0,26	0,23	0,19
K	1999	114	133	106	133	161
	2009	53	80	83	87	100

4.9. İstatistiki Veriler

Aşağıda tüm örnekleme bölgelerine ait hesaplanan aritmetik ve geometrik ortalama, ortanca, standart sapma, maksimum ve minimum değerler ortalama sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Payas Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler

PAYAS	pH	İletk.**	K*	Mg*	Ca*	Na*	SO ₄ ^{2-*}	NO ₃ ^{-*}	Cl*
Aritmetik Ort.	5,81	120,0	0,73	1,20	7,62	3,67	11,46	8,07	8,46
Geo. Orta	5,80	115,3	0,60	0,90	6,56	3,30	10,44	6,35	7,18
Ortanca	5,79	127,7	0,59	1,02	6,48	3,53	10,03	5,98	6,89
Standart Sapma	0,44	32,21	0,45	0,83	4,16	1,54	5,57	6,20	4,81
Min. Değer	5,23	54,90	0,17	0,16	2,09	0,98	6,01	1,65	2,38
Mak. Değer	6,70	170,2	1,76	3,35	18,03	6,93	30,15	30,14	17,61
Ort. Sapma	0,37	28,21	0,39	0,67	3,23	1,25	4,13	4,49	4,20

*mg/L ** $\mu\text{S cm}^{-1}$

Çizelge 4.15. Payas'ta yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler

PAYAS	Fe*	Al*	Pb*	Zn*	Ba*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*	Li*	Mn*	Ni*
Arit. Ort.	10,98	54,22	6,54	0,72	17,98	0,90	3,54	2,47	3,09	0,41	7,78	1,17
Geo Orta	10,48	50,20	5,97	0,69	15,84	0,73	3,09	1,87	2,80	0,35	5,15	0,90
Ortanca	10,89	58,45	6,48	0,76	19,67	0,67	3,06	2,05	3,12	0,35	5,82	0,92
Std.Sapma	3,27	20,04	2,73	0,20	8,26	0,62	1,83	1,66	1,29	0,23	6,35	0,93
Min. Değer	6,07	21,97	2,54	0,23	5,98	0,21	0,96	0,32	1,03	0,11	0,95	0,26
Mak Değer	17,32	92,20	12,56	1,10	33,91	3,01	7,34	5,92	5,52	0,92	21,38	4,17
Ort.Sapma	2,59	16,36	2,31	0,16	6,67	0,47	1,60	1,42	1,05	0,20	5,36	0,69

* $\mu\text{g/L}$

Çizelge 4.16. İSDEMİR Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler

İSDEMİR	pH	İletk.**	K*	Mg*	Ca*	Na*	SO ₄ ^{2-*}	NO ₃ ^{-*}	Cl*
Aritmetik Ort.	5,95	118,23	1,11	1,38	7,21	2,89	9,05	7,58	7,68
Geo. Orta	5,94	114,10	0,94	0,98	5,94	2,53	8,64	6,45	6,34
Ortanca	5,90	116,30	0,95	1,03	6,12	2,77	8,79	6,32	6,12
Standart Sapma	0,41	29,52	0,68	1,04	4,56	1,54	2,97	4,33	5,08
Min. Değer	5,35	38,70	0,32	0,08	1,05	1,01	5,14	1,77	2,20
Mak. Değer	7,01	174,80	2,96	4,01	20,10	6,87	17,64	18,29	24,36
Ort. Sapma	0,32	23,52	0,52	0,85	3,44	1,19	2,16	3,50	3,95

*mg/L ** $\mu\text{S cm}^{-1}$

Çizelge 4.17. İSDEMİR'de yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler

İSDEMİR	Fe*	Al*	Pb*	Zn*	Ba*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*	Li*	Mn*	Ni*
Arit. Ort.	9,21	54,13	6,81	0,69	13,25	1,01	3,66	1,47	4,69	0,31	6,84	1,25
Geo Orta	8,38	50,14	5,64	0,66	11,63	0,81	3,15	0,95	4,09	0,25	5,35	0,80
Ortanca	7,62	52,30	6,71	0,74	10,06	0,94	3,56	0,88	4,80	0,26	6,12	0,94
Std.Sapma	3,93	20,06	3,70	0,20	8,12	0,67	1,95	1,41	2,15	0,21	3,76	1,20
Min. Değer	3,08	14,47	1,01	0,35	5,74	0,11	0,98	0,12	1,01	0,05	0,15	0,11
Mak Değer	15,52	99,03	15,45	1,05	37,99	2,91	8,80	5,32	9,02	0,95	14,42	5,78
Ort.Sapma	3,53	15,92	3,04	0,17	5,78	0,51	1,48	1,05	1,78	0,16	3,12	0,85

* $\mu\text{g/L}$

Çizelge 4.18.Sarımazı Bölgesindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler

SARIMAZI	pH	İletk.**	K*	Mg*	Ca*	Na*	SO ₄ ²⁻ *	NO ₃ ⁻ *	Cl*
Aritmetik Ort.	6,53	68,00	1,00	1,02	5,68	2,37	4,26	2,13	2,78
Geo. Orta	6,52	66,31	0,73	0,80	4,78	1,95	3,73	1,92	2,18
Ortanca	6,52	68,30	0,76	1,03	4,98	2,01	4,63	2,09	2,26
Standart Sapma	0,26	15,11	0,82	0,60	3,20	1,54	1,78	0,92	1,87
Min. Değer	6,10	37,80	0,11	0,11	1,02	0,50	0,54	0,54	0,57
Mak. Değer	7,12	99,50	3,07	2,21	13,86	6,63	7,36	4,36	6,31
Ort. Sapma	0,22	11,29	0,62	0,51	2,60	1,19	1,47	0,70	1,59

*mg/L ** $\mu\text{S cm}^{-1}$

Çizelge 4.19.Sarımazı'da yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler

SARIMAZI	Fe*	Al*	Pb*	Zn*	Ba*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*	Li*	Mn*	Ni*
Arit. Ort.	8,51	47,09	3,27	0,64	12,09	0,56	2,81	0,59	0,65	0,32	5,65	1,18
Geo Orta	8,03	41,46	2,88	0,59	10,81	0,50	2,11	0,49	0,46	0,24	5,05	0,88
Ortanca	8,56	45,89	2,96	0,66	12,79	0,56	2,45	0,55	0,54	0,22	6,00	0,95
Std.Sapma	2,82	21,06	1,73	0,24	5,32	0,25	2,02	0,35	0,55	0,24	2,15	0,87
Min. Değer	4,07	12,89	1,09	0,19	3,67	0,15	0,35	0,12	0,10	0,08	0,96	0,10
Mak Değer	13,47	88,66	7,67	1,04	21,43	1,21	8,13	1,59	2,16	0,77	9,03	3,66
Ort.Sapma	2,41	16,74	1,37	0,20	4,55	0,20	1,62	0,26	0,44	0,21	1,68	0,69

* $\mu\text{g/L}$

Çizelge 4.20. Şehir Merkezindeki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler

Ş.MERKEZİ	pH	İletk.**	K*	Mg*	Ca*	Na*	SO ₄ ²⁻ *	NO ₃ ⁻ *	Cl*
Aritmetik Ort.	6,30	73,24	1,07	0,94	6,22	2,68	3,94	2,49	4,45
Geo. Orta	6,00	71,54	0,87	0,64	5,24	2,24	3,50	2,21	4,23
Ortanca	6,44	69,80	0,95	0,67	5,46	2,41	3,98	2,21	4,50
Standart Sapma	1,09	16,33	0,66	0,75	3,40	1,45	1,50	1,17	1,34
Min. Değer	6,01	45,80	0,14	0,08	0,42	0,39	0,36	0,34	1,55
Mak. Değer	7,06	113,10	2,77	2,53	15,30	6,37	6,23	5,63	7,05
Ort. Sapma	0,42	13,44	0,51	0,63	2,51	1,17	1,16	0,86	1,09

*mg/L ** $\mu\text{S cm}^{-1}$

Çizelge 4.21.Şehir Merkezindeki yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler

Ş.MERKEZİ	Fe*	Al*	Pb*	Zn*	Ba*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*	Li*	Mn*	Ni*
Arit. Ort.	7,56	48,08	4,04	0,68	10,55	0,86	2,43	0,73	0,92	0,47	6,02	1,18
Geo Orta	7,25	41,25	3,39	0,63	9,62	0,79	1,97	0,57	0,79	0,40	5,57	0,95
Ortanca	7,48	42,64	4,00	0,69	8,68	0,82	1,64	0,65	0,95	0,50	5,61	0,95
Std.Sapma	2,23	24,85	2,27	0,23	4,66	0,36	1,58	0,50	0,47	0,25	2,22	0,84
Min. Değer	4,10	12,33	1,01	0,12	3,98	0,30	0,63	0,14	0,19	0,10	1,74	0,23
Mak Değer	11,86	91,72	9,18	1,09	19,30	2,03	5,37	2,14	1,94	1,00	10,05	3,36
Ort.Sapma	1,84	22,04	1,83	0,19	3,98	0,25	1,39	0,38	0,37	0,21	1,86	0,62

* $\mu\text{g/L}$

Çizelge 4.22. İsos'taki yağmur suyunun pH ve iletkenlik değerleri ile önemli anyon ve katyon derişimlerine ait istatistiki veriler

İSOS	pH	İletk.**	K*	Mg*	Ca*	Na*	SO ₄ ²⁻ *	NO ₃ ⁻ *	Cl*
Aritmetik Ort.	6,50	69,49	1,37	1,02	6,54	3,60	3,11	2,47	13,55
Geo. Orta	6,49	66,96	1,18	0,71	5,69	3,02	2,81	2,30	13,09
Ortanca	6,47	67,45	1,19	0,81	5,60	2,98	2,95	2,28	14,41
Standart Sapma	0,26	20,01	0,77	0,84	3,51	2,20	1,36	0,92	3,31
Min. Değer	6,00	39,20	0,45	0,14	2,15	1,23	1,01	1,05	6,21
Mak. Değer	7,16	134,80	3,20	2,94	15,79	8,56	5,99	4,81	18,53
Ort. Sapma	0,20	14,89	0,63	0,66	2,79	1,75	1,09	0,75	2,69

*mg/L ** μ S cm⁻¹

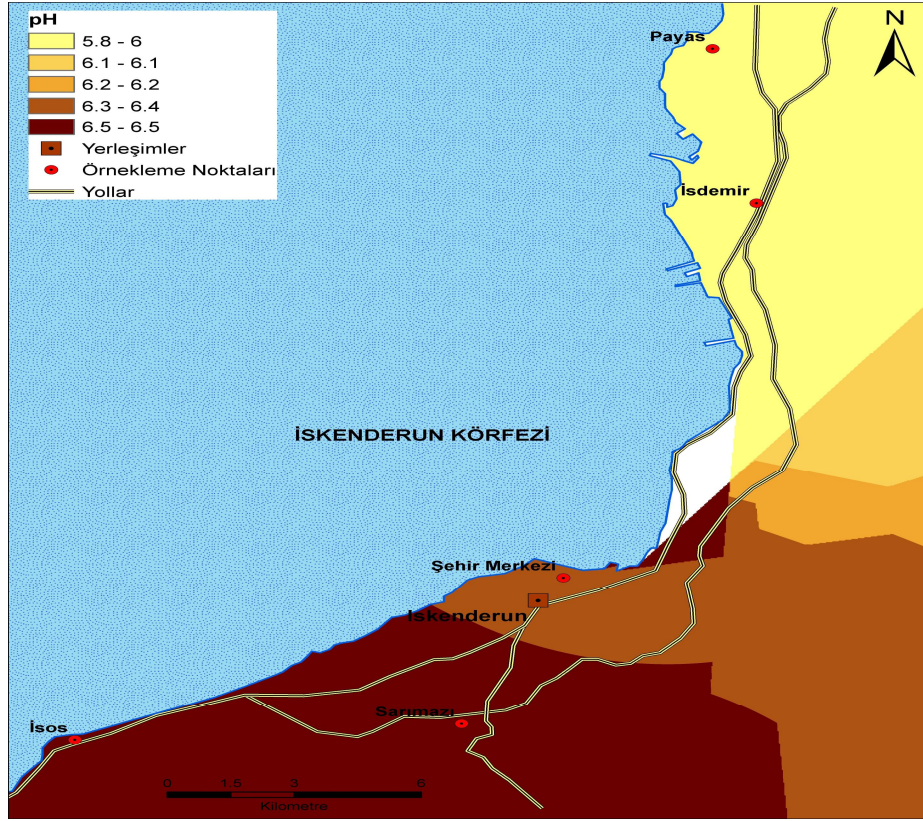
Çizelge 4.23.İsos'taki yağmur suyunda element derişimlerine ait istatistiki veriler

İSOS	Fe*	Al*	Pb*	Zn*	Ba*	Cd*	Co*	Cr*	Cu*	Li*	Mn*	Ni*
Arit. Ort.	7,09	53,61	4,42	0,66	6,52	0,74	2,01	0,72	1,16	0,46	5,15	1,21
Geo Orta	6,42	49,76	3,62	0,59	5,68	0,60	1,66	0,62	1,02	0,35	4,27	0,96
Ortanca	7,30	55,60	4,65	0,72	5,60	0,71	1,98	0,62	1,24	0,32	4,76	0,99
Std.Sapma	2,85	19,35	2,53	0,23	3,55	0,43	1,21	0,40	0,54	0,31	2,89	0,81
Min. Değer	1,65	15,61	1,04	0,10	1,65	0,12	0,24	0,11	0,31	0,11	1,24	0,28
Mak Değer	11,23	93,27	9,66	0,98	17,89	1,70	5,85	2,08	1,97	0,99	10,94	3,23
Ort.Sapma	2,44	15,56	2,12	0,18	2,71	0,36	0,89	0,31	0,48	0,27	2,56	0,66

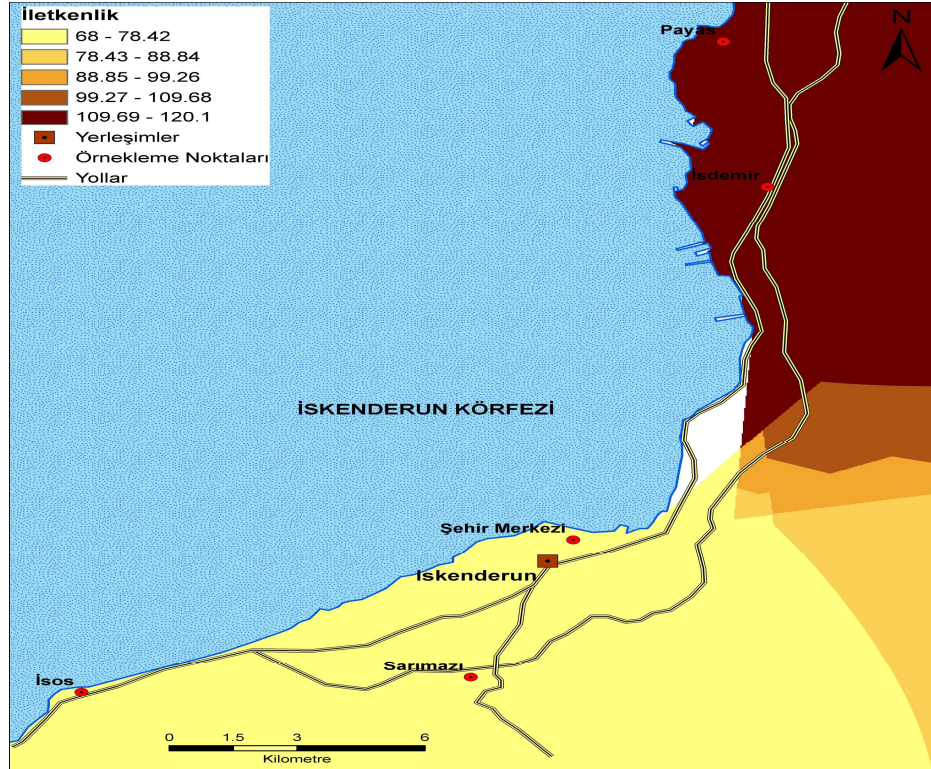
* μ g/L

4.10. Harita Üzerinde pH, İletkenlik, Element ve İyon Derişimleri

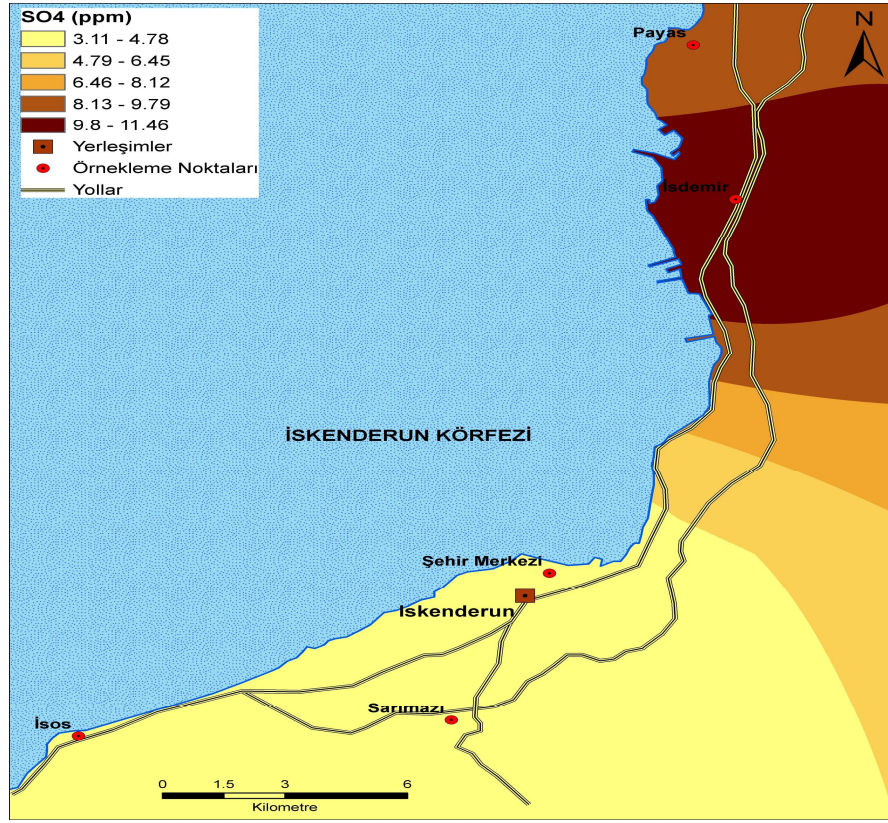
İSDEMİR, Payas, Sarımazı, Şehir Merkezi ve İsos'da olmak üzere 5 örnekleme bölgesindeki pH, İletkenlik değerleri ile iyon ve element derişimlerine göre bulunma yoğunlukları harita üzerinde verilmiştir. Bu haritalardan, sülfat ve nitrat yoğunluğunun İSDEMİR ve Payas'da Cl⁻ yoğunluğunun ise İsos'da olduğunu görmekteyiz. pH değerinin de en düşük İSDEMİR ve Payas'da olduğu görülmekte. Her element ve iyonun yoğunlukta olduğu yerler derişim aralığı ile birlikte verilmiştir.



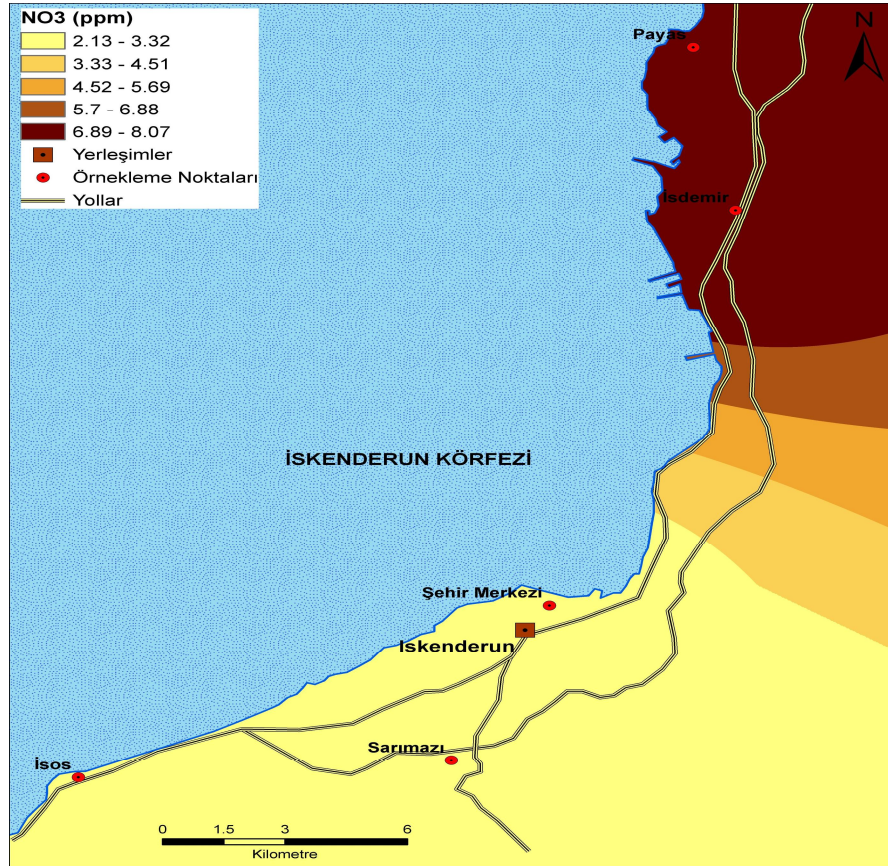
Şekil 4.29. pH dağılımı



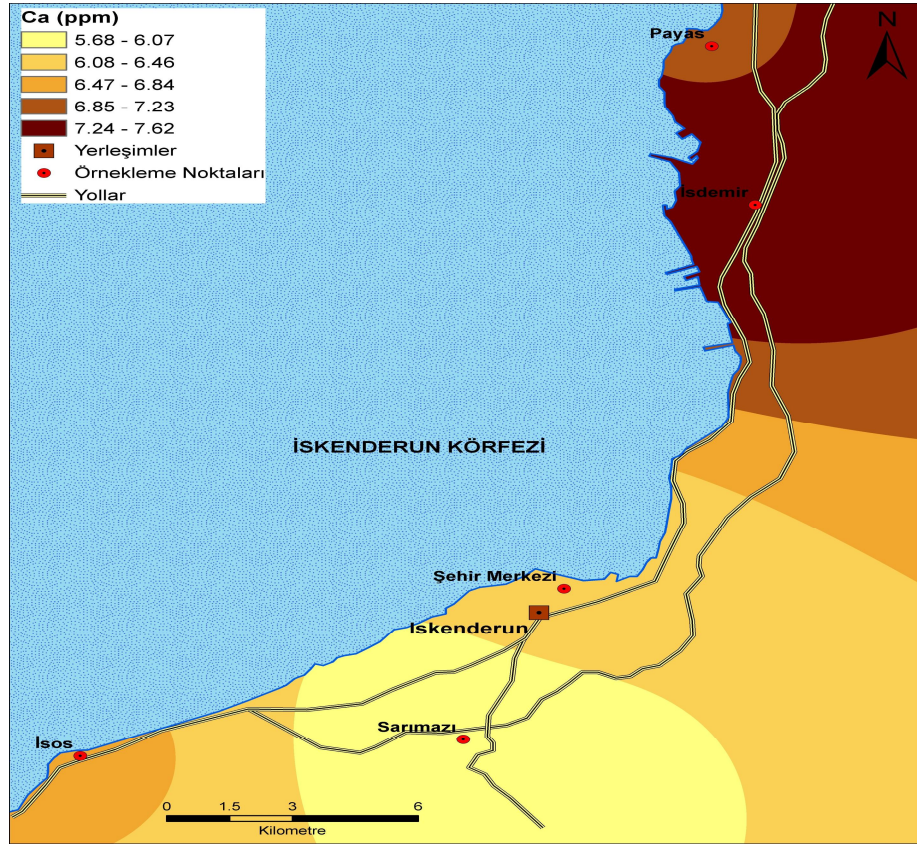
Şekil 4.30. Elektrik iletkenliği dağılımı



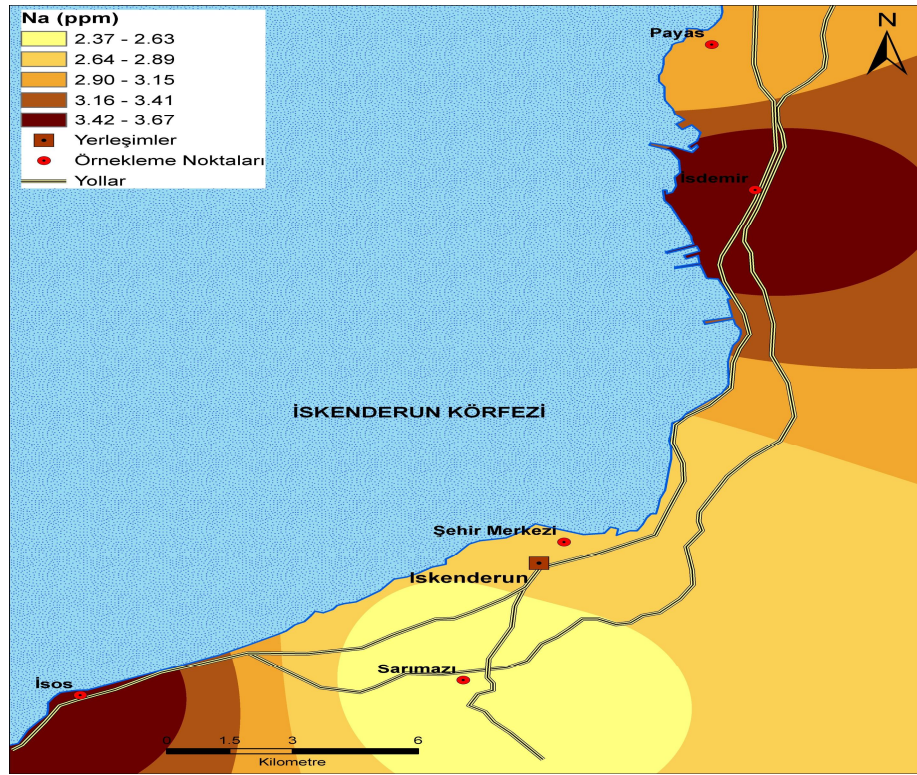
Şekil 4.31. Sülfat iyonunun dağılımı



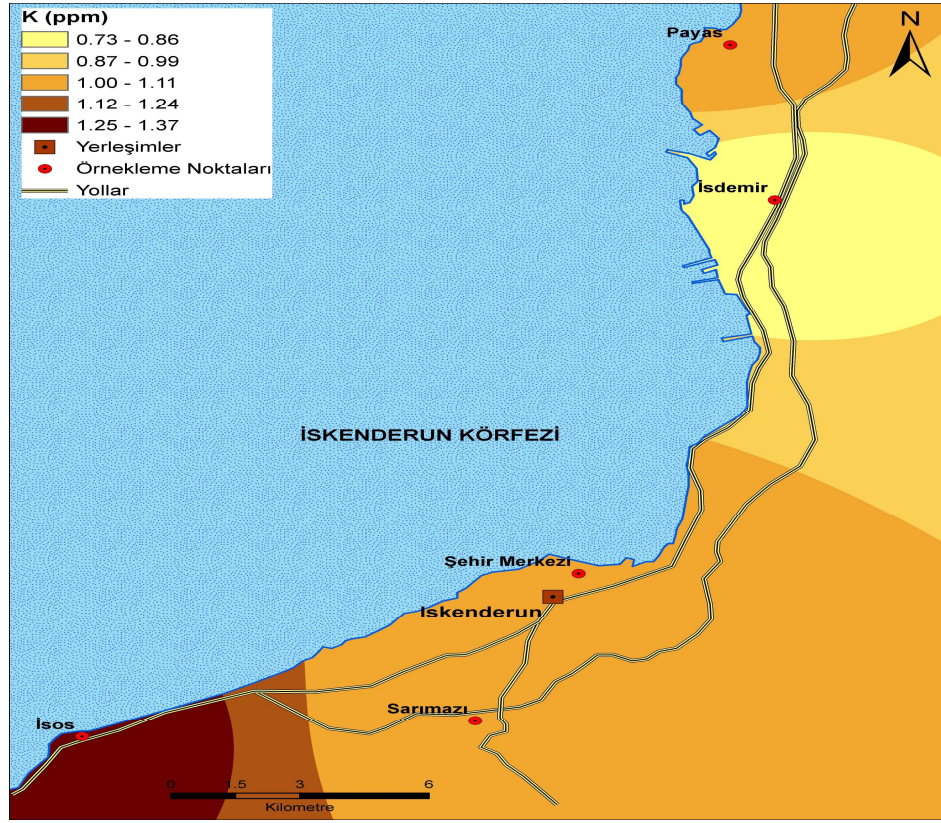
Şekil 4.32. Nitrat iyonunun dağılımı



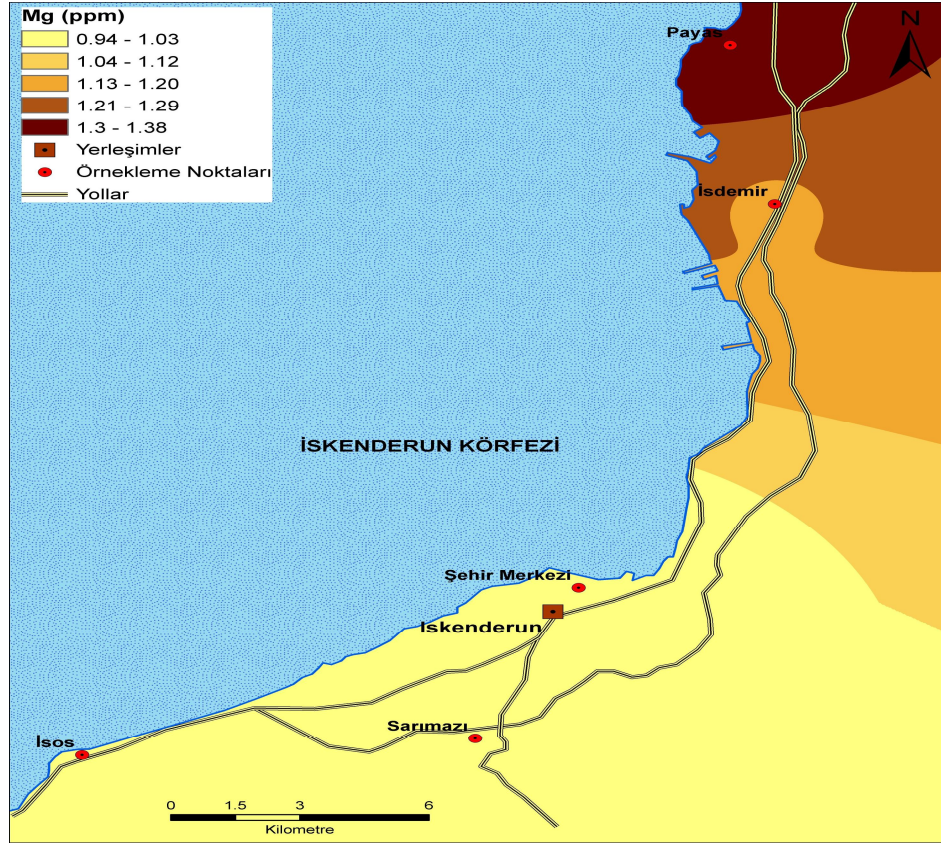
Şekil 4.33. Ca metalinin dağılımı



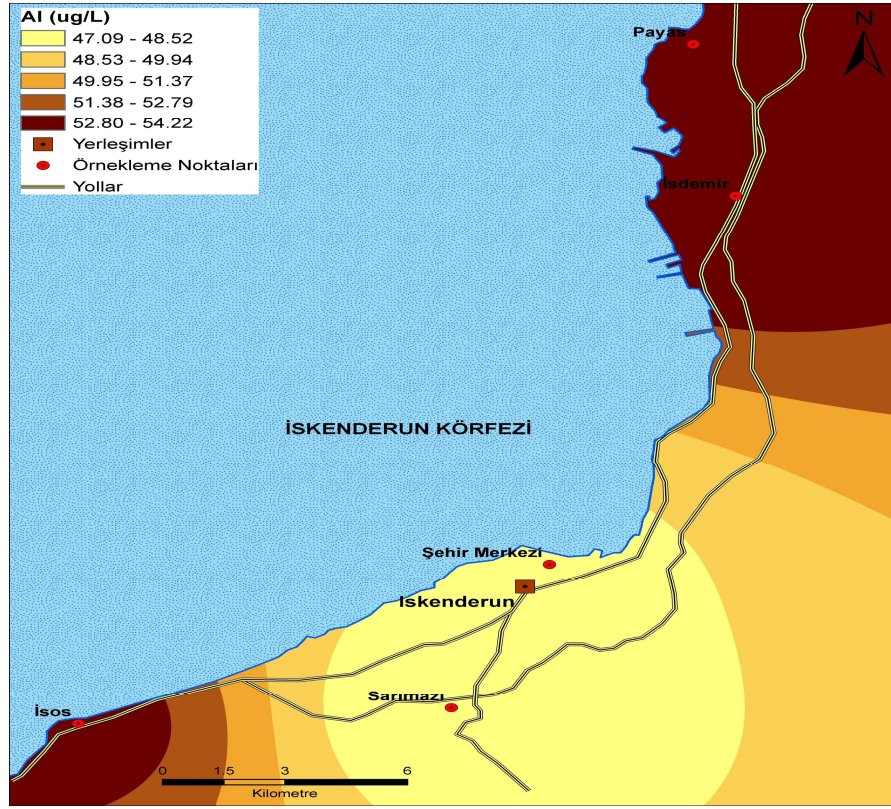
Şekil 4.34. Na metalinin dağılımı



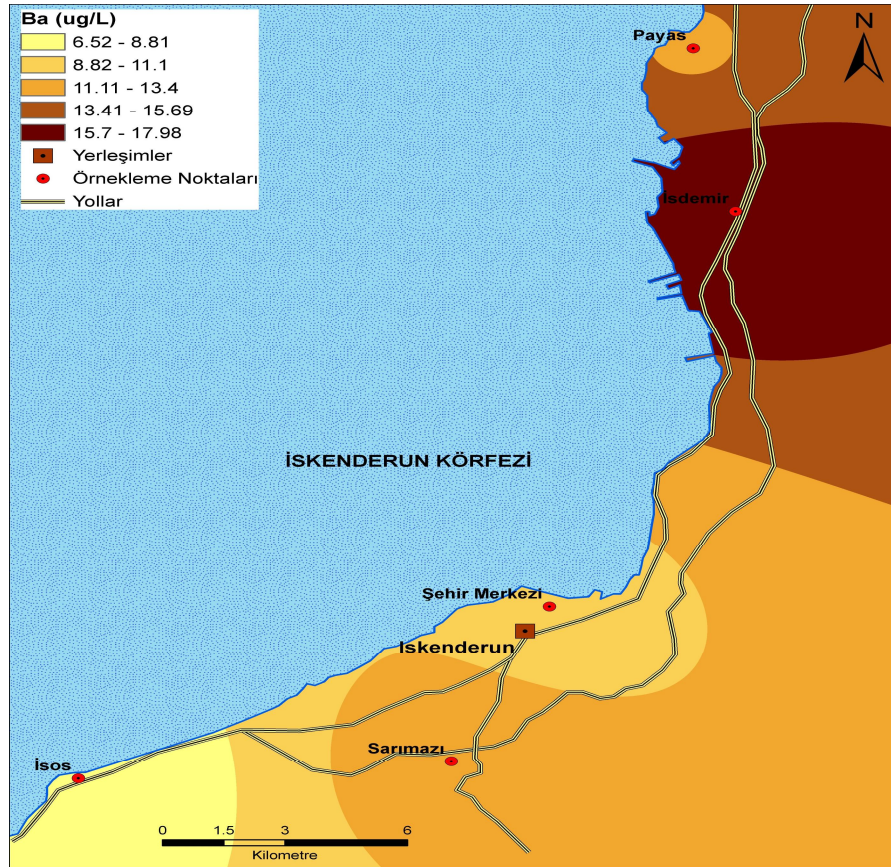
Şekil 4.35. K metalinin dağılımı



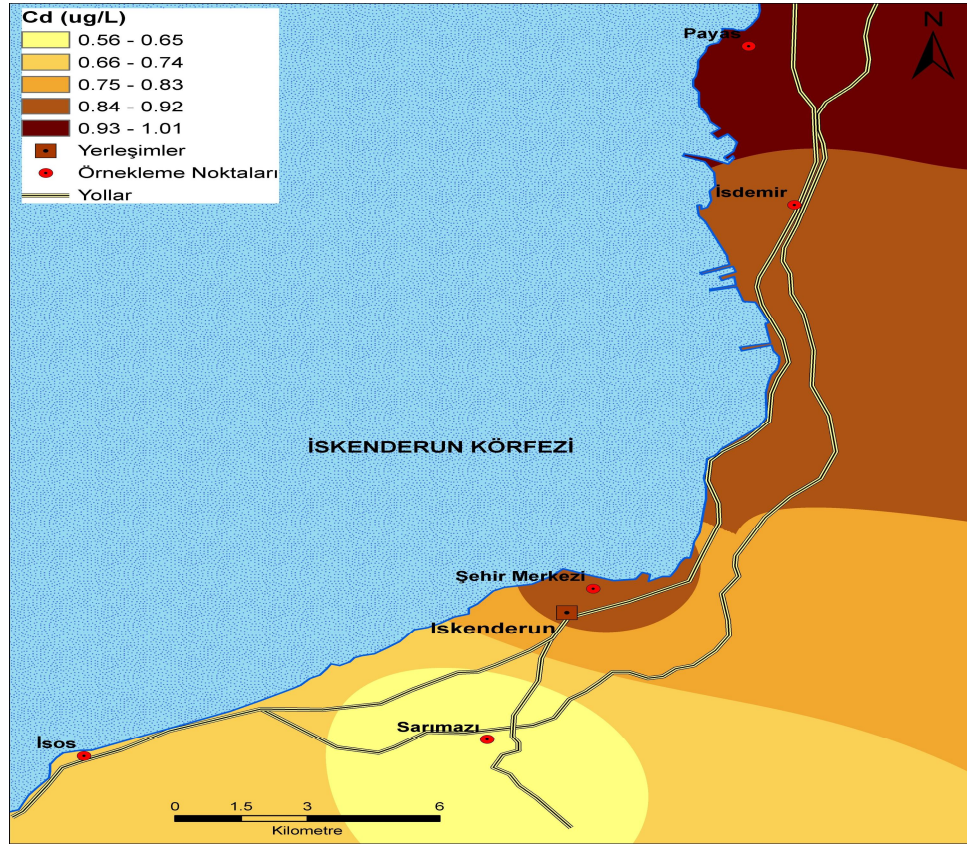
Şekil 4.36. Mg metalinin dağılımı



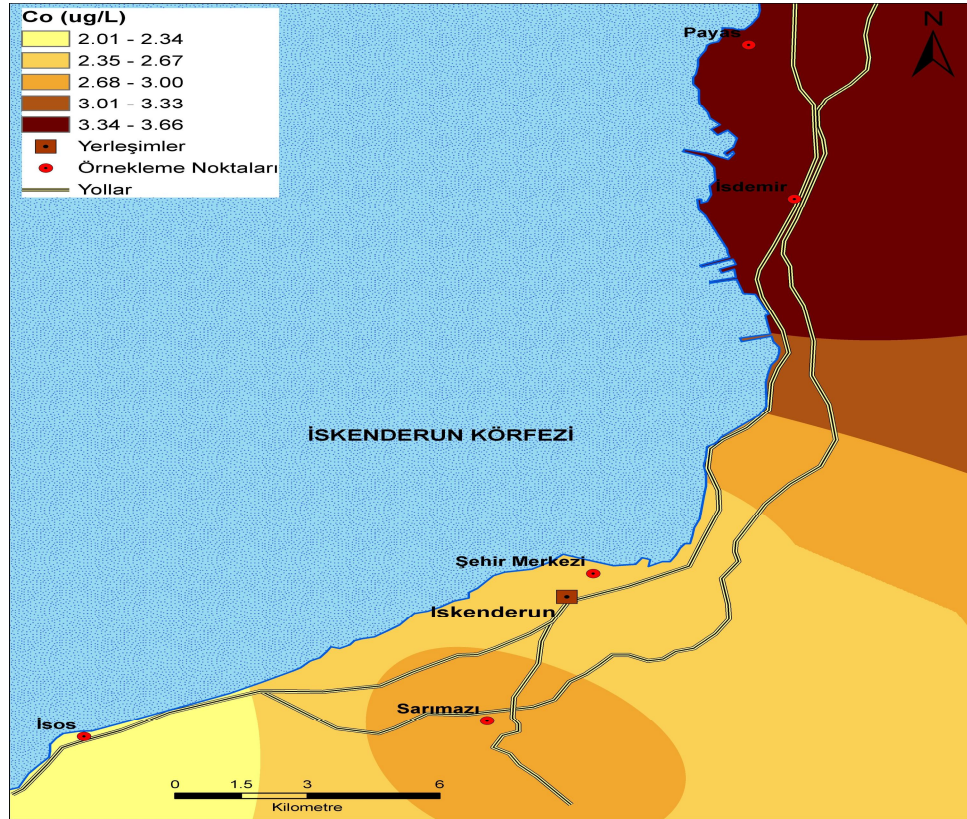
Şekil 4.37. Al metalinin dağılımı



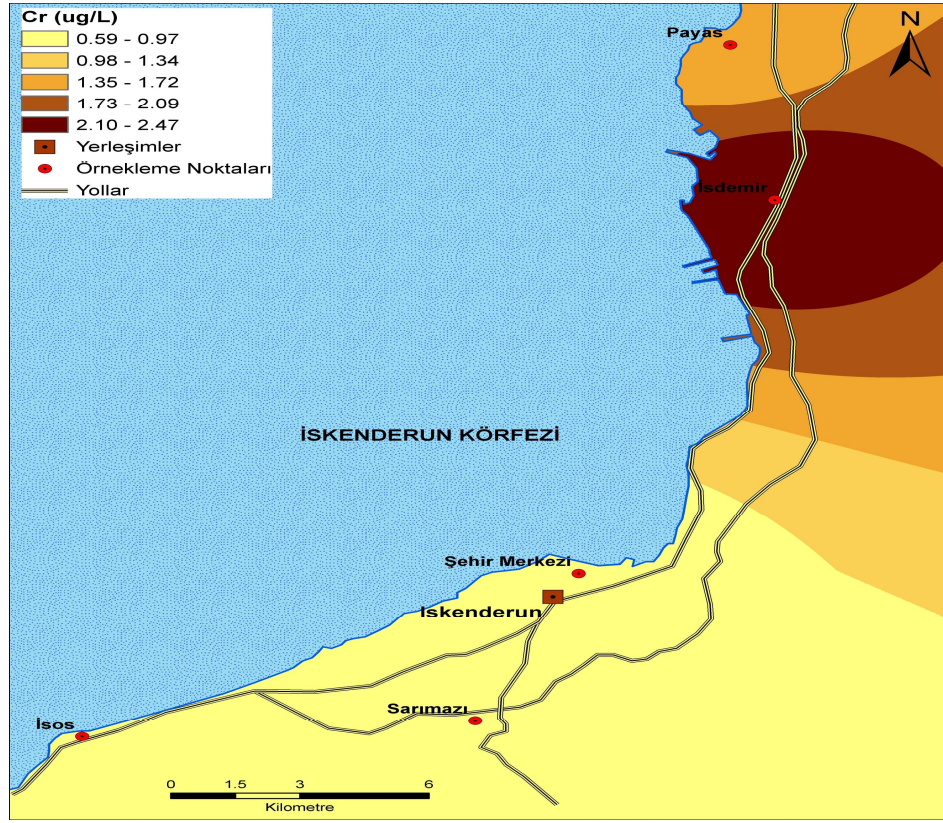
Şekil 4.38. Ba metalinin dağılımı



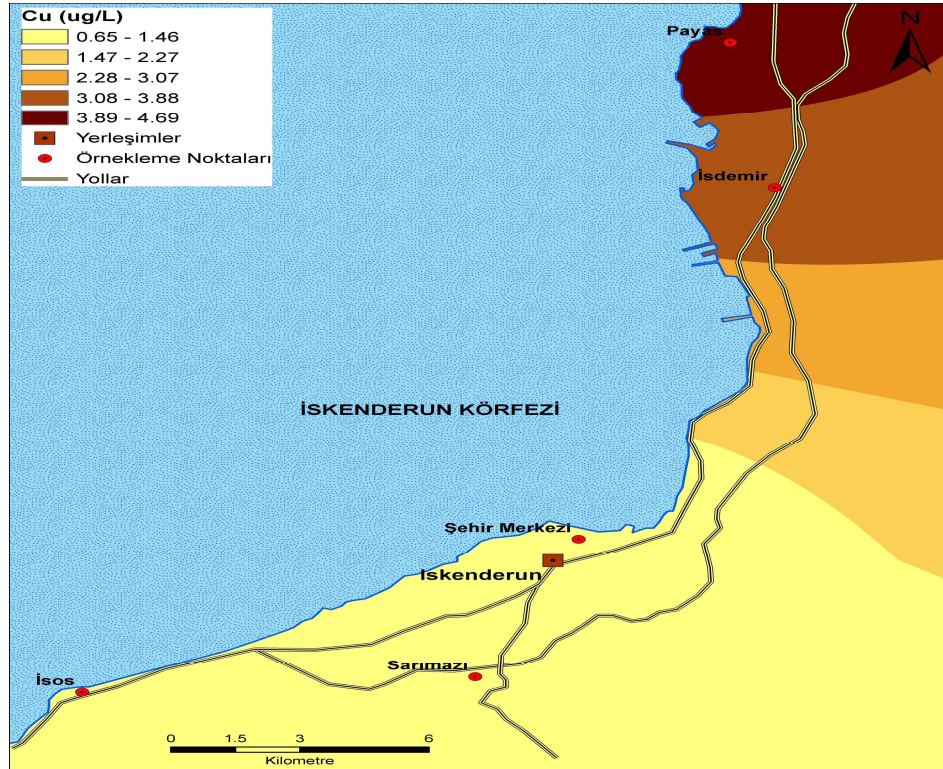
Şekil 4.39. Cd metalinin dağılımı



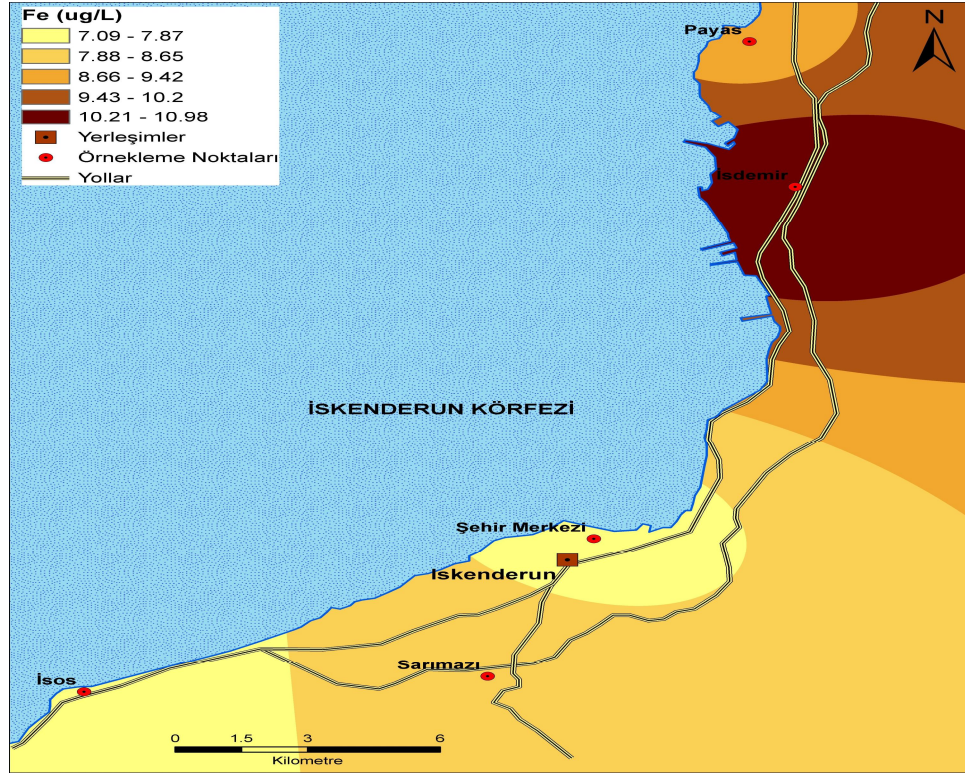
Şekil 4.40. Co metalinin dağılımı



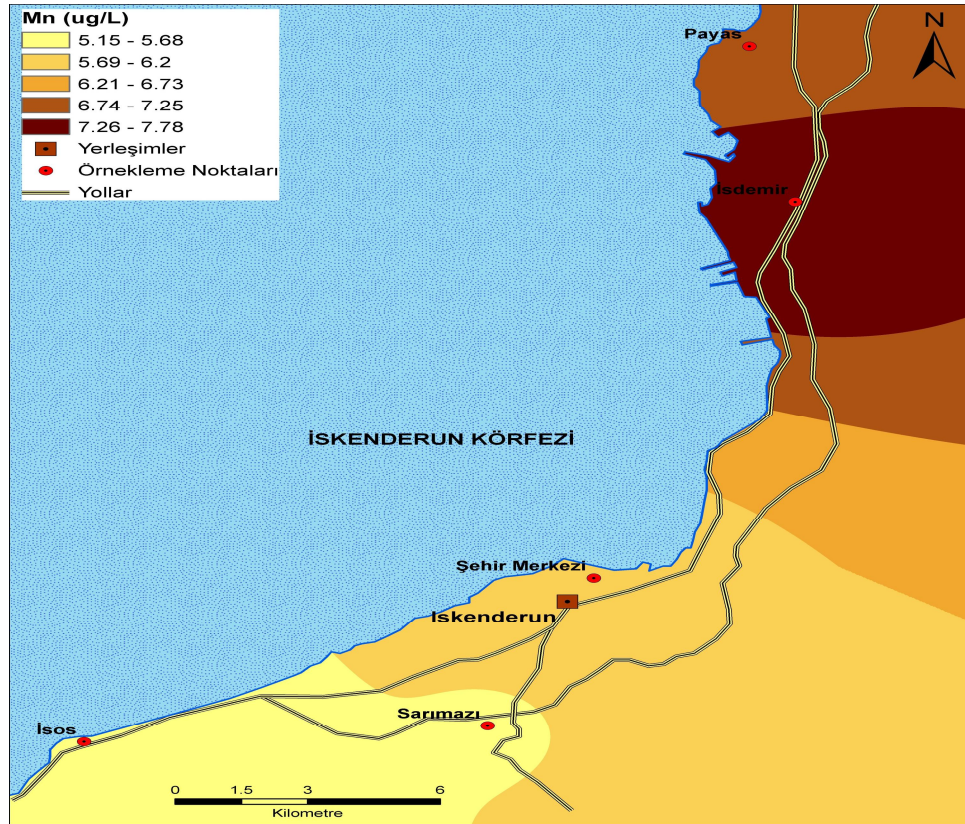
Şekil 4.41. Cr metalinin dağılımı



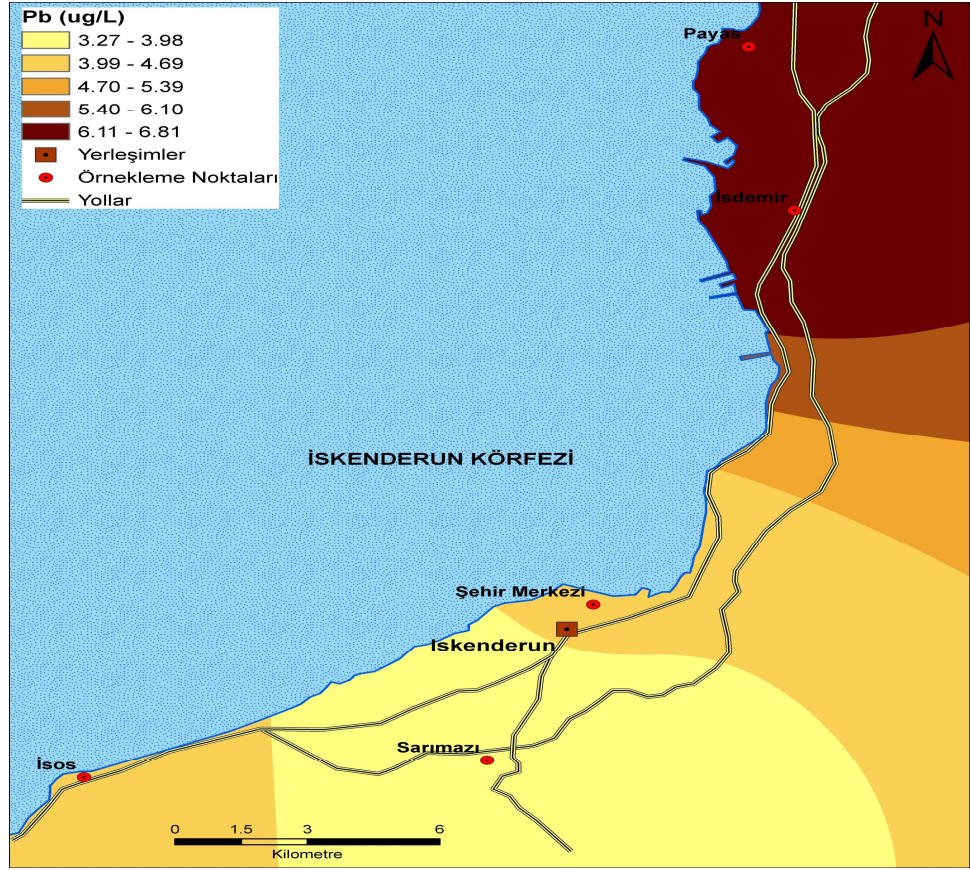
Şekil 4.42. Cu metali dağılımı



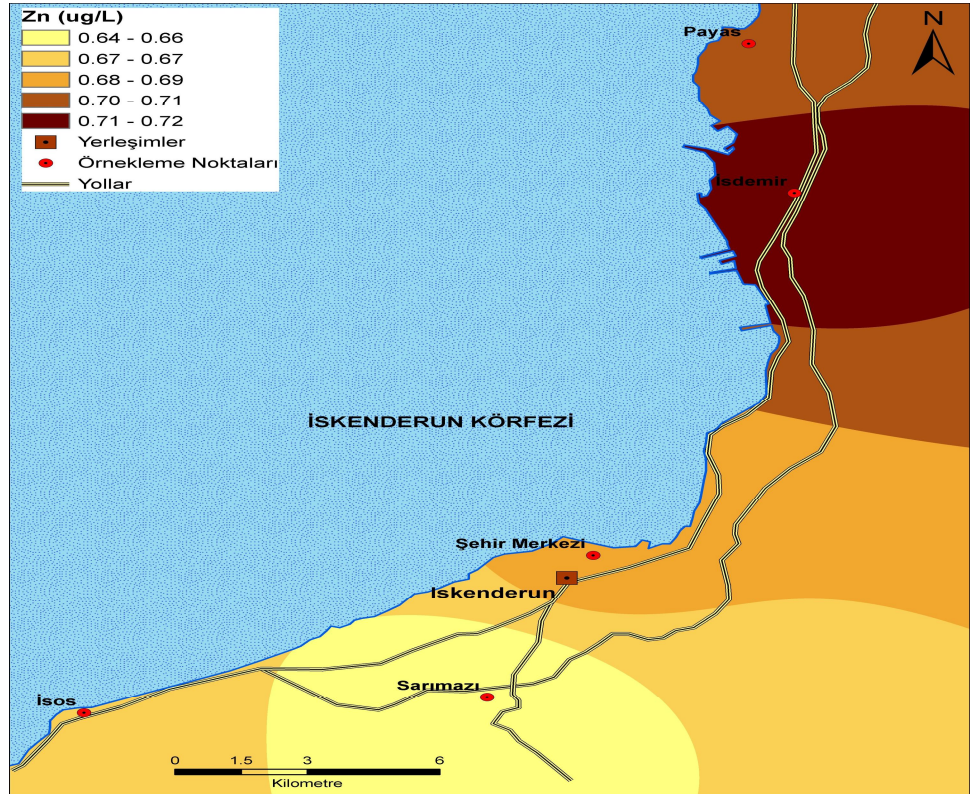
Şekil 4.43.Fe metali dağılımı



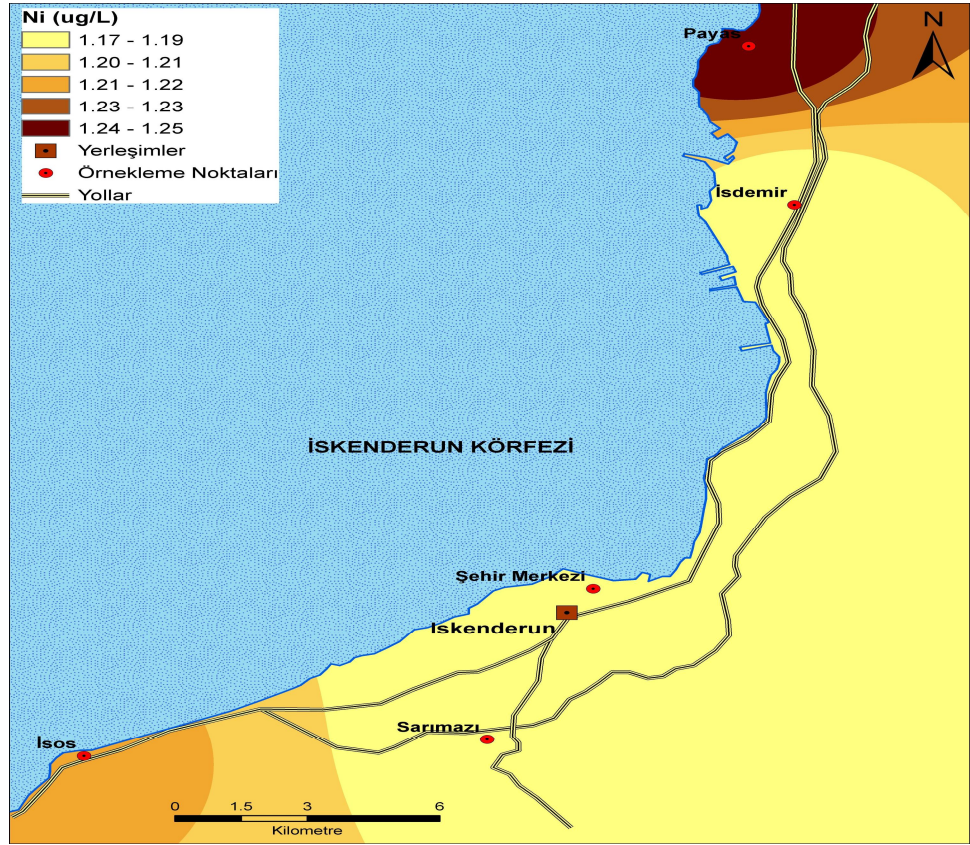
Şekil 4.44.Mn metali dağılımı



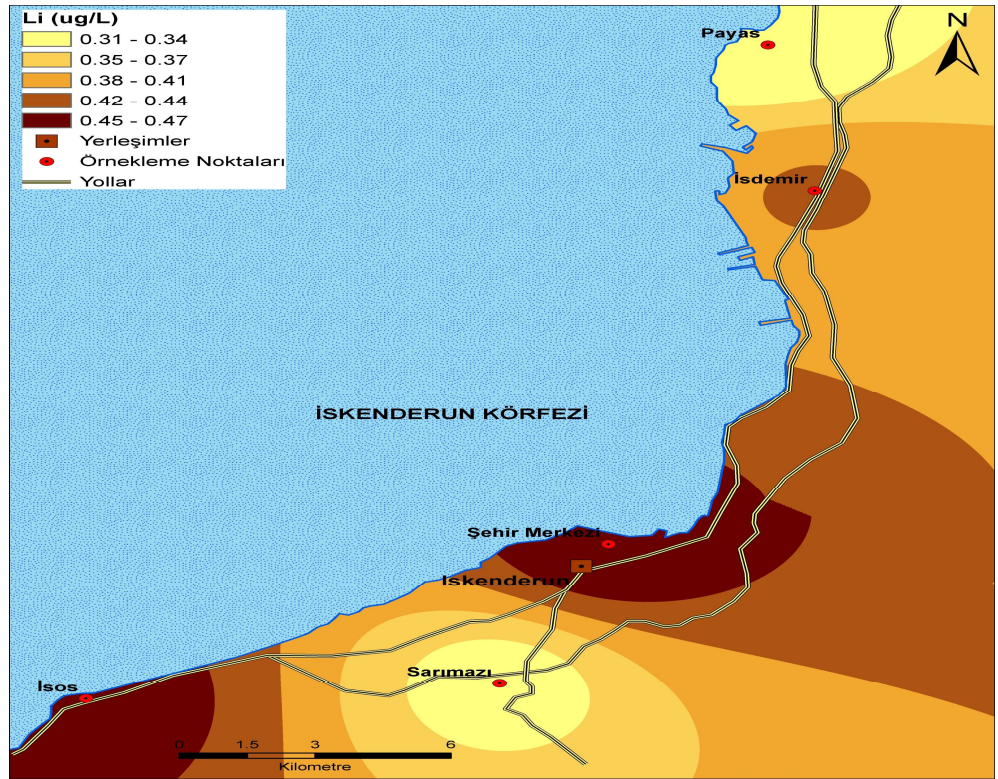
Şekil 4.45. Pb metali dağılımı



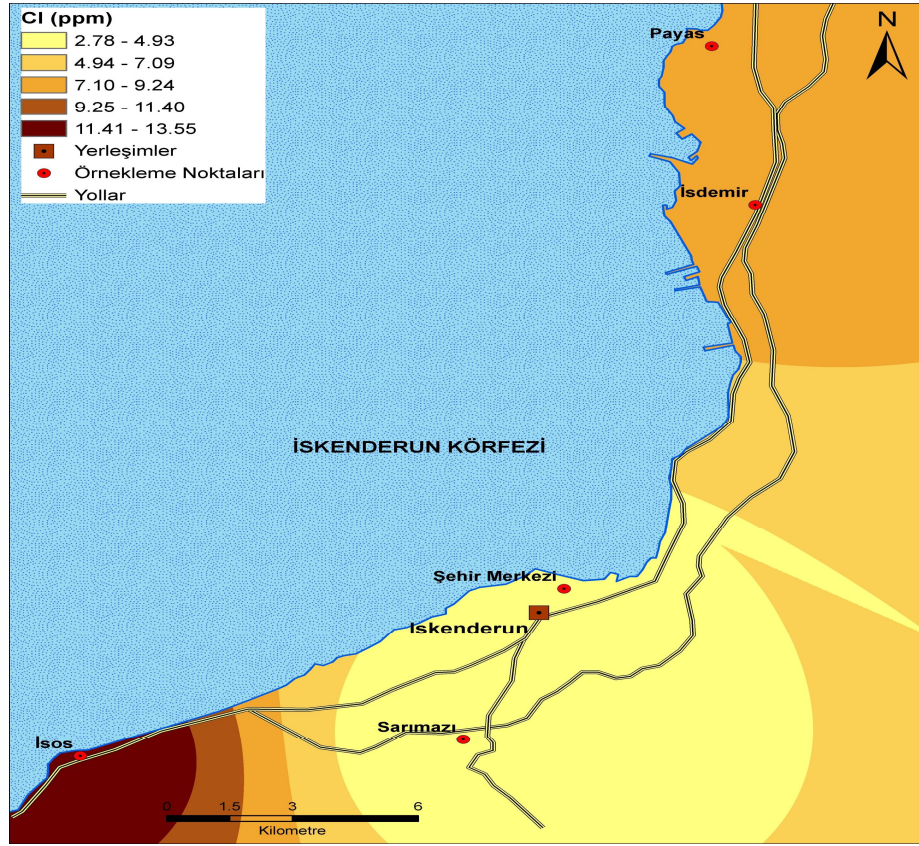
Şekil 4.46. Zn metali dağılımı



Şekil 4.47. Ni metali dağılımı



Şekil 4.48. Li metali dağılımı



Şekil 4.49 Cl⁻ iyonu dağılımı

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

İskenderun Körfezinde 5 ayrı bölgede 4 ay boyunca toplanan yağmur sularının ortalama pH'ı İSDEMİR, Payas, Sarımazı, Şehir Merkezi ve İsos'ta sırasıyla 5,95; 5,81;6,53;6,3 ve 6,5 olarak bulunmuştur. Ortalama pH 6,22 olması ise İskenderun Körfezindeki yağmurların alkali karakterde olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni yerel atmosferde mevcut kalker (CaCO_3) içeriği yüksek mineral tozdur. Kalkerin çözünmesi ile oluşan karbonat ve/veya bikarbonat anyonları yağmur suyunu tamponlamakta; asitliğini nötrleştirmektedir. Tüm örnekleme bölgelerinde sülfat ve nitrat derişimlerinin düştüğü aralıklarda pH yükselmiş, yükseldiği aralıkta ise pH düşmüştür.

En yüksek iletkenlik değerleri $170,2$ ve $174,8 \mu\text{S cm}^{-1}$ ile Payas ve İsdemir'de ölçülmüştür. Sulu fazda çözülmüş iyonların derişimlerini kontrol eden en önemli parametrenin iyon derişimlerinin yanında, yağmur miktarının da olduğu görülmüştür. Zaman zaman yağmur hacmi arttıkça seyrelme sonucunda derişimler azalmıştır. İletkenliğin iyon derişimleri ile koordineli olarak arttığı ve azaldığı gözlemlenmiştir.

5 örnekleme bölgesinde toplanan örneklerin tamamında temel iyonların ortalama derişimleri sırasıyla $\text{Cl}^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ şeklinde bulunmuştur. En yüksek derişimlere sahip iyonlar, temelde toprak ve antropojenik kaynaklı kalsiyum katyonu ile deniz tuzundan kaynaklanan klorür anyonudur. Bu iki iyonun toplamı, toplam iyon derişiminin %46,6'ını sülfat ve nitrat iyonları ise toplam iyon derişiminin %36,02'ini teşkil etmekte. Bu da İskenderun Körfezi atmosferinde antropojenik kaynakların etkin olduğunu göstermektedir. En yüksek sülfat iyonu derişimi $30,15$ ve $17,64 \text{ mg/L}$ ile Payas ve İSDEMİR'de Şubat ayında ölçülmüştür. En yüksek nitrat iyonu derişimi $30,14$ ve $18,29 \text{ mg/L}$ ile Payas ve İSDEMİR'de yine Şubat ayında ölçülmüştür. Şubat ayında bu yükselişe, ısınma amacıyla fosil yakıtların kullanılmasının ve rüzgar yönünün sebep olduğu düşünülmektedir. 1999 yılında ortalama sülfat derişimi İSDEMİR ve Payas'da sırasıyla $97,07$ ve $64,55 \text{ mg/L}$ iken 2009 yılında $11,46$ ve $9,05 \text{ mg/L}$ ye düşmüştür. İSDEMİR başta olmak üzere diğer sanayi kuruluşlarının 4 senedir yakıt olarak doğal gaz kullanmasının bu düşüşe katkısının olduğu düşünülmektedir. Ortalama nitrat iyonu ise 1999 yılında İSDEMİR ve Payas'da sırasıyla $2,5$ ve $1,72 \text{ mg/L}$ iken 2009 yılında $8,07$ ve $7,58 \text{ mg/L}$ 'ye yükselmiştir.

İskenderun Körfezindeki yağmurların asitliğinin nötürleşmesinde rol oynayan faktörlerin temelinde kalsiyum iyonu olduğu anlaşılmıştır. Genellikle yer kabuğu kaynaklı olan Ca ise tüm örnekleme bölgelerinde hatta, karşılaştırma yaptığımız diğer literatürlere göre de çok yüksek çıkmıştır. Derişiminin yüksek çıkışındaki en büyük etken, meteorolojik faktörler ve bölgenin dolomit yataklarına sahip olmasından dolayı toprağın bol miktarda CaCO_3 ihtiva etmesidir.

Aynı yağış olayları için 5 örnekleme bölgesinden toplanan yağmur örneklerinin iyon derişimleri arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir. En yüksek derişimler sanayi kuruluşlarının ve trafiğin yoğun olduğu Payas ve İSDEMİR 'de gözlenirken en düşük derişimler kentin yerleşim bölgesinin biraz dışında kalan Sarımazı'da saptanmıştır. Bu örnekleme bölgesinde insan faaliyetlerinin az ve yağın yağmur miktarının fazla olması iyon derişiminin seyrelmesine neden olmuştur.

Sahil kıyısında bulunan İsos'da en yüksek derişime Na^+ ve Cl^- iyonu sahiptir. Bu örnekleme bölgesinde, denizde bulunan tuzların etkisiyle yağmur suyunda özellikle Na^+ ve Cl^- iyonu derişimi yüksek çıkmaktadır. İSDEMİR örnekleme bölgesinde zaman zaman Cl^- derişiminin İsos'daki değere ulaşması ve geçmesi, bu bölgedeki Cl^- kaynağının sadece deniz değil, endüstriyel süreçler olduğunu göstermektedir. Na^+ ve Cl^- derişimleri sırasıyla İSDEMİR, Payas, Sarımazı, Şehir Merkezi ve İsos'dan alınan örneklerde ölçülerek, yağmur suyunda $\text{Cl}^- / \text{Na}^+$ oranı hesaplanmıştır ve sırasıyla 2,3 ;2,65; 1,17; 1,66 ; 3,76 sonuçları elde edilmiştir. Bu oranlar bize denizdeki tuzluluğun ne kadar fazla olduğunu göstermektedir. Deniz tuzu tanecikleri, denizin yüzeyindeki kabarcıkların patlamasıyla oluştuğundan, deniz tuzu elementlerinin derişimi rüzgar hızına bağlıdır. Akdeniz bölgesindeki fırtınaların çoğu cephesel olup, yağışlı günlerde etkilerini arttırlar.

Tüm örnekleme bölgelerinde yer kabuğu ve deniz kaynaklı elementler benzer bir düşüş ve artış göstermiştir. Mart ayının sonu ve Nisan ayının başı Afrika'dan gelen tozların yoğun olarak gözlenmiştir. Bu dönemlerde tüm örnekleme bölgelerinde Ca ve Al derişimleri yüksek çıkmıştır.

Korelasyon Matrisine bakıldığında genellikle deniz kaynaklı elementlerin kendi aralarında, yer kabuğu kaynaklı elementlerin de kendi aralarındaki korelasyon yüksek çıkmıştır. Deniz ve toprak kaynaklı elementlerinin her ikisinin de yüzey rüzgarlarının

etkisiyle oluşmasına rağmen, toprak kaynaklı elementlerden Al ile deniz kaynaklı elementlerden sadece Na ile korelasyon sağlanmıştır. Bunun sebebi deniz kaynaklı element derişimlerinin yüksek ve değişken olduğu kış aylarında, yüzey toprağının nemli olmasıdır. Bu mevsimde rüzgar hızı ne olursa olsun, nemli yüzey toprağında tanecik üretimi minimumdur. Kış mevsiminden sonra toprak kurur ve düşük hızlardaki rüzgarlarda bile yerkabuğu kaynaklı elementlerin derişimi artabilir. Na, Mg ve K gibi deniz kaynaklı elementlerin derişimleri Nisan ayından sonra düşmektedir, çünkü bu mevsimde rüzgarlar yüksek miktarda deniz kaynaklı tanecik üretecek kadar güçlü değildir. Şubat ayında maksimum rüzgar hızı $18,7 \text{ ms}^{-1}$ iken Nisan ayında $14,1 \text{ ms}^{-1}$ 'e düşmüştür. İyonlar incelendiğinde sülfat iyonu nitrat iyonu ile yüksek korelasyon göstermiştir. Ayrıca aylar bazında derişimlerindeki artış ve azalışlarda benzerlik göstermiştir.

İyonik türdeki kirleticilerin ortalama derişimleri, literatürdeki sonuçlarla karşılaştırıldığında sadece sanayi kuruluşlarının olduğu Çin'in bizden daha yüksek değerlere sahip olduğu bizi de Selanik, Hindistan, Meksika ve Virjinya'nın takip ettiği görülmüştür. Hava kirliliğinin diğer kentlere oranla ciddi boyutlarda olduğu düşünülebilir.

Hurda metallerin ergitilmesi sırasında önemli miktarda gaz ve toz çıkışı oluşmakta ve bu gazlar verimli olarak toplanamaması nedeniyle tesislerin çatı ve duvarlarında bulunan boşluklardan kontrolsüz olarak atmosfer atılabilmektedir.

Toplanan yağmur sularındaki eser element derişimi sıralaması $\text{Al} > \text{Ba} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Li}$ şeklinde olup en yüksek derişimler cevherle çalışan İSDEMİR ve Payas bölgesinde hem toprak hem antropojenik elementlerin derişimleri yağmur suyunda yüksek bulunmuştur.

Elementlerin derişimlerinin maksimum olduğu değerler, genellikle rüzgar yönlerinin S, SE, SSE ve SSW olduğu günlerdir. Rüzgar yönünün değişkenlik gösterdiği yağışlı günler dışında rüzgar çoğunlukla güneybatıdan esmiştir. Bu da özellikle Payas'ta hem endüstriyel, hem evsel kaynakların beldenin merkezinde etkin olmasına neden olmuştur.

Antropojenik elementler arasında en yüksek derişim Pb elementine ait olup bu elementin derişimi en fazla İSDEMİR ve Payas bölgesinde ölçülmüştür. Ni, Co, Cd, Cu derişimi en fazla haddanelerin de bulunduğu Payas bölgesinde ölçülmüştür. İSDEMİR

ve Payas'da sanayi kuruluşlarının varlığı ve trafiğin yoğun oluşu sebebiyle, ağır ve eser element derişimleri bu bölgelerde daha fazla bulunmuştur. Antropojenik kaynaklı elementlerin en fazla İSDEMİR ve Payas bölgesi'nde bulunmasının ve bu bölgelerde Ca, Fe, K ve Mg gibi toprak ve deniz kaynaklı elementlerin zenginleştirme faktörlerinin yüksek çıkmasının bir başka sebebinin de cüruflar olduğu düşünülmektedir. Yüksek fırınlardan çıkan cürufların ortalama %40 SiO₂, %35 CaO, %12 Al₂O₃, %0.20 FeO, %8 MgO, %0.70 S, %1.5 MnO, %0.80 K₂O ve %0.58 TiO₂ içerdiği; Çelikhaneden çıkan cürufların ortalama %13.5 SiO₂, %1.15 Al₂O₃, %58 CaO, %11 FeO, %4 MgO, %5.15 MnO, %1.39 P₂O₅ ve %0.34 S içerdiği, bildirilmektedir (Anıl ve diğ. 1999). Bizim çalışmamızda da bu elementlerin olduğu görülmektedir.

1999 yılı ile 2009 yılındaki EFy değerleri karşılaştırıldığında; İSDEMİR ve Payas' da Zn metalinin sırasıyla 366 ve 394 kat, Cd metalinin 3,6 ve 4,5 kat, Pb metalinin de 1,7 ve 2,26 düşmesi 10 sene içerisindeki kirletici derişimindeki azalmanın göstergesi olmuştur. Ancak 2009 yılında bölgedeki yağmur suyunda iyon ve element değerleri hala yüksektir.

İskenderun bir liman turizm ve sanayi kenti olma niteliğini sürekli korumuş ancak sanayi alanındaki gelişme ve hızıyla ön plana geçmiştir. Şu anda İskenderun'da başta Demir Çelik Fabrikaları, Gübre ve Çimentoyla birlikte resmi ve özel sektöre ait 50'ye yakın küçüklü büyüklü fabrika bulunmaktadır. Sanayi sitesinden ayrı olarak bulunan Organize Sanayi Bölgesi bünyesi içinde yer alan 54 adet fabrika, yabancı sermaye ile birlikte kurulmakta olan doğal gaz ve petrol boru hatları ile İskenderun Türkiye'nin en önemli sanayi bölgelerinden biri haline gelmiştir.

İskenderun Körfezi'nde ve özellikle Payas'ta yer alan, demir çelik ağırlıklı sanayi etkinlikleri uzun yıllardır bölgede hava kirliliğinin ciddi bir sorun olarak yaşanmasına neden olmaktadır. Sanayi kaynaklı emisyonların bölgenin coğrafi yapısına bağlı olarak oluşan özel meteorolojik koşullarla birleşmesi sonucu kirletici düzeyleri zaman zaman çok yükselmektedir.

Bölgede temiz hava planının hazırlanması için, yağmur suyu alınan örnekleme bölge sayısının artırılması, örnekleme bölgelerine Dört yol ve Erzin'inin de alınması, otomatik cihazlarla sürekli ölçüm yapılması ve yıl bazında düzenli rapor alınması gerekmektedir.

Belirlenen değerler açıkça gösteriyor ki 1999 yılından bu yana Çevre Kirliliği konusunda gerekli tedbirler alınmış ancak hala yeterli değildir. Bu konuda bilinçlenmenin artırılması ve düzenli bir biçimde ölçümlerin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkoyunlu, B., Tayanç, M., 2003. Analyses of wet and bulk deposition in four different regions of Istanbul, Turkey. **Atmospheric Environment**, 37 (2003) 3571–3579
- Al-Khashman, O.A., 2005. Study of chemical composition in wet atmospheric precipitation in Eshidiya area, Jordan. **Atmospheric Environment**, 39 (2005) 6175–6183.
- Al-Momani, I.F., Aygün, S., Tuncel, G., 1998. Wet deposition of major ions and trace elements in the Eastern Mediterranean Basin. **Journal of Geophysical Research**, 103, 8287-99.
- Al-Momani, I. P., Gullu. G., Ölmez, I., Her, U., Ortel, E., Sirin, G. ve Tuncel, G., 1997. Chemical Composition of eastern Mediterranean aerosol and precipitation. **Indications of long-range transport, Pure Appl. Chemistry**, 69, 41-46.
- Al-Momani, I. E., Tuncel, S., Eler, U., Ortel, E., Sirin, G. ve Tuncel, G., 1995. Major Ion composition of wet and dry deposition in the eastern Mediterranean basin. **Science Total Environment**, 164, 175-185.
- Al-Momani, I. E., Ataman, O. Y., Anwari, M. A., Tuncel, S., Kose, C. ve Tuncel, G., 1995b. Chemical composition of precipitation near and industrial area at Izmir Turkey. **Atmospheric Environment**, 29(10), 1131-1143.
- Al-Momani, I.F., Tunçer, S., Eler, U., Örtel, E., Şirin, G., Tuncel, G., 1995a. “Major ion composition of wet and dry deposition in the eastern Mediterranean basin”, **The Science of the Total Environment**, 164, 75-85.
- Al-Momani, I.F., 1995c. “Long range atmospheric transport of pollutants to the Eastern Mediterranean basin”, **Ph.D. Thesis**, Department of Environmental Engineering, Middle East Technical University, Ankara.
- Al-Momani, I.F., Güllü, G., Eler, U., Örtel, E., Şirin, G., Tuncel, G., 1999. “Long range transport of pollutants from Europe to the eastern Mediterranean”, **Fresenius Environment Bull**, 8, 249-256.
- Al-Momani, I.F., Momani, K.A., Jaradat, Q.M., 2000. “Chemical composition of wet precipitation in Irbid, Jordan”, **Journal of Atmospheric Chemistry**, 35, 47-57.
- Al-Momani, I.F., 2003. “Trace elements in atmospheric precipitation at Northern Jordan measured by ICP-MS: acidity and possible sources”, **Atmospheric Environment**, 37, 4507-4515.
- Anatolaki, Ch., Tsitouridou, R., 2008. Relationship between acidity and ionic composition of wet precipitation A two years study at an urban site, Thessaloniki, Greece. **Atmospheric Research**, 92 (2009) 100–113
- Avila, A. ve Alarcon, M., 1999. Relationship between precipitation chemistry and meteorological situations at a rural site in North Spain. **Atmospheric Environment**, 33, 1663-1677.
- Báez, A., Belmont R., García, R., Padilla, H., Torres, M.C., 2007. Chemical composition of rainwater collected at a southwest site of Mexico City, Mexico. **Atmospheric Research**, 86 (2007) 61–75
- Balls, P. W., 1989. Trace metal and major ion composition of precipitation at a North Sea coastal site. **Atmosph. Environment**, 23(12), 2751-2759.
- Bertan, B. ve Alagha, O., 2004. The chemical composition of rainwater over Büyükçekmece Lake, Istanbul. **Atmospheric Research**, 71(4), 275-288

- Cao, Y.Z., Wang, S., Zhang, G., Luo, J., Lu S., 2009. Chemical characteristics of wet precipitation at an urban site of Guangzhou, South China. **Atmospheric Research**, ATMOS-02038; 8.
- Cape, J.N., Fowler, D., Kinnaird, J.W., Paterson, I.S., Leith, I.D. ve Nicholson, I.A., 2003. Chemical composition of rainfall and wet deposition over northern Britain **Atmospheric Environment**, 18 (9) 1921-1932
- Chung, C.H., You, C.F., Chu, H.Y., 2008. Weathering sources in the Gaoping (Kaoping) river catchments, southwestern Taiwan: Insights from major elements, Sr isotopes, and rare earth elements. **Journal of Marine Systems**, 76 (2009) 433–443
- Chekushin, V. A., Bogaturev, I. V., Coritat, P., Miskavada, H. ve Reimann, C., 1998. Annual atmospheric deposition of 16 elements in eight catchments of the central Barents region. **Set Total Environment**, 220, 95-114.
- Conkoa, K.M., Riceb, K.C., Margaret, M., Kennedy., 2004. Atmospheric wet Deposition of trace elements to a suburban environment, Reston, Virginia, USA. **Atmospheric Environment**, 38 (2004) 4025–4033
- Das, S.K., Routh, J., Roychoudhury, A.N., Klump, J., 2008. Major and trace element geochemistry in Zeekoevlei, South Africa: A lacustrine record of present and past processes. **Applied Geochemistry**, 23 (2008) 2496–2511
- Demirak, A., Balcı, A., Karaoğlu, H., Tosmur, B., 2006. Chemical characteristics of rainwater at an urban site of South Western Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, 123, 271–283.
- Dulac, P., Buart-Menard, P., Arnold, M., Ezat, U. ve Martin, D, 1987. Atmospheric input of trace metal to the western Mediterranean Sea, 1 Factors controlling the variability of atmospheric concentrations. **Geophys. Research**, 92, 8437-8453.
- Garcia-Esteves, J., Ludwig, W., Kerherve, P., Probst, J., Lespinas, F., 2006. Predicting The impact of land use on the major element and nutrient fluxes in coastal Mediterranean rivers: The case of the Te^t River (Southern France). **Applied Geochemistry**, 22 (2007) 230–248
- Gülsoy, G., Tayanc, M. ve Erturk, E., 1999. Chemical analyses of the major ions in the precipitation of Istanbul, Turkey. **Environment Pollution**, 105, 273-280.
- Güllü, G.H., Ölmez, I., Özta_, N.B., Tuncel, G., 2003. “Atmospheric trace element concentrations over the Eastern Mediterranean Sea: Factors affecting temporal variability”, Chamber of Environmental Engineers, **Environment Science and Technology**, 1, 23-38.
- Güllü, G.H., Ölmez, I., Tuncel, G., 2004. “Source apportionment of trace elements in the Eastern Mediterranean atmosphere”, **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 259, 163-171.
- Herrera, J., Rodríguez, S., Baéz, A.P., 2009. Chemical composition of bulk precipitation in the metropolitan area of Costa Rica, Central America. **Atmospheric Research**, 94 (2009) 151–160
- Hou, H., Takamatsu, T., Koshikawa, M.K., Hosomi, M., 2005. “Trace metals in bulk precipitation and throughfall in a suburban area of Japan”, **Atmospheric Environment**, 39, 3583–3595.

- Huang, D.Y, Xu Y.G., Peng, P., Zhang, H., Lan J., 2008. Chemical composition and seasonal variation of acid deposition in Guangzhou, South China: Comparison with precipitation in other major Chinese cities. **Environmental Pollution**, 157 (2009) 35–41
- Kaya, G. ve Tuncel, G., 1997. Trace element and major ion composition of wet and dry deposition in Ankara, Turkey. **Atmospheric Environment**, 31(23), 3985-3998.
- Kubilay, N. N., Saydam, A. C., Yemencioğlu, S., Kelling, G., Karpur, S., Karaman, C. and Akca,E., 1997. Seasonal chemical and mineralogical variability of atmospheric particles in the coastalregion of the Northeast Mediterranean, **Catena**, 28, 313-328.
- Koçak, M., Mihalopoulos, N., Kubilay, N., 2009. Origin and source regions of PM10 in the Eastern Mediterranean atmosphere. **Atmospheric Research**, 92 (4), 464–474.
- Kulshrestha, UC, Monika Kulshrestha, MJ, Sekar, R, Sastry, G.S.R. ve Vairamani, M., 2003. Chemical characteristics of rain water at an urban site of south central India. **Atmos Environment**, 37: 3019–3026.
- Lee, B. K., Hong, H. S. ve Lee, D. S., 2000. Chemical composition of precipitation and wet deposition of major ions on the Korean peninsula. **Atmospheric Environment**, 34, 563-575.
- Li, C., Kang S., Zhang, Q., Kaspari, S., 2007. Major ionic composition of precipitation inthe Nam Co region,Central Tibetan Plateau. **Atmospheric Research**, 85 (2007) 351–360
- Losno, R., Bergametti, G. ve Baut-Menard, P., 1988. Zinc partitioning in Mediterranean rainwater. **Geophys, Res. Lett.**, 15, 1389-1392.
- Luck, J. M. ve Othman, D. B., 2002, Trace element and Pb isotope variability during rainy eventsin the NW Mediterranean: Constraints on anthropogenic. **Chemistry Geology**, 182, 443-460.
- Mihajlidi-Zelić, A., Deršek-Timotić, I., Relić, D., Popović, A., Đorđević, D.,2006. Contribution of marine and continental aerosols to the content of major ions in the precipitation of the central Mediterranean. **Science of the Total Environment**, 370 (2006) 441–451
- Migliavacca, D., Teixeira, EC., Pires, M. ve Fachel, J. 2004. Study of chemical Elements in atmospheric precipitation in South Brazil. **Atmospheric Environment** 38: 1641–1656.
- Migliavacca, D., Teixeira, E.C., Wiegand, F., Machado, A.C.M. ve Sanchez, J., 2005. Atmospheric precipitation and chemical composition of an urban site, Guaíba hydrographic Basin, Brazil. **Atmos Environment** 39: 1829–1844.
- Mouli, P.C, Mohan, S.V. ve Redyy, S.J., 2005. Rainwater chemistry at a regional representative urban site: influence of terrestrial sources on ionic composition. **Atmos Environment** 39: 999–1008.
- Örnektekin, S., Mıstıkoğlu, S. ve Özyılmaz, G., 1999. İskenderun Körfezinde kurulu endüstrilerin hava kirlenmesine etkilerinin paniktiler madde içeriği açısından incelenmesi. **Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu**. pp.222-231.
- Özsoy, T., Saydam, C, Kubilay. N. ve Salihoğlu, I., 2000. Aerosol nitrate and non-scasalt sulfate over the eastern Mediterranean. **Global Atmospheric Ocean Sysl.** 40, 41-76.

- Özsoy, T. ve Saydam, A. C., 2000. Acidic and alkaline precipitation in the Cilician Basin, northeastern Mediterranean Sea. **Science Total Environment** 250, 93-109.
- Özsoy, T. ve Saydam, A. C., 2001. Iron speciation in precipitin in the north-eastern Mediterranean and its relationship with Sahara dust. **Atmospheric Chememistry**. 40, 41-76.
- Özsoy T., Örnektekin S.,2008. Trace elements in urban and suburban rainfall, Mersin, Northeastern Mediterranean. **Atmospheric Research** 94 (2009) 203–219
- Pandey, J.S., Kumar, R. ve Devotta, S., 2005. Health risks of NO₂, SPM and SO₂ in Delhi (India). **Atmos Environment** 39: 6868–6874.
- Sanusi, A., Wortham, H., Millet, M., Mirabel, P., 1996. Chemical composition of rainwater In Eastern France. **Atmospheric Environment**. 30(1), 59-71(13)
- Saylan, L., Toros, H., Sen, O., 2009. Back trajectory analysis of precipitation chemistry in the urban and forest areas of Istanbul, Turkey. **Clean-Soil Air Water** 37 (2), 132–135.
- Seto, S., Ohara, M. ve Dceda, Y., 1999. Analysis of precipitation chemistry at a rural site in Hiroshima prefecture Japan. **Atmospheric Environment**. 34, 621-628.
- Shimamura, T., Iwashitab, M., Iijima, S., Shintanib, M., Takakuc, Y.,2007. Major to Ultra trace elements in rainfall collected in suburban Tokyo. **Atmospheric Environment** 41 (2007) 6999–7010
- Song, F., Gao, Y., 2009. Chemical characteristics of precipitation at metropolitan Newarkin the US East Coast. **Atmospheric Environment** 43 (2009) 4903–4913
- Takeda, K., Marumonlo, K., Minamikawa. T., Sakugawa, H. ve Fujiwara, K., 2000. Three-year determination of trace metals and the lead isotope ratio in rain and snow depositions collected in Higashi-Hiroshima, Japan. **Atmospheric Environment**. 34, 4525—1535.
- Tanga, A., Zhuang, G., Wanga, Y., Yuana, H., Suna, Y., 2005. The chemistry of precipitation and its relation to aerosol in Beijing. **Atmospheric Environment** 39 (2005) 3397–3406
- Teixeira Elba, C., Migliavacca, D., Pereira Filho, S., Machado Andrea, C.M., Dallarosa, J. B., 2008. Study of wet precipitation and its chemical composition in South of Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc. Rio de Janeiro**. vol.80 no.2
- Türküm, A., Pekey, B., Pekey, H., Tuncel, G., 2008. Comparison of sources affecting chemical compositions of aerosol and rainwater at different locations in Turkey. **Atmospheric Research** 89 (4), 306–314.
- Uygur, N., Karaca, F., Alagha, O., 2009. Prediction of sources of metal pollution in rainwater in Istanbul, Turkey using factor analysis and long-range transport models. **Atmospheric Research**.ATMOS-02054; No of Pages 10
- Zeng, Y. ve Hopke, P. K.: 1989. A study of the sources of acid precipitation in Ontario, Canada. **Atmospheric Environment**. 23, 1499-1509.
- Zhang, Y., ve Qin, Y., 1998. The Chemical Characteristics of Springtime Precipitation in Lushan Mountains, East China. **Journal of Applied Meteorology**. 37(10) 1143–1152
- Zhang, M., Wang, S., Wu, F., Yuan, X., Zhang, Y., 2006. Chemical compositions of wet precipitation and anthropogenic influences at a developing urban site in southeastern China. **Atmospheric Research** 84 (2007) 311–322

- Zhanga, J., Liub, C., 2004. Major and rare earth elements in rainwaters from Japan and East China Sea: Natural and anthropogenic sources. **Chemical Geology** 209 (2004) 315–326
- Zunckhel, M., Saizar, C. ve Zarauz, J., 2003. Rainwater composition in Northeast Uruguay. **Atmospheric Environment** 37: 1601–1611.

TEŞEKKÜR

Master tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, yoluma ışık veren danışman Hocam Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dekanı Prof.Dr. Sermin ÖRNEKTEKİN' e teşekkürü bir borç bilirim.

Dokuz Eylül Üniversitesinde deneysel çalışmalarında ve tez yazım aşamasında büyük yardımları dokunan Öğretim Üyeleri Prof.Dr. Abdurrahman Bayram, Yetkin Dumanoğlu ve Melik Kara'ya teşekkür ederim.

Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında deneysel çalışmalarında yardımları dokunan Tuğba Özdemir ve Seher Mısırlıoğlu'na teşekkür ederim.

Çalışmamın numune toplama aşamasında ve deneysel çalışmalarında desteğini esirgemeyen meslektaşım İbrahim Sürmelioğlu'na teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında benden manevi desteğini esirgemeyen Ses ve Cumhuriyet Gazetesi Ödüllü Muhabiri Akın Bodur'a teşekkür ederim.

Son olarak bugüne kadar her anımda yanımda olan ve beni destekleyen annem Zeynep ÇAKMAKLI ve kardeşim Sevgi SOTO' ya teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında İskenderun'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilçede tamamladım. 1994 yılında girdiğim Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünü, 1998 yılında Kimyager unvanıyla bitirdim. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında master programına ve İskenderun İkem Kolejinde Kimya Öğretmenliği görevine başladım. 2002 yılında Master programını bırakmak zorunda kaldım. 2005 yılında göreve başladığım İskenderun Özel Atalar Kolejinde Müdür Yardımcısı ve Kimya Öğretmeni olarak göreve başladım ve halen devam etmekteyim.

EK:1

	(E/Al)yerkabuğu
Ca	0,504
Ba	$5,16 \cdot 10^{-3}$
Na	0,287
Cd	$2,39 \cdot 10^{-6}$
Co	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Cr	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Cu	$6,7 \cdot 10^{-4}$
Pb	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Li	$2,39 \cdot 10^{-4}$
Mg	0,283
Mn	0,012
Ni	$9,09 \cdot 10^{-4}$
Zn	$8,5 \cdot 10^{-4}$
Fe	0,684
K	0,254

Yerkabuğundaki elementlerin (E/Al) değerleri

EK: 2
Payas ilçesinde yapılan ölçüm sonuçları

PAYAS	pH	İletkenlik $\mu\text{S cm}^{-1}$	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Fe ($\mu\text{g/L}$)	Al ($\mu\text{g/L}$)	Pb ($\mu\text{g/L}$)	Zn ($\mu\text{g/L}$)	Ba ($\mu\text{g/L}$)	Cd ($\mu\text{g/L}$)
08.02.2009	5,28	157,2	1,43	0,37	3,94	3,24	6,14	69,86	6,82	1,1	22,9	1,65
10.02.2009	5,44	137	1,03	0,24	2,74	3,06	6,1	65,91	6,68	0,97	20,06	1,38
11.02.2009	5,95	122,1	0,45	0,16	2,28	2,2	6,07	64,02	2,54	0,85	18,39	0,89
16.02.2009	5,33	161,2	1,35	1,91	16	6,93	15,75	86,32	11,83	0,97	33,91	1,28
17.02.2009	5,55	108,3	0,49	0,92	11,71	4,91	10,08	72,12	5,53	0,83	22,37	1,17
18.02.2009	5,8	99,23	0,41	0,85	10,23	2,56	8,63	65,33	4,98	0,75	21,3	0,98
19.02.2009	5,78	96,7	0,38	0,82	9,49	3,47	6,8	60,87	4,23	0,66	20,07	0,73
21.02.2009	5,9	89,8	0,28	0,75	5,6	2,77	6,5	59,26	4,15	0,56	19,93	0,61
22.02.2009	6,2	54,9	0,24	0,16	2,09	1,91	6,1	54,76	3,53	0,31	14,07	0,55
24.02.2009	6,28	156,9	0,72	0,69	5,75	3,58	14,16	33,22	3,47	0,86	31,94	0,6
25.02.2009	6,33	141,2	0,65	0,35	4,03	2,56	11,33	30,31	2,63	0,65	29,33	0,48
27.09.2009	6,65	140	0,61	0,3	8,01	3,88	10,98	25,65	3,88	0,81	27,52	0,36
28.02.2009	6,7	139,6	0,45	0,21	7,59	3,23	10,33	21,97	3,14	0,77	26,1	0,21
05.03.2009	5,46	133,3	1,25	1,44	6,06	6,35	11,45	64,23	9,6	0,75	22,08	3,01
10.03.2009	5,5	108,3	1,01	1,39	5,09	4,63	13,34	52	7,6	0,74	19,44	1,55
14.03.2009	5,65	85,7	0,48	1,2	13,86	4,96	11,39	31,73	5,54	0,89	7,01	0,401
15.03.2009	5,8	75,3	0,23	0,89	8,63	3,65	10,21	30,2	4,32	0,66	6,56	0,32
16.03.2009	6,1	69,2	0,17	0,55	6,22	3,11	9,32	28,6	4,01	0,45	5,98	0,26
20.03.2009	6,33	139,5	1,25	1,43	18,03	1,47	10,17	64,8	9,01	0,81	7,11	0,56
24.03.2009	6,4	111,2	1,03	1,22	15,3	0,98	9,23	58,6	8,56	0,71	6,68	0,46
09.04.2009	5,23	170,2	1,76	3,35	10,31	5,27	16,66	50,21	9,49	0,93	29,88	1,69
15.04.2009	5,33	163,8	0,98	2,05	8,76	5,07	13,78	46,67	8,6	0,89	19,89	0,55
16.04.2009	5,4	145,2	0,23	1,92	7,61	4,56	12,62	22,53	7,4	0,83	17,46	0,52
17.04.2009	5,55	150,6	0,35	2,05	6,74	5,01	17,32	34,87	8,05	0,78	20,11	1,77
25.04.2009	5,29	141,9	0,22	1,91	5,51	4,45	14,18	58,3	7,75	0,62	18,44	0,73
26.04.2009	5,6	143,6	1,65	3,01	9,63	5,63	15,56	92,2	12,56	0,86	15,63	1,53
02.05.2009	5,3	100,65	0,91	2,04	6,1	4,85	13,62	89,1	10,11	0,61	10,51	0,95
05.05.2009	5,9	98,9	0,89	1,89	5,32	3,22	11,32	78,1	8,56	0,56	9,33	0,88
06.05.2009	6,1	88,63	0,56	1,11	3,79	1,56	10,79	63,21	6,28	0,32	8,93	0,48
07.05.2009	6,3	70,3	0,45	0,89	2,23	1,01	9,41	51,5	5,23	0,23	6,45	0,31

EK:3
Payas ilçesinde yapılan ölçüm sonuçları

PAYAS	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
08.02.2009	2,26	3,44	3,52	0,35	2,51	4,17	30,15	30,14	16,39
10.02.2009	1,14	2	3,41	0,18	1,89	1,78	19,31	10,93	14,44
11.02.2009	0,96	1,22	1,55	0,14	1,11	0,4	6,75	2,74	4,98
16.02.2009	6,55	4,47	4,17	0,89	7,02	1,95	19,44	18,94	14,46
17.02.2009	6,47	3,47	3,31	0,55	6,01	1,18	11,26	10,17	11,62
18.02.2009	5,63	2,98	3,25	0,42	5,63	1,13	10,63	8,65	8,11
19.02.2009	4,19	1,66	3,09	0,3	2,98	1,14	9,84	5,60	5,25
21.02.2009	2,15	0,52	1,81	0,22	2,05	0,72	7,75	2,60	4,24
22.02.2009	1,81	0,32	1,16	0,19	1,05	0,26	6,92	4,97	4,98
24.02.2009	2,36	0,57	5,14	0,5	1,81	2	12,42	3,66	4,11
25.02.2009	1,53	0,44	4,32	0,35	0,95	1,55	10,36	3,05	3,95
27.09.2009	2,01	0,61	2,56	0,3	1,35	1,03	9,03	2,69	2,98
28.02.2009	1,98	0,56	1,47	0,26	1,11	0,29	6,13	1,65	2,38
05.03.2009	7,34	5,71	4,86	0,77	21,38	0,71	19,13	9,90	14,54
10.03.2009	5,17	4,18	2,6	0,62	9,95	0,54	9,93	7,33	5,05
14.03.2009	3,03	4,11	1,6	0,53	4,94	0,51	6,77	6,32	4,33
15.03.2009	2,33	3,64	1,2	0,22	3,64	0,45	6,22	5,22	4,01
16.03.2009	2,05	2,21	1,03	0,11	3,01	0,36	6,01	2,89	3,36
20.03.2009	2,12	5,92	5,09	0,64	19,13	0,99	7,38	3,62	6,15
24.03.2009	1,98	4,23	4,65	0,55	11,2	0,63	6,89	2,99	5,26
09.04.2009	6,04	1,35	3,47	0,27	17,72	1,9	19,42	18,51	17,61
15.04.2009	4,45	1,3	3,07	0,2	17,16	0,98	16,90	15,78	15,27
16.04.2009	3,73	1,24	2,5	0,13	16,18	0,31	11,37	11,15	4,67
17.04.2009	4,65	2,09	2,13	0,92	15,87	0,63	12,69	10,11	9,56
25.04.2009	3,25	1,93	1,98	0,56	11,75	0,58	10,14	9,93	7,75
26.04.2009	6,01	5,03	5,52	0,78	15,23	3,35	15,63	9,36	15,63
02.05.2009	5,17	3,74	4,23	0,56	10,01	2,52	10,58	8,67	14,36
05.05.2009	4,63	2,25	4,02	0,46	8,23	1,63	9,36	5,63	11,23
06.05.2009	3,09	1,96	3,14	0,33	7,2	0,85	8,81	4,95	9,36
07.05.2009	2,25	1,06	2,98	0,12	5,32	0,5	6,56	3,96	7,63

EK:4
İSDEMİR bölgesinde yapılan ölçüm sonuçları

İSDEMİR	pH	İletkenlik μS cm ⁻¹	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (μg/L)	Al (μg/L)	Pb (μg/L)	Zn (μg/L)	Ba (μg/L)	Cd (μg/L)
08.02.2009	5,6	152,9	1,37	0,9	2,92	3,39	6,13	82,99	7,92	0,96	22,7	1,78
10.02.2009	5,77	101,9	1,23	0,12	2,67	2,2	6,05	76,67	5,27	0,94	18	1,49
11.02.2009	6,01	38,7	0,65	0,08	2,39	1,87	6,01	72,25	2,69	0,77	15,94	1,12
16.02.2009	5,55	137,6	0,89	1,96	6,34	3,14	12,81	99,03	15,45	0,61	37,99	1,38
17.02.2009	5,61	98,2	0,72	0,76	3,55	2,77	9,27	86,13	14,25	0,76	37,29	0,99
18.02.2009	5,9	93,2	0,52	0,55	3,26	2,61	5,87	57,48	11,82	0,9	27,17	0,55
19.02.2009	6,01	90	0,35	0,33	3,06	1,95	5,54	50,12	10	0,63	15,2	0,44
21.02.2009	6,3	95,7	0,43	0,21	2,44	1,64	4,06	31,63	9,21	0,37	11,85	0,28
22.02.2009	5,8	89,5	0,41	0,4	1,05	1,26	3,08	29,6	9,01	0,45	6,67	0,11
24.02.2009	6	155	0,89	0,91	9,21	4,02	15,2	41,2	11,3	0,87	11,21	2,67
25.02.2009	6,08	145,3	0,78	0,83	8,05	3,8	14,62	35,49	9,43	0,55	8,78	1,36
27.09.2009	6,5	120	0,65	0,91	7,35	3,21	14,22	25,6	9,03	0,85	9,14	1,22
28.02.2009	6,9	108	0,43	0,71	5,99	2,91	13,974	14,47	8,96	0,76	7,32	0,64
05.03.2009	5,56	171,1	2,49	0,69	13,85	3,92	14,67	60,3	8,87	0,87	15,31	1,74
10.03.2009	5,6	157,9	2,21	3,16	10,34	3,58	11,03	52,3	3,5	0,76	10,55	0,94
14.03.2009	5,4	116,3	1,06	2,67	7,42	2,96	7,62	46,65	2,41	0,71	8,48	0,76
15.03.2009	5,35	100,3	0,98	1,23	6,32	1,52	6,33	35,2	1,22	0,66	7,36	0,62
16.03.2009	5,89	91,63	0,65	1,03	5,55	1,02	5,32	30,3	1,01	0,51	6,95	0,38
20.03.2009	6,1	174,8	2,96	4,01	20,1	6,33	15,1	52,02	5,14	0,89	16,87	0,54
24.03.2009	5,98	150,2	2,23	3,53	18,11	5,52	6,36	45,6	4,23	0,35	10,23	0,25
09.04.2009	5,44	142,3	1,71	2,04	12,68	6,87	11,95	48,78	8,38	0,81	12,84	2,91
15.04.2009	5,56	131,3	1,56	2,01	12,45	5,43	11,3	55,65	7,1	0,86	9,98	1,89
16.04.2009	5,7	124,7	1,25	1,94	11,53	3,57	10,52	47,34	6,71	0,74	8,89	1,1
17.04.2009	5,8	122,2	0,71	0,45	5,71	2,01	6,04	32,91	1,96	0,54	5,74	0,62
25.04.2009	6,09	120,6	1,13	1,1	6,3	1,33	7,31	66,3	5,95	0,63	9,55	1,37
26.04.2009	6,11	112,7	0,98	0,77	4,32	1,01	5,32	54,21	4,23	0,48	8,67	1,1
02.05.2009	5,85	132,1	2,12	2,98	8,65	3,23	15,52	80,26	8,52	1,05	15,65	1,03
05.05.2009	6,23	108,7	1,05	2,01	6,12	2,02	12,46	75,6	6,27	0,86	10,06	0,74
06.05.2009	6,34	101,5	0,95	1,85	5,96	1,89	10,35	70,23	5,63	0,56	9,38	0,65
07.05.2009	6,55	95,32	0,74	1,57	5,46	1,63	6,36	66	3,02	0,42	8,23	0,41

EK:5
İSDEMİR bölgesinde yapılan ölçüm sonuçları

İSDEMİR	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
08.02.2009	5,71	1,75	6,52	0,48	2,39	1,56	14,78	14,76	14,31
10.02.2009	3,62	1,54	6,05	0,26	1,06	1,46	12,72	3,41	4,14
11.02.2009	1,93	0,85	4,8	0,14	0,15	0,91	6,08	3,13	2,20
16.02.2009	8,8	1,55	7,84	0,57	6,12	5,78	17,64	18,29	15,89
17.02.2009	6,15	0,88	6,06	0,49	5,83	3,14	11,37	12,75	11,76
18.02.2009	8,12	0,61	5,27	0,16	5,7	2,82	8,82	10,41	9,22
19.02.2009	5,66	0,56	4,36	0,12	4,66	2	8,66	9,56	8,63
21.02.2009	3,43	0,38	3,39	0,13	4,04	1,89	8,71	9,17	7,08
22.02.2009	1,06	0,16	1,74	0,05	2,32	1,45	7,62	5,01	4,76
24.02.2009	4,96	0,2	4,36	0,12	7,02	1,03	7,06	4,96	4,06
25.02.2009	3,56	0,56	3,62	0,1	5,33	0,27	6,17	4,28	3,95
27.09.2009	2,65	0,35	6,14	0,16	3,63	0,23	5,80	3,55	3,41
28.02.2009	1,49	0,12	5,36	0,11	2,36	0,15	5,14	2,47	2,58
05.03.2009	4,06	2,86	4,77	0,65	14,42	0,46	10,02	8,65	9,16
10.03.2009	4,81	0,73	3,41	0,46	9,17	0,36	9,99	10,89	8,09
14.03.2009	4,59	0,48	2,31	0,32	8,63	0,25	8,36	9,20	5,36
15.03.2009	3,62	0,35	1,93	0,26	5,32	0,15	7,22	7,56	4,66
16.03.2009	2,51	0,29	1,01	0,14	2,79	0,11	6,15	6,32	3,24
20.03.2009	1,56	1,54	2,5	0,26	6,49	0,38	8,79	5,92	4,28
24.03.2009	1,03	0,85	1,09	0,15	4,33	0,26	6,77	4,21	3,65
09.04.2009	3,86	3,59	9,02	0,33	13	2,75	12,17	3,13	24,36
15.04.2009	3,04	2,23	8,1	0,31	12,88	1,98	9,76	6,89	15,06
16.04.2009	2,74	1,1	7,13	0,24	11,87	1,34	8,90	5,59	13,77
17.04.2009	1,89	0,73	6,03	0,16	11,41	0,35	6,01	1,77	2,43
25.04.2009	4,06	1,67	6,6	0,4	10,81	0,94	9,26	4,89	4,02
26.04.2009	3,12	0,89	5,67	0,26	8,65	0,65	8,88	3,45	3,55
02.05.2009	5,64	5,32	6,53	0,95	10,65	2,01	15,25	16,22	11,32
05.05.2009	4,01	5,11	5,32	0,7	9,12	1,27	10,01	14,52	10,86
06.05.2009	3,23	4,09	4,23	0,52	8,9	1,13	8,99	10,82	8,63
07.05.2009	1,49	2,59	2,14	0,32	7,56	0,92	7,32	7,56	7,45

EK:6
Sarımazı'da yapılan ölçüm sonuçları

SARIMAZI	pH	İletkenlik µS cm ⁻¹	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (µg/L)	Al (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)
08.02.2009	6,15	99,5	3,07	1,17	7,07	5,55	6,04	70,08	5,06	0,97	20,09	0,71
10.02.2009	6,33	77	0,97	0,48	3,44	4,18	5,07	59,8	4,27	0,88	15,73	0,41
11.02.2009	6,52	60,6	0,71	0,11	1,7	2,82	4,07	51,91	1,75	0,8	14,39	0,47
16.02.2009	6,69	91,45	1,17	0,89	9,08	4,15	9,05	71,22	7,67	1,04	20,01	1,21
17.02.2009	6,58	86,9	0,92	0,73	7,63	6,63	8,98	65,5	6,77	0,98	19,3	0,7
18.02.2009	6,33	78,9	0,66	0,62	7,02	3,35	7,74	18,86	4,02	0,73	13,45	0,68
19.02.2009	6,27	75,3	0,41	0,48	6,66	1,47	6,06	14,22	1,95	0,62	12,79	0,2
21.02.2009	6,52	70,3	0,3	0,45	3,54	1,5	5,98	13,45	2,08	0,54	11,34	0,19
22.02.2009	6,77	68,9	0,35	0,42	3,26	1,34	5,63	12,89	1,55	0,32	10,8	0,16
24.02.2009	6,65	60,2	0,28	2,21	2,54	2,47	12,96	45,43	5,18	0,35	21,43	0,75
25.02.2009	6,77	68,3	0,15	1,98	1,99	2,34	11,3	40,1	4,23	0,45	19,55	0,61
27.02.2009	6,45	65,4	0,41	1,36	1,55	2,13	10,98	39,4	3,24	0,32	17	0,53
28.02.2009	6,8	55,4	0,11	0,73	1,02	2,17	10,41	38,56	2,28	0,19	13,22	0,31
05.03.2009	6,1	66	1,44	1,21	4,91	1,5	13,47	56,57	3,99	0,77	15,84	0,96
10.03.2009	6,15	58,5	0,74	1,9	3,96	1,38	11,77	50,4	3,32	0,73	6,58	0,76
14.03.2009	6,2	48,9	2,63	1,52	3,82	1,02	10,19	47,21	2,66	0,63	6,1	0,68
15.03.2009	6,3	45,3	2,3	1,55	3,02	0,93	8,45	36,67	2,02	0,56	5,78	0,56
16.03.2009	6,41	40,12	1,56	1,21	2,67	0,73	7,19	18,26	1,65	0,41	5,34	0,47
20.03.2009	6,6	37,8	1,34	1,09	5,78	0,5	5,67	15,82	1,09	0,33	4,98	0,4
24.03.2009	6,73	69,4	2,99	1,91	13,86	1,52	11,79	77,67	3,58	0,78	6,58	0,62
09.04.2009	6,33	98,2	1,14	1,85	12,7	3,16	10,44	88,66	6,013	0,91	15,02	0,55
15.04.2009	6,67	69,2	0,76	0,38	7,47	2,83	9,98	82,88	3,09	0,75	9,98	0,48
16.04.2009	6,63	66,2	0,54	0,25	5,12	1,01	5,85	53,59	1,92	0,66	4,64	0,46
17.04.2009	6,3	59,87	0,43	0,12	4,98	0,93	4,43	45,89	1,15	0,56	3,67	0,38
25.04.2009	6,8	80,9	1,11	0,76	8,34	2,01	9,12	70,56	2,96	0,98	7,76	0,77
26.04.2009	6,92	71,3	0,81	0,58	7,11	1,7	7,85	63,4	2,3	0,78	6,75	0,63
02.05.2009	6,7	85,63	1,95	1,56	10,2	5,63	12,65	56,36	6,36	0,89	16,36	0,98
05.05.2009	6,33	71,9	0,77	1,33	9,41	3,58	11,83	45,12	3,12	0,79	15,5	0,75
06.05.2009	6,4	65,32	0,56	1,23	7,55	2,56	8,56	40,36	2,55	0,65	14,3	0,66
07.05.2009	6,9	62,2	0,32	1,03	4,89	1,31	5,87	38,6	2,01	0,34	11,8	0,24
08.05.2009	7,12	53,21	0,22	0,36	3,78	1,02	4,36	30,23	1,69	0,26	8,63	0,15

EK:7
Sarımazı'da yapılan ölçüm sonuçları

SARIMAZI	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
08.02.2009	7,5	1,44	0,58	0,77	6	2	5,68	3,96	4,80
10.02.2009	4,97	0,78	0,56	0,15	5,33	1,46	2,32	2,46	1,02
11.02.2009	1,04	0,121	0,48	0,1	4,71	0,93	0,54	0,54	0,60
16.02.2009	8,13	1,59	2,16	0,62	4,67	3,66	5,61	2,28	6,25
17.02.2009	5,46	0,86	0,61	0,6	3,45	1,93	4,62	2,11	5,31
18.02.2009	4,41	0,69	0,56	0,42	2,65	0,64	3,50	1,32	4,33
19.02.2009	2,45	0,5	0,18	0,22	1,62	0,4	2,56	0,96	2,26
21.02.2009	2,12	0,36	0,33	0,19	1,21	0,55	3,56	2,22	5,55
22.02.2009	1,43	0,26	0,24	0,13	0,96	0,5	2,34	1,23	3,44
24.02.2009	3,47	0,71	1,38	0,77	6,9	1,4	6,04	2,76	6,31
25.02.2009	3,21	0,65	1,34	0,7	5,6	0,95	5,32	2,09	5,34
27.02.2009	3,01	0,53	1,01	0,68	5,01	0,8	5,01	1,99	4,89
28.02.2009	2,97	0,47	0,87	0,64	4,5	0,7	4,63	1,25	2,24
05.03.2009	5,26	0,97	0,3	0,16	7,12	0,64	6,10	3,56	2,43
10.03.2009	4,02	0,6	0,25	0,15	6,6	0,5	5,98	3,14	1,47
14.03.2009	3,9	0,41	0,15	0,12	6,39	0,43	4,56	2,65	1,30
15.03.2009	3,83	0,35	0,11	0,11	6,01	0,34	4,02	2,01	0,93
16.03.2009	2,67	0,26	0,1	0,08	5,32	0,21	3,45	1,96	0,87
20.03.2009	1,29	0,2	0,12	0,09	4,67	0,1	1,37	1,00	0,57
24.03.2009	4,35	0,55	0,25	0,11	6,53	0,2	1,42	1,84	0,97
09.04.2009	1,53	0,63	1,7	0,39	9,03	1,89	6,76	2,89	2,95
15.04.2009	1,48	0,6	0,47	0,34	8,55	1,34	5,03	2,26	2,32
16.04.2009	0,55	0,38	0,26	0,14	7,89	1,4	2,01	1,03	1,12
17.04.2009	0,4	0,25	0,19	0,09	6,55	0,98	1,33	0,87	1,01
25.04.2009	1,66	0,66	0,89	0,59	8,87	2,03	5,23	1,12	3,14
26.04.2009	1,03	0,46	0,54	0,25	7,65	1,88	4,76	2,09	2,44
02.05.2009	1,65	1,01	1,71	0,64	8,5	3,32	7,36	4,36	5,63
05.05.2009	1,29	0,96	1,46	0,33	7,2	2,01	6,26	3,06	2,15
06.05.2009	0,95	0,62	0,78	0,26	6,32	1,65	5,02	2,85	1,98
07.05.2009	0,67	0,22	0,57	0,13	5,96	1,22	5,37	2,22	1,41
08.05.2009	0,35	0,13	0,15	0,1	3,36	0,5	4,21	1,95	1,06

EK:8
Şehir Merkezinde yapılan ölçüm sonuçları

Ş.MERKEZİ	pH	İletkenlik µS cm ⁻¹	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (µg/L)	Al (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)	Ba (µg/L)	Cd (µg/L)
08.02.2009	6,2	89,3	2,16	0,76	5,46	2,82	6,11	81,45	4,85	1	11,1	0,48
10.02.2009	6,45	64,3	1,42	0,16	2,67	2,2	5,1	75,99	3,52	0,94	8	0,35
11.02.2009	7,06	61,7	0,25	0,08	0,42	1,9	4,1	68,82	3,27	0,82	6,43	0,3
16.02.2009	7,02	113,1	1,47	1,98	6,48	4,52	11,7	80,01	5,5	1,09	15,03	1,13
17.02.2009	6,31	74,7	0,82	0,86	6,12	4,48	6,22	69,56	4,9	0,97	8,68	1,01
18.02.2009	6,56	69,76	0,8	0,82	5,43	4,01	6,02	63,23	4,76	0,9	8,09	0,95
19.02.2009	6,01	63,8	0,79	0,75	4,45	3,48	5,95	55	4,61	0,87	7,5	0,87
21.02.2009	6,33	60,6	0,69	0,7	4,01	3,09	5,84	34,52	4	0,75	6,89	1
22.02.2009	6,26	59,8	0,45	0,65	3,66	2,76	5,67	26,8	3,74	0,59	6,32	0,95
24.02.2009	6,22	55,5	0,29	0,6	3,2	2,5	5,77	18,75	3,01	0,48	6,06	0,88
25.02.2009	6,42	45,8	0,14	0,14	1,89	2,41	5,15	12,33	1,39	0,44	5,44	0,82
27.02.2009	6,5	89,3	0,31	2,53	9,02	4,01	4,78	30,7	4,94	0,65	19,3	0,74
28.02.2009	6,7	87,2	0,22	1,22	6,51	2,26	4,67	27,43	1,1	0,46	15,27	0,42
05.03.2009	6,22	101,3	1,9	2,39	15,3	6,37	10,76	80,01	9,18	0,84	13,41	1,4
10.03.2009	6,44	91,1	1,51	2,03	12,99	4,92	9,6	75,3	8,3	0,79	13,8	0,92
14.03.2009	6,5	71,8	1,32	1,9	11,82	4,56	8,34	70,3	7,63	0,69	10,75	0,83
15.03.2009	6,66	71,2	1,15	1,89	9,08	4,02	7,98	65,3	6,23	0,52	9,63	0,76
16.03.2009	6,7	65,1	1,1	1,24	8,3	3,21	6,56	42,64	2,05	0,46	9,01	0,7
20.03.2009	7,03	60,3	0,64	0,25	7,2	1,24	6,01	20,33	1,78	0,39	8,33	0,62
24.03.2009	6,45	56,9	0,44	0,13	7,6	2,25	11,86	41,73	5,49	0,74	11,68	0,85
09.04.2009	6,37	88,2	2,77	2,27	12,58	1,85	11,01	91,72	8,14	0,92	8,35	1,49
15.04.2009	6,17	75,2	1,22	0,63	5,24	1,5	10,43	85,38	4,7	0,67	6,75	0,76
16.04.2009	6,24	66,2	0,95	0,37	3,85	0,58	8,01	27,57	1,29	0,25	5,44	0,64
17.04.2009	6,3	57,7	0,67	0,25	2,9	0,39	7,55	21,56	1,01	0,12	3,98	0,43
25.04.2009	6,35	85,9	1,87	0,65	6,32	1,03	7,48	50,11	2,54	0,72	6,91	0,81
26.04.2009	6,41	77,2	1,15	0,58	5,35	0,67	7,09	39,19	2,16	0,62	6,51	0,66
02.05.2009	6,45	100,2	2,56	1,65	6,56	3,44	10,56	50,63	5,36	0,63	19,1	2,03
05.05.2009	6,78	87,7	1,01	0,67	5,84	2,22	9,78	29,9	4,39	0,88	18,5	1,36
06.05.2009	6,6	69,8	0,95	0,53	4,67	2,02	8,69	20,36	2,52	0,96	18,23	1,05
07.05.2009	6,81	59,3	0,88	0,21	4,55	1,26	8,04	18,25	1,62	0,58	17,48	0,78
08.05.2009	6,74	50,36	0,53	0,19	3,23	1,03	7,52	15,65	1,23	0,44	15,22	0,55

EK:9
Şehir Merkezinde yapılan ölçüm sonuçları

Ş.MERKEZİ	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
08.02.2009	5,28	2,14	0,6	0,5	5,01	2,82	5,52	4,34	4,80
10.02.2009	3,82	1,83	0,48	0,21	4,41	2,22	1,34	1,86	2,58
11.02.2009	3,6	0,9	0,19	0,16	3,28	1,81	0,36	0,34	1,55
16.02.2009	5,37	1,66	1,77	0,88	5,61	1,7	5,78	4,95	6,32
17.02.2009	4,29	1,38	0,74	0,73	5,43	1,12	5,66	3,46	6,23
18.02.2009	3,69	1,07	0,8	0,6	5,09	1	5,33	3,18	5,34
19.02.2009	1,25	0,89	0,54	0,56	4,32	1,09	4,65	2,77	4,74
21.02.2009	1,2	0,7	0,46	0,46	3,78	0,95	4,3	2,38	4,5
22.02.2009	1,11	0,69	0,34	0,32	3,01	0,88	3,98	2,21	4,11
24.02.2009	1,14	0,76	0,27	0,2	2,59	0,93	3,51	2,17	3,95
25.02.2009	1,13	0,68	0,19	0,14	1,74	0,62	5,45	2,26	4,02
27.02.2009	5,28	0,55	1,46	0,52	8,98	0,5	5,71	2	7,05
28.02.2009	2,58	0,42	0,58	0,15	5,15	0,38	5,30	1,98	3,89
05.03.2009	5,37	0,53	1,48	0,71	9,18	1,31	4,55	3,04	6,25
10.03.2009	4,09	0,48	1,11	0,68	8,1	1,23	3,87	2,64	5,29
14.03.2009	1,81	0,36	1,01	0,6	7,09	1,1	3,55	2,28	3,42
15.03.2009	1,64	0,26	0,95	0,55	6,85	0,95	3,20	2,13	3,00
16.03.2009	1,32	0,17	0,9	0,52	6,2	0,75	3,00	2,10	2,95
20.03.2009	1,21	0,14	0,87	0,46	5,6	0,28	2,96	1,95	2,56
24.03.2009	1	0,65	1,01	0,88	8,11	0,67	3,91	2,31	5,32
09.04.2009	3,49	1,11	1,94	0,45	8,16	0,68	4,51	3,41	5,43
15.04.2009	1,56	0,89	1,1	0,24	5,02	0,47	4,00	2,03	5,21
16.04.2009	1,08	0,21	0,97	0,15	4,2	0,38	2,35	1,37	4,41
17.04.2009	0,91	0,14	0,55	0,1	3,21	0,23	1,46	1,14	3,22
25.04.2009	3,4	0,62	1,21	0,22	7,31	0,75	6,23	4,55	4,58
26.04.2009	1,23	0,47	1,03	0,18	6,7	0,62	3,08	2,70	2,71
02.05.2009	2,87	1,23	1,89	1	10,05	3,36	5,66	5,63	6,36
05.05.2009	1,64	0,68	1,47	0,77	9,49	3,21	4,35	2,03	5,91
06.05.2009	1,32	0,58	1,06	0,68	8,56	2,65	3,98	1,98	4,65
07.05.2009	0,88	0,27	0,95	0,6	7,99	1,08	3,24	1,01	4,11
08.05.2009	0,63	0,19	0,56	0,45	6,3	0,98	1,26	0,98	3,38

EK:10
İsos 'da yapılan ölçüm sonuçları

İSOS	pH	İletkenlik μS cm ⁻¹	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (μg/L)	Al (μg/L)	Pb (μg/L)	Zn (μg/L)	Ba (μg/L)	Cd (μg/L)
08.02.2009	6	70,6	1,48	0,79	3,01	3,66	5,08	57,26	6,61	0,89	5,53	1,29
10.02.2009	6,77	62,6	0,77	0,14	2,28	3,22	3,08	53,8	5,15	0,83	3,52	0,8
11.02.2009	6,58	60,5	0,48	0,16	2,15	3,09	4,04	51,82	2,24	0,63	2,54	0,77
16.02.2009	6,78	134,8	2,6	2,08	9,31	7,34	10,17	81,63	9,66	0,98	17,89	1,7
17.02.2009	6,49	87,6	2,1	1,05	6,29	4,61	8,1	78,11	6,7	0,9	13,37	1,6
18.02.2009	6,71	85,4	1,21	1,72	4,66	2,81	6,07	75	5,41	0,79	8,13	1,1
19.02.2009	6,11	76,6	1,19	0,43	4,54	1,83	5,73	60,1	4,33	0,76	6,1	1,04
21.02.2009	6,41	53,8	0,76	0,38	2,28	1,45	4,22	58,47	3,6	0,73	5,6	0,79
22.02.2009	6,33	50,1	0,7	0,3	4,6	1,3	4	45,88	1,6	0,72	5,1	0,66
24.02.2009	6,41	85	0,65	0,5	5,8	2,88	3,98	36,3	1,32	0,65	4,33	0,45
25.02.2009	6,5	76,2	0,62	0,42	4,65	2,49	3,02	32,46	1,2	0,61	3,65	0,3
27.02.2009	6,55	70,4	0,52	0,36	5,11	2,12	2,94	30,1	1,11	0,56	2,35	0,29
28.02.2009	6,47	67,7	0,45	0,28	4,21	1,56	1,65	25,23	1,04	0,52	1,65	0,13
05.03.2009	6,11	87,2	2,67	1,84	15,79	6,05	11,04	60,51	5,96	0,87	10,04	1,27
10.03.2009	6,23	81,3	1,48	0,81	13,8	3,79	10,67	55,6	5,02	0,78	6,24	1,17
14.03.2009	6,45	67,2	1,25	0,23	12,31	2,56	10,62	50,3	4,65	0,65	5,29	1,15
15.03.2009	6,66	55,2	1,11	0,43	8,18	2,03	8,04	45,3	4,33	0,53	4,61	1,1
16.03.2009	6,95	50,12	1,03	0,39	7,65	1,37	7,3	34,44	2,44	0,45	4,03	0,98
20.03.2009	6,8	41,3	0,98	0,26	6,9	1,23	6,45	15,61	1,96	0,32	3,88	0,76
24.03.2009	6,18	39,2	3,2	0,24	5,6	1,47	5,98	25,6	2,06	0,6	2,3	1,2
09.04.2009	6,46	101,2	2,26	2,94	11,95	8,56	10,4	93,27	5,23	0,93	9,53	0,43
15.04.2009	6,36	95,3	2,28	1,38	9,75	6,93	9,83	78,08	3,35	0,85	7,32	0,71
16.04.2009	6,32	59,2	1,12	1,04	7,56	5,61	8,57	62,92	1,77	0,78	5,67	0,38
17.04.2009	6,4	53,1	1,01	0,98	6,89	4,98	5,5	59,23	1,21	0,54	4,33	0,29
25.04.2009	6,5	75,3	2,9	2,34	9,14	8,55	10,23	80,3	7,12	0,98	9,51	0,65
26.04.2009	7,16	69,3	1,28	1,27	8,98	6,64	9,19	71,56	5,6	0,84	8,33	0,53
02.05.2009	6,22	70,2	1,92	2,85	5,33	3,52	11,23	70,85	9,65	0,77	11,26	0,58
05.05.2009	6,43	67,1	1,78	2,65	4,21	3,06	10,29	55,87	7,79	0,48	10,05	0,38
06.05.2009	6,55	59,23	1,52	1,21	4,02	2,98	8,26	46,32	7,4	0,25	8,25	0,27
07.05.2009	6,71	56,7	0,65	1,03	3,33	2,5	7,43	39,88	6,2	0,12	6,26	0,18
08.05.2009	6,81	45,63	0,55	0,98	2,31	1,26	6,78	30,23	5,4	0,1	5,32	0,12

EK:11
İsos'da yapılan ölçüm sonuçları

İSOS	Co (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Li (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)
08.02.2009	3,33	1,19	1,73	0,47	2,58	2,87	5,99	4,31	18,53
10.02.2009	2,9	0,56	0,71	0,28	1,98	1,08	3,94	2,72	15,49
11.02.2009	1,8	0,37	0,57	0,15	1,67	1,04	2,75	1,60	12,45
16.02.2009	5,85	2,08	1,94	0,29	7,99	3,23	5,95	3,56	17,57
17.02.2009	4,53	1,22	1,68	0,27	5,88	2,49	5,07	3,41	16,28
18.02.2009	2,84	1,13	1,49	0,2	4,76	1,82	4,65	3,15	16,22
19.02.2009	1,8	1,03	1,11	0,11	4,16	1,4	3,35	2,74	15,26
21.02.2009	0,94	0,95	0,55	0,99	3,59	1,14	2,37	2,22	14,41
22.02.2009	0,9	0,86	0,62	0,94	2,55	0,99	2,03	1,05	14,31
24.02.2009	0,84	0,65	0,55	0,95	2,34	0,73	1,65	1,86	13,57
25.02.2009	0,73	0,6	0,49	0,76	2,03	0,62	1,52	1,65	8,00
27.02.2009	0,52	0,52	0,42	0,55	1,56	0,55	1,23	1,23	7,30
28.02.2009	0,24	0,27	0,38	0,14	1,33	0,32	1,01	1,1	6,21
05.03.2009	2,16	0,62	1,97	0,92	10,94	0,58	4,55	3,43	17,31
10.03.2009	2,01	0,52	1,74	0,87	8,11	0,51	3,56	2,41	16,56
14.03.2009	1,98	0,46	1,62	0,65	7,15	0,48	3	2,3	16,36
15.03.2009	1,56	0,41	1,56	0,52	7,01	0,39	2,95	2,11	15,24
16.03.2009	1,44	0,34	1,51	0,31	6,81	0,31	2,60	1,95	13,20
20.03.2009	1,31	0,11	1,49	0,13	6,55	0,28	2,30	1,90	9,60
24.03.2009	1,14	0,52	0,97	0,16	6,35	0,47	1,37	1,85	8,50
09.04.2009	1,01	1,44	1,74	0,93	6,36	2,31	3,90	4,81	17,30
15.04.2009	3,4	0,89	1,24	0,32	4,08	2,23	2,67	3,46	15,27
16.04.2009	3,1	0,75	0,66	0,22	2,8	1,67	2,56	2,08	14,67
17.04.2009	2,5	0,39	0,31	0,16	1,24	0,96	1,22	1,22	13,00
25.04.2009	2,2	0,97	1,01	0,43	3,42	2,11	3,04	3,14	12,34
26.04.2009	1,99	0,83	0,61	0,12	2,57	1,22	2,69	2,91	11,21
02.05.2009	2,91	0,89	1,89	0,78	10,03	1,85	4,82	3,08	16,06
05.05.2009	2,16	0,62	1,6	0,67	9,14	1,57	4,62	2,94	15,27
06.05.2009	1,98	0,53	1,45	0,55	8,75	0,95	3,45	2,28	13,25
07.05.2009	1,57	0,41	1,34	0,16	8,5	0,78	3,39	2,14	10,30
08.05.2009	0,68	0,33	0,98	0,11	7,36	0,53	2,1	1,85	9,12