

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

**OTOMATİK YAŞ-KURU BİRİKİM ÖRNEKLEME CİHAZININ**  
**TASARIMI VE YAŞ-KURU BİRİKİMLERDEKİ İYON**  
**KONSANTRASYONUNUN METEOROLOJİK ŞARTLARLA**  
**İLİŞKİSİ**

**Mahmut DEĞİRMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**FİZİK ANABİLİM DALI**  
**FİZİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU**

**İSTANBUL 2011**

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

**OTOMATİK YAŞ-KURU BİRİKİM ÖRNEKLEME CİHAZININ**  
**TASARIMI VE YAŞ-KURU BİRİKİMLERDEKİ İYON**  
**KONSANTRASYONUNUN METEOROLOJİK ŞARTLARLA**  
**İLİŞKİSİ**

**Mahmut DEĞİRMİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**FİZİK ANABİLİM DALI**  
**FİZİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU**

**İSTANBUL 2011**

# TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmamı yönlendiren ve destekleyen tez danıŐmanı hocam Sayın Yrd. Doç. Dr Bülent O. AKKOYUNLU' ya, cihazın elektronik devresinin tasarımı ve çizimi konusunda özverili çalıŐmasından dolayı Sayın Prof. Dr. Murat DOĞRUDEL' e, yağmur sularının analizi esnasında benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Ceng SESAL, Yakup ACAR ve zkan GLABİ' ye, cihazın mekanik kısmını yapmama yardımcı olan dostlarım Fatih TUGAY, Erol ŐAYBAK ve Ferhat ÖNER' e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SEMBOLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	viii
TABLolar .....	ix
ŞEKİLLER .....	x
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II .....	2
GENEL BİLGİLER.....	2
II.1 Hava Kirleticiler.....	2
II.1.1 Kükürt Oksitler (SO <sub>x</sub> ) .....	5
II.1.2 Azot Oksitler (NO <sub>x</sub> ) .....	5
II.1.3 Karbon Monoksit ( CO ) .....	6
II.1.4 Hidrokarbonlar (HC) .....	6
II.1.5Asılı Parçacıklar.....	7
II.2 Asit Birikim ve Asit Yağmurları.....	7
II.3 İstanbul İklimi ve Meteorolojisi.....	11
II.3.1 Basınç ( Ortalama Aktüel Basınç ) .....	11
II.3.2 Sıcaklık.....	12
II.3.3 Bağıl Nem.....	13
II.3.4 Bulutluluk.....	13
II.3.5 Yağış.....	13
II.3.6 Rüzgar.....	14
II.3.7 Sis.....	14

<b>II.4 Yaş ve Kuru Birikim.....</b>	<b>14</b>
<b>II.4.1 Kuru Birikim.....</b>	<b>18</b>
<b>II.4.2 Gazların Kuru Birikimi.....</b>	<b>18</b>
<b>II.4.3 Parçacık-Kimyasal Bileşiklerin Kuru Birikimi.....</b>	<b>19</b>
<b>II.4.4 Yaş Birikim .....</b>	<b>19</b>
<b>BÖLÜM III.....</b>	<b>21</b>
<b>DENEY VE METERYALLER .....</b>	<b>21</b>
<b>III.1 Yaş Birikimin Örneklenmesi.....</b>	<b>21</b>
<b>III.2 Kuru Birikimin Örneklenmesi.....</b>	<b>21</b>
<b>III.3 Örneklemenin Yapıldığı Yer.....</b>	<b>21</b>
<b>III.4 Örneklerin Analizi.....</b>	<b>23</b>
III.4.1 pH.....	23
III.4.2 Sülfat.....	23
III.4.3 Nitrat.....	24
III.4.4 Klorür.....	24
<b>III.5 Cihazın Tasarımı.....</b>	<b>24</b>
III.5.1 Cihazı Oluşturan Elemanlar.....	25
III.5.2 Cihazın Çalışma Prensibi: .....	26
<b>BÖLÜM IV.....</b>	<b>28</b>
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>28</b>
<b>IV.1 Yaş ve Kuru Birikimin pH ve Anyon Değerleri.....</b>	<b>28</b>
<b>IV.2 Yaş ve Kuru Birikimin Pearson Korelasyon Matrisi.....</b>	<b>30</b>
IV.2.1 Yaş Birikimin Korelasyon Matrisi .....	30
IV.2.2 Kuru Birikimin Korelasyon Matrisi.....	30
<b>IV.3 Yaş Birikim Değerleri.....</b>	<b>31</b>
<b>IV.4 Kuru Birikim Değerleri.....</b>	<b>35</b>
<b>BÖLÜM V.....</b>	<b>38</b>
<b>TARTIŞMA ve DEĞLENDİRMELER.....</b>	<b>38</b>
<b>V.1 Yaş Birikim.....</b>	<b>38</b>
<b>V.2 Kuru Birikim.....</b>	<b>38</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>39</b>

# ÖZET

## **Otomatik Yaş-Kuru Birikim Örnekleme Cihazının Tasarımı ve Yaş-Kuru Birikimlerdeki İyon Konsantrasyonunun Meteorolojik Şartlarla İlişkisi**

Otomatik yaş-kuru birikim örnekleme cihazıyla örneklenmiş olan yağmur sularının analizi ve  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  and  $Cl^-$  iyonlarının zamanla değişimi incelenmiştir. Otomatik yaş-kuru birikim cihazı tasarlanıp yapımı gerçekleştirilmiştir. Cihaz elektronik ve mekanik olmak üzere iki aksamdan oluşur. Mekanik kısmı yaş ve kuru birikim kapları, kapak, kapak kolu ve metal gövdeden oluşur. Elektronik kısmı yağmur algılayıcı sensör ve çeşitli elektronik devre elemanlardan oluşmaktadır. Yağmur yağdığı gibi yağmur damlasını algılayan sensör, kuru birikim kabının üzerini kapatıp yaş birikim kabının üzerini açmaktadır. Yağmur dindiğinde ise, yaş birikim kabının üzerini kapatıp kuru birikim kabının üzerini açmaktadır. İstanbulda 10 adet kuru birikim ve 19 adet yaş birikim örneklenmiştir. Kuru birikimlerde  $SO_4^{2-}$  ve  $NO_3^-$  arasında anlamlı bir katsayı şunu işaret etmektedir ki her iki iyon da endüstriyel ve konutsal ısınma kaynaklıdır.

04.02.2011

Mahmut DEĞİRMİ

# ABSTRACT

## **Designing Automatic Dry and Wet Depositions Sampler Device and Analyse Ions Concentration of the Dry and Wet Deposition with their relation in Meteorological Conditions**

Investigate the variation of  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$  ions of chemical compositions of precipitation using the wet-dry automatic rain sampler in this study. Temporal variations of these ions were investigated. Automatic wet-dry sampler was designed and produced. The wet-dry sampler is composed of two parts; mechanic and electronic. Mechanical part includes dry and wet cups, cover, cover lever and a metallic body. The electronic part is composed of rain drop sensor, various electronic materials. As soon as the rain starts the sensor detects the rain drop and the cover over the wet depositing cup is opened. When the rain stops the cover is opened inverse direction so wet deposition cup is closed dry deposition cup is opened. We carried out wet deposition for 19 rain events and 10 dry depositions sampling in Istanbul. The Significant coefficients between  $\text{SO}_4^{2-}$  and  $\text{NO}_3^-$  concentration in dry deposition indicated that these ions have the same sources which are domestic heating and industrial activities.

02.04.2011

Mahmut DEĞİRMİ

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SS: Sea salt

NSS: None Sea Salt

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : Sülfat

EF: Zenginleştirme Faktörü

SSF: Sea Salt Yüzdesi

mg: miligram

l: litre

Cl: Klorür

NO<sub>3</sub>: Nitrat

SO<sub>2</sub>: Kükürt dioksit

SO<sub>x</sub>: Kükürt oksitler

NO<sub>x</sub>: Azot oksitler

CO: Karbon monoksit

HC: Hidrokarbon

µm : mikrometre

mm: milimetre

sec: saniye

m: metre

°C: santigrat derece

DC: Doğru akım

km: Kilometre

VOC: Uçucu organikler

# ŞEKİLLER

	SAYFA NO
Şekil I.1 Hava kirliliği döngüsü.....	5
Şekil II.2 Kuru birikim döngüsü.....	9
Şekil II.3 Yaş birikim döngüsü.....	10
Şekil II. 4 Asit yağmurlarından dolayı aşınmış bir tarihi eser.....	11
Şekil.II.5 Yaş ve kuru birikim oluşumu.....	16
şekil.II.6 Yağış oluşumu.....	16
Şekil.II.7 Salınan gazların döngüsü .....	17
Şekil III.1 Örnekleme yapılan yerin konumu.....	23
Şekil. III.2 Hach DR/2000 Spectrophotomete.....	24
Şekil. III.3 Orion Model.....	25
Şekil III.4. Yaş ve kuru birikim örnekleme cihazının çalışma prensibi.....	27
Şekil.III.5 Yaş ve Kuru Birikim Cihazı.....	28
Şekil. IV.1 Yaş birikim pH grafiği.....	32
Şekil. IV.2 Yaş birikim için toplam anyon ve pH grafiği.....	33
Şekil IV.3 Yaş birikim nitrat pH değişim grafiği,.....	33
Şekil.IV.4 Yaş birikim için pH ve sülfat değişim grafiği,.....	34
Şekil.IV.5 Yaş birikim için klorür ve pH değişim grafiği ,...:.....	35
Şekil. IV 6 Kuru birikim için pH değişim grafiği,.....	36
Şekil. IV.7 Kuru birikimin zamanla değişim grafiği .....	36
Şekil.IV.8 Kuru birikim için sülfatın zamanla değişimi .....	37
Şekil. IV. 9 Kuru birikim için klorürün zamanla değişim grafiği .....	38

# TABLolar

	SAYFA NO
<b>Tablo II.1</b> İstanbul İstasyonların da ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri.....	13
<b>Tablo.II.2</b> Yaş ve kuru birikim karşılaştırılması.....	18
<b>Tablo.II.3</b> Dünyadaki Toplam su Miktarı ve Dağılımı.....	21
<b>Tablo III.1</b> Kimyasal analiz yöntemleri.....	23
<b>Tablo IV.1</b> Kuru Birikim Değerleri .....	29
<b>Tablo IV.2</b> Yaş Birikim Değerleri.....	30
..	

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Sanayileşmeyle birlikte değişen ekonomik koşullar, insanları sanayileşmiş bölgelerde yaşamaya zorlamıştır. Bununla birlikte özellikle bu sanayileşmiş bölgelerde atmosferdeki hava kalitesi ve hava hareketleri değişime uğramıştır. Nüfus artışı, endüstrileşmenin hızla ilerlemesi, giderek artan tüketicilik ve küresel dünya ekonomisinin ortaya çıkması, çevreyi hiç beklemediğimiz bir şekilde bazen olumlu bazen de olumsuz olarak etkilemektedir. Bu gerçek, çevrenin korunması ve oluşturduğu olumsuz sağlık etkilerinin azaltılması için bilimsel çalışmaların yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır [22]. Ağaç yapraklarındaki büyüme ve gelişmeyi engelleme, göl ve akarsulardaki asit dengesinin bozulması ve bununla beraber bazı canlı türlerinin zarar görmesi ve tarihi yapıların aşınması gibi sonuçlara sebebiyet teşkil eden asit yağmurları, kutuplardaki buzulların erimesi, bununla birlikte küresel ısınmayı hızlandıran sera gazlarının oluşması ve ozon tabakasının zarar görmesi gibi gelişmelerde bu hava kalitesindeki değişimlerin büyük payı vardır[2],[23]. Bunun yanında; insanlar ve diğer canlılar üzerine olan olumsuz etkilere karşı tedbir alınması ve özellikle sanayileşmiş bölgelerde insanların su gibi temel doğal kaynaklardan maksimum bir şekilde randıman alması için o bölgedeki hava kalitesinin iyi bilinmesi gerekir.

İstanbul; Türkiye'nin en kalabalık şehri olmasının yanında, aynı zamanda, en büyük sanayi şehridir. Son yıllarda doğalgazın ev, işyerleri ve resmi kurumlarda büyük oranda temel yakıt olarak kullanılması; hava kalitesini arttırmış olsa da hava kirliliği İstanbul'un temel sorunlarından biridir.

Yapılan çalışmada İstanbul'un hava kalitesi araştırılmıştır. Atmosferde bulunan gaz ve parçacıklar, yağmur suyuyla tepkime vererek yaş birikim veya rüzgâr, çökelmeyle kuru birikim olarak ya da kuru ve yaş birikimin karışımı olan bulk birikim olarak yeryüzüne inerler. Bu birikimlerdeki pH değeri ve birikimlerin kimyasal yapıları, ortamın hava kalitesi hakkında önemli bilgiler verirler[1]. Yapılan bu çalışmada yaş-kuru birikim örnekleme cihazı tasarlanıp yapımı gerçekleştirilmiştir. Disiplinler arası

çalışmanın bir ürünü olan cihaz elektronik ve mekanik olmak üzere iki temel aksamdan oluşmaktadır.

Yaş ve kuru birikimler, bu birikimlerdeki kimyasallarla tepkime vermeyen kaplarda örneklenmiş ve her örneklemeden sonra destile suyla temizlenmiştir. Yaş birikim, şubat ayından kasım ayına kadar, kuru birikim ise hazirandan kasım ayına kadarlık süre zarfında alınmıştır. Kuru birikim yağışlardan bağımsız olarak on beş günde bir alınmıştır. Birikimlerdeki pH değeri ve temel iyon ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,) konsantrasyonunun zamanla değişimi incelenmiştir. Bu analizlere bağlı olarak İstanbul'un hava kalitesi incelenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

## **BÖLÜM II**

### **GENEL BİLGİLER**

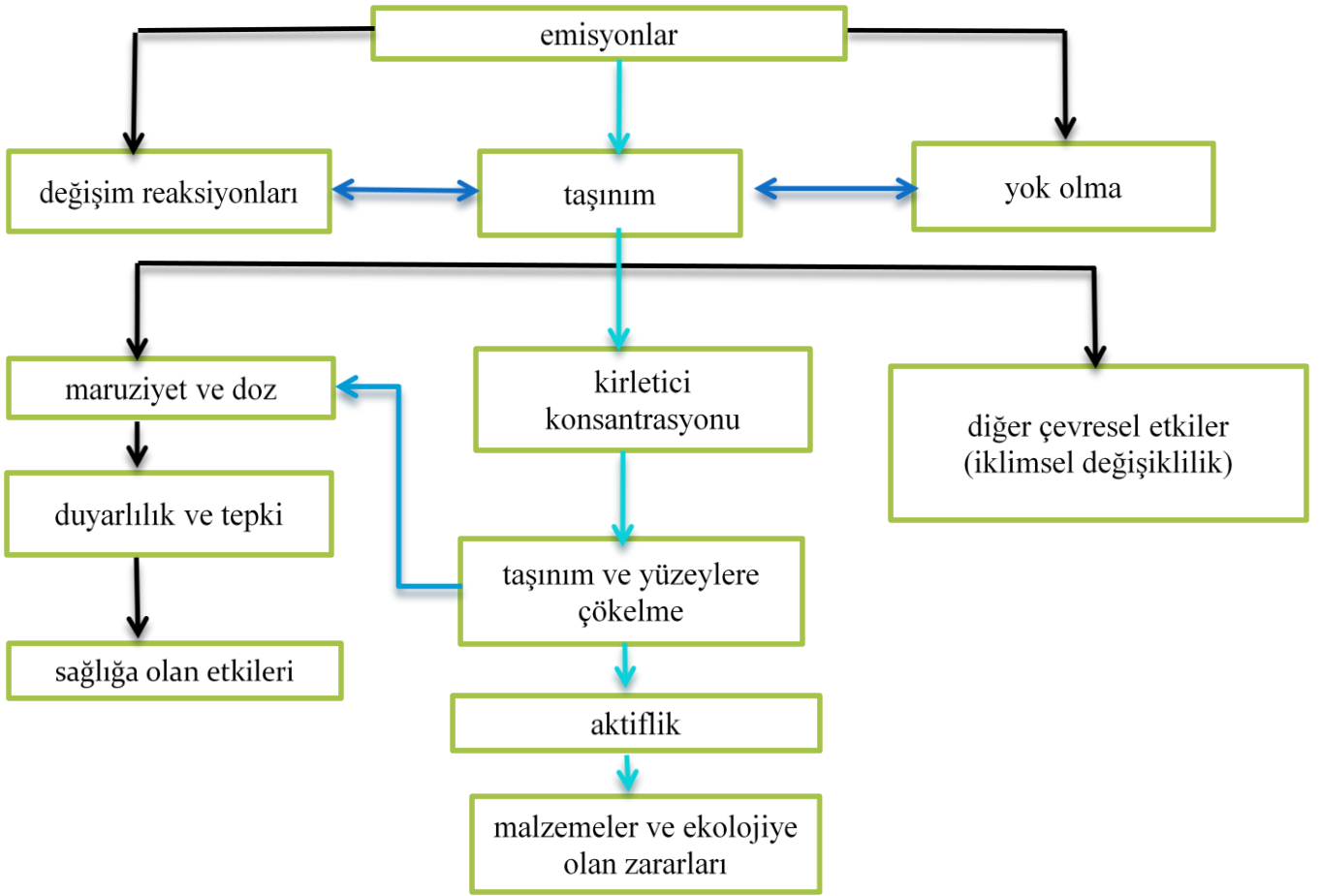
#### **II.1 Hava Kirleticiler**

Hava kirliliği atmosferde toz, gaz, duman, koku, su buharı şeklinde bulunan unsurların insan ve diğer canlılar ile ekolojik dengeye ve eşyaya zarar verici miktara yükselmesi olarak tanımlanabilir. Havanın doğa ve içindeki canlılara zarar verici hale gelmesi kirletici unsurların ya da atmosferdeki yabancı maddelerin artması ile olmaktadır. Kirletici madde, atmosferin doğal bileşiminde olmayan maddeler yanında atmosferin doğal bileşiminde olup da normal olarak bulunduğu düzeylerin dışına çıkan maddeler olarak ele alınır. Kirleticiler belirli bir kaynaktan atmosfere bırakılan birinci derece kirleticiler ile atmosferdeki kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ikinci derece kirleticiler olarak ikiye ayrılır.

Yaş ve kuru çökeltme sonucunda atmosferden yeryüzüne geçen sülfat, nitrat gibi anyonlarla toksin ağırlıklı metallerin, kırsal bölgelerde toprağın ve göllerin asitleşmesine neden olduğu, toksik elementlerin toprak ve çökeltilerde mobilize olması

sonucunu dođurduđu, kentlerde ise insan sađlıđını dođrudan etkileyebilecek dűzeylere eriřmelerinin yanında, toprađa okelmeleri sonucunda da insanların özellikle çocukların sađlıđını dolaylı olarak etkilediđi bugün artık bilinmektedir. Endűstriyel faaliyetler, konutlarda ısınma amaçlı olarak kullanılan fosil kökenli yakıtlar, motorlu tařıtlardan çıkan egzoz gazları ve fosil yakıtlara dayalı olarak enerji üreten termik santraller bu faaliyetleri sonucu havayı kirletmekte kűkűrt dioksit, azot oksit, partikűl madde ve hidrokarbon yaymaktadır. 2 ile 7 gűn arasında havada asılı kalabilen bu kirleticiler atmosferde çeřitli kimyasal reaksiyonlara uđrayarak zamanla çok uzaklara tařınabilmektedir[5].

Hava kirliliđi problemi sanayi devriminden sonra ve özellikle sanayileřmiř bölgelerde ortaya çıkmıřtır. Kalkınma ise sanayileřmenin bűtűnűdűr. Artan evre problemleri ve bu problemlerin ortaya çıkardıđı ekolojik denge bozulması, canlının karřılařtıđı sađlık problemleri ve canlı çeřitliliđin azalması, çevreyle barıřık kalkınma modelini sűrdűrűlebilir kalkınma modeli olarak ortaya sunmuř ve dűnyanın devamının her tűrlű canlının gűvenliđini sađlamakla, kalkınma ve ekonomiklik arasındaki barıř ve dengeye borçlu olduđu grűřűnű getirmiřtir [6]. Ařađıdaki řema hava kirliliđinin dngűsűnű göstermektedir.



Şekil-II.1 Hava kirliliği döngüsü

Hava kirliliğine neden olan nesnelere kirletici denir. Kirleticiler; insan kaynaklı ve doğal kirleticiler diye iki sınıfta incelenebilir. Volkanlardan olan emisyonlar, orman yangınları, hayvan ve bitki artıklarının parçalanma ürünleri, yer kabuğundan kaynaklanan mineral toz ve okyanuslardan sprey şeklinde havaya yayılan deniz tuzu doğal kaynaklar arasında sayılır. Enerji üretimi ve endüstriyel üretim süreçleri sırasında yakılan fosil yakıtlar ile motorlu taşıt araçlarından kaynaklanan emisyonlar insan kaynaklı kirleticiler sınıfındadırlar[2]. Bazı kirleticiler aşağıda tek tek ele alınmıştır.

### II.1.1 Kükürt Oksitler (SO<sub>x</sub>)

Kükürt oksitlerin çoğunluğu sabit kaynaklarda fosil yakıtların yanması sonucunda meydana gelirler. Fosil yakıtlar ( petrol, kömür vb. ) %0,5 ile %6 arasında kükürt içerirler. Petrol ve kömür gibi fosillerin yanması sonucunda kükürt çoğunlukla SO<sub>2</sub> şeklinde atmosfere yayılır. Atmosferde kükürdün yoğunlaşma şeklindeki fazı ise SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dir. Kükürt dioksit yanıcı olmayan renksiz bir gazdır. Yarılanma hızı 24 saat olup atmosferdeki kalıcılık süresi 40 günü bulmaktadır. Atmosfere bırakılan kükürt oksit emisyon miktarının büyük çoğunluğunu insan etkileri oluşturmaktadır. SO<sub>2</sub> dönüşüm fonksiyonları katalitik ve fotokimyasal olarak iki şekilde meydana gelmektedir. Katalitik oksidasyonlar yüksek nem ve parçacık konsantrasyonunda meydana gelen oksidasyonlardır. Temiz havada, homojen reaksiyonlar yoluyla SO<sub>2</sub> çok yavaş olarak SO<sub>3</sub> oksitlenir. Eğer su varsa hızlı olarak sülfürikasite dönüşür. Kükürt dioksit atmosfere çıktıktan sonra bir dizi reaksiyona uğramaktadır.



SO<sub>2</sub>'nin katalitik oksitlenmesinde SO<sub>2</sub>'nin oksitlenme oranı enerji santrallerinin baca gazlarında temiz havaya göre 10 ile 100 kat daha fazla görülmektedir. Demir, magnezyum, kalsiyum ve sülfat iyonlarının varlığında SO<sub>2</sub> su damlaları içinde çözünür ve çabukça okside olarak sülfürik aside dönüşür. Bu reaksiyonda demir, magnezyum, kalsiyum ve sülfat iyonları katalizör görevindedir [12].

### II.1.2 Azot Oksitler (NO<sub>x</sub>)

Azot oksitlerin ana kaynağı motorlu araçlar ve enerji üretim istasyonlarıdır. Doğal kaynaklardan birisi topraktaki organik çürümelerdir. NO<sub>x</sub>'un doğal kaynakları arasında orman yangınları, yıldırım ve topraktaki mikrobiyolojik işlemler vardır. NO<sub>x</sub>' in çoğu NO olarak yanma sonucu ortaya çıkar. Hava kirliliği açısından önemli olan azot oksitler ise NO (azot monoksit) ile NO<sub>2</sub> ( azot dioksit ) dir. Azot monoksit ( NO ) renksiz, kokusuz ve oldukça zararsız bir gazdır. Azot dioksit oksitlendiği zaman sarı kahverengi keskin kokulu ve zararlı bir gaz haline gelmektedir. NO ve NO<sub>2</sub> şeklindeki atmosferik konsantrasyonların birleşik değeri NO<sub>x</sub> ile temsil edilmektedir. Atmosferde kalıcılık

süreleri yaklaşık 1 gündür. Malzemeler üzerinde kromozif, insan sağlığı için de toksik özellik taşır. Azot oksitler atmosferde ozon ve su buharı ile aşağıdaki reaksiyonları verirler [12].



### II.1.3 Karbon Monoksit ( CO )

Karbon monoksit renksiz, kokusuz ve tatsız bir gaz olup karbon içeren yakıtların yanması ile ortaya çıkar. Kararlı bir gaz olan karbon monoksitin atmosferde kalıcılık süresi iki aydan fazladır. Bütün dünyada CO emisyonu yılda toplam 232 milyon ton olduğu göz önüne alındığında, bu miktarın dünya atmosferi için daha da belirgin olmaktadır. Dünyada ki CO emisyonunun yaklaşık %70'inden fazlası ulaşım sektöründen gelmektedir. Ayrıca bütün dünyada karbon monoksit oluşumunun aşağı atmosferde kalması halinde ise, bu kararlı gazın her yıl 0.03 ppm artacağı hesaplanmaktadır. Şehir havasında bulunan CO insan sağlığına önemli etkilerde bulunmaktadır. Bunların en önemlisi karbon monoksitin kandaki hemoglobin hücrelerinin oksijen taşıma kabiliyetini azaltmasıdır [12].

### II.1.4 Hidrokarbonlar (HC)

Hidrokarbonlar, hidrojen ve karbondan oluşan bileşiklerdir. Hidrokarbonlar, daha çok petrol ürünlerinin yanmasından veya endüstriyel çözücülerden meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı emisyonlar dünya genelinde 100.000.000 ton olarak tahmin edilmektedir. Ancak, insan kaynaklı emisyonların doğal kaynakların 1/20' sini oluşturduğu düşünülmektedir. Ayrıca, doymamış hidrokarbonlar ve aromatiklerin smog (Smoke + Fog) olayının meydana gelmesinde büyük önemi vardır. Hidrokarbonların atmosferde kalıcılık süresi tam olarak bilinmemekle beraber hidrokarbonların önemli bir kısmını oluşturan metanın ömrü 0.94 yıl olarak tahmin edilmektedir. Katran, zift gibi

sıvı-katı fazlarda olan yanmamış hidrokarbonların ise kanser yapıcı etkileri vardır. Aromatik hidrokarbonların kanser yapıcı maddeler olduğu kabul edilmektedir. Hidrokarbonlar atmosfere başlıca aşağıdaki yollarla girerler

1. Motorlu araç egzozlardan yarı yanmış ya da yanmamış hidrokarbonlar atmosfere geçer. Bunların yanında CO, NO, NO<sub>2</sub> vardır.
  2. Benzin istasyonlarında, benzin doldurulurken ve boşaltılırken, doymuş hidrokarbonlar atmosfere geçer,
  3. Metal, boyama işleri ve kuru temizlemede kullanılan organik çözücüler, buharlaşarak atmosfere geçerler,
- Organik ürünler, petrol rafineri gibi kimyasal imalat yapan fabrikalardan atmosfere çıkarlar [12].

### **II.1.5 Asılı Parçacıklar**

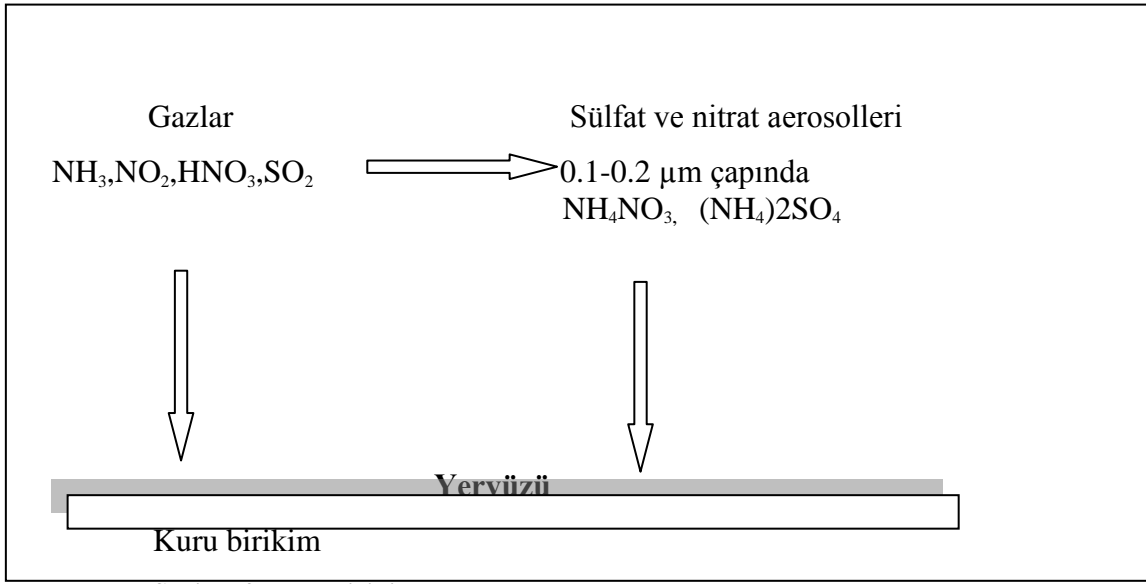
Asılı parçacıklar atmosferde standart şartlarda katı ya da sıvı olarak bulunan çapları 0,1 µm ile 100 µm arasında değişen maddelerdir. Asılı parçacıkların ana kaynaklarını esas olarak çimento fabrikaları, metal endüstrisi ile araçlar oluşturur. Asılı parçacıkların en büyük doğal kaynağı volkanlardır. Okyanustan yayılan parçacıklar ise çok küçük zerrecikler halinde karaların iç kısımlarına kadar girerler. Buharlaşma sonucunda da sodyum klorürler denizsel tuz parçacıklarını karalara taşırlar. Deniz tuzları, yağış oluşumu için gerekli olan yoğunlaşma çekirdeklerinin de kaynağıdır [12].

### **II.2 Asit Birikim ve Asit yağmurları**

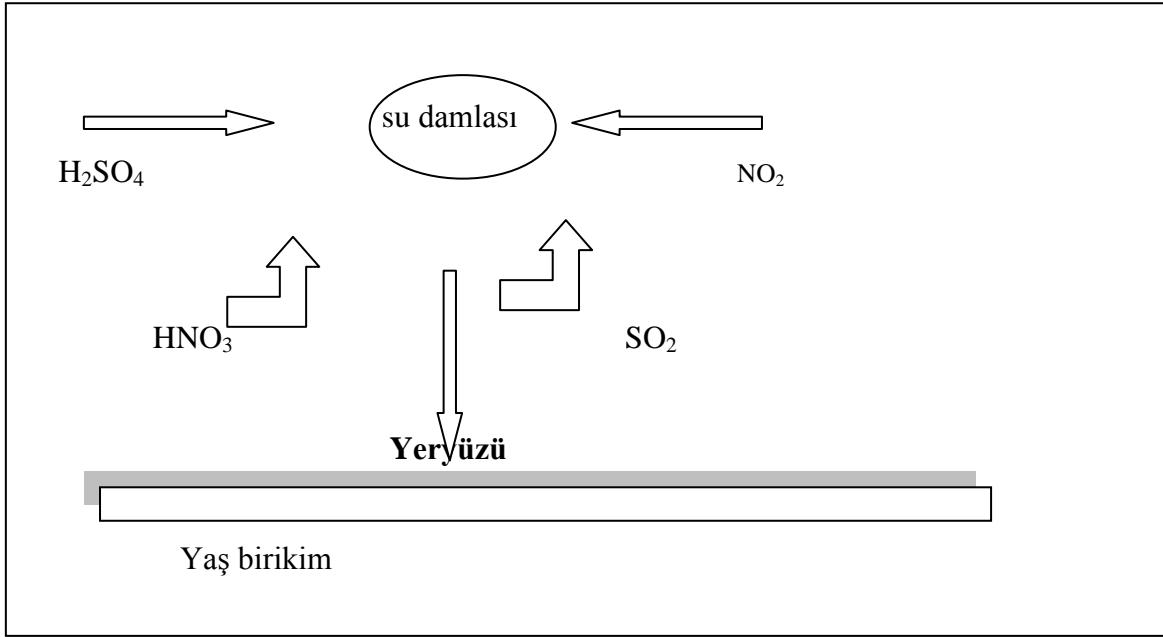
Asit birikimi kuru ve yağ birikim olarak iki şekilde gerçekleşir ve yağ birikim genellikle asit yağmurları olarak adlandırılır [1]. Kar, sis, çiy ve yağmur yağışından oluşan yağ birikim, atmosferdeki gaz ve parçacıkların temizlenmesinde daha büyük bir etkiye sahip olduğundan, asit birikimin yeryüzüne inişi kuru birikimden ziyade yağ birikimle olur. Hiçbir yabancı maddeyle kirletilmemiş bir atmosferde bile yağmursuyu hafif asidik karakterlidir ve pH derecesi 5,6'dır [5]. Bunun yanında pH değeri 5,6'dan daha düşük olan yağmurlara asit yağmurları denir.

Asit yağmurları hava kirliliğiyle doğru orantılı olarak değişir ve büyük oranda insan kaynaklarıdır. Çeşitli yanma olayları sonucu havaya karışan SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> gibi gazlar yağışla birleşip asit oluşturabilmekte ve bunları yeryüzüne yağması ile asit

yağmurları oluşturmaktadır. Bunların yeryüzüne dönüşleri kuru ve yağ asit depolanması sonucu oluşur. Yağ depolamada atmosferde oluşan bütün ürünler yağmur ve kar içinde çözülmüş halde yeryüzüne taşınırlar. Kuru depolamada ise atmosferde partiküllerin ve gazların yeryüzüne taşınması sırasında yağmur veya kar bulunmaz iken sis içindeki aerosol şeklinde de bulunurlar. Böyle bir hava kalitesine sahip olan bölgelerde yalnız yağmur değil bütün yağış biçimleri asidik olabilmektedir [5]. Şekil. II.2 –şekil. II.3 asit birikimin yağ ve kuru birikim vasıtasıyla gerçekleşen döngüsünü göstermektedir.



Şekil II.2 Kuru birikim döngüsü



Şekil II.3 Yaş birikim döngüsü[3].

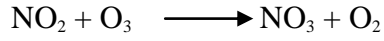
Atmosferdeki asit oluşumunun bir kısmına neden olan  $\text{SO}_2$  ve  $\text{NO}_2$  tepkimeleri aşağıda verilmiştir.

Atmosferdeki  $\text{SO}_2$ , homojen ve heterojen süreçlerle sülfürik aside dönüşür;



Azot oksitler ise gün ışığında hidroksil radikali, gece ise ozon vasıtasıyla nitrik asit ve nitrata dönüşürler [2].





II.18

Yaşam koşullarını zorlaştıran faktörlerden asit yağmurları sanayileşme ve kentleşmeye bağlı olarak son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Ülkemizde asit yağmurlarının ilk etkisi Murgul'da görülmüştür. Bakır işletmelerinden çıkan SO<sub>2</sub> gazı bölgede bulunan ormanları olumsuz etkilemiş ve toprak erozyonuna neden olmuştur. Çarşamba Ovasında bulunan Karadeniz Bakır Tesisleri'nden çıkan SO<sub>2</sub> gazının ovada yetişen ürünlere zarar verdiği ortaya çıkınca sülfürik asit fabrikası kurulmuştur Samsun-Tekkeköy yöresinde hava kirliliğinin meteorolojik parametrelerle ilişkisinin incelenmesi konulu araştırma, SO<sub>2</sub> derişiminin Dünya Sağlık Teşkilatının kriterlerini ve hava kalitesinin korunması yönetmeliği standartlarını aşmakta olduğunu göstermiştir. 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<sub>x</sub> gazları olduğu anlaşılmıştır [13].



Şekil II. 4. Asit yağmurlarından dolayı aşınmış bir tarihi eser[19]

## II.3 İstanbul'un İklimi ve Meteorolojisi

İstanbul ve çevresinin bulunduğu saha Trakya ve Kocaeli diye bilinen platolardan oluşmaktadır. Bu platolar kuzey ve güneyden deniz ile çevrilidir. Bu platoyu İstanbul Boğazı ikiye ayırır.

İstanbul ve civarı ortak bir bölgesel iklim tipinin hakimiyeti altında olmamakla beraber gerçekte topografya, yükselti, nispi konum, bakı ve bitki örtüsü gibi faktörlerin karakterindeki değişikliklerden dolayı bazı önemli farklarla birbirinden ayrılan belirgin iklim tipleri arz eder. İstanbul Boğazı ve çevresi genel olarak Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Bu iklim kıyı bölgelerde iç kesimlerde biraz ayrılık gösterir. Bilindiği gibi Akdeniz ikliminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. İstanbul iklimi; bir yandan Karadeniz'in, bir yandan Balkanlar ve Anadolu kara ikliminin etkisiyle meydana gelen özel bir durum gösterir. Kışın sık sık Balkanlardan gelen soğuk hava etkisini sürdürürken, bir ara Karadeniz'in çisentili, yağışlı üşüten az soğuk havaları başlar. Bir bakarsınız Akdeniz etkisinin ılık lodoslu havaları baharı getirir gibi olur. Bu değişik durum kış boyunca birbirini izler [18].

Yazın yağış sonbaharın yarısı kadardır. Genel olarak yazlar sıcak, kışlar yağışlı ve ılık geçer. Kar yağışlı gün sayısı 10 günü geçmez.

İstanbul'un farklı bölgelerini temsilen alınan istasyonların meteorolojik değerlerinin birbirleri ile karşılaştırması neticesinde genel olarak elde edilen bilgiler şunlardır [18].

### II. 3.1 Basınç (Ortalama Aktüel Basınç)

İstanbul'daki İstasyonların uzun yıllar ortalama değerlerine göre ortalama basıncı 1010,0 mb' dır. İstanbul'u temsilen aldığımız Bahçeköy, Florya, Göztepe, Kartal, Kumköy, Sarıyer ve Şile istasyonlarımızda uzun yıllar ekstrem olarak en düşük basınç Bahçeköy istasyonumuzda ölçüldüğü tespit edilmiştir. Uzun yıllar ortalama değerlerine göre ekstrem yüksek basıncın Şile Meteoroloji istasyonunda ölçüldüğü görülmüştür [18].

Şunu söylemek gerekir ki; İstanbul'da ekstrem değerler çok seyrek olarak görülmektedir. Fakat İstanbul'u etkileyen hava kütlelerine bağlı olarak basınç zaman zaman yükselip alçalmaktadır.

Genellikle ortalama basıncın İstanbul'da en yüksek olduğu ay Ekim, en düşük olduğu ay ise temmuz ayıdır [18].

### II.3.2 Sıcaklık

Oldukça geniş bir sahaya yayılmış olan İstanbul'da topografyadaki farklılık, deniz etkisi, şehirleşmenin dağınık ve yaygın olması, endüstriyel sahaların sıcaklık üzerine büyük etkisi olduğu bilinmektedir.

Genel olarak İstanbul'daki istasyonların sıcaklık ortalaması 13,8 °C' dir. İstasyonların ayrı ayrı ortalamalarına bakıldığında yukarıda belirttiğimiz özellikler dikkati çekmektedir. Aynı durum ortalama maksimum sıcaklıklarda da görülür. Genel olarak İstanbul'un maksimum sıcaklığı 45,2 °C Şile istasyonunda kaydedilmiş. Ortalama maksimum sıcaklıklar bakımından da istasyonlar arasındaki farklılaşma Kartal ile Şile arasında görülmektedir [18].

Ekstrem sıcaklık değerlerine gelince: İstasyonlar ayrı ayrı incelendiğinde

**Tablo II.1 İstanbul İstasyonların da ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri**

<b>İstasyon</b>	<b>Maksimum Sıcaklık</b>	<b>Minimum Sıcaklık</b>
Göztepe	40.5	-13.9
Florya	39.4	-12.6
Sarıyer	41.5	-11.0
Bahçeköy	40.7	-15.8
Kumköy	41.4	-11.7
Kartal	40.6	-9.0
Şile	45.2	-11.1

tespit edilmiştir.

İstanbul'da gece ile gündüz sıcaklıklarının arasındaki farkın en fazla olduğu ay genel olarak Nisan ayıdır. Diğer aylarda gece ile gündüz arasındaki fark pek fazla değildir [18].

### **II. 3.3 Bağıl Nem**

İstanbul'un uzun yıllar değerlerine göre ortalama bağıl nem % 76 dır. Ortalama bağıl nemin en yüksek olduğu yer Bahçeköy istasyonudur. Bağıl nemin en az olduğu yer ise Kartal istasyonudur. Çoğunlukla Kasım ve Aralık ayında bağıl nem yükselmeye başlar ve Ocak Şubat ayına kadar devam eder. Genel olarak bağıl nem İstanbul'da kış mevsiminde yüksektir. Bu aylarda bağıl nemde düşme başlar ve minimum değere Temmuz ve Ağustos ayında ulaşır [18].

### **II.3.4 Bulutluluk**

İstanbul'da genel olarak hava 5.5 oranında kapalı geçer, Karadeniz sahillerinden güneye doğru inildikçe bulutluluk oranı azalır. Bulutluluğun en fazla olduğu aylar kış aylarıdır. En az olduğu ay ise yaz aylarıdır [18].

### **II.3.5 Yağış**

İstanbul ilinde bulunan istasyonların vermiş olduğu ortalamalara göre yıllık yağış ortalaması 787 mm dir. İstanbul'da en düşük yağış alan istasyon Florya (641mm) olarak görülmektedir. İstanbul'a düşen ortalama yıllık yağışın % 35'i Kış mevsiminde, %23'ü İlkbahar mevsiminde, % 14'ü yaz mevsiminde , % 28'i Sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir.

İstanbul Karadeniz'in tesiri altında kaldığından birçok merkeze göre daha fazla yağış aldığı görülmektedir. İstanbul'un yağış miktarının fazla olmasının bir sebebi de sahillerde hava kütleleriyle deniz arasındaki bağlantıdır. Bu sahillerde yaz aylarında genelde denizin sıcaklığı ile hava kütlelerinin sıcaklığı hemen hemen aynıdır. Ancak bazı aylarda (Temmuz-Ağustos) hava sıcaklığı denizin sıcaklığından daha yüksek olmaktadır. Sonbahar ve kış aylarında denizin sıcaklığı havadan daha yüksektir. Havaların soğumasıyla Ocak ve Şubat aylarında suların havadan daha sıcak olması yağış karakteri üzerine tesir etmektedir ve kış aylarında yağışların yükselmesine yardımcı olmaktadır. Kar yağışlı gün sayısı 10 günü geçmez [18].

### **II.3.6 Rüzgar**

İstanbul'un hakim rüzgarı kuzeydoğu (poyraz)'dır. Uzun yıllar ortalama rüzgâr hızı 3,2 m/sec'dir. Rüzgâr hızı Karadeniz kıyılarından güneye inildikçe azalır. İstanbul ilinde ölçülen en kuvvetli rüzgâr 42,4 m/sec olarak Şile istasyonunda kaydedilmiştir.

Yazın genel olarak poyraz, kışın karayel, yıldız ve lodos eser. Kible ve lodos yağış getirir. Lodos Marmara'da, karayel ve yıldız Karadeniz'de fırtına yapar [18].

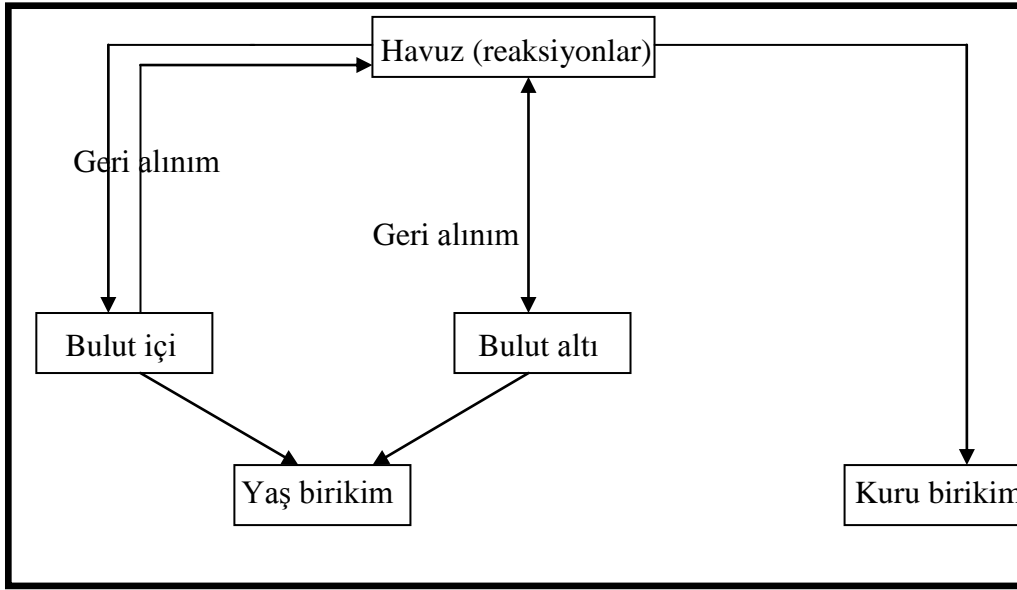
### **II.3.7 Sis**

İstanbul bir liman şehri olması dolayısıyla sis oldukça önemli bir konudur. Çoğunlukla alçak yerlerde ve deniz üzerinde sabah erken saatlerde başlayan sis öğle saatlerine doğru sıcaklığın yükselmesi ile sona erer. İstanbul'da sisin en fazla olduğu aylar Mart, Nisan ve Mayıs aylarıdır. Sis en az görüldüğü aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır[18].

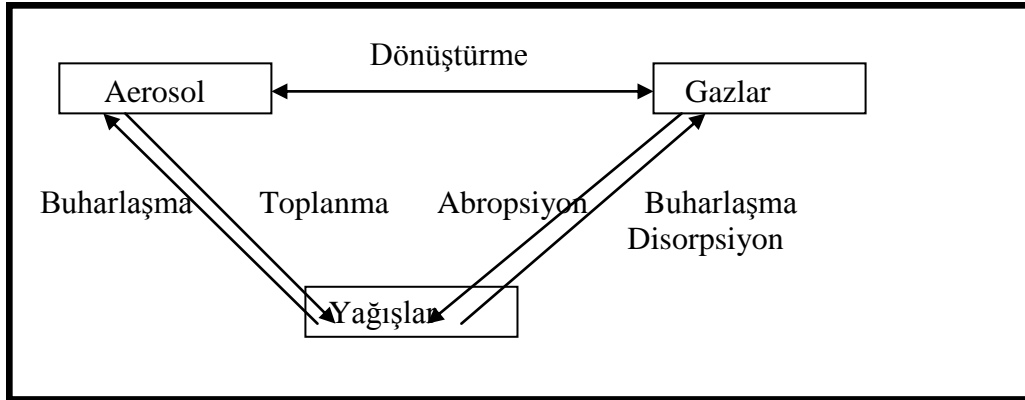
### **II.4 Yaş ve Kuru Birikim**

Toz ve suda çözülebilen kimyasal türleri direkt olarak atmosferdeki toz konsantrasyonunun değişimiyle ilişkilidir ki bunlar dünyanın ısınım yığımına etkide bulunur. Atmosferdeki toz ve suda çözülebilen kimyasal türlerinin temel temizlenme şekilleri yağ ve kuru birikimle yeryüzüne inmeleridir. Yağ birikim yağmur ve kar yağışıyla birlikte atmosferdeki gaz ve parçacıkların yeryüzüne inmesidir. Kuru birikim ise atmosferdeki toz ve gazların direkt olarak yeryüzüne inmesine denir. Kuru birikim değişik süreçlerle oluşur; yağış olmadığı zamanlarda, parçacıkların Brownian hareketleri de dâhil olmak üzere, kütle çekimsel çökme ve rüzgar yoluyla taşınım. Yağ ve kuru birikimin oluşması büyük oranda meteorolojik şartlar ve yerel emisyonlara büyük oranda bağlıdır[ 7].

Aşağıdaki çizelgelerde yağ ve kuru birikimin oluşumunu göstermektedirler.

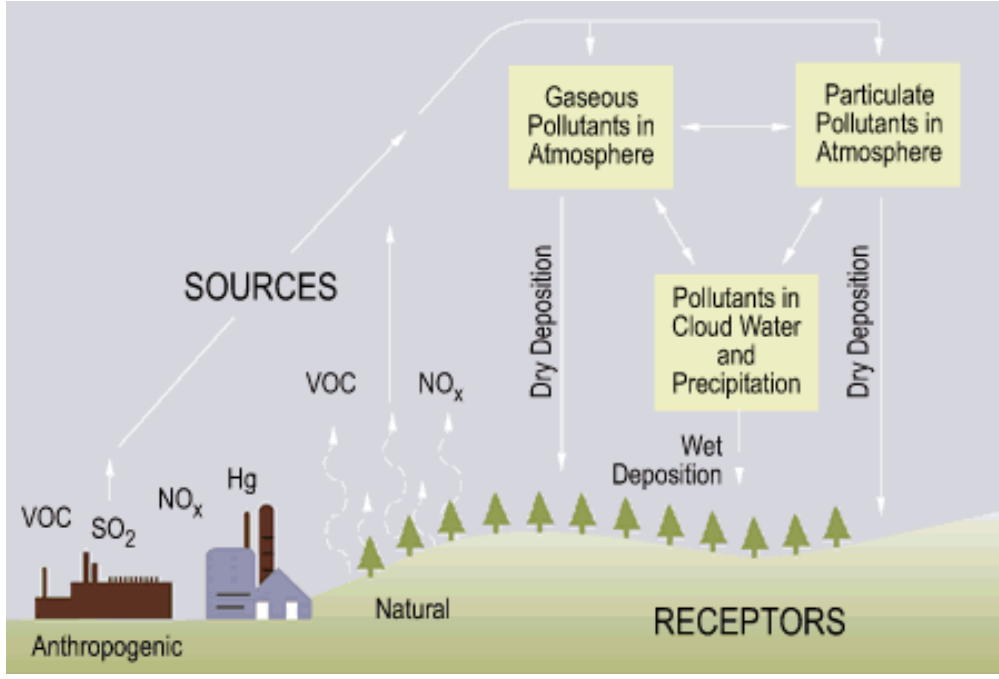


Şekil. II.5 yağ ve kuru birikim oluşumu



Şekil. II.6 Yağış oluşumu [8].

Aşağıdaki şekilde de gösterildiği gibi atmosfere salınan kirleticiler antrepojenik ve doğal kaynaklı olabilirler.



Şekil. II.7 Salınan gazların döngüsü [9]

Bunun yanında havanın temizlenmesinde yağ birikim daha etkilidir[10]. Aşağıdaki tabloda yağ ve kuru birikimdeki iyon değerleri ve yüzdeleri verilmiştir.

Tablo.II.2 Yaş ve kuru birikim karşılaştırılması[7].

	Kuru birikim				Yaş birikim						Total (mg m <sup>-2</sup> )
	DD-(nem) Güneybatı kısımları		KB- (kuru) kuzeybatı kısımları		YB-kara - deniz karışık		YB- karada		YB-Asya da toz durumu		
	mg m <sup>-2</sup>	(%)	mg m <sup>-2</sup>	(%)	mg m <sup>-2</sup>	(%)	mg m <sup>-2</sup>	(%)	mg m <sup>-2</sup>	(%)	
toz	770	(18)	440	(10)	360	(9)	1700	(40)	950	(23)	4220
Na <sup>+</sup>	14	(4)	4.1	(1)	250	(79)	37	(12)	12	(4)	317
Cl <sup>-</sup>	21	(3)	6	(1)	530	(83)	64	(10)	15	(2)	636
ss-Mg <sup>2+</sup>	1.7	(4)	0.49	(1)	30.0	(79)	4.5	(12)	1.4	(4)	38
ss-Ca <sup>2+</sup>	0.5	(4)	0.15	(1)	9.4	(79)	1.4	(12)	0.44	(4)	12
ss-K <sup>+</sup>	0.5	(4)	0.15	(1)	9.1	(79)	1.4	(12)	0.43	(4)	12
ss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.5	(4)	1	(1)	62.0	(79)	9.4	(12)	2.9	(4)	79
nss-Mg <sup>2+</sup>	1	(10)	0.65	(7)	1.1	(11)	4.5	(46)	2.6	(26)	10
nss-Ca <sup>2+</sup>	17	(13)	9	(7)	26.0	(19)	51	(38)	31	(23)	134
nss-K <sup>+</sup>	2.4	(16)	1	(7)	3.3	(23)	5.4	(37)	2.5	(17)	15
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	2.4	(4)	1	(2)	3.4	(6)	33	(60)	15	(28)	55
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15	(5)	5.4	(2)	79.0	(26)	160	(52)	45	(15)	304
nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	11	(3)	3.9	(1)	140.0	(39)	150	(42)	51	(15)	356

Tabloda da görüldüğü gibi yağ birikimdeki iyon konsantrasyonları büyük oran da kuru birikimden daha fazladır. Bunun anlamı; yağ birikimi oluşturan yağışta, kuru çökelmeye nazaran daha çok kimyasal bileşen direkt ya da yağmur suyunda çözülerek yeryüzüne inmiştir. Bu da yağ birikimin, atmosferdeki partikül ve kimyasalların temizlenmesinde daha etkili olduğunu gösterir.

#### II.4.1 Kuru Birikim

1) Kuru birikim genel olarak yağış olmadığı zamanlarda, atmosferdeki gaz kirliliğinin ve/veya parçacıkların yeryüzüne taşınması olarak tanımlanabilir. Bundan dolayı gaz ve parçacıkların kuru birikimi, taşınım sürecinde, atmosferin temizlenmesinden sorumludurlar. Kuru birikim, sıklıkla karmaşık yollarla birbirini etkileyen faktörlerden etkilenir. En önemli faktörler; atmosferin karakteristiği, yüzeyin doğası ve birikimin örneklendiği alanlar olarak sıralanabilir. Atmosferdeki gaz taşınımı, hava akışı ve difüzyona bağlıdır. Ayrıca çözünürlük ve kimyasal tepkinebilirlik de yüzeyin gazları yakalamasında faktör teşkil ederler [11].

Kuru birikim şu önemli faktörlerden etkilenir.

- Meteorolojik çeşitlilik ( Rüzgâr hızı, sıcaklık, nem ve atmosferik denge).
- Yüzeysel çeşitlilik (Yüzeyin aerodinamik yapısı, pH, yüzey yükü, hidrofobisiti)
- Örnekleme materyallerinin özellikleri (Kimyasal tepkinebilirlik, çözünürlük, çap, yüzey yükü ve şekli)

#### II.4.2 Gazların Kuru Birikimi

Kuru birikimin gaz kimyasının (yapısının) akışı şu şekilde tanımlanabilir:

$$N_A = V_d C_A \quad \text{II.19}$$

Burada;  $N_A$ = kütle akışı ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )

$C_A$ =havanın birim hacimdeki kirlilik konsantrasyonu( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$V_d$  = kimyasallar için kuru birikim hızı

Kuru birikim hızı, yüzey yüküne bağlı olan mıknatıslılık; kimyasalın tipi ve meteorolojik şartlara bağlı olarak değişir. Kuru birikim hızı verilen bir kimyasal için, Cahen yaklaşımı kullanarak hesaplanabilir. Bu metoda göre kuru birikim hızı  $D^{2/3}$  oranındadır. Burada D; havadaki molekülerin difüzyonluluğudur. Böylelikle, eğer

verilen bir kimyasalın hızı biliniyorsa; bu kimyasalın hareket hızı şu denklem kullanılarak hesaplanabilir:

$$V_{dB} = V_{dA}(D_B/D_A)^{2/3} \quad \text{II.20}$$

Burada;  $V_{dB}$ = ele alınan kimyasalın hızı.

$V_{dA}$ = verilen kimyasalın hızı.

$D_B$  = kimyasalın difüzyon katsayısı

$D_A$ = referans alınan kimyasalın difüzyon katsayısı [11].

### II.4.3 Parçacık-Kimyasal Bileşiklerin Kuru Birikimi

Kuru birikim hızı, birikmenin ve parçacık çapının bir fonksiyonu olduğundan, parçacık büyüklüğünün dağılımı hakkında bilgi edinmek için önemlidir. Küçük çaplı parçacıklar için difüzyon süreci, Brownian difüzyon birikimi sürecine nüfuz eder. Büyük çaplı parçacıklar için birikim hızı, parçacıkların yerçekimsel çökme hızına yaklaşır. Brownian difüzyonundan dolayı, 0,1  $\mu\text{m}$ 'den küçük olan parçacık büyüklükleri için, birikim hızının artması çaplarının küçülmesiyle olur [11].

### II.4.4 Yaş Birikim

Atmosferdeki farklı faz sistemleri içindeki, gaz fazındaki türler ve parçacıklar sıvı damlalarla aynı zamanda oluşurlar. Gaz taneciklerinin değişimi çoğunlukla  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ve gaz fazındaki HC'nin dönüşümüne yol açar; bu reaksiyonlar tipik olarak su buharının oluşumunu sağlarlar ve genellikle güneş radyasyonuna ihtiyaçları vardır. Atmosferdeki suların çoğunluğu gaz fazındadırlar. Atmosferdeki nemin yoğunlaşması ve sıvı suya geçişleri çığ, sis, bulut ve yağmur şeklinde olabilir[17]. Atmosferdeki suların yağışlar halinde yeryüzüne inmesi, dünyadaki su döngüsünün bir sonucudur. Dinamik olan bu süreç esnasında dünyadaki su miktarı değişmez.

Aşağıdaki tabloda dünyadaki toplam su miktarı ve dağılımı verilmiştir.

**Tablo. II.3 Dünyadaki Toplam su Miktarı ve Dağılımı [14].**

Yer küredeki suyun konumu	Hacim (10 <sup>6</sup> km <sup>3</sup> )	%(Hacimsel yüzdelik oran)
Denizler	1348	97,39
Buzullar	27,87	2,010
Yer altı suyu	8,062	0,580
Göller, Akarsular	0,225	0,020
Atmosfer	0,013	0,001
Toplam	1348,12	100,0

Atmosferde bulunan bu 0,013x10<sup>6</sup>km<sup>3</sup> lük bir kısmı bulutları oluşturur.

Bulutlardaki suların incelenmesi şu temel üç yolla yapılabilir.

1: Yağmur suyu örneklemek için tasarlanmış, gelişmiş teknolojik cihazların kullanılmasıyla.

2: Seçilmiş bir bölgede uzun zamanlı fog ve bulut suyu örneklerinin analizi ile.

3: Bulut suyu kimyası ve bulut mikro fiziği arasındaki ilişkilerin bulut mikro fiziğinin araştırılmasıyla anlaşılması [15].

Türkiye ye yılda yağış halinde ortalama 509,109 m<sup>3</sup> su yeryüzüne düşer [14].

Bu yağışlar yaş birikim altında incelenir ve yaş birikim genel olarak; yağmur, kar, sis ve çiyden oluşur.

Yaş birikim örneklemek, bulut içi ve bulut altı temizleme mekanizmalarının işleyişi sonucu yağmur suyunda, gerek gazların absorpsiyonu ve gerekse asılı parçacıkların yağmur damlaları ile etkileşmesi sonucu çözünen iyonların konsantrasyonları hakkında bilgi edinmek amacıyla gerçekleştirilir [1]. Yağmurlar atmosferden gaz kirleticilerinin yaş birikim olarak temizlenmesinde önemli bir rol oynarlar. Gaz kirleticilerinin atmosferden yağmur ile süpürülmesi gaz absorpsiyonlarının sonucudur [16].

Gaz kirleticilerinin süpürülmesi yanında, yaş birikim, örnekleme yapılan bölgenin hava kalitesi hakkında bilgiler verir.

## **BÖLÜM III**

### **DENEY VE METERYALLER**

#### **III.1 Yaş Birikimin Örneklenmesi**

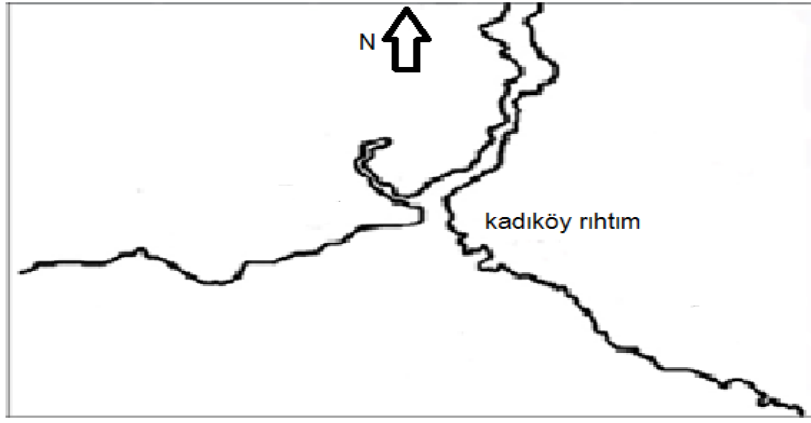
Yapılan çalışma da tasarlamış olduğumuz ve Şekil. III.3 gösterilen cihaz ile yaş ve kuru birikim örneklenmiştir ancak cihazın arızalanmasından dolayı yağmur örneklenmesine elle devam edilmiştir. Alt olay örnekleme yapılmamıştır bunun yerine toplam yağmur suyu toplanmıştır. Yağmur suyu, yağmur suyu içinde bulunabilecek iyonlarla tepki vermeyen plastik kaplarda yapılmıştır. Her yağıştan önce kaplar deiyonize suyla temizlenmiştir. Alınan yağmur örnekleri 200 ml'lik kaplarda +4°C de muhafaza edilmiştir.

#### **III.2 Kuru Birikimin Örneklenmesi**

Kuru ve yaş birikimin beraber örneklendiği cihazın arıza vermesinden dolayı kuru birikim örneklenmesi de yine elle devam edilmiştir. 15 günlük periyotlarla yapılan örnekleme de, kuru birikim kabı 1 litrelik deiyonize suyla yıkanıp homojenlik sağlanması için karıştırılmıştır. Toplanan örnekler 200 ml'lik kaplar da +4°C de muhafaza edilmiştir.

#### **III.3 Örnekleme yapıldığı yer**

Yaş ve kuru birikim örneklenmesi Kadıköy Rıhtım da yapılmıştır. 5 katlık bir binanın terasında yapılan ölçümler, baca ve benzeri direkt olarak örnekleri etkileyecek olan nesnelere uzak bir yerde yapılmıştır.



Şekil III.1. Örnekleme yapılan yerin konumu

### III.4 Örneklerin Analizi

Yağmur örneklerinin her biri cihaza konulan 250 ml. kaplarda toplandıktan sonra filtre edilerek pH değerleri ölçülmüş ve analiz edilmek üzere 4 °C de saklanmıştır. Örnekler Marmara Üniversitesi Atmosferik Fizik laboratuvarında ve Çevre Mühendisliği laboratuvarlarında Tablo IV.1 de belirtilen deney prosedürleri uygulanarak analiz edilmiştir.

Tablo III.1 Kimyasal analiz yöntemleri[20]

Kimyasal Bileşen	Analiz Cihazı	Analiz metodu
Sülfat	Hach DR 2000 spectrophotometer	Sulfate Method 8051
Nitrat	Hach DR 2000 spectrophotometer	Nitrate Method 8039
Klorür	Hach DR 2000 spectrophotometer	Chlorine Method 8021
pH	pH-meter	

Bu çalışmadaki analizler için Amerikan Halk Sağlığı Birliği, Amerikan Su alışmaları Birliği ve Su evre Federasyonu tarafından belirlenmiş olan standart metotlar uygun çalışma prensibine sahip ve prosesleri EPA tarafından onaylı cihazlar kullanılmıştır.

### III.4.1 pH

pH lümleri Marmara Üniversitesi Atmosferik Fizik Laboratuvarında bulunan Orion Model 420 cihazı kullanılarak yapılmıştır. pH meter belirli aralıklarla ve uzun süre kullanılmadı ve her ölçümden önce standart pH 4.00 ve 7.00 buffer çözeltisi kullanılarak kalibre edilmiştir. pH ölçümü sırasında cam beherdeki örneğe daldırılan elektrot hafif bir şekilde kesintisiz karıştırılmış ve elektrot tamamen kararlı bir hale ulaştıktan sonra okunan değer kaydedilmiştir.



şekil III.2 Orion Model 420

### III.4.2 Sülfat

Sülfat lümleri Marmara Üniversitesi evre Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Hach DR 2000 spectrophotometer cihazı da Sulfate Method 8051 kullanılarak yapılmıştır.

### III.4.3 Nitrat

Nitrat ölçümleri Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Hach DR 2000 spectrophotometer cihazı da Sulfate Method 8039 kullanılarak yapılmıştır.

### III.4.4 Chlorine

Nitrat ölçümleri Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Hach DR 2000 spectrophotometer cihazı da Sulfate Method 8021 kullanılarak yapılmıştır.



Şekil III.3 Hach DR/2000 Spectrophotometer

### III.4 Cihazın Tasarımı

Kuru birikimin yağıştan yağışa örneklenebilmesi için otomatik bir sistem tasarlanmalıdır. Yağıştan yağışa örneklenen manüel kuru birikim örneklenebilmesi, kuru birikim kabının örtülmesinin, yağışın başlamasıyla senkronize olmayacak bir şekilde olacağından dolayı sağlıklı ölçümler veremez. Bunun yanı sıra, yağışlardan bağımsız olarak belirli zaman aralıklarıyla (bir hafta, on beş gün bir ay v.b.) yapılan manüel örneklenebilmesi sağlıklı ölçümler verebilmektedirler. Otomatik sistem, yağmur yağmadığı sürece kuru birikimin örneklendiği kabin üzerini açık tutmalıdır. Yağmur yağdığı anda

kuru birikimin yağmur suyuyla olası bir temasını önlemek için kuru birikimin üzerini kapamalıdır. Benzer bir durum yaş birikim için geçerlidir; yağmur yağdığı an yaş birikim örneklenebilmesi için yaş birikimin örneklendiği kabin üzeri otomatik olarak açılmalıdır. Yağmur kesildiği anda yaş birikimin ortamdaki tozla olası bir temasının önlenmesi için yaş birikimin üzerinin kapatılması gerekir. Bundan dolayı, yağmura duyarlı yaş ve kuru birikimleri örnekleyebilecek iki bölüme sahip bir cihaz tasarlanmalıdır.

Tasarlamış olduğumuz cihaz; elektronik ve mekanik olmak üzere iki temel aksamdan oluşur. Mekanik kısmı yapılmadan önce, elektronik devre şemaları çizilip döktürülmüştür. Cihazın iskelet kısmını paslanmayan çelikten ve taşınmasında kolaylık sağlaması için portatif bir şekilde yapılmıştır. Kuru ve yaş birikimin üstünü açıp kapatan kapak, rüzgârdan savrulma ihtimali ve tek fazlı 24V'da çalışan motorun döndürme kuvveti göz önüne alınarak paslanmayan ve binaların dış cephe malzemesi olarak kullanılan, dış yüzeyi alüminyum ve iç kısmı plastikten yapılmış olan kompozit maddeden yapılmıştır. Yağmura duyarlı olarak çalışan cihaz, tek bir kapakla yağmur yağdığı vakit kuru birikim kabının üstünü, yağmur dindiği an ise yaş birikim kabının üstünü kapamaktadır. Yağmurun yağışına bağlı olarak söz konusu kapların üzerini tek kapakla açıp kapatmak için, kapağı döndüren motorun saat ibresi ve saat ibresinin tersi yönünde hareket edebilmesi gerekir. Bu hareketi yapabilen, arabalarda silecek motoru olarak kullanılan, tek fazlı 24DC ile çalışan silecek motoru kullanıldı. Motoru kumanda edebilmek için paletli switchler kullanıldı. Söz konusu switchler, motoru durdurmak için kullanılır. Paletli switchler ev ve işyerlerindeki aydınlatma cihazlarını çalıştıran anahtarlara benzer bir yapıdadırlar. Anahtarların devreyi açma ve kapama özellikleri vardır; fakat switchler devreyi sadece açma özelliklerine sahiptirler. Başka bir deyişle switchler motorun hareketini durdururlar; fakat motoru döndüremezler. Böylelikle serbest olarak her iki yöne dönebilen motorun dönme hareketi switchler tarafından istenildiği zaman kesilir.

#### **II.3.4.1 Cihazı Oluşturan Elemanlar:**

a) Yaş ve Kuru Birikim Kapları: Yaş ve kuru birikim örnekleme kapları özdeş iki plastik kovadan oluşmaktadır. Bu kaplar cihazın portatif yapısından dolayı takılıp sökülebilen kaplardır. Yaş ve kuru birikimin sağlıklı ölçümler verebilmesi için her bir örneklemeden önce kaplar destile suyla yıkanılır.

b) Yağmur sensörü: Yağmur sensörü yağmuru algılayan ve buna bağlı olarak yağ ve kuru birikim kaplarının örtülüp açılması için komut veren devre elemanıdır. Cihazı oluşturan elektronik devre, motora saat ibresi ve saat ibresinin tersi yönünde dönmesi için komut verir. Buna göre elektronik devreyi iki bölüm olarak düşünebiliriz.

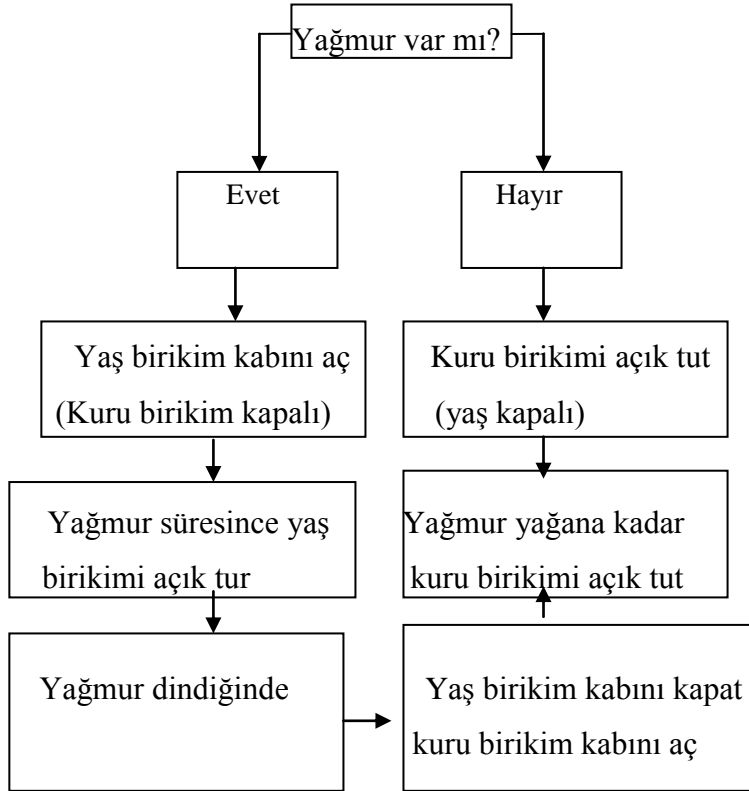
I. Bölüm: Motorun saat yönünde çalışması için komut verir

II. Bölüm: Motorun saat ibresinin tersi yönünde çalışması için komut verir.

Yağmur sensörünün görevi bu iki bölüm arasında ki dönüşümü sağlamaktır. Başka bir deyişle bu iki bölüm arasında ki köprüdür.

Yağmur sensörünün çalışma prensibi: Yağmur suyuyla kısa devre olan yağmur sensörü yukarıda bahsedilen motorun dönme yönlerinin değişmesini sağlar. Yağmur yağmadığı zamanlarda motor devresinin açık durumda olmasını sağlar. Yağmur suyu iyonik olduğundan; yağmur suyu bu sensörün üzerine düştüğünde kısa devre olmasına neden olur ve motor devresi açık durumdan kapalı duruma geçer. Yağmur süresince, sensör sürekli yağmur suyuyla temas halinde olduğundan bu kapalılık durumu yağış süresince korunur. Yağmur kesildiğinde; kısa devre halinden çıkan sensör tekrar açık devre halini alır.

#### III.4.1 Cihazın Çalışma Prensibi:



Şekil III.4. Yağ ve kuru birikim örnekleme cihazın çalışma prensibi.

**Kodlar:**

**Yağmur var mı? :** Yağmur sensörü devresi açık mı kapalı mı?

**Evet:** Yağmur sensörü devresi kapalı.

**Yaş birikim kabını aç:** Yaş birikim switchini kapat. (kuru birikim switchi açık durumda)

**Yağmur süresince yaş birikimi açık tut:** Yaş birikim switchini kapalı tut ve motoru durdur.

**Yağmur dindiğinde:** Yağmur sensörünü yağmuru algılamadığında.

**Hayır:** Yağmur sensörü devresi açık.

**Kuru birikimi açık tut:** Kuru birikim switchini kapat(yaş birikim switchi açık durumda).

**Yağmur yağana kadar kuru birikimi açık tut:** Kuru birikim switchini kapat ve motoru durdur.

**Yaş birikim kabını kapat ve kuru birikim kabını aç:** Yaş birikim switchini aç ve kuru birikim switchini kapat.



**Şekil. III.5 Yaş ve Kuru Birikim Örneklem Cihazı**

---

## BÖLÜM IV

### SONUÇLAR

#### IV.1 Yaş ve Kuru Birikimin pH ve Anyon Değerleri

Kadıköy Rıhtım'da toplanan yaş ve kuru birikim de ki anyon ve bu örneklerin pH değerlikleri Tablo IV.1 ve Tablo IV.2 da verilmiştir.

**Tablo IV.1 Kuru Birikim Değerleri**

Tarih (2010)	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>
7 Haz - 22 Haz	6,71	1,9	14	7,4
22 Haz - 7 Tem	6,97	1,6	1	1,9
7 Tem - 22 Temmuz	6,67	1,6	0	2,3
22 Tem- 06 Ağustos	7,14	1,5	6	4,1
06 -21 Ağustos	6,74	1,5	2	1,7
07 Eylül -22 Eylül	7,17	1,1	9	1,6
22 Eylül- 07 Ekim	4,96	1,4	1	1
7 Ekim -22 Ekim	6,8	1	2	2,2
22 Ekim- 7 Kasım	6,94	1,3	8	6,2
7 Kasım- 22 Kasım	6,71	1,2	2	0,7

**Tablo IV.2 Yaş Birikim Değerleri**

Tarih(2010)	Miktar (ml)	pH	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>
26.Şub	220	6,2	1,7	6	1,7
03.Mar	230	5,73	1,7	1	0,9
04.Mar	250	6,18	1,2	1	1,8
06.Mar	310	4,73	1,4	4	1,4
08/09 Haziran	920	6,07	1,2	0	1
23/24 Haziran	250	6,5	1,3	1	1,8
08/09 Temmuz	360	5,83	1,1	0	1
21.Tem	410	5,36	1,2	0	1,4
22.Ağu	190	6,6	0,8	2	3,7
01.Eyl	520	4,72	1,9	0	0,7
05.Eyl	350	6,59	1	0	1,7
07.Eki	240	5,83	1,1	0	3,1
08.Eki	2700	6,11	1	0	3,2
09.Eki	1800	6,5	1	1	3,3
10.Eki	850	6,17	1,3	0	0,8
13.Eki	820	6,13	1,1	0	0,8
14.Eki	3200	6,24	1	0	0,8
15.Eki	450	6,03	1,1	1	1
16.Eki	320	6,08	1	0	0,2

## IV. 2 Yaş ve Kuru Birikimin Pearson Korelasyon Matrisi

### IV. 2.1 Yaş Birikimin Korelasyon Matrisi

---

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	0,372	-0,397
Cl <sup>-</sup>		1	0,167
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>			1

---

Yaş birikimde iyonlar arasındaki pearson korelasyon katsayılarının düşük olduğu yukarıdaki matriste görünmektedir. Sülfat ile klorür arasındaki korelasyon en az ve nitrat ile klorür arasındaki korelasyon en fazladır.

### IV. 2.2 Kuru Birikimin Korelasyon Matrisi

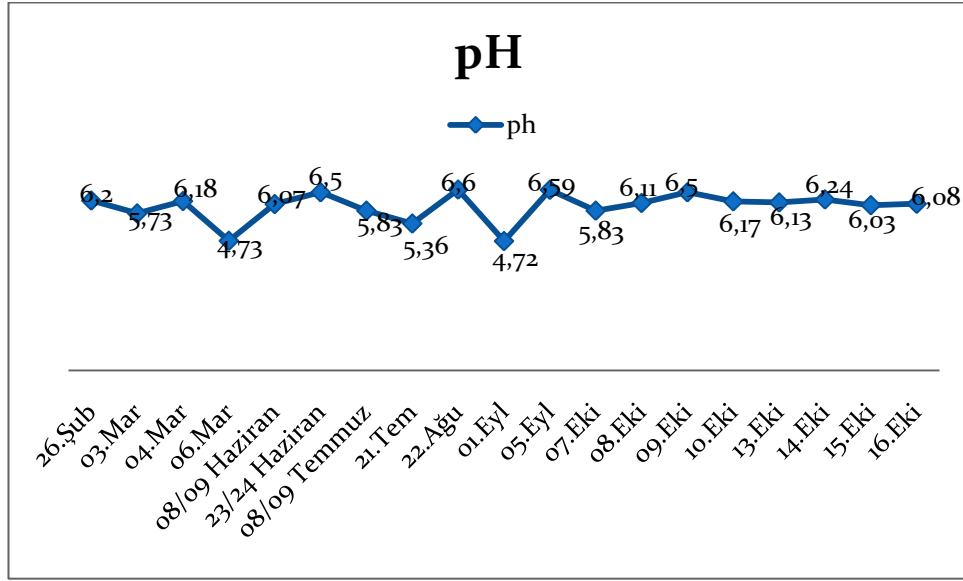
---

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1	0,495	0,257
Cl <sup>-</sup>		1	0,787
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>			1

---

Kuru birikimde iyonlar arasındaki pearson korelasyonun katsayısının sülfat ile klorür arası en yüksek çıkmıştır. Buna göre sülfat ile klorür arasında güçlü bir ilişki olduğu söylenebilir.

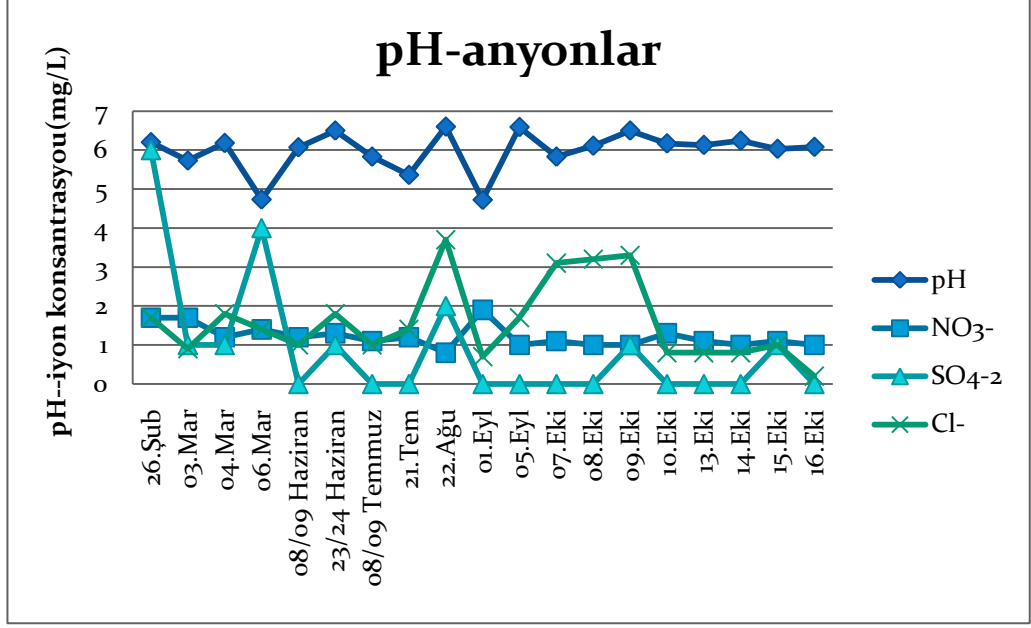
### IV.3 Yaş Birikim Değerleri



Şekil. IV.1 yaş birikim pH grafiği

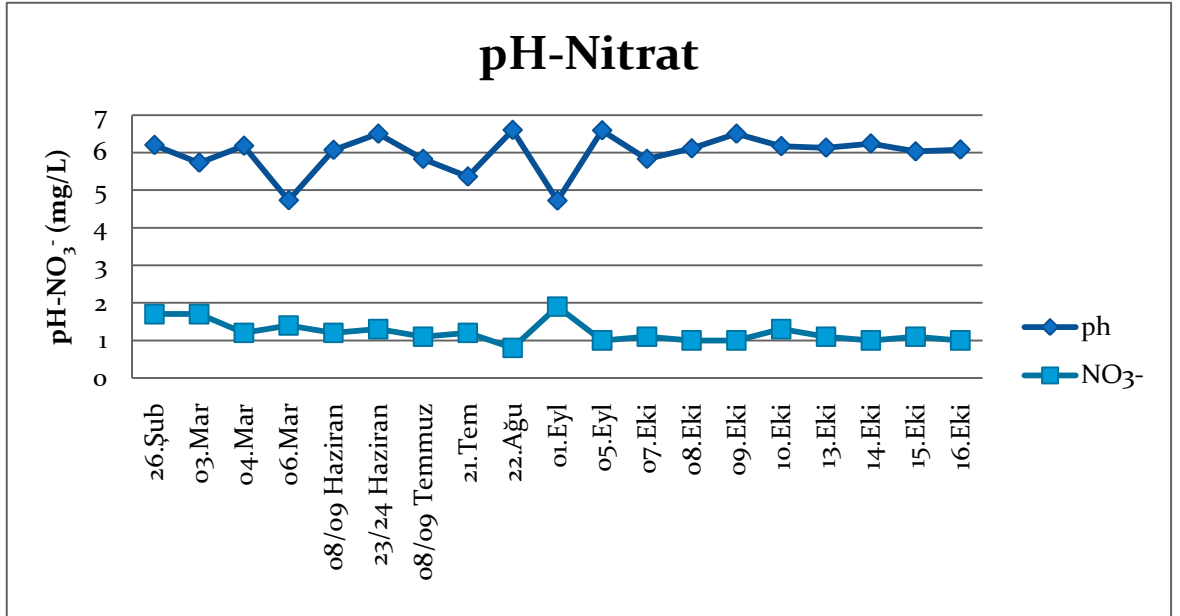
Ortamın asitliği ve bazlığı hakkında bilgi veren pH'ın alınan yağmur değerlerine göre değişimi Şekil. IV.1 de verilmiştir. 5,6 değerinin altında olan yağmurlar asit yağmurları olarak adlandırılır ki bu yağmurlar antropojenik kaynaklar tarafından atmosfere salınan gazlardan dolayı gerçekleşir. Grafiğe göre 6 Mart, 8/9 Temmuz ve 1 Eylül tarihlerin de asit yağmurları örneklenmiştir.

pH değerinin ortamda ki iyonlarla değişiminin tam olarak anlaşılabilmesi için pH ve analizi yapılan 3 iyonun değişimi Şekil. IV.2 de verilmiştir.



Şekil. IV.2 Yaş birikim için toplam anyon ve pH grafiği

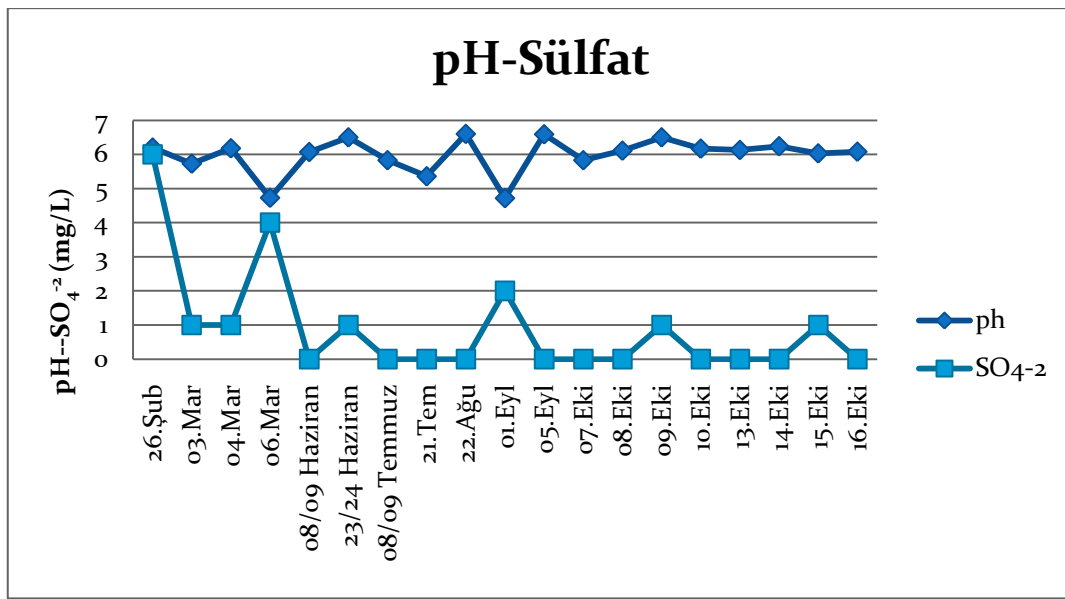
Şekil. IV.2 de görüleceği gibi genel anlamda pH değeri ölçülen anyonlarla ters orantılı olarak değişmiştir. Bu sonuç verilen anyonların asidite özelliklerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil IV.3 Yaş birikim nitrat pH değişim grafiği

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonunun atmosferde kalma süresi yaklaşık 1 gündür. Çoğunlukla yakıt kökenli olan bu nitrat enerji istasyonlarından da atmosfere salınabilir.

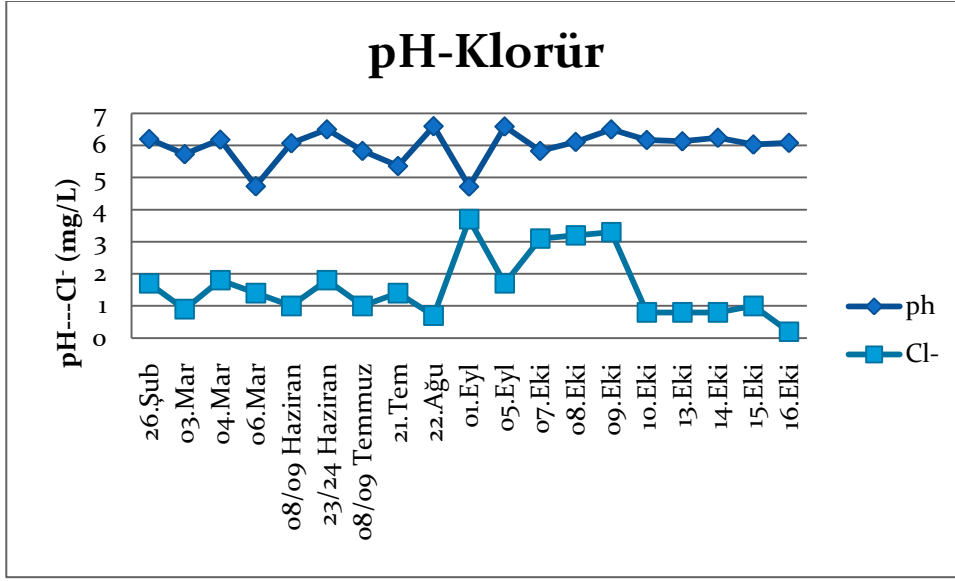
Şekil IV.3 incelendiğinde;  $\text{NO}_3^-$  en yüksek değeri 01.Eylül.2010 tarihinde ölçülmüştür. Ölçüm yapılan yerin şehir merkezinde ve araç trafiğinin yüksek olmasından dolayı böyle bir değer beklenen bir değerdir. Zira eylül ayı İstanbul için tatilcilerin yaz tatilden döndüğü aydır. Bunun yanı sıra en düşük değerin 22 ağustos da ölçülmesi aynı sebeplerden dolayıdır. Zira yaz ayları yakıtların az kullanıldığı aylardır. Grafikte ayrıca pH değerlerinin nitratla değişimi gösterilmiştir. 1 Eylül'de alınan en düşük pH değerine karşı en yüksek nitrat değeri ölçülmüştür. Nitrat asidite etme özelliğine sahip olduğundan; nitrat ve pH değerlerinin ters orantılı olarak değişmesi gerekir. Yukarıda da yaklaşık olarak ters orantılı değişmişlerdir.



Şekil. IV.4 yağ birikim için pH ve sülfat değişim grafiği

$\text{SO}_4^{2-}$  iyonu kömür ve petrol kaynaklı bir gaz olup atmosfer de kalıcılık süresi 40 günü bulur. Bu yüzden atmosferden kolayca temizlenen bir gaz değildir.

Şekil. IV.4 incelendiğinde en yüksek  $\text{SO}_4^{2-}$  değeri 26 Şubat yağmurunda ölçülmüştür.  $\text{SO}_4^{2-}$  Değerinin böyle bu şekildeki artışı sabit olmayan kaynaklardan gelmiş olabilir. Grafikte 09 Ekim ve 15 Ekim yağmurları ardıl yağmurlardır. Bu iki yağmurun öncesinde ve sonrasında yağmur devam etmesine rağmen bu günler de  $\text{SO}_4^{2-}$  ani bir yükseliş göstermiştir. Bunun yanı sıra asidite etme özelliğine sahip olan  $\text{SO}_4^{2-}$  alınan yağmur örneklerinde 26 Şubat yağmuru hariç pH la ters orantılı olarak değişmiştir. 26 Şubat yağmurundaki bu doğru orantılı olarak değişim yağmur suyundaki alkali metallerin çokluğundan kaynaklı olabilir. Zira alkali metaller bazlaştırıcı etkiye sahiptirler.

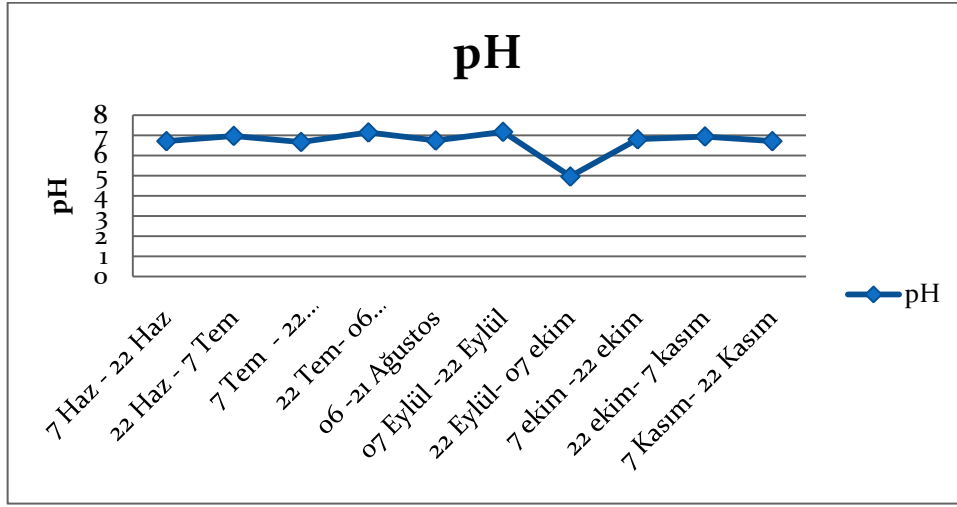


Şekil. IV.5 Yaş birikim için klorür ve pH değişim grafiği

Şekil. IV.5 de  $Cl^-$  değerinin zamana bağlı olarak değişimiyle beraber pH değerinin de değişimi verilmiştir.  $Cl^-$  çoğunlukla deniz kaynaklıdır[21]. 01 Eylül de ölçülen en yüksek  $Cl^-$  değerine karşın en düşük pH değeri ölçülmüştür. Bu asidite özelliğine sahip olan  $Cl^-$  nin pH düşürmesi beklenen bir değerdir. Bunun yanında pH ve klorür ters olarak değişmiştir. pH değerine etki de bulunan diğer etmenler de göz önüne alındığın da bu beklenen bir durumdur.

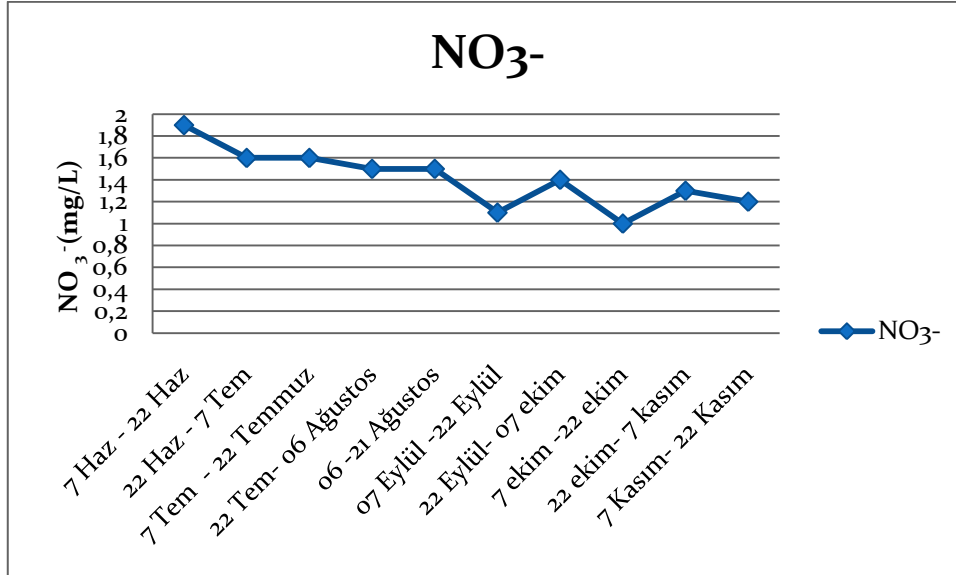
Örnekleme yapılan konumu -antropojenik ya da doğal kaynaklı salınıcılara mesafesi- ve meteorolojik şartlar örneklerin pH değerlerini etkileyen önemli etkenlerdir. Kadıköy Rıhtım'da yapılan ölçümler de ki pH değişimi aşağıda verilmiştir.

#### IV.4 Kuru Birikim Değerleri



Şekil. IV. 6 Kuru birikim için pH değişim grafiği

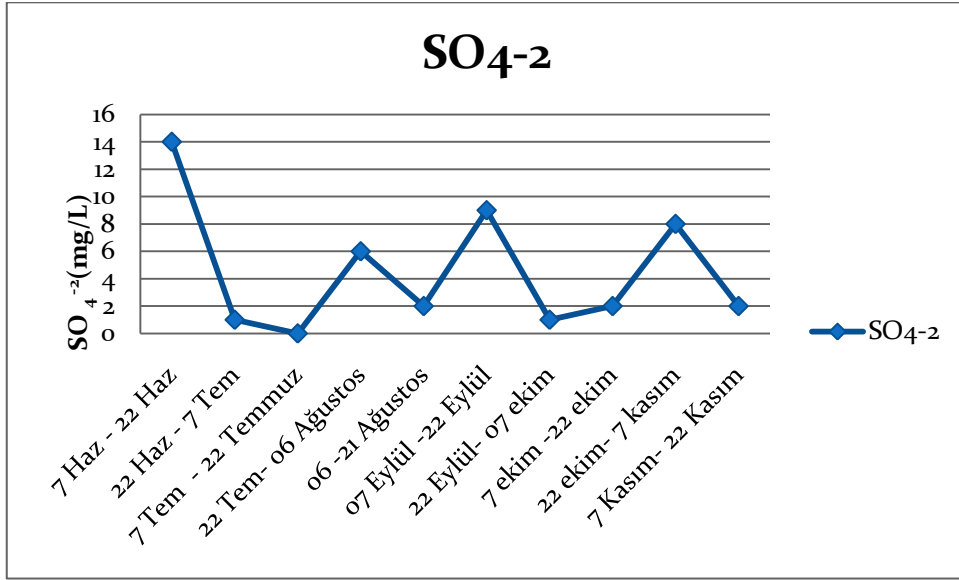
Şekil. IV.6'ya göre 22 Eylül- 7 Ekim arasındaki periyotta asidik çökeltme gözlenmiştir. Bu periyot arasında yağmur yağmadığı yapılan yağmur örneklemeleri esnasında gözlenmiştir. Bunun yanında sadece 7-22 Eylül ve 22 Temmuz – 06 Ağustos tarihleri arasındaki kuru birikim örneğinde pH değeri 7'nin üzerinde çıkmıştır.



Şekil. IV. 7 kuru birikimin zamanla değişim grafiği

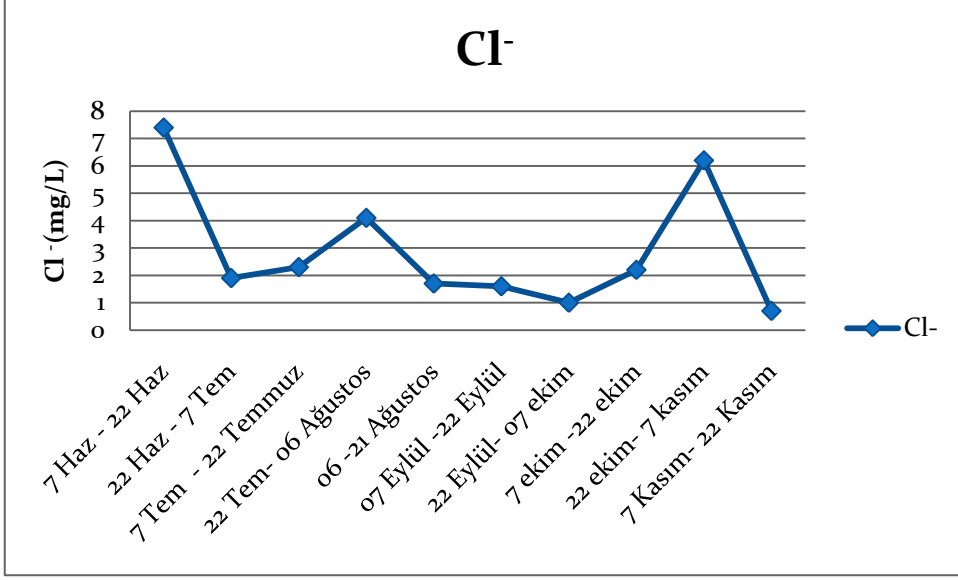
Şekil. IV.7' de nitrat anyonunun ölçülen periyot ile olan değişimi verilmiştir. 7-22 Haziran arasında en yüksek sülfat değeri ölçülmüştür. En düşük nitrat değeri ise 7-22

Ekim değerleri arasında ölçülmüştür. Grafikte de görüldüğü gibi nitrat değerleri arasında çok büyük bir değişim gözlenmemiştir. Atmosferde ki kalma süreleri yaklaşık bir gün olan nitratlar, atmosferden temizlenmeleri kısa süreli olur. Bu da nitratların atmosferde çok fazla birikememelerine neden olur. Şekil. IV.7 de bunun doğrular niteliktedir.



Şekil. IV.8 Kuru birikim için sülfatın zamanla değişimi

Şekil. IV.8 ölçüm yapılan periyottaki sülfat değişimini vermektedir. Buna göre en yüksek sülfat değeri 7-22 Haziran da ve en düşük sülfat değeri 7-22 Temmuz tarihleri arasında ölçülmüştür. Atmosferde kalma süreleri 40 günü bulan sülfatlar, atmosferde birikme ihtimalleri yüksektir [6]. Şekil de sülfat değerlerinin ani değişimleri bu nedenden ötürü olabilmekle beraber; sülfatlar atmosfere çoğunlukla kömür ve petrol yanmaları yoluyla salındığından, yakın çevre de vuku bulmuş yanma olaylarından kaynaklı da olabilir.



Şekil. IV. 9 kuru birikim için klorürün zamanla değişim grafiği

Şekil IV. 9 klorür miktarının yapılan ölçüm periyotlarına göre olan değişimini vermektedir. Buna göre en yüksek klorür değeri 7-22 Haziran ve en düşük klorür değeri de 7-22 Kasım aralığında ölçülmüştür.

## **BÖLÜM V**

### **TARTIŞMA ve DEĞLENDİRMELER**

#### **V.1 Yaş Birikim**

Yapılan analizlerde sülfat, nitrat ve klorür değerleri normal atmosferde bulunan değerlerinden daha fazla olarak bulunmuştur. Bunların kaynağı çok sayıda kirleticinin atmosferde yer almasıdır. Bu değerlerin fazla olması aynı zaman da havanın asitlik değerini değiştirmiş ve örnekleme yapılan zaman aralığında 3 adet asit yağmuru ölçülmüştür. Bunlara dayanarak İstanbul Kadıköy'deki hava kalitesinin düşük olduğu analizler sonucu ortaya çıkmıştır.

#### **V.2 Kuru Birikim**

Kuru birikim de yaş birikime benzer olarak Kadıköy'de ki hava kalitesinin düşük olduğunu göstermiştir. Yapılan örnekleme esnasında bir adet asidik çökme gözlenmiştir. Kuru birikim toprak kaynaklı elementlerin gaz-parçacık dönüşümü sonucu oluşan asidik parçacıklara oranla ağır olması nedeniyle daha hızlı çökme yapmışlardır. Bunun sonucu olarak toprak kaynaklı bu elementler asidite düşürdüklerinden örneklen kuru birikimde sadece tek bir örnekte asidite gözlenmiştir. Asidik parçacıkların ciddi bir kuru birikim gerçekleştirebilecekleri gözlenmiştir. Bu durum endüstriyel kaynaklı kirleticilerin kuru birikim üzerindeki oynadıkları rolü dolay kuru birikim ölçümlerinin hava kalitesinin değerlendirilmesinde önemli rol oynayabileceği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] İstanbul'un Farklı Bölgelerinde Yağmur Alt Olayının İncelenmesi  
Yard. Doç. Dr. Bülent Oktay AKKOYUNLU
- [2] Mersin'de Yağmur Suyunun Temel İyonik Bileşimi-Asit Yağmurları  
Pelin Türker; 2005
- [3] İskenderun Körfezindeki Yağmur Suyunun Kimyasal Bileşiminin Belirlenmesi  
Sinem Çakmaklı; 2009
- [4] Yağmur Suyunda PAH ve Pestisit Tayini ve Alıcı Ortam Modellemesi  
Kimya Müh. Burcu Binici; 2008
- [5] Asit Yağmurları ve Hava Kirliliği Değerlendirme Raporu  
Ali İhsan İLHAN, Nezahat ÖZ, Cihan DÜNDAR, Fatma KENET, Tülay BALTA; Mayıs 2006
- [6] Hava Kirliliği  
Yrd. Doç.Dr. Aysun Sofuoğlu
- [7] [Dry and WetDeposition of Water-Insoluble Dust and Water-Soluble Chemical Species During Spring 2007 in Tsukuba, Japan  
Yayoi Inomata, Yasuhito Igarashia, Masaru Chibaa, Yoshihiro Shinoda1, Hiroshi Takahashia
- [8] A critical Review of Below Cloud and Aerosol Scavenging Result on Mt. Rigi  
M.Volken and T. Schumann
- [9] Fish Species and Acid Neutralizing Capacity of Cold Water Streams in Shenandoah National ParkSally Springer
- [10] Study of Chemical Composition in Wet Atmospheric Precipitation in Eshidiya area, Jordan  
Omar Ali, Al-Khashman; 2005
- [11] Dry Deposition  
Dr. Yoram Cohen
- [12] İstanbuldaki asit yağışları, kaynakları ve etkileri;

Y. Müh. Hüseyin TOROS]

- [13] Rize'de Yağmur Suyunun Bazı Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi,  
Ahmet Balcı - Ahmet Demirak, Funda TABAK
- [14] Hidroloji Ders Notları  
Yrd. Doç.Dr Kasım Yenigün, Arş. Gör Veysel Gümü
- [15] Pollutant Concentrations in Fog and Low Cloud Water at Selected Sites of the Czech Republic  
J. Fisak, M. Tesar, D. Rezacova, V. EliasV. Weignerova , D. Fottova
- [16] Uptake of Soluble Gaseous Pollutants by Rain Droplets in the Atmosphere with Nocturnal Temperature Profile  
Tov Elperin, Andrew Fominykh, Boris Krasovitev
- [17] Nitrite in dew, fog, cloud and rain water: An indicator for heterogeneous processes on surfaces,  
Karin Acker, Daniel Beysens, Detlev Möller
- [18] <http://www.main-board.eu/istanbul/399420-istanbulun-iklimi-hakkinda.html>  
Alınma tarihi: 08/01/2011
- [19] [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:-\\_Acid\\_rain\\_damaged\\_gargoyle\\_-\\_jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:-_Acid_rain_damaged_gargoyle_-_jpg)  
Alınma tarihi: 08/01/2011
- [20] Ardışık Yağmur Örnekleme Cihazının Yapımı ve Yağış Kimyasının İncelenmesi  
Yakup Ercan ACAR
- [21] Mersin 'de Yağmur Suyunun Kimyasal Analiz Yolu ile Hava Kalitesinin Belirlenmesi  
Doç.Dr. Türkan Özsoy, Prof. Dr. Sermin Örnek Tekin, Pelin Türker;  
Mayıs 2006
- [22] Küresel Isınma, İklim Değişikliğinin Solunum Sistemi Üzerine

Etkisi ve Büyükşehir Bronşiti

Mesut ÇİMEN, Sami ÖZTÜRK; 06.07.2010

[23] Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği

Necmettin ÇEPEL Celal ERGÜN

## ÖZGEÇMİŞ

28 Ocak 1982' de Gevaş'ta doğdum. İlkokulu M.E Yahya Beyatlı İlkokulu, ortaokulu M.E Yunus Emre İlköğretim okulu ve lise öğrenimimi M.E Van Endüstri Meslek Lisesi'nde tamamladım. Mayıs 2006 tarihinde Mersin Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldum. Eylül 2007 tarihinde Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisan Eğitimime başladım.