

DOĞU AKDENİZ BÖLGESİ'NDE GÖZLENEN YÜKSEK SÜLFAT DERİŞİM KAYNAKLARININ BELİRLENMESİ

Fatma ÖZTÜRK*, Lenar SOULTANOV*, Gürdal TUNCEL^{(1)*}

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara

ÖZET

Doğu Akdeniz Bölgesi'nin kirletici kaynaklarından uzak kesimlerinde gerek aerosol gerekse yağmur suyu örnekleri üzerinde yapılan çalışmalar, bu bölgede ölçülen sülfat derişiminin Avrupa ve Amerika kıtalarının en çok endüstrilemiş bölgelerinde ölçülen değerlerle kıyaslanabilir hatta zaman zaman bu değerlerden bile yüksek olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı gözlenen bu yüksek derişimin hangi kaynaklardan ileri geldiğini saptamaktır. Bu çerçevede Antalya (1992-2000) ve Çubuk (1993-2000) istasyonlarında aerosol örnekleri toplanmış ve toplanan örnekler SO_4^{2-} , NO_3^- ve NH_4^+ için analiz edilerek büyük bir veri seti oluşturulmuştur. Bu üç temel iyonun derişimleri ve zamana bağlı olarak bu derişimlerde meydana gelen değişiklikler Avrupa'nın diğer bölgelerindeki EMEP istasyonlarından elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır.

İstasyonlar için hesaplanan SO_4^{2-}/NO_3^- değerleri bu oranın iyi bir izleyici parametre olduğunu göstermiştir.

Batı Avrupa'da 1980'li yılların ortalarından başlayarak, özellikle SO_2 emisyonlarının azaltılmasına yönelik alınan ciddi önlemler SO_4^{2-}/NO_3^- oranının Batı Avrupa'da düşmesini sağlamıştır. Ancak, eski doğu bloku ülkelerinde aynı önlemler batıda olduğu kadar etkin olarak uygulanmadığından eski Sovyetler Birliği ülkelerinde SO_4^{2-}/NO_3^- oranı 2.5 – 3.0 arasında olup zaman içerisinde önemli bir düşüş göstermemiştir. Türkiye'de değişik istasyonlarda hesaplanan SO_4^{2-}/NO_3^- oranlarının Doğu ve Batı Avrupa ile karşılaştırılması istasyonların daha çok Doğu Avrupa'daki kaynaklardan etkilendiğini göstermiştir.

Son olarak kullanılan Potansiyel Kaynak Katkı Fonksiyonu yöntemi ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde gözlenen bu yüksek sülfat derişiminin kaynak bölgeleri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Potansiyel Kaynak Katkı Fonksiyonu, Doğu Akdeniz Bölgesi

ABSTRACT

The studies that have been carried out either on the rainwater or aerosol samples have revealed that the concentration of sulfate measured in the Eastern Mediterranean atmosphere is comparable or sometimes higher than that measured over the most industrialized parts of the Europe and United States.

¹ tuncel@metu.edu.tr

The objective of this study is to find the sources of this observed high sulfate anomaly over the Eastern Mediterranean. In this respect, aerosol samples were collected in Antalya (1992-2000) and Çubuk (1993-2000). These collected samples were investigated for their SO_4^{2-} , NO_3^- , and NH_4^+ contents and hence, the largest data set ever found in Turkey was formed. The concentrations and short and long term variations of these three major ions over time were compared with the data gathered from other EMEP stations.

The $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ ratio of the collected aerosol samples were also estimated in this manuscript. This ratio has been lowered below to 2.5 in Europe as a result of the taken serious measurements over the emission sources. This ratio was also calculated for the former USSR countries and it has been seen that the ratio ranges between 2.5-3.0 and there is no considerable decrease observed in the ratio as in the case of western Europe since taken precautions are not effectively applied in these countries. The $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ ratio was calculated for the stations in Turkey and the results were compared to determine whether Eastern or Western Europe has greatest effect on these stations in terms of pollution. The results of this study showed that Eastern Europe has a considerably crucial contribution to the pollution burden of the stations located in the Eastern Mediterranean.

Lastly, the sources of observed sulfate anomaly were determined through using a method called as Potential Source Contribution Function.

Keywords: SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Potential Source Contribution Function, Eastern Mediterranean

GİRİŞ:

Son yıllarda sülfat üzerinde yapılan çalışmaların sayısı sülfatın gerek yağmursuyu asiditesini artırması gerekse iklim değişikliği üzerinde önemli rol oynaması nedeniyle artmıştır. Liang ve Waldman (1993), ve Waldman vd. (1993) tarafından yapılan çalışmalarda asidik aerosollerin sağlık üzerinde hiçde küçümsenmeyecek bir tehdit oluşturduğu açığa çıkartılmıştır. Yine Dockery vd. (1993)'nin çalışmalarıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde altı şehir için onbeş yıl boyunca hava kirliliği ve ölüm oranlarını içeren bir veri seti oluşturulmuş ve bu veri setinin incelenmesiyle partikül fazındaki sülfatın ortalama derişiminin $13 \mu\text{g m}^{-3}$ olduğu alanlarda bu değer $5 \mu\text{g m}^{-3}$ olduğu alanlara göre ölüm oranının % 26 daha fazla olduğu gösterilmiştir.

Charlson vd. (1991)'nin gerçekleştirdiği modelleme sonuçlarına göre Doğu Akdeniz Bölgesi, atmosferde bulunan yüksek sülfat aerosolleri nedeniyle yeryüzüne gelen güneş ışınlarını dağıtarak, atmosferde sıcaklığın düştüğü ender alanlardan biri olarak tanımlanmıştır. Doğu Akdeniz bölgesinde gözlenen bu yüksek sülfat derişimine neden olarak bölgenin Avrupa'nın güneyinde bulunması ve en azından yılın % 70'inde Orta ve Doğu Avrupa'dan kaynaklanan hava kütlelerinin buraya ulaşması öne sürülmektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki sülfat derişiminin Avrupa'nın diğer bölgelerine göre daha yüksek olduğu ilk olarak 1992 yılında Hacısalihoğlu ve diğerleri tarafından ve daha sonrada bu bölge üzerinde çalışmalarını sürdüren diğer araştırmacılar tarafından (Luria vd., 1996, Güllü vd., 1998, ve Herut vd., 2001) ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın amacı Doğu Akdeniz havzasında neden

bu kadar yüksek sülfat olduğunu ve gözlenen bu yüksek sülfat derişiminin kaynağını saptamaktadır.

MATERYAL VE METHOD:

Bu çalışmada Türkiye için kullanılan sülfat ve nitrat değerlerini içeren veri seti Antalya ve Çubuk istasyonlarında toplanan örneklerin analiz edilmesiyle oluşturulmuştur.

Antalya'da bulunan istasyon Antalya'nın yaklaşık olarak 20 km batısında hertürlü nokta kaynakdan uzak bir bölgeye kurulmuştur. Örneklerin toplandığı platform deniz seviyesinden yaklaşık olarak 20 metre yüksekte kayalık bir tepenin üzerinde bulunmaktadır. İstasyona en yakın kirletici kaynağı istasyonun 20 km batısında bulunan Antalya şehridir.

Aerosol örnekleri PM-10 Yüksek Hacimli Anderson örnekleyicisinde Whatman-41 Selüloz asetat filitreler üzerinde toplanmıştır. Daha sonra bu örnekler Ankara ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Temiz Oda olarak adlandırılan laboratuvara getirilmiş ve her bir filtre dört parçaya ayrılmıştır. Bu parçalardan biri iyon kromatografi aletinde SO_4^{2-} , NO_3^- içerikleri açısından ölçülmek üzere sıvı çözelti haline getirilmiş, diğer parçalar da daha sonraki analizler için saklanmıştır. NH_4^+ da spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. Aerosol örnekleri üzerinde yapılan analizlerle ilgili daha ayrıntılı bilgi Güllü vd. (1998) tarafından yapılan çalışmada bulunabilir.

Çubuk istasyonu ise Ankara'nın yaklaşık olarak 50 km uzağında nokta ve alan kaynaklarından uzak bir mesafede bulunmaktadır. İstasyona en yakın yerleşim birimi olan Çubuk istasyondan 12 km uzaklıktadır. Çubuk istasyonu bir EMEP (Avrupa İzleme ve Değerlendirme Programı) istasyonu (TR0001) olduğu için yer seçim kriterleri, örnekleme, analiz ve veri kalite kontrol protokolleri EMEP'in kullandıklarıyla aynıdır.

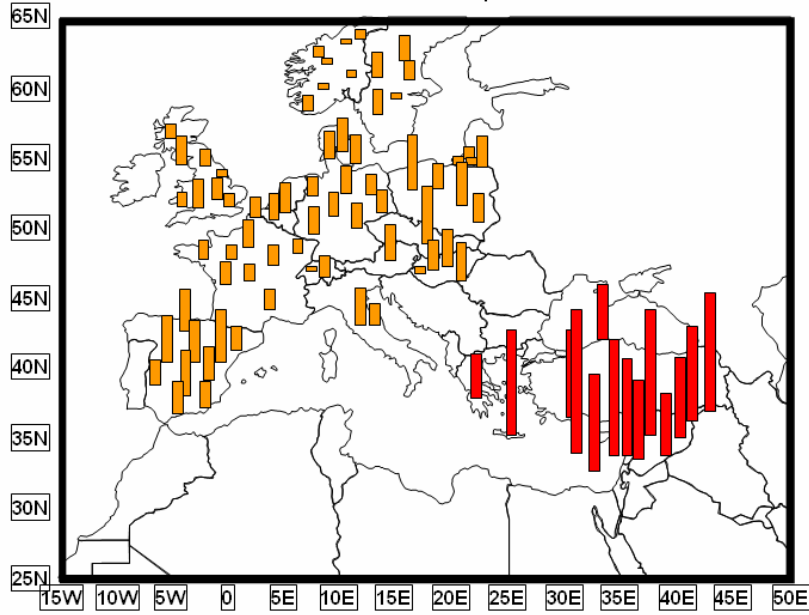
Örnekler yine Antalya istasyonunda olduğu gibi Yüksek Hacimli örnekleyiciler kullanılarak Selüloz asetat filitreler üzerine toplanmıştır. Örnekleme sürekli olup, filitreler 24 saatde bir değiştirilmiştir.

Toplanan bütün örnekler Ankara'da Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıha Araştırma Müdürlüğü laboratuvarlarında SO_4^{2-} ve NO_3^- analizleri iyon kromatografisi yöntemiyle Dionex 100 iyon kromatografisi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizler için iyonları içeren filtreler yarım saat süre ile su içerisinde ultrasonik banyoda bırakılarak iyonlar çözeltiliye geçirilmiş ve daha sonra çözeltiden 100 µL alınarak iyon kromatografa enjekte edilmiştir. Toplanan örneklerin analiz yöntemini burada tartışmak çok uzun süreceğinden, daha ayrıntılı bilgi Tuncer ve diğerleri, 2000 ve 2001'de bulunabilir.

Çalışmada kullanılan diğer istasyonlara ait veriler EMEP'in web sayfasından temin edilmiştir.

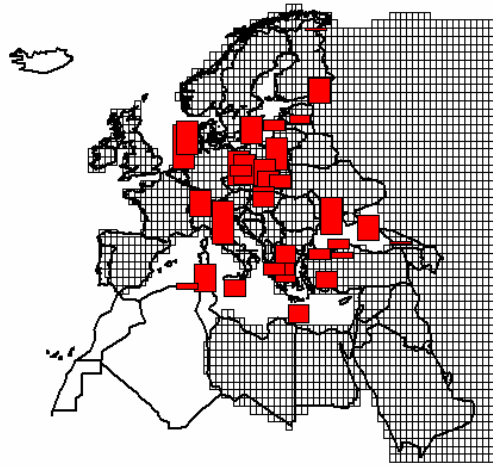
SONUÇLAR:

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ve Avrupa'daki 2000 yılına ait verilere dayanılarak çizilen Şekil 1'de verilmiştir. Bu şekilden de açıkça görüldüğü gibi Doğu Akdeniz bölgesinde ki sülfat derişimi Avrupa'ya göre oldukça yüksektir.

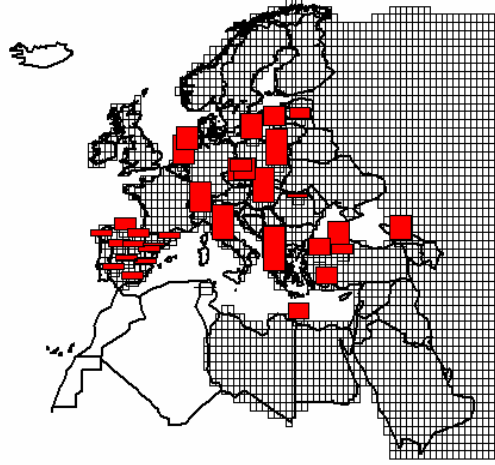


Şekil 1. Doğu Akdeniz ve Avrupa'da ki sülfat derişimi

Fakat durumun sadece sülfat için mi geçerli olduğu yoksa Doğu Akdeniz Bölgesi'ni etkileyen diğer kirleticilerin de aynı eğilimi gösterip göstermediğini anlayabilmek için Doğu Akdeniz ve Avrupa'ya ait nitrat ve amonyum iyonu derişimleri de zamana bağlı olarak çizilmiştir.



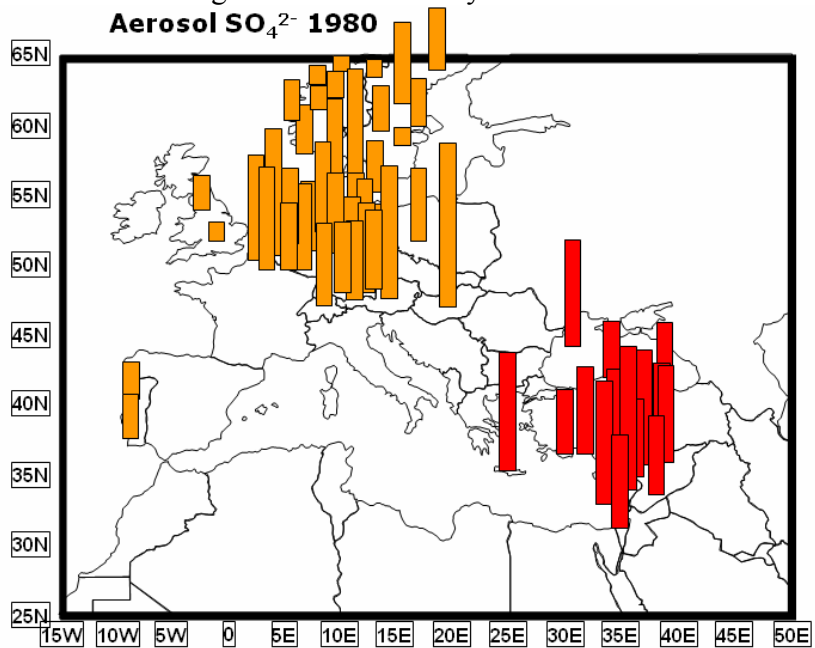
Şekil 2. Doğu Akdeniz ve Avrupa'da gözlenen nitrat derişimi



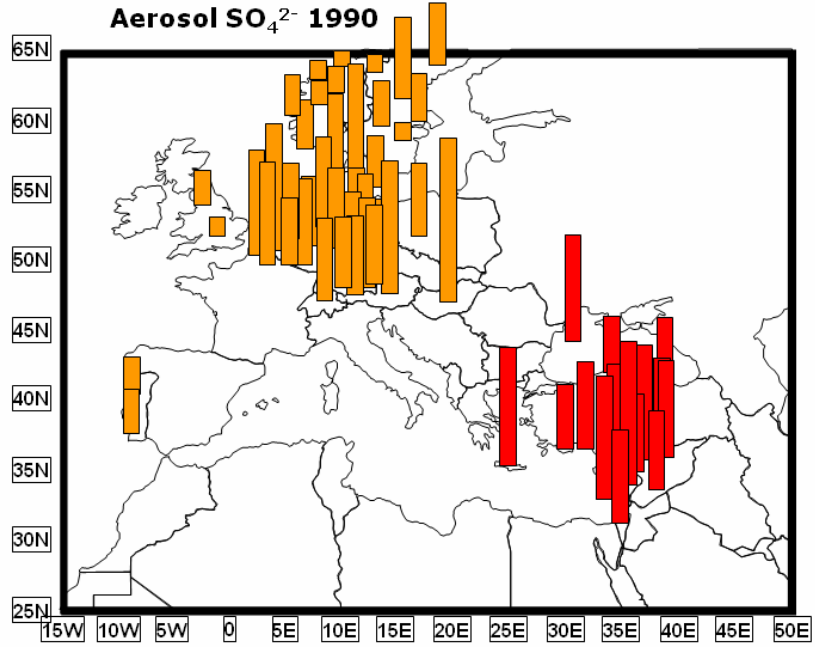
Şekil 3. Doğu Akdeniz ve Avrupa'da gözlenen amonyum iyonu derişimi

Şekil 2 ve 3'den de görüleceği gibi amonyum iyonu ve nitrat derişiminin Avrupa ve Doğu Akdeniz bölgesinde çok önemli farklılık göstermediği sonucuna varılmaktadır. Bu nedenle gözlenen bu yüksek derişimin sadece sülfata has bir özellik olduğu söylenebilir.

Sülfat derişiminin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Avrupa'nın diğer bölgeleriyle karşılaştırıldığında neden bu kadar yüksek olduğunun ortaya konulması bu çalışmanın en önemli amacıdır. Bu amaçla yapılan çalışmalar Avrupa'da ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan istasyonlardan elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesine dayanmaktadır.



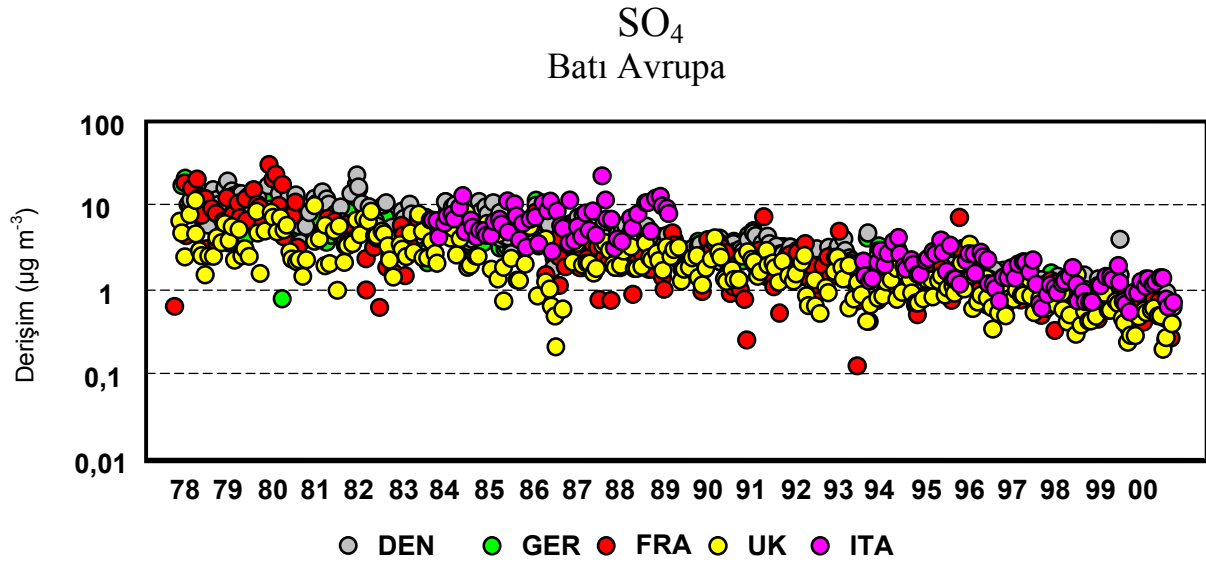
Şekil 4. Avrupa ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1980 yılında gözlenen sülfat derişimi



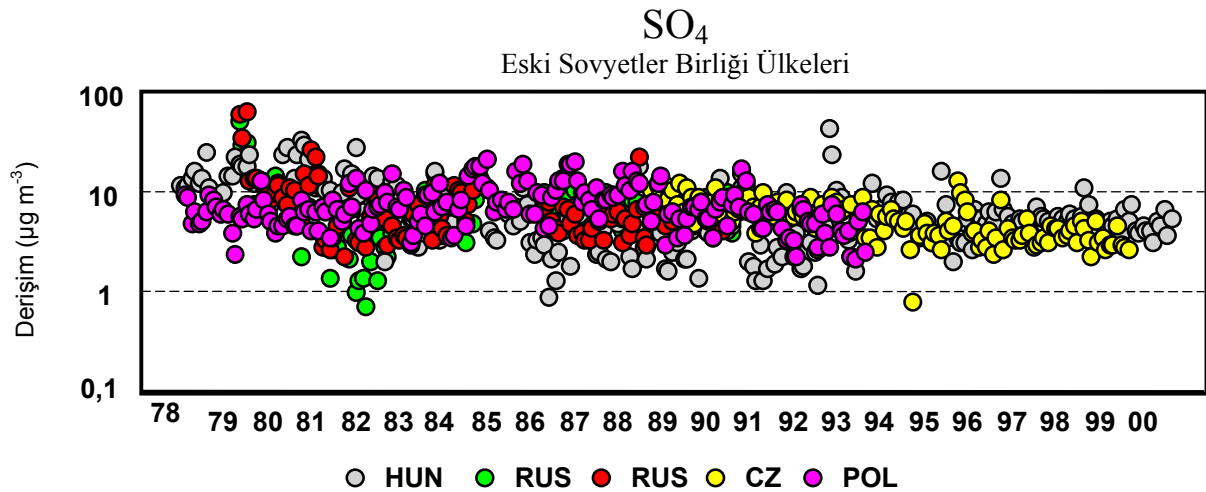
Şekil 5. Avrupa ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1990 yılında gözlenen sülfat derişimi

Şekil 4 ve 5 Doğu Akdeniz ve Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde sırasıyla 1980 ve 1990 yılında gözlenen sülfat derişimini göstermektedir.

Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi 1980'li yıllarda Doğu Akdeniz ve Avrupa'da ki sülfat derişimleri birbirine çok yakınken bu eğilim 1990'lı yıllarda değişmiş, Avrupa'da sülfat derişimleri önemli ölçüde azalırken, Akdeniz Bölgesi'nde hiçbir derişim gözlenmemiştir. Avrupa'da 1980'li yıllarda sülfat emisyonları üzerine alınan ciddi önlemlerin bu sonuçlar üzerinde önemli etkisi bulunmaktadır.



Şekil 6.a. 1980 ve 2000 yılları arasında Batı Avrupa'da gözlenen sülfat derişimi



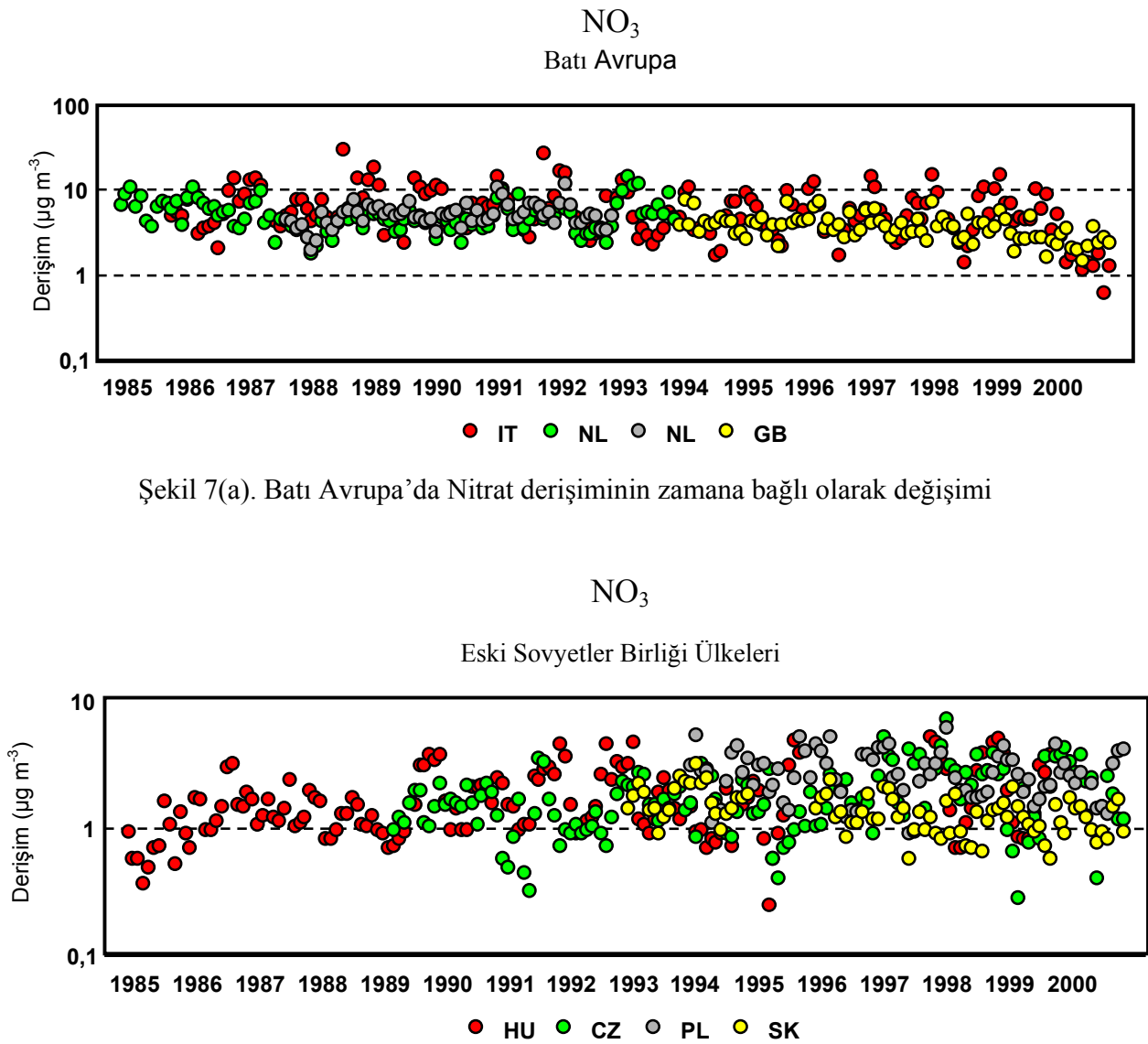
Şekil 6.b. 1980 ve 2000 yılları arasında eski Sovyetler Birliği ülkelerinde gözlenen sülfat derişimi

Şekil 6(a) ve 6(b) 1980 ve 2000 yılları arasında Batı Avrupa ve eski Sovyetler Birliği ülkelerinde sülfat derişiminin nasıl değiştiğini göstermektedir. Buna göre Batı Avrupa ülkelerinde 1980'li yıllardan başlayarak sülfat düzeylerinde %70'lere varan belirgin bir azalma gözlenirken, aynı değişim eski Sovyetler Birliği ülkelerinde gözlenmemiş, bu ülkelerde SO_4^{2-} düzeylerinin ancak son yıllarda bir azalma eğilimine girdiği görülmüştür.

Batı Avrupa da 1986 yılında uygulamaya konulan sülfür protokolünden sonra sülfür dioksit emisyonları üzerinde alınan ciddi önlemlerin etkisi bu iki şekilde açıkça görülmektedir. Batı

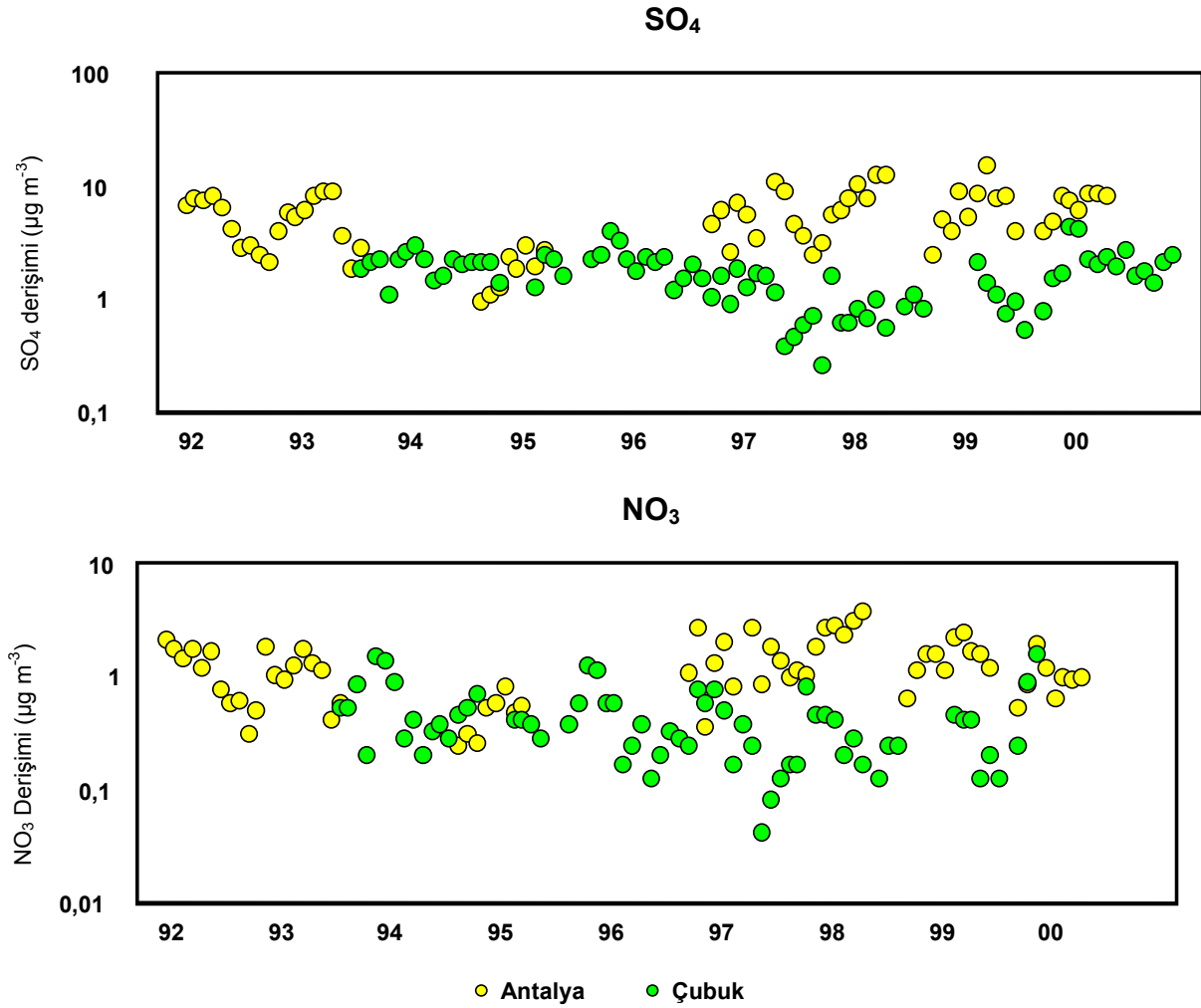
Avrupa'da bu protokolün imzalanmasından sonra sülfat emisyonunda yaklaşık olarak % 70 azalmanın olduğu çeşitli araştırmalarda da gösterilmiştir. Fakat Doğu Avrupa için bu durum aynı değildir çünkü Polanya gibi çeşitli ülkelerde hala sülfür oranı yüksek olan kömür kullanılmakta ve sülfür dioksit emisyonları da Batı Avrupa'ya göre verimli bir şekilde kontrol edilmemektedir.

Nitrat derişiminin uzun dönemde ki değişimi batı ve doğu Avrupa için Şekil 7(a) ve 7(b)'de gösterilmiştir. Sülfattan farklı olarak nitrat derişiminde çok önemli bir değişimin olmadığı bu şekillerde de açıkça görülmektedir. Bu durum Avrupa'da azot emisyonlarının azaltılmasına yönelik protokolün çok yakın bir zamanda uygulamaya konulmasından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, uzun zamandır sülfür emisyonu çok ciddi bir şekilde kontrol edimesine rağmen NOx emisyonları üzerinde hiçbir önlem alınmamıştır.



Şekil 7(b).Eski Sovyetler Birliği ülkelerinde nitrat derişiminin zamana bağlı olarak değişimi

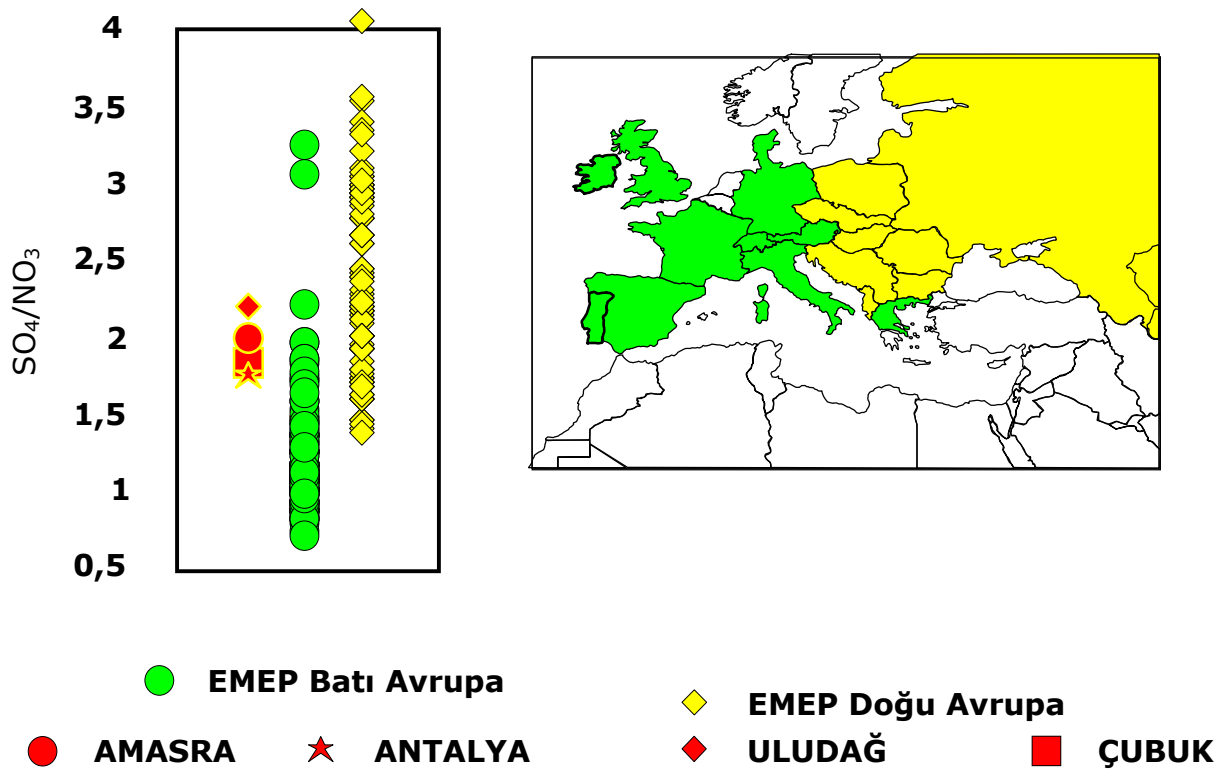
Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Çubuk ve Antalya istasyonlarında ölçülen sülfat ve nitrat derişimleri Şekil 8'de verilmektedir. Şekillerden de açık bir şekilde görüldüğü gibi son on yılda sülfat ve nitrat derişiminde önemli bir azalma görülmemiştir. Bu açıdan Türkiye de toplanan veriler daha çok Doğu Avrupa ülkelerinde toplanan verilere benzemektedir.



Şekil 8. Çubuk ve Antalya istasyonlarında sırasıyla sülfat ve nitrat derişimleri

Doğu ve Batı Avrupa'da sülfat ve nitrat emisyonları üzerinde alınan kontrol yöntemleri arasındaki farklılıklar Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde çok farklı SO₄²⁻/NO₃⁻ oranının görülmesine sebep olmaktadır. Doğu Avrupa da bu iki parametre ciddi bir biçimde kontrol edilmediği için, bu oranın 1970'li yıllarda tüm dünyada gözlenen orana çok yakın olduğu ve 2.5 civarında değişebileceği söylenebilir. Diğer taraftan Batı Avrupa'da sülfür dioksit emisyonu üzerinde önemle durulurken, azot oksit emisyonları gözardı edilmiştir. Bu nedenle, Batı Avrupa için hesaplanan SO₄²⁻/NO₃⁻ oranının Doğu Avrupa için hesaplanan değerden daha düşük olması beklenmektedir.

Doğu ve Batı Avrupa'da bulunan EMEP istasyonlarında ölçülen SO_4^{2-}/NO_3^- oranları Şekil 9'da verilmektedir. Bu oranın Doğu Avrupa için 1.5 ve 2.5 arasında değiştiği ve ortalama değerinin de yaklaşık olarak 2.5 olduğu görülmektedir. Aynı oranın Batı Avrupa için 2.0'den az olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, SO_4^{2-}/NO_3^- oranı Doğu Akdeniz Bölgesi'nin Doğu Avrupa'dan mı yoksa Batı Avrupa'dan mı daha çok etkilendiğinin belirlenmesinde bir gösterge olarak kullanılabilir. Aynı oran Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan dört istasyon için de hesaplanmış ve sonuçlar Şekil 9'da verilmiştir. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde ölçülen bu değerlerin genellikle birbirine çok yakın olduğu ve yaklaşık olarak 2.0 civarında değiştiği belirlenmiştir. Bu oran Batı Avrupa'da ölçülen çoğu değerden ve Doğu Avrupa için belirlenen en düşük değerden yüksektir.



Şekil 9. EMEP ve Doğu Akdeniz bölgesindeki istasyonlardaki sülfat/nitrat oranları

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Yukarıda verilen sonuçlar göstermektedirki Türkiye'de ve Doğu Akdeniz bölgesi'nde bulunan istasyonlar Doğu Avrupa'dan kaynaklanan emisyonların etkisi altında bulunmaktadır. Bulgaristan, Romanya, Sırbistan gibi Balkan ülkelerindeki emisyon profilleri Doğu Avrupa ülkelerinin emisyon profillerine benzemesi beklendiği için Balkan ülkeleri de Doğu Akdeniz bölgesindeki sülfat seviyelerini etkileyen olası kaynak bölgeleri olarak lisyete eklenmelidirler. Doğu Akdeniz bölgesinde Doğu Avrupa'ya kıyasla daha düşük SO_4^{2-}/NO_3^- oranının görülmesi,

Doğu Akdeniz'e gelen kirleticilerin Batı Avrupa ülkelerinden gelen taşınım ile seyreltmesiyle açıklanabilir.

Doğu Avrupa'da ve Doğu Akdeniz bölgesinde bulunan istasyonlarda gözlenen sülfat derişiminde uzun dönemde meydana gelen değişimlerin benzerliği bu hipotezi desteklemektedir.

Son olarak Doğu Akdeniz bölgesinde gözlenen sülfat derişimini etkileyen kaynak bölgeleri bir trajektöri istatistik yöntemi olan Potansiyel Kaynak Katkı Fonksiyonu (PKKF) adı verilen bir yöntemle belirlenmiştir.

PKKF değerlerini hesaplayabilmek için, önce her istasyonda toplanan her örnek için 5-gün süreli backtrajectory hesaplanmıştır. Bu hesaplarda ECMWF, 3D, isentropik modeli kullanılmıştır. Daha sonra hesaplanan backtrajectoryler birer saatlik segmentlere ayrılmıştır. Bu şekilde her bir trajectory için 120 ve her istasyonda 8 yıllık bir süre için ise yaklaşık 32000 adet segment oluşmuştur. Daha sonra çalışma alanı (ki bu alan Batıda İngiltere'nin batısından doğuda Asya'nın ortasına kadar, Kuzeyde Sibirya'dan güneyde ekvator'a kadar uzanan bir bölgeyi içermektedir) 1°x1°lik gridlere bölünmüştür. Her griddeki PKKF değerini hesaplayabilmek için önce hava kütlelerinin her bir segmentte ne kadar zaman harcadığı $P(A_j)$, Eşitlik-1 kullanılarak hesaplanmıştır (Güllü vd., 1998).

$$P(A_j) = (n_j / N) \quad (\text{Eşitlik-1})$$

Burada n_j , j bölgesindeki trajektöri segmentinin sayısı ve N ise toplam trajectory segmenti sayısıdır. Daha sonra veri setindeki bütün trajectoryler arasında, sadece SO_4^{2-} iyonunun belli bir konsantrasyon değerinin üzerinde olduğu örneklere karşı gelen trajectory segmentlerinin j bölgesinde ne kadar bulunduğu, $P(B_j)$, Eşitlik-2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$P(B_j) = (m_j / N) \quad (\text{Eşitlik-2})$$

Burada m_j , j bölgesindeki yüksek konsantrasyon değerine sahip olan örneğe karşı gelen trajectory segmentinin sayısını ifade etmektedir. $P(A_j)$ ve $P(B_j)$ değerleri bulunduktan sonra, sülfat için PKKF değerleri Eşitlik-3 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$PKKF = P(A_j) / P(B_j) \quad (\text{Eşitlik-3})$$

Hesaplanan PKKF değerleri bir Jeografik Bilgi Sistemleri yazılım programı olan MAPINFO kullanılarak interpolate edilerek harita haline getirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan ve potansiyel kaynak bölgelerini gösteren harita Şekil 10'da verilmiştir.

Bu teknikle belirlenen kaynakların bir bölümü önceki değerlendirmelerde varılan sonuç olan doğu Akdeniz bölgesinin Batı Avrupa'dan ziyade, eski doğu bloğu ülkelerindeki ve balkanlardaki emisyonlardan etkilendiği şeklindeki sonuçla uyum göstermektedir. Gerçekten de Balkan ülkeleri ve İstanbul doğu Akdeniz'i bölgeyi etkileyen önemli kaynak bölgeleridir. Bu açıdan bakıldığında, Bütün eski doğu bloğu ülkelerini önemli kaynak bölgeleri olarak tanımlamak yerine, balkanlardaki emisyon kaynaklarının doğu Akdeniz bölgesindeki SO_4^{2-} konsantrasyonlarını etkilediğini söylemek daha yerinde olacaktır.

Şekilden de görülebileceği gibi doğu Akdeniz bölgesinde ölçülen yüksek SO_4^{2-} konsantrasyonlarını etkileyen kaynak bölgeleri sadece balkanlar ile sınırlı değildir. Rusya'nın ortalarında bir bölgenin ve İspanya'nın kuzeyindeki bir bölgenin de doğu Akdeniz'deki SO_4^{2-} için önemli kaynak bölgeleri olduğu görülmektedir. Yapılan istatistik analizde bu bölgelerin

önemli kaynak bölgeleri olduğunun görülmesi ilginçtir. Rusya'nın ortasında önemli kaynak bölgesi olarak görünen nokta, çok yoğun metal sanayisinin olduğu bir yöredir. Bu bölgenin, 1980'li yıllarda Ermenistan'da yapılan bir çalışmada Stevens vd., (1984) tarafından Doğu Karadeniz için önemli kaynak bölgesi olduğunu gösterilmiştir.

Gotzon vd (2001) tarafından Batı Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada ise, İspanya'nın kuzeyini de içeren bir bölgeden Akdeniz'e giren emisyonların sonunda doğu Akdeniz bölgesine taşınacağı belirtilerek, Gulf of Lions olarak bilinen bu bölgenin, Doğu Akdeniz atmosferinde ölçülen yüksek SO_4^{2-} konsantrasyonlarının nedeni olabileceği öne sürülmüştür. Her iki bölgenin de yapılan istatistik çalışmada doğu Akdeniz bölgesindeki yüksek SO_4^{2-} iyonu konsantrasyonları için önemli kaynak bölgeler olarak ortaya çıkması, uygulanan yöntemle güveni arttıran bir sonuçtur. Ancak şekilden de görüldüğü gibi, yukarıda değinilen çalışmalarda önerilen bölgeler doğu Akdeniz'i etkileyen tek bölgeler değildir. Doğu Akdeniz atmosferi, öncelikle Balkan ülkeleri ve Türkiye'nin batısı olmak üzere, Rusya'daki endüstri bölgesi ve İspanya'nın kuzeyi de dahil olmak üzere pek çok emisyon bölgesinden SO_4^{2-} almaktadır.

Sunulan haritada, dikkat edilmesi gereken iki önemli nokta daha bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, emisyonların oldukça yüksek olduğu batı Avrupa'nın (emisyon kontrolü ne kadar uygulanırsa uygulansın, batı Avrupa, diğer bölgelere nazaran çok daha fazla endüstrileşmiş olduğundan atmosfere atılan SO_2 miktarı diğer bölgelerden yüksektir) doğu Akdeniz bölgesinde ölçülen SO_4^{2-} iyonu konsantrasyonlarına etkisinin çok fazla olmamasıdır. Bu, SO_4^{2-} taşınımının çok fazla olmadığını göstermektedir. Daha doğrusu, bu bölgeden doğu Akdeniz atmosferine kirletic taşınımı olmakta ancak, mesafe uzak olduğundan, taşınım sırasında kirleticiler atmosferden, yağışlar vasıtasıyla, sık sık yıkandığından batı Avrupa bölgesinden hareketle doğu Akdeniz'e ulaşan hava kütlelerinde ölçülen SO_4^{2-} iyonu konsantrasyonu yüksek olmamaktadır.

Dikkati çeken diğer bir nokta da, Afrika sahillerinde önemli kaynak bölgelerinin bulunmasıdır. Bu çalışmada interpolasyon yapılan bölge Afrika sahili ile sınırlandırıldığından sadece Tunus üzerinde önemli bir kaynak bölgesi görülmektedir. Interpolasyon daha geniş bir alanda yapıldığında, Mısır ve Fas'da da benzer önemli kaynak bölgelerinin olduğu görülmektedir. Kuzey Afrika, en düşük SO_2 emisyonları olan bölgelerden birisidir. Dolayısıyla burada bu kadar önemli kaynak bölgelerinin olması hiç beklenen bir şey değildir. Ancak, Akdeniz bölgesinde