

## The Effect of The Sahara Desert Dusts Upon Mediterranean Basin Sahra ölu Tozlarının Akdeniz Havzasına Etkisi

M. TANER ENGÜN - KEMAL KIRAN AN

(MT ) Fırat University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Elazı , Turkey,  
mtsengiün@firat.edu.tr

(KK) Bingöl University, Faculty of Science and Letters, Bingöl – Turkey,  
kkiransan@bingol.edu.tr

### Abstract

Desert dusts occur depending upon the climate factors in inland regions and subtropical desert regions away from costs. The dusts occur in the certain seasons of year and affects very large regions. The regions affected by the dusts originated in the Sahara desert are Amazon region, Mid and North American regions, and Mediterranean region. The factors influential on the creation of dusts carried to each of these regions from the Sahara desert is different from each other.

In the creation and transportation of dust particles, originating from the Sahara desert, transported into Mediterranean Basin that includes Turkey as well, Mid Latitude Cyclones (dynamic depressions) and various local winds are influential. When the system leading to the creation of Mid Latitude Cyclones emerges in the north (35-70 ° Latitudes), deserts dusts originating from the Sahara desert would not be transported into Mediterranean basin very much. Nevertheless as a result of that this system would occur a bit more to south (nearly 30 ° latitude and more toward south), the Sahara desert dusts airborne by turbulences and convective movements are transported heavily into Mediterranean basin. This situation can be observed by dust concentration maps and satellite records. In the periods in which Mid Latitude Cyclones are not effective, the Sahara desert dusts are transported by means of hot local winds such as Hamsin and Sirokko more in summer season.

In this study, the resource regions of desert dusts affecting Mediterranean basin, their transportation directions, creation seasons, and the factors powerful in the transportation such as satellite records, dust concentration maps have been investigated from scientific literature.

**Keywords:** Mediterranean basin, the Sahara desert dusts, Mid latitude cyclones, Dust concentration maps, Hot local winds.

### Özet

Çöl tozları, Subtropikal öl bölgeleri ile karaların denizden uzak iç bölgelerinde e itli iklimatik faktörlere ba lı olarak olu maktadır. Bu tozlar, yılın belirli dönemlerinde olu makta ve çok geni alanları etkilemektedir. Sahra kökenli çöl tozlarının etkiledi i bölgeler, Amazon bölgesi, Orta ve Kuzey Amerika bölgesi ile Akdeniz Havzası'dır. Sahra ölu'nden bu bölgelerin her birine ta nınan tozların olu umunda etkili olan faktörler birbirinden farklıdır.

Türkiye'nin de içinde yer aldı ı Akdeniz Havzası'na ta nınan Sahra kaynaklı çöl tozlarının olu umu ve ta nımında Orta Enlem Siklonları (Gezici Depresyonlar) ve e itli yerel rüzgarlar etkili olmaktadır. Orta Enlem Siklonları'nın olu umunu sa layan sistem kuzeyde (35-70° enlemleri) meydana geldi inde Sahra kaynaklı çöl tozları Akdeniz Havzası'na çok fazla ta nmamaktadır. Ancak bu sistemin biraz daha güneyde (yakla ık 30° enlemleri ve daha güneyi) olu ması sonucunda konvektif hareketler ve türbülanslarla havalanan Sahra tozları, Akdeniz Havzası'na do ru yo un ekilde ta nmaktadır. Bu olay, uydu görüntüleri ve toz konsantrasyon

haritaları aracılı ıyla gözlemlenebilmektedir. Orta Enlem Siklonları'nın etkili olmadığı dönemlerde Sahra tozları, Hamsin, Sirokko gibi sıcak yerel rüzgarlar vasıtasıyla daha çok yaz mevsiminde ta nmaktadır.

Bu çalışmada, Akdeniz Havzası'nı etkileyen Sahra kaynaklı çöl tozlarının kaynak bölgeleri, ta nım yönleri, olu um mevsimleri ve ta nımında etkili olan faktörler ; uydu görüntüleri, toz konsantrasyon haritaları ve literatüre dayalı olarak araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akdeniz Havzası, Sahra Tozları, Orta Enlem Siklonları, Toz Konsantrasyon

### Giri

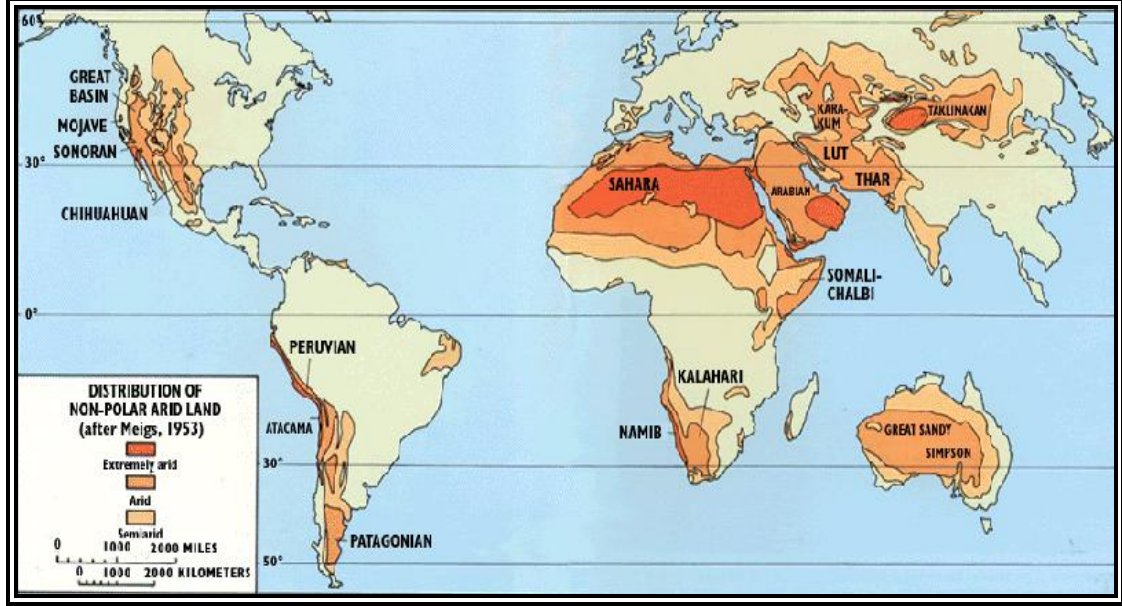
Yeryüzünde çöl tozları, subtropikal çöl bölgeleri ile karaların denizden uzak iç bölgelerinde genel atmosfer dola mını ve çe itli meteorolojik faktörlere ba lı olarak toprak örtüsündeki tozların atmosfere dahil olması ve daha sonra bu tozların uzun mesafeli atmosferik ta nımını sonucunda olu maktadır (Foto raf 1).



*ekil 1: Elazığ 'da Etkili Olan Çöl Tozları*

Çöl tozlarının kaynak bölgelerini Subtropikal çöl bölgeleri ile karaların denizden uzak iç bölgeleri olu turmaktadır. Subtropikal çöller, dü ük ba ıl nem ve bulutluluk, dü ük frekanslı ya ı miktarı, yüksek aylık ve yıllık ortalama sıcaklık, yüksek günlük sıcaklık de i mesi ve iddetli rüzgârlarla karakterize edilirler (Atalay, 2010: 316) ( ekil 2). Global ölçekte Kuzey Yarımküre'de bulunan en geni ve en yo un toz kaynakları Kuzey Afrika'nın batı sahilleri, Orta

Asya ve Ortado u'da bir ku ak halinde uzanmaktadır. Güney Yarımküredeki kaynaklar daha az öneme sahiptir ama toz çıkı ları ve depolanmaları son yıllarda Avustralya'da yo unla mı tır (Laity, 2008: 236) (Tablo 1) ( ekil 3).



ekil 2: Dünya Üzerinde Çöllerin Da ılımlı (http://www.usgs.gov).

Tablo 1: Dünya Genelinde Çöl Tozlarının Bölgelere Göre Da ılımlı

Bölgeler	Katkı Oranı	Bölgeler	Katkı Oranı
Kuzey Afrika	% 58	Avustralya	% 6
Arabistan Yarımadası	% 12	Güney Afrika	% 3
Do u Çin	% 8	Güney Amerika	% 2
Orta Çin	% 7	Birle ik Arap Emirlikleri	% 0,1

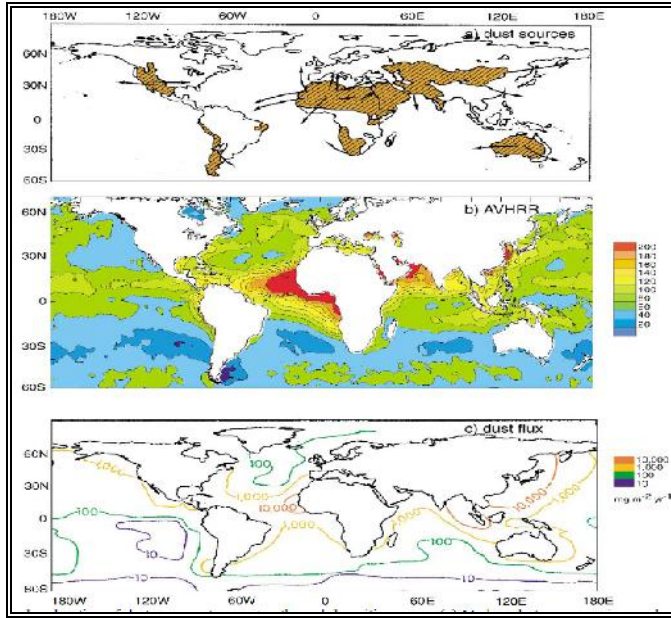
(Kaynak: Engelbrecht ve Derbyshire, 2010: 241).

### Çalı ma Alanı

Bu ara tırmada çalı ma alanını Akdeniz Havzası olu turmaktadır. Jeolojik devirlerde Avrasya Kıtası Gondvana Kıtası'ndan ayıran Tethys adlı eski büyük bir denizin kalıntılarının biçimlendirdi i Akdeniz, Sicilya ile Tunus arasında derinli i 400 m'yi geçmeyen bir e i in ayırdı ı çok derin do u ve batı havzalarından olu maktadır ( ekil 4). Akdeniz Havzası'nda halen kıyısı bulunan 20 ülke yer almaktadır. Bunlar spanya, Fransa, talya, Slovenya, Bosna-Hersek, Arnavutluk, Yunanistan, Türkiye Suriye, Lübnan, srail, Filistin-Gazze Yönetimi, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Fas, KKTC, Kıbrıs Rum Kesimi ve Malta'dır.

### Materyal ve Yöntem

“Sahra Çölü Tozlarının Akdeniz Havzası'na Etkisi” adlı bu çalı mada Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlü ü'nden sa lanan meteorolojik veriler, uydu görüntüleri, çöl tozu konsantrasyon haritaları, çöl tozu konsantrasyon haritalarından çıkarılan tablolar, grafikler, çizilen haritalar, literatüre dayalı veriler, arazi çalı maları ve gözlemleri sonucunda arazide çekilen foto raflar kullanılmı tır.



*ekil 3: Çöl Tozlarının Ta nım Yolları ve Depolanma Zonları (a. Çöl tozu kaynak bölgeleri, b. Yüksek atmosferde konsantrasyon bölgeleri, c. Okyanuslara toz ta nımları (Harrison vd., 2001: 45).*



*ekil 4: Akdeniz Havzası*



2009-2011 yıllarında Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye'de Sahra Çölü kaynaklı tozların etkilerini belirlemek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan toz konsantrasyon haritaları günlük olarak takip edilmiş ve çalınma alanında yaygın alanları arazi çalınmalarıyla tespit edilmiştir. Arazi çalınmalarında çöl tozlarının etkili olduğu günler ile etkili olmadığı günlerde aynı mekânlara ait foto raflar çekilmiştir. Tüm bu materyal ve araçlar Coğrafya biliminin sebep-sonuç, karışılma ve dağılım prensipleri ışığında sentezlenerek çalınma tamamlanmıştır.

## **Bulgular ve Tartışma**

### **1. Sahra Çölü Tozlarının Akdeniz Havzası'na Etkisi**

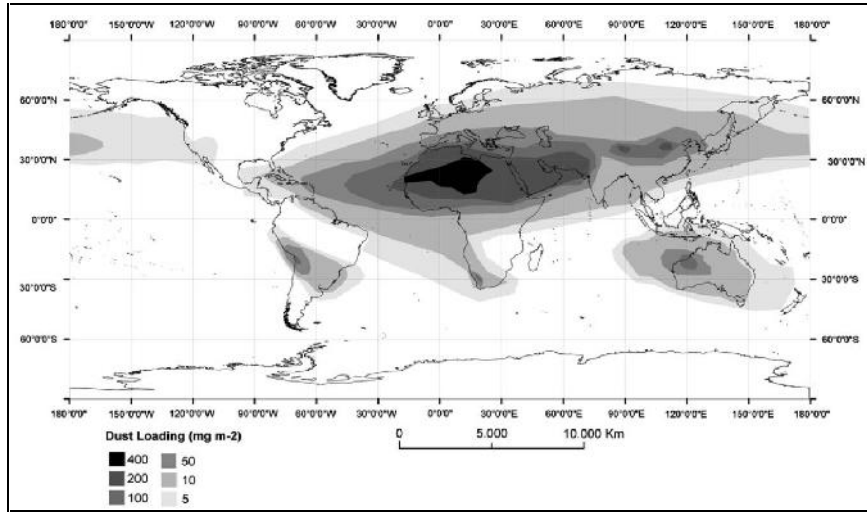
Akdeniz Havzası ve Türkiye'ye en fazla çöl tozu Sahra Çölü'nden gelmektedir (ekil 5). Bu durumun oluşmasında, Sahra Çölü'nün Akdeniz'e komşu olmasıyla beraber Gezici Depresyonların hareket yönü üzerinde bulunması etkilidir. Sahra Çölü'nün kaynak tahmini 130 ile 760 Tg yr<sup>-1</sup> (1Tg= 1Teragram= 1milyon ton) aralığındadır. Son bir çalınma Sahra'nın yıllık toz tahminini yaklaşık 1600 Tg yr<sup>-1</sup> olarak sunmaktadır. Ortalama olarak küresel toz emisyonu tahmini 1000 ile 3000 Tg yr<sup>-1</sup> aralığındadır (Houghton vd., 2001: 3). Akdeniz'e çökelen çöl tozlarının kaynaklarını belirlemek amacıyla Martin ve arkadaşları (1989) tarafından EROS-2000 projesi yapılmıştır. EROS-2000 projesi kapsamında Kuzeybatı Akdeniz'de 5 yıllık bir zaman diliminde gerçekleştirilen araştırmada sonuçta atmosferden denize çökelen materyalin %90'ının Sahra Çölü'nden kaynaklanan mineral toz olduğu bulunmuştur (Özsoy, 1999: 18) (ekil 6).



*ekil 5: Sahra Çölü'nden Akdeniz Havzası'na çöl tozu taşıması*

Sahra Çölü, 9.149.000 km<sup>2</sup>'lik alanıyla ABD'den daha geniş olup, doğu-batı yönünde 5000 km, kuzey-güney yönünde 1500 km'lik bir alana sahiptir (ekil 7).

Kuzeyinde Akdeniz, güneyinde ise Sahel diye adlandırılan bir geçiş bölgesi bulunur (ekil 8). Bölgede en önemli su kaynağı Nil Nehri'dir. Sahra Çölü, güçlü rüzgarlar, düşük nemlilik ve yüksek sıcaklığın olduğu kurak bir çöl bölgesidir. El Aziza (Libya)'da kaydedilmiş en yüksek sıcaklık 58° C'dir. Kuzeydoğu Alizeler, Sahra Çölü çevresinde hakimdir ve aynı zamanda bölgede Harmattan olarak bilinmektedir. Sahra Çölü'nde toz oluşumuna neden olan bu rüzgârlar, ITCZ'ye kadar uzanmaktadır. Harmattanın oluştuğu çöl tozu miktarı, artan basınç gradyanı ve uzun mesafeli hava akımlarından dolayı kıtanın daha yüksektir (Laity, 2008: 15).

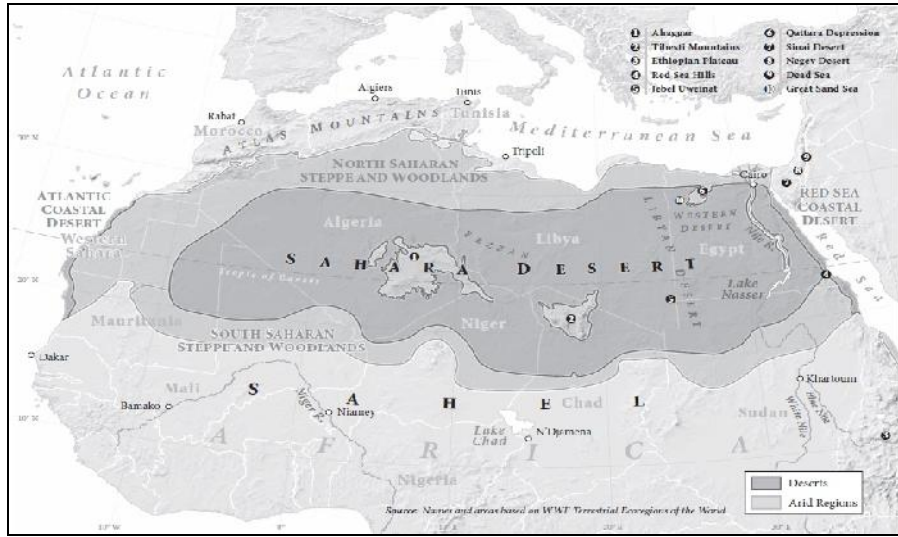


ekil 6: Yeryüzünde Çöl Tozlarının Co rafî Da ılı ı (Longueville vd., 2010: 3).

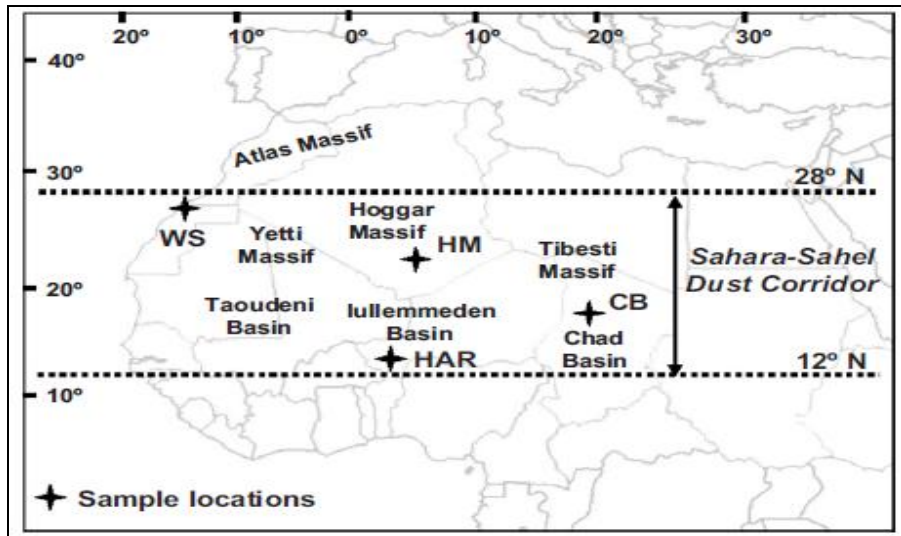


ekil 7: Sahra Çölü

Sahra-Sahel toz koridoru, dünyanın en önemli çöl tozu kayna ıdır ve Çad'tan Moritanya'ya kadar do u-batı yönünde 4000 km uzanmaktadır ( ekil 9). Sahra-Sahel toz koridorundan kaynaklanan çöl tozları Afrika kıtasından Atlantik'e kadar ta ınmakta ve bir hafta boyunca varlı mını devam ettirmektedir (Castillo vd., 2008:1035). Sahra Çölü, Bodele Depresyonu, Batı Sahra, Atlas Da ları'nın güneyi ve Libya-Sudan-Mısır bölgesi olmak üzere 4 bölgeye ayrılmaktadır ( ekil 10).



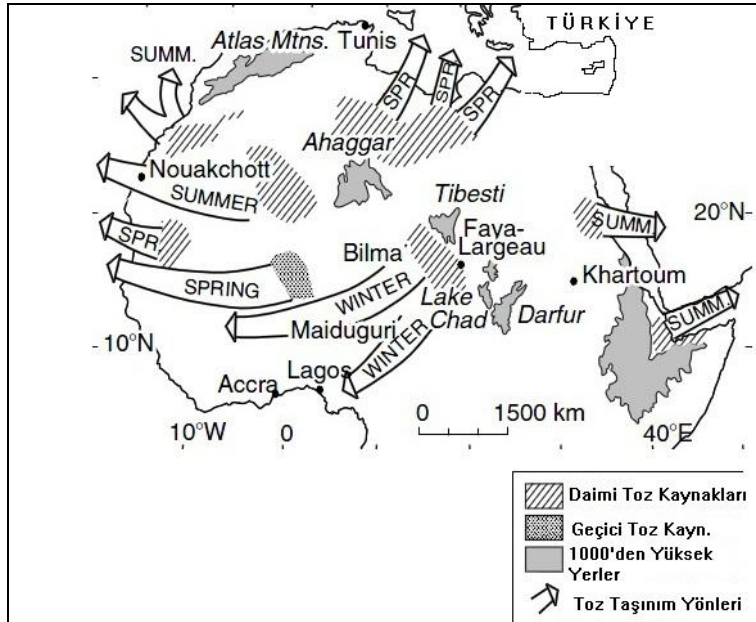
ekil 8: Sahra Çölü ve Sahel Bölgesi (Laity, 2008: 15).



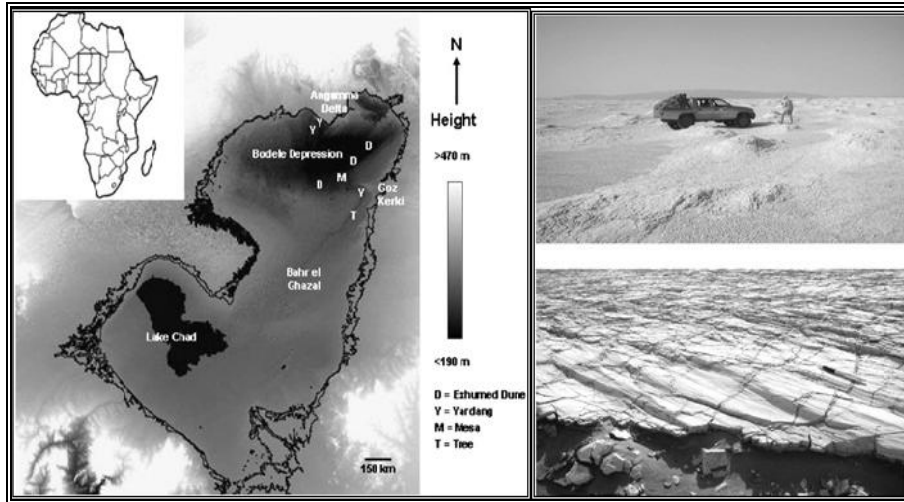
ekil 9: Sahra-Sahel Toz Koridoru (Castillo vd., 2008:1035).

**Bodele Depresyonu**, sadece Sahra'da değil aynı zamanda dünyadaki en önemli toz emisyon kaynağı olarak da bilinmektedir. Çad Gölü'nde Holosen ve Pleyistosen'in ilk zamanlarına ait olan Diatomite depolarının bölgesel olarak geniş yer kapladığı ortaya konulmaktadır (ekil 11). Diatomite (Tek hücreli deniz algleri) çok yumuşak bir maddedir. Amdırıldığında toz üretmekte ve kolaylıkla birikim alanlarına taşınabilmektedir (Goudie ve Middleton, 2006: 14).

TOMS verileri (Total Ozone Mapping Spectrometer-Nasa) (Tablo 2) Bodele Depresyonu'nun sadece Sahra bölgesinde değil aynı zamanda dünyanın en yoğun çöl tozu kaynağı olduğunu da göstermektedir. TOMS verileri Batı Sahra'da (24'ü ağırlıklı olarak) daha az yoğunluklu ama geniş bir bölgenin varlığını da göstermektedir. Bu alan Moritanya'nın Atlantik kıyıları boyunca uzanır. Nispeten yüksek aerosol değerleri aynı zamanda Libya içlerinde de gözlenir (Goudie ve Middleton, 2006: 84-85).



ekil 10: Sahra Çölü'nde Çöl Tozu Kaynak Bölgeleri ve Ta nım Yönleri (Goudie ve Middleton, 2006: 85).



ekil 11: Bodele Depresyonu'nda Bulunan Diatomite Depoları (Bristow vd., 2009: 51-52).

**Batı Sahra (Moritanya) toz kaynak bölgesi**, birincisine göre daha az yo unluktur. Afrika'nın batı kaynak bölgesinde tozların önemi bu bölgeyle ilgili yayınların çok az olmasından dolayı tam olarak anla ılamamaktadır. Bölgedeki toz çıkı ı Çad bölgesinden çok daha geni tir ve yakla ık 900 km uzunlu unda geni bir kapalı depresyonu temsil eder. Ta nabilir tozlar eski nehir yatakları ya da kurak Holosen göl yataklarındaki küçük materyal depolarıdır (Engelstaedter vd., 2006:5). **Atlas Da ları**'nın güneyinde toz çıkı ı genellikle haziran ve a ustos aylarında meydana gelmektedir. **Libya, Mısır ve Sudan Bölgesi**, toz ta nım alanları geçici göller, vadiler, topo rafik depresyonlar ve drenaj sistemleridir. Genellikle Kuzey Afrika'daki tüm do al toz kaynakları yılda 200 mm'den daha az ya ı alan 15° Kuzey enleminde bulunur. Ço u



kaynaklar birikinti yelpazeleri ya da kumsallar, drenaj sistemleri, vadiler, kurak ya da geçici sel gölleri gibi flüvyal depolarla ba lantılıdır ( Engelstaedter vd, 2006: 6).

**Tablo 2:** TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer-Nasa) Tarafından Belirlenen Global Çöl Tozu Kaynaklarının Maksimum Aerosol ndeksi Ortalama De erleri

Yer	Aerosol ndeksi	Ort. Yıl. Ya (mm)
Bodele Depresyonu	>30	17
Batı Sahra'da Mali ve Moritanya	>24	5-100
Arabistan	>21	< 100
Do u Sahra (Libya)	>15	22
Güneybatı Asya	>12	98
Taklamakan/Tarım Havz.	>11	<25
Namibia	>11	435-530
Eyre Gölü Havzası (Avust.)	>11	150-200
Mkgadikgadi Havzası (Bostvana)	>8	460
Salar de Uyuni (Bolivya)	>7	178

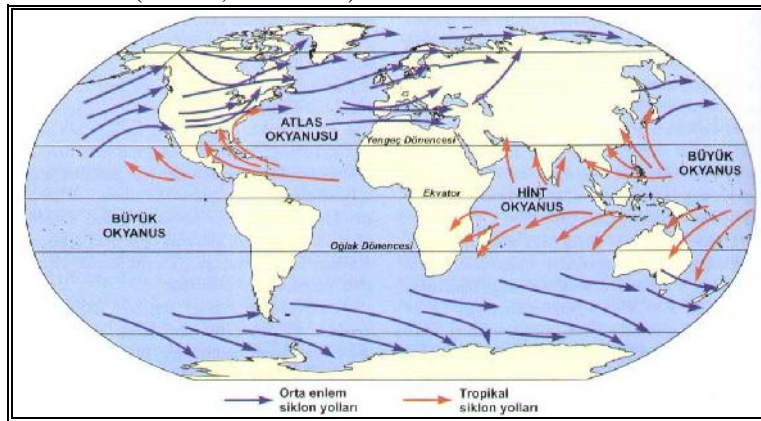
(Kaynak: Goudie ve Middleton, 2006: 84).

## 2. Sahra Çölü Tozlarının Ta nımında Etkili Olan Faktörler

Sahra Çölü tozlarının olu umu ve ta nımında etkili olan faktörler, Orta Enlem Siklonları, rüzgarlar ve Kuzey Atlantik Salınımı'dır.

### 2.1. Orta Enlem Siklonları (Tropiklerdi ı Siklon, Gezici Depresyon, Dalga Siklonu, Cephesel Alçak Basınç)

Fiziksel özellikleri farklı hava kütlelerinin kar ıla ma ku aklarında olu an, ba ka bir deyi le cephelerle birlikte geli en, rüzgar akı larının siklonik oldu u batı rüzgarları ku a nda daha belirgin olmak ko uluyla batıdan do uya do ru hareket eden geni ölçekli dinamik olu umlu alçak basınç sistemleridir (Türke , 2010: 443)

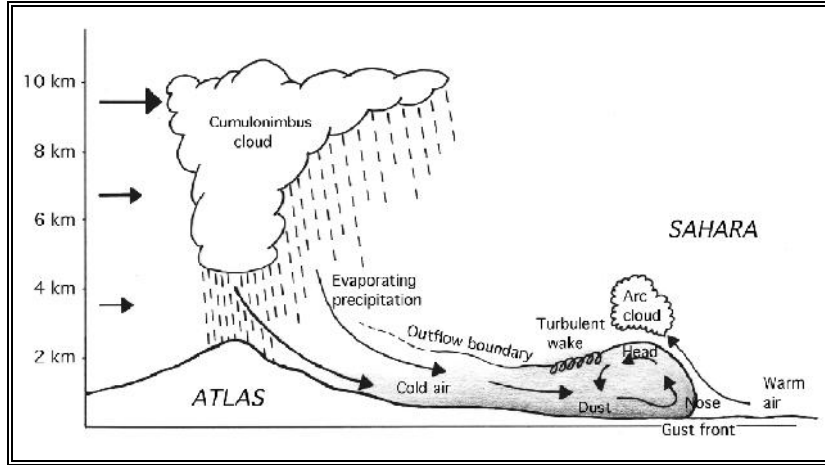


**ekil 12:** Orta Enlem ve Tropikal Siklonların zledi i Yolların Yerkürede Da ılı ı (Türke , 2010: 432).

Orta enlem siklonları ço unlukla hava kütlelerinin yakla ık 35-70 enlemleri arasındaki yakla ma ve çarpı ma bölgeleriyle ba lantılıdır. Bu siklonlar, a ırlıklı olarak küresel atmosfer dola mının yüksek batı rüzgârları ve jet akımları ku a ndaki egemen akı lara uygun olarak genel olarak batı-do u do rultusunda bir yol izler. Geli mi ya da olgun tipik bir orta enlem

siklonunun çapı, 1600 km ve daha fazla olabilir. Orta enlem siklonları yüksek atmosfer batı rüzgarları kuşağındaki jet akımları ve Rossby dalgaları tarafından denetlendikleri ve tahtımları için genel olarak batı-doğru rultusunda saatın tersi yönünde hareket ederler (Türke, 2010: 443) (ekil 12).

Fas, Cezayir ve Libya'da yoğun depresyonlar, Orta Akdeniz ve Atlantik'in doğusuna toz kümelerini sürükleyebilir. Kuzey Afrika sahilleri boyunca bulunan alçak basınç cepheleri, Ortadoğuya yoğun ve tozlu havayı taşıır. Mısır'da toz fırtınaları, depresyon alanları ve Akdeniz ile Kuzey Afrika'nın batısındaki cephe alanlarıyla ilişkilendirilir (Goudie ve Middleton, 2006: 25) (ekil 13).

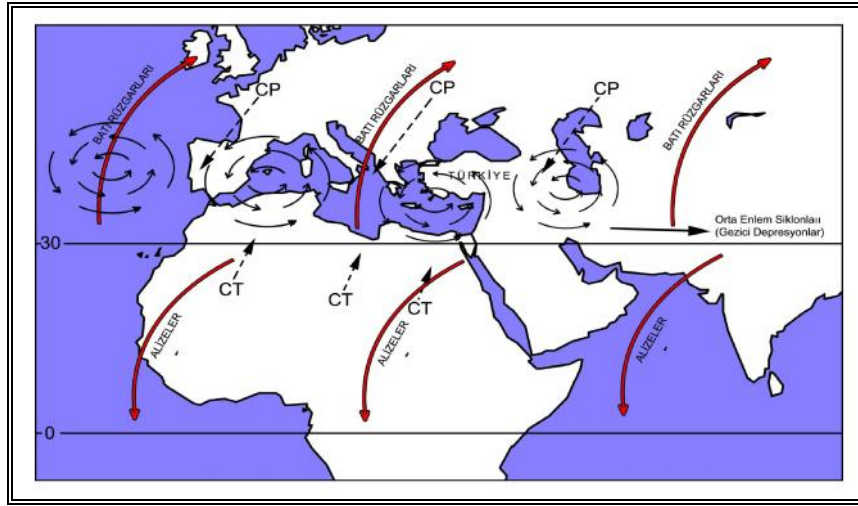


ekil 13: Sahra Çölü'nde Çöl Tozlarının Oluşum Mekanizması (Kallos, 2011: 13).

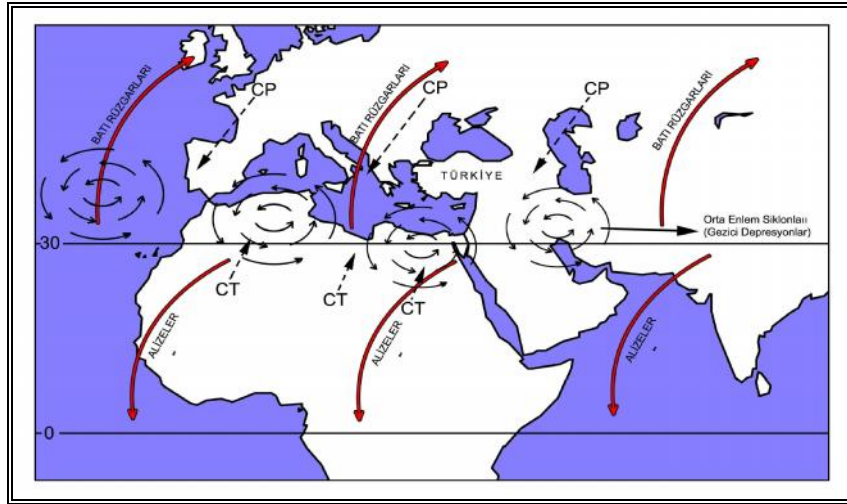
Uzun mesafeli toz taşınımı yüzey rüzgarları tarafından yüksek troposfere toz taşınımı için uygun meteorolojik şartlar gerektirir. Bu şartlar ya karaların çok fazla ısınmasıyla derin karıktabakalı olumlar ya da soğuk cephe tarafından toz yüklü havanın yükselmesiyle ilişkilidir (Harrison vd., 2001: 51). Sahra-Sahel'deki toz emisyonları, sıklıkla güçlü dikey hareketler ya da geniş ölçekli cephesel sistemlerle ilişkilili iken, Asya'daki toz emisyonları soğuk cephe yüzeyleriyle daha çok ilişkilidir (Harrison vd., 2001:47). Ortadoğudaki toz fırtınalarının gelişimindeki ana meteorolojik şartlar Akdeniz'de doğuya doğru hareket eden depresyonlardır (Goudie ve Middleton, 2006: 26). Kuzey Amerika ve Asya'dakine benzer koşullar, orta enlem ve Akdeniz siklonları, Kuzey Afrika özellikle Sahra, Libya ve Mısır çölleri üzerinden kaldırdıkları çöl tozlarını, güney ya da güneybatılı yüzey ve alt-orta troposfer hava akımlarıyla Akdeniz üzerinden Avrupa ve Türkiye'ye doğrudan doğruya ulaştırır (Türke, 2010: 524)

Kuzeydoğu Afrika üzerinden gelen Doğu Akdeniz siklonları Doğu Akdeniz'de basıncın düşmesiyle kendini gösterir. Bu siklonlar, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yağışlara neden olur. Ayrıca bu siklonlar aracılığıyla Kuzeybatı Afrika ve Suriye çöllерinin tozlarını da zaman zaman Türkiye'ye taşıır ve bu sırada kırmızımsı çamur şeklinde hafif yağışlar da meydana gelir (Atalay, 2010: 411) Orta enlem siklonları, temelde 35-70° enlemleri arasında meydana gelmektedir. Bu enlemlerde olumsuz Akdeniz Havzası'na ve Türkiye'ye fazla çöl tozları taşınmaktadır (ekil 14).

Ancak orta enlem siklonlarının oluşmasını sağlayan sistem biraz daha güneye 30° enlemlerine indiğinden Sahra Çölü üzerinde çeşitli konvektif hareketler ve türbülanslarla oluşan çöl tozları, orta enlem siklonları vasıtasıyla Akdeniz Havzası'na ve Türkiye'ye yoğun olarak taşınmaktadır (ekil 15).



ekil 14: 35-70° Paralelleri Arasında Olu an Orta Enlem Siklonları (Kıran an, 2012: 38).



ekil 15: 30° Paralelleri veya Daha Güneyde Olu an Orta Enlem Siklonları (Kıran an, 2012: 39).

## 2.2. Rüzgarlar

Rüzgâr, yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru olan hava hareketine denir. Akdeniz Havzası'na çöl kaynaklı tozların taşınmasını sağlayan rüzgarlar hamsin, siroko ve gece olu ümlü alçak seviye jetleridir.

Yaz mevsiminde etkili olan bölgesel rüzgârlar, Sahra Çölü ve Arabistan Yarımadası'ndaki karasal tropikal hava kütesinin kuzeye doğru ilerlemesiyle oluşurlar (Atalay, 2010: 194). Bunlardan biri olan Sirokko, Büyük Sahra'nın kuzeyinden Cezayir, Tunus, İspanya, Sicilya ve İtalya kıyılarına doğru esen sıcak ve kuru bir rüzgârdır (ekil 15). Sirokko, Büyük Sahra üzerinde bir antisiklon, buna karşılık Batı Akdeniz üzerinde bir siklon tekkül ettiğinde yahut Akdeniz üzerinden gezici alçak basınçlar geçtiğinde meydana gelir. Cezayir'e güneyden esen bu

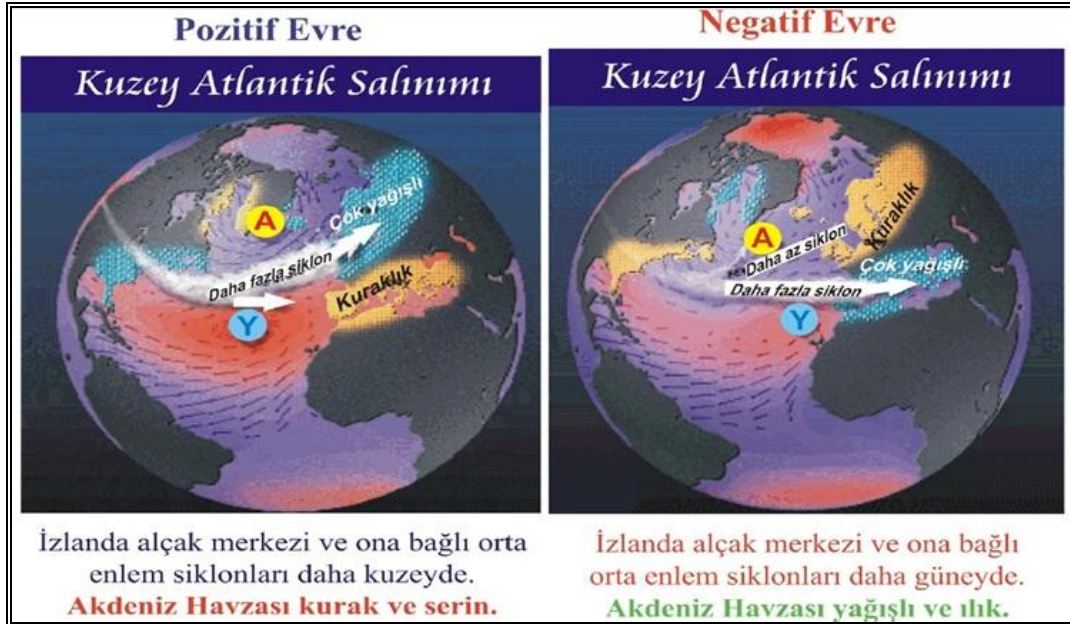




### 2.3. Kuzey Atlantik Salınımı

Dünyanın birbirinden uzak bölgelerinde meydana gelen iklimdeki e zamanlı ve aynı zamanda zıt karakterli de i imlere “Teleconnections” denilmektedir. Yeryüzünde çok sayıda teleconnections tespit edilmiş olup, bunlara örnek olarak AO (Arktik Salınım), ENSO (El Nino/Güneyli Salınım), ve NAO (Kuzey Atlantik Salınımı) verilebilir (Yetmen, 2006: 7).

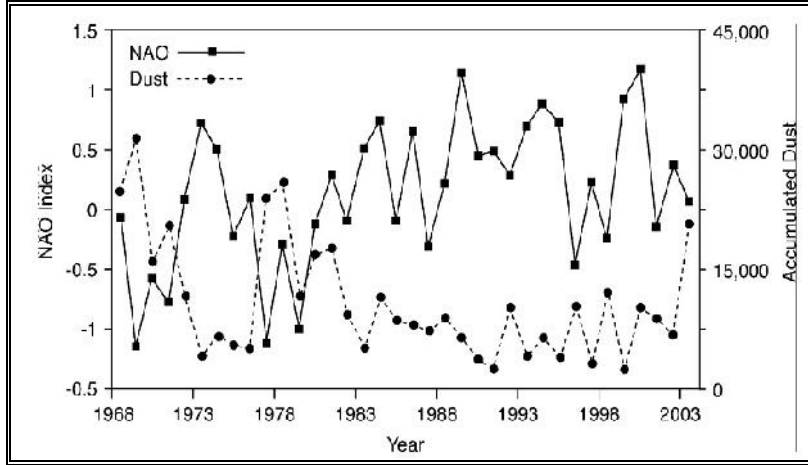
Kuzey Atlantik Salınımı, Kuzey Atlantik’te bulunan Azor antisiklon alanı ile İzlanda siklon alanı arasındaki basınç farkı, özellikle atmosfer etkinliğinin arttığı kış mevsiminde yıllar arası farklılık gösterebilmektedir. Bazı yıllarda kış mevsiminde Azor adaları çevresinde merkezlenen yüksek basınç değerleri normalin üstünde; İzlanda Adası çevresinde merkezlenen alçak basınç değerleri de normalin altında olabilmektedir. Bazı kış mevsimlerinde ise tam tersine Azor yüksek basınç alanında normalin altında basınç değerleri, İzlanda alçak basınç alanında da normalin üstünde basınç değerleri kaydedilmektedir. Kuzey Atlantik’te meydana gelen bu meridyonel salınım Kuzey Atlantik Salınımı (North Atlantic Oscillation-NAO) olarak adlandırılmaktadır (Yetmen, 2006: 10-11).



ekil 17: KAS'ın Pozitif ve Negatif Dönemi (Türke , 2008: 43).

Kuzey Atlantik Salınımı (KAS) pozitif evresindeyken, Azor antisiklon alanında basınç değerleri normalden daha yüksektir. Aynı anda İzlanda siklon alanında ise basınç değerleri normalin altında seyretmektedir. Bu dönemde yer seviyesine yakın Batı Rüzgarları kuvvetlenir ve KAS indisinin negatif evresine oranla yaklaşık 8 m /sn daha hızlı eser. Batı Rüzgarları, Subtropikal Atlantik'teki maritim tropikal (mT) hava kütlelerini Kuzeybatı Avrupa'ya taşıdığından Akdeniz Havzası nemli hava kütlelerinden yararlanamamaktadır. Bunun sonucunda Akdeniz Havzası'na bu dönemde kurak artılar hakim olmaktadır ( ekil 21). Kuzey Atlantik Salınımı negatif fazındayken, Azor ile İzlanda arasındaki basınç farkı azalmaktadır. Azor normal basınç değerinin altında, İzlanda ise normal basınç değerinin üstündedir. Bu dönemde Batı Rüzgârları zayıflamaktadır. Bu nedenle Akdeniz Havzası, Kuzey Atlantik üzerinden yağış getiren sistemlerin etkisinde kalmaktadır ( ekil 17). Yapılan çalışmalar KAS'ın 2,1 ile 24,8 yıllık periyotlar içinde bir dönemseliğe sahip olduğunu göstermektedir (Yetmen, 2006: 14).

Dayan vd. (2007) 'deki çalı masında Güneydo u Akdeniz çevresine ta inan ve biriken çöl tozlarıyla Kuzey Atlantik Salınımı arasında önemli ili kilerin oldu u ortaya konulmu tur. Çalı mada KAS'ın pozitif evresinde siklonik aktivitelerin Akdeniz çevresinde az olmasından dolayı toz faaliyetlerinin de az oldu u, buna kar ılık KAS'ın negatif evresinde Akdeniz çevresinde siklonik aktivitelerin yo unla masıyla toz ta nımlarının artmaya ba ladı ı belirtilmektedir ( ekil 18).



**ekil 18:** Beer Sheba ( srail) 'de Eylül-Mayıs Arasındaki Yıllık Çöl Tozu De i imi ve KAS'ın Aralık-Mart Dönemindeki Yıllık De i imleri (Dayan vd., 2007: 8).

## Sonuçlar

Çöl tozlarının en önemli kaynak bölgelerini Subtropikal çöl bölgeleri ile karaların denizden uzak iç bölgelerinde bulunan çöller olu turmaktadır. Akdeniz Havzası'nı etkileyen çöl tozlarının en önemli kaynak bölgesi Sahra Çölü'dür. Bu durumun olu masında, Sahra Çölü'nün Akdeniz'e kom u olmasıyla beraber Gezici Depresyonların hareket yönü üzerinde bulunması etkilidir. Sahra Çölü'nden yeryüzünün di er bölgelerine yayılan tozun miktarı yakla ık 1600 Tg yr<sup>-1</sup> olarak hesaplanmı tur. Ortalama olarak küresel toz emisyonu tahmini 1000 ile 3000 Tg yr<sup>-1</sup> aralı ındadır. Sahra Çölü'nde en önemli toz kaynak bölgeleri, Bodele Depresyonu, Batı Sahra, Atlas Da ları'nın güneyi ve Libya-Sudan-Mısır bölgeleridir. Bodele Depresyonu, sadece Sahra Çölü'nde de il aynı zamanda dünyadaki en önemli toz emisyon kayna ı olarak dü ünülmektedir.

Sahra Çölü tozlarının olu umu ve ta nımında etkili olan faktörler, Orta Enlem Siklonları, rüzgarlar ve Kuzey Atlantik Salınımı'dır. Orta enlem siklonları, temelde 35-70° enlemleri arasında meydana gelmektedir. Bu enlemlerde olu tu unda Akdeniz Havzası'na ve Türkiye'ye çok fazla çöl tozları ta nımmaktadır. Ancak orta enlem siklonlarının olu masını sa layan sistem biraz daha güneye 30° enlemlerine indi inden Sahra Çölü üzerinde çe itli konvektif hareketler ve türbülanslarla olu mu olan çöl tozları, Orta enlem siklonları vasıtasıyla Akdeniz Havzası'na ve Türkiye'ye yo un olarak ta nımmaktadır. Akdeniz Havzası'na çöl kaynaklı tozların ta nımmasını sa layan rüzgarlar Hamsin, Siroko ve gece olu umlu Alçak Seviye Jetleridir. Yaz mevsiminde etkili olan bölgesel rüzgârlar, Sahra Çölü ve Arabistan Yarımadası'ndaki karasal tropikal hava kütesinin kuzeye do ru ilerlemesiyle olu urlar. Akdeniz Havzası'na ta inan çöl tozlarıyla Kuzey Atlantik Salınımı arasında önemli ili kiler bulunmaktadır. KAS (Kuzey Atlantik Salınımı)'ın pozitif evresinde siklonik aktivitelerin Akdeniz Havzası'nda az olmasından dolayı toz faaliyetlerinin de az oldu u; buna kar ılık KAS'ın negatif evresinde ise Akdeniz Havzası'nda siklonik aktivitelerin yo unla masıyla toz ta nımlarının artmaya ba ladı ı belirtilmektedir.

## Kaynakça

- Atalay, ., (2010), Uygulamalı Klimatoloji, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, zmir, s.600.
- Akınç, G., (2010), "Analysis Of Saharan Desert Dust Transport To The Anatolia Peninsula: A Megacity Perspective", Bo aziçi University (Submitted to the Institute of Environmental Sciences in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Environmental Technologies), stanbul, S. 107.
- Bristow, C. S., (2009), Drake, N., Armitage, S., "Deflation in the Dustiest Place on Earth: The Bodélé Depression, Chad", Geomorphology 105, S. 50–58.
- Castillo, S., Moreno, T., Querol, X., Alastuey, A., Cuevas, E., Hermann, L., Mounkaila, M., Gibbons, W., (2008), "Trace Element Variation In Size-Fractionated African Desert Dusts", Journal of Arid Environments 72, s. 1034–1045.
- Dayan, U., Ziv, B., Shoob, T., Enzel, Y., (2007), Suspended Dust Over Southeastern Mediterranean and its Relation to Atmospheric Circulations, nternational Journal Of Climatology, 1-10.
- Dönmez, Y., (1990), Umumi Klimatoloji ve klim Çalı maları, stanbul Üniversitesi Yayınları, 3.Baskı, stanbul, s.425.
- Engelstaedter, S., Tegen, I., Washington, R., (2006), "North African Dust Emissions and Transport", Earth-Science Reviews, S.1-28
- Engelbrecht, J. P., Derbyshire, E., (2010), "Airborna Mineral Dust" Elements, Vol. 6, Pp. 241-246.
- Goudie, A.S., Middleton, (2006), N.J., Desert Dust in the Global System, Springer, Printed in the Germany, s.287.
- Harrison, S. P., Kohfeld, K. E., Roelandt, C., Claquin, T., (2001), " The Role Of Dust In Climate Changes Today, At The Last Glacial Maximum And In The Future", Earth-Science Rewievs, 54, S. 43-80.
- Kallos, G., (2011), "Sand/Dust Storms and Associated Dustfall", 7-9 September 2011, Athens, Greece.
- Kıran an, K., (2012), " Do u ve Güneydo u Anadolu Bölgesi'nde Çöl Kaynaklı Tozlar ve Genel Çevresel Etkileri", Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Elazı , s. 188.
- engün, M.T., Kıran an, K., Do u ve Güneydo u Anadolu Bölgesi'nde Çöl Kaynaklı Tozlar ve Genel Çevresel Etkileri, lhan Ofset Matbaa, Elazı , 2012.
- Laity, J., (2008), Desert and Desert Environments, Wiley-Blackwell, USA.
- Longueville, F.D., Hountondji, Y.C., Henry, S., Ozer, P., (2010), "What do we know about effects of desert dust on air quality and human health in West Africa compared to other regions?", Science of the Total Environment 409, S.1-9.
- Özsoy, T., (1999), Kilikya Baseni Kıyusal Sistemine Ta man Atmosferik Kirleticilerin Kaynaklarının Belirlenmesi Atmosferik Girdilerin Deniz Ekosistemi Üzerine Olan Etkileri, (Mersin Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi), Mersin Üniversitesi, Mersin, s. 209.
- Türke , M., (2010), Klimatoloji ve Meteoroloji, Kriter Yayınevi, stanbul, s. 650.
- Yetmen, H., (2006), GAP Alanında Kuzey Atlantik Salınımına Ba lı Ya ı ve Akım De i meleri (Ankara Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara, s. 54.

nternet Adresleri

www.usgs.gov.14 Mayıs 2012 tarihli eri im