

ANKARA'DA FARKLI YÖNTEMLERLE YAPILAN OZON PROFİL ÖLÇÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yılmaz Açar¹, Serpil Yağan¹, Mithat Ekici¹, Alper Akçakaya¹
yacar@mgm.gov.tr, syagan@mgm.gov.tr, mekici@mgm.gov.tr, aakcakaya@mgm.gov.tr

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara-Türkiye

ÖZET

Atmosferde ozonun dikey dağılımındaki değişimler, ozon tabakasının kalınlığını etkilemektedir. Ozonun dikey dağılımının belirlenmesinde Ozonsonde, Dobson ve Brewer Spektrofotometreleri gibi yer tabanlı ölçüm cihazları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğünce Ankara'da, 1994-2013 yılları arasında Ozonsonde Yöntemiyle ve 2007-2014 yılları arasında da Brewer Spektrofotometresiyle (Brewer 188) yapılan ozon profil ölçüm verileri kullanılmıştır. Ankara üzerinde ozonun dikey dağılımında, maksimum ozon yoğunluğu, ozonsonde ölçümlerinde yer seviyesinden itibaren 24. km'de (130.3 nb), Brewer 188 ölçümlerinde ise 22. km'de (194.4 nb) bulunmuştur. Mevsimlik olarak maksimum ozon yoğunluğunun; ozonsonde ölçümlerinde kış (145.0 nb) ve ilkbaharda (139.1 nb) 22. km'de, sonbaharda (125.1 nb) 24. km'de ve yazın (132.1 nb) ise 26. km'de olduğu belirlenmiştir. Brewer 188 ölçümlerinde ise, maksimum ozon yoğunluğunun ilkbahar (223.8 nb), yaz (194.4 nb) ve kışın (192.3 nb) 22. km'de, sonbaharda (170.3 nb) ise 24. km'de olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ozon Profili, Ozonsonde, Brewer Spektrofotometre.

ABSTRACT

Changes of vertical distribution of ozone in atmosphere affects thickness of ozone layer. Some devices such as Ozonesonde, Dobson and Brewer Spectrophotometer which are based on ground are used on determining of vertical ozone distribution. In this study, ozone profile measurement data are obtained by using Brewer Spectrophotometer between 2007-2014 or Ozonesonde method between 1994-2013 by TSMS in Ankara are used. The maximum ozone density of vertical distribution of ozone over Ankara is found on the 24. km from surface layer by using Ozonesonde method (130.3 nb), while on the 22. km by using Brewer 188 (194.4 nb). It is determined that seasonal maximum ozone density based on method of ozonesonde is 145.0 nb in winter on the 22. Km, 139.1 nb in spring on the 22. km, in autumn 125.1 nb on the 24. km and 132.1 nb in summer on the 26. km. It is determined that seasonal maximum ozone density based on measurement of Brewer 188 is 192.3 nb in winter on the 22. km, 223.8 nb in spring on the 22. km, in autumn 170.3 nb on the 24. km and 194.4 nb in summer on the 22. km.

Keywords: Ozone Profile, Ozonesonde, Brewer Spectrophotometer.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

1. GİRİŞ

Atmosferdeki ozon molekülünün miktarı troposfer ve stratosfer tabakalarında değişkenlik göstermektedir. Bu durum, enlem ve mevsimle de yakından ilişkilidir. Atmosferde ozonun dikey dağılımındaki değişimler, ozon tabakasının kalınlığını etkilemektedir. Ozonun dikey dağılımının belirlenmesinde Ozonsonde, Dobson ve Brewer Spektrofotometreleri gibi yer tabanlı ölçüm cihazlarının yanı sıra uydulara yerleştirilen ölçüm cihazları da (TOMS, OMI gibi) kullanılmaktadır. Aynı zamanda, Ozonun Dikey Dağılımı (Ozon Profili) Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) Küresel Atmosfer Gözlem Programı (GAW) kapsamında ozon tabakasını izleme ağının önemli bir parametresidir.

Troposfer ve stratosferdeki ozon moleküllerinin toplam miktarı toplam ozon kalınlığı olarak ifade edilmekte ve ozon tabakasının kalınlığında belirleyici rol oynamaktadır (Acar vd., 2012). Toplam Ozon, atmosferde yerden itibaren atmosferin üst sınırına kadar dikey olarak dağılmış halde bulunan ozon moleküllerinin toplam miktarıdır. Yukarı atmosferde yapılan araştırmalar, toplam ozon dağılımının hava paternleri ya da bunları etkileyen dinamik sistemlerle değiştiğini göstermektedir (Kahya ve İncecik., 2011).

2. OZONSONDE (ECC)

Ozonsonde, atmosferdeki ozonun dikey dağılımını tespit etmek amacıyla NOAA Laboratuvarları'nda basit şekilde tasarlanmış, Elektrokimyasal Konsantrasyon Hücreli (ECC), hafif ve balonla birlikte kullanılabilen bir cihazdır (Komhyr, 1969). Ozonsonde Yönteminde, içerisine havadan daha hafif hidrojen gazı doldurulan 1200 gr'lık balon ve bu balona ipe bağlanmış ozonsonde ve radiosonde cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazlar yardımıyla, yerden itibaren balonun patladığı yaklaşık 35–40 km yüksekliğe kadar olan hava kütlesi içerisindeki ozonun dikey dağılımı bazı meteorolojik parametreler (hava sıcaklığı, basınç ve kutu içi sıcaklığı vb.) kullanılarak hesaplanmaktadır (Acar vd., 2004).

3. BREWER SPEKTROFOTOMETRESİ (BRW 188)

Brewer Spektrofotometresi, Dobson Spektrofotometresinin yerine 1980'lerden beri kullanılmakta ve sürekli olarak geliştirilmektedir. Türkiye için üretilen 188 seri numaralı Brewer Spektrofotometresi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Ankara'daki merkezine 2006 yılı Kasım ayında kurulmuştur.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Brewer Spektrofotometresinin (188) ilk kalibrasyonu; Uluslararası Ozon Servisi'ne (IOS) 7-12 Ekim 2008 tarihleri arasında, ikinci ve üçüncü kalibrasyonları ise cihazın üretici firması Kipp&Zonen'e 22-29 Eylül 2010 ve 23-27 Eylül 2013 tarihleri arasında Ankara'da yaptırılmıştır.

Brewer (188), toplam ozon ve kükürt dioksiti (SO_2) güneş ışığının seçilen dalga boylarındaki (303.2 (Hg slit), 306.3, 310.1, 313.5, 316.8, 320.1 nm) foton sayılarının ölçümüne dayanarak Dobson Birimi (DU) cinsinden (1 DU = 0.1 atm-cm) ölçmektedir. Ozon yoğunluğunu (ozonun dikey dağılımını) ise mol/cm^3 cinsinden, 2 km aralıkla ve 50 km'ye kadar , 286.5-363.0 nm aralığındaki ultraviyole güneş radyasyonunu da 0.5 nm aralıkla ölçmektedir. (Acar vd., 2010, Kipp&Zonen, 2005).

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

4. VERİ VE METOD

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce Ankara'da, 1994-2013 yılları arasında Ozonsonde Yöntemiyle yapılan 398 adet ozonsonde ölçümünden seçilen 383 ozon profil ölçüm verisi ile Brewer Spektrofotometresiyle 2007-2014 yılları arasında yapılan 2465 adet günlük ozon profil ölçüm verileri kullanılmıştır.

Ayrıca, Ozonsonde ve Brewer ozon ölçüm verileri merkezi Kanada'da bulunan Dünya Ozon ve Ultraviyole Radyasyon Veri Merkezi'ne (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center- WOUDC) gönderilmekte ve STN 348-Ankara istasyon numarası ile yayınlanmaktadır (woudc.org, 16.03.2015).

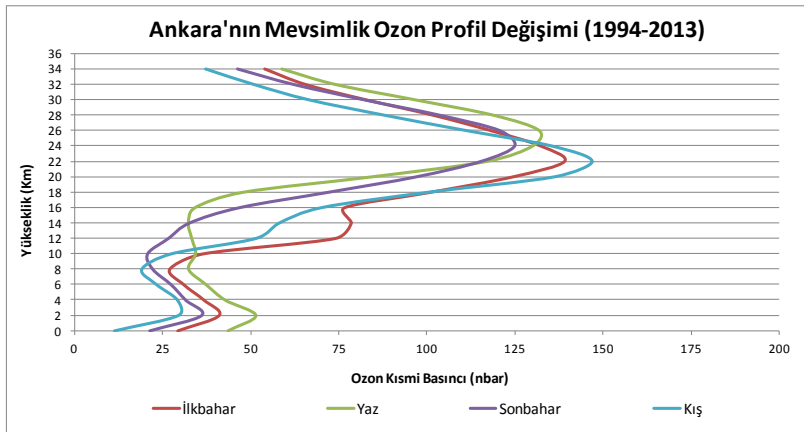
4.1 OZONSONDE PROFİL VERİSİ

Ozonsonde ölçümlerinde, ozonsonde ve radiosonde cihazları birlikte kullanılmaktadır. Ölçüm süresince; basınç, jeopotansiyel yükseklik, sıcaklık, bağıl nem, pompa sıcaklığı, ozon kısmi basıncı, rüzgar yönü ve hızı gibi sondaj bilgileri elde edilmektedir. Ham olarak elde edilen ölçüm bilgileri, yerden 34. km'ye kadar ve ikişer kilometre aralıkla olacak şekilde jeopotansiyel yükseklik, ozon ve sıcaklık verisi şeklinde hazırlanarak profil analizine uygun hale getirilmiş ve grafiklendirilmiştir.

Bu veriler mevsimlik, yıllık ve uzun yıllar olmak üzere ayrı ayrı sınıflandırılarak değerlendirilmiştir.

4.1.1 MEVSİMLİK PROFİL VERİ DEĞERLENDİRMESİ

Ozonsonde profil verisi mevsimlik olarak değerlendirildiğinde; en yüksek değer kış mevsiminde (147.1 nb) 22. km'de, en düşük değerin ise sonbahar mevsiminde (124.9 nb) 24. km'de olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ilkbaharda (139.1 nb) 22. km'de ve yazın ise (132.0 nb) 26. km'de en yüksek ozon değerleri bulunmuştur (Şekil 1).

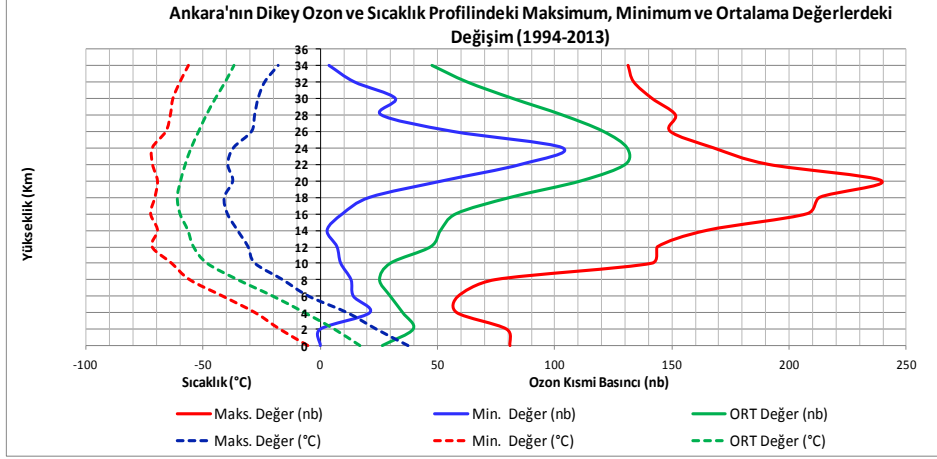


Şekil 1. Ankara'da ozonsonde ölçümlerine göre mevsimlik ozonun dikey dağılımı.

Maksimum ozon değerlerinin mevsimlik dizilişinin kış (147.1 nb), ilkbahar (139.1), yaz (132.0) ve sonbahar (124.9 nb) şeklinde olduğu belirlenmiş, Acar (2013) ve arkadaşları Ankara'nın 2007 yılı Brewer Spektrofotometre profil verileri üzerinde yapmış oldukları çalışmada da benzer sonuçları elde etmişlerdir (Acar vd., 2013).

4.1.2 YILLIK PROFİL VERİ DEĞERLENDİRMESİ

Ozon ve sıcaklık profilini oluşturan seviyeler yıllık olarak sınıflandırılarak maksimum, minimum ve ortalama değerler şeklinde ayrı ayrı incelenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ozon ve sıcaklık profillerine ait maksimum, minimum ve ortalama değerler.

Profil veri seti içerisinde yer-34.km aralığında, maksimum ozon değerine 239.4 nb ile 20.km'de, minimum ozon değerine yer ve 2. km'de, maksimum sıcaklık değerine 37.2°C ile yer seviyesinde, minimum sıcaklık değerine ise -72.3°C ile 16.km'de rastlanılmıştır (Şekil 2, Tablo1).

Yer seviyesi ve 2.km'de ki maksimum ozon değerlerinin (80 nb civarı), sıcaklığın en yüksek ölçüldüğü yaz aylarında (Temmuz) maksimum seviyeye ulaştığı, minimum ozon değerlerinin (sıfır-0 nb) ise sıcaklığın düşük olduğu kış aylarında daha çok görüldüğü belirlenmiştir (Şekil 2, Tablo 1). Benzer sonuçları Dumanoğlu vd. (2013) ve Çetin vd. (2008), yaptıkları çalışmalarda elde etmişlerdir.

Ozon profil seviyelerinden; 8.km ve 12.km'de maksimum değerlerin 1996 ve 1999 yıllarında, 18-34. km'ler arası maksimum değerlerin 1994-1998 yılları arasında, 0-6.km arası ile 10.km, 14.km ve 16.km'lerdeki maksimum değerlerin ise 2004-2012 yılları arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Ozon profil seviyelerinin minimum değerlerine; 0-14.km'ler arasında (6.km hariç) 1994-1999 yılları arasında, 16-34.km'ler arasında (18, 24 ve 32.km'ler hariç) ise 2001-2009 yılları arasında rastlanılmıştır (Tablo 1).

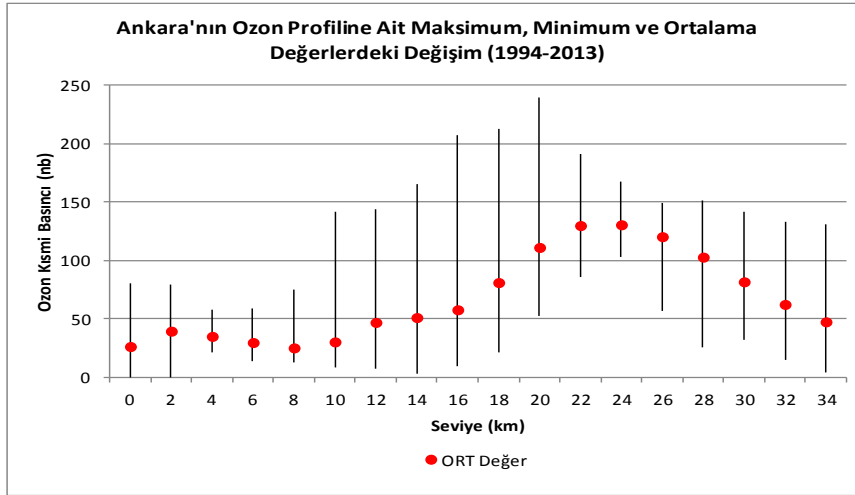
VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Tablo 1. Ozon ve sıcaklık profil seviyelerine ait maksimum, minimum, ortalama değerler ve görülme tarihleri.

Seviye	Maks.	Maks.	Min.	Min.	ORT	Maks.	Maks.	Min.	Min.	ORT
Yükseklik (km)	Değer (nb)	Tarih	Değer (nb)	Tarih	Değer (nb)	Değer (°C)	Tarih	Değer (°C)	Tarih	Değer (°C)
0	80.8	23.07.2008	0.0	11.11.1994	26.3	37.2	23.07.2008	-5.3	18.01.2012	17.0
2	79.3	23.07.2008	0.0	12.12.1997	39.5	23.7	24.07.1998	-17.3	19.01.1995	6.0
4	58.1	23.07.2008	21.1	11.09.1998	35.0	11.3	06.12.2006	-27.8	30.01.2008	-6.7
6	58.7	19.04.2012	14.1	24.03.2010	29.7	-5.1	06.08.2008	-41.6	20.12.2000	-20.2
8	74.5	18.04.1996	13.1	18.10.1996	25.2	-16.1	17.11.1999	-55.7	20.12.2000	-35.2
10	141.4	07.04.2010	8.7	17.11.1999	29.8	-27.9	17.07.2000	-63.4	25.02.2009	-48.3
12	143.8	17.03.1999	7.1	30.10.1998	47.0	-30.8	16.02.2000	-71.7	14.04.1994	-54.1
14	165.1	08.03.2006	2.9	26.06.1997	51.2	-35.3	16.02.2000	-69.4	08.11.2000	-56.5
16	207.6	10.03.2004	9.5	19.10.2005	57.8	-39.6	16.02.2000	-72.3	22.10.2003	-59.9
18	213.1	17.02.1994	21.2	17.07.1998	81.1	-40.9	16.02.2000	-70.5	14.07.1994	-61.0
20	239.4	10.02.1994	52.4	28.01.2004	111.2	-37.3	17.11.1999	-69.4	24.01.2007	-59.6
22	190.9	23.01.1998	85.8	06.07.2005	130.0	-39.4	16.02.2000	-71.5	28.01.2009	-57.6
24	167.6	24.02.1994	103.4	07.03.1996	130.7	-37.0	17.11.1999	-71.6	28.01.2009	-55.1
26	149.2	10.03.1994	56.3	14.01.2009	120.5	-29.3	17.11.1999	-65.8	18.01.1996	-51.9
28	151.4	10.03.1994	26.0	25.02.2004	102.9	-28.0	17.11.1999	-63.9	18.01.1996	-48.6
30	141.4	10.03.1994	32.0	14.05.2008	81.8	-26.5	10.02.1999	-62.8	18.01.1996	-44.7
32	133.6	10.03.1994	14.5	23.01.1998	62.4	-23.7	12.12.1997	-59.8	20.11.2002	-40.5
34	131.2	10.03.1994	3.7	21.11.2001	47.5	-18.0	05.01.1995	-56.2	10.03.1994	-36.8

Sıcaklık profilindeki maksimum değerlere ise yer (0), 4.km ve 6.km'ler hariç diğer tüm seviyelerde 1995-2000 yılları arasında, minimum değerlere ise yer (0), 4, 10, 16, 20, 22, 24 ve 32.km'ler de 2002-2012 yılları arasında, 2, 6, 8, 12, 14, 18, 26, 28, 30 ve 34.km'ler de ise 1994-2000 yılları arasında rastlanmıştır (Tablo 1).

Profil seviyelerine ait maksimum ve minimum ozon değerlerinin görülme aralığına bakıldığında ise; 0 (yer)-8.km'ler arasındaki ozon değerleri 0-80 nb aralığında bir bantta yer almıştır. Fakat, 10-20.km'ler arasındaki değerler 0-250 nb aralığındaki bir bantta, 22-34.km'ler arasındaki değerler de 0-200 nb aralığındaki bir bantta yer almıştır (Şekil 3).



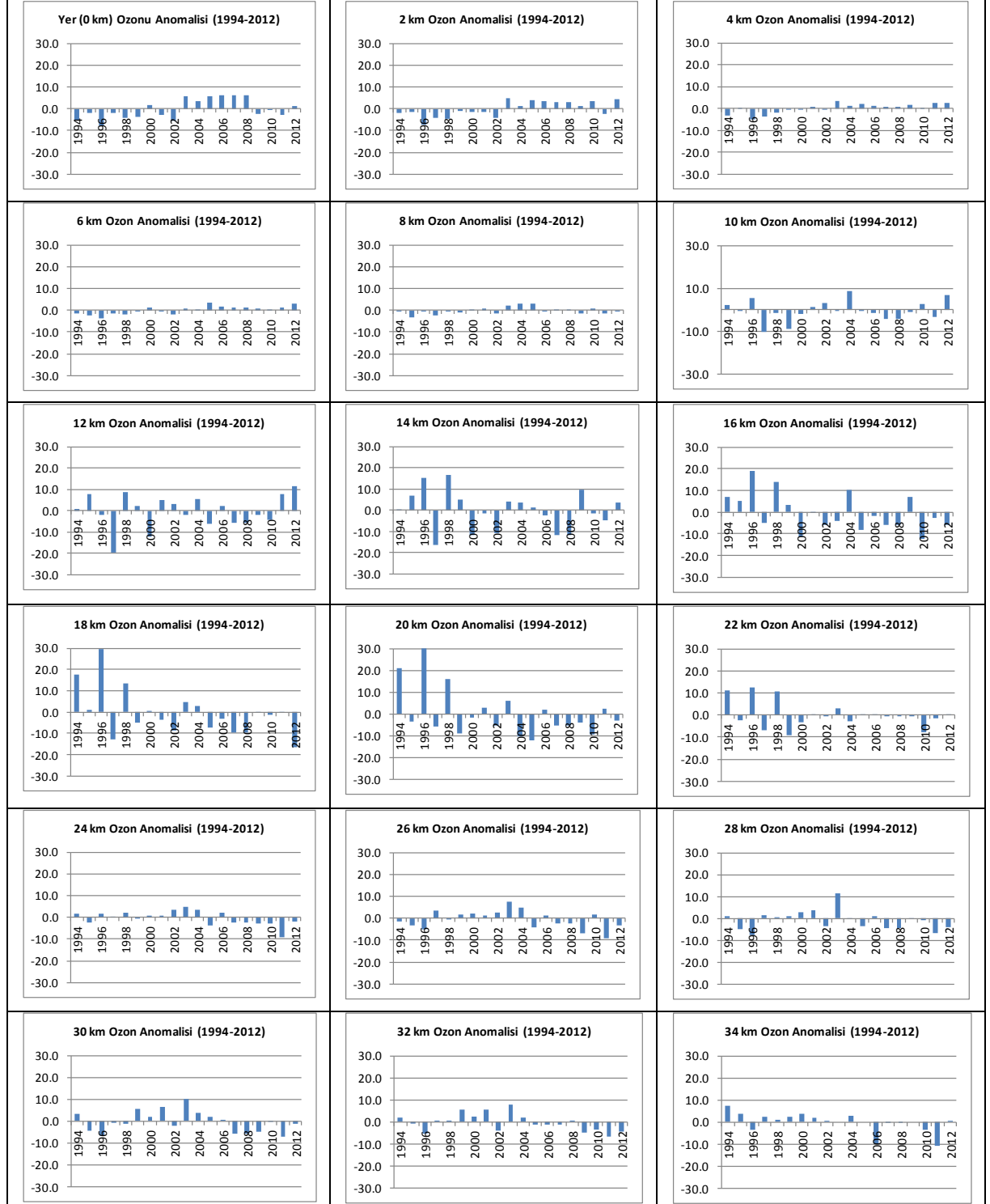
Şekil 3. Ozon profil seviyelerindeki maksimum, minimum ve ortalama değerlerdeki değişim.

10-20.km'ler arasındaki seviyelerin ortalama değerleri, minimum değerlere maksimum değerlerden daha yakın çıkmıştır (Şekil 3). Ozon profil seviyelerinde (yer-4.km arası hariç) görülen maksimum değerler; genel olarak mevsimsel etkinin en fazla görüldüğü kış-ilkbahar döneminde ölçülmüştür (Tablo 1). Kahya ve İncecik (2011), Ankara'nın ozon profillerindeki lamine yapı üzerine yaptıkları çalışmada, lamine yapıya 15-20 km'ler arasında %75 sıklıkla rastlanıldığını ve lamine yapının Ocak-Mayıs arasında güçlü bir mevsimsel farklılığa sahip olduğunu ve ayrıca Şubat-Mart aylarında da en yüksek seviyeye ulaştığını belirlemiştir.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

4.1.3 UZUN YILLAR OZONSONDE PROFİL VERİ DEĞERLENDİRMESİ

Ankara'nın ozonsonde ozon profil seviyelerinin 1994-2012 ortalamasına göre anomalileri incelendiğinde; yer seviyesinde 1994-2002 yılları arasında (2000 hariç) negatif anomali değerleri görülürken, 2003-2008 yılları arasında pozitif anomali değerleri görülmüştür. 0-10. Km. arası hemen hemen aynı şekilde negatif anomali göstermiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Ozon profil seviyelerindeki maksimum, minimum ve ortalama değerlerdeki değişim.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

2.km'de ise, 1994-2002 yılları arasında negatif anomali değerleri görülürken, 2003-2012 yılları arasında pozitif anomali değerleri görülmüştür (Şekil 4).

1994-1998 yılları arasında (1997 hariç), 12-22. km'ler arasında pozitif anomali değerlerinde belirgin artışlar görülmektedir. Özellikle 18-22. km'lerde 1994, 1996 ve 1998 yıllarında bu artışlar 10-30 nb'a kadar ulaşmaktadır (Şekil 4).

4.2 BREWER (188) OZON PROFİL VERİSİ

Brewer Spektrofotometresi, gün içerisinde zenith açısının -94 ile -79 ve 73 ile 92 derece aralığında olduğu zamanlarda olmak üzere iki defa Umkehr İnversion Tekniğini kullanılarak ozonun dikey dağılımını (ozon profili) ölçmektedir.

Klasik Umkehr eğrisi, ilk defa 20. yüzyılın başlarında toplam ozondaki mevsim ve enlemsel değişimlere ilişkin yapılan çalışmalarda görülmeye başlanmıştır. Götz, 1931 yılında zenith gökyüzü şartlarında ozon tabakası tarafından güçlü ve zayıf bir şekilde emilen ultraviyole radyasyon içerisindeki iki dalga boyunu keşfetmiştir. Güneşin zenith açısı arttıkça bu artmakta, fakat zenith açısı 90 dereceye yaklaştıkça aniden azalmaktadır. Bu gözlem, umkehr etkisi olarak adlandırılmakta ve stratosferdeki ozonun dikey dağılımı hakkında bilgi vermektedir (sparc-climate.org, 16.03.2015).

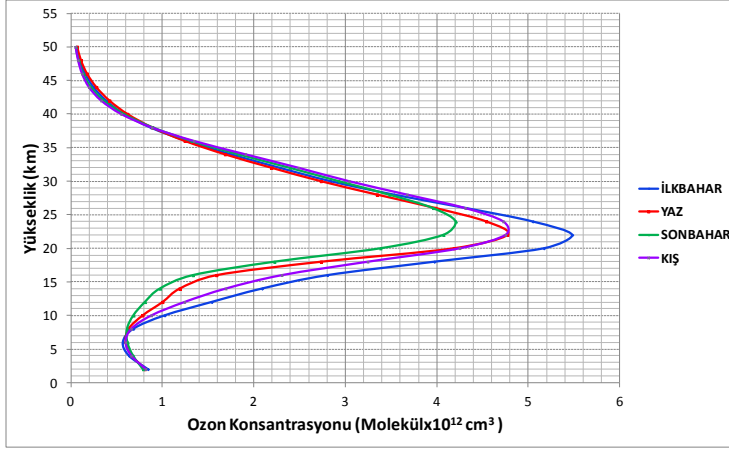
Umkehr Metodu, ozonun dikey dağılımının hesaplanmasında kullanılan bir araçtır. Umkehr ölçümlerinin algoritması, kesin olarak dikey ozon dağılım modeli ve veri analizinden oluşmaktadır. Bu çalışmadaki Umkehr algoritma prosedürü çoğunlukla Mateer ve DeLuisi'nin 1992 yılındaki inversiyon tekniğini kullanmaktadır (sparc-climate.org, 16.03.2015).

Toplam ozon değerinin elde edilemediği veya "Kararlılık Testinin (Stability Kit)" yapıldığı günlerde profil değeri alınmamaktadır. Bunun dışında cihazın azda olsa arızalı olduğu günler de mevcuttur. Bu nedenle aylık veri sayısı sabit değildir. Profil verileri, ikişer kilometre aralıkla olmak üzere yerden 50 km yüksekliğe kadar düzenlenerek veri seti oluşturulmaktadır.

4.2.1 MEVSİMLİK OZON PROFİL VERİ DEĞERLENDİRMESİ

Mevsimlik ozon profil verilerini incelediğimizde en yüksek değerlerin; ilkbaharda 5.5 molekül/cm³ ile 22. km'de, yazın 4.8 molekül/cm³ ile 22. km'de, kışın ise 4.8 molekül/cm³ ile 22. km'de ve sonbaharda 4.2 molekül/cm³ ile 24. km'de olduğu belirlenmiştir.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

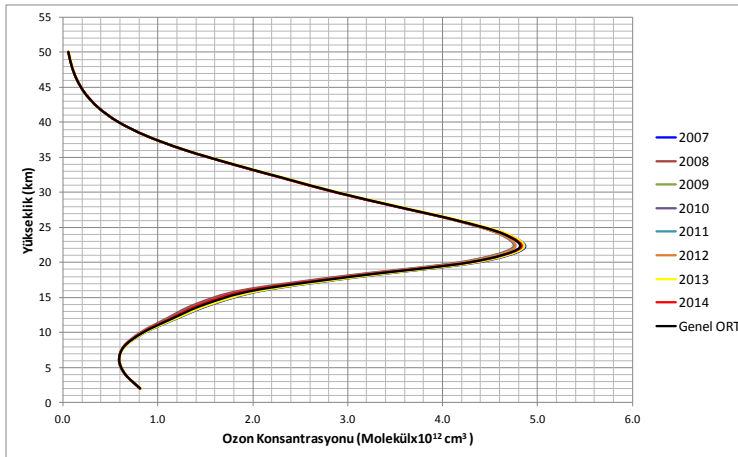


Şekil 5. Ankara'da Brewer ozonunun dikey dağılımındaki mevsimlik değişim (2007-2014)

Ayrıca tüm mevsimlerdeki en düşük değer 0.1 molekül/cm^3 ile 48. ve 50. km'de görülmüştür. Atmosferde en yüksek ozon değerinin görüldüğü seviye kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde 22. km'de iken, sonbahar mevsiminde 24. km'ye yükselmektedir (Şekil 5).

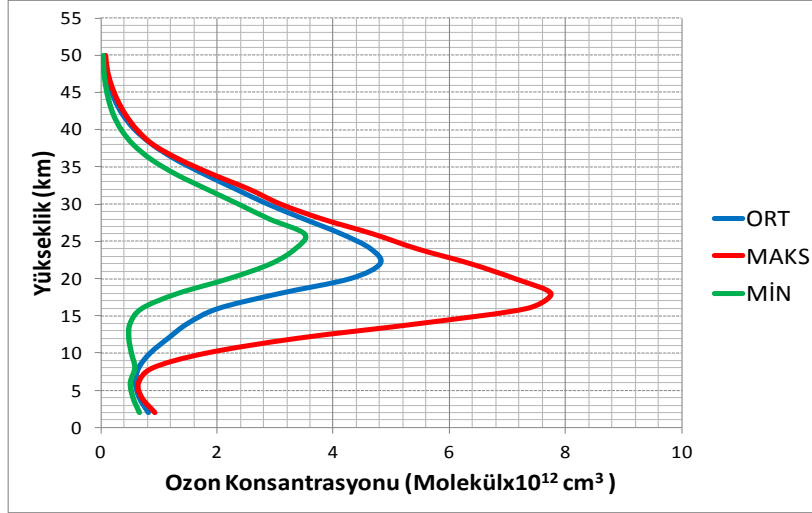
Atmosferdeki ozon molekülleri, yerden itibaren 50 km yüksekliğe kadar farklı yoğunlukta bulunmakta, özellikle 15-25. km'ler arasında ozon kısmi basıncı en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Ozon moleküllerinin en yoğun bulunduğu ve ozon tabakası olarak adlandırılan bu bölgede, ozon profili ve toplam ozon miktarı üzerinde mevsimsel değişimler etkili olmaktadır. Ozonsonde ve Brewer (188) ölçümlerine göre, Ankara üzerindeki toplam ozon kalınlığı sonbahar mevsiminde en düşük seviyeye (284-289 Dobson Birimi) inmekte ve ozon molekül yoğunluğu bu mevsimde azalmaktadır (Şekil 5), (mgm.gov.tr, 16.03.2015).

4.2.2 YILLIK PROFİL VERİ DEĞERLENDİRMESİ



Şekil 6. Brewer (188) ölçümlerine göre Ankara'nın yıllık ozon profil değişimleri.

Brewer (188) yıllık ozon profil değerleri, tüm seviyelerde birbirine oldukça yakın değerler göstermiştir. 2007-2014 aralığındaki yıllık ortalama ozon profillerinde, en yüksek ozon değerleri 22. km'de $4.7-4.9 \text{ molekül/cm}^3$ arasında görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 7. Brewer ozon profiline ait maksimum, minimum ve ortalama değerler.

Brewer ozon profil veri setini oluşturan 2-50 km aralığındaki tüm değerler içerisinde, maksimum ozon değerine 7.8 molekül/cm³ ile 18.km'de, minimum ozon değerine 0.05 molekül/cm³ ile 50. km'de rastlanılmıştır. İlk seviye olan 2. km'deki maksimum, minimum ve ortalama ozon değerlerinin 4, 6 ve 8. km'lerdeki değerlerden daha yüksek veya eşit olduğu görülmüştür (Şekil 7).

Minimum ozon değerleri 2-16. km'ler arasında 0.5-0.7 molekül/cm³ aralığında birbirine oldukça yakın dikey bir dağılım göstermiştir (Şekil 7).

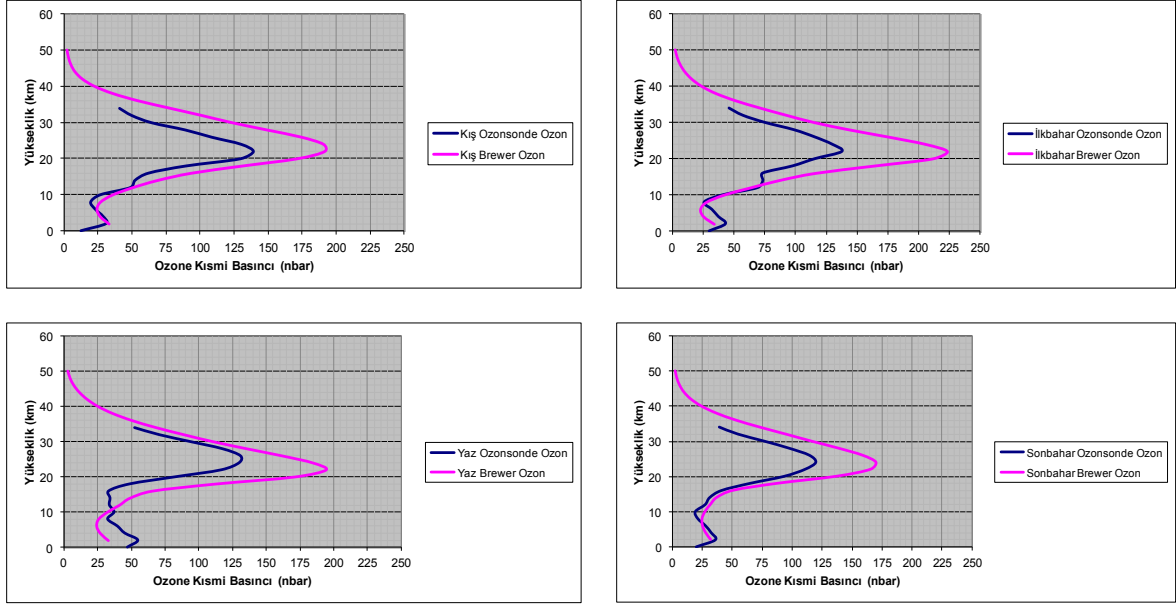
4.3 OZONSONDE VE BREWER PROFİL VERİ KARŞILAŞTIRMASI

4.3.1 2007-2012 YILLAR ARASI MEVSİMLİK PROFİL KARŞILAŞTIRMASI

Ankara'da birbirinden farklı yöntemlerle yapılan ozon ölçümlerinde, ölçüm periyotlarının farklı olması nedeniyle verilerin örtüştüğü 2007-2012 dönemi seçilmiştir. Ayrıca, Ozonsonde ve Brewer (188) ozon profil verilerini, aynı birim cinsinden karşılaştırmak için birim dönüşümü yapılmıştır (105G032, Tübitak Projesi, 2008; cactus2000.de, 16.03.2015). Bu amaçla Brewer (188) verileri molekül/cm³'den nanobar'a (nb) dönüştürülmüştür.

Ozonsonde ve Brewer (188) ozon profil verilerinin mevsimlik değerlendirmesinde; en yüksek değerlerin Ozonsonde de kış (139.5 nb-22. km), ilkbahar (137.5 nb-22.km), yaz (131.0 nb-26. km) ve sonbahar (119.8 nb-24. km) şeklinde, Brewer'de ise ilkbahar (223.2 nb-22. km), yaz (194.4 nb-22. km), kış (192.0 nb-22. km) ve sonbahar (169.8 nb-24. km) şeklinde sıralandığı görülmüştür (Şekil 8).

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

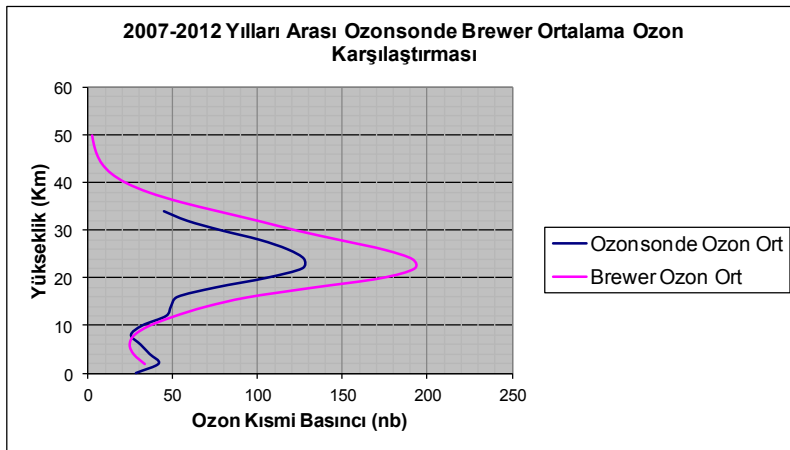


Şekil 8. Ozonsonde ve Brewer (188) profil verilerinin mevsimlik karşılaştırması.

Ozonsonde ve Brewer (188) ölçümlerinde en yüksek değerler arasındaki fark ilkbaharda 85.7 nb, yazın 63.4 nb, kışın 52.5 nb ve sonbahar mevsiminde de 50.0 nb'dır. Fark ilkbaharda artarken yazın azalmaktadır (Şekil 8).

Ozonsonde ölçümlerinde, Ankara'da tropopozun görüldüğü 12 km civarındaki ozon miktarında tüm mevsimlerde düz gidiş ve bir kırılma görülmüştür (Akçakaya ve ark., 2014). Benzer kırılma, ozonsonde maksimum sıcaklık profil eğrisinde de görülmektedir (Şekil 2).

4.3.1 2007-2012 YILLAR ARASI YILLIK PROFİL KARŞILAŞTIRMASI



Şekil 9. Ozonsonde ve Brewer (188) profil verilerinin uzun yıllar karşılaştırması.

Uzun yıllar Ozonsonde ve Brewer (188) profil verilerini birlikte değerlendirdiğimizde; ozonsonde ölçümlerinde yer seviyesi ile 2.km arası kirletici maddelerin (SO₂ gibi) etkisi nedeniyle ozon miktarında artış, 2-8. km'ler arasında ise her iki ölçüm yönteminde de düşüş görülmektedir. 8-12. km'ler arasında ise paralel bir artış söz konusudur. 12-24. km'ler arasında her iki ölçüm sisteminde de ozon miktarında paralel bir artış varken, 24. km'den itibaren azalma görülmüştür.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Her iki ölçümde de artış ve azalışlar birbirine paralel olarak değişmesine rağmen; veriler arasındaki farklar ölçüm tekniklerinin özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

SONUÇLAR

Ozonsonde ozon profili mevsimlik verileri içerisinde en yüksek değerin 147.1 nb ile kış mevsiminde 22. km'de, en düşük değerin ise 124.9 nb ile sonbahar mevsiminde 24. km'de olduğu belirlenmiştir. Bu duruma ülkemizi etkileyen ozonca zengin hava kütlelerinin en fazla kış-ilkbahar döneminde, ozonca fakir hava kütlelerinin de en fazla sonbahar döneminde gelmesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Ozonsonde ozon profil seviyelerinden, yer ve 2.km'ye ait ozon değerlerinin, sıcaklığın en yüksek ölçüldüğü yaz aylarında (Temmuz) maksimum seviye ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 2, Tablo 1). Bu duruma, güneşlenme ve sıcaklığın en yüksek olduğu yaz aylarında, evsel, endüstriyel ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerle oluşan fotokimyasal reaksiyonların neden olduğu düşünülmektedir. Buna karşılık, aynı seviyedeki minimum ozon değerlerine ise sıcaklığın düşük olduğu sonbahar ve kış aylarında rastlanılmıştır (Şekil 2, Tablo 1).

Ozonsonde ozon profil seviyelerindeki maksimum değerler, troposfer tabakasında (0-14.km'ler arası, 8. ve 12.km'ler hariç) 2000'li yılların başlarında, stratosfer tabakasında ise 1990'lı yılların sonlarında ölçülmüştür (Tablo 1).

Ozonsonde ölçümlerinde, Ankara'nın ortalama tropopoz yüksekliğinden (~12 km) itibaren, özellikle 12-22. km'ler arasında pozitif ve negatif anomali değerlerinde belirgin değişimler görülmüştür (Şekil 4).

Brewer (188) ölçümlerinde, 2-50 km aralığındaki ozon profil verileri içerisinde en yüksek değere 18. km'de, en düşük değerlere ise 50. km'de rastlanılmıştır.

Brewer (188) mevsimlik ozon profil verilerinin her seviye için yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla ilkbahar, kış, yaz ve sonbahar şeklinde dizildiği belirlenmiştir (Şekil 5).

Brewer (188) Profil veri setindeki maksimum, ortalama ve minimum değerler içerisindeki en yüksek değer sırasıyla 18, 22 ve 26. km'lerde görülmüştür (Şekil 6).

Brewer ve Ozonsonde profil verilerindeki farklar mevsime göre değişiklik göstermektedir. İlkbahar ve yaz mevsimlerindeki farklar sonbahar ve kış mevsimlerine göre daha fazladır.

Ozonsonde verilerinde değişimler daha keskin bir şekilde görülürken, Brewer (188) verilerinde ise daha düzgün bir değişim göstermektedir. Buna rağmen, genel olarak Ankara'nın düşey ozon profil grafiğinde artış ve azalışlarda benzerlikler görülmektedir.

Ozonsonde yöntemi kimyasal esaslı ve hassasiyeti daha yüksek bir yöntem olması nedeniyle sonuçları daha güvenilirdir. Ölçümlerdeki mevsimsel geçişleri daha net yakalayabilmektedir. Buna karşılık, Brewer Spektrofotometresi optik esaslı bir yöntem olup, ölçümleri üzerinde atmosferdeki kirleticilerin etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle kükürt dioksit gibi kirleticilerin ölçüm üzerindeki etkisi düşülerek (düzeltilerek) sonuçlar elde edilmektedir.

VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

KAYNAKLAR

1. Acar, Y., Özünlü, M. ve Ekici, M. Ozon ve Ozon Tabakasının Önemi, DMİ Yayınları, Ankara, 2004.
2. Acar, Y., Ekici, M., Ankara'nın Brewer Eritemal UV (EUV) Ölçüm Verileri İle Model. Eritemal UV (EUV) Tahmin Verilerinin Karşılaştırması, 1.Meteoroloji Sempozyumu, Ankara, 2010.
3. Acar, Y., Ekici, M., ve Yağan, S., (2012) Ozon ve Ultraviyole Radyasyon Veri Analizi, Teknik Rapor, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2012.
4. Acar, Y., Yağan, S., Ekici, M., Ersoy, S., Akçakaya, A., ve Eskioğlu, O., Türkiye Üzerine Gelen Hava Kütlelerinin Ankara'nın Toplam Ozon Kalınlığı Üzerine Etkisi, III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013, İstanbul. (<http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/hava-kutleleri-ozon.pdf>).16.03.2015.
5. Akcakaya, A., Yağan, S., Kocaturk, A., Eskioğlu, O., Türkiye'deki Ravinsonde İstasyonlarında Tropopoz Durumu, Teknik Rapor, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Aralık 2014.
6. Brewer Spektrofotometresi (MKIII) Kullanım Kılavuzu, Kipp&Zonen, 2005.
7. Çetin. Ş., Alyüz B., ve Ayberk S., Troposferik Ozon Oluşumu, Olumsuz Etkileri ve Kocaeli İli'ndeki Mevcut Durum, Çevre Sorunları Sempozyumu Kocaeli-2008. (http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/senayc/bildiri/senayc20.01.2010_13.44.51bildiri.pdf). 16.03.2015.
8. Dumanoglu Y., Bayram A., İzmir'de Kent Merkezi ve Yakın Çevresinde Ölçülen Ozon ve Azot Dioksit Seviyelerinin Zamansal Değişiminin İncelenmesi, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 2 (2013) 65 – 73. (<http://www.hkad.org/makaleler/cilt2/sayi2/hkad-13-008.pdf>). 16.03.2015.
9. <http://www.cactus2000.de/uk/unit/masspol.shtml>. 16.03.2015.
10. <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/ozon-ve-uv.aspx#sfU>. 16.03.2015.
11. http://www.sparc-climate.org/fileadmin/customer/6_Publications/SPARC_reports_PDF/1_Ozone_SPARCreportNo1_May1998_redFile.pdf. 16.03.2015.
12. http://www.woudc.org/data/Metadata/platform_e.html.16.03.2015.
13. Kahya C., İncecik S., Ozon profillerinde lamine yapıyı etkileyen dinamik süreçler: Ankara örneği. (<http://kutuphane.dogus.edu.tr/mvt/details.php?recid=11278&lng=1>).
14. Kahya, C., İncecik, S., Ozon profillerinde lamine yapıyı etkileyen dinamik süreçler: Ankara örneği, itüdergisi/d mühendislik, Cilt: 10, Sayı: 3, 125-136, Haziran 2011.
15. Komhyr, W. D. Electrochemical concentration cells for gas analysis, Annales de Geophysique, 25, 203–210, 1969.
- 16.105G032-"Türkiye Üzerinde Troposferik ve Stratosferik Ozon/UV-B'deki Değişim Gözlenmesi ve Sonuçlarının Analizi" Tübitak Projesi Sonuç Raporu, DMİ, 3 Ocak 2008, Ankara.