

KUTUPLARDAKİ OZON İNCELMESİ

Yılmaz ACAR (yacar@dmi.gov.tr) Mithat EKİCİ (mekici@dmi.gov.tr)

Bilim adamlarınca, geçtiğimiz yıllarda insan faaliyetlerindeki artışa paralel olarak, küresel ölçekte çevre değişiminde ve problemlerde artış olduğu ifade edilmiştir. En belirgin örnekler ise; fosil artıklarından oluşan petrol ürünlerinin yakılmasıyla atmosferdeki CO₂ miktarının artışı, sürekli artan sera etkisinin dünyanın ortalama sıcaklığını arttırması ve klor (Cl) ihtiva eden kimyasal maddelerin ozon tabakasına zarar vererek şiddetli ozon incelmesine neden olmasıdır. İnsanoğlu tarafından üretilen kloroflorokarbon (CFC) gazı, stratosferik ozon tabakasındaki tahribatı inceleyen bilimsel çalışmaların yapılmasına ve bu konudaki uluslararası işbirliğinin bir ürünü olarak, çeşitli düzenleyici politikaların üretilmesine neden olmuştur.

Atmosferdeki toplam ozon miktarı günden güne, mevsime ve bulunulan yere göre değişir. Değişimler; stratosferik rüzgarlara, kimyasal üretime ve ozonun bozulması nedenlerine bağlıdır.

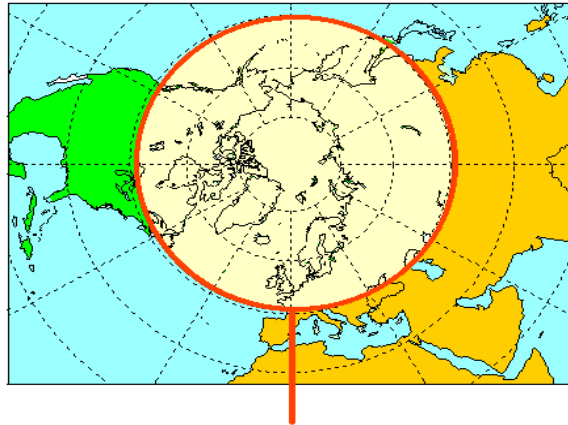
Ozon bütün yıl boyunca ekvator kuşağı üzerindeki stratosfer tabakasında üretilmektedir. Stratosferdeki hava hareketleriyle (mevsimsel rüzgarlar) kutuplara doğru taşınmakta ve kutba yakın bölgelerde de toplam ozon en yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Dünya ortalaması 300 Dobson Birimi (0,3 cm = 3 mm) civarında olup, coğrafik olarak 230 ile 500 Dobson Birimi arasında değişmektedir (1).

Ozon tabakasında şiddetli incelmeye neden olan mekanizmalar çok karmaşıktır. Bu mekanizmalar, Dünya'ya daha çok zarar veren ve özellikle de bu alan üzerinde oluşan fiziko-kimyasal tepkimelere bağlıdır.

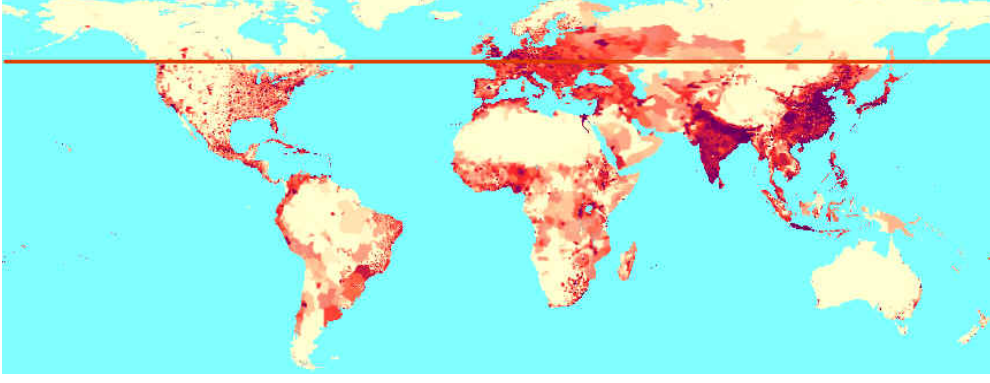
1. Kuzey Kutbunda (Arktik) Görülen Değişim

Kuzey kutbunda (Arktik), ölçümlerin kaydedilmeye başlandığı 1970'li yılların başından beri ozonda görülen lokal düşüşler bile, süre ve miktar bakımından Güney Kutbundaki (Antarktika) gibi şaşılacak kadar büyük ve etkili değildir. Fakat son yıllarda, yüksek atmosfer seviyelerinde özellikle kış mevsimi süresince görülen oldukça soğuk hava şartları nedeniyle, ozondaki incelmeye endişe verici düzeye ulaşmıştır.

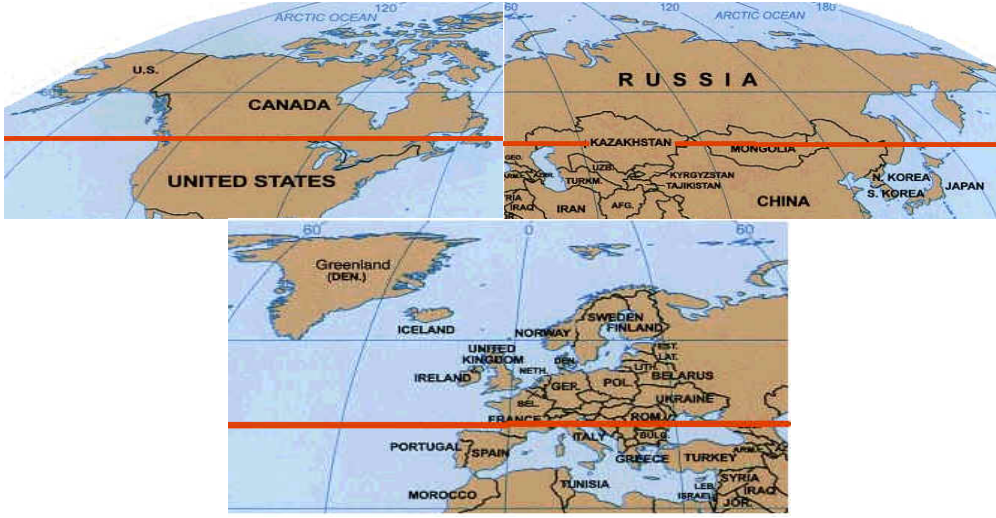
Sıcaklıklardaki düşüşler, ozonun fiziksel ve kimyasal olarak yok edilmesinde oldukça yer tutmakta, fakat stratosferik ısınmayla birlikte ozon değerleri tekrar 300-500 DU aralığına geri dönmektedir (2).



Şekil 1. Kuzey yarımkürede (K.Y) Arktik ozon incelmelerinden daha fazla etkilenen alan (Kırmızı daire içerisindeki sarı renkli bölge) (3).



Şekil 2. Dünya Nüfus Yoğunluğu Haritasına göre K.Y'de ozon incelmesinden etkilenen ülkeler (3).

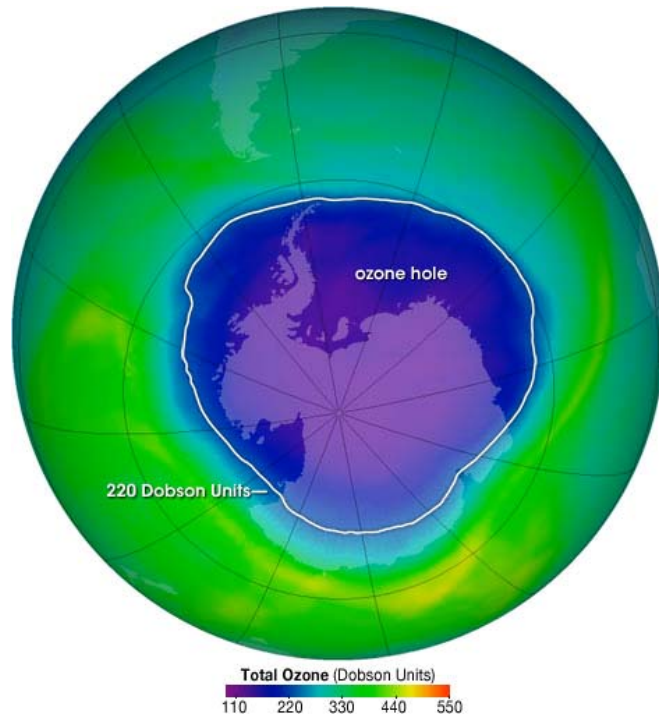


Şekil 3. Kuzey yarımkürede ozondaki incelmeden etkilenen kıtalar ve ülkeler (3).

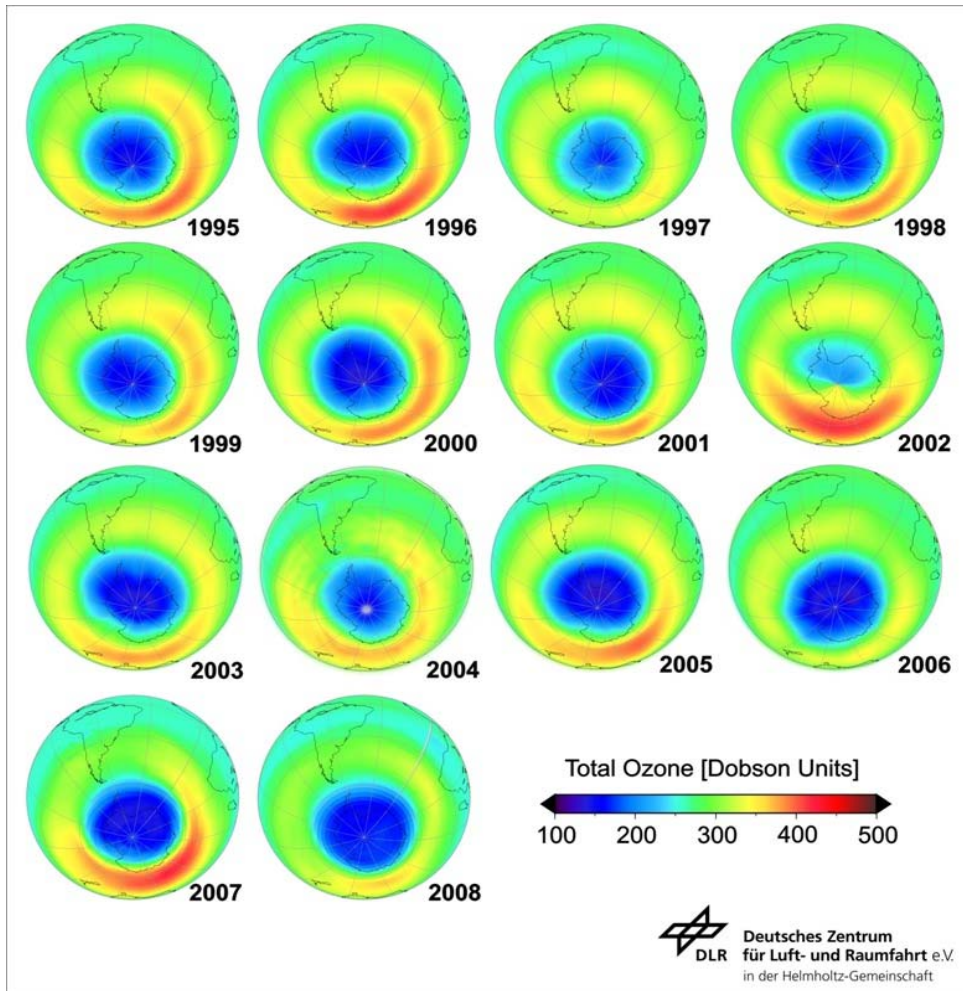
Şayet, Kuzey kutbundaki ozon incelmeleri, büyüklük olarak güney kutbunda görülen incelmeye benzerse, kuzey yarımkürede 700 milyonun üzerinde insan, yabancı hayat ve bitkiler güneşin zararlı ultraviyole ışınlarının etkisine maruz kalabileceklerdir (Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3) (3).

2. Güney Kutbunda (Antarktika) Görülen Değişim

Ozon tabakasını incelten (yok eden) gazlar atmosferik hareketler vasıtasıyla büyük mesafeler kat ederek taşındıkları için, stratosferik ozon tabakası boyunca mevcuttur. "Ozon Deliği" olarak bilinen Antarktik ozon tabakasındaki önemli incelmeye, yer kürenin başka bir yerinde olmayan, sadece kutuplarda olan aşırı düşük sıcaklığa sahip hava koşulları (Polar Stratospheric Clouds-PSC bulut oluşum koşulları) nedeniyle oluşur (Şekil 5). Atmosferdeki ortalama ozon yoğunluğu 300 DU olduğundan, ozon yoğunluğunun 220 Dobson biriminin altına düştüğü alanlar şiddetli ozon incelmelerinin "ozon deliğinin" görüldüğü alan olarak kabul edilmektedir (Şekil 4) (4).



Şekil 4. Güney kutbunda ozon tabakasındaki şiddetli incelmeyi gösteren alan - 4 Ekim 2004 (4).

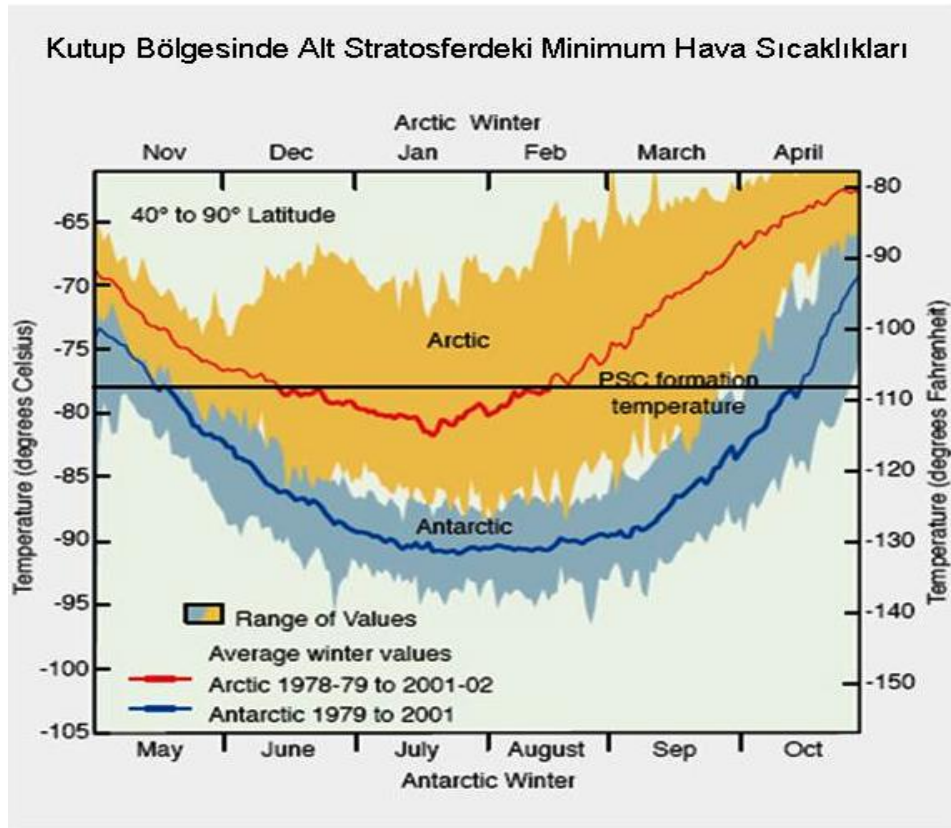


Şekil 5. Güney kutbunda oluşan ozon incelmeyinin yıllara göre değişimi.

Antarktik stratosferdeki çok düşük sıcaklıklar (-78°C ve üzeri), Polar Stratosferik Bulutlar (PSC) olarak adlandırılan buz bulutlarını oluşturur. Polar stratosferik bulutlarda oluşan özel reaksiyonlar ise, Antarktik ilkbaharda şiddetli ozon incelmesine neden olmaktadır (Şekil 6) (4).



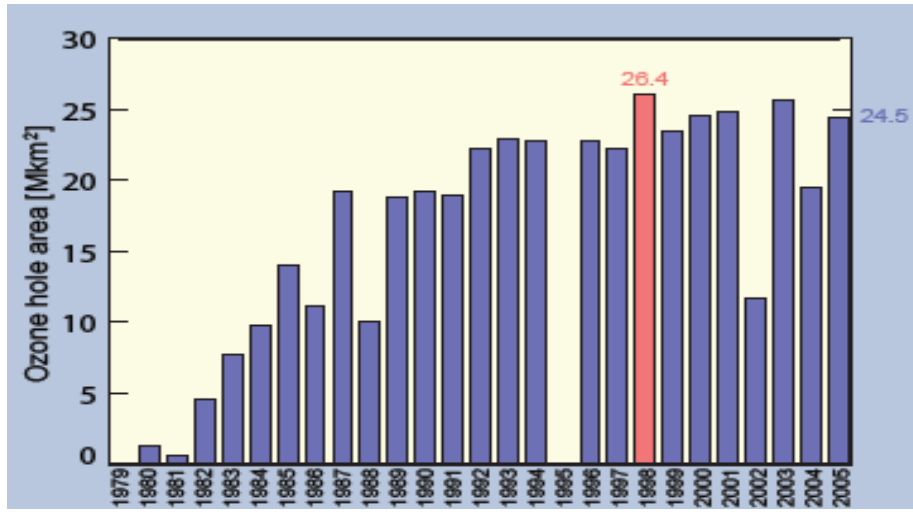
Şekil 6. Kutup bölgelerinde oluşan Polar Stratosferik Bulutlar (PSC) (4).



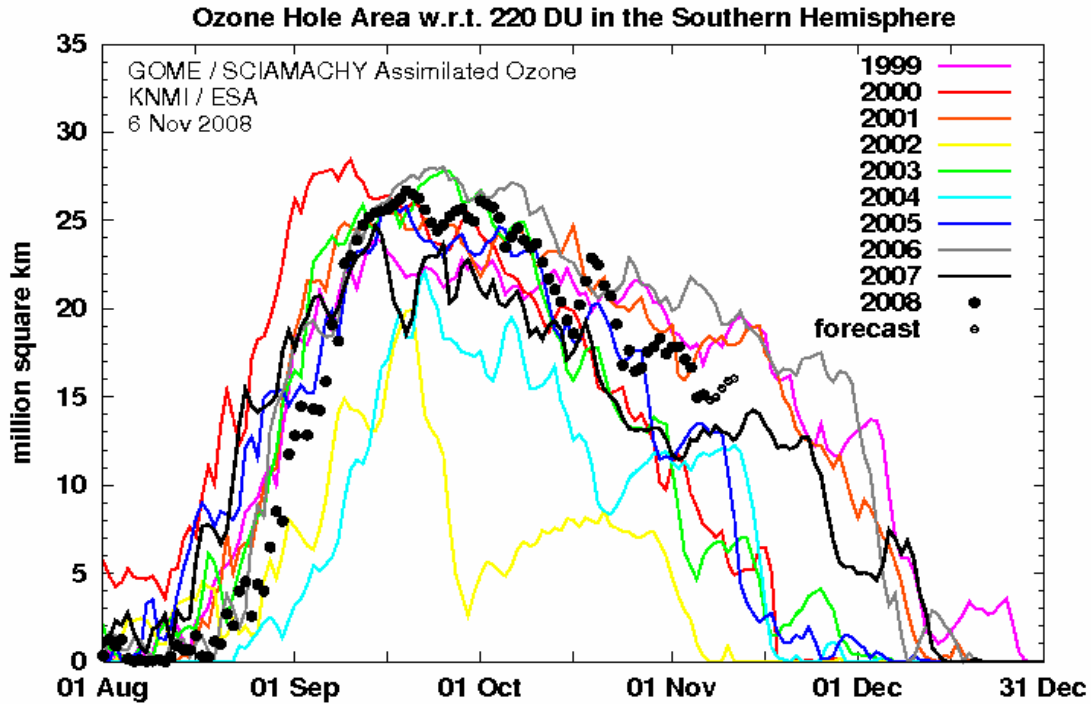
Şekil 7. Arktik ve Antarktik bölgede stratosfer tabakasında kış mevsiminde görülen minimum ortalama sıcaklıklardaki değişim (5).

Her iki kutup bölgesindeki stratosferik hava sıcaklıkları, stratosferin alt tabakalarında kış mevsiminde minimum değerlere ulaşmaktadır. Antarktika'daki minimum ortalama değerler Temmuz ve Ağustos aylarında -90°C civarına, Arktik bölgede ise Ocak ve Şubat aylarında -80°C civarına ulaşmaktadır (Şekil 7) (5).

1979-2005 yılları arasında güney kutbunda 7 Eylül-13 Ekim tarihleri arasında görülen en şiddetli ozon incelmesi, alan olarak 26,4 MKm² ile 1998 yılında gerçekleşmiştir. İncelme, 2003 yılında 25,6 MKm² ve 2005 yılında da 24,5 MKm² ile daha dar bir alanda tekrar oluşmuştur (Şekil 8) (6).

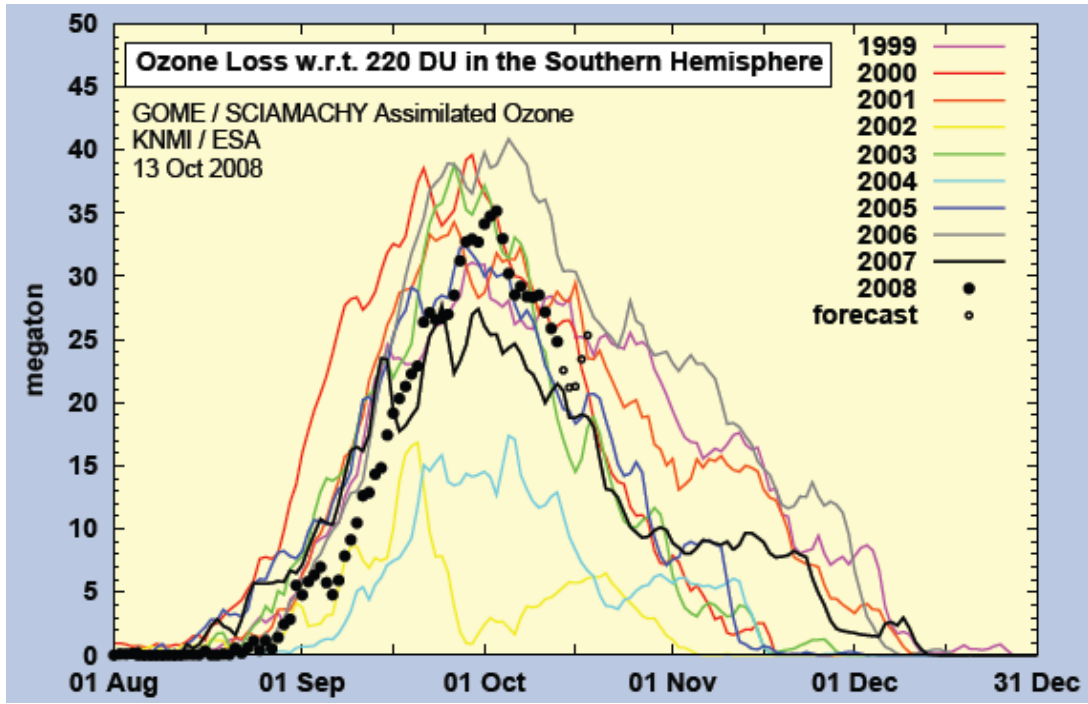


Şekil 8. Güney kutbunda 7 Eylül - 13 Ekim tarihleri arasında ozon incelmelerinin görüldüğü alan büyüklüğünün yıllara göre değişimi (6).



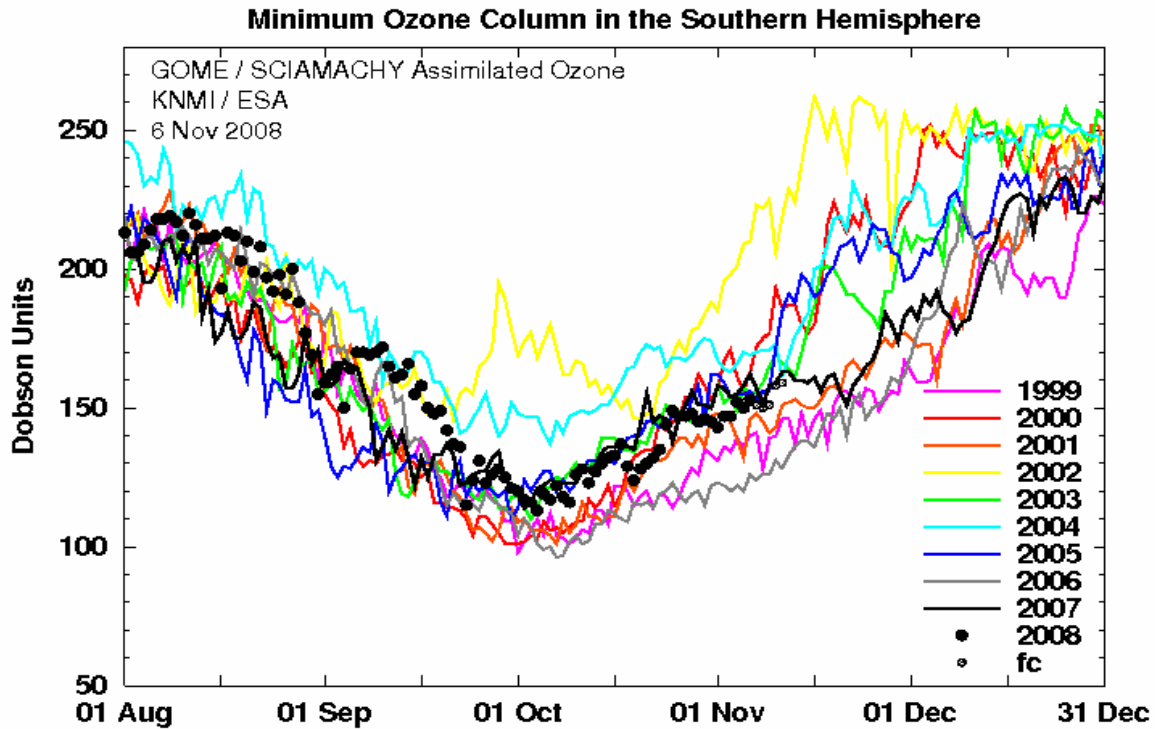
Şekil 9. Güney kutbundaki ozon incelmelerinin Ağustos-Aralık dönemindeki alan olarak değişimi (8).

Dünya Meteoroloji Teşkilatının 2008 yılı ozon değerlendirmesine (Bülten 2008/3) göre; ozon incelmesinde Ağustos ayının ilk yarısı süresince 2007 yılının aynı dönemine göre daha yavaş bir artış meydana gelmiştir. Ağustos ortasından itibaren ise ozon incelmelerinin görüldüğü alanda hızlı bir artış meydana gelerek 12 Eylül tarihinde 27 MKm²'ye ulaşmıştır. 17 Eylül'den sonra bu alan küçülmeye başlamış ve 11 Ekim'de 23 MKm²'ye kadar düşmüştür. Geçmişle karşılaştığımızda, 2007 yılında bu alanın maksimum olarak 25 MKm² civarında, 2006 yılında da 29 MKm²'nin üstünde oluştuğu görülmüştür (Şekil 9) (9).



Şekil 10. Güney Yarımkürede ozon kütleindeki azalmanın yıllara göre değişimi (1999-2008) (9).

Ağustos ayı ve Eylül ayının ilk yarısı süresince ozon kütleindeki azalma 2002 ve 2004 yılları hariç, 1999 yılından beri olanların gerisindedir. Eylül ayı ortalarında 2007 yılı değerini aşarak 22 Eylül'de 27 megatona ulaşmıştır. Bu değer 2007 yılı miktarına yakındır. Sonrasında ozon kütleindeki azalma devam ederek 3 Ekim 2008'de 35 megatonla maksimum seviyesine ulaşmıştır. 1999 yılından bu yana 2000, 2003 ve 2006 yıllarındaki ozon azalması 2008'den daha fazla olmuştur. 3 Ekim'den sonra ozondaki azalma gerileyerek 13 Ekim'de 25 megaton civarına düşmüştür (Şekil 10) (9).



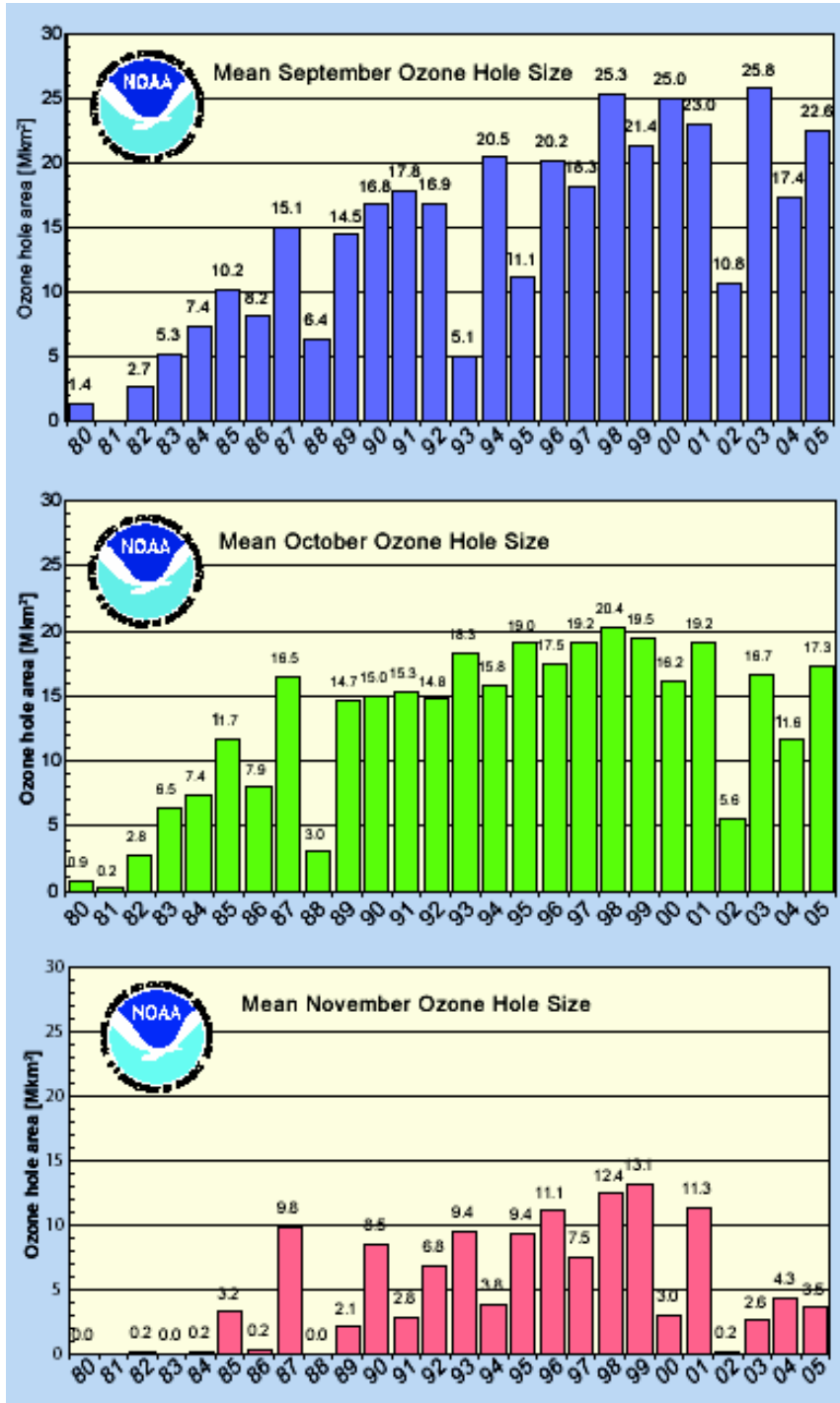
Şekil 11. Güney Yarımküredeki ozon incelmesinin Ağustos-Aralık döneminde miktar olarak değişimi (8).

Güney kutbundaki ozon incelmesi (deliği) Ağustos ayı ortalarında oluşmaya başlamaktadır. Delikte görülen en ciddi olumsuz gelişme ise; Ekim ayının ilk haftasında toplam ozon miktarının yok denecek kadar az seviyeye düşmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu durum, Antarktika üzerinde daha sonra Aralık ayının sonuna doğru normale dönecek biçimde gelişmektedir (Şekil 11) (7).

Stratosferdeki ozon molekülleri arasındaki bağ; Antarktika'daki kutupsal vorteksin oluşmasıyla ortaya çıkan çok düşük sıcaklıkların yardımıyla, atmosferdeki Klorin (Cl) ve Brom (Br) moleküllerinin Ozon (O_3) molekülleri ile tepkimeye girmesi sonucunda parçalanmakta ve yok olmaktadır.

Batıdan esen bu soğuk hava rüzgar sirkülasyonu (vorteks), güney kutbunda ilkbaharın başlangıcı kabul edilen Kasım ayı sonuna kadar bütün kış boyunca devam eder. Vorteks, batılı rüzgarlarla orta enlemlerden kutuplara doğru gelen ozonca zengin havayı kutuplara doğru taşıyarak, deliğin ozonca doldurulmasını sağlayabilmektedir.

Güney kutbunda ozondaki azalma değişmeden devam etmekte, bu nedenle ilkbahara kadar süren kış dönemi, bu alan üzerindeki ozon deliğinin en fazla görüldüğü dönemdir. Aşağıda Şekil 12'de 1980 - 2005 yılları arasında, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında ozondaki incelmenin görüldüğü alanların büyüklükleri görülmektedir (Şekil 12) (6).



Şekil 12. Güney kutbunda Eylül-Ekim-Kasım aylarında görülen ozondaki incelme ve büyüklükleri (6).

KAYNAKLAR:

- 1- Bojkov, D.R. 1995. The Chancing Ozone Layer. World Meteorological Organization (WMO) and United Nations Environment Programme (UNEP) Note.
- 2- <http://www.antarctica.ac.uk/met/jds/ozone/>
- 3- <http://www.theozonehole.com/arcticozone.htm>
- 4- <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>
- 5- Scientific Assessment of Ozone Depletion 2002, WMO, GAW, Report No.47
- 6- <http://www.wmo.ch/web/arep/05/bulletin-8-2005.pdf>
- 7- http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/sbuv2to/gif_files/ozone_hole_plot.png
- 8- <http://www.gse-promote.org/>
- 9- <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/documents/ant-bulletin-3-2008.pdf>