

KUTUPLARDAKİ OZON İNCELMESİ

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 klorin 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.

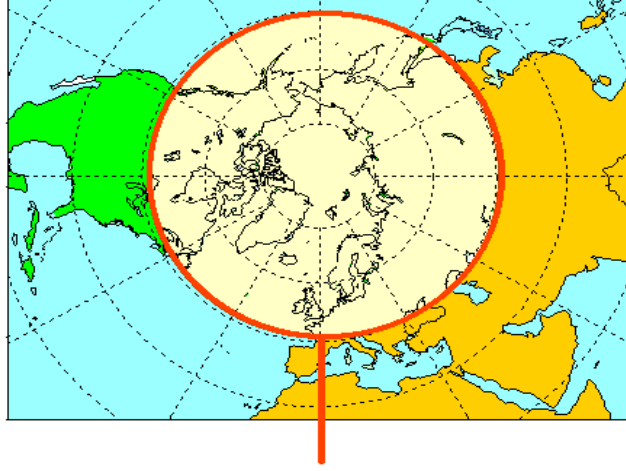
Ozon bütün yıl boyunca ekvator kuşağı üzerindeki stratosfer tabakasında üretilmektedir. Stratosferdeki hava hareketleriyle (mevsimsel rüzgarlar) kutuplara doğru taşınmakta ve kutba yakın bölgelerde de toplam ozon en yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Dünya ortalaması 300 Dobson Birimi (0,3 cm = 3 mm) civarında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

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

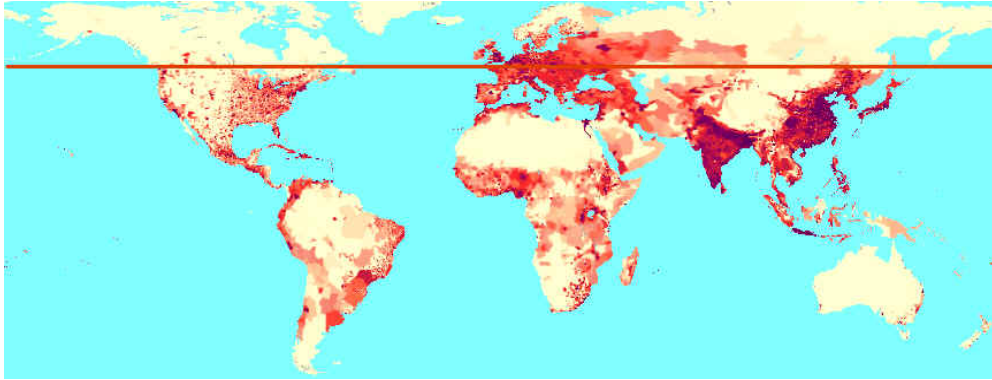
1. Kuzey Kutbunda (Arktik) Görülen Değişim

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

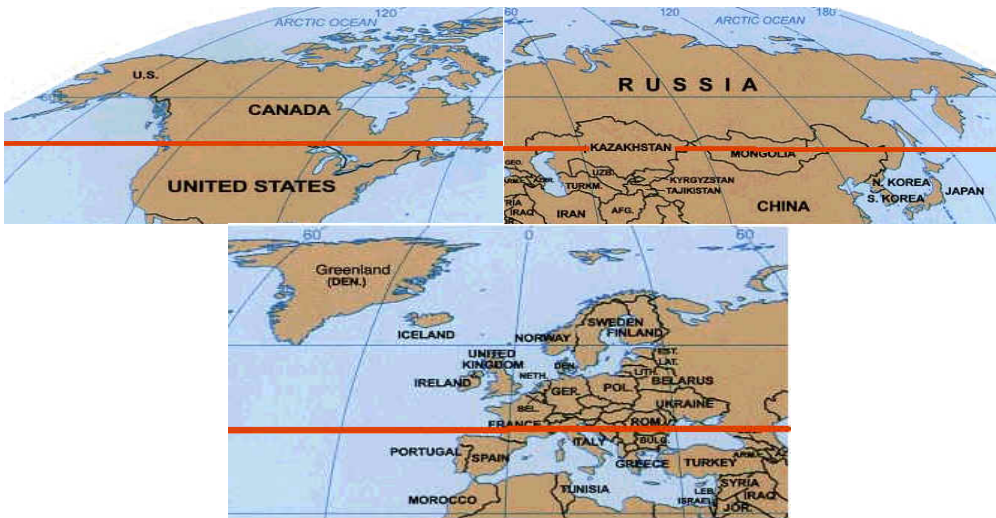
Sıcaklıklardaki düşüşler, ozonun fiziksel ve kimyasal olarak yok edilmesinde oldukça yer tutmakta, fakat stratosferik ısınmayla birlikte ozon değerleri tekrar 300-500 DU aralığına geri dönmektedir (2).



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



Şekil 2. Dünya Nüfus Yoğunluğu Haritası (3).

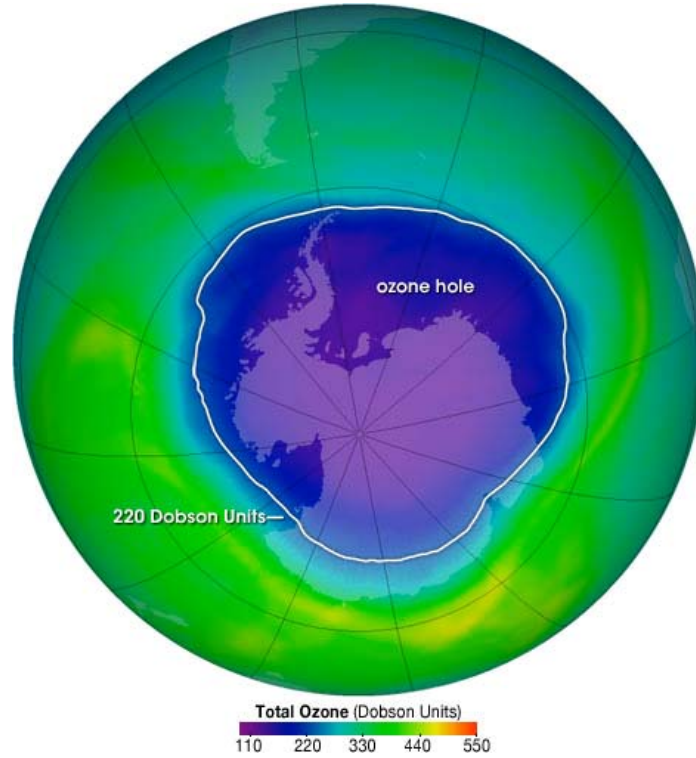


Şekil 3. Kuzey yarımkürede ozondaki incelmeden etkilenen ülkeler (3).

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

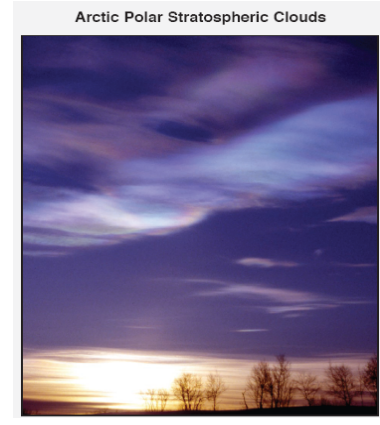
2. Güney Kutbunda (Antarktika) Görülen Değişim

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

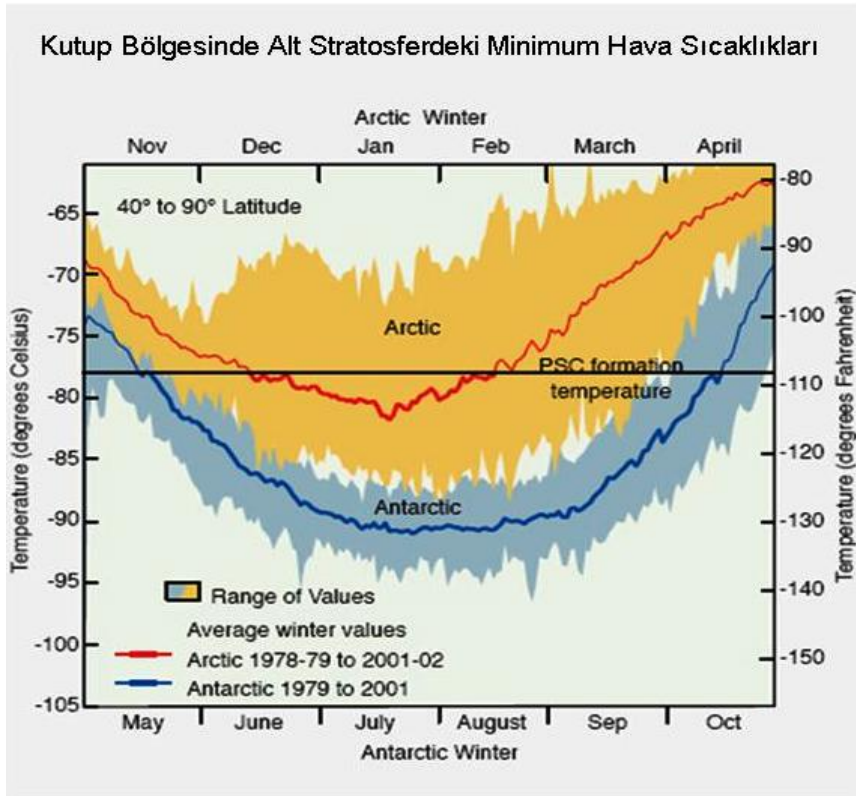


Şekil 4. Güney kutbunda ozon tabakasındaki şiddetli incelmenin görüldüğü alan - 4 Ekim 2004 (4).

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 (4).



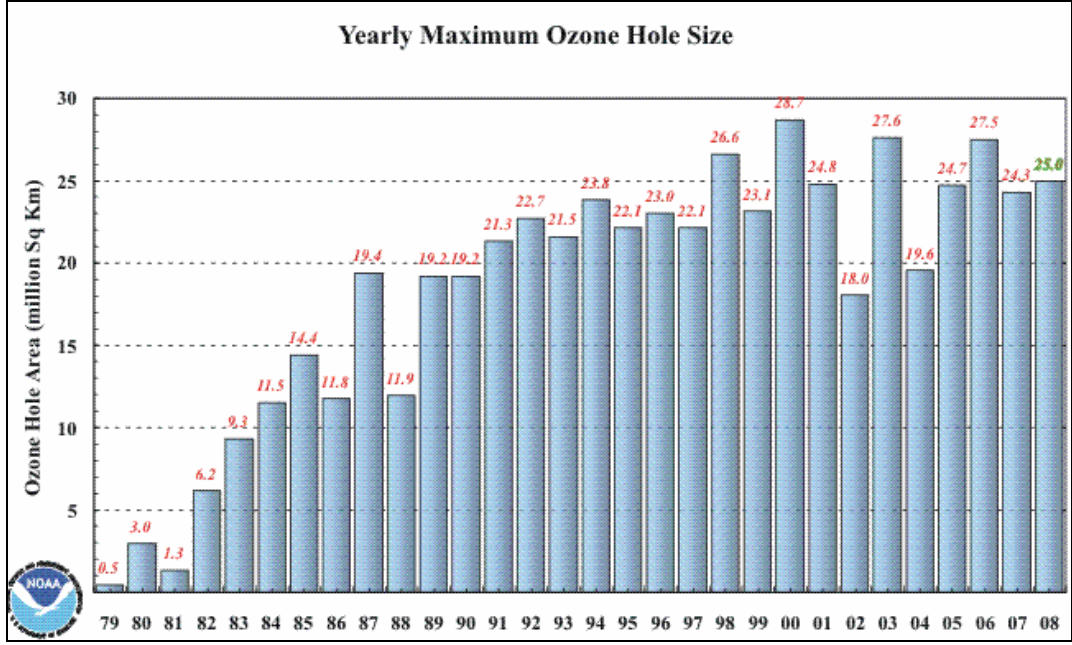
Şekil 5. Kutup bölgelerinde oluşan Polar Stratosferik Bulutlar (PSC) (4).



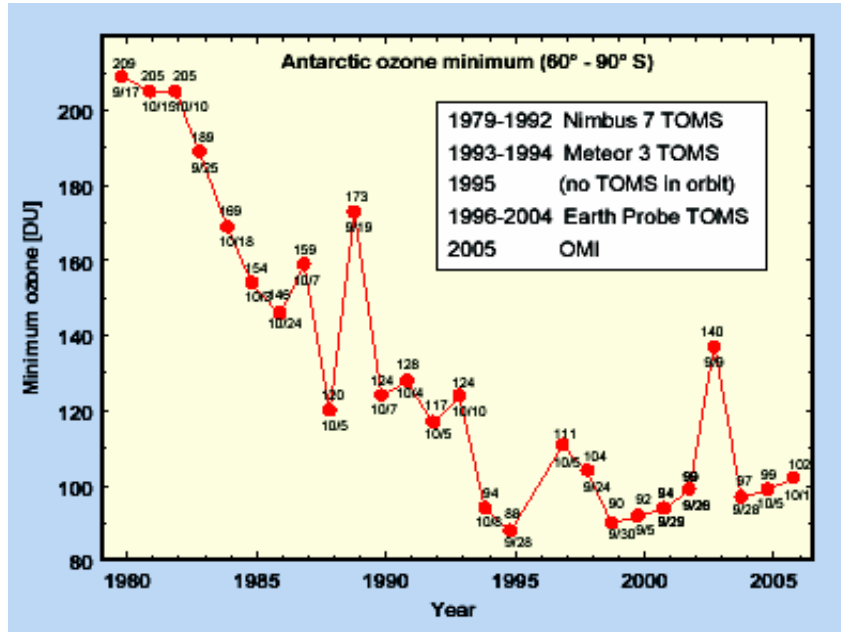
Şekil 6. Arktik ve Antarktik bölgede stratosfer tabakasında kış mevsiminde görülen minimum ortalama sıcaklıklar (5).

Her iki kutup bölgesindeki stratosferik hava sıcaklıkları, stratosferin alt tabakalarında kış mevsiminde minimum değerlere ulaşır. Antarktika'daki minimum ortalama değerler Temmuz ve Ağustos'ta -90°C civarına ulaşır. Arktik bölgede ise minimum ortalama değerler Ocak ve Şubat'ta -80°C 'ye ulaşır (Şekil 6) (5).

1979-2008 yılları arasında güney kutbunda görülen en şiddetli ozon incelmesi, alan olarak $28,7\text{ MKm}^2$ ile 2000 yılında gerçekleşmiştir. İncelme, 2003 yılında $27,6\text{ MKm}^2$ ve 2006 yılında da $27,5\text{ MKm}^2$ ile daha dar bir alanda tekrar oluşmuştur (Şekil 7).

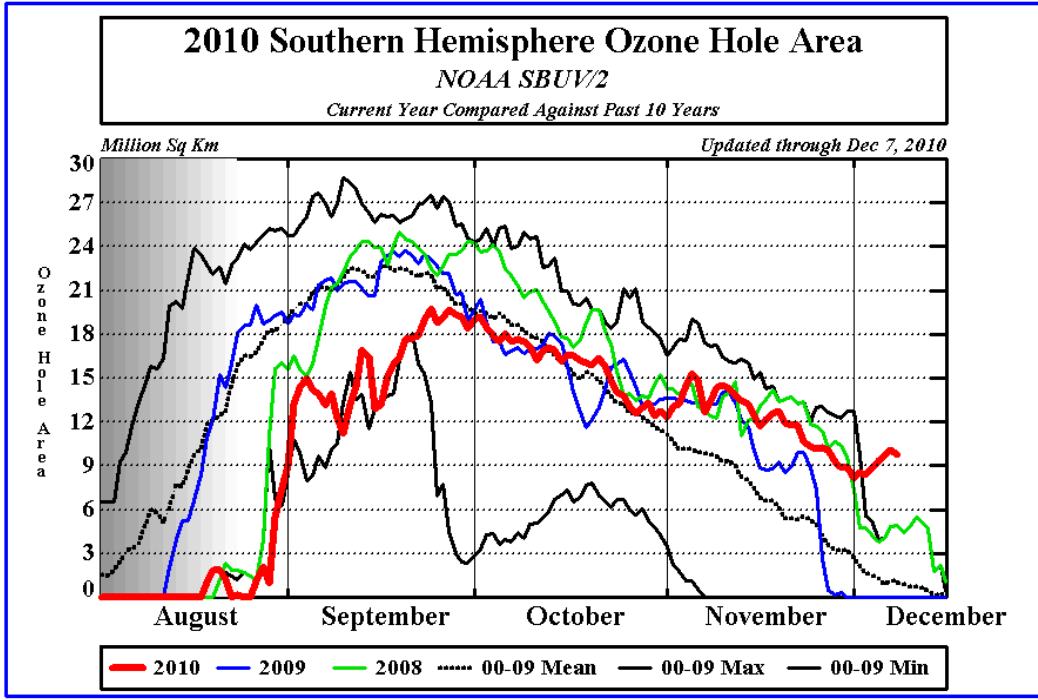


Şekil 7. Güney kutup bölgesinde ozondaki incelmenin en şiddetli görüldüğü alan büyüklüklerinin yıllara göre dağılımı (6).



Şekil 8. Güney kutbunda minimum ozon değerlerindeki değişim (8).

Toplam ozon miktarının 220 DU'nin altına düştüğü zamanlarda şiddetli ozon incelmesi meydana gelmektedir. Şekil 8'de, güney kutbunda 1960 yılından günümüze kadar yapılan gözlemlerde, şiddetli ozon incelmesinin özellikle 1990'lı yıllardan itibaren en yoğun biçimde oluşmaya başladığı görülmektedir. Öyle ki, ozon kalınlığı 28.09.1995 tarihinde 88 DU değeri ile en düşük seviyesine ulaşmıştır (Şekil 8).



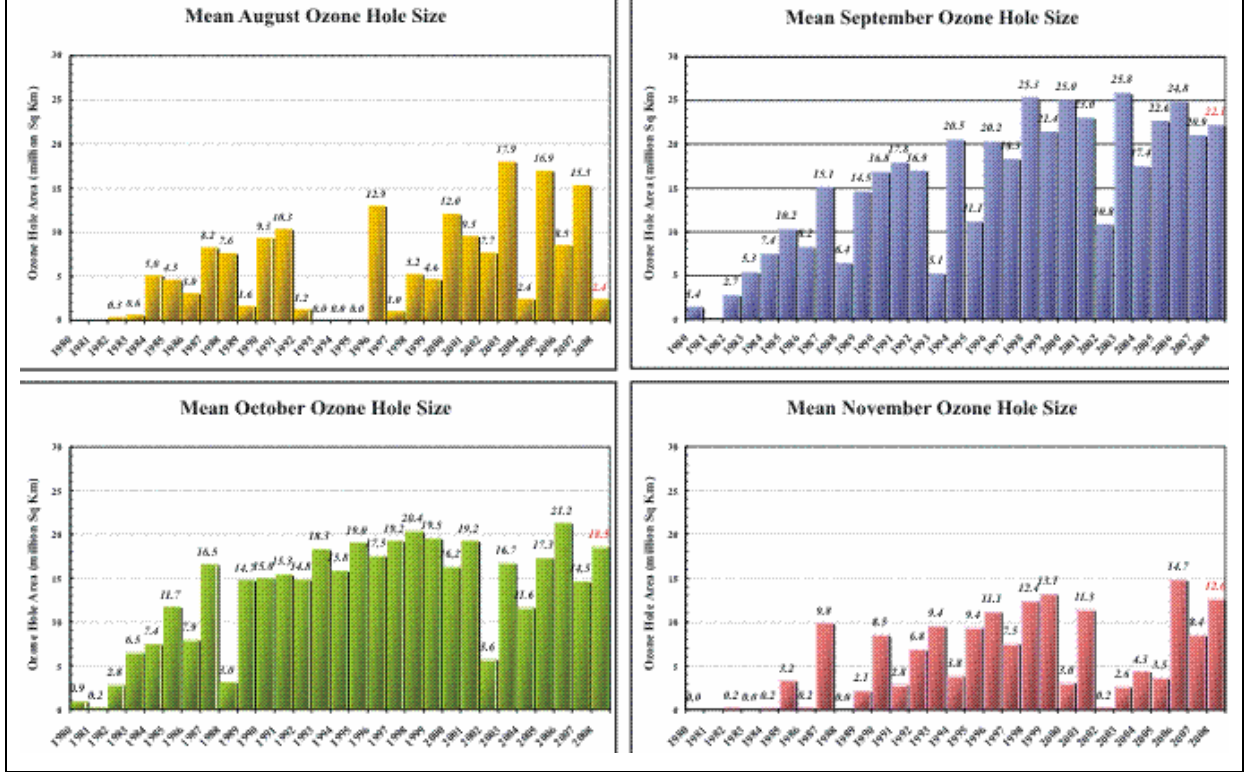
Şekil 9. Güney Yarımküredeki ozon incelmesinin Ağustos-Aralık dönemindeki değişimi (7).

Güney kutbundaki ozon incelmesi (deliği) Ağustos ayı ortalarında oluşmaya başlamaktadır (Şekil 9). 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 (7).

Stratosferdeki ozon molekülleri arasındaki bağ; Antarktika'daki kutupsal vorteksin oluşmasıyla ortaya çıkan çok düşük sıcaklıkların yardımıyla, atmosferdeki Klorin (Cl) ve Bromin (Br) moleküllerinin Ozon (O₃) 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 1980 - 2008 yılları arasında, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında ozondaki incelmenin görüldüğü alanların büyüklükleri görülmektedir (Şekil 10) (6).



Şekil 10. Güney kutbunda Ağustos-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.theozonhole.com/arcticozone.htm>
- 4- <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/hole.html>
- 5- Scientific Assessment of Ozone Depletion 2002, WMO, GAW, Report No.47
- 6- http://www.cpc.noaa.gov/products/stratosphere/winter_bulletins/sh_08/fig_8.gif
- 7- http://www.cpc.noaa.gov/products/stratosphere/polar/gif_files/ozone_hole_plot.png
- 8- <http://www.atm.damtp.cam.ac.uk/people/efs20/ozone/node6.html>