

'O⁺ + N₂' ÇARPIŞMASINA AİT REAKSİYON PARAMETRELERİNİN GÜNEŞ TUTULMASINA TEPKİSİ

REACTION PARAMETERS FOR 'O⁺ + N₂' COLLISION RESPONSE TO SOLAR ECLIPSE

Dr. Mehmet YAŞAR 

Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE

Geliş Tarihi / Received: 13.08.2021
Kabul Tarihi / Accepted: 19.09.2021

Araştırma Makalesi/Research Article
DOI: 10.38065/euroasiaorg.677

ÖZET

İyonküre dünya atmosferinin yaklaşık 75. km'sinden 1000 km sine kadar uzanan kısmını oluşturmaktadır. Güneş elektron yoğunluğuna göre iyonkürenin şekillenmesinde ve bölgelere ayrılmasında temel faktördür. Bu yüzden güneş kaynaklı olayların araştırılması ve incelenmesi iyonküre yapısının anlaşılmasında büyük öneme sahiptir. Güneş tutulmaları iyonküre üzerinde ani ve orta ölçekli değişimlere sebep olan en önemli güneş kaynaklı olaylardan biridir. 29 Mart 2006'da meydana gelen güneş tutulması Dünyanın bazı yerlerinde tam bazı yerlerinde ise parçalı halde gözlemlenmiştir. Parçalı tutulma olarak kayda geçen bölgelerden biride Kharkov/Ukrayna'dır. Bu çalışmada, Kharkov şehri üzerinde 29 Mart güneş tutulmasının iyonküresel reaksiyon süreçlerinden biri olan 'O⁺ + N₂' çarpışmasına ait hız sabiti ve tesir kesiti gibi reaksiyon dinamiklerinin tutulma süresince yükseklik (187 km) ve yerel zamana göre değişimleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, reaksiyon hız sabitindeki değişimlerin sıcaklıktaki değişimlere benzer olduğunu ancak buna karşın aynı benzerliklere çarpışma tesir kesiti değişimlerinde rastlanmadığını ortaya koymuştur. Bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuca göre, iyonküre üzerinde güneş tutulması etkilerinin araştırılmasında Kharkov incoherent scatter radar gibi ölçüme dayalı tekniklerle veri elde eden kaynakların kullanılmasının daha etkin sonuçlar vereceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İyonküre, Güneş Tutulması, İyonküresel Çarpışma Süreçleri.

ABSTRACT

The ionosphere is the part of the earth's atmosphere that extends from about 75 km to 1000 km. The sun is the main factor in shaping and dividing the ionosphere according to electron density. Therefore, the investigation and examination of solar-induced events is of great importance in understanding the structure of the ionosphere. The solar eclipses are one of the most important solar-induced events that cause sudden and medium-scale changes on the ionosphere. The solar eclipse of 29 March 2006 was observed as a total eclipse in some places and as a partial eclipse in some places. One of the regions recorded as a partial eclipse is Kharkov/Ukraine. In this study, the variations of reaction dynamics such as rate constant and cross section of the 'O⁺ + N₂' collision, which is one of the ionosphere reaction processes, were investigated according to altitude (187 km) and local time during the 29 March 2006 solar eclipse over the city of Kharkov. The findings revealed that the changes in the reaction rate constant were similar to the changes in temperature, but the same similarities were not observed in the collision cross-section changes. According to another result obtained from this study, it has been determined that the use of experimental-based sources such as Kharkov incoherent scatter radar will give more effective results in investigating the effects of solar eclipses on the ionosphere.

Keywords: Ionosphere, Solar Eclipse, Ionospheric Collision Processes.

1. GİRİŞ

Dünya çevresinde meydana gelen etkili olaylar süresince dünya iyonküresindeki dinamik süreçlere ait parametrelerin gözlemlenmesi, açıklanması ve modellenmesi dünya çevresinin araştırılmasında

önemli ve güncel problemler arasındadır. Güneş tutulmasının etkisiyle oluşan iyonküresel plazmadaki süreçler şafak vakti-gün batımı zamanları süresince meydana gelen süreçlere benzerler. Her güneş tutulmasındaki gözlem ve araştırmalar Dünya termoküre-iyonküre sitemine nüfuz eden dinamik süreçleri ve bu süreçleri tanımlayan modelleri özelleştirme imkânı sağlarlar. Şu ana kadar güneş tutulmalarının iyonküresel plazma üzerinde oluşturduğu etkilerin araştırıldığı ve modellemelerin yapıldığı pek çok çalışma yapılmıştır (Afraimovich, Kosogorov & Lesyuta, 2002; Chernogor, 2000; Gokov & Chernogor, 2000; Yaşar, 2021a). Tutulma etkili süreçleri anlamaya yönelik birçok araştırma yapılmasına rağmen, bu süreçlerin özellikle fiziksel karmaşıklığı nedeniyle tutulma süresince ve sonrasında iyonküre üzerinde meydana getirdiği etkilerin tamamen çözüme kavuşturulması bir takım zorluklar taşımaktadır. Ayrıca Dünya iyonküresini etkileyen süreçleri izlemek için optiksel ve radyofiziksel araçları etkili bir şekilde kullanmak her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle özellikle radar teknikli ölçüm esasına dayalı yöntemleri kullanmak tutulma-iyonküre etkileşim sonuçlarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır (Yaşar, 2021b).

İyonosferik kimyasal süreçlerin fiziksel yapılarının karmaşıklığı ve hesaplanmasında yatan zorluklar bu bölgenin daha anlaşılır olması önünde engel teşkil etmektedir. Bu karmaşıklık üst yüksekliklerden (F bölgesi) alt yüksekliklere doğru artmaktadır. Bunun nedeni ise alt yüksekliklerde (D ve E bölgesi) iyonlaşmanın daha az olması, pozitif ve negatif parçacıkların sayıca daha fazla olmasından dolayıdır. İyonküre plazmasında yapılan teorik çalışmaların önemli bir kısmı çarpışmasız plazma olarak kabul edilir. Ortamın çarpışmalı olması hesaplamalara ekstra zorluklar getireceğinden bu yöntem pek tercih edilmemektedir. Bunun altında yatan sebep parçacıklar arasında meydana gelen çarpışmaların gerek klasik gerekse de kuantum mekaniksel yöntemlerle analizinin zor olmasından kaynaklıdır. Bunca zorluğa rağmen çarpışma süreçlerinin analizi daha önceden bahsedildiği gibi iyonküre kimyasının anlaşılmasına büyük katkı sağlayacaktır (Yaşar, 2017).

Bu çalışmada iyonkürede önemli bir çarpışma süreci olan ' $O^+ + N_2 \rightarrow NO^+ + N$ ' reaksiyonuna ait çarpışma dinamiklerinin 29 Mart 2006'da Kharkov/Ukrayna üzerinde gözlemlenen güneş tutulması süresince yükseklik ve yerel zamanla değişimleri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. 29 Mart Güneş Tutulması

29 Mart 2006'da meydana gelen tutulma parçalı bir güneş tutulmasıdır. Güneş diskindeki maksimum kapanma oranı % 77,4'tür. Kharkov üzerindeki tutulma yerel zamana göre 13.02'den itibaren başlayıp 15.21'de sona ermiştir. Güneş diskindeki maksimum örtülme 14.12'de gerçekleşmiştir. Parçalı tutulmanın toplam süresi 2 saat 18 dakika olarak kayda alınmıştır (Grigorenko, Lyashenko & Chernogor, 2008).

2.2. Çarpışma Tesir Kesiti

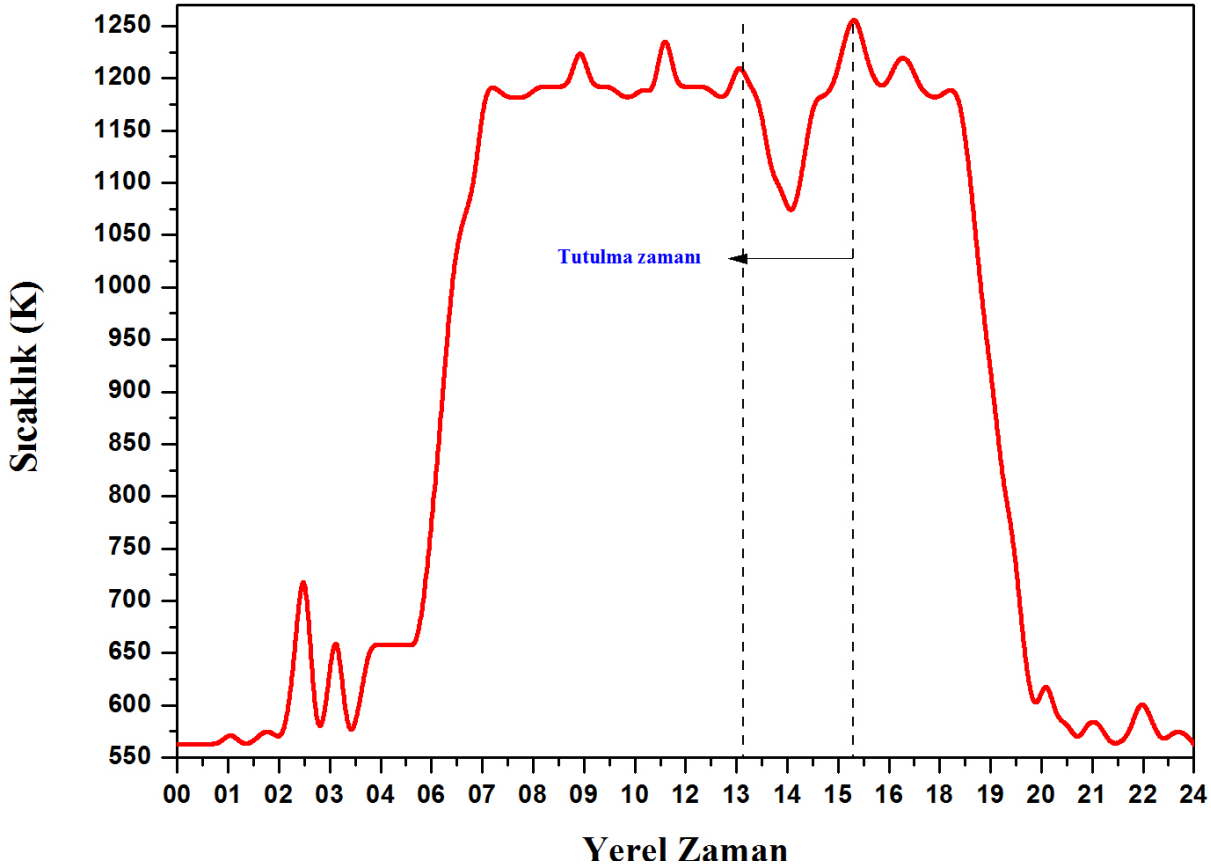
Çarpışma tesir kesiti belirli bir atom çekirdeğinin veya atom altı parçacığın, gelen parçacığın belirli bir türüyle ilgili olarak belirli bir reaksiyona girme olasılığının ölçüsüdür. Uluslararası alanda ' σ ' sembolü ile gösterilir ve birimi cm^2 'dir.

2.3. Reaksiyon Hız Sabiti

Kimyasal kinetikte reaksiyon hız sabiti, bir kimyasal reaksiyonun hız ve yönünün ölçüsünü belirler. Herhangi bir ' $A + B \rightarrow AB$ ' reaksiyonu sırasında AB ürününün yoğunluğu artarken A ve B tepkenleri tüketilir. Reaksiyon hızı, A veya B yoğunluğunun ne kadar hızlı azaldığı veya AB yoğunluğunun ne kadar hızlı arttığı ölçülerek belirlenebilir. Reaksiyon hız sabiti ' k ' ile gösterilir ve birimi $cm^3.s^{-1}$ 'dir (Yaşar, 2021c).

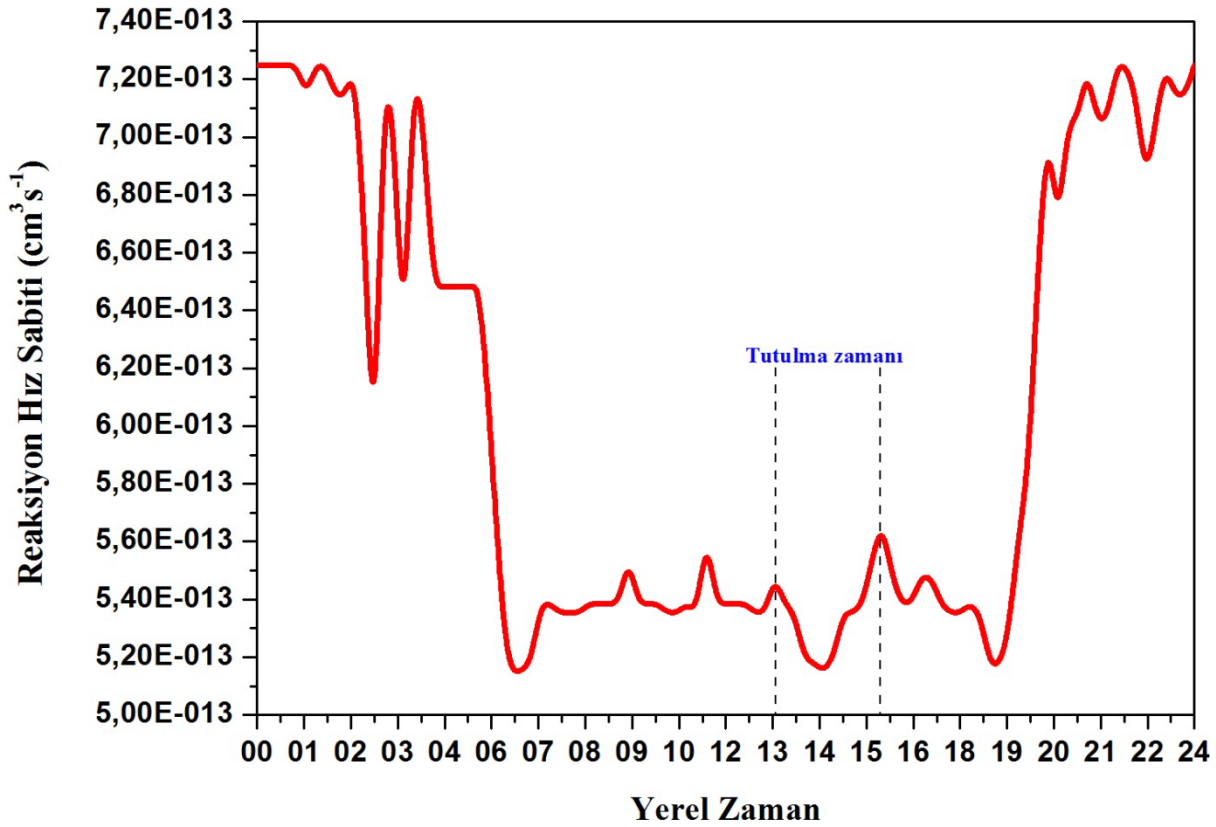
3. BULGU ve TARTIŞMALAR

Bu çalışmada iyonkürede önemli bir reaksiyon süreci olan $O^+ + N_2 \rightarrow NO^+ + N$ reaktif reaksiyona ait reaksiyon hız sabiti ve çarpışma tesir kesiti değerleri 29 Mart 2006'da Kharkov'da gözlemlenen parçalı güneş tutulması için hesaplandı. Bu hesaplamalar 187 km lik yükseklik ve yerel zamana göre saat 00.00 ile 23.45 arasında 15'er dakikalık zaman aralıkları için yapıldı. Tutulma günü için, sıcaklık, reaksiyon hız sabiti ve çarpışma tesir kesitlerinin yerel zaman ve yükseklikle değişimleri sırasıyla şekil 1, 2 ve 3 de gösterilmektedir.



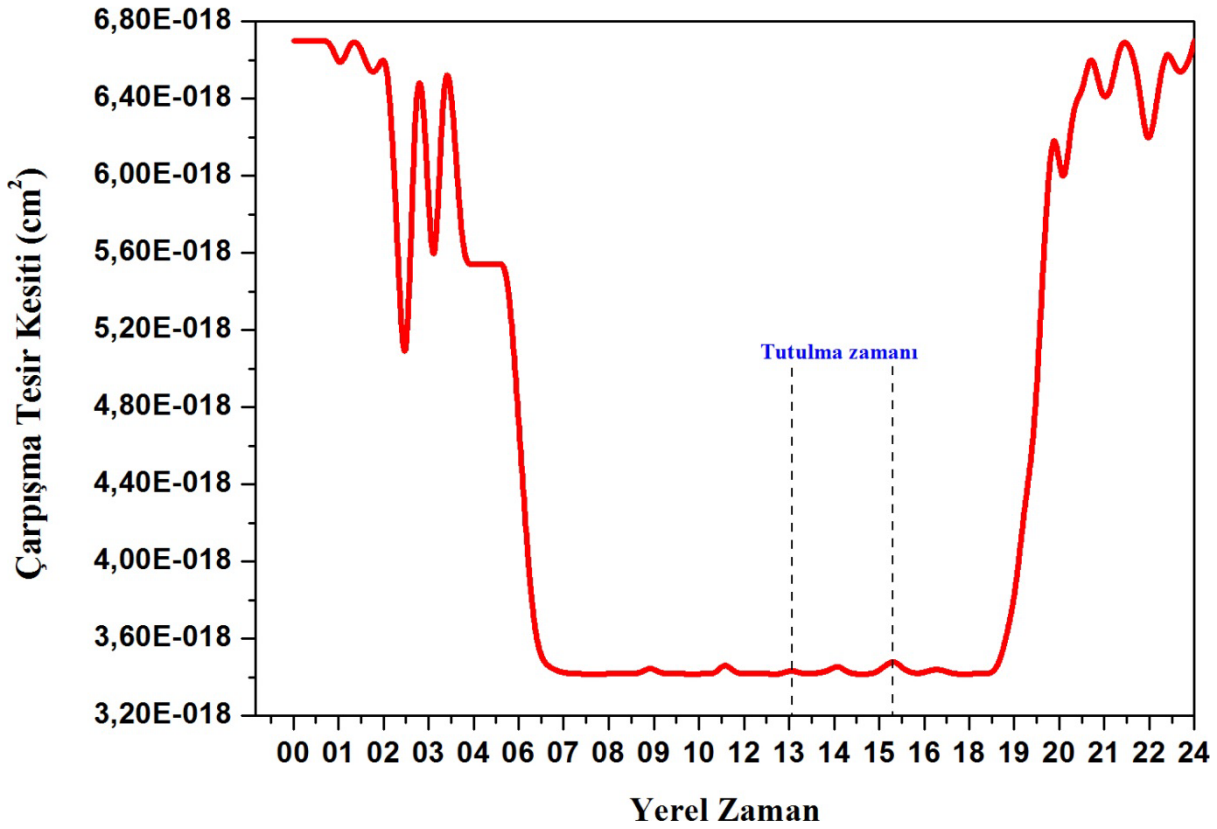
Şekil 1. 29 Mart günü için 187 km yükseklikteki sıcaklığın zamanla değişimi

Şekil 1'den görüleceği gibi, sıcaklık beklendiği gibi parçalı tutulmanın başlamasından itibaren azalmaya başlamış, maksimum örtülme ile birlikte tutulma zamanı içindeki en düşük değerini almıştır. Maksimum örtülmenin sona ermesiyle yeniden artış göstererek, tutulmanın tamamen sona ermesine kadar yeni bir maksimum gösteren sıcaklık, tutulma günü içinde en yüksek değerine ulaşmıştır. Son olarak tutulmanın sona ermesiyle düşüşe geçmiştir.



Şekil 2. 29 Mart günü için 187 km yükseklikteki reaksiyon hız sabitinin zamanla değişimi

Reaksiyon hız sabitinin parçalı tutulmanın başlamasından itibaren azalmaya başladığı, maksimum örtülme ile birlikte minimum değerini ulaştığı şekil 2'den görülmektedir. Maksimum örtülmenin sona ermesiyle yeniden artış gösteren hız sabiti, tutulmanın tamamen sona ermesine kadar yeni bir maksimum göstererek gündüz zamanı içinde en yüksek değerine ulaşmıştır. Tutulmanın sona ermesiyle birlikte azalmaya başlayarak güneşin batması ve gece zamanına geçiş ile birlikte artış göstermiştir.



Şekil 3. 29 Mart günü için 187 km yükseklikteki çarpışma tesir kesitinin zamanla değişimi

Şekil 3'ten görüleceği gibi, çarpışma tesir kesiti parçalı tutulmanın başlangıcından bitişine kadar sabit bir değişim trendi göstermiştir. Gün doğumundan gün batımına kadar değişim karakteristiği neredeyse aynıdır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ile bir güneş tutulması süresince dünya iyonküresi için önemli bir çarpışma süreci olan ' $O^+ + N_2$ ' reaktif çarpışmasına ait reaksiyon hız sabiti ve çarpışma tesir kesiti gibi dinamiklerin iyonküresel yüksekliğe ve yerel zamana karşı verdikleri tepkiler neticesinde aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Güneş tutulması süresince sıcaklıkta tespit edilen değişimler ile reaksiyon hız sabitinin göstermiş olduğu değişimlerin oldukça benzer olduğu araştırmadan elde edilen önemli bir bulgudur.
- Çarpışma tesir kesitindeki değişimler ile sıcaklıktaki değişimlerin benzer olmadıkları görülmüştür.
- Bu çalışmadaki hesaplamalarda kullanılan ve ölçüm verisi sağlayan radar datalarının, iyonküre üzerindeki tutulma etkisinin tespitine önemli katkılar sağlayacağı açıktır.

Teşekkür

Yazar Kharkov incoherent scatter radar çalışanlarına ve yönetimine teşekkür eder.

KAYNAKÇA

1. Afraimovich, E. L.; Kosogorov, E. A. & Lesyuta, O. S. (2002). “Effects of the August 11, 1999 Total Solar Eclipse as Deduced from Total Electron Content Measurements at the GPS Network,” *J. Atmos. Sol.–Terr. Phys.*, 64 (18).
2. Chernogor, L. F. (2000). “Electron Precipitation from the Magnetosphere, Stimulated by a Solar Eclipse,” *Radiofiz. Radioastron.*, 5 (4).
3. Gokov, A. M. & Chernogor, L. F. (2000). “Observations of the Processes in the Middle Ionosphere Accompanying the Solar Eclipse of August 11, 1999,” *Radiofiz. Radioastron.*, 5 (4).
4. Yaşar, M. (2021a). Üst İyonküredeki ‘ $O^+ + N_2$ ’ Reaktif Çarpışmasına Ait Kayıp Terimlerinin Değişimlerinde Güneş Tutulması Etkisinin İncelenmesi, *BEU Journal of Science*, 10 (2).
5. Yaşar, M. (2021b). The Change of Diffusion Processes for $O^+ + N_2 \rightarrow NO^+ + N$ Reaction in the Ionospheric F Region During the Solar Eclipse Over Kharkov, *Thermal Science*, 25 (1).
6. Yaşar, M. (2017). Kuantum mekaniksel yaklaşım ile iyonküredeki $O^+ + H_2 \rightarrow OH^+ + H$ reaksiyonunun incelenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
7. Grigorenko, E.I.; Lyashenko, M.V. & Chernogor, L.F. (2008). Effects of solar eclipse of March 29, 2006, in the ionosphere and atmosphere, *Geomagnetism and Aeronomy*, 48 (3).
8. Yaşar, M. (2021c). Investigation of ionospheric losses for the ‘ $O^+ + O_2 \rightarrow O_2^+ + O$ ’ reaction during the solar eclipse, *Physica Scripta*, 96.