

DÜŞÜK VE ORTA ENLEMLER İÇİN İYONKÜRENİN F-BÖLGESİNDE KİŞ ANORMALLIĞININ İNCELENMESİ

Seçil KARATAY, Mehmet AYDOĞDU, Osman ÖZCAN, Esat GÜZEL

Fırat Üniversitesi

Fizik Bölümü

Elazığ

skaratay@firat.edu.tr, maydogdu@firat.edu.tr, oozcan@firat.edu.tr, eguzel@firat.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, Düşük ve orta enlemlerdeki İyonkürenin F2- bölgesine ait elektron yoğunluğunun gece saatlerindeki değerleri kullanılarak "kış anormalliği" incelenmiştir. Elektron yoğunluk eğrilerinin eğimleri kullanılarak β elektron kayıp katsayıları hesaplanmıştır Düşük ve orta enlemlerde β elektron kayıp katsayısının küçülmesi kış anormalliğine sebep olmaktadır. β değerlerinin $0.39 \times 10^{-4} - 5.98 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

I. GİRİŞ

İyonkürede serbest elektronun oluşumu doğrudan güneşten gelen radyasyona bağlıdır. hv enerjili bir foton, bir atom veya molekül tarafından emildiği zaman serbest elektron ve pozitif bir iyon meydana gelir. Güneş ışınları kuzey yarımküreye yazın daha dik gelir. Buna bağlı olarak yazın elektron yoğunluğunun kış mevsiminden daha büyük olması beklenir. Beklenen bu durumun tersine, elektron yoğunluğunun kışın yazdan daha büyük değerde olmasına "kış anormalliği" denilmektedir.

Gece saatlerinde Güneşin sebep olduğu iyonlaşma durur fakat elektron yoğunluğundaki kayıp devam eder. Orta enlemlerde gece nötr rüzgarlar İyonküreyi kaybın az olduğu yukarı bölgelerle taşır ve elektron yoğunluğunun artmasına neden olur. Düşük enlemlerde ise elektromanyetik sürüklenmeyle birlikte nötr rüzgarlar gece iyonküredeki devamlılığı sağlarlar.

İyonkürenin F-bölgesinde, sürüklenmeler ve elektronlarla iyonların ambipolar difüzyonu olarak bilinen taşınma süreçleriyle birlikte iyonlaşma hareketini tanımlayan süreklilik denklemi

$$\frac{\partial N}{\partial t} = q - \beta N - \text{div}(N \cdot \mathfrak{g}) = q - \beta N - N \frac{\partial W}{\partial h} - W \frac{\partial N}{\partial h} \quad (1)$$

ile verilir. Burada q elektron üretim oranı, β elektron kayıp katsayısı ve \mathfrak{g} hızdır. Elektron yoğunluğunun yükseklikle değişimi yataydaki değişiminden çok büyüktür [1, 2, 3, 4]. Burada \mathfrak{g} taşınma hızının düşey bileşeni W , plazma difüzyonu, nötr rüzgar ve elektromanyetik sürüklenme hızlarını içermektedir.

$$\text{Plazma difüzyon hızının düşey bileşeni: } W_D = \mathfrak{g}_p \sin I = -D_d \left[\frac{1}{N} \frac{\partial N}{\partial h} + \frac{1}{H_p} \right] \sin^2 I \quad [5, 6, 7]$$

$$\text{Nötr rüzgar hızının düşey bileşeni: } W_N = -(U_D \sin D + U_K \cos D) \sin I \cos I \quad [5, 7]$$

$$\text{Elektrik alan sürüklenmesinin düşey hız bileşeni: } W_E = \frac{E_y}{B} \cos I \quad [3, 5, 7]$$

denklemleriyle ifade edilir. Burada D_d difüzyon katsayısı, H_p plazma ölçek yüksekliği, D dik açıklık (denklinasyon), I manyetik eğim, U_D , U_K ; sırasıyla nötr rüzgarın doğu ve kuzey yöndeki hız bileşenleri, E_y elektrik alan ve B manyetik alandır. Buradan görüleceği gibi, düşük ve orta enlemler için süreklilik denklemindeki W , Yer'in manyetik alan çizgilerine bağlı olarak elektrik alan ve nötr rüzgar sürüklenmesini içerecektir. Birçok araştırmacı bu hızların yükseklikle hemen hemen hiç değişmediğini bulmuşlardır [2, 4, 6, 8, 9]. Gece saatleri boyunca $q=0$ ve plazma ölçek yüksekliğinin $H=N(dh/dN)$ olduğu için (1)-denklemi aşağıdaki şekli alır.

$$\frac{dN}{N} = - \left(\beta + \frac{W}{H} \right) dt \quad (2)$$

Buradan

$$\beta = - \left[\frac{\ln N}{t} + \frac{W}{H} \right] \quad (3)$$

elde edilir. (3)-denkleminde görüldüğü gibi β , $\ln N$ 'nin zamanla değişimine ve sürüklenme hızlarına bağlıdır.

Bu çalışmada, kış anormalliği kapsamında elektron kayıp katsayısı hesaplanırken, düşük enlemler için Japon Hinotori uydusundan ve orta enlemler için Haystack Enstitüsünden (Millstone Hill Gözlem Evi) alınan elektron yoğunluğu verileri kullanılmıştır.

II. VERİ ANALİZLERİ

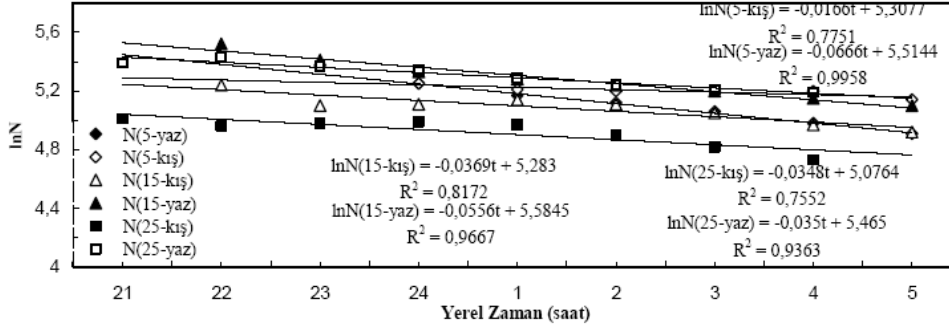
Bu bölümde, (3)-denklemleri ile elde edilen elektron kayıp katsayısını hesaplamak için gerekli olan sürüklenme hızları ve plazma ölçek yükseklik değerleri IRI-99 programı kullanılarak elde edilmiştir.

Nötr rüzgârlar iyonküreyi yukarı-aşağı taşıyarak hareket ettirirler. Bu sürüklenme, gece ekvator yönünde olup bölgeyi yukarı doğru; gündüz ise tam tersi olarak bölgeyi aşağı iter [2, 3, 10]. Her enlem için nötr rüzgar sürüklenmesinin düşey bileşen değerleri yukarı yönde, anormalliğin gözlemlendiği saatlerde hesaplanmıştır.

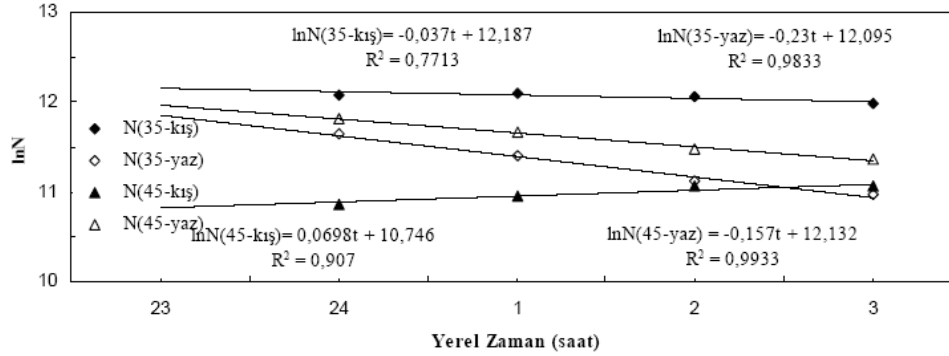
Elektrik alanının yaptığı sürüklenme, özellikle Yer'in manyetik alanının etkili olduğu düşük enlemlerde etkili olmaktadır. Gece saatlerinde elektrik alanının yönü batıya ve sürüklenmenin düşey bileşeninin yönü aşağı doğru olmaktadır [5]. Dolayısıyla elektron yoğunluğunda az da olsa bir kayba neden olur. Yine gece saatleri boyunca elektrik alan sürüklenmesinin düşey bileşeni her enlem için anormalliğin gözlemlendiği saatlerde aşağı yönde elde edilmiştir.

Nötr rüzgâr ve elektrik alan sürüklenmesinin cebirsel toplamı olan W sürüklenme düşey bileşen değerleri düşük enlemlerde kışın -1.79 m/sn ve 33.75 m/sn değerler arasında, yazın -1.65 m/sn ve 34.11 m/sn değerler arasında; orta enlemler için kışın -6.06 m/sn ve -34.82 m/sn değerler arasında yazın -1.64 m/sn ve -35.22 m/sn değerler arasında elde edilmiştir. Burada negatif yön, yukarı doğru sürüklenme yönüdür.

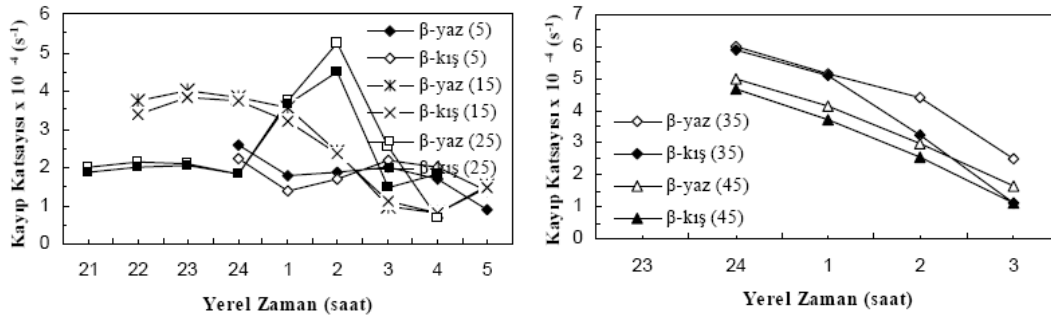
Elektron yoğunluğu değerlerinin zamana göre değişim eğrileri çizilerek bu eğrilerin doğru denklemleri elde edilmiştir. Doğru denklemi eğimleri (3)-denkleminde kullanılarak β değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Düşük enlemlerdeki elektron yoğunluğunun gece saatlerindeki dağılımı



Şekil 2. Orta enlemlerdeki elektron yoğunluğunun gece saatlerindeki dağılımı



Şekil 3. Düşük ve orta enlemlerdeki kayıp katsayısının gece saatlerindeki değişimleri

III. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elektron yoğunluğunun gece saatlerindeki dağılımları ve buna bağlı olarak kayıp katsayısının aynı saatlerdeki değişimleri Şekil 1-3'de verilmiştir. Elektron yoğunluğunun gece saatlerindeki değişimlerine uyumlu doğru denklemleri, eğriler üzerinde belirtilmiştir. Bu doğru denklemlerine baktığımızda hepsinde, kış mevsimine ait doğru denklemlerinin eğimin, yaz mevsimine ait doğru denklemlerinin eğimlerinden daha küçük değerlerde olduğunu görmekteyiz. Kayıp katsayısının söz konusu saatlerdeki değişimlerinden elde edilen eğrilere baktığımızda, elektron yoğunluğundaki kaybın yazın kıştan daha fazla olduğunu da görmekteyiz. Bu ise, kış anormalliğinin, incelenen saatlerde var olduğu sonucunu göstermektedir.

Süreklilik bağıntısından elde edilen 3-denklemini kullanarak, elektron kayıp katsayısı β değerleri hesaplandı. Bu çalışmada bu denklem kullanılarak hesaplanan β değerleri $0.39 \times 10^{-4} - 5.98 \times 10^{-4} \text{ sn}^{-1}$ arasında değişmektedir. Elde edilen tüm kayıp katsayısı eğrilerinden, elektron yoğunluğundaki azalmanın yazın kıştan daha büyük olduğu görülmüştür. β 'nin yaz ve kış değerleri arasındaki farklar, kış anormalliğinin bir sonucudur.

IV. KAYNAKLAR

- [1]. Bailey, G. J., Su, Y. Z. and Oyama, K.-I., 2000, Yearly Variations In The Low-Latitude Topside Ionosphere, *Ann. Geophysicae*, 18, 789-798
- [2]. Mitra, A. P., Narasinga Rao, B. C. and Mahajan, K. K., 1967, Determination Of Loss Coefficient And Vertical Transport Velocity In The Ionospheric F-Region, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 29, 43-59
- [3]. Rishbeth, H., 1967, A Review of Ionospheric F Region Theory, *Proceedings of The Iee*, 55, 16-35
- [4]. Aydoğdu, M., 1988, Dip Ekvatoru Üzerindeki İyonkürenin F-Bölgesindeki Elektron Kayıp Katsayısının (β) Hesaplanması, *Doğa*, 12, 14-21
- [5]. Aydoğdu, M., 1980, Ariel 4 uydusuyla elde edilen elektron yoğunluğu verilerinin $70^\circ-80^\circ$ D ve $60^\circ-70^\circ$ B boylamları arasında incelenmesi, *Doktora Tezi*, E.Ü. Fen Fakültesi, İzmir, 10-41
- [6]. Krocholava, G. M. and Mebagishvili, N. N., 1974, On The Determination Of The Electron Loss Coefficient In The F-Region Of The Ionosphere, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 36, 2021-2024
- [7]. Rishbeth, H. ve Garriot, O. K., 1969, *Introduction to Ionospheric Physics*. Academic Press, New York, 175-186
- [8]. Murthy, K. B. V. and Gupta, S. K., 1972, A Method For Estimation Of F-Region Vertical Velocities From Nighttime N-h profiles, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 34, 1155-1159
- [9]. Ho, M. C. and Moorcroft, D. R., 1977, Composition, Temperatures And Electron Loss Coefficient Of The Topside Ionosphere Over Arecibo, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 39, 1317-1324
- [10]. Abur-Robb, M. F. K., 1969, Combined World-Wide Neutral Air Wind And Electrodynamic Drift Effects On The F2-Layer, *Planet Space Sci.*, 17, 1269-1279