

Kuazarlarda Geniş Soğurma Çizgilerinin Uzun Dönemli Değişim Analizi

Enes Selam Kaçan^{1,2}  , Nurten Filiz Ak^{1,2,3} 

¹ Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38030, Türkiye

² Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 38030, Türkiye

³ Erciyes Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi ve Araştırma Merkezi, 38030, Türkiye

Accepted: March 8, 2025. Revised: March 8, 2025. Received: February 6, 2025.

Özet

Kuazarların yığılma diskinden açılma momentum ve radyatif basınç sonucu rölativistik hızlarda atılan maddeler, kuazar rüzgarlarını oluşturur. Rüzgarın gözlemcinin görüş açısına hizalanması, kuazar tayflarında geniş soğurma çizgisi (GSÇ) gözlenmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, J1420+5336 kuazarındaki GSÇ'lerin uzun dönemli değişim analizi gerçekleştirilmiştir. GSÇ'lerin zaman içerisindeki değişimleri, kuazar rüzgarlarının dinamik yapıları ile merkezi süper kütleli kara delik ve ev sahibi galaksi arasındaki ilişkileri anlamak açısından önemlidir. Bu çalışmada, J1420+5336 kuazarının farklı dönemlerde alınmış 70 tayfı kullanılarak, CIV ve SiIV GSÇ'lerinin eşdeğer genişlik, derinlik, merkezi hız ve hız genişliği parametreleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Bulgular, bu iki geniş soğurma çizgisinin parametre değişimleri arasındaki korelasyon sonuçlarının farklılık gösterdiğini ve her iki çizginin fiziksel süreçler tarafından farklı şekilde etkilenebileceğini göstermektedir. Çalışma, J1420+5336 kuazarının GSÇ değişimlerinin fiziksel kökenlerini anlamaya yönelik bilgiler sunmaktadır.

Abstract

The matter ejected from the accretion disk of quasars at relativistic velocities due to angular momentum and radiative pressure forms the quasar winds. The alignment of the wind with the observer's line of sight is a key factor in observing broad absorption lines (BALs) in quasars. In this study, we analyze the long-term variation of the BALs in the quasar J1420+5336. Observing changes in these lines over time is important for understanding the dynamical structure of the winds and the relationships between the central supermassive black hole and the host galaxy. In this study, we analyzed CIV and SiIV BALs in the quasar J1420+5336, using 70 spectra taken at different epochs. The analysis shows that the correlation results between the parameter variations of these two BALs show differences and that both lines may be affected differently by physical processes. This study provides insights into the physical origins of the broad absorption line variations in the quasar J1420+5336.

Anahtar Kelimeler: galaxies: general – galaxies: active – quasars: absorption lines

1 Giriş

Kuazar yapısının temel bileşenlerinden olan yığılma diskinde, radyatif basınç ve dönme etkisi ile oluşan manyetik alan sıkışmaları madde atımlarına neden olmaktadır (Blandford & Payne 1982; Proga ve diğ. 2000). Rölativistik hızlara ulaşan madde atımları, kuazar rüzgarları olarak adlandırılmaktadır. Kuazar rüzgarlarının, büyük miktarlarda enerji ve metalle zengin madde taşıyarak ev sahibi galaksinin kimyasal evrimine katkıda bulunduğu bilinmektedir (Di Matteo ve diğ. 2005). Bu nedenle madde atımları, merkezi süper kütleli kara delik (SKK) ile ev sahibi galaksi arasındaki ortak evrim mekanizması hakkında fikir vermesi açısından önemlidir (Ferrarese & Merritt 2000). Madde atımları sonucunda yığılma diski üzerinde oluşan soğurucu gaz bulutunun görüş açımıza hizalanması, kuazar tayflarında geniş soğurma çizgisi (GSÇ) oluşmasına neden olmaktadır.

GSÇ'lerin yaklaşık %90'ının kısa ve uzun zaman ölçeklerinde değişim gösterdiği bilinmektedir (Capellupo ve diğ. 2012; Filiz Ak ve diğ. 2013). GSÇ değişimine neden olabilecek

yaygın iki görüş vardır: (i) kuazar yığılma diskindeki değişimler nedeniyle soğurucu gazın iyonizasyon seviyesindeki değişimler ve (ii) soğurucu gazın görüş açısına girip çıkması. Şu ana kadar yapılan çalışmalar, hem bulut geçiş senaryosu hem de iyonizasyon seviyesindeki değişim senaryosunu birbirinden tamamen ayırt edememiştir. GSÇ özelliklerinin zamanla değişim göstermesini, iki senaryo da hem teorik hem de gözlemsel olarak açıklamaktadır.

GSÇ kuazarlarının tayflarında birden fazla soğurma çizgisinin, benzer hız profilleri ve genişlikleri göstermesi, geniş soğurma çizgi bölgesi (GSÇB) içindeki gazın yapısal bir birliktelik sergilediğini ve benzer dinamik süreçler altında hareket ettiğini düşündürmektedir (Weymann ve diğ. 1991; Arav ve diğ. 2001; Filiz Ak ve diğ. 2013). GSÇB'nin yapısını ve dinamiklerini anlamak, kuazarların evrimi ve çevresel etkileri hakkında önemli bilgiler sunar. GSÇB'nin genişliği ve yoğunluğu, kuazarın yığılma diski bölgesinden gelen ışınım etkisiyle şekillenir (Murray ve diğ. 1995).

GSÇ yapısındaki değişimlere ait bilgilerin büyük kısmı, çok sayıda kaynağın incelenmesi ile hazırlanan istatistik çalışmalara dayanmaktadır (Weymann ve diğ. 1991; Arav ve diğ. 2001; Capellupo ve diğ. 2012; Filiz Ak ve diğ. 2013). Ancak tek

* enesselamkcn@gmail.com

bir kaynağın uzun dönemli gözlemlerinin incelenmesi, daha ayrıntılı bilgilere ulaşma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada, J1420+5336 kuazarına ait 70 tayf üzerinde tespit edilen C IV ve Si IV GSC'lerinin eşdeğer genişlikleri, derinlikleri, merkezi hızları ve hız genişlikleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. GSC değişimlerinin incelenmesi için kuazar seçimi ve seçilen kuazarın tayfsal ön işleme adımları Ş2'de sunulmaktadır. Ş3'de sırasıyla, ortalama ve karekök tayf üzerinden değişken bölgelerin belirlenmesi, GSC parametrelerinin ölçülmesi ve GSC parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenme süreçleri anlatılmıştır. Son olarak Ş4'de, GSC parametreleri arasındaki ilişkilere dair sonuçlar incelenmiş ve literatürle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, Hubble sabiti $H_0=70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, madde yoğunluk parametresi $\Omega_M=0.3$ ve karanlık enerji yoğunluk parametresi $\Omega_\Lambda=0.7$ olan düz bir Λ CDM kozmolojisi kabul edilmiştir.

2 Veri Seçimi ve Veri Hazırlığı

2.1 Veri Seçimi

Kuazar tayflarındaki GSC'lerin değişkenliğini incelemek amacıyla, SDSS DR16Q kataloğunda yer alan kuazarlara belirli kriterlere göre filtrelenmiştir. Çalışmamızın amaçlarına uygun olabilmesi için üç temel kriter uygulanmıştır: kuazarın GSC yapısına sahip olması ($BAL_PROB=1$), çok sayıda gözlenmiş tayfının bulunması ($N_Spec \geq 70$) ve gözlenen tayfların yeterince yüksek sinyal gürültü oranına sahip olması ($SN_MEDIAN_ALL > 10$). Bu kriterler, yalnızca tayfında GSC olduğu kesin olarak belirlenmiş ($BI > 2000 \text{ km s}^{-1}$) ve en az 70 farklı zaman diliminde tayfsal gözlemi alınmış kuazarlara seçmemizi sağlamaktadır. Yapılan filtreleme sonucunda, katalogda yer alan 750414 kuazar arasında bu kriterleri karşılayan 13 kuazar tespit edilmiştir.

Seçilen 13 kuazar için yapılan görsel denetimler sırasında, SDSS J142014.84+533609.0 (bundan sonra J1420+5336 olarak anılacaktır) kuazarının C IV ve Si IV GSC'lerin belirgin olduğu, ilk ve son tayfları arasında, gözle tespit edilebilir eşdeğer genişlik değişimi ve merkezi hız artışı tespit edilmesi sonucu daha ayrıntılı bir inceleme için seçilmiştir. J1420+5336, SDSS tarafından farklı zaman dilimlerinde alınmış toplam 70 tayfa sahiptir. Kuazar uzayında ~ 600 güne yayılmış tayf verileri, GSC'nin eşdeğer genişlik, profil (ortalama derinlik ve hız genişliği) ve merkezi hız değişimleri arasındaki korelasyonu incelemek için olanak tanımaktadır.

2.2 Süreklilik Fiti ve Normalizasyon

Kuazar tayflarının süreklilikleri, güç yasası ile temsil edilmektedir. Ancak kuazarın yüksek miktarda toz içermesi durumunda, [Pei \(1992\)](#) çalışmasında sunulan SMC-benzeri toz modeli kullanılarak modifiye edilmiş bir güç yasası uygulanmaktadır. Her tayfın sürekliliği hem normal güç yasası hem de tozlu yapıya uygun güç yasası ile fit edilmiştir. Görsel denetim sonucunda, tozlu yapıya uygun güç yasasının J1420+5336'nın sürekliliğini daha iyi temsil ettiğine karar verilmiş ve çalışmanın geri kalanında bu model kullanılmıştır. Fit işlemi için `lmfit` kütüphanesinin `Expression` modülü kullanılmaktadır ([Newville ve diğ. 2025](#)). Salma ve soğurma çizgilerinin süreklilik fitine etki etmemesi için bu çizgiler maskelenmiş, çizgisiz bölgeler kullanılmıştır ([Filiz Ak ve diğ. 2013](#)). Ayrıca, hatası yüksek olan piksellerin fit üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla pikseller `IVAR` değerleri ile ağırlıklandırılmıştır.

Süreklilik fitindeki belirsizlikleri tanımlamak için, tayfta bulunan gürültünün neden olduğu belirsizlik dikkate alınmaktadır. Bu belirsizlikleri hesaplamak için [Peterson ve diğ. \(1998\)](#) çalışmasında tanımlanan "akı rastgeleleştirme" Monte Carlo iterasyonları kullanılarak, tayfın her pikselindeki akı değerine karşılık gelen belirsizlik Gauss sapmasıyla değiştirilerek fit işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem 1000 kez tekrarlanmış; değerlerin ortalaması süreklilik fiti, standart sapması ise belirsizlik olarak kullanılmıştır.

Her bir tayf, kendi süreklilik fitine bölünerek normalize edilmektedir ve süreklilik fitinin belirsizliği, tayfın belirsizliğine bölünerek normalize edilmiştir. Normalize edilmiş tayfların belirsizlikleri, süreklilik fitinin belirsizliklerinden ziyade tayftaki belirsizliklerden kaynaklanmaktadır.

J1420+5336 kuazarının soğurma yapılarının zaman içindeki genel özelliklerinin belirlenmesi için ortalama tayf hesaplanmıştır. Ortalama tayf, sürekliliği normalize edilmiş tayfların her bir piksel hatası ile ters orantılı olacak şekilde ağırlıklandırılarak toplanması ve toplam ağırlıklarla normalize edilmesi yoluyla elde edilmiştir. Böylece, tüm gözlemlerden elde edilen ağırlıklı ortalama tayf hesaplanmıştır. Ortalama tayfın hatası ise her dalga boyu noktasında hesaplanan ortalama hata üzerinden hesaplanmıştır (Şekil 1, üst panel).

J1420+5336 kuazarının tayfındaki değişken bölgelerin tanımlanması için, her bir dalga boyundaki değişkenliği gösteren RMS tayfı hesaplanmıştır. RMS tayfı hesaplamak için, her tayfın ortalama tayftan sapmaları tüm gözlemler için toplanarak normalize edilmiştir. Her dalga boyu noktasında bu sapmaların karekökü alınarak, gözlemlerin zaman içindeki değişkenliğini temsil eden RMS tayfı elde edilmiştir. Benzer şekilde, RMS hata değerleri, hata tayfının ortalama tayftan sapmalarının karekökü alınarak hesaplanmıştır (Şekil 1, alt panel).

3 Parametrelerinin Ölçülmesi

3.1 Değişken Bölgelerin Belirlenmesi

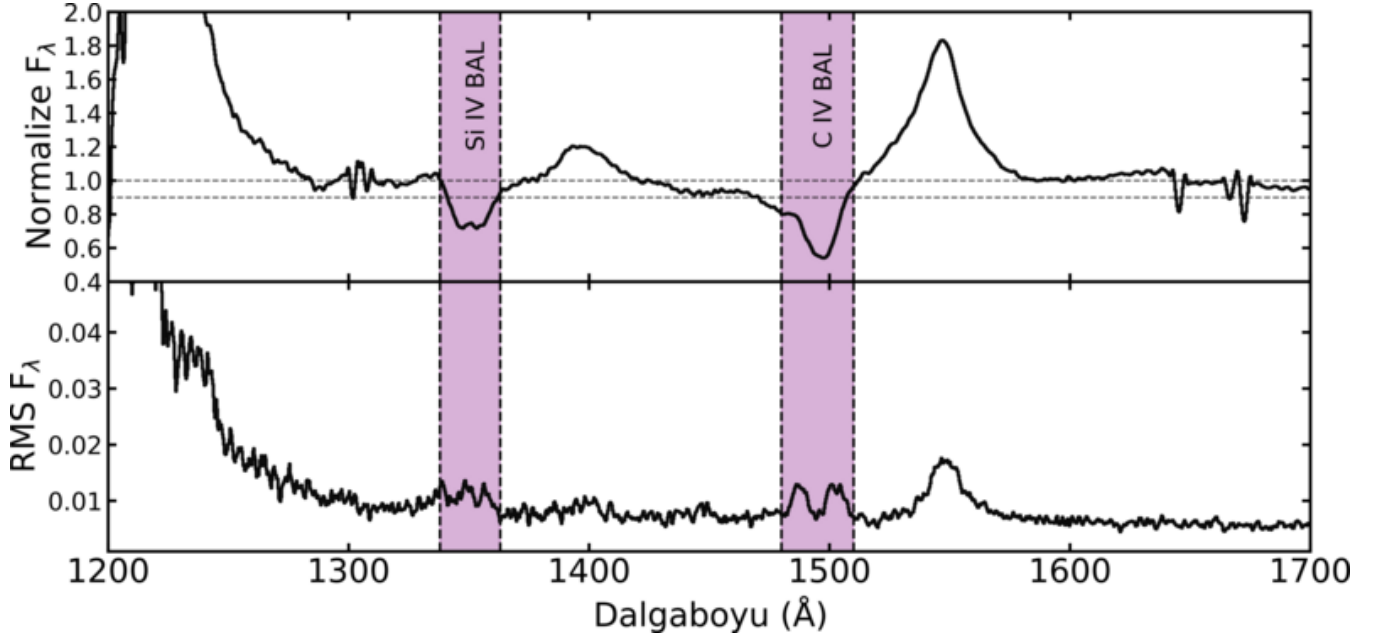
Sürekliliğe normalize edilmiş tayfların ortalama ve RMS tayf analizi, $\sim 1500 \text{ \AA}$ civarında C IV GSC'sinin birbirine bağlı iki bölgesinde değişkenlik olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, $\sim 1350 \text{ \AA}$ civarında Si IV GSC'sinde değişkenlik olduğu gözlenmiştir (Şekil 1).

RMS tayf incelendiğinde, C IV salma çizgisinin GSC'sine kıyasla daha yüksek bir değişkenlik sergilediği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, RMS tayftan, C IV salma çizgisinin değişkenliği ile GSC'inin değişkenliği açık bir şekilde ayrışmaktadır. [Grier ve diğ. \(2015\)](#) çalışmasında, salma çizgilerinin etkileri tayftan çıkarılmadan yapılan GSC özellik ölçümlerinin daha tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. C IV salma çizgisinin değişkenliğinin GSC üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmaması nedeniyle, GSC parametrelerinin belirlenmesi sürecinde salma çizgisinin tayf üzerindeki etkisinin çıkarılmaması tercih edilmiştir.

3.2 GSC Parametrelerinin Ölçülmesi

J1420+5336 kuazarının tayflarındaki GSC ve diğer soğurma yapılarını gücünü belirlemek için `balnicity` indeksi (BI) ve absorpsiyon indeksi (AI) parametrelerini ölçüyoruz.

BI, kuazar tayfında bulunan GSC'lerinin varlığını ve şiddetini tanımlamak için kullanılan bir parametredir. [Weymann ve diğ. \(1991\)](#) çalışmasında yapılan tanımlamaya göre BI, kuazar salma çizgilerinin daha kısa dalgaboylarında (mavi tarafı) 3000 km s^{-1} 'den büyük hızlarda başlayan, soğurma



Şekil 1. Üst panel, sürekliliği normalize edilmiş ortalama tayfı göstermektedir. Alt panel ise spektrumların değişken bölgelerini tespit etmek için kullanılan RMS tayfı göstermektedir. Mor renkli gölgeli bölgeler, C IV (~1500 Å) ve Si IV (~1350 Å) geniş soğurma çizgi bölgelerini göstermektedir.

çizgisinin normalize edilmiş tayfta sürekliliğin %10 altında (<0.9) en az 2000 km s^{-1} devam eden, tüm soğurma çizgilerinin km s^{-1} cinsinden eşdeğer genişliğidir (bundan sonra EW):

$$BI = \int_{v=3000}^{v_{\max}} \left[1 - \frac{f(v)}{0.9} \right] C dv \quad (1)$$

Burada v km s^{-1} cinsinden hız, $f(v)$ normalize edilmiş tayfın sürekliliği, $v_{\max}$ soğurma çizgisinin bittiği maksimum hız ve C soğurma çizgisi 2000 km s^{-1} boyunca $f(v) < 0.9$ seviyesinde olduğunda 1, aksi takdirde 0 olan koşul fonksiyonudur.

Al ise, BI'nın dışarıda bıraktığı daha dar soğurmaları da hesaba katmak için tanımlanmış daha kapsayıcı bir parametredir. Al, salma çizgisinin daha kısa dalgalı boylarında, herhangi bir hızda başlayan ve genişliği en az 450 km s^{-1} olan tüm soğurmaların km s^{-1} cinsinden toplam EW'sidir (Hall ve diğ. 2002).

$$AI = \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} \left[1 - \frac{f(v)}{0.9} \right] C dv \quad (2)$$

Burada, $v_{\min}$ soğurmanın başlangıç hızı ve C , soğurma çizgisi 450 km s^{-1} boyunca $f(v) < 0.9$ olduğunda 1, aksi takdirde 0 olan koşul fonksiyonudur. Geri kalan tanımlamalar Denklem 1 ile aynıdır.

J1420+5336 tayflarının hem C IV hem de Si IV salma çizgileri dikkate alınarak BI ve AI parametreleri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler J1420+5336 kuazarının, 70 tayfında da C IV soğurma çizgisinin GSC olarak sınıflanabileceğini göstermektedir. Ancak Si IV soğurma çizgisinin MJD 56804, 57038, 57127, 57159, 57196, 57492, 57510, 57518, 57576, 57805, 57832, 58127, 58174 dönemlerinde GSC sınıfından çıkıp mini-GSC ($500 \leq \Delta V \leq 2000$) sınıfına girdiği gözlenmiştir. Ortalama tayfın C IV GSC'si için $BI=19750.137 \text{ km s}^{-1}$

($BI=AI$) ve Si IV GSC'si için $BI=9437.003 \text{ km s}^{-1}$ ($BI=AI$) ölçülmüştür.

Değişkenliği belirlemek adına her dönem için belirlenen hız sınırları dikkate alınarak, sürekliliği normalize edilmiş ve Savitzky-Golay (SG) filtresi kullanılarak yumuşatılmış tayflar üzerinden GSC parametreleri belirlenmiştir (Savitzky & Golay 1964). EW'yi Å cinsinden ölçmek için Kaspi ve diğ. (2002) çalışmasında tanımlanan aşağıdaki denklem kullanılmıştır:

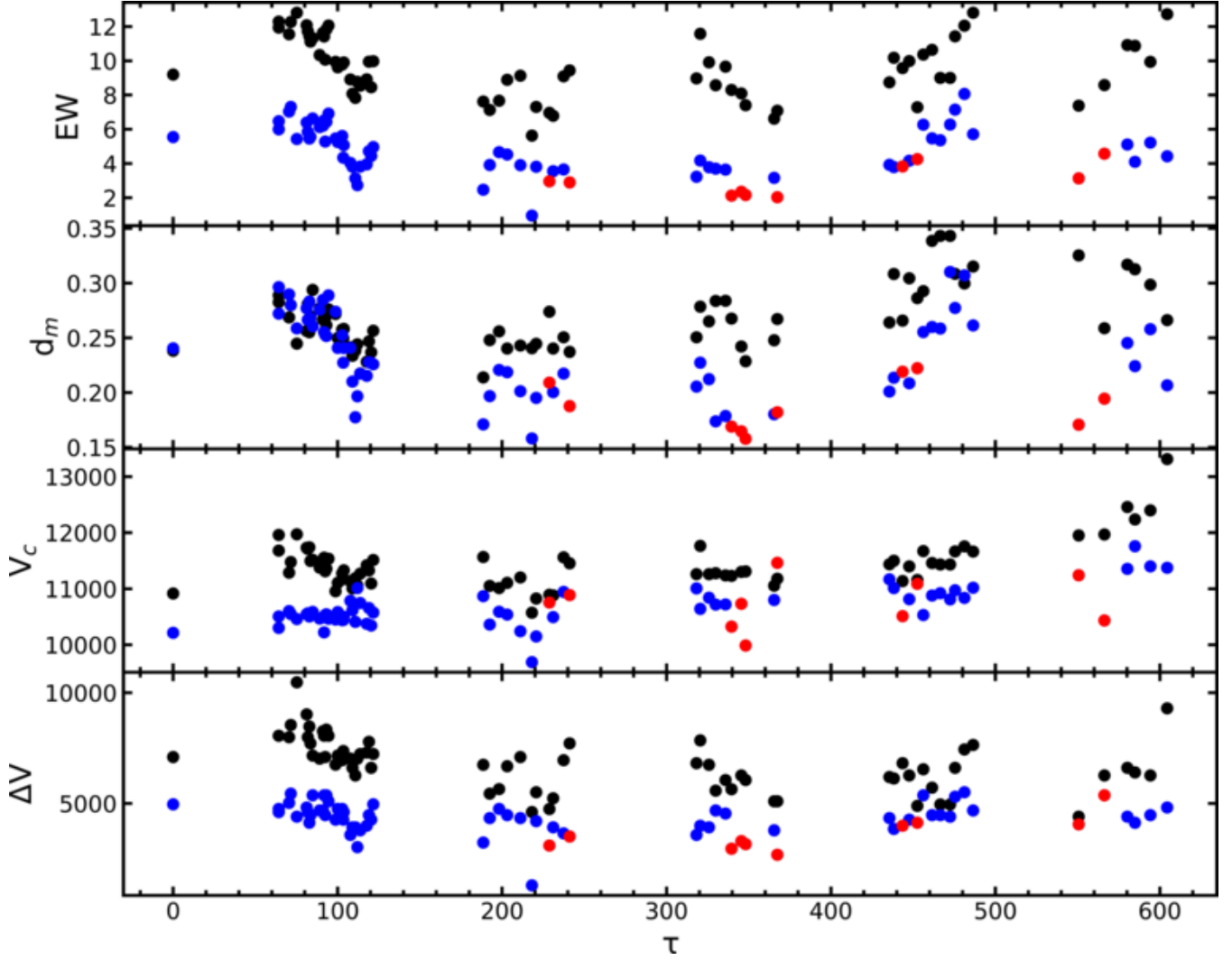
$$EW = \sum_i (1 - R_i) B_i \quad (3)$$

Burada R_i normalize edilmiş akı değerini ve B_i iki piksel arasındaki dalgalı boyu farkını göstermektedir.

Ortalama derinlik (d_m), GSC'deki her bir pikselin normalize edilmiş süreklilik seviyesine olan uzaklığının ortalaması olarak ölçülmüştür. Merkezi hızı (V_c) ise, GSC'deki asimetriyi dikkate almak için; her bir pikselin sürekliliğe olan uzaklığıyla ağırlıklandırılarak hızlarının ortalaması alınarak ölçülmüştür. Son olarak, hız genişliği $\Delta v = v_{\max} - v_{\min}$ şeklinde hesaplanmıştır.

Şekil 2, J1420+5336 kuazarındaki C IV ve Si IV GSC'lerinin temel parametrelerinin zamana karşı değişimini göstermektedir. Siyah noktalar, C IV GSC'sine ait parametreleri gösterirken mavi noktalar Si IV GSC'sine ait parametreleri göstermektedir. Kırmızı noktalar ise Si IV GSC'sinin mini-GSC sınıfına geçtiği dönemlere ait parametrelerin değerlerini göstermektedir. Yatay eksen ise ilk gözlem döneminden sıfır kabul edilerek (MJD=56471) hesaplanan kuazar uzayındaki zaman değişimini göstermektedir:

$$\tau = \frac{MJD_i - MJD_0}{z + 1} \quad (4)$$



Şekil 2. C IV ve Si IV GSC'lerine ait temel parametrelerin zamana karşı değişimi. En üst panelde GSC eşdeğer genişliği (EW), ikinci panelde ortalama derinlik (d_m), üçüncü panelde merkezi hız (V_c) ve en alt panelde hız genişliği (ΔV) kuazar uzayında zaman (τ) ile karşılaştırılmaktadır. Siyah noktalar, C IV GSC'sine ait parametreleri gösterirken, mavi noktalar Si IV GSC'sine ait parametreleri göstermektedir. Kırmızı noktalar ise, Si IV GSC'sinin mini-GSC sınıfına geçtiği dönemlere ait parametre değerlerini göstermektedir.

Çizelge 1. GSC parametreleri arasında Spearman korelasyon sonuçları.

Parametre	C IV GSC		Si IV GSC	
	r	p-değeri	r	p-değeri
EW- d_m	0.477	3×10^{-5}	0.929	4×10^{-26}
EW- ΔV	0.778	2×10^{-15}	0.859	4×10^{-16}
EW- V_c	0.684	7×10^{-11}	-0.15	0.24
d_m - V_c	0.507	7×10^{-6}	-0.006	0.6
d_m - ΔV	-0.107	0.37	0.643	4×10^{-7}
V_c - ΔV	0.424	3×10^{-4}	-0.177	0.17

3.3 GSC Parametreleri Arasındaki İlişkiler

Bu bölümde, hem C IV hem de Si IV GSC'lerinin temel parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkileri Spearman korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Her bir çizginin parametreleri (EW- V_c , EW- ΔV , EW- d_m) kendi içinde değerlendirilerek parametreler arasındaki bağıntılar ortaya konulmuştur.

Çizelge 1'de, C IV ve Si IV GSC'lerinin parametreleri arasındaki Spearman korelasyon katsayıları (r) ve ilişkilerin istatistiksel anlamlılık değerleri (p -değeri) sunulmaktadır. Çizelgenin detayları aşağıda maddeler halinde açıklanmaktadır:

- C IV ve Si IV GSC'leri için EW- d_m ilişkisi dikkate alındığında, C IV için bu ilişki orta derecede pozitif bir korelasyon gösterirken ($r=0.477$), Si IV için neredeyse mükemmel bir pozitif korelasyon ($r=0.929$) gözlemlenmektedir.
- EW- ΔV arasındaki korelasyon, hem C IV GSC'si ($r=0.778$) hem de Si IV GSC'si ($r=0.859$) için oldukça güçlü ve pozitifdir. Bu, her iki GSC yapısının EW değişiminde ΔV değişiminin büyük bir rol oynadığını göstermektedir.
- EW- V_c arasındaki ilişkide, C IV ev Si IV GSC'lerine arasında büyük farklar göstermektedir. C IV GSC'si için güçlü pozitif ($r=0.684$) ilişki bulunurken, Si IV GSC'si için herhangi bir anlamlı ilişki bulunamamıştır (p -değeri >0.05).
- d_m - V_c arasındaki ilişkide, C IV için orta derecede pozitif bir

korelasyon gösterirken ($r=0.507$) Si IV için bu ilişki zayıf negatif ve anlamsızdır (p -değeri >0.05).

- e. Son olarak, $V_c - \Delta V$ arasındaki ilişki, C IV için pozitif ve orta dereceli bir korelasyon gösterirken ($r=0.424$), C IV için negatif ve anlamsızdır (p -değeri >0.05).

Yukarıdaki bulgular, C IV ve Si IV GSÇ'lerinin parametreleri arasındaki ilişkilerinin benzerlik ve farklılıklarının olduğunu ortaya koymuştur.

4 Sonuç

Kuazar rüzgarlarının gözlenen tayflar üzerinde doğrudan bir manifestosu olan geniş soğurma çizgilerindeki yapısal değişimlerin ayrıntılı incelemelerinin yapıldığı bu çalışmada, SDSS J1420+5336 kuazarının 70 tayfı analiz edilmiştir. Hem C IV hem de Si IV bölgesinde tespit edilen GSÇ'lerin şiddet (EW), derinlik (d_m), merkezi hız (V_c) ve hız genişliği (ΔV) ölçümleri yapılarak, zamana bağlı değişimler arasında korelasyonlar aranmıştır.

Elde edilen sonuçlar, GSÇ'lerin şiddet, derinlik ve genişlikleri arasındaki ilişkiler hakkında şu sonuçlara işaret etmektedir.

Hem Si IV hem de C IV GSÇ'lerinde, soğurma şiddeti ve genişliği arasında güçlü korelasyonlar belirlenmiştir. Si IV çizgisinin GSÇ yapısındaki şiddet değişimleri ile derinlik değişimleri arasında çok güçlü bir korelasyon gözlenirken, C IV çizgisinin GSÇ yapısında bu ilişkinin orta derecede bir korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Herhangi bir çizginin şiddetinin göstergesi olan EW; tanımı gereği çizgi genişliği ve derinliğinin bir çarpımı olduğundan, her iki parametrenin de EW değişimine çok güçlü bir korelasyonla bağlı olması beklenir. Ancak bu sonuç, C IV GSÇ yapısının satüre olduğuna işaret olarak görülmektedir.

EW tanımlaması, çizginin şiddeti ile merkezi hızı arasında bir korelasyon olmasını gerektirmez. Ancak Filiz Ak ve diğ. (2014) çalışmasında da ortaya koyulduğu üzere, ortalama hızı düşük olan GSÇ yapıları daha şiddetli olma eğilimindedir. Bu çalışmada C IV için elde edilen sonuçlar, şiddet ve merkezi hız arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır. Ancak Si IV için belirgin bir korelasyon görülemediği dikkat çekicidir.

C IV ve Si IV GSÇ'lerinin $EW-d_m$ ilişkisi, GSÇ'nin tüm hız aralığı boyunca uyumlu bir şekilde güçlendiği veya zayıfladığına dair bir göstergedir. Grier ve diğ. (2015) çalışmasında, $EW-d_m$ ilişkisinin benzerliğini, GSÇ'nin güç değişimi olarak yorumlanmıştır. Grier ve diğ. (2015) çalışması, bulut geçiş senaryosundan ziyade soğurucu bulutun iyonizasyon seviyesindeki değişimlerin güç değişimine daha fazla katkıda bulunduğunu belirtmiştir.

C IV iyonunun daha yüksek iyonlaşma enerjisine sahip olması, soğurucu bulutun daha dış katmanlarından geldiğini ve C IV'ü iyonize etmeye enerjisi yetmeyen fotonların daha iç bölgelerde Si IV'ü iyonize ettiğini düşünülmektedir (örn. Filiz Ak ve diğ. 2014). C IV GSÇ'inin EW ile yarı senkronize ivmelenmesi gözlenirken, Si IV GSÇ'sinin bu senkronizasyonun olmamasının sebebi, Line Driven (soğurucu gazın iyonlaştırıcı fotonlar tarafından hızlandırılması) modeli ile birlikte düşünüldüğünde açıklanabilir hale gelmektedir (Dorodnitsyn & Novikov 2005). Yığılma diskinden atılan yüksek enerjili fotonlar dış katmanlarda C IV'ü iyonize ederek hem EW değişimine hem de hızlanmaya neden olurken, daha düşük enerjili ve dış katmanlardan yansıyan fotonlar iç katmanlarda Si IV'ü iyonize ederek sadece EW

değişimine yol açmakta, ancak EW değişimiyle senkronize V_c değişimine neden olamadığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, bu bulgular J1420+5336 kuazarının GSÇ değişimlerinde hem güç hem de profil değişimlerinin rol oynadığını, ancak bu etkilerin C IV ve Si IV GSÇ'leri arasında farklılık gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulguların genel bir özellik olarak var olup olmadığının anlaşılabilmesi için çok sayıda tayfsal gözlemi olan başka kuazarlar için de analizlerin yapılması gerektiği görülmektedir.

Teşekkür

Çalışmaya verdikleri değerli katkılar için değerli hakemlere ve Suude Bayram'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Arav N., ve diğ., 2001, *ApJ*, 561, 118
 Blandford R. D., Payne D. G., 1982, *MNRAS*, 199, 883
 Capellupo D. M., Hamann F., Shields J. C., Rodríguez Hidalgo P., Barlow T. A., 2012, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422, 3249
 Di Matteo T., Springel V., Hernquist L., 2005, *Nature*, 433, 604
 Dorodnitsyn A. V., Novikov I. D., 2005, *ApJ*, 621, 932
 Ferrarese L., Merritt D., 2000, *ApJ*, 539, L9
 Filiz Ak N., ve diğ., 2013, *ApJ*, 777, 168
 Filiz Ak N., ve diğ., 2014, *ApJ*, 791, 88
 Grier C. J., ve diğ., 2015, *The Astrophysical Journal*, 806, 111
 Hall P. B., ve diğ., 2002, *ApJS*, 141, 267
 Kaspi S., ve diğ., 2002, *ApJ*, 574, 643
 Murray N., Chiang J., Grossman S. A., Voit G. M., 1995, *ApJ*, 451, 498
 Newville M., ve diğ., 2025, LMFIT: Non-Linear Least-Squares Minimization and Curve-Fitting for Python, doi:10.5281/zenodo.15014437
 Pei Y. C., 1992, *ApJ*, 395, 130
 Peterson B. M., Wanders I., Horne K., Collier S., Alexander T., Kaspi S., Maoz D., 1998, *PASP*, 110, 660
 Proga D., Stone J. M., Kallman T. R., 2000, *ApJ*, 543, 686
 Savitzky A., Golay M. J. E., 1964, *Analytical Chemistry*, 36, 1627, *ADS*
 Weymann R. J., Morris S. L., Foltz C. B., Hewett P. C., 1991, *ApJ*, 373, 23

Access:

M25-0377: *Turkish J.A&A* — Vol.6, Issue 3.