

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI**

**J141955.28+522741.4 KUAZARININ GENİŞ SOĞURMA
ÇİZGİLERİNİN DEĞİŞİM KARAKTERİSTİĞİ**

**Hazırlayan
Damla ERAKUMAN**

**Danışman
Yrd.Doç.Dr. Nurten FİLİZ AK**

Yüksek Lisans Tezi

**Temmuz 2017
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI**

**J141955.28+522741.4 KUAZARININ GENİŞ SOĞURMA
ÇİZGİLERİNİN DEĞİŞİM KARAKTERİSTİĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Damla ERAKUMAN**

**Danışman
Yrd.Doç.Dr. Nurten FİLİZ AK**

**Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL 2016-6938 kodlu proje ile desteklenmiştir**

**Temmuz 2017
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı: Damla ERAKUMAN

İmza : 

YÖNERGEYE UYGUNLUK

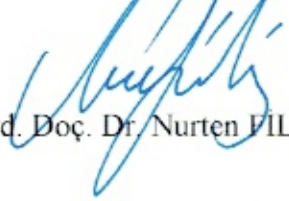
“J141955.28+522741.4 Kuazarının Geniş Soğurma Çizgilerin Değişim Karakteristiği” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan



Damla ERAKUMAN

Danışman



Yrd. Doç. Dr. Nurten FİLİZ AK



Astronomi ve Uzay Bilimleri ABD Başkanı

Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK

Yrd. Doç. Dr. Nurten FİLİZ AK danışmanlığında **Damla ERAKUMAN** tarafından hazırlanan “**J141955.28+522741.4 Kuazarının Geniş Soğurma Çizgilerin Değişim Karakteristiği**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Astronomi ve Uzay Bilimleri** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

20.07.2017

JÜRİ:

Danışman : Yrd. Doç.Dr. Nurten FİLİZ AK

Üye : Yrd. Doç. Dr. İnci AKKAYA ORALHAN

Üye : Prof Dr. Aysun AKYÜZ

(Handwritten signatures of the jury members)

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 25/07/2017 tarih ve 2017/31-07 kararı ile onaylanmıştır.

25. / 07 / 2017

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar, tecrübe ve fikirlerinden yararlandığım, akademik hayatımdaki desteği bir yana sosyal hayatımda da desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Nurten FİLİZ AK’a;

Tez çalışma süresince bilgi ve tecrübelerini paylaşan, güzel bir çalışma ortamıyla, Erciyes Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezinin (UZAYBİMER) tüm olanaklarını bana sunan, değerli hocam sayın Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜK’e;

Bu tez çalışmasına maddi destek veren Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu’na (Proje No: 115F037) ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne (Proje No: FYL-2016-6938);

Her zaman sonsuz sevgi ve şefkatleriyle yanımda olan çok sevdiğim aileme, özellikle moral kaynağım, ilk ve en iyi arkadaşım olan kardeşim Barış ERAKUMAN’a;

Sevgi ve anlayış dolu arkadaşlarım Zeliha TENCERE, Gamze TENCERE ve Can TERZİOĞLU’na;

2006 Güneş tutulmasında, okul bahçesinde bilgilerini bizimle paylaşan ve astronomiye ilgimin başlamasına neden olan sevgili öğretmenin Ersin YAYLALIOĞLU’na;

İlgi ve merakımı besleyen, beni her zaman büyük bir sevgi ve sabırla dinleyen sevgili öğretmenlerim Dilek ÖDEMİŞ’e, Berrin YAYLALIOĞLU’na;

Ve son olarak,

“Hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir. İlim ve fenden başka yol gösterici aramak gaflettir, dalalettir, cehalettir.” diyerek bilimi yücelten, gerek kişiliği ve fikirleri gerekse ilke ve inkılaplarıyla bizlere yol gösteren ulu önder Mustafa Kemal ATATÜRK’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Damla ERAKUMAN

Kayseri, Temmuz 2017

J141955.28+522741.4 KUAZARININ GENİŞ SOĞURMA ÇİZGİLERİNİN DEĞİŞİM KARAKTERİSTİĞİ

Damla ERAKUMAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2017

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurten FİLİZ AK

ÖZET

Kuazarlar, merkezlerinde süper kütleli bir kara delik (SKK) içeren, küçük bir bölgeden çok güçlü ışıma yapan, evrenin en uzak ve parlak nesneleridir. Güncel çalışmalarla, kuazarların %25'inden daha az bir kısmında, süper kütleli kara delik etrafında bulunan yığılma diskinden uzaya doğru madde taşıyan, rüzgar yapıları tespit edilmiştir. Bu rüzgarlar, tayfta maviye kaymış geniş soğurma çizgileri (Broad Absorption Line; BAL) olarak görülürken hızları, $0.3c$ 'ye kadar ulaşabilir. Güncel çalışmalar rüzgarlarla taşınan soğurucu maddenin fiziksel parametrelerinin zamanla güçlü değişimler gösterdiğine işaret etmektedir. Bu güçlü değişimlerin incelenmesi, kuazarların rüzgar yapısı, dinamiği ve evrimsel süreci hakkında bilgi sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında, SDSS tarafından gözlenmiş, J141955.28+522741.4 (J1419) kuazarının, kısa zaman ölçekli değişimleri incelenmiştir. Çeşitli kriterlerle seçilen J1419 kuazarına ait çok sayıda tayf analiz edilmiş ve tayflarda tespit edilen soğurma çizgilerinin zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Soğurma çizgilerinin değişimine neden olabilecek modeller tartışılmış ve üç tür koordineli değişim araştırılmıştır: (1) C IV elementinin çoklu soğurma çizgileri arasında (2) C IV ve SiIV elementlerin soğurma çizgileri arasında (3) C IV BAL yapıları ile diğer tayfsal bileşenler (süreklilik ve salma gibi) arasında.

Bu çalışmada üç ana sonuca ulaşılmıştır: (1) C IV soğurma çizgilerinden biri zaman içerisinde kaybolup sonra yeniden ortaya çıkmaktadır (2) C IV soğurma çizgisinin en kısa süreli güçlü ($>5\sigma$) eşdeğer genişlik değişimi, ~ 1.3 gün (~ 31 saat) mertebesindedir. (3) C IV soğurma çizgileri arasındaki koordineli değişimler, iyonizasyon modelini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuazarlar, Kuazar Rüzgarları, BAL Kuazarların Değişimi

BROAD ABSORPTION LINE VARIABILITY CHARECTERISTICS OF QUASAR J141955.28+522741.4

Damla ERAKUMAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, July 2017

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nurten FİLİZ AK

ABSTRACT

Quasars are the most distant and the brightest objects in the universe, and they host a super massive black hole (SMBH) in their center and produce very strong radiation from a small area. Recent studies show wind structures that carry out material to the outer space from the accretion disc around a super massive black hole present in less than 25% of the quasars. The quasar winds appear blueshifted broad absorption lines (BALs) in quasar spectra with velocities reach to $0.3c$. Current studies point the pyhsical parameters of absorbing gas that carried by winds show strong variability. Researcs on these strong variatons may provide information about the structure of quasar winds, dynamics and evolutionary process.

In this thesis, we study strong variability on short time scales of quasar J141955.28+522741.4 (J1419) that is observed by SDSS. In order to search short time variability, we analyse 32 spectra of J1419 and we search the time dependent variations of absorption lines. We search for coordinate variations (1) among multiple BAL troughs of C IV, (2) between Si IV BAL trough and CI V troughs, and (3) between C IV BAL troughs and other spectral components (such as continuum and emission lines). We discuss several potential causes of variability considering current models.

Our analysis establish three main findings for J1419 (1) the slow component of CSA disappears and re-emerges, (2) Rapid significant variation of the strongest C IV BAL as short as 1.3 days (~ 31 hours), and (3) all three BAL troughs od C IV show coordinated and correlated variations. In the light of our findings, we suggest that the mechanism behind the BAL variations is likely the fluctuation of incident ionizing light.

Keywords: Quasars, Quasar Winds, BAL Quasar Variability

İÇİNDEKİLER

J141955.28+522741.4 KUAZARININ GENİŞ SOĞURMA ÇİZGİLERİNİN DEĞİŞİM KARAKTERİSTİĞİ

Sayfa

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
 GİRİŞ	 1

1. BÖLÜM GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1.Aktif Gökada Çekirdekleri	2
1.2. Kuazarlar	7
1.3. Sloan Dijital Gökyüzü Taraması	9
1.4. Soğurma Çizgilerinin Değişim Karakteristiği.....	11
1.4.1 Soğurma Çizgilerinin Değişim Mekanizmaları	13

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. J1419 Kuazarının Seçimi	15
2.2. Tayfların Elde Edilmesi	18
2.3. Tayfların Hazırlanması	20
2.3.1. Galaktik ve Kozmolojik Düzeltme	20
2.3.2. Sürekli Tayfın Modellenmesi	22
2.3.3. Salma Çizgilerinin Modellenmesi	26
2.3.4. Ortalama ve RMS Tayf	28
2.4. Soğurma Çizgilerinin Tespiti	29
2.5. Çizgi Parametrelerinin Elde Edilmesi	32

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Soğurma Çizgilerinin Değişimi	41
3.2. En Kısa Zaman Ölçekli Değişimler	55
3.3. Kaybolma ve Ortaya Çıkma	59
3.4. Salma Çizgilerinin Değişimi	60
3.5. Süreklilik Değişimi	66
3.6. Koordineli Değişimler	70
3.6.1. C IV Soğurma Çizgileri Arasındaki Koordinasyon	70
3.6.2. C IV ve Si IV soğurma çizgileri arasındaki koordinasyon	73

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ, ÖNERİLER

4.1. Bulguların Özeti	75
4.2. BAL Değişimlerini Açıklayan Modeller	76
3.3. İyonizasyon Modeli	76

3.4. Rotasyon Modeli	81
3.5. Kaotik Hareket Modeli	83
4.3. Bulguların Modellerle Kıyaslanması	83
4.4. J1419 Kuazarı İçin En Olası Model	86
4.5. Doğrulayıcı Gözlemler	87
 KAYNAKLAR	 88
ÖZGEÇMİŞ	94

KISALTMALAR VE SİMGELER

<u>Sembol</u>	<u>Anlamı</u>	<u>Birimi</u>
SDSS	Sloan Dijital Gökyüzü Taraması	--
BAL	Geniş soğurma çizgisi	--
z	Kozmolojik kırmızıya kayma değeri	--
EG	Eşdeğer genişlik	(Å)
d_{ort}	Ortalama çizgi derinliği	--
σ_{ort}	Ortalama çizgi derinliğinin hatası	--
v_{mer}	Çizgi merkezinin hızı	(kms ⁻¹)
σ_{EG}	Eşdeğer genişliğin hatası	(Å)
CSAa	Düşük hızlı C IV soğurma çizgisi A	--
CSAb	Yüksek hızlı C IV soğurma çizgisi A	--
CSB	C IV soğurma çizgisi B	--
CSC	C IV soğurma çizgisi C	--
SSA	Si IV soğurma çizgisi	--
MJD	Modifiye edilmiş Jülyen günü	--

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Literatürdeki BAL kuazar çalışmalarının özeti	12
Tablo 2.1. Tüm kriterlere uygun tespit edilen 14 kuazara ait veriler	18
Tablo 2.2. Hedef kuazarın SDSS veri tabanından elde edilen 32 tayfına ait gözlem verileri	19
Tablo 2.3. Tüm BAL yapılarının hesaplanan çizgi parametreleri ve hataları	35
Tablo 2.4. C IV ve Si IV soğurma çizgilerinin EG, d_{ort} ve v_{mer} parametrelerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.	40
Tablo 3.1. Çapraz korelasyon analizi sonucu elde edilen ölçüm değerleri	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Normal bir gökada ile aktif gökadanın tüm frekanslar üzerinden ışıınım şiddetlerinin karşılaştırılması	3
Şekil 1.2.(a) NGC 4750 sarmal gökada tayfı	4
Şekil 1.2.(b) Büyük Parlak Kuazar Tarama Programı'ndan alınan 700 kuazarın ortalama tayfı	4
Şekil 1.3. Büyük birleşme modeline göre aktif gökada çekirdeğinin yapısı.....	6
Şekil 1.4. SDSS 2.5 m ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu	10
Şekil 1.5. Yığılma diksi ve rüzgar yapı modeli	14
Şekil 2.1. Samanyolu gökadasının J1419 doğrultusundaki sönümlemeden arındırma modeli.....	21
Şekil 2.2. J1419 kuazarının normalize edilmemiş MJD 56799 tayfı	24
Şekil 2.3. Süreklilik modeli yapılmış MJD 6799 tayfı	26
Şekil 2.4. Süreklilik ve Voigt salma modelleri yapılmış ortalama tayf	28
Şekil 2.5. C IV ve Si IV soğurma çizgilerine ait normalize edilmiş tayf ve RMS	32
Şekil 3.1.CSA bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi	42
Şekil 3.2. CSB bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi	45
Şekil 3.3. CSC bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi	47
Şekil 3.4. SSA bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi.....	50
Şekil 3.5. Tüm soğurma çizgilerine ait EG, v_{cent} ve d_{ort} değerlerinin, zamanın bir fonksiyonu olarak değişimi.	52
Şekil 3.6. CSA'nın kısa zaman ölçekli EG değişimi	57
Şekil 3.7. CSAb'nin kaybolma ve yeniden ortaya çıkma davranışlarının gözlemlendiği tayflar	60
Şekil 3.8. C IV ve Si IV salma çizgilerinin 32 tayf boyunca değişimi	62
Şekil 3.9. C IV salma çizgisinin eşdeğer genişlik parametresinin zaman bağlı değişim grafiği	66
Şekil 3.10. CSS veri tabanından alınan J1419 kuzarının ışık eğrisi	68

Şekil 3.11. Zamanın bir fonksiyonu olarak 1549 A da ölçülen akı yoğunluğunun mutlak kesirsel değişimi	69
Şekil 3.12. C IV geniş soğurma çizgilerinin zamanın bir fonksiyonu olarak EG değişimleri.....	71
Şekil 3.13. C IV geniş soğurma çizgilerinin CCF fonksiyonu	72
Şekil 3.14. Si IV ve C IV geniş soğurma çizgilerinin EG parametrelerde zamana bağlı değişim	74
Şekil 4.1. Soğurma çizgilerinin değişimlerine neden olabilecek mekanizma için ileri sürülen iyonizasyon modeli	78
Şekil 4.2. Proga vd. (2000) çalışmasındaki (a) yoğunluk, (b) sıcaklık, (c) iyonizasyon parametresi, (d) hız haritaları	79
Şekil 4.3. Diskin bir tarafından diğer tarafına geçen akış tüp örneği	82
Şekil 4.4. J1419 kuazarının yığılma diski üzerindeki konumlarının görselleştirilmesi..	86

GİRİŞ

Bu tez çalışmasında, SDSS J1419 kuazarının kısa zaman ölçeklerinde C IV ve Si IV soğurma çizgilerindeki değişimi incelenmiş ve değişime sebep olabilecek olası mekanizmalar tartışılmıştır. Çalışmanın amacı; kuazar rüzgarlarının temel karakteristiği kabul edilen, kısa zaman ölçeklerinde soğurma çizgilerinde gerçekleşen güçlü değişimlerin incelenmesidir. Soğurma çizgilerinde görülen kısa zaman ölçekli değişimler, (1) değişimlerin karakteristiği ile ilgili ayrıntıların anlaşılması, (2) değişime sebep olan mekanizma ya da mekanizmaların anlaşılması, (3) tayfta gözlenen soğurma yapıları ve diğer tayfsal bileşenlerin (örneğin salma ve belirli aralıklardaki süreklilik) aralarındaki koordinasyonun incelenmesi, (4) kuazarların gerçekçi modellerinin oluşturulabilmesi konularına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu tez çalışmasında,

1. J1419 kuazarının, SDSS veri tabanından ~ 140.1 güne yayılarak elde edilmiş 32 tayfi incelenmiştir. Ham verinin analize hazır hale getirilmesi için tayflar, ön indirgeme ve düzeltme aşamalarından geçirilmiştir.
2. Tüm tayflarda C IV ve Si IV soğurma çizgileri tespit edilmiş ve çizgilerin temel parametreleri (örneğin; eşdeğer genişlik, derinlik vb.) hesaplanmıştır.
3. Tezin amacı göz önüne alınarak, soğurma çizgilerindeki kısa zaman ölçekli değişimler ve geniş soğurma çizgilerinin değişimlerinin, diğer tayfsal bileşenlerle (süreklilik ve salma gibi) koordinasyonu araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında, literatüre ait bilgiler ve bulgular, genel kısımlarda şekil ve tablolarla desteklenerek verilmiştir. Tayfların analize hazır hale getirilmesi, soğurma çizgilerinin tespiti ve çizgi parametreleri, yöntem ve materyal kısmında detaylı olarak sunulmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar bulgular bölümünde, sonuçların yorumlanması ve literatür ile kıyaslanması tartışma bölümünde yer almaktadır.

1. BÖLÜM

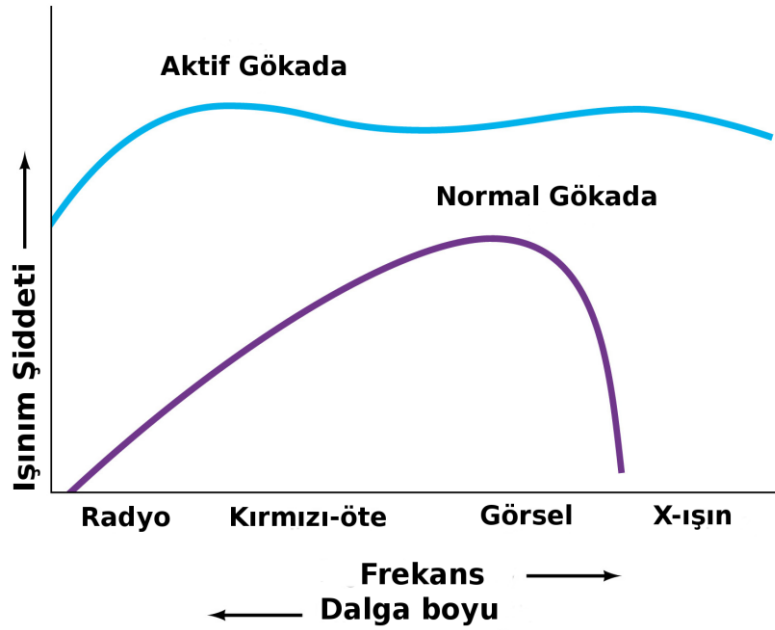
GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Aktif Gökada Çekirdekleri

“Aktif Gökada Çekirdeği (AGÇ)”, merkezinde süper kütleli kara delik (SKK) ve onu çevreleyen bir yığılma diski bulunan gökada çekirdeğidir. AGÇ, boyut olarak Güneş Sistemi ile kıyaslanabilecek kadar küçüktür fakat çok güçlü ışınım yayınlarlar. İlk AGÇ, 1943 yılında Carl Seyfert tarafından keşfedildi. Seyfert, incelediği altı gökadanın oldukça parlak birer merkeze sahip olduğunu fark etti. Normal bir gökada; yıldız, sıcak gaz, toz ve karanlık madde içerir. Dolayısıyla, bir gökada tayfında bu bileşenlerin (karanlık madde hariç) izlerinin görülmesi beklenir. Aktif gökadalarda ise durum biraz farklıdır.

Şekil 1.1.’de normal gökada ile aktif gökadanın tüm dalga boylarında (frekanslarda) ışınım şiddetleri karşılaştırılmaktadır. Şekilde görüldüğü üzere, normal gökadanın maksimum ışınımı görsel bölgeye düşer. Çünkü, normal gökadalarda ışınımın çoğu yıldızlardan kaynaklanır. Diğer yandan, AGÇ’ler normal bir gökadadan farklı olarak elektromanyetik tayfın hemen her bölgesinde daha parlaktırlar. Bu tür bir enerji dağılımı ışımının yıldızsal olmadığını göstermektedir.

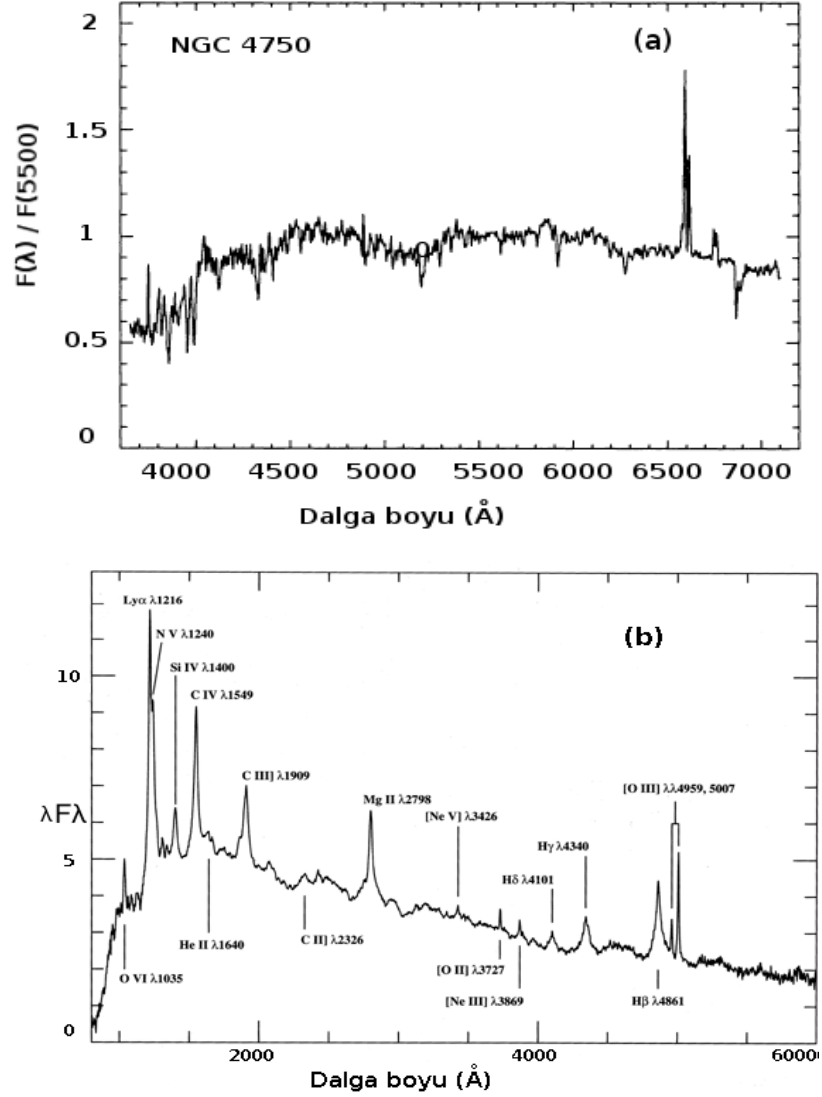
Şekil 1.2.’nin üst panelinde sarmal NGC 4750 gökada tayfı, alt panelinde ise Büyük Parlak Kuazar Tarama programından (Large Bright Quasar Survey) alınan 700 aktif gökada çekirdeğinin ortalama tayfı verilmektedir [1]. Tipik sarmal gökada tayfında, sıcak gaz ve genç yıldızlar nedeniyle güçlü salma çizgileri, daha yaşlı soğuk yıldızlar nedeniyle de soğurma çizgileri görülür. AGÇ tayfında ise dar ve geniş salma çizgileri baskındır. Bu gökada çekirdeği türlerinde, salma çizgilerinin genişlemesinin nedeni dönme etkisiyle meydana gelen Doppler genişleme mekanizmasıdır.



Şekil 1.1. Normal bir gökada ile aktif gökada çekirdeğinin tüm frekans (dalga boyu) üzerinden ışınım şiddetlerinin karşılaştırılması. Normal gökadalardan görünür ve yakın kırmızıöte bölgesinde diğer bölgelere kıyasla daha fazla ışınım yapar. AGÇ ise tayfın hemen her bölgesinde güçlü ışınım yapar ve ışınımın şiddeti normal gökadanınkinden çok daha fazladır.

AGÇ'ler, çok uzak ve parlak nesnelerdir. Tipik bir AGÇ, bir parsek ($1 \text{ pc} \approx 3.26$ ışık yılına denk gelir.) kadar küçük bir bölgeden normal bir gökadanın 100 bin kat daha fazla ışınım yayar. AGÇ'ye ev sahipliği yapan gökadanın toplam ışınımına katkısı ise yok denecek kadar azdır.

AGÇ türlerindeki güçlü ışınımın kaynağı nedir? Bu sorunun en güncel yanıtı, yığılma diski ile çevrili SKK kütle çekim etkisidir. Samanyolu da dahil olmak üzere hemen hemen her gökada merkezi kara delik barındırır. Gözlemsel veriler, AGÇ'lerin yığılma diski ile çevreli SKK içerdiğine işaret eder. Kara deliğe doğru düşen madde enerji kazanarak gazı ısıtır ve enerji yayınlar. Bu şekilde enerji üretimi nükleer tepkimeler sonucu üretilenden daha büyük bir verimliliğe sahiptir.



Şekil 1.2. (a) NGC 4750 sarmal gökada tayfı [2]. (b) Büyük Parlak Kuazar Tarama Programı'ndan alınan 700 kuazarın ortalama tayfı [1]. Şekillerde yatay eksen dalga boyunu (Å) dikey eksen ışınım akısını vermektedir. Tipik bir sarmal gökada, salma ve soğurma çizgilerinden oluşan bir tayf verirken, AGÇ tayfında güçlü ve geniş salma çizgilerine rastlanır.

AGÇ'ler iki farklı nedenle oldukça önemli gök cisimleridir. Birincisi, kozmolojik açıdan önemlidirler. Çünkü, tayflarında görülen geniş salma çizgileri, laboratuvar dalga boylarına kıyasla daha uzun dalga boylarında gözlenir. Bu durum, evrenin genişlemesine bağlı kozmolojik kırmızıya kayma (z) etkisinden kaynaklanır. AGÇ gibi

uzak cisimler için z parametresinin mutlak değeri, evrenin genişleme oranı ve kaynağın uzaklığının bir ölçütüdür. Hubble yasası, galaksilerin uzaklıkları ve hızları arasında bir ilişki olduğuna işaret eder. Öyle ki, gökadalara uzaklıkları arttıkça uzaklaşma hızları da atar. Dolayısıyla, z değeri ne kadar büyükse, kaynak o kadar uzak ve hızla uzaklaşıyor demektir. Güncel çalışmalar, $z > 6$ olduğu bölgede AGÇ'ler olduğunu gösterir [3]. Kırmızıya kayma parametresinin bu denli büyük olması, bu kaynakların galaksimizin çok uzağında olduğuna işaret eder. $z > 6$, evrenin bir milyar yıldan daha genç yaşta olduğu zamanlarda ışığın, kaynaktan ayrıldığını gösterir. Yüksek kırmızıya kayma değerine sahip AGÇ'ler, evrenin ilk zamanlarının ve evrende madde dağılımının incelenmesine olanak sağlar.

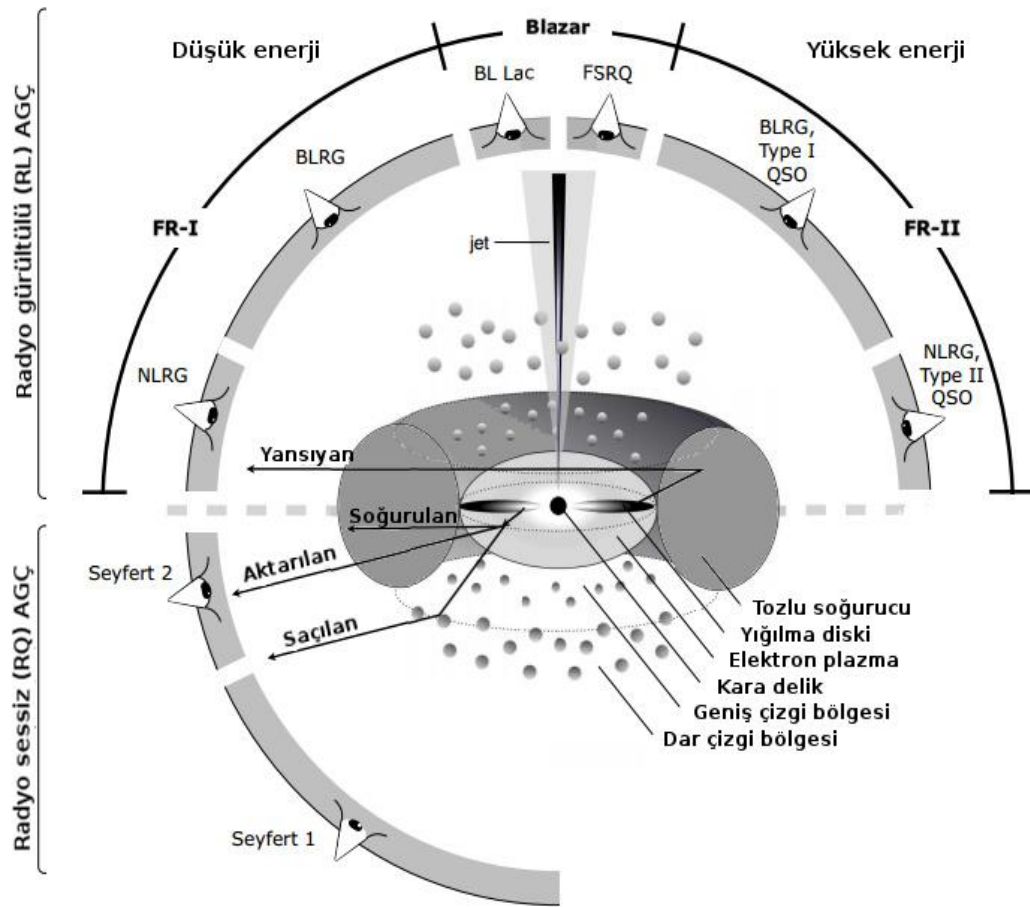
AGÇ'lerin araştırılmasının ikinci önemli nedeni ise genel göreliliğin test edilmesinde laboratuvar görevi görmeleridir. Çünkü, çekimsel mercekleme etkisine uğrayan AGÇ'ler tespit edilmiştir [4]. Büyük kütleli nesnelerin mercekleme gibi davranarak arka plandaki cisimden yayınlanan ışığı kırmasına “Çekimsel Mercekleme Etkisi” denir. Bu olay gök cisiminden yayınlanan ışığın, büyük kütleli nesnelerin çekim etkisi altında kalarak yolundan sapmasından kaynaklanır. Çok sık gözlenmeyen çekimsel mercekleme etkisi, gök cisimleri için kütle hesaplama yöntemi olarak kullanılır [5].

AGÇ'ler, gözlemsel özelliklerindeki farklılıklar nedeniyle birkaç türde sınıflandırılmıştır. Seyfert Gökadaları, Kuazarlar, Radyo Gökadalar, Blazarlar bunlardan bazılarıdır. Ayrıntılı incelemeler, tüm AGÇ'lerin ortak bileşenlerini işaret etmektedir; SKK etrafında oluşan yığılma diski, onu simit gibi saran toz bölgesi (torus), yüksek hızlarla merkezden dışarı doğru madde fışkırmaları olan jetler, geniş ve dar soğurma çizgilerine neden olan bölgeler.

Farklı gözlemsel özelliklere sahip alt grupların hem ortak özelliklerini hem de farklılıklarını başarılı bir şekilde açıklayan “Büyük Birleşme Modelidir”. Bu model temelde, gözlemsel farklılıkların AGÇ'ye bakış doğrultusundan kaynaklandığını ileri sürer. Büyük birleşme modeli, tüm AGÇ sınıflarının aslında aynı cismin farklı doğrultulardaki görüntüsü olduğunu belirtir.

Şekil 1.3.'de aktif gökada çekirdeğinin yapısı verilmektedir. Şekildeki gibi farklı açılardan bakılınca AGÇ'nin gözlenen bölgesi değişir. Bu nedenle, AGÇ tayfında farklı

özellikler (örneğin, geniş soğurma çizgisi) gözlenir. Örneğin, AGÇ'ye tam tepe noktasından, sadece jetlerin uzandığı merkezi bölgeye bakıldığında, tayfa salma ve soğurma çizgileri gözlenmez. Bu tür AGÇ'ler, "Blazar" olarak adlandırılır. Bir başka örnek ise Seyfert gökadalardır. Tip I Seyfert tayfı, geniş ve dar salma çizgileri içerirken Tip II Seyfert tayfı, sadece dar salma çizgileri içerir. Tip 2 Seyfertlerde geniş soğurma çizgilerine neden olan bölge, bakış doğrultusu dışında bulunmaktadır.



Şekil 1.3. Büyük birleşme modeline göre AGÇ'nin yapısı. Merkezde SKK, onu çevreleyen yığılma diski, geniş ve dar soğurma çizgilerine neden olan bölgeler, merkezi simit gibi saran yoğun toz bölgesi. Gözlemcinin bakış açısının değişmesi ile gözlenen AGÇ'nin tayfsal özellikleri değişir.

1.2. Kuazarlar

Kuazar adı yıldız benzeri radyo kaynağı (Quasi - Stellar Radyo Source; Quasar) terimlerinin kısaltılmasından gelmektedir. Bu isimlendirme, ilk keşfedilen kuazarın (3C 273) optik görüntüsünün mavi bir yıldızla benzerliğinden kaynaklanır. Optik görüntüsü yıldızlar gibi olsa da 3C 273 kuazarının tayfı, yıldızlarınkinden farklı olarak güçlü ve geniş salma çizgileri içerir.

Kuazarlar, diğer AGÇ sınıflarından en temel farklılıkları: 1) Kuazarlar, tayfsal olarak yapısal farklılıklara sahiptirler. Kuazar tayfı, dar salma çizgilerine ek olarak güçlü geniş soğurma çizgileri içerir. 2) Kuazarlar, en uzakta yer alan AGÇ sınıfıdır. Yüksek kırmızıya kayma değerleri erken evrende ve sonraki kozmik evrimin büyük bölümünde mevcut olduklarını gösterir. 3) Kuazarlar, en parlak AGÇ sınıfıdır. Işınım güçleri $10^{44} - 10^{48} \text{ ergs}^{-1}$ arasında değişir [6]. Yüksek ışınım güçleri çok uzakta olmalarına rağmen gözlenmelerine olanak sağlar. Düşük ışınım güçlü AGÇ sınıfı olan Seyfert gökadalardan normal gökadalardan 0.1 – 10 kat daha yüksek ışınım gücüne sahiptir. Kuazarlarda bu değer $10^2 - 10^5$ 'e kadar yükselebilir [7].

SDSS'de tüm AGÇ sınıfları kuazar olarak isimlendirilir. Çünkü, kuazarlar ve diğer AGÇ türleri büyük birleşme modeli ile verildiği gibi aynı yapıyı paylaşırlar. AGÇ'lerde yapılan sınıflandırma, gözlemsel özellikle dayanır. Gözlemsel etkiler göz önüne alındığında kuazarların, %25'inden az bir kısmında geniş salma çizgilerinin yanı sıra geniş soğurma çizgileri görülür [8]; [9]; [10]. Geniş soğurma çizgileri ilk olarak Lynds (1967) [10] tarafından tanımlanmıştır. Lynds, C IV ve Si IV salma çizgilerine eşlik eden geniş ve güçlü soğurma çizgilerini fark etmiştir [11].

Tayfında geniş soğurma çizgilerinin görüldüğü kuazarlar ayrı sınıflandırılmış ve geniş soğurma çizgili (Broad Absorption Line; BAL) kuazarlar olarak adlandırılmıştır. Klasik BAL kuazar tanımına göre, soğurma çizgilerinin derinliği normalize edilmiş süreklilik değerinin %10'unun altına uzanır ve çizgi genişliği ise en az 2000 kms^{-1} 'dir [12]. Çizgi genişliği, 300 ila 2000 kms^{-1} arasında değişen soğurma çizgileri ise mini-BAL olarak adlandırılmaktadır [13]. Kuazar tayfında sıklıkla tespit edilen soğurma çizgileri, C IV 1548, 1551 (Å), Si IV 1394, 1403 (Å) ve Mg II 2797, 2804 (Å), Al III 1855, 1863 (Å) salma çizgilerine eşlik eden bölgede görülür. Soğurma çizgilerinin genişliği gazın

yoğunluğu, örtme faktörü ve gazın içerisindeki partiküllerin kinematik hareketlerine bağlıdır.

Geniş soğurma çizgilerinin tipik üç özelliği vardır. 1) Soğurma çizgileri kuazar tayfında moröte bölgede (Ultraviolet; UV) baskın olmak üzere X ışınlarında da görülür. Bu bölgelerin merkeze yakınlıkları göz önüne alındığında, SKK'yı çevreleyen yığılma diskinden dışa doğru madde çıkışları ile ilişkilendirilir [7]. 2) Soğurma çizgisi çoğunlukla maviye kaymıştır. Yani soğurma çizgisi, çizgi merkezine göre kısa dalga boyundadır. Bunun anlamı, soğurucu gazın, kuazardan gözlemciye doğru hareket ettiğiidir. 3) Soğurma çizgileri çok yüksek hızlara sahiptir. Hızları, ışık hızı ile kıyaslanabilecek kadar büyüktür ($0.1c - 0.3c$) [8]; [14] 4) Soğurmaya neden olan soğurucu bulutlar, ılık ($\sim 10^6$ K) ve son derece iyonize yapılardır [15].

Geniş soğurma çizgilerinin sıralanan bu özellikleri rüzgar mekanizmasına işaret etmektedir. Bu nedenle, bu süreç kuazar rüzgarları olarak adlandırılır. Rüzgarlar, merkezi bölgeden yaklaşık 10 ila 100 ışık günü uzaklıkta meydana gelen iyonize yapılardır [16]. Bu rüzgarlar, radyasyon ve gaz basıncının bir kombinasyonu ile ivmelenirler [17] ve oldukça hızlı yapılardır. Şimdiye kadar yapılan gözlemler sonucu en hızlı rüzgar, Rogerson vd. (2016) [14] tarafından SDSS J023011.28 + 005913.6 kuazarında keşfedilmiştir. C IV soğurma çizgisinden tespit edilen rüzgar hızı 60.000 kms^{-1} dir.

Kuazar rüzgarları, yapısı ve özellikleri nedeniyle barınak gökada üzerinde bazı önemli etkilere sahiptir. Birçok çalışmada rüzgarların, dışa doğru ısı ve materyal taşıma yoluyla barınak gökadada yıldız oluşumu ve kara delik büyümesi üzerine etkileri tartışılmaktadır [18]; [19]. Rüzgar yapılarının dinamiğinin anlaşılması, AGÇ'lerin yapısının anlaşılması ve modellenebilmesine imkan sağlayacaktır.

Kuazar rüzgarları bu kadar önemli ise neden kuazarların çok az bir kısmında görülür? Gerçekte her kuazarın rüzgar yapısı içerdiği ancak bakış doğrultusunda olduğu durumda tespit edilebildiği sonucuna ulaşılmıştır [20]. İlk kez Filiz Ak vd. (2012) [20] tarafından sunulan çalışma ile soğurma çizgilerinin zaman içerisinde kaybolabildiği kanıtlanmıştır. Filiz Ak vd. (2012) [20], SDSS veri tabanından seçilen 582 BAL kuazarı, istatistiksel yöntemlerle incelemiş ve yalnızca 21 kuazarda C IV BAL yapılarının kaybolduğunu

belirlemiştir. Bu veriler, C IV geniş soğurma çizgilerinin yalnızca $\sim \%2.3$ 'ünün kaybolma davranışı gösterdiğine işaret etmektedir. Bu çalışma, rüzgar yapılarının bakış doğrultusuna bağlı olarak gözlenebilirlik özelliği için doğrudan sunulan ilk gözlemsel kanıttır.

1.3. Sloan Dijital Gökyüzü Taraması (SDSS)

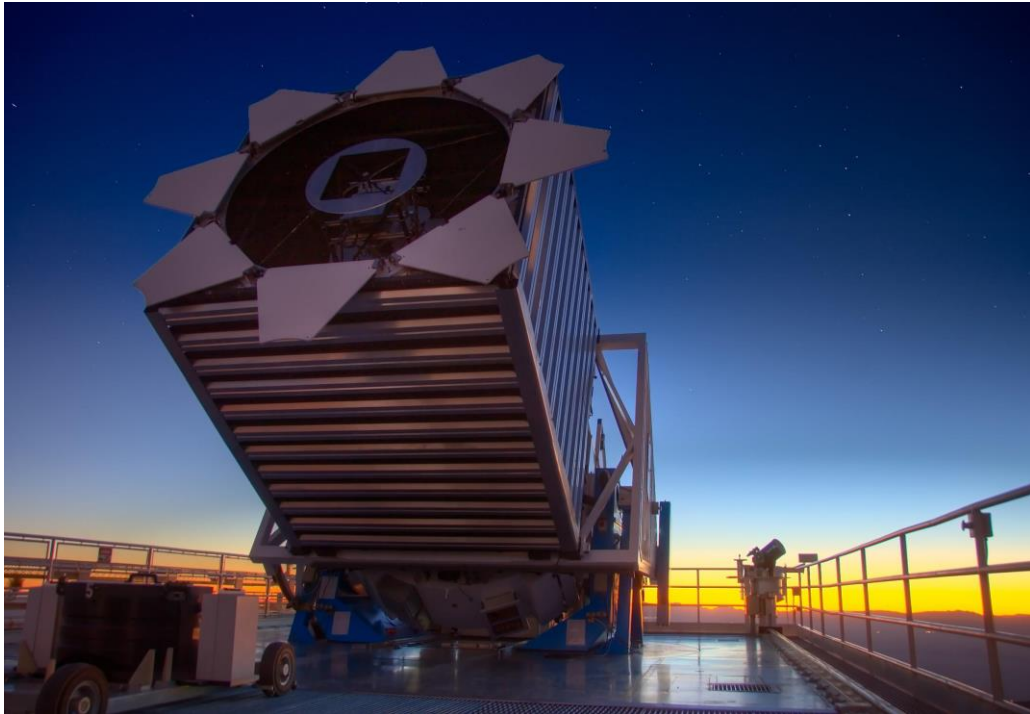
Sloan Dijital Gökyüzü Taraması (SDSS [21]), 2000-20008 yılları arasında SDSS-I ve II olarak gökyüzünü taramıştır. SDSS gözlemlerinde, Amerika'nın New Mexico eyaletinde bulunan Apache Point Gözlemevi'ndeki 2.5 m ayna çaplı (bakınız şekil 1.4.), f/5 odak oranına sahip Ritchey-Chretien alt-azimut teleskobu kullanılmaktadır [22]. Teleskop, beş filterde (u, g, r, i, z) gözlem yapmak üzere fotometrik kamera ve 3800 – 9200 (Å) dalgaboyu aralığında fiber beslemeli, 1500 – 3000 çözünürlüklü tayfçeker ile donatılmıştır [23]. SDSS ile bugüne kadar gökyüzünde yaklaşık 10000 deg^2 lik bir alandan, 1.5 milyondan fazla gökada, kuazar ve yıldız tayfı alınmıştır.

SDSS-II'nin tamamlanmasının ardından teleskop üçüncü nesil SDSS (SDSS-III) olarak yeniden şekillendirilmiştir [24]. SDSS-III'de her biri farklı bilimsel amaca odaklanan dört farklı tarama programı ile iş birliği yapılmıştır; BOSS, SEGUE-2, APOGEE ve MARVELs. BOSS'da kullanılmak üzere yeni çok-nesne fiber beslemeli tayfçeker yapılmış ve dalga boyu aralığı 3650 – 10400 (Å)'a genişletilmiştir. BOSS (Baryon Oscillation Spectroscopic Survey) tarama programı, baryon akustik salınımlarını ölçmek ve uzun zaman ölçeklerinde kuazar rüzgarlarının dinamiğini araştırmak için görevlendirilmiştir.

SDSS gibi büyük araştırmalardan elde edilen veriler, bilinen BAL kuazar sayılarını büyük ölçüde arttırmıştır. Kuazarların değişim karakteristiğini araştırmak için uzun zaman ölçeklerinde alınan tayflara ihtiyaç duyulmaktadır. Tayfsal gözlemlerin tekrarlanması, bu kaynakların değişim karakteristiğini incelemek için eşsiz bir fırsat sunmaktadır. Çünkü örneklem büyüklüğü ve SDSS verilerinin homojenliği, çizgi değişkenliğinin hassas ölçümlerini mümkün kılar [25].

SDSS verileri, kuazar çalışmalarını, Büyük Patlama'dan (Big Bang) sonraki ilk milyar yıllara kadar genişleterek, kara deliklerin hızlı bir şekilde büyümesini ve yeniden iyonlaşma (reionization) döneminin son aşamalarını haritalandırmıştır.

Bu tez çalışmasında incelenen tayflar, çok nesneli SDSS-RM (reverberation mapping; RM) projesinin bir parçası olarak gözlenen kuazara ait tayflardır. SDSS teleskobu ve BOSS tayfçekeri kullanılarak 1 Ocak – 3 Temmuz 2014 tarihleri arasında 849 kuazar gözlenmiş ve her birinin 32 adet tayfı elde edilmiştir. Tayf gözlemleri arasında ortalama dört gün zaman farkı bulunmaktadır. BOSS tayfçekeri, 2.5 derece çaplı görüş alanına (Field of view; FOV) sahiptir ve 3650 – 10400 ($\text{\AA}$) dalga boyu aralığında tayfsal çözünürlüğü (R) ~ 2000 'dir. Çünkü SDSS – RM projesi için oldukça hassas spektrofotometrik kalibrasyonlara ihtiyaç duyulur. Veriler, ayrıca eş zamanlı standart yıldız gözlemlerini kullanan geliştirilmiş bir akı kalibrasyon yöntemi kullanılarak işlenmiştir (Bakınız [26] Bölüm 3.3 ve 3.4).



Şekil 1.4. SDSS 2.5 m ayna çaplı Ritchey-Chrétien teleskobu

1.4. Soğurma Çizgilerinin Değişim Karakteristiği

Rüzgarlar hakkında daha detaylı bilgiler elde etmenin bir yolu, kuazar tayflarında görülen ve rüzgarların belirteci olan soğurma çizgilerinin incelenmesidir [12]. Soğurma çizgileri hakkında elde edilmiş bilgiler, rüzgarla taşınan soğurucu maddenin fiziksel parametrelerinin (çizgi derinliği, genişliği ya da hız profili) zamanla güçlü değişimler gösterdiğine işaret etmektedir [27]; [25]; [20]; [28]; [29]. Bu değişimler, BAL kuazarların karakteristik bir özelliğidir.

Literatürde yer alan ve kuazar rüzgar yapılarının değişimlerini inceleyen çalışmalar ele alındığında iki temel yöntem öne çıkmaktadır. Bu yöntemlerden ilki, çok sayıda kuazarın sistematik olarak elde edilmiş gözlemlerinin, istatistiksel yaklaşımlar kullanılarak incelenmesidir. Bu yöntem izlenerek yapılan çok sayıda çalışma, hem kuazarlar hem de rüzgar yapıları hakkında ilk bilgilerin elde edilmesini sağlamıştır [30]; [27]; [31]; [25]; [32]. İkinci yöntem, yalnızca bir veya birkaç kuazarın çok sayıda gözleminin incelenmesine dayanır [32]; [33]; [34]. İkinci yöntemde, zamana bağlı güçlü değişim gösteren rüzgara sahip bir ya da birkaç kuazarın, kısa aralıklarla alınmış gözlemlerin analizi, değişimlerin karakteristiği hakkında bilgi sağlar.

Her iki yöntemin de güçlü ve zayıf yanları vardır. İlk yöntemin avantajı, verilerin alınması için uzun zamana ihtiyaç duyulmamasıdır. Ancak, çok sayıda kaynağın verilerinin standart olması için benzer gözlem ekipmanlarının ve analizlerinin kullanılması gerekir. İlk yöntem, ikinci yöntemdeki gibi nesneler hakkında uzun zaman aralıklı gözlemler içermediğinden detaylı bilgiler sunmaz. İkinci yöntemde, bir ya da birkaç nesnenin aynı gözlem ekipmanı ile uzun süreli gözlemleri, incelenen nesneler hakkında ayrıntılı bilgiler elde edilmesini sağlar. Ancak bu yöntemde tüm gözlemlerin standartlaştırılmış analizlerden geçirilmesi, analizlerden kaynaklı olabilecek hatalardan arındırılması ve birbiri ile kıyaslanabilecek hale gelmesi gerekmektedir. Bu iki yöntem kullanılarak günümüze kadar yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 1.1.'de gösterilmiştir.

SDSS öncesi soğurma çizgilerinde değişim üzerine ilk çalışmalardan biri Smith&Penston (1988) [30] tarafından yapılmıştır. Bu çalışma, QSO Q1426 – 057'nin 2 – 7 yıl ara ile alınmış üç gözleminden oluşuyordu. İlk kez çok sayıda nesneye ait

istatistiksel BAL değişimi çalışması Barlow (1994) [31] tarafından yapılmıştır. Barlow (1994) [31], C IV, NV, Si IV ve Al III geniş soğurma çizgilerini içeren, her biri iki gözleme sahip 23 BAL kuazarın, yıllara uzanan zaman aralığında değişen gözlemlerini incelemiştir. Capellupo vd (2011) [35] çalışmaları ise, C IV ve Si IV soğurma çizgilerinin değişim karakteristiği üzerine istatistiksel bilgiler sunmaktadır. Capellupo ve arkadaşları inceledikleri 24 kuazarın, 4 – 9 ay ile 3.8 – 8.7 yıl arası değişen gözlemlerinden elde edilen sonuçlar: 1) Yüksek hızlı ve çizgi derinliği fazla olmayan C IV soğurmaları daha çok değişim göstermektedir [35]. 2) Zayıf Si IV soğurmaları, C IV soğurma çizgilerine oranla daha fazla değişmektedir.

Tablo 1.1. Literatürdeki BAL Kuazar çalışmalarının özeti.

Referans Çalışma	Kuazar Sayısı	Zaman aralığı (yıl)	Kuazar Başına Gözlem Sayısı
Smith&Penston (1988)	1	2 – 7	3
Barlow (1992)	1	1.4	4
Barlow (1994)	23	0.2 – 1.2	2 – 6
Lundgren vd. (2007)	29	0.04 – 0.4	2 – 3
Gibson vd. (2008)	13	3.06 – 6.1	2
Gibson vd. (2010)	14	0.04 – 6.8	2 – 4
Capellupo vd. (2011, 2012, 2013)	24	0.02 – 8.7	2 – 13
Vivek vd. (2012)	5	0.012 – 5	4 – 14
Filiz Ak vd. (2012)	19	1.1 – 3.9	2 – 4
Filiz Ak vd. (2013)	291	0.0006 – 3.7	2 – 12
Grier vd. (2015)	1	0.003 – 0.3376	32

SDSS ile birlikte tek bir nesneye ait çok sayıda gözlemler elde edilebildiğinden, rüzgar yapıları hakkında geniş kapsamlı çalışmaları, ikinci yöntemi kullanarak da araştırmak mümkündür. Bu yöntem ile SDSS verileri kullanılarak Grier vd. (2015) [34] tarafından yapılan çalışmada, SDSS J141007.74 + 541203.3 kuazarında C IV'e ait soğurma

çizgilerini incelenmiş ancak, çalışmalarında profil değişimi bulunamamıştır. Ayrıca, soğurma çizgilerinin koordineli değişimlerini incelenememiştir. Bu tez çalışılmasında J1419 kuazarından elde edilen veriler, C IV soğurma çizgilerinin birbirleri arasında koordineli değişimin yanı sıra, Grier vd. (2015) [34] çalışmasında sunulmayan, C IV ve Si IV soğurma çizgilerinin birbirleri ile eş zamanlı değişimlerini inceleme olanağı da sağlamaktadır.

1.4.1. Soğurma Çizgilerinin Değişim Mekanizmaları

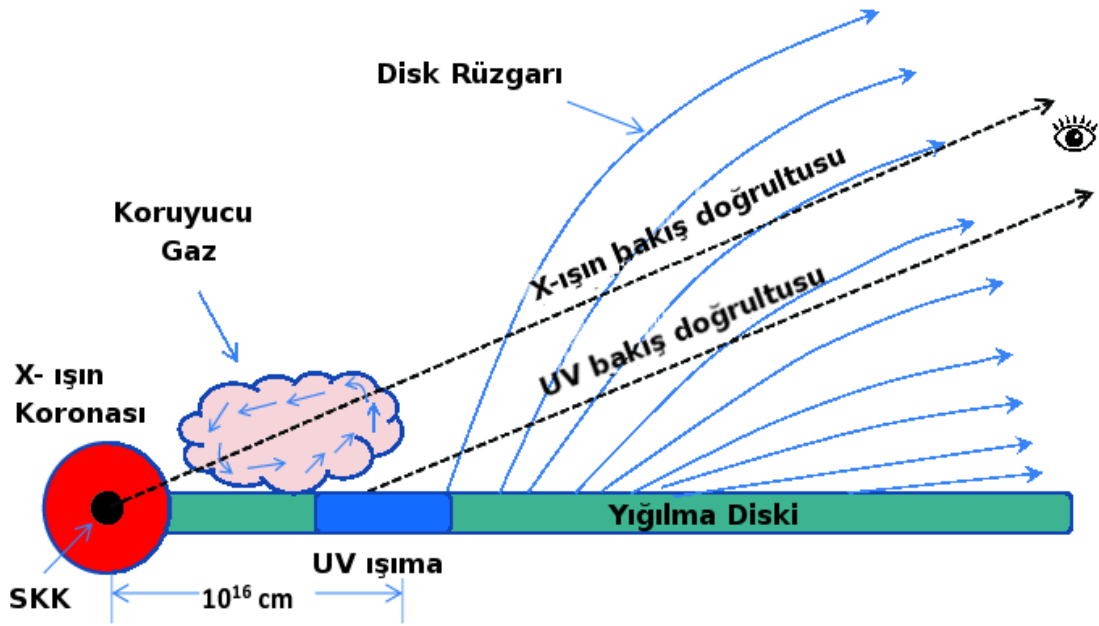
Soğurma çizgileri neden değişim gösterir? SKK çevreleyen yığılma diski üzerindeki soğurucu gaz, gözlenen değişimin nedeni olabilir mi? Söz konusu gazın, bakış doğrultumuz içerisinde bir hareketi olduğunu düşünelim. Böyle bir durumda hareketi takip edecek şekilde sürekli ışınlam daha az veya daha fazla örtülecektir. Bu durumda soğurma çizgilerinde EW, derinlik ve hız profili değişiklik gösterebilir. Burada, hızlı hareket eden maddenin hızlı değişmesi beklenir. Örneğin, yüksek hızlarda olan madde, sürekli ışınlamı daha az örter ve daha düşük optik derinliğe sahip olur [35].

Işınlam kaynağının akısının değişmesi BAL değişimlerini tetikliyor olabilir mi? Soğurucu gaz, uzak mor öte akı tarafından fotoiyonize edilir. Soğurucu gazın hareketinin sabit olduğunu varsayarak sürekli akı şiddetinde dalgalanmalar meydana geldiğini düşünelim. Bu durumda dışarı doğru akan gazın iyonizasyonunda bir değişiklik de olacaktır [36]. Bu durumda da geniş soğurma çizgilerinde şiddet değişimi beklenir. Soğurucu gazın iyonizasyon seviyesinde meydana gelen bir değişim optik derinliğin değişimine sebep olacaktır [35].

Sürekli ışınlam kaynağı ya da soğurucu bulutlardan bağımsız bir değişim etkeni olabilir mi? Literatürde koruyucu bir gazın varlığını öneren çalışmalar mevcuttur [16]; [37]. Koruyucu gazın, sürekli ışınlam kaynağı ile soğurucu bulut arasında, bulutun, yüksek enerjili ışınlam tarafından tamamen iyonize olmasına engel olduğu ileri sürülür. Değişim, koruyucu gazın bulunduğu küçük yarıçaplarda dahili gaz hareketleri ve/veya yığılma diski dönmesiyle ortaya çıkabilir. Koruyucu gazın kolon yoğunluğundaki değişiklikler, soğurucu gaza ulaşan EUV/X ışını radyasyonunun seviyesini artırabilir veya azaltabilir. Buna karşın, farklı hızlardaki soğurma bileşenlerinin iyonlaşma seviyesi birlikte yükselebilir veya düşebilir. Bu değişim koordineli olmalıdır.

Şekil 1.5.'de koruyucu gazın etkisi senaryosunu verilmektedir. Koruyucu gazın değişimi, soğurucu bulutların iyonizasyon seviyelerinin değişmesini tetikleyerek, BAL değişimlerine neden olabilir.

Soğurma çizgilerinde gözlenen değişimlerinin nedeni tam olarak ortaya konulamamış olsa da bu mekanizmalar üzerinde tartışılmaktadır. Bu mekanizmalardan biri veya birkaçının/hepsinin birleşimi, değişimin altında yatan esas neden olabilir. Değişimler, soğurucu bölgenin fiziksel özelliklerinin saptanmasında güçlü bir araç olarak kullanılabilir. Soğurma çizgilerinin zamana bağlı değişiminin incelenmesiyle rüzgarların dinamiği, fiziksel yapısı, konumu ve enerji kaynaklarının anlaşılması çalışılmaktadır [30]; [27]; [25]; [36], [38]; [39].



Şekil 1.5. Yığılma diski ve rüzgar yapı modeli. Yığılma diski üzerinde ivmelendirilen rüzgarlar, merkezden $10^{16} - 10^{17}$ cm uzaklıklarda konumlanır. Süper kütleli kara delik etrafındaki X ışını koronası ve soğurucu yapılar arasında koruyucu gaz bulunur. Koruyucu gaz, çekirdeğin EUV ve X ışınımını bloke eder ve rüzgarın tamamen iyonize olmasını önler.

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. J1419 Kuazarının Seçimi

Kuazar rüzgarlarının tayftaki işaretçisi olan geniş soğurma çizgilerindeki değişimler, rüzgarlarının dinamiği hakkında ayrıntılı bilgiler sağlama kapasitesine sahiptir. Gözlenen değişimlerin tüm karakter özelliklerini ortaya çıkartabilmek için çok uzun zaman ölçekli değişimlerin yanı sıra, çok kısa zaman ölçekli değişimlerin incelenmesi gerekir.

Kısa zaman ölçekli değişimlerin incelenmesi için seçilecek hedef kuazarın sık aralıklarla elde edilmiş çok sayıda tayfsal gözleminin bulunması gereklidir. Bu çalışmaya uygun bir hedef cismin seçimi için SDSS DR12 kuazar katalogu (DR12Q; [39]) incelenmiştir. DR12Q kataloğunda, 297301 kuazarın tayflarına ve tayflardan elde edilmiş parametrelere dair bilgiler bulunmaktadır. Katalog içerisinde listelenmiş kuazarlar arasından, bu çalışmaya en uygun cismi seçmek için aşağıda listelenen kriterler oluşturulmuştur.

- a) BAL yapılarının kısa zaman ölçekli değişimin incelenmesi için hedef olarak seçilecek cismin SDSS tayfında, C IV ve Si IV çizgilerinin gözlenebiliyor olması gereklidir. Kuazarların uzaklıkları nedeniyle, gözlenen tayflarında kozmolojik kırmızıya kayma etkisi gözlenir. Bu etki, Hubble yasasında belirtildiği şekli ile uzak cisimlerin yayınladıkları fotonların, genişleyen uzayda daha uzun süre yol almasından kaynaklanır. Bu sebeple, cisimden yayınlanan ışığın dalga boyu, evrenin genişlemesi nedeniyle uzar. Bu prensip, bir uzaklık tayin etme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Gözlenen bir tayf çizgisinin, laboratuvar dalga boyu bilindiğinde,

$$\frac{\lambda_{gözlenen}}{\lambda_{laboratuvar}} = 1 + z \quad (2.1)$$

denklemleri kullanılarak z değeri elde edilir.

Bu çalışmada belirlenecek kriterde Denklem 2.1, uzaklığı (yani z değeri) bilinen cisimler için, laboratuvar dalga boyu 1550 (Å) olan C IV çizgisinin (ve Si IV 1400 (Å) çizgisinin) gözlenen dalga boyu değerinin hesaplanmasında kullanılır. SDSS tayf çekerinin gözlenebilen dalga boyu aralıkları ile kıyaslandığında, hedef cismin z değeri için oluşturulan kriter hesaplanır.

SDSS tayf çeker, 3650 – 10400 (Å) dalga boyu aralığında veri elde edebilir. C IV ve Si IV elementlerine ait soğurma çizgilerinin genellikle 1250 ila 1550 (Å) aralığında görüldüğü dikkate alındığında, bu bölgenin SDSS tayf çeker tarafından gözlenebildiği z değer aralığı 1.92 ila 5.7 olarak elde edilir. Tayfların uç kısımlarındaki düşük hassasiyet dikkate alındığında, seçilecek hedef cismin z değerinin 1.89'dan büyük olması kriteri oluşturulmuş olur. SDSS DR12Q kataloğunda, hesaplandıktan sonra görsel doğrulamadan geçirilmiş z değeri (z_{VI}) dikkate alınarak seçim kriteri $z_{VI} > 1.89$ şeklinde alınmıştır. Bu kritere göre, DR12Q'da yer alan 297 301 kuazar arasından 205 495 aday bulunmuştur.

- b) BAL yapılarının incelenebilmesi için, seçilecek hedef cismin tayfında en az bir tane BAL bulunmuş olması gerekir. Geniş soğurma çizgilerinin BAL olarak nitelendirilebilmesi için, en az 2000 kms⁻¹'lik bir genişliğe sahip olması gerekir. BAL bulundurma kriteri olarak tanımlanan BI (Balnicity index;BI. Bakınız [40],[12]) parametresinin sıfırdan büyük olması gereklidir. İlk kriter ile birlikte bu kriteri de sağlayan cisimlerin sayısı 14018 olarak bulunmuştur.
- c) Sık aralıklarla elde edilmiş çok sayıda gözlemi bulunan kuazarları ayırmak için, gözlenmiş tayf sayısı 28'den fazla olan cisimler aranmıştır (NSPEC_BOSS>28). Bu sınır değerden daha az tayf sayısına sahip kuazarlar DR12 kataloğunda 10 civarındadır. Bu tayf sayı kısa zaman ölçeklerindeki değişimi incelemek için oldukça azdır. İlk üç kriteri sağlayan 32 örneklem elde edilmiştir.

- d) BAL yapılarındaki değişimlerin incelenebilmesi için, tayfların düşük sinyal değeri nedeniyle yüksek gürültü tarafından sönümlenmemesi gerekmektedir. Tayf çizgilerinin incelenebilecek kalitede olması için, elde edilen tüm tayflarında sinyal gürültü oranının (S/N) değeri 5 ve daha büyük olan örnekler aranmıştır. SDSS DR12Q kataloğunda yer alan kuazarların tayflarından elde edilen S/N ölçümleri ortalama 3.7'dir. S/N kriteri için alt limit belirlenirken, mümkün olduğunca yüksek kaliteye sahip ve mümkün olduğunca çok sayıda kuazarın seçilmesi hedeflenmiştir. Yukarıdaki kriterlerin tamamını sağlayan 14 kuazar elde edilmiştir.

Bu çalışmaya en uygun hedef kuazarın seçilmesi için ortaya konan kriterlerin tamamını sağlayan 14 kuazara ait bilgiler Tablo 2.1.'de yer almaktadır. Hedef cisim örnekleme içerisinde yer alan bu 14 kuazarın her biri, kısa zaman ölçeklerinde BAL yapılarının değişiminin incelenmesi için uygun niteliklerdedir. Örneklem içerisinde yer alan cisimlerden en ideal olanını seçmek için, SDSS tayfları üzerinde görsel kıyaslamalar yapılmıştır.

J1419'un bu çalışma için hedef cisim olarak seçilmesinin iki temel nedeni vardır: İlk neden, J1419'un tayfında C IV elementine üç adet ve Si IV elementine ait bir adet soğurma yapısının olmasıdır. Bu soğurma yapılarının değişim karakteristiklerinin incelenmesi, koordineli değişimlerin olup olmadığının sorgulanmasına izin verecek niteliktedir.

İkinci neden, J1419 kuazarının BAL yapılarının kaybolma ve yeniden ortaya çıkma davranışı gösterdiğine dair izler taşımasıdır. BAL yapılarının kaybolması ya da ortaya çıkması daha önce gözlenmiş olmasına karşın, çok sık rastlanmayan bir özelliktir. Filiz Ak vd. (2012) [20], SDSS veri tabanından seçilen gözlem aralığı 1.1 ila 3.9 yıl olan 582 BAL kuazarı incelemiştir, $1.9 < z < 4.5$ ve yalnızca 21 kuazarda C IV BAL yapılarının kaybolduğunu belirlenmiştir. Bu veriler, C IV geniş soğurma çizgilerinin yalnızca $\sim \% 2.3$ oranında kaybolma davranışı gösterdiğine işaret etmektedir. McGraw vd. (2017) [41] BAL yapılarının ortaya çıkması üzerine yaptıkları çalışmalarında, Filiz Ak vd. (2012)'de [20] elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak kaybolma oranının $\sim \% 2.3$, yeniden ortaya çıkma oranının $\sim \% 3$, olduğunu tespit etmiştir. Hem kaybolma hem de ortaya çıkma davranışının kaydedildiği kuazarların sayısı ise sadece bir kaç tanedir (örneğin; J130542.35 + 462503.4 kuazarı). J1419'u özel kılan en önemli

ayrıntı ise kaybolma ve ortaya çıkma davranışının birkaç kez tekrar ettiğine dair izler taşımaktadır.

Tablo 2.1. Tüm kriterlere uygun belirlenen 14 kuazara ait veriler.

SDSS Adı	Plate	MJD	Fiber	z
140554.87+530323.7	7339	56799	520	2,72
140931.89+532302.4	7339	56799	579	2,42
141007.72+541203.6	7339	56772	545	2,34
141421.54+522940.2	7339	56799	266	2,04
141648.26+542901.2	7339	56715	827	2,18
141935.58+525710.9	7339	56722	147	3,22
141955.28+522741.4	7340	56837	125	2,14
142014.84+533609.3	7339	56772	866	2,01
142129.40+522752.1	7339	56799	62	3,21
142225.03+535901.9	7339	56782	943	2,69
142306.04+531529.2	7340	56837	978	2,47
142404.66+532949.6	7339	56799	990	2,76
142419.17+531750.8	7339	56772	972	2,53
142422.50+525903.3	7339	56799	18	2,14

2.2. Tayfların Elde Edilmesi

SDSS veri tabanında galaksiler, kuazarlar ve yıldızlara ait toplam 4.266.444 tayf bulunmaktadır. Yalnızca kuazarlara ait bilgilerin bulunduğu DR12Q kataloğunda, tayfsal gözlemlerinin başladığı 2000 yılından Temmuz 2014'e kadar elde edilmiş olan tüm optik tayf verileri yer almaktadır. SDSS veri tabanı, hem çok sayıda cisme ait gözlemsel verileri hem de gözlemsel verilerin otomatik analizlerinden elde edilmiş ön bulguları içerdiğinden oldukça geniştir. Böylesine geniş bir veri tabanından istenen bilgilerin elde edilmesi için kısaca SQL olarak isimlendirilen “Search Query Language” ile yazılan kodlar kullanılır. SDSS veri tabanında yer alan tayflar arasından J1419 kuazarına ait olanların bulunması ve uygun formatta indirilmesi gereklidir. SDSS tarafından

gözlenmiş bir optik tayfı elde edebilmek için üç anahtar parametrenin bilinmesi gerekir; Plate, MJD ve FiberID. Çoklu obje tayf gözlem yönetimini kullanan SDSS, gökyüzünü küçük bölgelere ayırmış ve bu bölgeleri Plate anahtar parametresi ile numaralandırmıştır. Her bir bölgenin iz düşüm görüntüsü, Plate adı verilen metal plakalar üzerine aktarılmış ve her bir cismin karşılık geldiği noktaya fiber optik kablo girişi için delikler açılmıştır. MJD parametresi ise tayfsal gözlemin elde edildiği tarihi, modifiye edilmiş Jülyen günü cinsinden vermektedir. FiberID parametresi ise her bir Plate üzerinde, gözlenen cisimlere karşılık gelen fiber-optik kablo deliklerinin numarasını temsil etmektedir.

Tablo 2.2. Hedef kuazarın SDSS veri tabanından elde edilen 32 tayfına ait gözlem verileri.

MJD	Plate	Fiber
56397	6717	302
56449	7031	434
56660	7338	101
56664	7338	107
56683	7339	102
56686	7339	106
56697	7339	110
56715	7339	110
56720	7339	102
56722	7339	104
56726	7339	101
56739	7339	102
56745	7339	101
56747	7339	102
56749	7339	102
56751	7339	108
56755	7339	108
56768	7339	108
56772	7339	106
56780	7339	122
56782	7339	106
56783	7339	106
56795	7339	106
56799	7339	106
56804	7339	106
56808	7339	106
56813	7339	106
56825	7340	125
56829	7340	125
56833	7340	125
56837	7340	125

Uygun aramalar sonucunda, J1419 kuzarına ait 32 optik tayfın SDSS veri tabanında yer aldığı bulunmuş ve Plate-MJD-FiberID anahtarları kullanılarak her bir tayf, veri tabanından ayıklanmıştır. Tayflara ait bilgiler, Tablo 2.2.'de verilmektedir.

2.3. Tayfların Hazırlanması

SDSS tarafından elde edilen ham gözlemler, yine SDSS ekibi tarafından hazırlanmış otomatik ön indirgeme rutinlerine tabii tutulur. Ham verinin indirgenmesi için hazırlanan bu rutinler, Aihara vd. (2011) [42] tarafından ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Ancak ön indirgeme aşamasını tamamlamış olan tayfların analizlere hazır hale gelmesi için gözlemsel ve kozmolojik etkilerden arındırılması ve kuazar uzayına dönüştürülmesi gerekmektedir.

2.3.1. Galaktik ve Kozmolojik Düzeltme

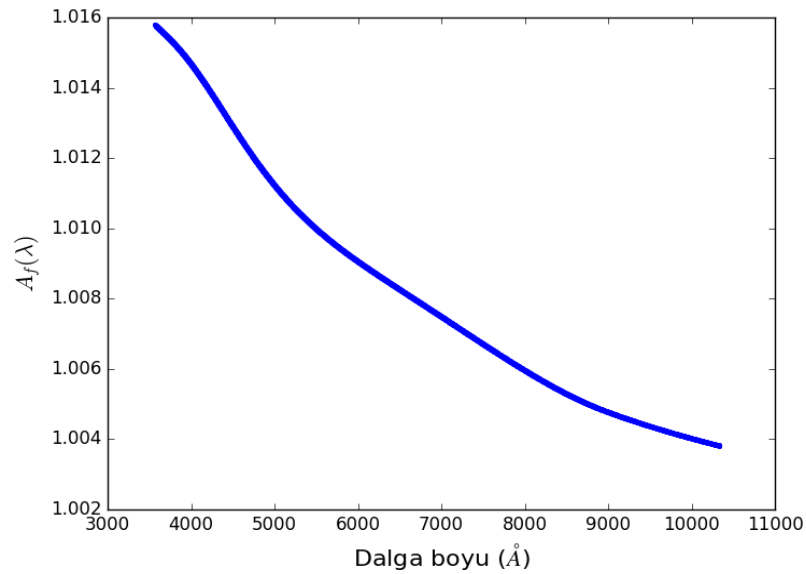
Kuazar tarafından üretilen fotonlar, yer üzerindeki gözlemciye ulaşmaya kadar uzun bir yolculuk yapmaktadır. Bu yolculuğun bir kısmı da Samanyolu gökadasının içinde geçmektedir. Samanyolu içerisinde bulunan gaz ve toz yapıları, ışığın hem saçılmasına hem de bir kısmının soğurulup uzun dalga boylarında yeniden salınmasına yol açarlar. Işığın saçılma ve soğurulma miktarı, dalga boyuna bağlı olarak değişir. Bu etkinin elde edilen gözlemlerden arındırılması için Samanyolu'nun sönümleme modeli ve ışığın geldiği doğrultudaki gaz ve toz yapısı dikkate alınmalıdır.

Gözlenen bir cismin, her bir dalga boyu değerinde ölçülen akı üzerindeki sönümleme etkisi $A_f(\lambda) = 10^{0.4(A(\lambda))}$ ile hesaplanır. Burada $A_f(\lambda)$ tüm dalga boylarında akıdaki sönümlemeyi, $A(\lambda)$ ise akı üzerindeki sönümlemeyi verir. Akı üzerindeki sönümlemenin hesabı,

$$\langle A(\lambda) \rangle = A_v \left[a(x) + \frac{b(x)}{R_v} \right] \quad (2.2)$$

denklemini ile hesaplanır [44]. Denklemin ilk kısmındaki A_v ifadesi, bakış doğrultusundaki gaz ve tozun toplam sönümleme etkisini, ikinci kısımda yer alan $a(x)$ ve $b(x)$ parametreleri ise kullanılacak modeli temsil eder.

J1419'un tayflarını, Samanyolu kaynaklı sönümlleme etkisinden arındırabilmek için öncelikle Schlafly (2011) [43] çalışmasında verilen Samanyolu verilerinden uygun doğrultuda olanları dikkate alarak A_v değerlerini hesapladık. Diğer parametrelerin hesabı için $R_v=3.1$ kabulünü kullanarak Cardelli vd. (1989) [44] tarafından yayınlanan Samanyolu sönümlleme modelini dikkate aldık. Bu hesaplamalar sonunda elde edilen Samanyolu gökadasının, J1419 doğrultusundaki sönümlleme modelini elde etmiş olduk. Şekil 2.1. Samanyolu gökadasının J1419 doğrultusundaki sönümllemeden arındırma modelini, katsayı olarak vermektedir. Sönümlleme miktarı, verilen katsayının tersine eşittir. Elde edilen katsayı değeri, her bir dalga boyu için gözlenen akı ile çarpılarak sönümllemeden arındırılmış akı değerleri elde edilir.



Şekil 2.1. Samanyolu gökadasının J1419 doğrultusundaki sönümllemeden arındırma modeli. Dalga boyuna karşılık $A_f(\lambda)$ sönümlleme katsayısı grafiği. Sönümlleme kısa dalga boylarında daha fazladır [44].

Kuazar ışığının maruz kaldığı tek etki Gökadamızın sönümlleme etkisi değildir. Kuazardan gelen ışık, evrenin genişlemesine bağlı olarak akı yoğunluğunun azalması, dalga boyunun uzaması ve zaman aralığının uzaması etkilerine uğrar. Yayınlanan ışığın, kozmolojik etki olarak tanımlanan bu etkilerden arındırılabilmesi için z kırmızıya kayma parametresi kullanılır. DR12Q kataloğundan J1419 kuazarı için kırmızıya kayma

değeri $z = 2.14$ olarak verilmektedir.

J1419'un tayflarında verilen gözlenen akı yoğunluğu değerinin, kuazardan yayınlanan akı yoğunluğuna dönüştürülmesi için $F_\lambda(\lambda_0) = F_\lambda(\lambda_1) / (1 + z)^3$ denklemi kullanılır. Ancak, Bölüm 2.3.2'de anlatıldığı üzere, tayflar normalize edilerek kullanıldığından, akı yoğunluğu düzeltmesine ihtiyaç yoktur. Tayfların normalize edilmesi sırasında, kozmolojik etkiler de elimine edilmiş olmaktadır.

Tayfların dalga boylarındaki düzeltme işlemini gerçekleştirmek için gözlenen dalga boyu değerleri $(1 + z)$ 'ye bölünür. Elde edilen dalga boyları, kuazar uzayında yayınlanan dalga boylarına karşılık gelmektedir.

Evrenin genişlemesi, uzak bir cisimden alınan iki gözlem arasında geçen zamanın, olduğundan daha uzun ölçülmesine neden olmaktadır. İki gözlem arasında geçen süre içerisinde evren genişlemeye devam ettiğinden, ışığın gözlemciye ulaşmak için alması gereken yol uzamaktadır. Bu nedenle t_1 ve t_2 anlarında gözlenmiş iki olay arasındaki geçen zaman Δt kabul edildiğinde, Δt 'nin kuazar uzayındaki karşılığı şöyle elde edilir; gözlemcinin uzayında iki gözlem arasında geçen süre Δt_g ise kuazar referans çerçevesinde geçen süre $\Delta t = \Delta t_g / (1 + z)$ ile hesaplanır.

Yukarıda verilen ifadeler kullanılarak, gözlenen tayfların dalga boyları ve gözlemler arasında geçen süreler, kuazar referans çerçevesine dönüştürülmüştür. Çalışmanın sonraki aşamalarında, aksi belirtilmediği sürece, dalga boyu ifadesi kuazar referans çerçevesindeki dalga boyunu ve zaman aralığı ifadesi de kuazar referans çerçevesindeki zaman aralığı ifadesini işaret etmektedir.

2.3.2. Sürekli Tayfın Modellenmesi

SDSS tayflarında akı kalibrasyonu yapılmamıştır. Bu nedenle farklı zamanlarda elde edilmiş tayfsal veriler içerisinde gözlemsel etkiler bulunmaktadır. Gözlemin yapıldığı şartlara, gözlem zamanına ve gözlenen dalga boyuna bağlı olarak şiddeti değişen bu etki, ölçülen akı değerinde %10'luk bir hataya neden olabilmektedir [45]; [46].

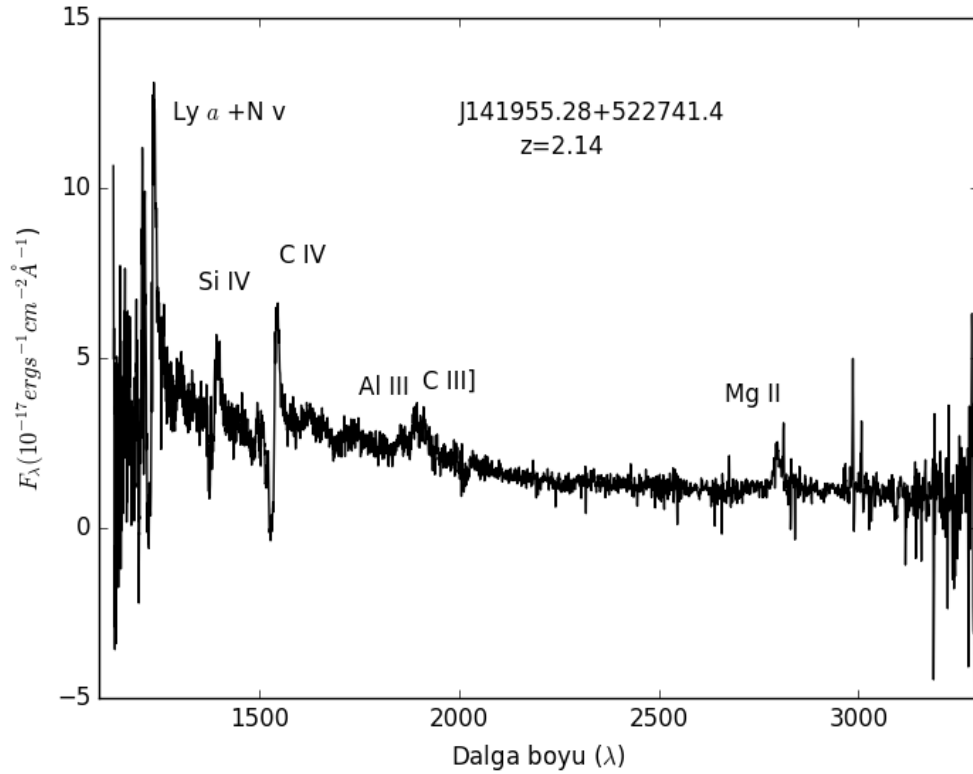
J1419 kuazarının ~ 140.1 güne yayılarak elde edilmiş tayflarının kıyaslanabilmesi için

bu gözlemsel etkilerden arındırılması gerekmektedir. Ancak, akı kalibrasyonunun geriye dönük olarak yapılabilmesi mümkün değildir. Bu nedenle her bir tayf, bağımsız olarak kendi sürekliliğine bölünerek normalize edilir. Normalizasyon işleminin yapılması ile tayflar, süreklilik içerisinde saklı olması muhtemel tüm etkilerden arındırılır. Şekil 2.2.'de J1419 kuazarının 32 tayfından biri olan MJD 56799'un gözlenen yani normalize edilmemiş tayfı verilmektedir.

Tayfların sürekliliğe bölünebilmesi için öncelikle sürekliliğin modellenmesi gereklidir. Bunun için salma ve soğurma çizgilerinden arındırılmış olan süreklilik bileşeninin ortaya çıkarılması önemlidir. J1419'un tayfları, tipik bir kuazar tayfında beklendiği gibi çok sayıda salma ve soğurma çizgileri içermektedir. Elde edilmek istenen süreklilik modelinde, salma ve soğurma çizgilerinin etkisini gidermek için çizgiler maskeleyme ile etkisiz hale getirilmelidir. Literatürde, BAL kuazarların süreklilik modellemesi yapan çalışmalar genellikle çizgisiz tayf bölgeleri belirleyerek, bu bölgeler dışındaki tayf bölgelerini maskeleymişlerdir. Bu çalışmada, Filiz Ak vd. (2012, 2013, 2014) [20]; [28]; [29] çalışmalarında tanımlanan çizgisiz tayf pencere (ÇTP) dikkate alınarak, altı maskelenmemiş pencere kullanılmıştır. Bu pencerelerin dalga boyu aralıkları; 1250 – 1350 (Å), 1700-1800 (Å), 1250 – 1350 (Å), 1700 – 1800 (Å), 1950 – 2200 (Å), 2650 – 2710 (Å), 2950 – 3700 (Å) ve 3950 – 4050 (Å) şeklindedir.

Güçlü salma ve soğurma çizgileri maskelense de daha az şiddetteki çizgilerin etkilerinden kaçınmak için “sigma-küçültme” (sigma-clipping) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, her bir veri noktasının modelden sapma miktarını sigma (σ) cinsinden hesaplar ve sapma miktarı 3σ 'dan büyük olan veri noktalarını, hesaplama dışında bırakır. J1419 tayf verileri üzerinde uygulanan bu yöntem genellikle üç ila dört iterasyonda tüm veri noktalarına 3σ 'dan daha yakın olan bir modele yaklaşır.

Kuazarların moröte dalga boyu tayflarında sürekliliğin belirlenmesi için en yaygın olarak kullanılan üç model vardır. Bunlar; yüksek dereceli polinom modeli [25], güç modeli [31]; [35];[47] ve öz soğurmalı güç modelidir [36]; [10]; [20]; [28]; [29]; [34]. Yüksek dereceli polinom yönteminde, tayfin gözlenen bölgesinde sürekliliğin elde edilmesi için üçüncü ya da daha yüksek dereceden polinom kullanılır. Bu modelde, elde edilen parametrelerin fiziksel bir karşılığı yoktur. Yalnızca, sürekliliğin ortaya çıkarılması amacıyla kullanılır.



Şekil 2.2. Normalize edilmemiş tayf. Şekilde en yüksek S/N değerine (8.89) sahip MJD 56799 tayf verilmektedir. Yatay eksen dalga boyu, dikey eksen akı yoğunluğunu vermektedir.

Kuazar tayflarının moröte bölgedeki sürekliliği, genellikle $f_\lambda \propto \lambda^\alpha$ güç kanunu ile tanımlanmaktadır [48]; [7]. Bu yöntemle elde edilen model parametrelerinden α , tayfsal indeksi tanımlar. Bu model, kuazarın öz soğurmasını dikkate almaz.

Kuazar tayfında güç kanundan sapmaya neden olan, kuazar civarında bulunan soğurucu gaz ve tozun varlığıdır [48]. Öz soğurmalı güç yasası modelinde, sürekliliği ifade eden güç yasasına ek olarak kuazarın sönmüleyici gaz ve tozu da dikkate alınır. Öz soğurmalı güç modelinde, kuazarın öz soğurmasından kaynaklanan kızarma modelinin de bilinmesi gereklidir. Kuazar tayfındaki kızarma, en iyi Küçük Magellan Bulutu (Small Magellanic Cloud; SMC) modeli ile açıklanır. Pei (1992) [49], SMC benzeri kızarma modeli ve güç kanunu birleştirerek sürekliliği Denklem 2.3 ile ifade etmiştir.

$$f_\lambda = C\lambda^\alpha 10^{-[aE(B-V)\xi(\lambda)]} \quad (2.3)$$

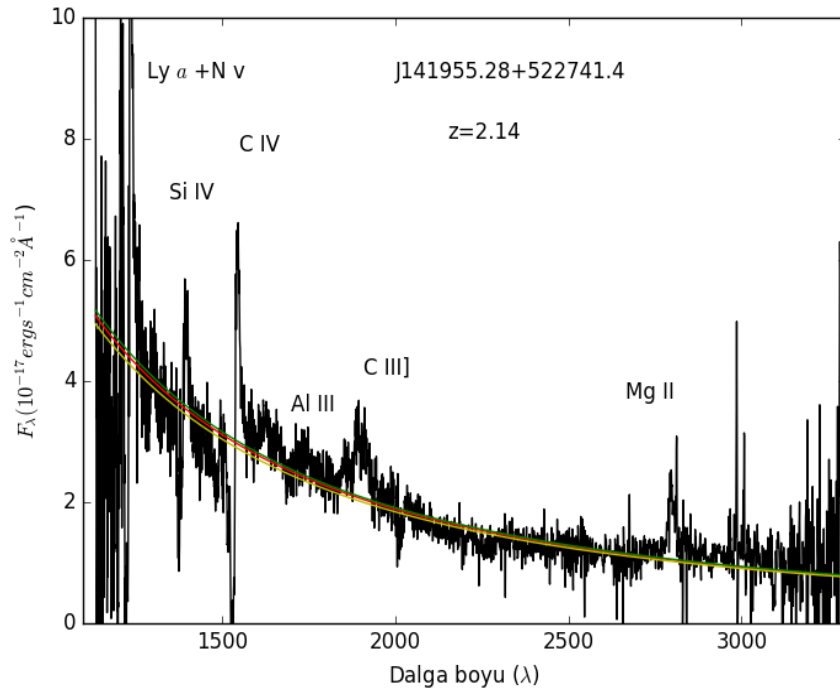
Denklem 2.3.'de C ve α , güç yasası sabitleridir. Denklemin ikinci kısmında ise öz soğurma parametreleri yer alır. Soğurma kat sayısı, $a = 0.4 (1 + R_v)$ şeklinde ifade edilir. Sönümlleme eğrisi parametresi $\xi(\lambda)$ ise, SMC benzeri sönümlleme modeli yaklaşımı ile Pei (1992) tarafından verilmiştir [49].

Süreklilik üzerine yapılan fitlerde, Denklem 2.3. ile verilen model kullanılarak C , α ve R_v parametreleri elde edilir. Ancak, bu üç parametrenin elde edilmesi dejeneratiftir yani modelin çözümü tek değildir. Bu nedenle elde edilen parametreler fiziksel yorumlama için kullanılmamaktadır [10]; [28].

Süreklilik modeli oluşturulurken, Python programlama dili içerisinde bulunan *scipy.optimize.curve_fit* rutini kullanılmıştır. Bu rutinde yapılan iteratif yaklaşımlar ile C katsayısı, güç yasası tayfsal indeksi α ve soğurma katsayısı R_v elde edilmiştir. Elde edilen süreklilik modelinin güven aralığının maksimum ve minimum limitleri, 1σ yani %68.3 güven aralığında hesaplanmıştır (Bakınız [50] Bölüm 15.6.5.). Elde edilen bu değerler, standart hata olarak dikkate alınmıştır.

Modellerin oluşturulmasında sistematik hata hesaplanması yapılmamıştır. Sistematik hatalar, standart hatalardan farklı olarak kullanılan yönteme ve seçilen parametrelere bağlıdır. Örneğin, süreklilik modelleri oluşturulurken tanımlanan pencerelerin seçiminin sistematik hataya katkısı vardır. Sistematik hatalar ölçüm sonuçlarında yanlışlık oluştururken standart hatalar yanlışlık oluşturmaz. Bu çalışmada elde edilen standart hatalar, beklenen sistematik hatalara kıyasla oldukça yüksektir. Bu nedenle, süreklilik modellerinin güven aralığı göz önüne alınarak yalnızca standart hata hesaplanmıştır [20].

Şekil 2.3.'de J1419'a ait SDSS tayflarından en yüksek S/N değerine sahip MJD 56799 tayfı için elde edilen süreklilik modeli gösterilmektedir. Şekilde; kırmızı çizgi süreklilik eğrisini, yeşil çizgi maksimum üst limiti ve sarı çizgi minimum alt limiti vermektedir.



Şekil 2.3. Süreklilik modeli yapılmış MJD 56799 tayfı. Şekilde yatay ekseninde dalga boyu, dikey ekseninde akı yoğunluğunu verilmektedir. Tayf boyunca verilen renkli süreklilik modelinin güven aralığını belirtmektedir. Kırmızı çizgi süreklilik modelini, yeşil çizgi maksimum süreklilik modelini, sarı çizgi ise minimum süreklilik modelini göstermektedir.

2.3.3. Salma Çizgilerinin Modellenmesi

Kuazar tayfında maviye kaymış olarak görülen geniş soğurma çizgileri, sıklıkla geniş salma çizgileri ile üst üste binmiş halde bulunur. Özellikle, soğurma çizgilerinin daha düşük hızlara sahip olan kırmızı tarafı salma çizgisine karışabilir. Bu durum, salma ve soğurma çizgilerinin belirlenmesini, şiddetlerinin ölçümünü ve değişimlerin ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır. Şekil 2.3.'de verilen J1419'un tayfında, C IV salma çizgisinin kırmızı tarafı belirgin bir şekilde görülürken sol tarafı, düşük hızlı soğurma çizgisi ile üst üste binmiş haldedir. Salma çizgilerinin bu görüntüsü, yıldız tayflarında rüzgar belirteci olan P Cygni profiline benzerlik göstermektedir. Ancak, yıldız tayflarından farklı olarak kuazar salma çizgilerinin birden fazla bileşeni bulunmaktadır.

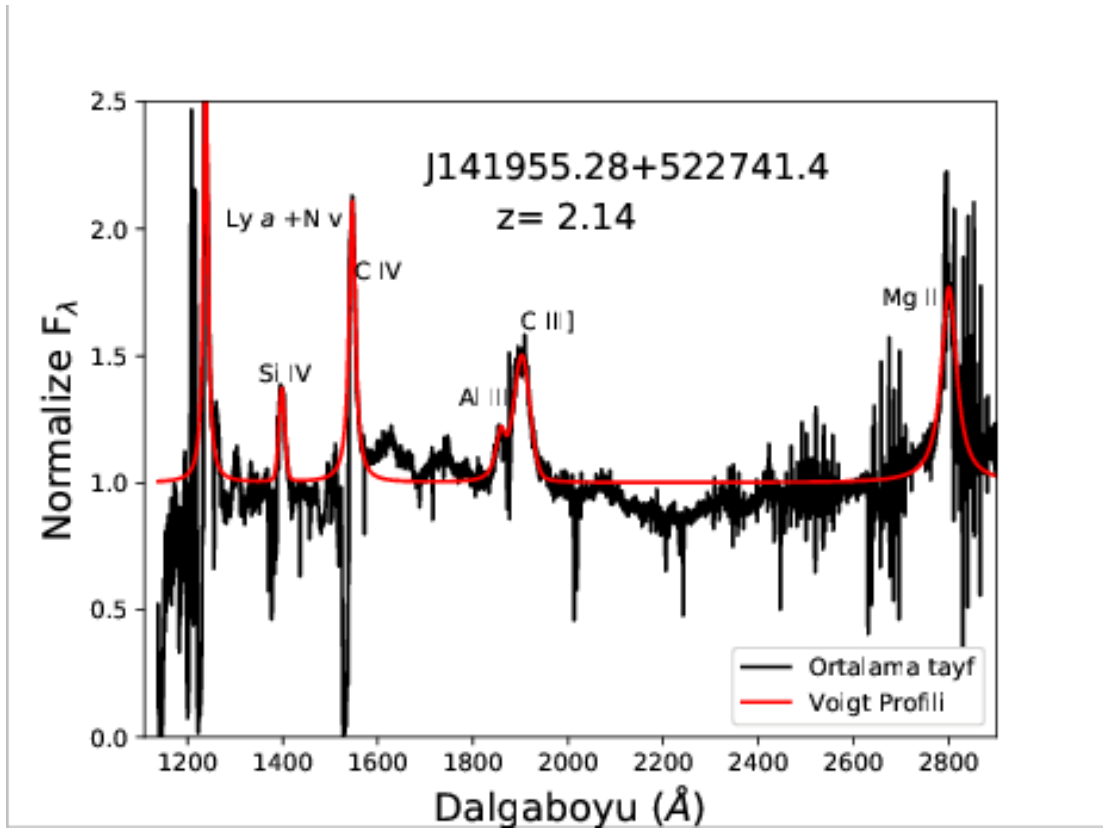
Salma ve soğurma çizgilerinin iç içe geçmesi sorununu ortadan kaldırılabilmek için izlenecek en iyi yöntemlerden biri, yarım görünür halde bulunan salma çizgilerinin modellenmesidir.

Kuazarların tayfında görülen salma çizgilerini en iyi temsil edecek modeller için literatürde üç profil kullanılmaktadır: (1) Double-Gauss [41] (2) Voigt [36] ve (3) Gauss-Hermite [52] profili. Bu çalışmada, dikkate alınan Ly_{α} (1215 Å), Si IV (1400 Å), C IV (1550 Å), AlIII (1855 Å), CIII (1908 Å) ve MgII (2797 Å) salma çizgileri modellenmiştir. C IV salma çizgisi temel alınarak, verilen profillerin her üçü için de modellemeler yapılmış ve en iyi uyum sağlayan profil belirlenmiştir.

Salma çizgisinin modellenmesi için, ilk adım olarak salma çizgisinin soğurma çizgisi ile üst üste gelen bölgesi maskelenerek, kalan kısım üzerine sırasıyla çift Gauss, Voigt ve Gauss Hermite profilleri karşılaştırılmıştır. Çakıştırma sırasında, her bir veri noktasının hatası dikkate alındı ve Bölüm 2.3.2’de anlatılan sigma küçültme iterasyonu yapılmıştır. Sonuç olarak elde edilen modeller ile maskelenmiş tayf arasında uyumluluk testleri yapılmıştır. J1419’un C IV salma çizgisi için (ayrıca benzer olarak tüm diğer salma çizgileri için) en iyi uyum (diğer bir ifade ile en küçük ki-kare değeri) Voigt profili ile elde edilmiştir. Bu nedenle, tüm salma çizgileri Voigt profili kullanılarak modellenmiştir.

Şekil 2.4.’de J1419’un süreklilik normalizasyonu yapılmış tayfı üzerinde Ly_{α} (1215 Å), Si IV (1400 Å), C IV (1550 Å), AlIII (1855 Å), CIII (1908 Å) ve MgII (2797 Å) salma çizgileri modelleri gösterilmiştir. Şekilde gösterilen tayf, gözlenen 32 tayfin ortalaması ile elde edilen tayftır ve bu tayfin hesaplanması Bölüm 2.3.4.’de anlatılmıştır.

Hazırlanan salma çizgisi modellerinin hataları, 1σ değeri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Süreklilik ve salma etkilerinden arındırılmış tayfların elde edilebilmesi için gözlenen tayflar, süreklilik modeline olduğu gibi salma modeline de bölünmektedir. Bu işlem sonucunda elde edilen soğurma tayflarının hatası, süreklilik ve salma modellerinde elde edilen standart hataların yayılımının hesaplanması ile belirlenmiştir.



Şekil 2.4. Süreklilik ve Voigt salma modelleri yapılmış ortalama tayf. Şekilde yatay eksen dalga boyunu, dikey eksen normalize akı yoğunluğunu gösterir.

2.3.4. Ortalama ve RMS Tayf

Çok sayıda gözlemin ortalama tayfinin alınması, her bir tayf içerisinde yer alması olası olan gözlemsel etkilerini azaltarak, tüm tayflarda ortak görülen fiziksel bileşenlerin etkisini arttırmaktadır. Ortalama tayfların incelenmesi, tayfin gerçek bileşenlerinin belirlenmesi için önemlidir.

J1419 kuazarının 32 gözleminden bir ortalama tayfinin hesaplanmasında, her bir dalga boyu değerine karşılık gelen 32 veri noktasının ortalama değeri alınmaktadır. Ancak, tayfların başlangıç ve bitiş dalga boyları birbirinden farklıdır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için, tüm tayflarda ölçüm yapılan en küçük ve en büyük dalga boyu değerleri sırasıyla, ilk ve sonuncu veri noktası olarak alınmıştır. Bu işlemin ardından, tüm gözlemlerde verisi bulunan her bir dalga boyu için 32 akı yoğunluğu değeri (hataları ile beraber) elde edilmiştir. Bu değerlerin ortalaması (mean) hesaplanarak, J1419'un ortalama tayfı elde edilmiştir. Şekil 2.4.'de elde edilen ortalama tayf gösterilmiştir.

Ortalama tayfin hatası, 32 tayfin hatalarının yayılım hesabı ile yapılmıştır. RMS tayf olarak tanımlanan karekök ortalama (Root mean square; RMS) tayfı ise her bir tayfta aynı olan veri noktaları için sıfır (ya da sıfıra çok yakın) değerler verirken, değişimin güçlü olduğu bölgelerde görece yüksek değerler almaktadır. Peterson vd. (2004) [53] tarafından tanımlanan RMS tayfı, Denklem 2.4. ile elde edilmektedir.

$$S_{\lambda} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (F_{i(\lambda)} - (F_{\lambda}(ort))^2} \quad (2.4)$$

Denklem 2.4., toplam tayf sayısı N olmak üzere, $F_{i(\lambda)}$, i'inci tayfin akısı ve $F_{\lambda}(ort)$ N tane tayftan hesaplanan ortalama akı değeridir.

J1419'un C IV ve Si IV bölgesi için hesaplanan ortalama ve RMS tayfları Şekil 2.5.'de gösterilmiştir.

2.4. Soğurma Çizgilerinin Tespiti

Geleneksel tanıma göre, geniş soğurma çizgilerinin "BAL" olarak tanımlanabilmesi için, sürekliliğin en az %10 altına düşen soğurma yapılarının, genişliğinin de en az 2000 km/s olması gerekir [12]. J1419 kuazarının tayflarında bu tanımlamaya uyan BAL yapılarının belirlenebilmesi için ilk olarak yüksek gürültünün veri-yumuşatma yaklaşımı (smoothing) ile düşürülmesi ve ikinci olarak da dalga boyu uzayının hız uzayına çevrilmesi gerekmektedir.

Gürültünün yüksek olduğu kuazar tayflarında, BAL tespiti yapılmadan önce veri yumuşatma yapılması sıklıkla başvurulmuş bir yöntemdir [25]; [36]; [10]. Bu çalışmada, "Savitzky – Golay" algoritması göz önüne alınarak gürültüye bağlı dalgalanmaları yumuşatacak fakat, küçük değişimleri koruyacak şekilde veri yumuşatma tekniği kullanılmıştır. Ölçümlerde ek hataların oluşmasından kaçınmak için yumuşatılmış tayflar sadece soğurma çizgilerinin tespitinde kullanılmıştır. Çizgilere ait parametrelerin hesaplanmasında normalize edilmiş tayflar dikkate alınmıştır.

BAL'ların, yüksek hızlardaki rüzgarın gelen ışığı soğurmasından kaynaklandığı düşünülürse, soğurma çizgi bölgelerinin hız uzayına dönüştürülmesi gerekmektedir. Her

element için hız uzayına dönüşüm farklı hesaplanmaktadır. Örneğin, C IV elementi için hız uzayına dönüşüm Denklem 2.5. ile yapılmaktadır.

$$\frac{V}{c} = \frac{R^2 - 1}{R^2 + 1} \quad (2.5)$$

Burada $R = \lambda/\lambda_{\text{lab}}$ ile tanımlanır. λ , kozmolojik düzeltme yapıldıktan sonra elde edilen dalga boyu ve λ_{lab} ise ilgili elemente ait salma çizgisinin laboratuvar dalga boyudur. λ_{lab} değeri, C IV için 1549 (Å) (C IV salma çizgisinin merkezi dalga boyu), Si IV için 1400 (Å) (Si IV salma çizgisinin merkezi dalga boyu) karşılık gelmektedir.

Weyman vd. (1991) [12], ilk BAL tanımlamasını yaptığında, soğurma çizgilerinin aranacağı hız bölgesinin sınırlarını -25000 kms^{-1} ila -3000 kms^{-1} olarak tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre BAL yapıları, salma çizgisinin mavi tarafındadır (yani negatif hız bölgesi; gözlemciye yaklaşan hızlar). Hız bölgesinin sınırları, tayf üzerinde bulunan salma çizgileri ile iç içe geçmiş olması olası BAL yapılarını hesaba katmamaktadır. Hız sınırları, C IV salma çizgisinden yeterince uzak (-3000 kms^{-1}) başlayan ve 1400 (Å)'da yer alan Si IV çizgisine (-25000 kms^{-1}) yaklaşmadan sona eren BAL yapılarını belirleyebilmek için konulmuştur. Bu çalışmada, C IV ve Si IV salma çizgileri modellenerek tayftan elimine edildiğinden, klasik tanımlamada verilen hız sınırlarının dışına çıkılabilmektedir. Hall vd. (2013) [54] çalışmasında, kırmızıya kaymış BAL yapılarının $+15000 \text{ kms}^{-1}$ hızlara kadar ulaşabildiği bulunmuştur. Rogerson vd. (2016) [14] çalışmasında ise BAL yapılarının 60000 kms^{-1} hızlarda bulunabildiği görülmüştür. Bu çalışmalarda elde edilen veriler dikkate alındığında, BAL yapılarının belirlenebileceği bölgeye herhangi bir hız sınırı koymaya gerek görülmemiştir.

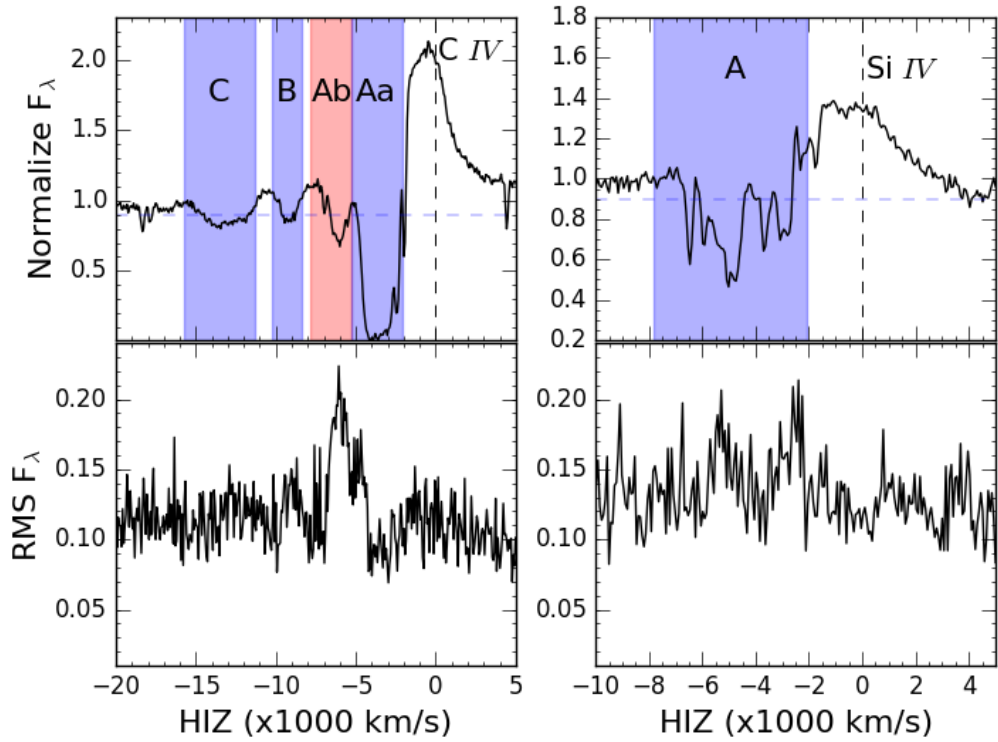
Yukarıda verilen tanımlamalar izlenerek, normalize edilmiş süreklilik seviyesinin %10 altına inebilecek kadar derin ve genişliği en az 2000 kms^{-1} olan soğurma çizgileri aranmış ve gözle yapılan teyit ardından bu yapılar BAL olarak nitelendirilmiştir.

J1419 tayfında C IV elementine bulunan üç bağımsız BAL yapısı sırasıyla; C IV soğurma çizgisi A (CSA; -7800 ila -2000 kms^{-1} aralığında), C IV soğurma çizgisi B (CSB; -10200 ila -8300 kms^{-1} aralığında) ve C IV soğurma çizgisi C (CSC; -15600 ila -11200 kms^{-1} aralığında) şeklinde isimlendirilmiştir. Kuazar

tayflarında tespit edilen BAL yapıları, karakterleri gereği güçlü değişimler gösterdiğinden kimi zaman zayıflamış hatta yok olmuş görülürken kimi zaman da birden fazla bileşene ayrılmış olarak bulunabilirler. Buna benzer bir durum CSA için tespit edilmiştir. CSA, gözlenen bazı tayfalarda iki ayrı BAL olarak tespit edilmiştir. Bu nedenle derinliğin en düşük olduğu nokta sınır kabul edilerek, CSAb ve CSAa şeklinde iki bileşen olarak ele alınması uygun görülmüştür. Şekil 2.5'in sol panelinde, ortalama tayf üzerinde CSAb, CSAa, CSB ve CSC yapıları gösterilmektedir. Sol altta bulunan panel ise bu bölgelerde değişimin ne denli güçlü olduğunu gösteren RMS tayfına yer vermektedir.

C IV elementine ait BAL yapılarına sıklıkla diğer elementlere ait BAL yapılarının eşlik ettiği gözlenmiştir [29]. Bu yapıların aranması için, örneğin, Si IV salma çizgisine göre benzer hız aralığında bulunan soğurma yapıları aranmaktadır. J1419 kuazarının tayfında, Si IV elementine ait bir BAL yapısı tespit edilmiş ve kısaca SSA olarak isimlendirilmiştir. SSA, C IV bölgesinde yer alan CSA ile benzeşik hızlara sahiptir. Benzeşik hızlar, her iki soğurma çizgisinin de aynı soğurucu kaynak tarafından oluşturulduğunu göstermektedir. Şekil 2.5'in sağ panelinde, SSA soğurma yapısı ortalama ve RMS tayflar üzerinde gösterilmektedir.

J1419 tayflarında, Ly_{α} , N V, Al III ve Mg II bölgelerinde de BAL yapıları aranmıştır. Ancak Ly_{α} ve N V bölgelerinin çok gürültülü ve güçlü salma çizgileri ile bezeli olması nedeniyle, bu alanlarda klasik tanımlamaya uyan bir BAL bulunamamıştır. Al III ve Mg II bölgelerinde de BAL yapısı tespit edilmemiştir.



Şekil 2.5. C IV ve Si IV soğurma çizgilerine ait normalize edilmiş ortalama tayf ve RMS tayfları. Şeklin sol tarafındaki paneller C IV, sağ tarafındaki paneller Si IV bölgesini göstermektedir. Soğurma çizgileri taralı alanlar ile işaretlenmiştir. Sol panelde, soldan sağa doğru sırasıyla CSC, CSB, CSAb ve CSAa soğurma çizgileri verilmiştir. Sağ panelde ise Si IV soğurma çizgisi (SSA) yer almaktadır. RMS tayfının dik çıkış sergilediği bölgeler, değişimin güçlü olduğu bölgeleri göstermektedir.

2.5. Çizgi Parametrelerinin Elde Edilmesi

BAL yapılarının şiddet değişimlerini ortaya koymak amacıyla bazı parametreler belirlenmiştir. Bu parametreler: 1) BAL hız genişliği (Δv), 2) Çizgi merkezinin hızı (v_{mer}), 3) Ortalama derinlik (d_{ort}), 4) Eşdeğer genişlik (EG), 5) Eşdeğer genişlik değişimi

BAL Hız Genişliği: Geniş soğurma çizgilerinin maksimum ve minimum hızları tayflarda farklılık göstermektedir. Maksimum ve minimum hız arasındaki farkı Δv ile Denklem 2.6'da verilmektedir. SDSS tayflarının dalga boyu değerlerinin hataları yer almaz. Hız duyarlılığı, dalga boyu değerine doğrudan bağlı olduğundan bu parametrenin hatası hesaplanmamıştır.

$$\Delta v = v_{max} - v_{min} \quad (2.6)$$

Çizgi Merkezinin Hızı (v_{mer}): BAL yapılarının merkezi hızlarını bulmak için tanımlanan parametre, çizgilerdeki olası asimetriyi de dikkate alarak tanımlanmıştır. Soğurma çizgilerindeki veri noktalarının hızlarının ortalamasıdır. Ancak bu noktalar, normalize edilmiş süreklilik seviyesinden uzaklıkları ile ağırlıklandırılır. Yani, uzaklığı fazla olan veri noktasının hızının, ortalama hıza katkısı daha büyüktür. BAL hız genişliğine benzer olarak, merkezi hız parametresi için de hata hesabı yapılmamıştır.

Ortalama Çizgi Derinliği (d_{ort}) ve Hatası: BAL yapılarının derinliğini belirlemek amacıyla tanımlanan bu parametrede, ortalama derinlik dikkate alınmıştır. Bunun için soğurma çizgilerindeki her verinin normalize edilmiş süreklilik seviyesine olan uzaklığının ortalaması alınmıştır. d_{ort} parametresinin hatası olan $\sigma_{d_{ort}}$, hesaba katkısı olan veri noktalarının hatalarının yayılımından bulunur (Bakınız Denklem 2.7 ve 2.8)

$$d_{ort} = \sum_i^N F(n)_i \quad (2.7)$$

$$\sigma_{d_{ort}} = \frac{1}{N} \sum_i^N \sigma_{F(n)_i} \quad (2.8)$$

Eşdeğer Genişlik (EG) ve Hatası (σ_{EW}) : eşdeğer genişlik, tayf çizgilerinin alanı ile aynı alana sahip olan ve yüksekliği bir birim kabul edilen dikdörtgenin genişliğine karşılık gelen bir tanımlamadır. Tayf çizgilerinin analizinde sıklıkla kullanılan bu parametre, normalize edilmiş tayflar için Denklem 2.9’da verildiği gibidir.

$$EG = \sum_i^n (1 - R_i) \Delta \lambda_i \quad (2.9)$$

Burada $R_i = F_i/F_c$ olmak üzere, BAL sınırları içerisinde bulunan herhangi bir noktanın normalize edilmiş akı yoğunluğu değerine karşılık gelir. $\Delta \lambda_i$ ise ardışık iki dalga boyu değeri arasındaki farkı ifade eder. Eşdeğer genişlik parametresinin hata hesabında hem her bir veri noktasının ölçüm hatası hem de süreklilik ifadesinin hata hesabı dikkate alınmalıdır. Hata hesabı için dikkate alınan denklem şöyle verilebilir,

$$\alpha_{EG}^2 = \left[\frac{\sigma_{F_c}}{F_c} \sum_i \frac{B_i F_i}{F_c} \right]^2 + \sum_i \left(\frac{B_i \sigma_{F_i}}{F_c} \right)^2 \quad (2.10)$$

Burada F_i , i . veri için akı yoğunluğu, F_c süreklilik akı yoğunluğu, σF_i her bir veri noktasının hatası, σF_c sürekliliğin hatasıdır.

Eşdeğer genişliğin değişimi ve hatası: İki farklı tayf verisinden elde edilen eşdeğer genişliklerin değişimleri $\Delta EG = EG_2 - EG_1$ ile hesaplanır. Bu parametrenin hatası ise $\sigma_{\Delta EG}^2 = \sigma_{EG_1}^2 + \sigma_{EG_2}^2$ şeklinde iki ölçümün hatalarının yayılımı ile hesaplanır. Burada, EG_1 ve EG_2 ardışık iki gözlem için soğurma çizgilerinin EG ölçümleri iken, σ_{EG_1} ve σ_{EG_2} bu soğurma çizgilerine ait hesaplanan EG ölçümünün hata değerleridir.

J1419 kuazarında tespit edilen CSA, CSB, CSC ve SSA BAL yapılarının yukarıda tanımlanan parametre ölçümleri yapılarak, 32 tayf üzerinde elde edilen sonuçlar Tablo 2.3.'de listelenmiştir. Tabloda CSAb ve CSAa bileşenlerine de ayrı ayrı yer verilmiştir. Ayrıca, Tablo 2.4.'de C IV ve Si IV soğurma çizgilerinin EG, d_{ort} ve v_{mer} parametrelerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verilmiştir.

Tablo 2.3. Tüm BAL yapılarının hesaplanan çizgi parametreleri ve hataları. Negatif EG değerleri soğurma çizgisinin süreklilik seviyesinin üzerinde çıktığı bölgelere aittir.

		CSAa		
MJD (gün)	t (gün)	EG (Å)	d_{ort}	v_{mer} kms ⁻¹
56397	0.0	5.40±0.29	0.41±0.03	-6638
56449	16.6	3.45±0.29	0.29±0.03	-6581
56660	83.8	4.99±0.25	0.42±0.03	-6664
56664	85.0	5.20±0.34	0.40±0.04	-6554
56683	91.1	3.82±0.25	0.32±0.03	-6593
56686	92.0	3.70±0.26	0.30±0.03	-6602
56697	95.5	3.18±0.21	0.27±0.02	-6603
56715	101.3	2.68±0.20	0.20±0.02	-6547
56717	101.9	2.12±0.22	0.21±0.02	-6576
56720	102.9	1.36±0.22	0.15±0.02	-6550
56722	103.5	1.18±0.19	0.12±0.01	-6542
56726	104.8	1.59±0.20	0.17±0.02	-6547
56739	108.9	1.46±0.24	0.16±0.02	-6556
56745	110.8	1.08±0.21	0.14±0.02	-6533
56747	111.5	0.97±0.22	0.13±0.02	-6566
56749	112.1	0.60±0.20	0.10±0.01	-6524
56751	112.7	0.58±0.21	0.12±0.01	-6527
56755	114.0	-0.09±0.27	0.08±0.02	-6517
56768	118.2	2.22±0.17	0.20±0.02	-6572
56772	119.4	1.99±0.22	0.17±0.02	-6570
56780	122.0	2.48±0.20	0.24±0.02	-6573
56782	122.6	2.96±0.20	0.26±0.02	-6600
56783	122.9	2.76±0.22	0.27±0.02	-6600
56795	126.7	0.98±0.25	0.12±0.01	-6557
56799	128.0	1.13±0.18	0.12±0.01	-6548
56804	129.6	0.26±0.26	0.11±0.01	-6545
56808	130.9	2.47±0.25	0.20±0.02	-6543
56813	132.5	2.92±0.23	0.26±0.03	-6594
56825	136.3	3.07±0.21	0.26±0.03	-6600
56829	137.6	3.25±0.21	0.30±0.02	-6615
56833	138.9	3.16±0.21	0.27±0.02	-6613
56837	140.1	2.72±0.18	0.24±0.02	-6576

Tablo 2.3. (devam)

		CSAb		
MJD (gün)	t (gün)	EG (Å)	d_{ort}	v_{mer} kms ⁻¹
56397	0.0	13.35±0.31	0,83±0,04	-2991
56449	16.6	13.14±0.29	0,81±0,04	-3190
56660	83.8	12.74±0.26	0,81±0,03	-3163
56664	85.0	12.98±0.36	0,81±0,04	-3104
56683	91.1	13.22±0.26	0,82±0,04	-3064
56686	92.0	13.06±0.27	0,81±0,04	-3179
56697	95.5	12.48±0.22	0,79±0,04	-3275
56715	101.3	12.60±0.20	0,78±0,04	-3287
56717	101.9	12.30±0.24	0,75±0,04	-3321
56720	102.9	12.44±0.21	0,77±0,04	-3459
56722	103.5	12.15±0.19	0,75±0,04	-3457
56726	104.8	12.20±0.20	0,76±0,04	-3471
56739	108.9	12.39±0.25	0,79±0,04	-3373
56745	110.8	11.81±0.22	0,75±0,04	-3456
56747	111.5	11.92±0.22	0,74±0,04	-3489
56749	112.1	11.32±0.20	0,70±0,04	-3527
56751	112.7	12.22±0.22	0,75±0,04	-3408
56755	114.0	11.81±0.27	0,73±0,04	-3593
56768	118.2	12.55±0.16	0,76±0,04	-3294
56772	119.4	12.56±0.23	0,78±0,04	-3312
56780	122.0	12.40±0.21	0,77±0,04	-3302
56782	122.6	12.79±0.20	0,79±0,04	-3284
56783	122.9	12.93±0.22	0,78±0,04	-3311
56795	126.7	12.36±0.25	0,76±0,04	-3373
56799	128.0	12.23±0.17	0,75±0,04	-3502
56804	129.6	11.64±0.26	0,74±0,04	-3531
56808	130.9	12.07±0.25	0,73±0,04	-3436
56813	132.5	12.42±0.24	0,75±0,04	-3243
56825	136.3	13.04±0.21	0,80±0,04	-3170
56829	137.6	12.06±0.23	0,73±0,04	-3368
56833	138.9	12.78±0.21	0,77±0,04	-3390
56837	140.1	12.57±0.18	0,78±0,04	-3246

Tablo 2.3. (devam)

		CSB		
MJD (gün)	t (gün)	EG (Å)	d_{ort}	v_{mer} kms ⁻¹
56397	0.0	1,42±0,28	0,20±0,04	-9280
56449	16.6	0,61±0,27	0,17±0,03	-9288
56660	83.8	1,24±0,23	0,20±0,03	-9245
56664	85.0	2,56±0,31	0,26±0,03	-9306
56683	91.1	1,39±0,23	0,19±0,02	-9271
56686	92.0	1,55±0,24	0,19±0,03	-9277
56697	95.5	1,25±0,19	0,18±0,02	-9285
56715	101.3	1,06±0,19	0,15±0,02	-9258
56717	101.9	0,58±0,20	0,16±0,03	-9268
56720	102.9	0,70±0,20	0,13±0,02	-9291
56722	103.5	0,26±0,17	0,09±0,01	-9289
56726	104.8	0,81±0,18	0,15±0,02	-9282
56739	108.9	0,63±0,22	0,13±0,02	-9292
56745	110.8	-0,17±0,20	0,10±0,02	-9284
56747	111.5	0,40±0,20	0,10±0,02	-9280
56749	112.1	-0,20±0,18	0,07±0,02	-9278
56751	112.7	0,50±0,19	0,09±0,02	-9286
56755	114.0	0,06±0,24	0,08±0,01	-9277
56768	118.2	1,01±0,15	0,13±0,02	-9263
56772	119.4	0,85±0,20	0,14±0,02	-9296
56780	122.0	1,06±0,18	0,14±0,02	-9278
56782	122.6	0,59±0,18	0,14±0,02	-9275
56783	122.9	1,10±0,19	0,13±0,02	-9293
56795	126.7	1,02±0,22	0,15±0,02	-9302
56799	128.0	0,20±0,16	0,09±0,01	-9284
56804	129.6	-0,09±0,23	0,07±0,01	-9303
56808	130.9	0,80±0,22	0,14±0,02	-9300
56813	132.5	1,31±0,21	0,18±0,02	-9292
56825	136.3	1,68±0,19	0,20±0,02	-9259
56829	137.6	0,58±0,20	0,11±0,02	-9271
56833	138.9	1,01±0,19	0,14±0,02	-9280
56837	140.1	1,55±0,16	0,16±0,02	-9263

Tablo 2.3. (devam)

		CSC		
MJD (gün)	t (gün)	EG (Å)	d_{ort}	v_{mer} kms ⁻¹
56397	0.0	5,48±0,40	0,27±0,02	-13513
56449	16.6	4,13±0,38	0,22±0,01	-13477
56660	83.8	4,98±0,34	0,24±0,01	-13496
56664	85.0	5,40±0,46	0,26±0,02	-13496
56683	91.1	3,61±0,34	0,20±0,01	-13456
56686	92.0	3,44±0,35	0,18±0,01	-13524
56697	95.5	3,44±0,28	0,17±0,01	-13434
56715	101.3	2,67±0,27	0,14±0,01	-13458
56717	101.9	2,34±0,30	0,15±0,01	-13471
56720	102.9	2,55±0,28	0,16±0,01	-13468
56722	103.5	1,51±0,25	0,11±0,01	-13475
56726	104.8	2,80±0,27	0,15±0,01	-13454
56739	108.9	2,73±0,32	0,15±0,01	-13444
56745	110.8	1,43±0,29	0,12±0,01	-13462
56747	111.5	1,15±0,29	0,11±0,01	-13471
56749	112.1	2,01±0,26	0,12±0,01	-13488
56751	112.7	1,74±0,28	0,12±0,01	-13457
56755	114.0	0,76±0,35	0,11±0,01	-13480
56768	118.2	3,12±0,22	0,16±0,01	-13445
56772	119.4	3,24±0,29	0,17±0,01	-13469
56780	122.0	3,11±0,27	0,17±0,01	-13448
56782	122.6	3,31±0,26	0,17±0,01	-13433
56783	122.9	3,56±0,28	0,20±0,01	-13467
56795	126.7	1,59±0,33	0,11±0,01	-13453
56799	128.0	2,06±0,23	0,11±0,01	-13472
56804	129.6	1,86±0,33	0,14±0,01	-13458
56808	130.9	2,48±0,33	0,15±0,01	-13454
56813	132.5	3,85±0,31	0,21±0,01	-13445
56825	136.3	3,60±0,28	0,18±0,01	-13498
56829	137.6	2,64±0,28	0,16±0,01	-13484
56833	138.9	3,06±0,28	0,16±0,01	-13478
56837	140.1	3,05±0,24	0,16±0,01	-13465

Tablo 2.3. (devam)

		SSA		
MJD (gün)	t (gün)	EG (Å)	d_{ort}	v_{mer} kms ⁻¹
56397	0.0	7,17±0,46	0,35±0,03	-4941
56449	16.6	5,89±0,44	0,32±0,03	-5022
56660	83.8	7,24±0,40	0,33±0,03	-5018
56664	85.0	7,59±0,54	0,37±0,02	-5017
56683	91.1	7,69±0,40	0,35±0,02	-4996
56686	92.0	6,93±0,41	0,34±0,02	-4969
56697	95.5	5,17±0,33	0,25±0,02	-4950
56715	101.3	4,41±0,32	0,26±0,02	-4991
56720	102.9	4,68±0,37	0,24±0,02	-4907
56722	103.5	4,59±0,33	0,25±0,02	-4989
56726	104.8	4,35±0,28	0,22±0,02	-4959
56739	108.9	4,22±0,30	0,21±0,02	-4961
56745	110.8	4,30±0,36	0,24±0,02	-4955
56747	111.5	3,44±0,34	0,20±0,02	-4920
56749	112.1	3,26±0,33	0,22±0,02	-4937
56751	112.7	3,31±0,30	0,19±0,02	-4918
56755	114.0	2,71±0,32	0,18±0,02	-4921
56768	118.2	2,20±0,39	0,20±0,02	-4947
56772	119.4	4,26±0,26	0,20±0,02	-4946
56780	122.0	4,21±0,35	0,25±0,02	-4912
56782	122.6	5,25±0,32	0,26±0,02	-5032
56783	122.9	5,08±0,31	0,25±0,02	-4971
56795	126.7	4,96±0,32	0,29±0,02	-5003
56799	128.0	4,25±0,40	0,24±0,02	-4974
56804	129.6	2,81±0,27	0,18±0,02	-4930
56808	130.9	3,33±0,40	0,20±0,02	-4955
56813	132.5	5,28±0,40	0,25±0,02	-4872
56825	136.3	5,61±0,35	0,27±0,02	-4969
56829	137.6	6,51±0,32	0,30±0,02	-4968
56833	138.9	6,36±0,33	0,30±0,02	-5027
56837	140.1	6,28±0,32	0,28±0,02	-4944

Tablo 2.4. C IV ve Si IV soğurma çizgilerinin EG, d_{ort} ve v_{mer} parametrelerinin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.

EG	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
CSAa	2.36	1.40	-0.09	5.40
CSAB	12.45	0.48	11.32	13.35
CSB	0.85	0.60	-0.20	2.56
CSC	2.90	1.14	0.76	5.49
SSA	4.97	1.48	2.20	7.69
d_{ort}	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
CSAa	0.22	0.09	0.08	0.42
CSAB	0.77	0.03	0.70	0.83
CSB	0.14	0.04	0.06	0.26
CSC	0.16	0.04	0.11	0.27
SSA	0.26	0.05	0.18	0.37
v_{mer}	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
CSAa	-6573	34.20	-6517	-6665
CSAB	-3330	145.30	-2991	-3593
CSB	-9281	14.14	-9245	-9305
CSC	-13469	21.50	-13433	-13524
SSA	-4963	38.54	-4872	-5032

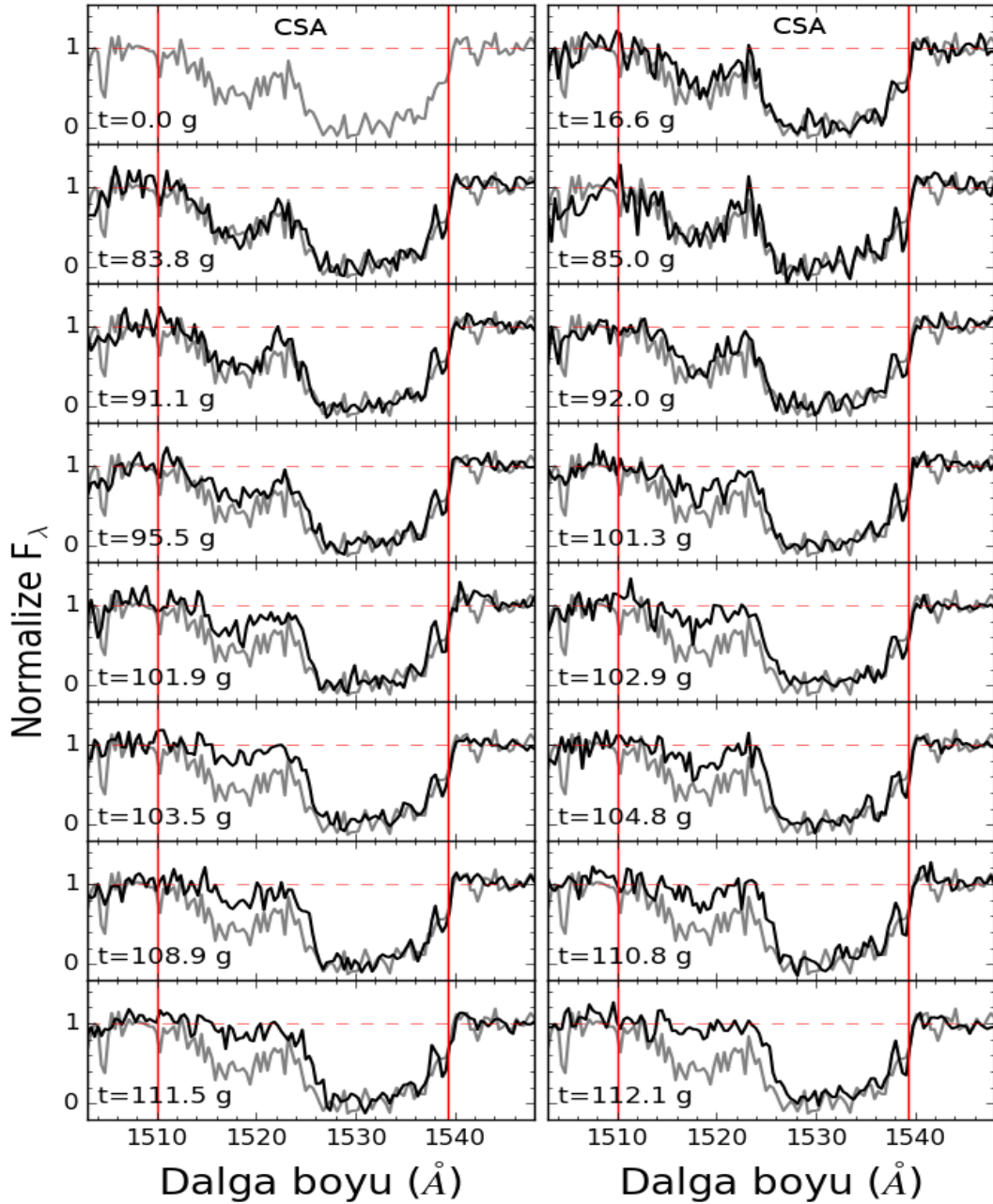
3. BÖLÜM

BULGULAR

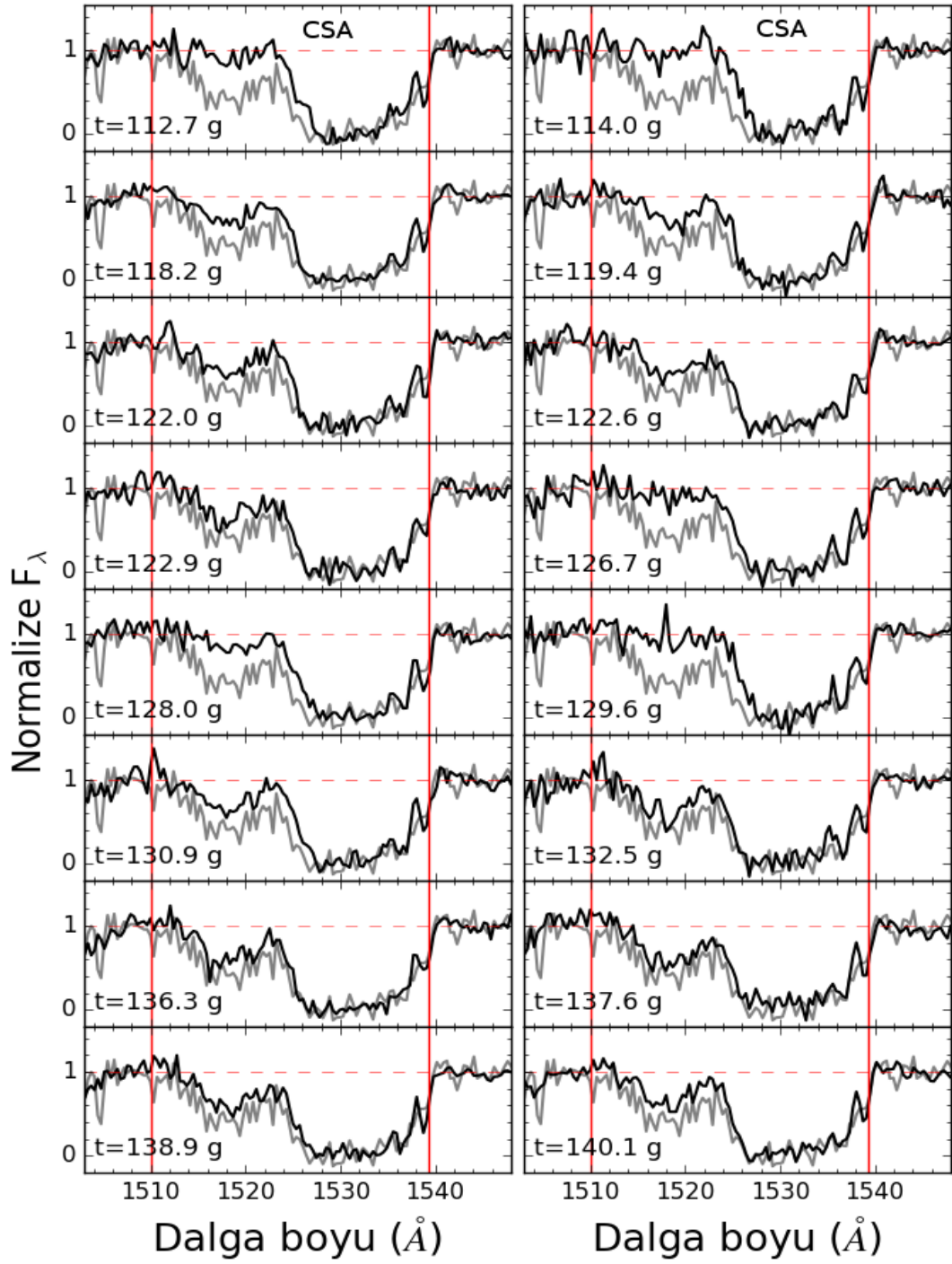
3.1. Soğurma Çizgilerinin Değişimi

Kuazar tayfında rüzgarların belirteci olan soğurma çizgilerinin eşdeğer genişlik, derinlik vb. parametrelerinde süregelen gözlemler arasında değişimler gözlenmektedir. Soğurma çizgilerinde söz konusu parametrelerin değişimleri eğer büyük ise göz ile de tespit edilebilir. J1419 kuazarında C IV elementine ait üç (CSA, CSB ve CSC) ve Si IV elementine ait bir (SSA) soğurma çizgisi tespit edilmiştir. Soğurma çizgilerinin değişimi ilk olarak ~ 140.1 günlük zamana yayılmış olan 32 tayfta göz ile yapılan kıyaslamalar sonucunda elde edilmiştir. Ardından istatistiksel yöntemler kullanılarak soğurma çizgilerindeki değişim araştırılmıştır.

J1419 kuazarının 32 tayfındaki C IV ve Si IV soğurma çizgi bölgeleri, değişimlerin gözle tespitini sağlamak amacıyla sırasıyla verilmiştir. Şekil 3.1. C IV elementinin en düşük hızlı soğurma çizgisi olan CSA bölgesinin değişimini göstermektedir. Şekilde, hedef kuazara ait SDSS veri tabanından elde edilen 32 tayf verilmiştir. SDSS tarafından elde edilmiş olan ilk gözlem, $t=0$ (bundan sonra ilk gözlem zamanını ifade etmek için kullanılacaktır) zamanında alınmış kabul edilerek, şekildeki tüm panellerde değişimin takibini kolaylaştırmak amacıyla çizilmiştir. Tayfların uzandığı dalga boyu yatay ekseninde, normalize edilmiş akı yoğunluğu değerleri de dikey ekseninde verilmiştir. Normalize edilmiş tayflardaki süreklilik seviyesi yatay kırmızı kesikli çizgi ile belirtilmiştir. Dikey kırmızı çizgiler ise CSA bölgesini işaret etmektedir. Panellerin sol alt kısımlarındaki t değerleri, verilen tayf gözlemi ile ilk gözlem arasındaki zamanın gün cinsinden ifadesidir.



Şekil 3.1. CSA bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi. Gözle değişim tespitini kolaylaştırmak amacıyla, ilk gözlem tayfı gri tayf ile belirtilmiştir. Yatay eksen de dalga boyu, dikey eksen de normalize akı yoğunluğu değerleri gösterilmektedir. Yatay kırmızı kesikli çizgiler tayftaki süreklilik seviyesini belirtirken dikey kırmızı düz çizgiler CSA bölgesini göstermektedir. t değerleri, tayfların $t=0$ (gün) ile aralarındaki zamanın gün cinsinden ifadesidir. CSA'nın, ardışık tayflar arasındaki güçlü değişimi göze çarpmaktadır. En güçlü değişimlerin gerçekleştiği iki zaman aralığı, $t = 103.5 - 122.0$ (gün) ve $t = 126.7 - 130.9$ (gün) aralığındadır.

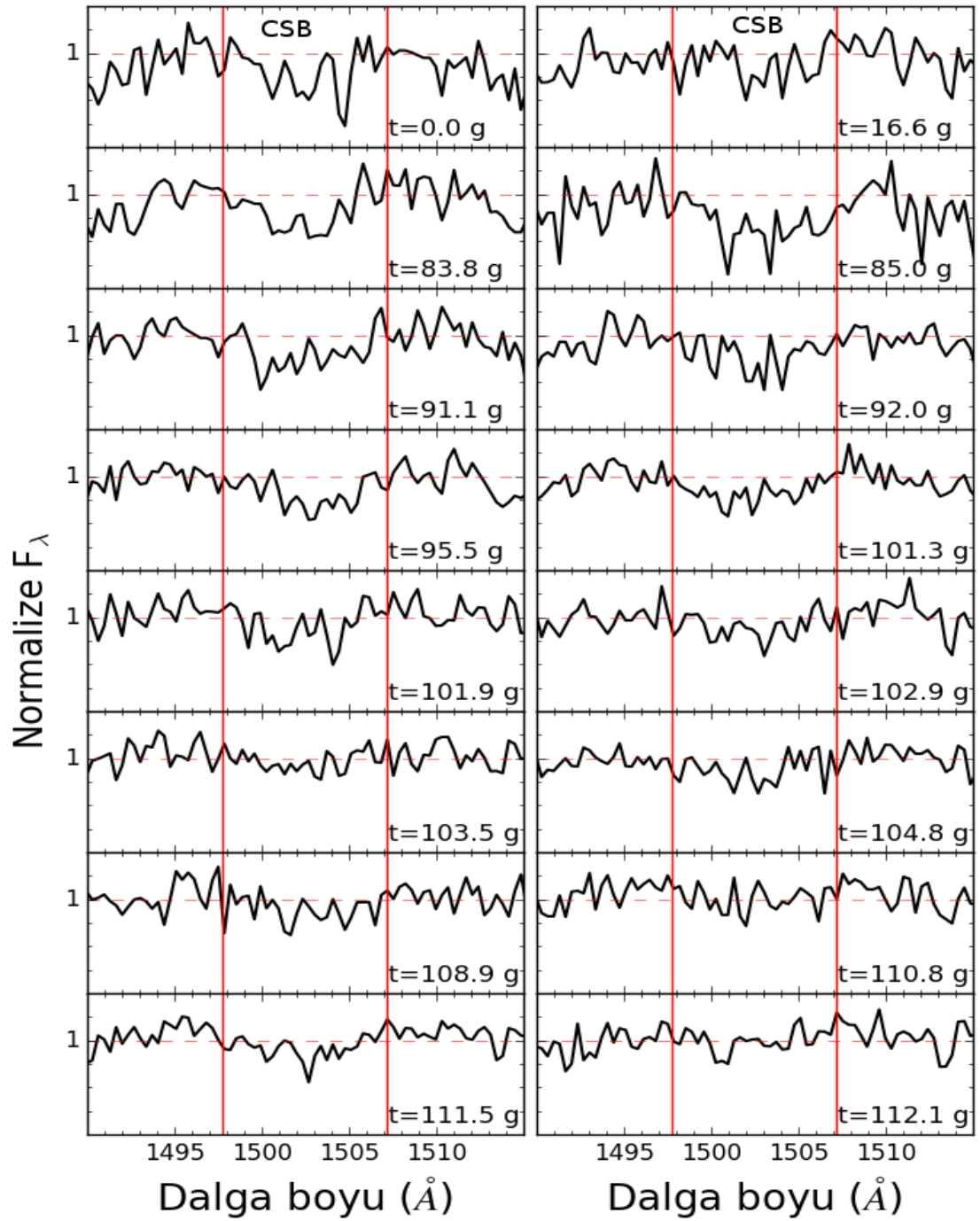


Şekil 3.1. (şekil devam etmektedir)

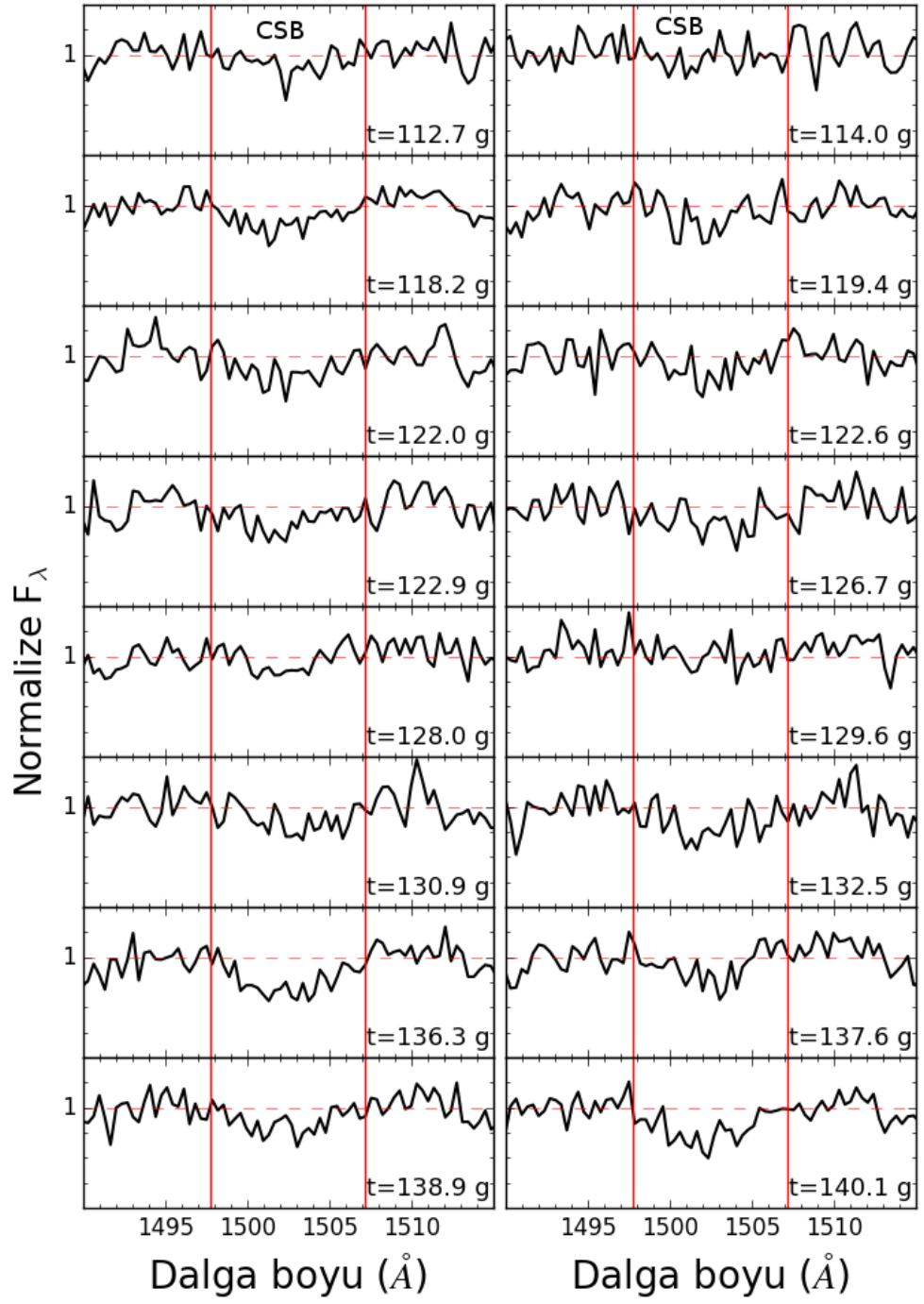
Şekil 3.2. CSA'nın zaman içerisinde güçlü değişimler gösterdiğini işaret etmektedir. Değişimlerin CSA'nın daha kısa dalga boyuna karşılık gelen kısmında daha şiddetli olduğu açıktır. $t=0$ 'da alınan ilk tayfa kıyasla en şiddetli değişimin gözlemlendiği iki zaman aralığı dikkati çekmektedir; bunlardan ilki $t=103.5$ gün ile $t=122.0$ gün ve ikincisi ise

$t=126.7$ gün ila $t=130.9$ gün aralığındadır. CSA, hızlı ve yavaş olarak iki bileşenden oluşan bir soğurma çizgisidir. Şekil 3.2.'de CSA'nın kısa dalga boyuna denk gelen hızlı bileşenin (CSAb olarak adlandırılan) şiddeti, $t=102.9$ (gün) itibariyle büyük oranda azalmaktadır. Bu durum, soğurma çizgisinin kaybolduğuna işaret etmektedir. Devam eden tayflarda soğurma çizgisinin yeniden şiddetlendiği ve sonrasında yine kaybolduğu görülmektedir. Bölüm 3.3.'de CSAb'nın kaybolma ve yeniden ortaya çıkma olarak tespit edilen özelliği daha ayrıntılı olarak anlatılmıştır. CSA'nın profili, değişimin en şiddetli olduğu zaman aralıklarında bile dikkat çekici bir biçimde değişmemektedir. Diğer yandan ilk ve son alınan gözlemlerin kıyaslandığı, şeklin en alt sağ panelinde, iki gözlem arasında profil değişimi gözlenmemektedir. Burada değişen, soğurma çizgisinin eşdeğer genişliği ve derinliği, yani şiddetidir.

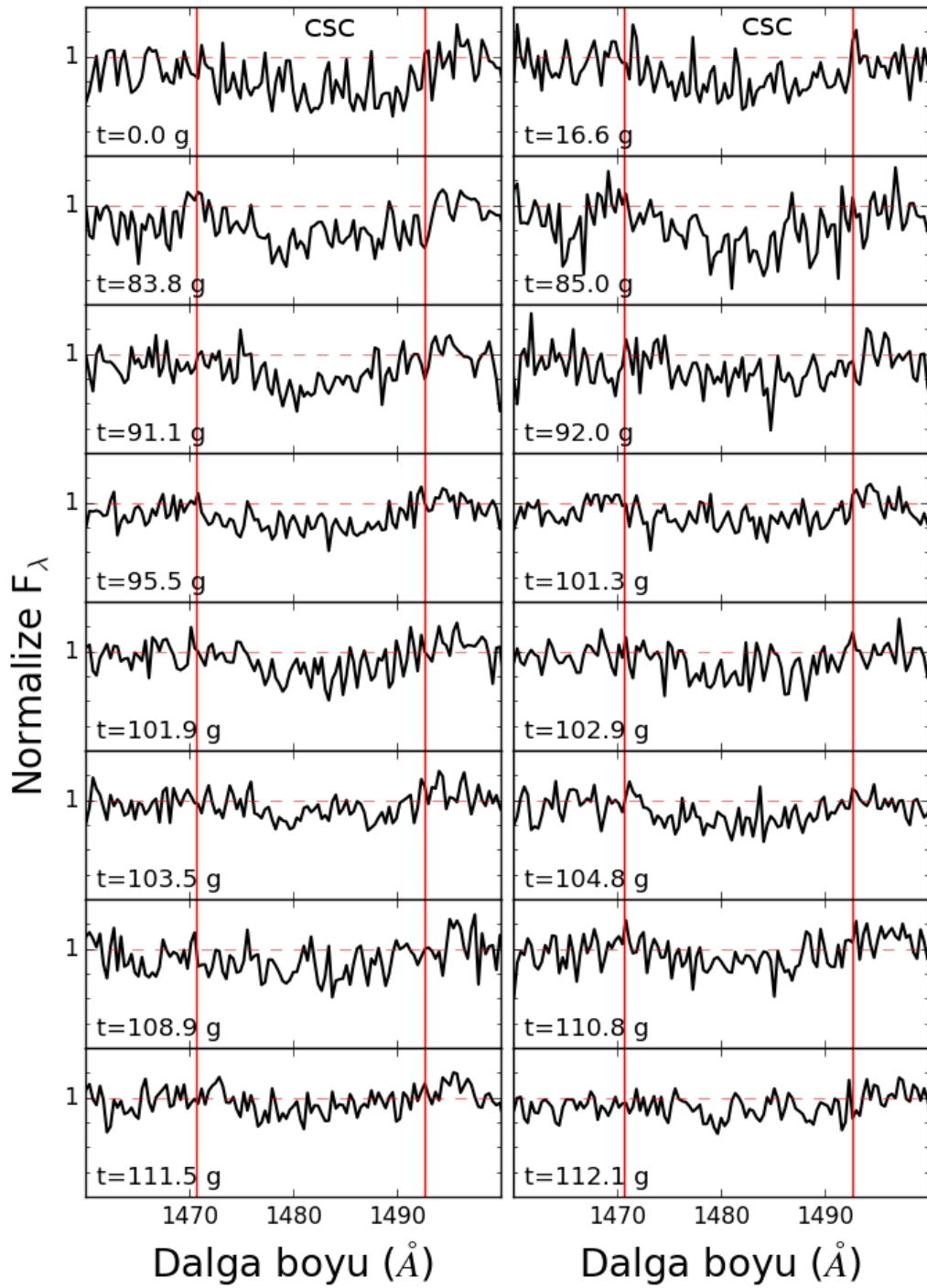
CSA'nın yanı sıra CSB ve CSC soğurma çizgilerinde de değişim göze çarpmaktadır. Değişim, ardışık olarak tayflar arasında, BAL yapılarının göz ile yapılan karşılaştırmalarıyla tespit edilebilir. Şekil 3.2. ve 3.3.'de sırasıyla CSB ve CSC soğurma çizgi bölgelerini gösteren ardışık tayflar sıralanmıştır. Şekillerde, yatay kesikli çizgiler süreklilik seviyesini, dikey kırmızı düz çizgiler ise Şekil 3.2'de CSB, Şekil 3.3.'de CSC soğurma çizgilerinin denk geldiği dalga boyu aralıklarını göstermek için belirtilmiştir. Şekil 3.2.'de verilen CSB'nin şiddeti, tayflar arasında artıp azalarak değişmektedir. CSB, $t=95.5$ günden itibaren azalan şiddetine karşın $t=132.5$ gün itibariyle tekrardan şiddetlenmeye başlamaktadır. Şekil 3.3'de verilen CSC'nin değişim şeklinde ise, $t=92.0$ gün den itibaren azalan şiddet profilinin $t=118.2$ gün itibariyle tekrar şiddetlenmeye başladığı görülmektedir. Her iki soğurma çizgisinde değişim göz ile fark edilebilecek boyutta olsa da CSA'nınki kadar büyük değişimler göstermemektedirler.



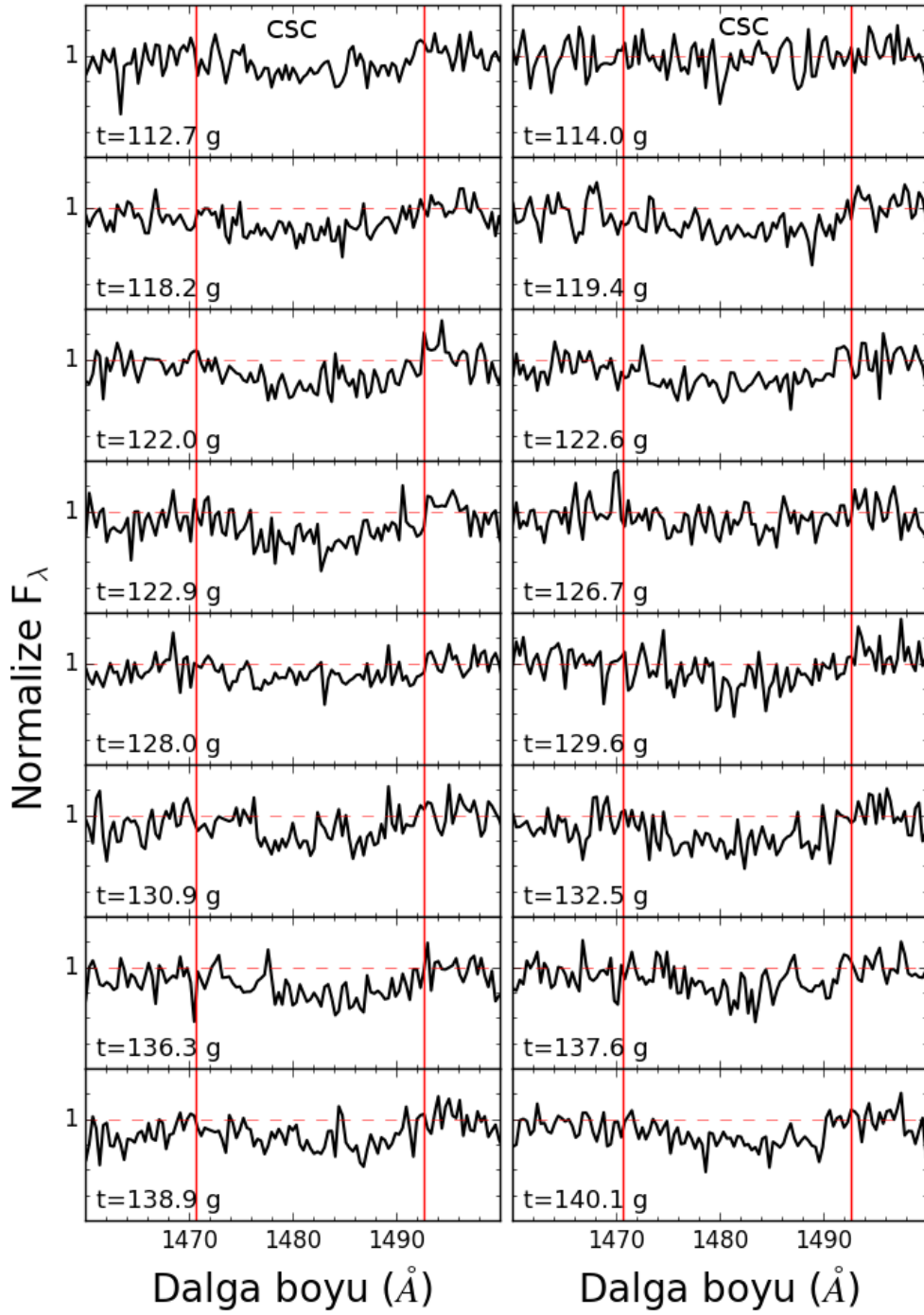
Şekil 3.2. CSB bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi. Dikey kırmızı düz çizgiler, CSB bölgesinin tespitini kolaylaştırmak amacıyla çizilmiştir. Tayfların süreklilik seviyesini gösteren rehber çizgiler, yatay kırmızı kesikli çizgilerle gösterilmektedir. CSB'nin, şiddetli değişimler olmamasına karşın ardışık tayflar boyunca, özellikle $t=92.0$ (gün) ve $t=118.2$ (gün) gözlemlerinde sırasıyla çizgi şiddetinin azalmaya ve artmaya başladığı göze çarpmaktadır.



Şekil 3.2. (şekil devam etmektedir.)



Şekil 3.3. CSC bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi. Dalga boyuna karşı normalize edilmiş akı yoğunluğu verilmektedir. Bu şekil, hızlı soğurma çizgisinde gerçekleşen değişimleri tespit edebilmek amacıyla çizilmiştir. CSC bölgesinin denk geldiği dalga boyu aralığını dikey kırmızı düz çizgiler gösterirken yatay kırmızı kesikli çizgiler normalizasyon seviyesini göstermektedir. CSC'nin şiddeti ardışık tayflar arasında artıp azalmakla birlikte CSA gibi büyük değişim görülmemektedir. $t=92.0$ (gün) ve $t=118.2$ (gün) sırasıyla şiddetin azalıp arttığı gözlemlerdir.



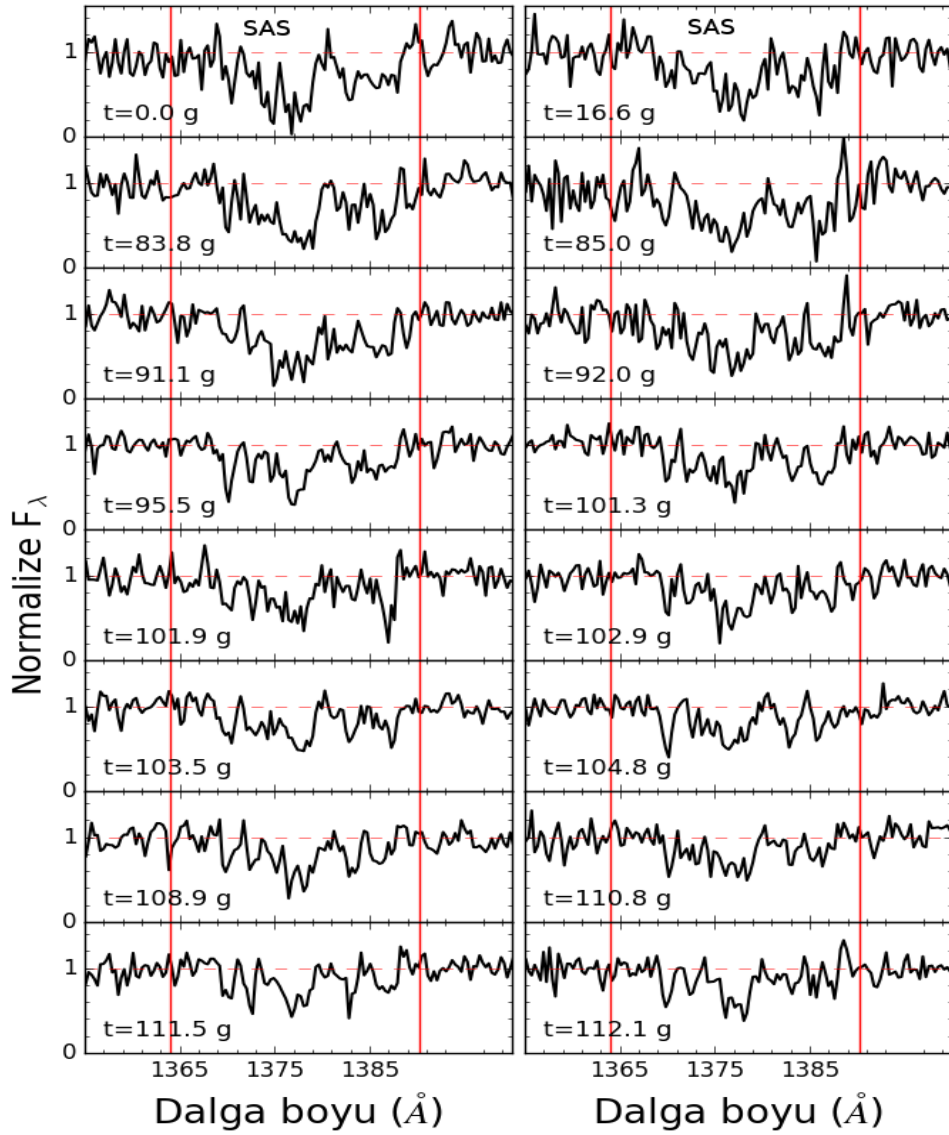
Şekil 3.3. (şekil devam etmektedir)

C IV soğurma çizgilerinde beklendiği gibi değişimler gerçekleşirken Si IV soğurma çizgisinin (SSA) da değişim gösterip göstermediği araştırılmıştır. SSA'nın CSA ile benzer hıza sahip olması, aynı soğurucu kaynak tarafından oluşturulduklarına işaret etmektedir. CSA güçlü değişimler gösterirken SSA'da da değişim gözlenir mi?

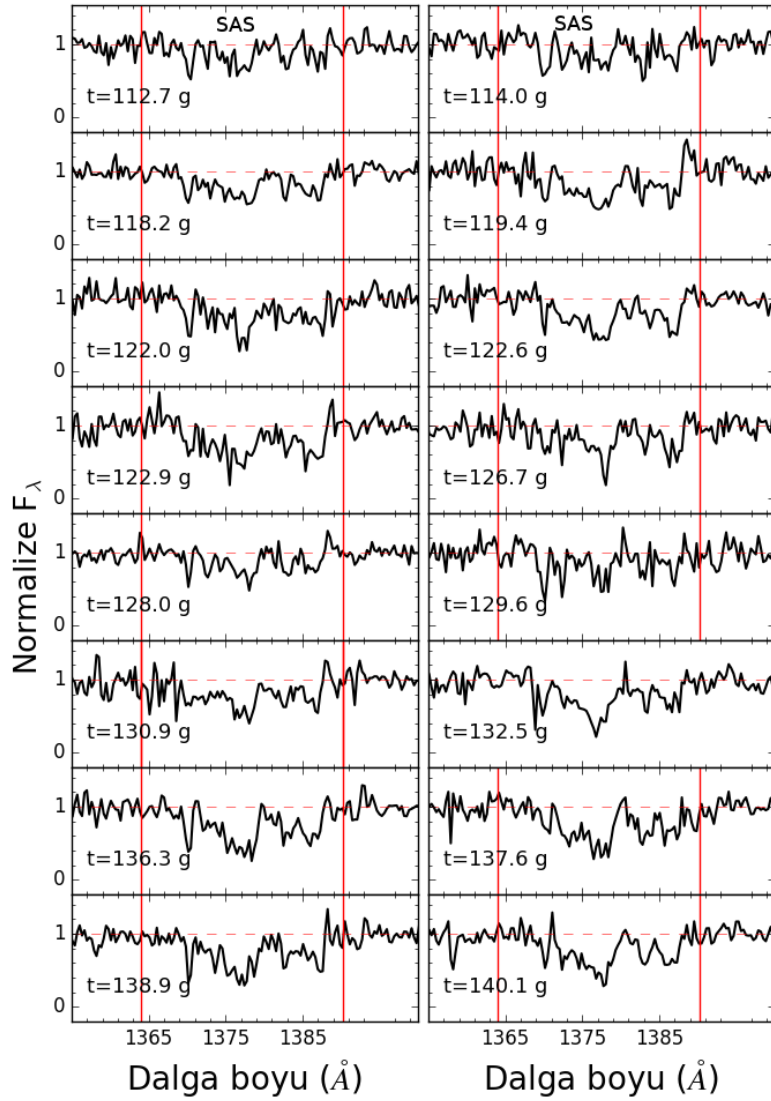
Bu sorunun olası yanıtını bulmak için ilk olarak ardışık tayflar arasında SSA bölgesinin değişimine bakılmıştır.

Şekil 3.4.'de Tüm tayflar içerisindeki, Si IV elementinin tek soğurma çizgisi olan SSA bölgesi belirgin bir biçimde verilmektedir. Şekil, on altı panelden oluşmaktadır. Panellerde SSA bölgesi, kırmızı düz dikey çizgi aralığı ile belirtilirken, süreklilik seviyesi yatay kırmızı kesikli çizgiler ile gösterilmektedir. SSA'nın ilk tayftan itibaren değişim gösterdiği gözlenir. $t=0$ (gün) itibariyle soğurma çizgisinin şiddeti giderek azalmaya başlamaktadır ve $t=114.0$ (gün)'e ulaştığında minimum şiddet değerinde görülmektedir. Buna karşın SSA, $t=118.2$ (gün) ile $t=126.7$ (gün) arasında tekrardan şiddetlenmektedir. $t=128.0$ (gün) ile $t=129.6$ (gün) zamanına denk gelen tayflarda zayıflayan SSA, $t=130.9$ (gün)'de bir kez daha şiddetlenmeye başlamaktadır. SSA'nın birden fazla kez farklılık gösteren değişimi, CSA'nın güçlü değişimlerinin görüldüğü zaman aralıklarıyla benzerlik göstermektedir. Burada iki soğurma çizgisinin değişimlerinin senkronize olup olmadığı sorgulanmalıdır. Bu nedenle C IV ve Si IV elementinin soğurma çizgilerinde koordineli değişim araştırılmış ve elde edilen bulgular Bölüm 3.6.'da sunulmuştur.

Buraya kadar, J1419 kuazarının C IV ve Si IV elementlerine ait soğurma çizgilerinde değişimler gösterdiği göz ile tespit edilmiştir. Soğurma çizgilerinde değişimler gözlenirse de güçlü profil değişimi görülmemektedir. Göz, böyle bir tespit için kısıtlayıcı olabilir. Yine de ilk tespitlerde önemlidir. Soğurma çizgilerin profil değişimini sorgulamak için, Bölüm 2.5.'de hesaplanan çizgi parametrelerinin değişimine bakılabilir.



Şekil 3.4. SSA bölgesinin 32 tayf boyunca değişimi. SSA bölgesi dikey kırmızı çizgiler ile gösterilmektedir. Yatay eksen de dalga boyu, dikey eksen de normalize akı yoğunluğu yer almaktadır. Kırmızı yatay kesikli çizgiler ise, soğurma çizgisinin tespitini kolaylaştırmak amacıyla çizilen süreklilik seviyesini göstermektedir. SSA'nın üç zaman aralığında değişimi gözlenmektedir. $t=0$ (gün) ile $t=114.0$ (gün), $t=118.2$ (gün) ile $t=126.7$ (gün) ve $t=128.0$ (gün) ile $t=129.6$ (gün), değişimlerin gözlemlendiği zaman aralıklarıdır.

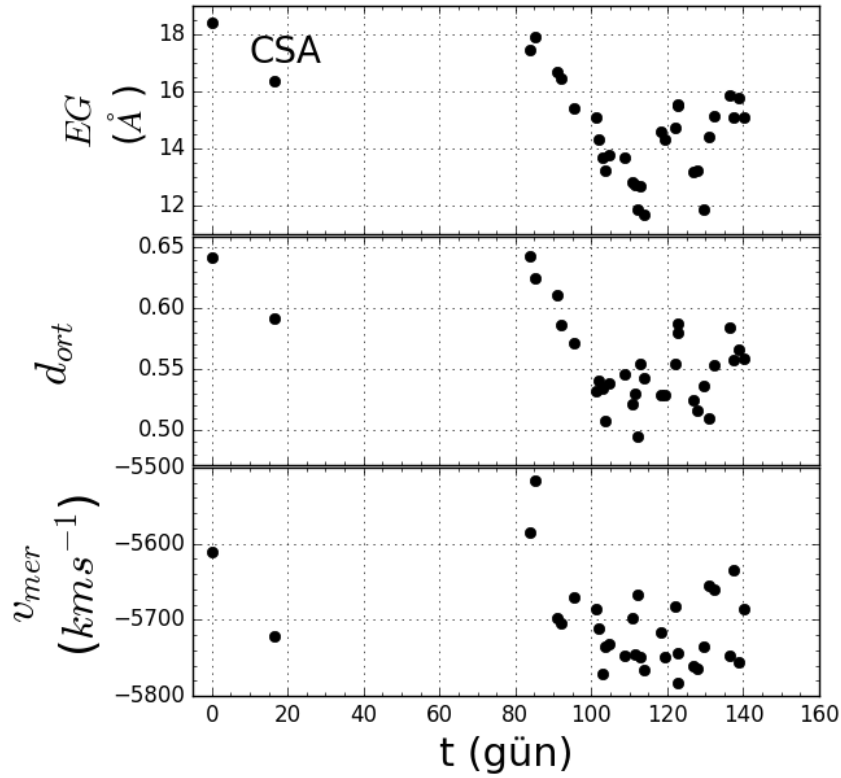


Şekil 3.4. (şekil devam etmektedir)

Şekil 3.5.'de, C IV ve Si IV elementlerine ait tespit edilen tüm soğurma çizgilerinin parametrelerinin zamanın bir fonksiyonu olarak değişimi verilmektedir. Şekil dört grafik ve her grafik üç panelden oluşmaktadır. Şekiller, CSA (a), CSB (b), CSC (c) ve SSA (d) soğurma çizgilerine aittir. Paneller, çizgi tanımlayıcı EG, v_{cent} ve d_{ort} parametrelerini göstermektedir. CSA'da $t=83.8$ gün itibariyle, ~ 20 günde EG %24, d_{ort} %20 oranında azalma göstermektedir (Panel a). Aynı zaman aralıklarında CSB'da EG %34, d_{ort} %25, CSC'da EG %44, d_{ort} %37 ve SSA'da EG %40, d_{ort} %33 azalma gözlenmektedir. $t=112.1$ gün itibariyle ~ 10 günde CSA'da EG %31, d_{ort} %17 oranında tekrar bir artış gerçekleşir.

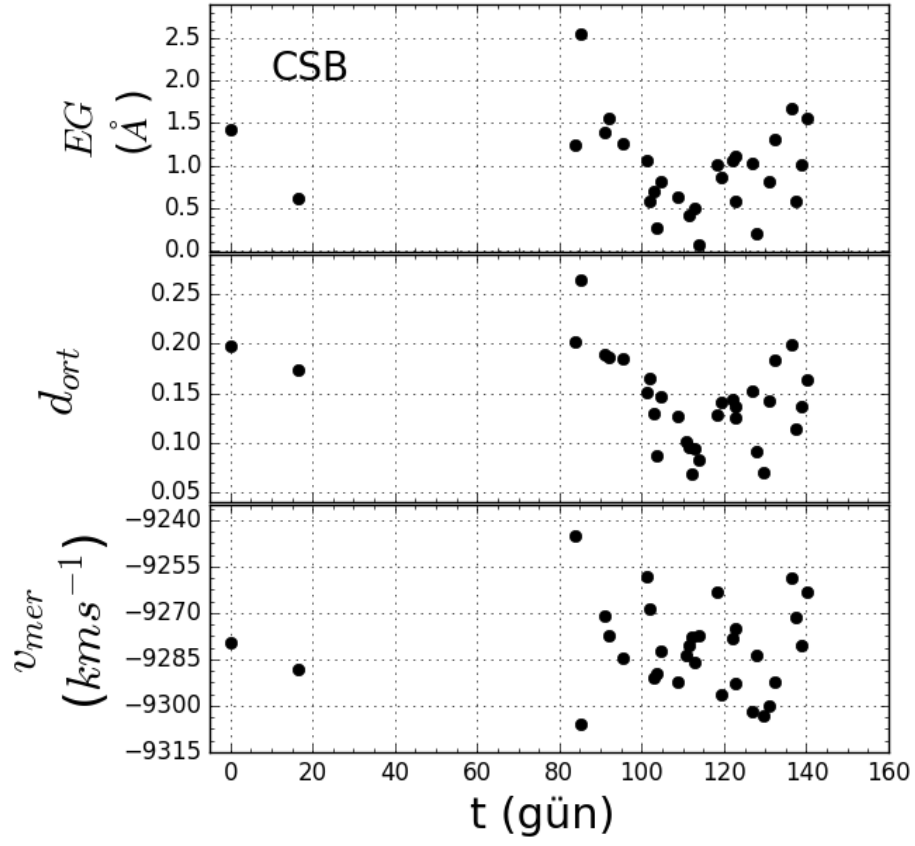
Aynı zaman aralıklarında CSB’da EG %195, d_{ort} %100, CSC’da EG %64, d_{ort} %41 ve SSA’da EG %61, d_{ort} %18 artış gözlenmektedir.

CSB, CSC ve SSA soğurma çizgilerinin EG ve d_{ort} parametreleri de CSA ile aynı zaman aralıklarında artıp azalmaktadır. Tüm periyot boyunca, hız alanlarının dağılımında ise dikkate değer bir değişim gözlenmemektedir. Hız alanlarının dağılımının bu davranışı ve parametrelerin benzer değişimleri gösteriyor ki, soğurma çizgileri ~140.1 günlük zamana yayılmış tayflarında güçlü profil değişimi göstermez.



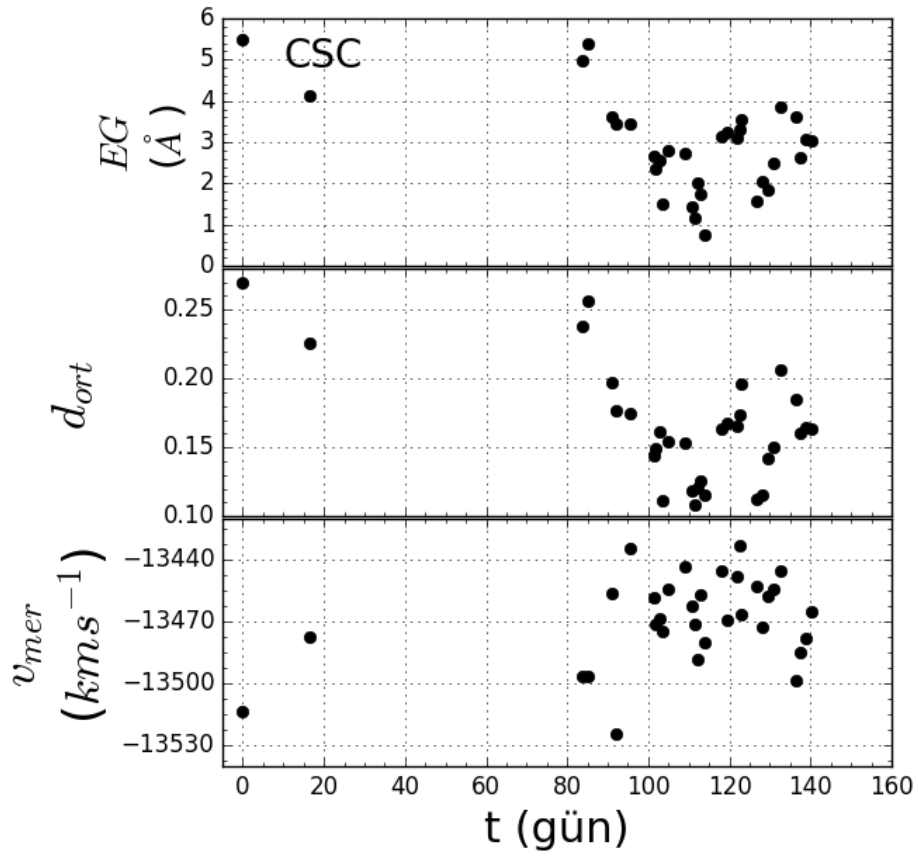
(a)

Şekil 3.5. Tüm soğurma çizgilerine ait EG, v_{cent} ve d_{ort} değerlerinin, zamanın bir fonksiyonu olarak değişimi. (a) CSA, (b) CSB, (c) CSC ve (d) SSA soğurma çizgilerine ait grafiklerdir. Her bir şekil üç panelden oluşur. Paneller yukarıdan aşağı sırasıyla EG, v_{cent} ve d_{ort} çizgi parametrelerini gösterir. EG, d_{ort} parametrenin değişimlerinin benzer olması ve v_{cent} ’in dikkat çekici değişim göstermemesi, profil değişimi olmadığına işaret etmektedir.



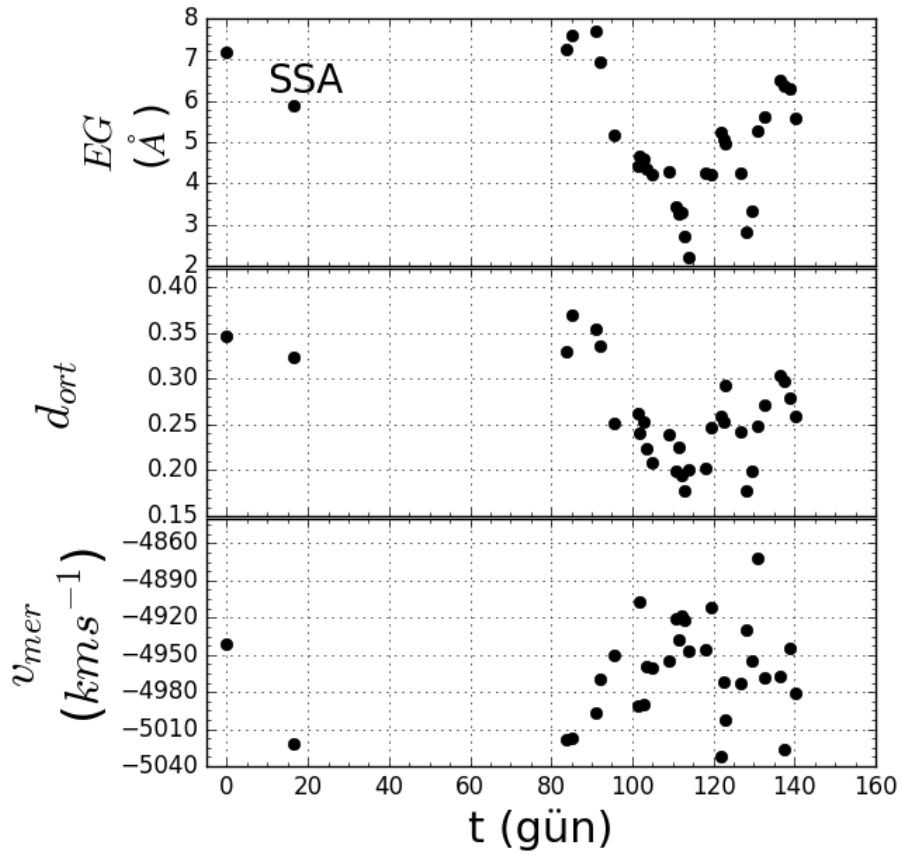
(b)

Şekil 3.5. (Aynı tanımlama ve açıklamalar geçerli olmak üzere CSB soğurma çizgisine ait grafikler.)



(c)

Şekil 3.5. (Aynı tanımlama ve açıklamalar geçerli olmak üzere CSC soğurma çizgisine ait grafikler.)



(d)

Şekil 3.5. (Aynı tanımlama ve açıklamalar geçerli olmak üzere SSA soğurma çizgisine ait grafikler.)

3.2 En Kısa Zaman Ölçekli Değişimler

CSA'nın, diğer tüm soğurma çizgilerine göre daha belirgin ve hızlı bir değişim gösterdiği Bölüm 3.1.'de ortaya konulmuştur. Üstelik bu değişimlerin bir kısmı, çok kısa sürede gerçekleşmektedir. Soğurma çizgilerindeki değişimler, aylardan yıllara uzanan zaman aralıklarında gerçekleşir. Günler mertebesinde gerçekleşen EG değişimlerine sık rastlanmaz. Bu konuda yapılan az sayıda çalışmalardan biri Capellupo vd. (2013) [55] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, C IV soğurma çizgilerinin EG değerinin 8 – 10 gün mertebesinde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer kısa zaman ölçekli değişim çalışması ise Grier vd. (2015) [34] tarafından yapılmıştır.

Grier ve arkadaşları, SDSS J141007.74 + 541203.3 kuazarında C IV soğurma çizgisinin EG değişimin ~ 1.20 gün mertebesinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Kısa zaman ölçeklerinde değişimi araştırmak için CSA'nın eşdeğer genişliğinin, ardışık gözlemler arasındaki farklı şiddetleri incelenmiştir. Bunun için denklem 2.12. ve 2.13. ile CSA bölgesinin ardışık tayfları arasındaki EG değişimi (ΔEG) ve hatası ($\sigma_{\Delta EG}$) hesaplanmıştır. Değişimlerin 5σ dan büyük olduğu gözlemler ele alındığında, en güçlü değişimlerin MJD 56755 ve MJD 56768 arasında 6.5σ , MJD 56783 ve MJD 56795 arasında 5.03σ , MJD 56804 ve MJD 56808 arasında 5.1σ olduğu tespit edilmiştir. $>5\sigma$ gözlemler, ΔEG yani eşdeğer genişlik değişimlerinin, $\sigma_{\Delta EG}$ hata değerlerinden en az beş kat büyük olan gözlemleri kapsamaktadır.

Ardışık gözlemlerin değişimlerini daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla, t_1 ve t_2 zamanlarında gözlenen her pikselin, σ cinsinden ne kadar değiştiğinin bir ölçüsü olarak N_σ değeri hesaplandı. N_σ hesabı, Denklem 3.1'de gösterildiği gibi Filiz Ak vd. (2012) [20] çalışmasında verilen

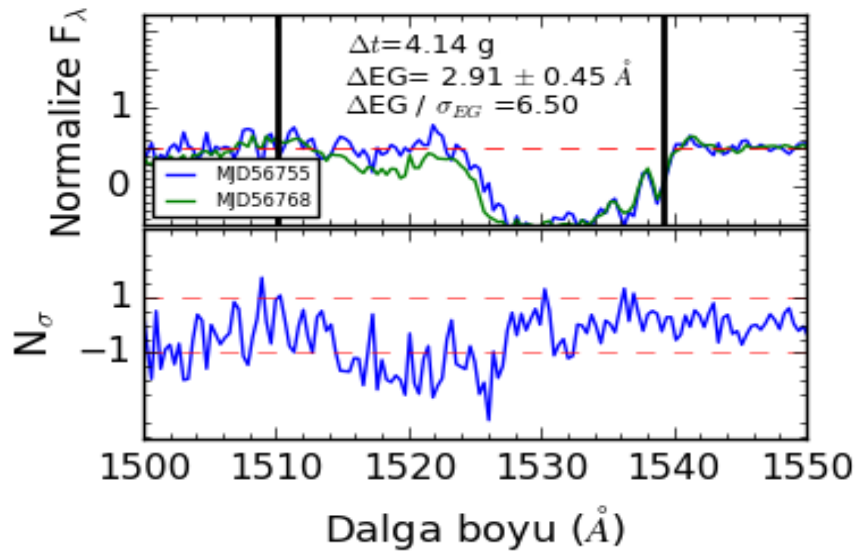
$$N_\sigma(\lambda) = \frac{F_2 - F_1}{\sqrt{\sigma_2^2 + \sigma_1^2}} \quad (3.1)$$

denklemini ile yapıldı. Burada, F_1 ve F_2 , t_1 ve t_2 zamanlarına ait normalize akı yoğunluk değeri, σ_1 ve σ_2 normalize akı yoğunluğunun hata değerleridir. En az beş ardışık verinin $N_\sigma \geq 1$ ve $N_\sigma \leq 1$ olduğu noktalar, değişimin şiddetli olduğu bölgeleri göstermektedir.

CSA'nın kısa zaman ölçekli $>5\sigma$ değişimleri, Şekil 3.6.'da verilmektedir. Burada, a, b ve c olarak verilen şekillerin her biri, ardışık tayf çiftlerine aittir. Her bir Şekil iki panelden oluşmaktadır. Panellerin üst kısımlarında, yatay ekseninde normalize akı yoğunluğu değerlerinin verildiği tayf çiftleri, alt kısımlarında ise üst paneldeki tayflar arasında hesaplanan N_σ değerleri yer almaktadır. Burada Δt iki gözlem arasındaki zaman farkının gün cinsinden değeri ($\Delta t = t_2 - t_1$) dir. ΔEG ardışık tayflar arasındaki eşdeğer genişlik farkı (Denklem 2.12.), σ_{EG} bu farkın hata değeridir (Denklem 2.13).

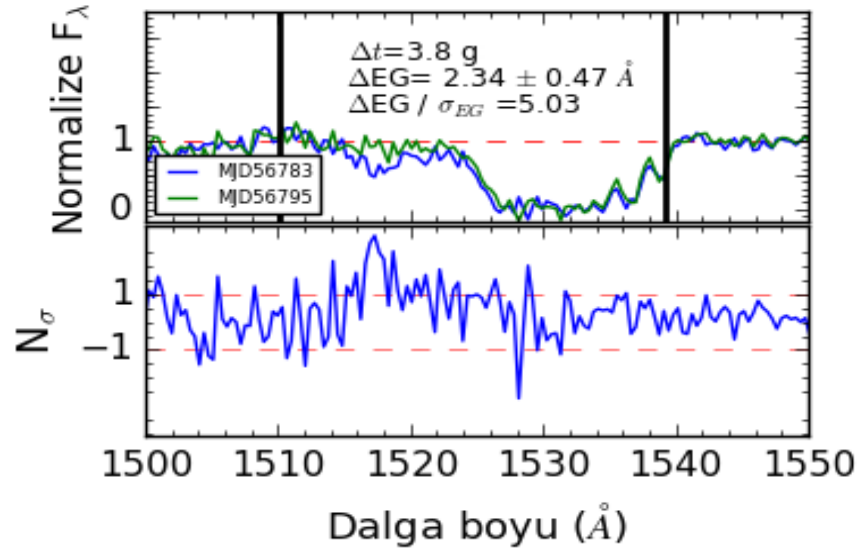
Şekil 3.6.'da verilen tayf çiftleri, kısa zamanda güçlü değişimlerin görüldüğü ardışık tayflardır. Tayflar arasında en kısa süreli değişim (c) şeklinde verilen, MJD 56804 ve MJD 56808 arasında 1.3 gün mertebesinde gerçekleşmektedir. Şekil 3.6.'da verilen

tayflar, Şekil 3.1.'de dikkat edilirse, soğurma çizgisinin şiddetinin çok düştüğü ve arttığı bölgelere denk gelmektedir. Bu bölgeler, soğurma çizgilerinin kaybolup yeniden ortaya çıktığına dair izler taşımaktadır. Bu olaylar, kısa zamanda gerçekleşen güçlü değişimlerin tetikleyicisi olabilir.

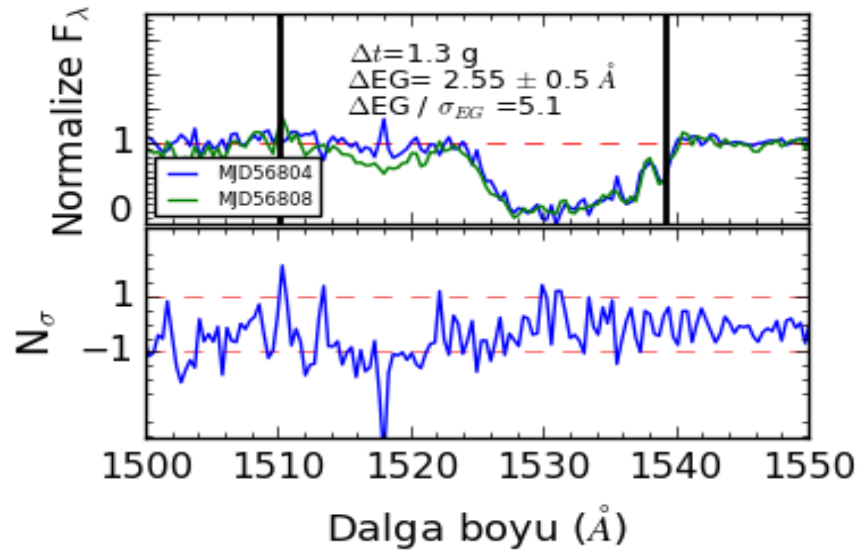


(a)

Şekil 3.6. CSA'nın kısa zaman ölçekli EG değişimi. Şekiller CSA bölgesini temsil eden toplam 6 farklı tayftan oluşmaktadır. (a) MJD 56755 ve MJD 56768, (b) MJD 56783 ve MJD 56795 , (c) MJD 56804 ve MJD 56808 tayflarının verildiği şekillerdir. Her bir şeklin üst panelinde, dikey ekseninde normalize akı yoğunluğu verilmektedir. Alt panellerde ise N_σ değerleri dalga boyunun bir fonksiyonu olarak yer almaktadır. Δt ardışık tayflar arasındaki zaman farkını, ΔEG ise EG farkını vermektedir. Burada, CSA'nın, ardışık gözlemler arasında 5σ 'dan fazla EG değişimi gösterdiği tayflar verilmiştir. Üst panellerdeki, siyah düz dikey çizgiler ile CSA bölgesi, yatay kırmızı kesikli çizgiler ile normalize edilmiş tayftaki süreklilik seviyesi belirtilmiştir. Alt panellerdeki yatay kesikli kırmızı çizgiler ise N_σ 'nın $\pm 1\sigma$ değerlerini gösterir. CSA'nın en kısa süreli EG değişimi, (c) şeklinde görüldüğü gibi ~ 1.3 günde gerçekleşmektedir.



(b)



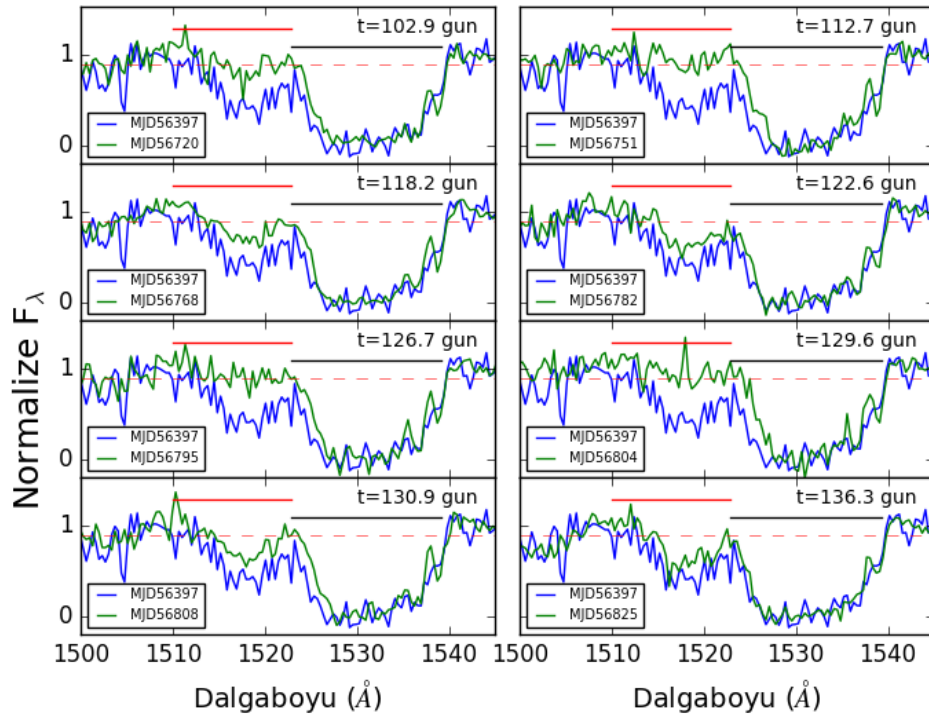
(c)

Şekil 3.6. (Aynı tanımlama ve açıklamalar geçerli olmak üzere MJD 56783 ve MJD 56795 , (c) MJD 56804 ve MJD 56808 tayflarının verildiği grafiklerdir.)

3.3 Kaybolma ve Ortaya Çıkma

Tayfta görülen soğurma çizgileri süreklilik seviyesinin altına uzanan farklı derinlikteki bölgelerdir. Soğurma çizgilerinin eşdeğer genişlikleri, hızları ve derinlikleri farklı nedenlere bağlı olarak zamanla değişim gösterebilir. Şekil 3.1. C IV soğurma çizgilerinden en düşük hıza sahip olan soğurma çizgisinin (CSA) tayflar arasındaki değişimini tespit etmek amacıyla elde edilmiştir. CSA yavaş (CSAa) ve hızlı (CSAb) olarak iki farklı bileşenden oluşan bir soğurma çizgisidir. Şekil 3.1.'de, CSAb'nın çizgi şiddetinin birden fazla tayf gözleminde çok azaldığı, hatta soğurma çizgisinin süreklilik seviyesine ulaştığı görülmüştür. Soğurma çizgisinin kaybolması olarak adlandırılan bu olay, daha sonra çizginin yeniden ortaya çıkması ile bir kaç kez tekrarlanmaktadır.

CSAb'nın kaybolma ve yeniden ortaya çıkma olaylarının gerçekleştiği tayflar Şekil 3.7.'de verilmiştir. Şekil, sekiz panelden oluşmaktadır ve her panel birbirinden farklı sekiz adet tayfı içermektedir. SDSS tarafından alınan J1419 kuazarının ilk gözlemi (MJD 56397), her panelde değişimi kıyaslamak amacıyla verilmiştir. Siyah yatay düz çizgileri CSAa, kırmızı çizgiler ise CSAb soğurma çizgilerini göstermektedir. Şekil 3.7.'de sol en üst panelde görüldüğü üzere ilk gözlemde CSAb soğurma çizgisi var iken yaklaşık 100 gün sonra, $t=102.9$ (gün)'e denk gelen tayfta ilk kez kaybolur. En üst sağ panelde ise soğurma çizgisinin şiddetinin daha da düştüğü ve kaybolmanın daha belirgin olduğu sonraki gözlem tayfı $t=112.7$ (gün) verilmiştir. Soğurma çizgisi ilk kaybolmanın gözlenmesinden yaklaşık 16 gün sonra $t=118.2$ (gün)'de yeniden ortaya çıkmaktadır. Burada, soğurma çizgisi şiddetlenmeye devam ettiği $t=122.6$ (gün) tayfında görülmektedir. Fakat yeniden ortaya çıkışının ardından yaklaşık 8 gün sonra CSAb yeniden kaybolur. Soğurma çizgisindeki kaybolma olayı devam eden $t=129.6$ (gün)'de de belirgin bir şekilde görülmektedir. İkinci kez kaybolmasının ardından 4 gün gibi kısa bir süre sonra, $t=130.9$ (gün)'de CSAb, ikinci kez ortaya çıkmaktadır. Üstelik soğurma çizgisinin profili, kaybolma/yeniden ortaya çıkma olayları önce ve sonrasında değişmemektedir.



Şekil 3.7. CSAb'nin kaybolma ve yeniden ortaya çıkma davranışlarının gözlemlendiği tayflar. Şekil sekiz farklı tayfın verildiği sekiz panelden oluşmaktadır. Panellerde MJD 56397 değişimi kıyaslama amacıyla verilmiş ilk gözlem tayfidir. Yatay ekseninde dalga boyu, dikey ekseninde normalize akı yoğunluğu verilmiştir. Yatay siyah düz ve kırmızı çizgiler sırasıyla CSAa ve CSAb bölgelerini, yatay kırmızı kesikli çizgiler ise süreklilik seviyesini belirtmek için çizilmiştir. Her panelin sol altında tayfların MJD değerleri verilmektedir. Şekilde yer alan yan yana iki paneller, yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla, CSAb'nin kaybolma, ortaya çıkma, 2. kez kaybolma ve yeniden ortaya çıkma olaylarının görüldüğü tayfları göstermektedir.

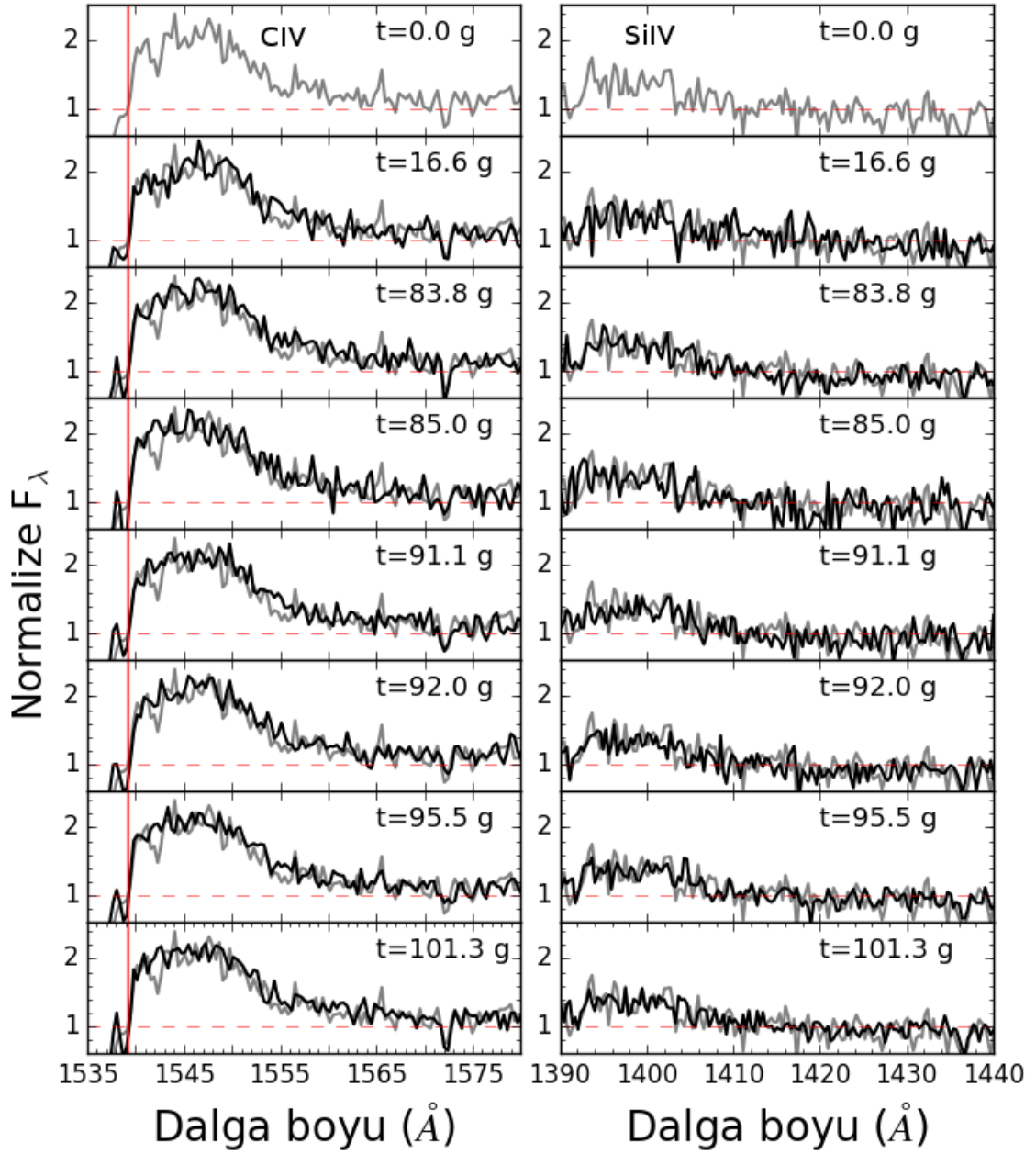
3.4. Salma Çizgilerinin Değişimi

Yığılma diskinin merkeze yakın sıcak bölgeleri güçlü ışımların kaynağıdır. Bu bölgeler gözlemcinin bakış doğrultusuna girdiğinde, tayfta salma çizgileri olarak görülür. Soğurma çizgilerinin eşlik ettiği bu salma çizgilerinde, değişim gözlenip gözlenmediği, gözleniyorsa soğurma çizgileri ile koordinasyonu da araştırılmalıdır. Çünkü, soğurma çizgisi ile birlikte diğer tayfsal bileşenlerde görülen değişimler, arka plandaki

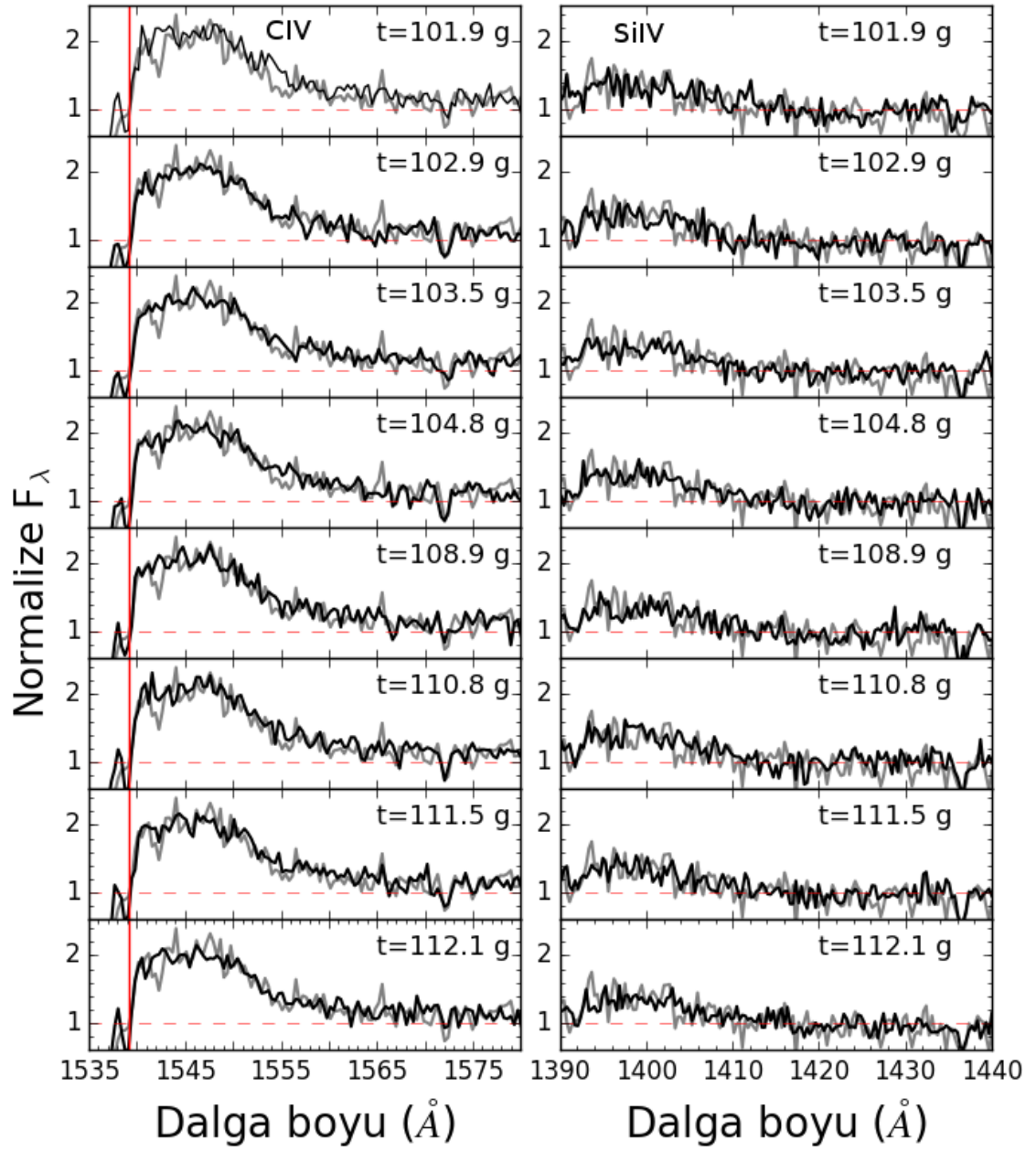
mekanizmanın aydınlatılmasına yardımcı olacaktır. Örneğin, salma çizgilerinde de meydana gelen değişim, soğurucu gazın kendi içerisindeki kaotik hareketlerine bağlı değişim mekanizmasıyla açıklanamayacak ve bu modeli eleyecektir. Diğer yandan, tayfın farklı bileşenlerinin koordinasyonu kuazarın farklı bölgelerinde, aynı zaman aralıklarında benzer etkilerin gerçekleşmesinden kaynaklanır. Bu durum değişimin yerel değil, tayf boyunca olan global bir faktörden kaynaklandığına işaret eder.

J1419 kuazarında C IV ve Si IV salma çizgilerinin varsa değişimlerini tespit etmek amacıyla, 32 tayfta da tespit edilen salma çizgileri sırasıyla Şekil 3.8.'de çizilmiştir. Şeklin sol tarafındaki tüm paneller C IV, sağ tarafındaki paneller Si IV salma bölgelerine göstermektedir. Değişimin gözle takibini kolaylaştırmak amacıyla her panelde $t=0$ gözlemi de verilmektedir. Şekil 3.8.'de hem C IV hem de Si IV salma çizgileri ilk tayf gözlemindeki durumunu koruduğu görülmektedir. Soğurma çizgilerindeki değişimlere rağmen C IV ve Si IV salma çizgilerinde değişim tespit edilememiştir.

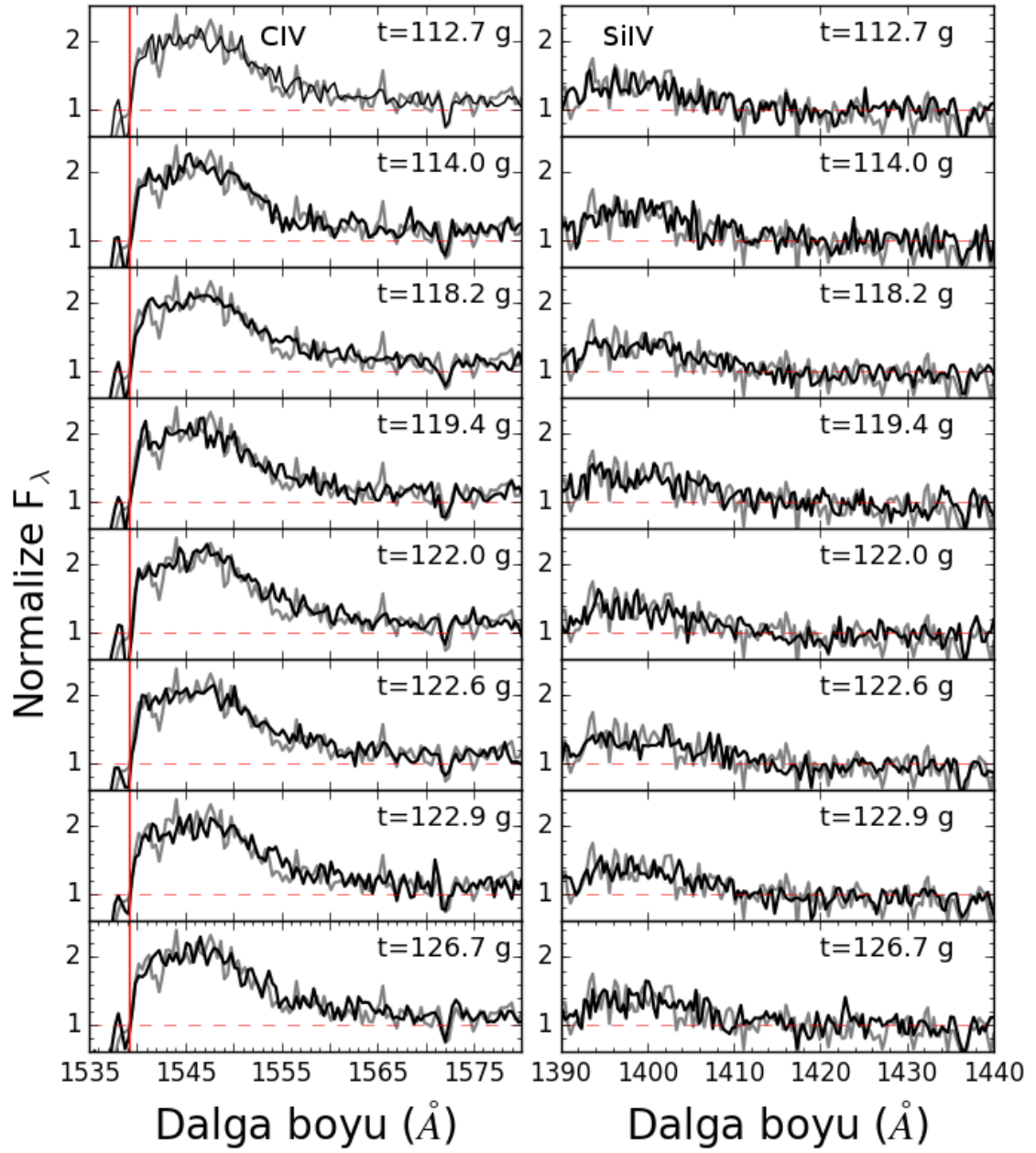
C IV salma çizgisinin eşdeğer genişliğindeki değişimi tespit edebilmek için Şekil 3.9. verilmiştir. Şekilde her bir tayf gözlemine karşı, C IV salma çizgisinin eşdeğer genişliği hata değerleri ile birlikte verilmektedir. Bütün gözlem periyodu boyunca EG belli bir eğilim izlememekle birlikte çok küçük miktarda değişmektedir. Ardışık tayflar arasındaki EG değişimi çok küçüktür. CSA'da görülen kaybolma ve yeniden oluşma gibi güçlü değişimlerin gerçekleştiği $t=102.9$ (gün) ile $t=130.9$ (gün) arası periyotlarda C IV salma çizgisinde benzer büyük değişimler gözlenmemektedir. CSA ile C IV salma çizgisinin EG değerlerinin aralarındaki koordinasyon gibi ilişkiyi araştırmak için Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Ancak, Spearman testinden elde edilen 0.8 p-değeri, bu iki veri arasında ilişki olup olmadığının sorgulanması için güven aralığı dışındadır. Sonuç olarak, C IV salma çizgilerinde, soğurma çizgilerindeki gibi belirgin bir değişim bulunamamıştır.



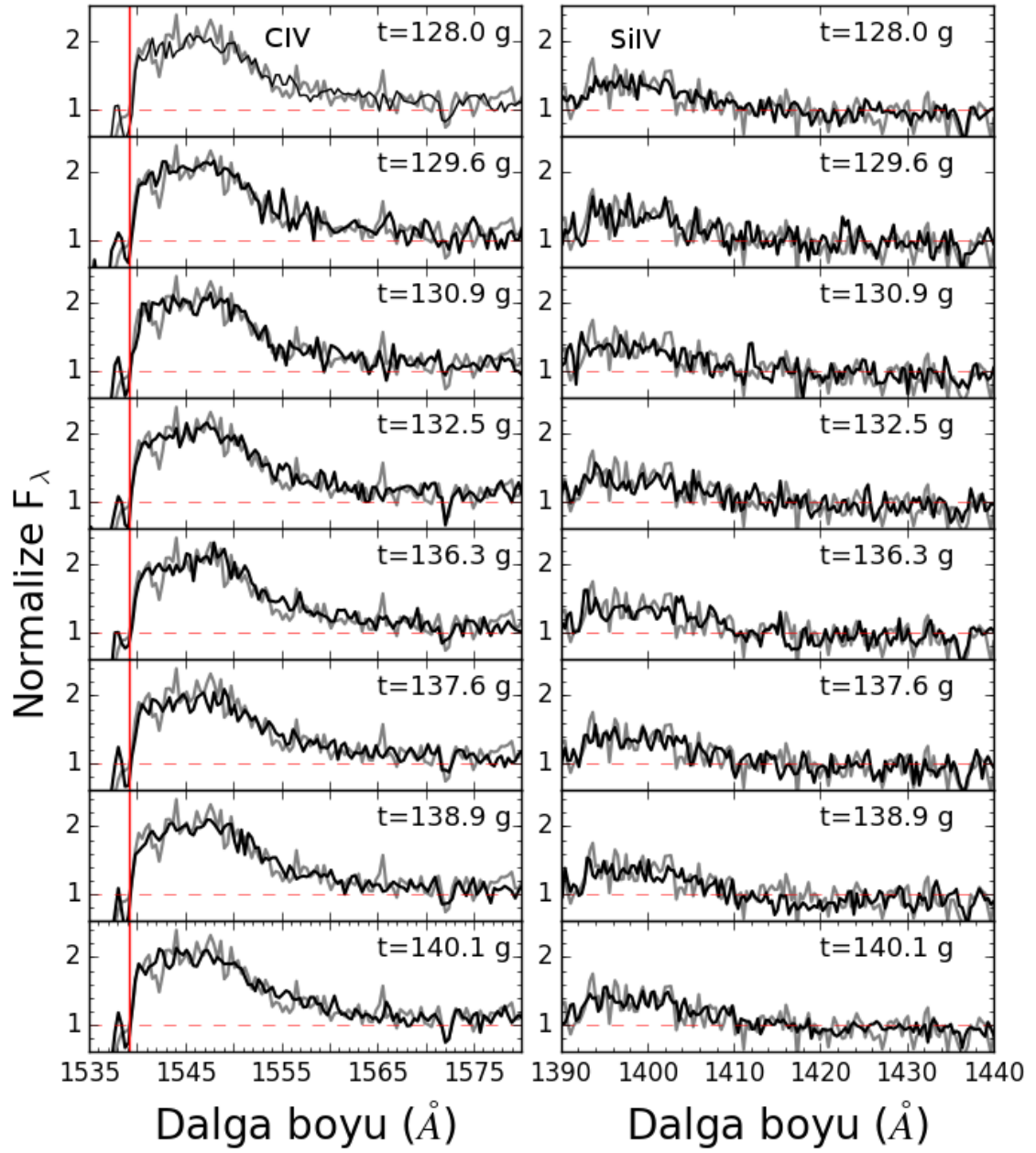
Şekil 3.8. C IV ve Si IV salma çizgilerinin 32 tayf boyunca değişimi. Grafiğin sol tarafı C IV, sağ tarafı Si IV elementlerine ait bölgelerdir. Kırmızı düz çizgiler, C IV salma çizgisi ile CSA soğurma çizgisinin bittiği yeri göstermektedir. Süreklilik seviyesi yatay kırmızı kesikli çizgiler ile verilmiştir. C IV ve Si IV salma çizgilerinde belirgin değişim yoktur.



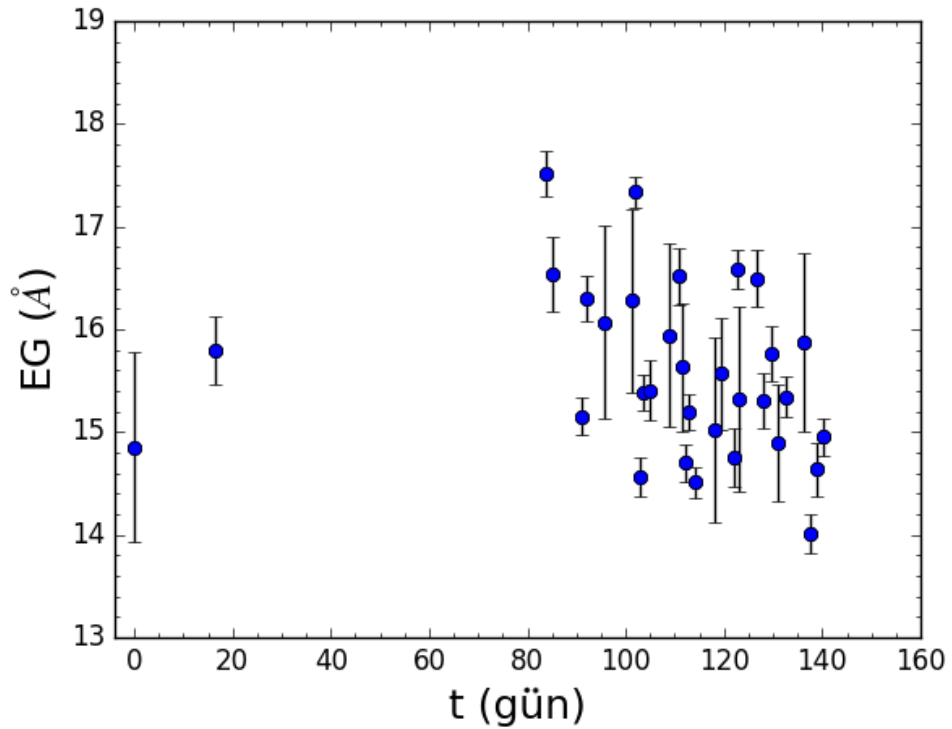
Şekil 3.8. (şekil devam etmektedir)



Şekil 3.8. (şekil devam etmektedir)



Şekil 3.8. (şekil devam etmektedir)



Şekil. 3.9. C IV salma çizgisinin eşdeğer genişlik parametresinin zamana karşı değişim profili. Şekilde eşdeğer genişlik değerleri hata ölçümleri ile birlikte verilmiştir. Salma çizgilerinin eşdeğer genişliği belirgin değişim göstermekte birlikte değişimin, belirli bir eğilimi yoktur.

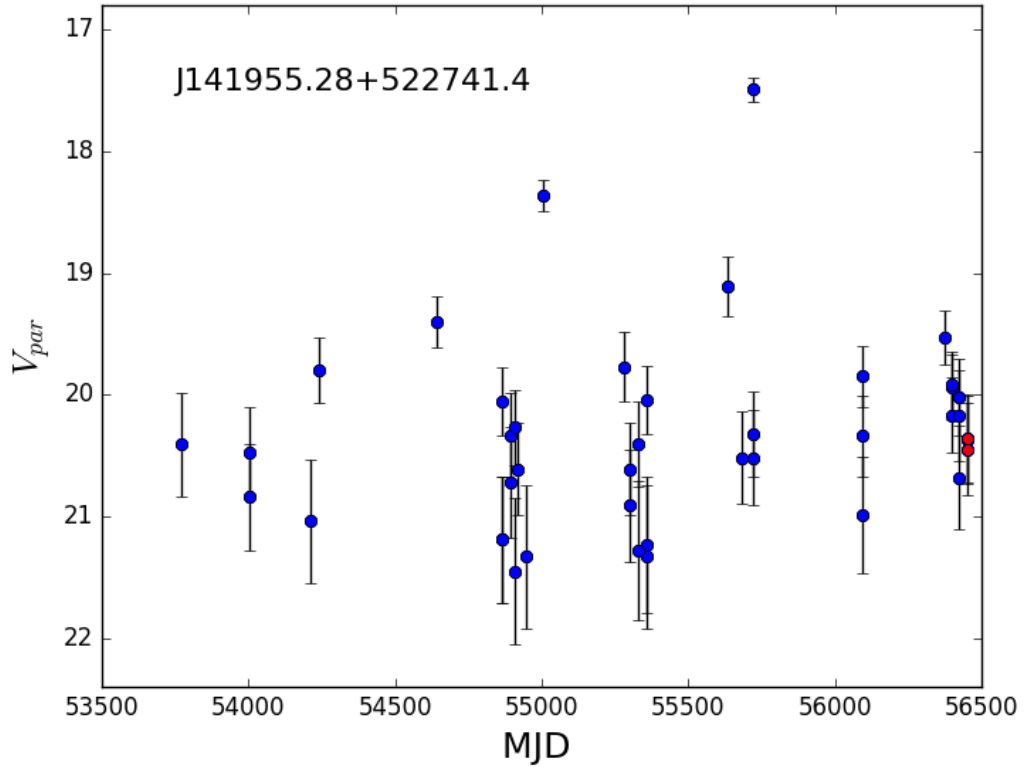
3.5. Süreklilik Değişimi

Literatürde yer alan bir kısım çalışmalar, BAL değişimi ve sürekliliğin değişimi arasında bir ilişki olabileceğine dair gözlem verileriyle desteklenen teoriler sunmaktadır [30]. Bu iki tayfsal bileşen arasında ilişki olabileceği sonucuna, sürekli ışınlımda meydana gelen değişimlerin BAL değişimlerine neden olabileceği yargısından varılır. Ancak, böyle bir güçlü korelasyona dair çalışmaların az olması, BAL'daki önemli değişikliğin bazen, süreklilik akısında herhangi bir değişim olmadığında görülebileceğini de ima etmektedir. Bu uyumsuzluk, sürekli ışınlım kaynağı ile soğurucu gazın uzaklığına bağlı olarak zaman gecikmesinden kaynaklı olabilir [24].

Bu çalışmada, geniş soğurma çizgileri ve salma çizgilerinin değişiminin yanı sıra, tayfın süreklilik bileşeninin değişimleri ve BAL'lar ile ilişkisi de araştırılmıştır. Bu amaçta, J1419 kuazarının fotometrik verisi ve tayfın sürekliliğin değişimi incelenmiştir.

Catalina Taramaları, Catalina Gökyüzü Taraması (CSS) ve Catalina Gerçek Zamanlı Geçiş Taraması'ndan (CRTS) oluşmaktadır. CSS araştırması, hızla hareket eden Yakın Dünya Nesneleri (Near Earth Objects; NEOs) araştırmalarını içerirken, CRTS araştırması, sabit optik geçişlerin (stationary optical transients; OT) algılanmasını içermektedir. Her iki tarama da, CSAb tarafından işletilen 0.7, 1.0 ve 1.5 metre ayna açıklığına sahip Schmidt teleskopları, verilerin maksimum bilimsel geri dönüşünü elde etmek için birlikte çalışmaktadır. Teleskoplar, Arizona'nın Tucson kentinin kuzeyindeki Santa Catalina Dağları'nda, Steward Gözlemevi tarafından kullanılmaktadır. CSS, tüm fotometri arşiv verilerini kullanıma açmıştır. Catalina fotometrisi, SExtractor paketi kullanılarak yapılmaktadır. Fotometri, açıklık fotometrisi kaynaklı olduğundan nokta ve yaygın kaynaklara izin verir. Catalina veri tabanından, yıldız koordinatları sağ açıklık (RA) ve dik açıklık (DEC) parametrelerini kullanarak tarama yapılabilir.

Şekil 3.10.'da J1419 kuazarının Catalina veri tabanından elde edilen fotometrik gözlemi verilmektedir. Yatay ekseninde kuazarın gözlem zamanına denk gelen modifiye edilmiş Jülyen günü (MJD), dikey ekseninde kuazarın V bandındaki parlaklığı hata değerleri ile verilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan SDSS J1419 kuazar gözlemleri, MJD 56397 ile 56837 arasındadır. CSS'den elde edilen fotometrik veriler ise MJD 53769 ile 56449 arasında 42 gözlemi içermektedir. J1419'un tayf ve fotometri gözlemlerini farklı zamanlarda alınmıştır. Ancak 3.10.'da kırmızı noktalar ile gösterilen veriler, tayfsal gözlem zamanına dahildir. Bu nedenle, BAL değişimleri ile fotometrik değişimlerin aynı zaman aralıklarındaki koordinasyonu incelenemez. Ancak, fotometrik değişimleri tespit etmek önemlidir. Çünkü, değişime neden olan faktör, kuazar içerisindeki bölgeleri mesafeye bağlı olarak farklı zamanlarda etkiliyor olabilir. Şekil 3.10.'da görüldüğü gibi, J1419 kuazarı bu periyot boyunca, V bandında artıp azalan bir parlaklığa sahiptir. Öyle ki, en fazla 17.49 kadir, en az 21.45 kadir parlaklığa ulaşmıştır. Ancak, değişimlerin bir periyodu yoktur ve gözlemsel kısıtlamalar nedeniyle hata değerleri yüksektir.



Şekil 3.10. CSS veri tabanından alınan J1419 kuazarının ışık eğrisi. Yatay eksen kuazarın gözlem zamanı olan modifiye edilmiş Jülyen günü (MJD) olarak verilmektedir. Dikey eksen V bandında ölçülen parlaklık değeri ve hataları verilmektedir. V bandında parlaklık değişimi gözlenirse de, değişimlerin bir periyodu yoktur ve hata miktarları yüksektir. Tafysal gözlem aralığına düşen veriler kırmızı ile verilmiştir.

Hedef kuazarın süreklilik değişiminin etkisi araştırılmıştır. Lundgren vd. (2007) [25], süreklilik değişimini 1549 (Å) 'da ($v = 0 \text{ kms}^{-1}$) ölçülen akı yoğunluğunun mutlak kesirsel değişimi olarak tanımlamıştır. Bu kesirsel değişim Denklem 3.2 ile ifade edilmektedir.

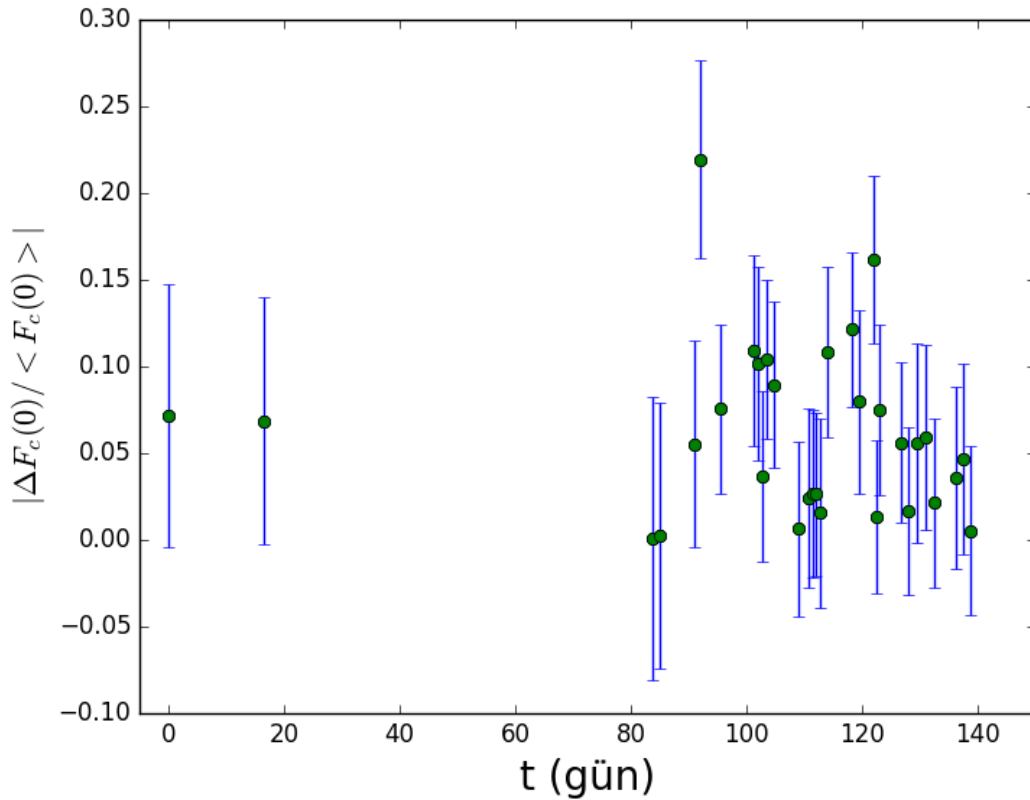
$$\left| \frac{\Delta F_c(0)}{\langle F_c(0) \rangle} \right| \quad (3.2)$$

Burada, ΔF_c , süreklilik fiti yapılmış ardışık iki gözlemin 1549 (Å) 'daki ($v_{\text{C IV}} = 0 \text{ kms}^{-1}$) akı yoğunluğu farkı, $\langle F_c(0) \rangle$ bu iki verinin ortalama değeridir ve Denklem 3.3 ve 3.4 ile elde edilirler.

$$\Delta F_c = F_{c(2)} - F_{c(1)} \quad (3.3)$$

$$\langle F_c(0) \rangle = \frac{F_{c(2)} + F_{c(1)}}{2} \quad (3.4)$$

Şekil 3.11.'de J1419 kuazarı için, akı yoğunluğunun mutlak kesirsel değişimi, zamanın bir fonksiyonu olarak verilmektedir. Bu verilerin, CSA ile benzer değişimler sergileyip sergilemediğini araştırmak için Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Korelasyon testinde $p < 0.05$ olduğu durumda korelasyon katsayısı yorumlanabilir. Ancak, Spearman testinden elde edilen 0.7 p-değeri, bu iki veri arasında ilişki olup olmadığının sorgulanması için güven aralığı dışındadır. Sonuç olarak, sürekli ışınım ve CSA'nın eşdeğer genişlik değişimleri arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır.



Şekil 3.11. Zamanın bir fonksiyonu olarak 1549 (Å)'da ölçülen akı yoğunluğunun mutlak kesirsel değişimi. Spearman korelasyon katsayısı -0.07 ve p-değeri 0.7 'dir. Sonuç olarak, sürekli ışınım ve CSA EG değişimi arasında güçlü bir ilişki bulunamamıştır.

3.6. Koordineli Değişimler

Soğurma çizgilerinde koordineli değişimler, değişime neden olan mekanizmanın yorumlanmasında önemlidir. Örneğin, senkronizasyon durumunda, değişime neden olan mekanizmanın, BAL yapılarının kaynağı olan tüm soğurucu gazları etkileyen bir faktör olduğu sonucuna ulaşılır. Modellerin yorumlanabilmesi için, soğurma çizgilerinin değişimlerinin koordinasyonunu araştırmak önemlidir.

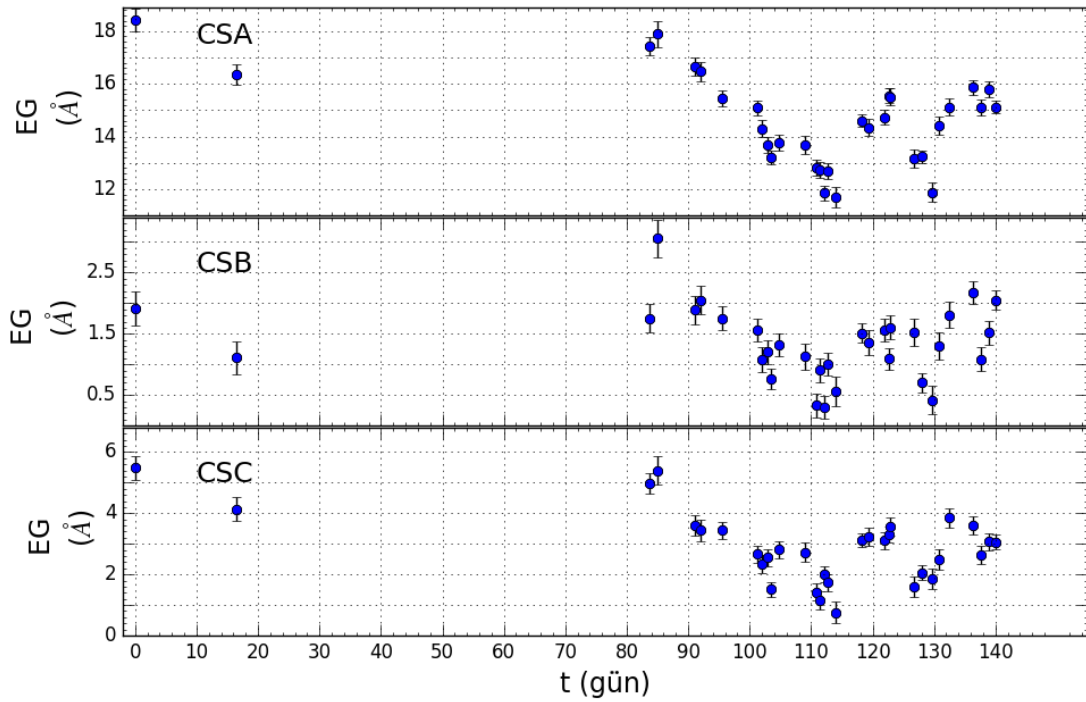
Bu tez çalışmasında, J1419 kuazarının tayflarında tespit edilen C IV ve Si IV elementine ait soğurma çizgilerinde belirgin güçlü değişimler, Bölüm 3.1.'de sunulmuştur. C IV soğurma çizgilerinin hem kendi aralarında, hem de Si IV ile aralarındaki koordineli değişim araştırılmıştır.

3.6.1. C IV Soğurma Çizgileri Arasındaki Koordinasyon

Aynı elementin birden fazla soğurma çizgisi, farklı hız ve uzaklıklardaki soğurucu yapılar arasındaki ilişkiyi araştırma fırsatı sunmaktadır. Güncel çalışmalar, C IV soğurma çizgilerinin neredeyse her zaman koordineli değiştiğini göstermektedir [46];[19]. Koordineli değişim gösteren örnekler, değişime neden olan mekanizmanın ipuçlarını saklamaktadır. Bu örnekler, değişime neden olan etkenin, tüm soğurucu yapıları aynı zamanda benzer şekilde etkilediğine işaret etmektedir. Bu çalışmada da, J1419 kuazarında tespit edilen C IV soğurma çizgilerinin EG değişimlerinin korelasyonu araştırılmıştır.

Şekil 3.12. zamanın bir fonksiyonu olarak, CSA, CSB ve CSC geniş soğurma çizgilerinin EG değerleri hataları ile birlikte verilmektedir. Şekilde üç soğurma çizgisi için de ortak dört zaman aralığı dikkat çekmektedir. 1) $t=85.0$ (gün) ile $t=114.8$ (gün) aralığında EG değeri azalma gösterir, 2) $t=122.7$ (gün)'e kadar yükselişe geçer, 3) yeniden $t=129.6$ (gün)'e kadar azalır ve 4) $t=136.3$ (gün)'e kadar yeniden artış gösterir. Aynı zaman aralıklarında gözlenen benzer değişimler, senkronizasyona işaret etmektedir.

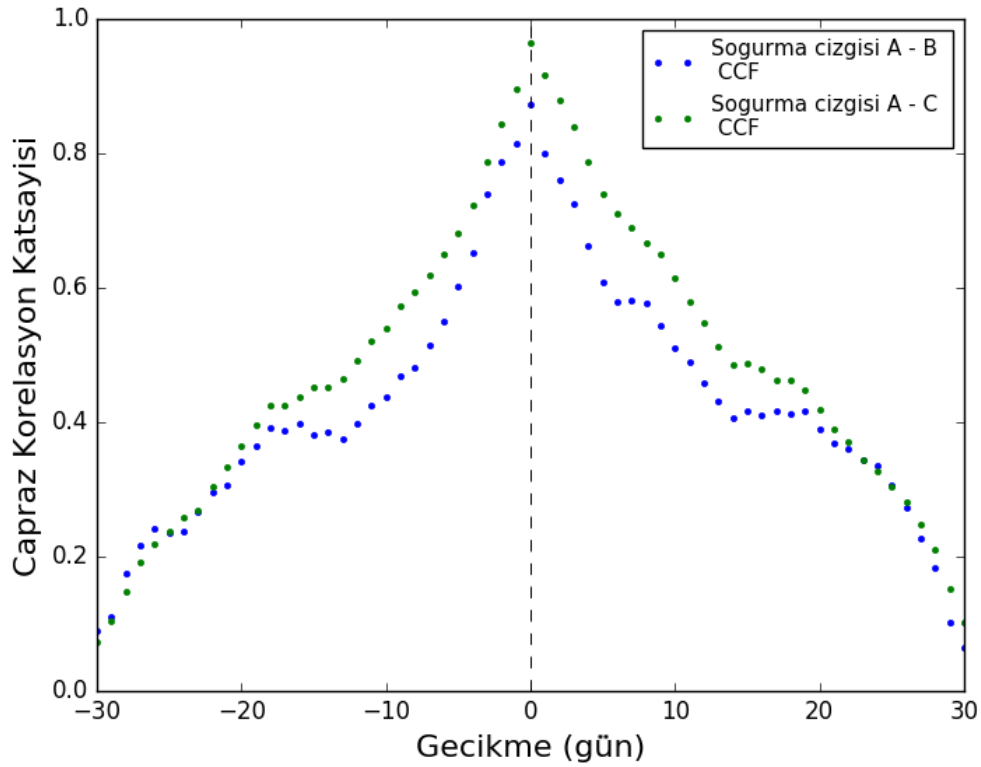
Şekil 3.12. değişimlerin koordinasyonuna işaret etmektedir. Ancak, korelasyonun gerçek olduğuna emin olabilmek için güvenilir testlere ihtiyaç vardır. Soğurma çizgilerinin koordinasyonunun test edilmesi için çapraz korelasyon testi (Cross Correlation Function; CCF) uygulanmıştır.



Şekil 3.12. C IV geniş soğurma çizgilerinin zamanın bir fonksiyonu olarak EG değişimleri. Üç panel, yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla CSA, CSB ve CSC soğurma çizgilerine aittir. EG değerleri hataları ile birlikte verilmiştir. Üç geniş soğurma çizgisi de aynı zaman aralıklarında benzer değişim gösterme eğilimindedir.

Soğurma çizgilerinin değişimlerinin ilişkisini tespit etmede kullanılan yöntemlerden biri Spearman korelasyon testidir. C IV soğurma çizgilerinin EG ölçümleri Spearman korelasyon testine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3.1.'de verilmiştir. Bu korelasyon testine göre, CSA ve CSB, $\sim 80\%$ benzer değişim göstermektedir (p -değeri $\sim 10^{-8}$). CSA ve CSC ise, $\sim 10^{-14}$ p değeri ile $\sim 92\%$ benzerlik göstermektedirler. Spearman korelasyon testi CSA, CSB ve CSC'nin eşdeğer genişlik değerleri zaman içerisinde koordineli değiştiğini ortaya koymaktadır.

C IV soğurma çizgilerinin benzerliğini ölçmek ve soğurma çizgilerinin farklı zaman gecikmeleri durumunda benzerliklerini test etmek için CCF'ye başvurulmuştur. Şekil 3.13.'de C IV soğurma çizgilerinin CCF fonksiyonları gösterilmektedir. Yatay ekseninde zaman gecikmesi, dikey ekseninde Pearson kat sayı değerleri verilmektedir. Şekil 3.13'de görüldüğü üzere, CSA – CSB ve CSA – CSC için de Pearson kat sayısının maksimum değerine ulaştığı noktalarda, soğurma çizgileri arasında zaman gecikmesi yoktur (yani gecikme sıfırdır). Tablo 3.1.'de soğurma çizgileri için hesaplanan Pearson kat sayı değerleri verilmektedir.



Şekil 3.13. C IV geniş soğurma çizgilerinin CCF Fonksiyonu. Soğurma çizgileri için zaman gecikmesinin bir fonksiyonu olarak çapraz korelasyon kat sayısı verilmiştir. Mavi kesikli çizgi CSA – CSB, yeşil kesikli çizgi CSA – CSC soğurma çizgilerine ait çapraz korelasyon fonksiyonlarıdır. Siyah kesikli çizgiler ise gecikmenin sifıra denk geldiği bölgeyi gösteren rehber çizgilerdir. İki fonksiyon için Pearson kat sayının maksimum değeri zaman gecikmesinin sıfır olduğu noktadadır.

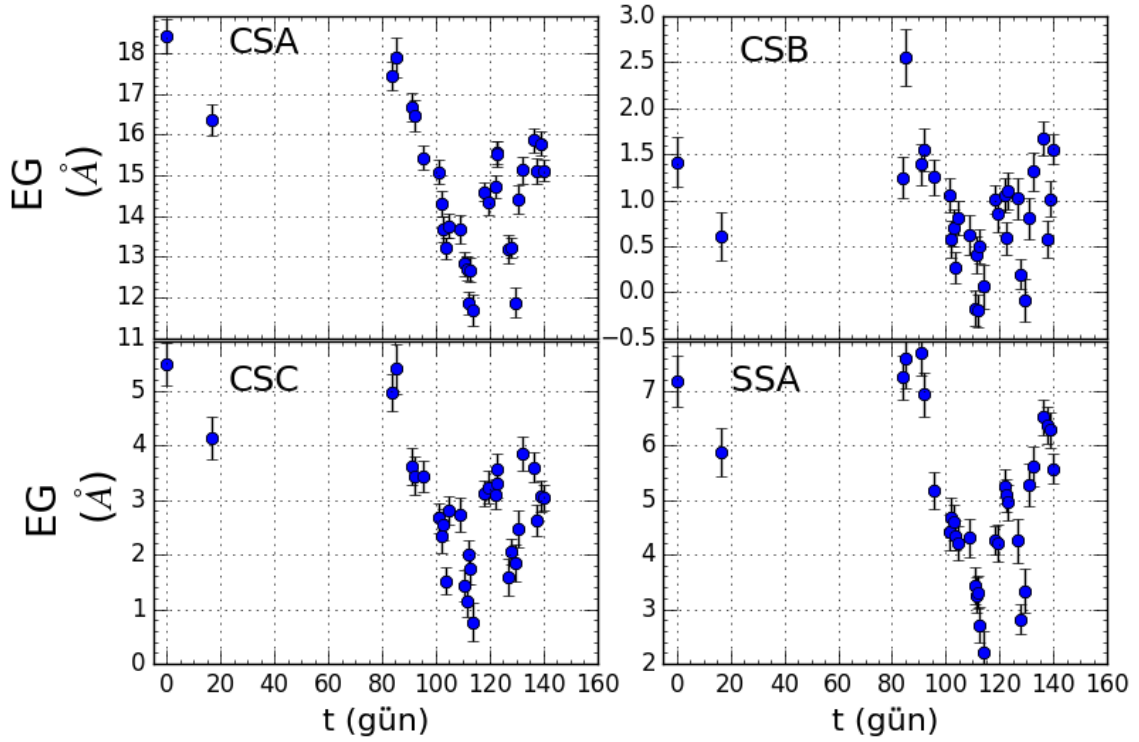
Tablo 3.1. Çapraz korelasyon analizi sonucu elde edilen ölçüm değerleri.

Çapraz Korelasyon Spearman Testi			
	Korelasyon katsayısı	P-değeri	Pearson Katsayısı
CSA - CSB	0.806	2.647×10^{-8}	0.87
CSA - CSC	0.922	7.348×10^{-14}	0.96
CSA - SSA	0.922	6.867×10^{-14}	0.98
CSA - Süreklilik değişimi	-0.07	0.72	
CSA - C IV Salma	0.32	0.08	

3.6.2. C IV ve Si IV Soğurma Çizgileri Arasındaki Koordinasyon

Önceki çalışmalar, Si IV geniş soğurma çizgilerinin aynı hız aralığındaki C IV soğurma çizgileri ile benzer EW değişimine eğilimli olduğunu göstermiştir [38]; [47], [28]. C IV ve Si IV BAL yapılarının benzer hızlar göstermesi, aynı soğurucu bulut içerisinde oluştuklarına işaret etmektedir.

Bu tez çalışmasında, C IV soğurma çizgileri CSA, CSB ve CSC ile Si IV elementinin SSA soğurma çizgileri arasındaki koordinasyon sorgulanmıştır. Şekil 3.12. C IV soğurma çizgileri arasındaki koordinasyona işaret etmektedir. Bu şekil, Si IV EG değişimlerinin eklenmesi ile güncellenerek, Şekil 3.14’de verilmiştir. Şekil 3.14.’de, C IV ve Si IV elementine ait soğurma çizgilerinin zamana bağlı EG değişimleri verilmektedir. Şekil 3.14, dört panelden oluşmaktadır. Sağ en alt panel, Si IV soğurma çizgisini, diğer paneller ise C IV soğurma çizgilerini göstermektedir. SSA, Bölüm 3.6.1. ‘de verilen C IV soğurma çizgilerinin EG değerlerinin birlikte artma ve azalma gösterdiği $t=85.0$ (gün) ila $t=136.3$ (gün) aralıklarında, benzer değişimler göstermektedir. Şekil 3.14. SSA ve C IV BAL çizgilerinin değişimlerinin benzer olduğuna hatta senkronize olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 3.14. Si IV ve C IV geniş soğurma çizgilerinin EG parametrelerinin zamana bağlı değişimi. Sağdaki en alt panel, Si IV soğurma çizgisine, diğer paneller C IV soğurma çizgilerine aittir. SSA diğer C IV soğurma çizgileri ile koordineli değişmektedir.

J1419 kuazarı için C IV tüm soğurmaları benzer değişim gösterdiği için yalnızca bir tanesini Si IV soğurma çizgisi ile kıyaslamak yeterlidir. CSA ile aynı hız aralığındaki SSA'nın EG değişimlerine Spearman korelasyon testi uygulanmıştır. Korelasyon testi sonuçlarına göre iki soğurma çizgisi yaklaşık olarak %92 oranından benzerdir. SSA ve CSA için Spearman korelasyon testinden elde edilen sonuçlar Tablo 3.1'de verilmektedir.

4. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Bulguların Özeti

J1419 kuazar tayfında birbirinden bağımsız dört rüzgar kaynaklı soğurma çizgisi görülmüştür. Soğurma çizgilerinden üçü C IV (CSA, CSB ve CSC) ve bir tanesi Si IV elementine (SSA) aittir. Bu çalışma kapsamında J1419 kuazarının, SDSS veri tabanından elde edilen ~ 140.1 güne yayılmış 32 tayfında en kısa zaman ölçekli değişimleri araştırılmıştır. Ayrıca, C IV ve Si IV BAL yapılarının koordineli değişimleri incelenmiş ve BAL yapılarının tayfin diğer bileşenleri ile (salma çizgisi ve süreklilik) koordinasyonu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar altı madde ile özetlenmiştir.

1. CSA, en güçlü değişimlerin gözleendiği soğurma çizgisidir. Şiddetli değişimlere karşı çizgi profili değişmemektedir. CSA -7800 ila -2000 kms^{-1} , CSB -10200 ila -8300 kms^{-1} ve CSC ise -15600 ila -11200 kms^{-1} hız aralığındadır.
2. Şiddetli değişimlerin gözleendiği CSA'nın tespit edilen en kısa süreli EG değişimi, ~ 1.3 gün mertebesinde en az 5σ 'dır. Bu, tespit edilen en kısa süreli güçlü değişimlerden biridir.
3. En düşük hıza sahip olan C IV soğurma çizgisi, diğerlerine göre daha geniştir ve iç içe geçmiş iki bileşenden oluşmaktadır. C IV elementine ait en geniş soğurma çizgisinin, daha büyük hıza sahip olan bileşeni, gözlenen zaman aralığı içerisinde kaybolup yeniden ortaya çıkmakta ve bu davranışı birden fazla kez tekrar etmektedir.

4. Soğurma çizgilerinde güçlü değişimlerin gözlemlendiği C IV salma çizgilerinin değişimi araştırılmıştır. Ancak, salma çizgilerinde belirgin kayda değer bir değişim bulunamamıştır.
5. BAL yapıları ile tayfin sürekliliği arasında koordinasyon aranmış ancak güçlü bir ilişki bulunamamıştır.
6. C IV elementine ait üç soğurma çizgisi (CSA, CSB ve CSC) şiddetlerindeki değişim birbirleri ile benzer hatta senkronizedir. Benzer şekilde C IV ve Si IV elementlerine ait soğurma çizgilerinin şiddetlerindeki değişim birbirleri ile koordinelidir.

4.2. BAL Değişimlerini Açıklayan Modeller

BAL yapılarının değişimlerini ele alan çalışmalar, temelde değişimlere neden olan mekanizmaları araştırmaktadır. Değişimlerin kaynağı olarak üç model ileri sürülmektedir. Bu modeller kısaca: (1) BAL yapılarının oluşmasına neden olan soğurucu gaz içerisindeki iyonizasyon seviyesinin değişimi, (2) soğurucu gazın merkezi ışıınım kaynağı üzerindeki kısmi örtme oranının değişimi ve (3) soğurucu gazın içinde gerçekleşen kaotik hareketler nedeniyle, tayfta görülen soğurma çizgilerinde değişimler olduğunu ileri sürmektedir. BAL yapılarında gözlenen değişimlerde, bu modellerden yalnızca bir tanesinin geçerli olduğunu düşünmek yanıltıcı olacaktır. Farklı modelleri savunan araştırmacıların tamamı, gerçekte bu modellerde ele alınan mekanizmaların her birinin değişime katkısı olduğu görüşünde birleşmektedir. Ancak, ileri sürülen bu mekanizmalardan bir tanesi diğerlerine göre çok daha baskın bir etki oluşturmaktadır. Bu çalışmada yapılan tartışmalar, bu mekanizmalardan hangisinin baskın olduğunu ortaya koymayı amaçlamaktadır.

4.2.1. İyonizasyon Modeli

Bu çalışmada kısaca “iyonizasyon modeli” olarak tanımlanan model, BAL yapılarında gözlenen eşdeğer genişlik ve derinlik değişimlerinin, soğurucu gaz içerisindeki iyonizasyon seviyesinin değişiminden kaynaklandığını öne sürmektedir. Soğurucu gaz içerisindeki iyonizasyon seviyesinin değişimlerine hangi süreçlerin neden olduğu ise

modelin ayrıntılı incelenmesiyle ortaya koyulabilmektedir.

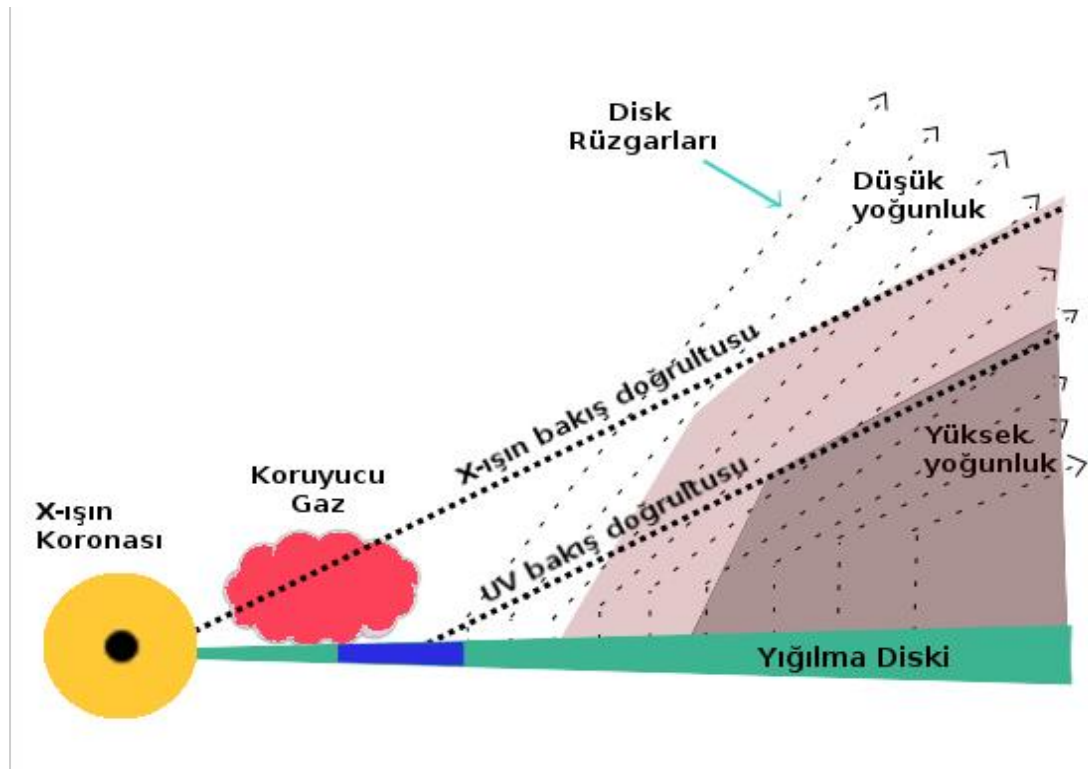
Kuazarların merkezinde yer alan SKK etrafındaki yığılma diski, katı cisim dönmesi değil Kepleryan dönme hareketi yapmaktadır. Katı cisim dönmesinde, merkez etrafında dolanan madde uzaklıktan bağımsız olarak sabit bir hızla dönme hareketini yaparken Kepleryan dönme hareketinde maddenin hızı, merkeze olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Merkezlerindeki kara delik ile disk arasında bulunan X-ışın koronası, enerjik fotonlar yayımlayarak civarındaki maddeyi aşırı derecede iyonlaşmaya maruz bırakmaktadır. Murray vd. (1995) [16] tarafından öne sürülen modelde, manyetik alanın etkisi ile, yığılma diskinden yukarıya kaldırılan madde, merkezi bölgelerden gelen fotonlar ile ivmelenerek rüzgar yapısını almaktadır. Ancak, rüzgar içerisinde yer alan maddenin hem yeterince yüksek hızlara ulaşabilmesi hem de aşırı iyonlaşmadan kurtulabilmesi için X-ışın koronası ve rüzgar yapısı arasında, “shielding gas” ya da “failed wind” olarak isimlendirilen ve kalkan görevi gören bir gaz yapısı bulunması gerektiği öne sürülmektedir.

Proga vd. (2000) [37] tarafından teorik hesaplamalar ile ortaya konulan bu model geliştirilmiş ve bu yapıya göre rüzgarların hız ve yoğunluk alanları haritalandırılmıştır. Luo vd. (2013) [56] çalışmasında öne sürülen, gözlemsel verilere dayalı eklemeleri dikkate alarak, Filiz Ak vd. (2014) [29] modeli şekilsel olarak göstermiştir.

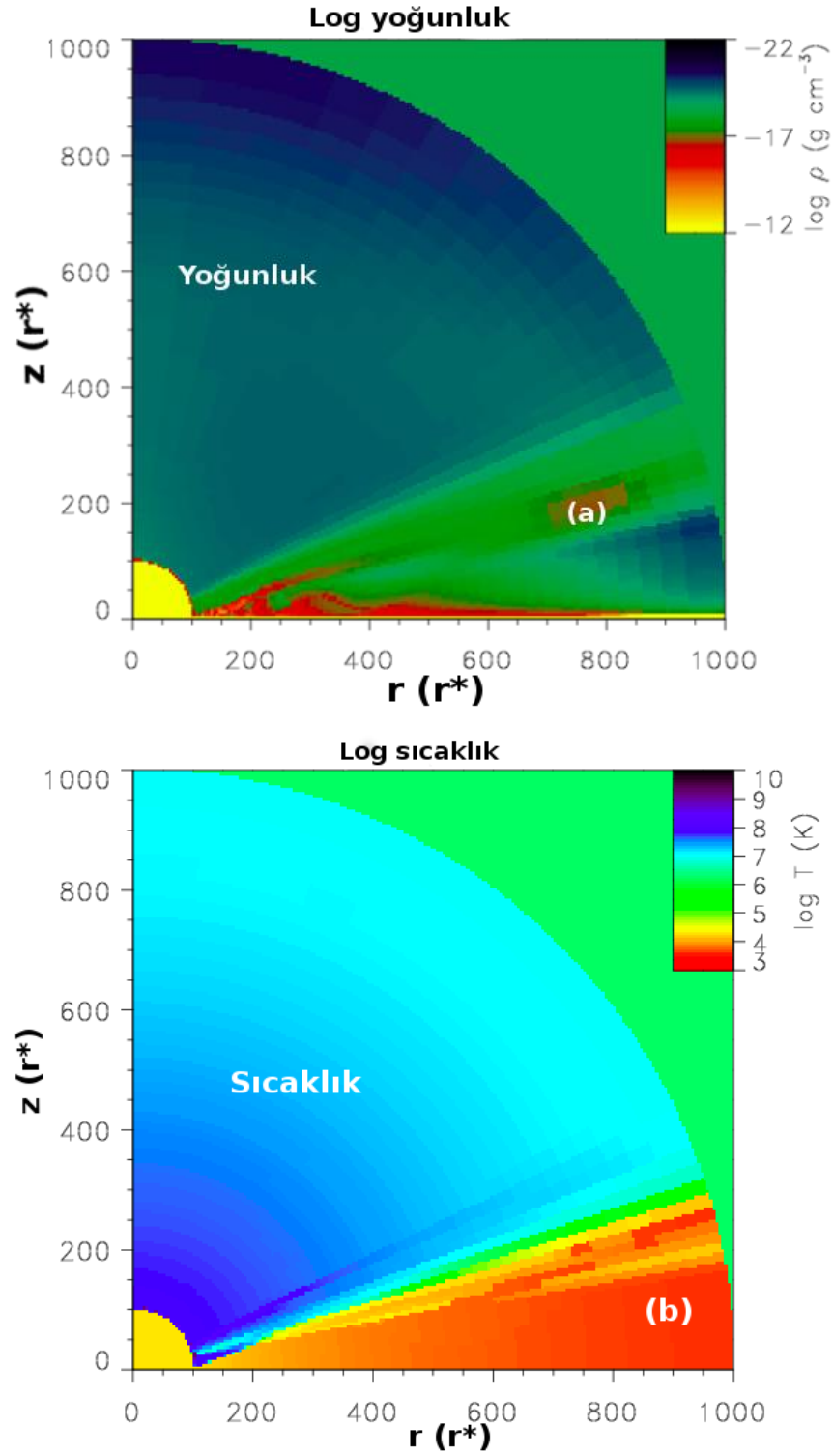
Literatürde öne sürülen bu modeli geliştirme ve düzeltmeleri de dikkate alarak açıklayan çizim Şekil 4.1.’de verilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere, merkezdeki SKK ile disk arasında yer alan X-ışın koronası, koruyucu gazın etkisi ile X-ışın bakış doğrultusunda güçlü soğurmalarla neden olmaktadır. Mor öte bakış doğrultusu ise C IV, Si IV gibi elementlerin salma çizgilerinin güçlü disk bileşenlerinin yayınlandığı bölgeyi ve rüzgar yapılarını içine almaktadır. Rüzgarların oluştuğu bölgelerde hız alanları merkezden uzaklaştıkça azalırken diskten uzaklaştıkça artmaktadır. Bu hız alanlarının haritası Şekil 4.2.’de verilen Proga vd. (2000) [37] çalışmasından alınan haritalar dikkate alınarak çizilmiştir. Benzer bir şekilde yoğunluk haritaları dikkate alınarak Şekil 4.1.’de verilen yoğunluk konturları gösterilmiştir. Bu gösterimler, herhangi bir ölçeklendirmeye bağlı olmaksızın görselleştirme amacıyla hazırlanmıştır.

Öne sürülen modelde yer alan koruyucu kalkan gaz, eksen-simetrik bir yapıda olmadığından, yoğunluk dağılımı sabit değildir. Bu nedenle, dönmenin etkisi ile rüzgarlar doğrultusundaki koruyucu gaz miktarı azalıp artabilmektedir.

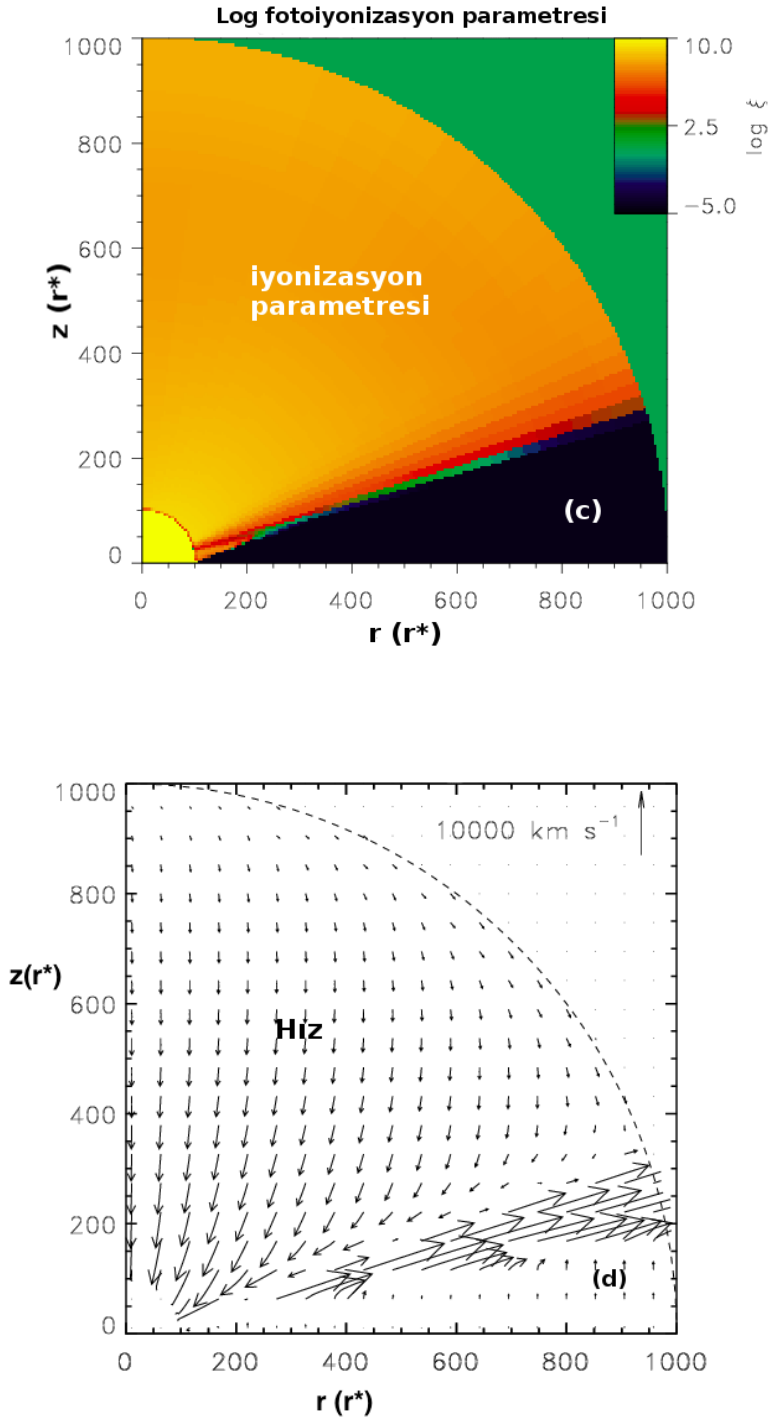
Soğurucu madde içerisindeki iyonizasyon seviyesindeki değişimler, örneğin C IV soğurma çizgisini oluşturabilecek özellikteki C atomlarının sayısının değişimine yol açmaktadır. Soğurucu madde içerisinde C IV soğurması oluşturacak atomların sayısı, iyonizasyon parametresi kadar maddenin yoğunluğuna da bağlıdır. Bu nedenle, aynı etkiye maruz kalan az yoğun ve çok yoğun iki rüzgar yapısı, aynı davranışları göstermeyebilir.



Şekil 4.1. Soğurma çizgilerinin değişimlerine neden olabilecek mekanizma için ileri sürülen iyonizasyon modeli. Merkezde SKK ve etrafında soğurmaya neden olan X-ışın koronası yer almaktadır. Kara deliği çevreleyen yığılma diskinde dışa doğru rüzgarlar, kesikli çizgi alanları ile gösterilmektedir. Rüzgarların olduğu bölgede hız alanları, yarıçap ile artan bazı bölgelerde diske diktir. Alanlar dışarı doğru kıvrılır ve merkezden uzaklaştıkça birbirlerine yaklaşır. Akışın neredeyse radyal olarak dışa doğru hareket ettiği bölge, yüksek hızlı, yüksek yoğunluklu bir bölgedir.



Şekil 4.2. Proga vd. (2000) çalışmasındaki (a) yoğunluk, (b) sıcaklık, (c) iyonizasyon parametresi, (d) hız haritaları. Burada r^* ile üç Schwarzschild yarıçapı gösterilmektedir.



Şekil 4.2. (şekil devam etmektedir)

Yapılan gözlemlerle, iyonizasyon değişimi modelinin BAL değişimlerini baskın bir şekilde açıkladığını öne süren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlar arasından, Grier vd.(2015) [34], yaklaşık 1.20 gün mertebesinde güçlü değişim gözlemlediği kuazarda, kısa zaman ölçeklerinde hızlı değişimin nedeninin, koruyucu gazın hareketi

kaynaklı soğurucu gaza ulaşan iyonlaştırıcı akının değişimi olduğunu öne sürmektedir. Filiz Ak vd. (2013) [28] ise, aynı elementin birden fazla soğurma çizgisi arasındaki koordineli değişimlerin koruyucu gazdaki değişikliklerin BAL değişkenliğini sürdürebilmesinde önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmektedir.

4.2.2. Rotasyon Modeli

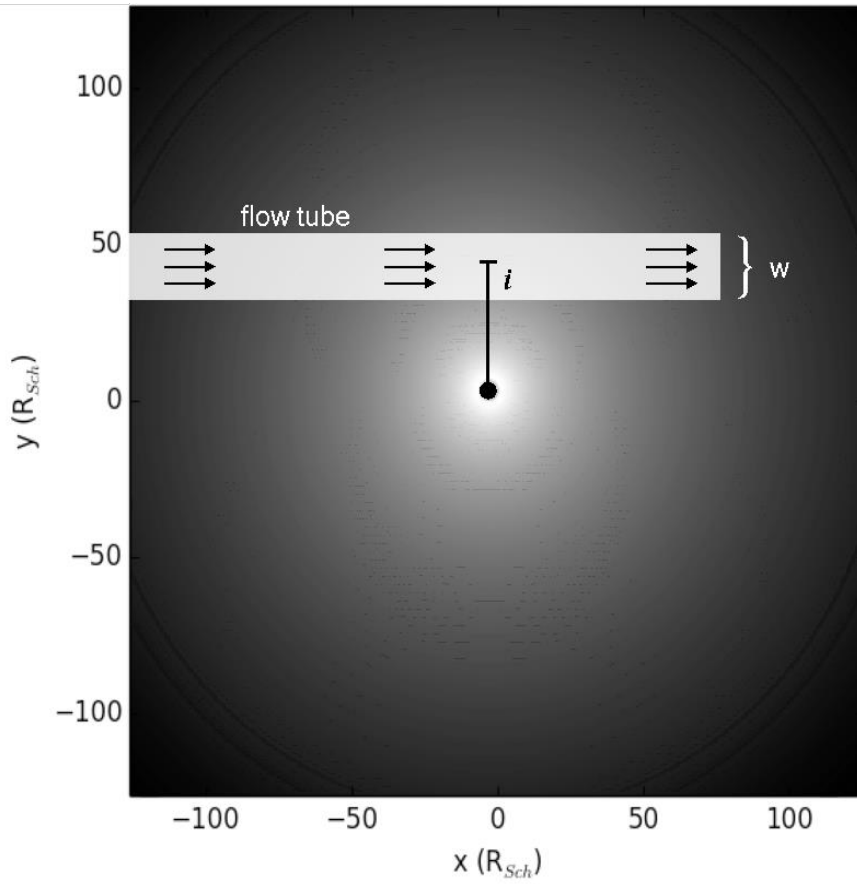
Gözlenen BAL değişimlerinin, rüzgar maddesinin merkez etrafında dönmesine bağlı olarak açıkladığı bu modelin temel çıkış noktası Arav vd. (1999) [57] çalışmasında ortaya koyulmaktadır. Arav'ın [57] çalışmasında, soğurma çizgilerini oluşturan soğurucu gazın, iyonizasyon seviyesindeki değişimlere cevap veremeyecek kadar satürasyona uğradığı öne sürülmektedir. Çeşitli gözlemsel kısıtlamalar nedeni ile bu çalışmada yapısal olarak daha dar olan soğurma çizgileri ele alınmaktadır.

Soğurma çizgilerinin eşdeğer genişliği, soğurucu madde içerisindeki ilgili atomların sayısı kadar optik derinliğe de bağlıdır. Ortamın optik derinlik arttıkça, çizginin merkezi yoğunluğu azalmakta diğer bir ifade ile derinliği artmaktadır. Arka plandan gelen ışınım içerisinde, ilgili dalga boylarındaki fotonların tamamı soğurulduğunda, çizgi derinliği maksimum değere yani akı yoğunluğunun sıfır olduğu değere uzanır. Bu çizgilere satürasyona uğramış çizgiler denir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere satürasyona uğramış çizgiler maksimum derinliğe ulaşmalıdır. Ancak, Arav vd. (1999) [57] çalışmasında öne sürülen modelde soğurucu gaz, arka plandaki ışınım kaynağını tamamen değil ancak kısmen örttüğünden, örtülmeyen bölgelerden gelen ışınım çizgilerin derinliğini sığaltırmaktadır. Satürasyona uğramış çizgilerde optik derinliğin daha da büyük değerlere ulaşması durumunda, çizgi eşdeğer genişliğinde hemen hemen hiç bir artış olmaz.

Modelde ele alınan kısmi örtme yaklaşımı, soğurma çizgilerindeki değişimin örtülen kısmın artıp azalmasına bağlı olduğunu ileri sürer. Çünkü bu modelde iyonizasyon seviyesindeki değişimler, dolaylı ifade ile optik derinlikteki değişimler çizgilerin şiddetinde (ya da en azından çizgi merkezlerinde) bir değişime neden olamamaktadır.

BAL yapılarının kaynağı olan soğurucu gazın, arka plandaki ışınım kaynağını örtme miktarındaki değişimlerin kaynağı ise soğurucu maddenin dönme hareketi olarak kabul

edilir. Gözlemsel verilerin en iyi bu modelle açıklandığını öne süren çok sayıda çalışma [58]; [57], model üzerinde çeşitli düzeltme ve eklemeler öne sürmektedir. Bunlar arasında en güncel olanlardan bir tanesi Rogerson vd. (2016) [14] çalışmasında ayrıntılıca ele alınan akış tüpü modelidir. Bu modele ilişkin gösterim, Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Diskin bir tarafından diğer tarafına geçen akış tüpü örneği. Diskin parlaklığının logaritması gri skala ile gösterilmiştir. Tüpün genişliği w 'dir ve yığılma diskine göre etki parametresi i 'dir. Merkezi siyah nokta ise, ışınım alınamayan kara delik bölgesidir. Akış tüpü, bazı etki parametrelerinde (i), merkezden uzaktaki sürekli ortam bölgesini geçmektedir ve bir miktar genişliğe (w) sahiptir. Geçiş sırasında, ışığın bir kısmı örtülür. Diskin merkezine yakın bir noktada geçtiği anda, daha fazla ışınımı bloke etmiş olacaktır.

4.2.3. Kaotik Hareket Modeli

Literatürde yer alan modeller arasında, en az olası görülen modelde, BAL yapıların eşdeğer genişliklerindeki değişimin, soğurucu gazın kendi içindeki kaotik hareketlerine bağlı olduğu öne sürülmektedir. Bu modelin çalışmalarda çok yer tutmamasının en büyük nedenlerinden bir tanesi, kaotik hareketlerin herhangi bir şekilde modellenememesinden kaynaklanır. Rüzgar yapıları oluşturan madde, merkezden uzaklığına bağlı olarak değişen hızlarda Kepleryan dönme hareketi yapmaktadır. Buna ek olarak, disk yakınlarındaki güçlü manyetik alana ve merkezi bölgelerden gelen aşırı güçlü ışınlara maruz kalan soğurucu madde, aynı zamanda yüksek hızlarla merkezden uzaklaşmaktadır. Bu şartlar altında madde içerisindeki kaotik hareketlilik kaçınılmazdır. Ancak bu hareketliliğin güçlü değişimlere sebep olacak kadar etkin olup olmadığı açık değildir.

4.3. Bulguların Modellerle Kıyaslanması

Bölüm 4.2’de ayrıntılı olarak anlatılan modellerin her üçü de BAL yapılarında gözlenen şiddet değişimlerini açıklayabilecek niteliktedir. Bu modellerde ileri sürülen mekanizmalardan hangisinin J1419 kuazarında baskın olduğunu ortaya koyabilmek için elde ettiğimiz bulgular modellerden beklenen durumlarla kıyaslanmalıdır. Bu bölümde elde edilen bulguların modellerle kıyaslaması yapılmaktadır.

J1419 tayflarında belirlenen, üç C IV soğurma çizgisi CSA, CSB ve CSC olarak, Si IV soğurma çizgisi ise SSA olarak isimlendirilmektedir. CSA, diğer soğurma çizgilerine kıyasla daha güçlüdür (daha geniş ve daha derin). CSA çizgisinin hızlı ve yavaş kısımları farklı değişimler göstermektedir. Bu kısımlar, en sıkı nokta dikkate alınarak CSA_b ve CSA_a şeklinde isimlendirilmektedir. Soğurma yapıları arasında en güçlü değişimler, CSA_b’de gözlenmektedir.

CSA ve SSA, beklendiği üzere aynı hız alanlarına sahiptir. Bunun nedeni aynı soğurucu gaz içerisinde bulunan C IV ve Si IV soğurucu atomlarının benzeşik hızlar göstermesidir. Bu nedenle CSA ve SSA yapılarında gözlenen koordineli değişimler, her üç modelle de açıklanabilir. Bu bulgu ayırt edici bir özellik sergilememektedir.

En şiddetli değişimlerin gözlemlendiği CSA, hem derinlik hem de eşdeğer genişlik parametrelerinde dramatik farklılıklar gösterse de çizginin profili başka bir ifade ile hız alanlarının dağılımı dikkate değer bir değişime uğramamaktadır. Bunun en önemli belirteci, ilk gözlemin alındığı tayf üzerindeki profil ile bu gözlemden ~140.1 gün sonra gözlenen tayf üzerindeki profilin aynı olmasıdır. Bu durum, hem iyonizasyon modeli hem de rotasyon modeli ile uyumludur. İyonizasyondaki değişimlere bağlı olarak değişen derinlik ve genişlik, iyonizasyon seviyesinin aynı değerlere dönmesi ile ilk duruma çok yakın değerlere dönebilir. Aynı şekilde, dönme nedeniyle gözlemcinin bakış doğrultusundan çıkan soğurucu gaz, yeniden bakış doğrultusuna girdiğinde benzer bir profil sergilemektedir. Ancak CSA profilinde değişimin olmaması, kaotik hareket modeli ile açıklanabilir değildir. Değişimlerin kaynağının, soğurucu madde içerisindeki kaotik hareketlerden kaynaklanması halinde, bu kaotik hareketlerin derinlik ve genişlikten çok, çizginin hız dağılımında değişime sebep olması beklenir.

Salma çizgilerinde kayda değer bir değişiminin olmaması; her üç modelle de açıklanabilir. İlk bakışta, iyonizasyon değişimi modelinin BAL yapıları kadar salma çizgilerini de etkilemesi beklense de salma çizgilerinin kaynağı, diskin merkeze yakın bölgesi olduğundan değişimin olması gerekli değildir.

CSAb bileşenin kısa zaman ölçeklerinde dramatik değişimler göstermesi, hatta bu bileşenin gözlenen zaman aralığında birden fazla kez kaybolup yeniden ortaya çıkması, modellerin yorumlanması bakımından ayırt edici bir özelliktir. Bu dramatik değişimlerin rotasyon modelinde öne sürülen mekanizmalar ile gerçekleştiği düşünülürse, CSAAb'ya ait soğurucu gazın bir kaç gün mertebesinde bakış doğrultusuna girip çıkması gerekir. Bu durum ancak soğurucu gazın merkeze çok yakın olması durumunda gerçekleşebilir. İki kaybolma arasındaki ortalama zaman 24 gün kabul edildiğinde, Kepler yörünge denkleminden $a^3/P^2 = GM_{skk}/4\pi^2$, a değeri elde edilebilir. Merkezi kara deliğin kütlesi $10^8 M_\odot$ alındığında bu uzaklık yaklaşık 0.4 ışık gününe (ya da 10^{15} cm) karşılık gelir. Yapılan teorik çalışmalar, BAL yapılarının merkeze en çok 10 ila 100 ışık günü uzaklığında olması gerektiğini öne sürer. Buna göre hesaplamalardan elde edilen uzaklık değeri, teorik çalışmalardan elde edilen değer ile uyuşmaz.

Ancak, CSAb için hesaplanan uzaklığın, beklenen teorik değerlerle uyumlu olması durumunda dahi, kaybolma ve ortaya çıkma davranışlarının periyodik olması beklenir. J1419'un tayfında görülen CSAb bileşeni için kaybolma ve ortaya çıkmalar periyodik değildir; ilk kaybolma ve ortaya çıkma arasında geçen süre 16 gün iken sonraki kaybolma ve ortaya çıkma olayları arasında geçen süre sırasıyla 12 ve 4 gündür.

J1419'un gözlemsel verilerinden, fotometrik süreklilik değerinde değişimlerin olduğu görülmektedir. Ancak, gözlemsel kısıtlamalar nedeni ile BAL yapılarının değişimleri ile süreklilik değişimleri arasında herhangi bir korelasyon olup olmadığına dair kesin bir sonuca varılamamıştır.

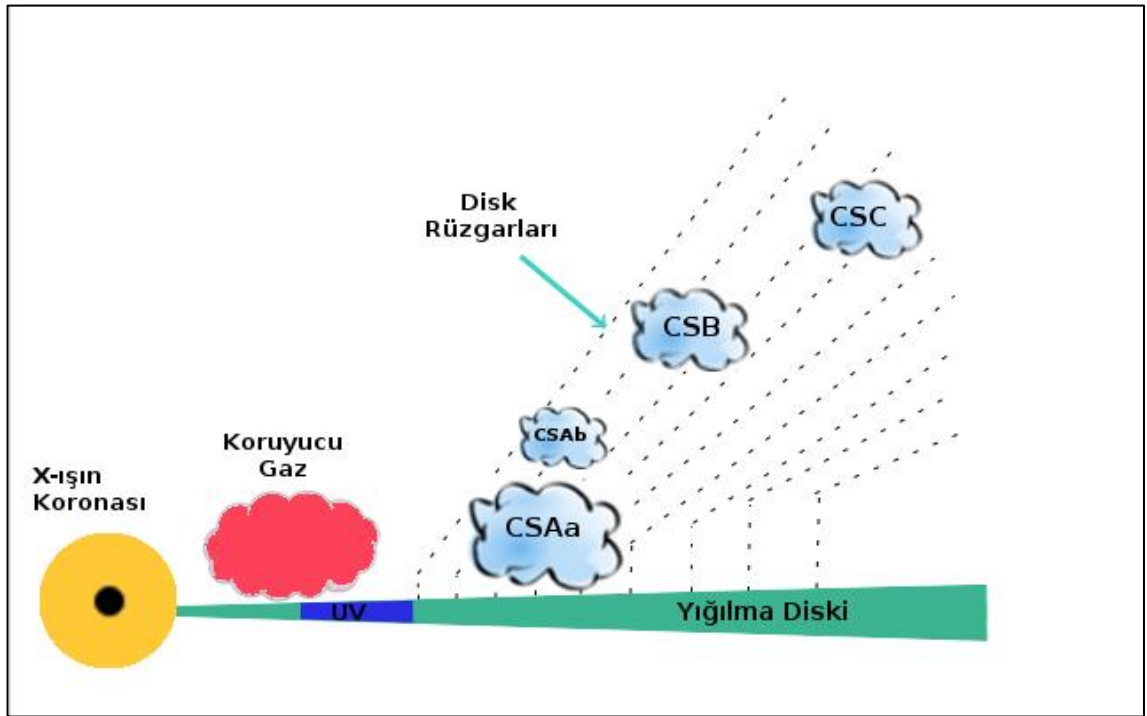
Modeller arasında kıyaslamaların yapılması bakımından en önemli bulgulardan bir tanesi, CSA değişimleri ile CSB ve CSC değişimleri arasında gözlenen korelasyondur. Bu çalışmada elde edilen bulgular, CSA, CSB ve CSC değişimlerinin senkronize ve koordine olduğunu ortaya koymaktadır. Kaotik hareket modeli, soğurucu gazların içerisindeki bağımsız hareketleri değişimin kaynağı olarak gösterdiğinden, birbirinden bağımsız olan BAL yapılarındaki değişimlerin kaotik hareketler ile açıklanabilmesi mümkün değildir.

CSA ve CSB arasındaki hız farkı 4300 kms^{-1} ve CSA ile CSC arasındaki hız farkı 8500 kms^{-1} mertebesinde dir. Hız alanlarındaki bu farklılıkların, en kaba yaklaşımla soğurucu maddeler arasındaki fiziksel uzaklıkların belirteci olduğu düşünülürse, rotasyon modeli ile bu koordineli değişimlerin açıklanması beklenemez. Çünkü rotasyon modeline göre, farklı uzaklıklarda bulunan bu soğurucu gazların kısmi örtme miktarlarının değişimi eş zamanlı olmamalıdır. Merkeze en yakın olan ya da kaba bir yaklaşımla en yavaş olan rüzgar yapısındaki değişim belirli bir zaman aralığından sonra daha uzakta bulunan maddeler tarafından takip edilmelidir. Bu bulgu, rotasyon modelinin baskın mekanizma olması beklentisini ortadan kaldırmaktadır.

Elde edilen bulguların değerlendirilmesi, J1419 kuazarının gözlenen BAL yapılarındaki değişimleri en iyi açıklayan modelin iyonizasyon modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre, J1419 kuazarının BAL değişimleri için iyonizasyon modelinde öne sürülen mekanizmanın baskın mekanizma olduğu düşünülmektedir.

4.4. J1419 kuazarı için en olası model

Şekil 4.1. ile verilen modelin J1419 kuazarı için geliştirilmiş versiyonu Şekil 4.4.'de verilmektedir. Şekilde verildiği gibi, koruyucu gaz mor öte bölgenin bir kısmını da içine almaktadır. Merkezden gelen fotonların önünde kalkan görevi gören koruyucu gaz, fotonların bir kısmını geçirir. Yığılma diski üzerinde manyetik alanın etkisiyle yukarı doğru kalkan madde, bu fotonlarla ivmelenir. J1419 kuazarında soğurma çizgilerine neden olan soğurucu gazlar, Şekil 4.4.'de verilen bulut yapıları ile gösterilmiştir. C IV soğurma çizgilerinin hızları göz önüne alındığında bulutların şekilde verildiği gibi konumlanmış olması gerekir. Soğurma çizgilerinden en düşük hıza sahip olan CSA'nın iki bileşeni (CSAa ve CSAb) oluşturan bulutlar, diske diğer soğurucu bulutlardan daha yakındır.



Şekil 4.4. J1419 kuazarının yığılma diski üzerindeki konumlarının görselleştirilmesi. Soğurma çizgilerine neden olan bulutlar, Proga vd. (2000) çalışmasındaki haritalar ve Murray vd. (1995) çalışmasında öne sürülen koruyucu gaz senaryosu göz önüne alınarak yerleştirilmiştir.

4.5. Doğrulayıcı gözlemler

J1419 kuazarının BAL değişimlerini en iyi şekilde açıkladığı öne sürülen modelin daha uzun zamanlı ve farklı dalga boylarına yayılan gözlemlerle test edilmesi gereklidir. Bu test için en iyi sonuçları verecek gözlemlerin başında, eş zamanlı X-ışın ölçümleri ve tayfsal gözlemler gelmektedir. Modelde ön görüldüğü haliyle X-ışın soğurucu kalkan gazın değişimleri, BAL yapılarındaki değişimlere yol açıyorsa; BAL şiddetinin artma ve azalma davranışı ile X-ışın etkinliğinin artma ve azalması arasında bir bağlantı bulunması beklenir.

İkinci bir test gözlemi kurgusu ise BAL yapılarının tayfsal gözlemlerine eş zamanlı olarak ve kısa zaman aralıkları ile yapılacak optik ve mor öte dalga boylarında fotometrik ölçümler ile yapılabilir. X-ışın sürekliliğinde gerçekleşmesi beklenen değişimlerin, mor öte ve optik dalga boylarındaki ışınlara da etki etmesi beklenir. Yukarıda önerilen model doğru ise, BAL değişimleri fotometrik değişimlerle korelasyon göstermelidir.

KAYNAKLAR

1. Francis, P. J., Hewett, P. C., vd., 1991, A high signal-to-noise ratio composite quasar spectrum, **ApJ**, **373**: 465-470
2. (<http://astronomy.nmsu.edu/nicole/teaching/ASTR505/lectures/lecture26/slide01.gthml>) (Eriřim tarihi: Haziran 2017)
3. Mortlock, Daniel J., Warren, Stephen J. vd., 2011, A luminous quasar at a redshift of $z = 7.085$, **Nature** **474**: 616-620
4. Greenfield, P. E., Burke, B. F., Roberts, D. H. 1980, The double quasar 0957 + 561 as a gravitational lens - Further VLA observations, **Nature**, **286**: 865-866
5. Turner, E. L. 1988, Gravitational Lenses, **SciAm**, **259**: 26-32
6. Ogle, P. M., Cohen, M. H., vd., 1999, Polarization of Broad Absorption Line QSOS. I. A Spectropolarimetric Atlas, **ApJ**, **125**: 1-34
7. Peterson, Bradley M. 1997, An introduction to Active Galactic Nuclei, Cambridge University Press, England, 559 pp.
8. Hewett P. C. & Foltz C. B., 2003, The Frequency And Radio Properties of Broad Absorption Line Quasars, **AJ**, **125**: 1784-1794
9. Knigge C., Goad M. R., Cottis C. E., 2008, The Intrinsic Fraction of Broad Absorption Line Quasars, **MNRAS**, **386**: 1426-1435
10. Gibson, Robert R.; Brandt, W. N.; vd., 2009, X-ray Insights into the Physics of Mini-BAL Quasar Outflows, **ApJ**, **696**: 924-940
11. Lynds, C. R., 1967, A Quasi-Stellar Source with a Rapidly Expanding Envelope, **ApJ** **147**: 396-412
12. Weymann, R.J., Morris, S. L., vd., 1991, Comparison of the Emission Line and Continuum Properties of Broad Absorption Line and Normal Quasi-Stellar Objects, **ApJ**, **373**: 23-53

13. Hamann F., Sabra, B., 2004, The Diverse Nature of Intrinsic Absorbers in AGNs, **ASPC**, **311**: 203-215
14. Rogerson, J. A., Hall, P. B., vd., 2016, Multi-epoch observations of extremely high-velocity emergent broad absorption, **MNRAS**, **457**: 405-420
15. King, Andrew, 2010, Accretion and Outflow n Active Galaxies, **IAUS**, **267**: 273-282
16. Murray N., Chiang J., vd., 1995, Accretion Disc Winds From Active Galactic Nucle, **ApJ**, **451**: 498-506
17. Elvis, M. 2000, A Structure for Quasars, **ApJ**, **545**: 63-76
18. Di Matteo, T., Springel V., ve Hernquistvd, L., 2005, Energy input from quasars regulates the growth and activity of black holes and their host galaxies, **Nature**, **433**: 604-607
19. Woo, Jong-Hak, & Son, D., vd., 2017, Delayed or no feedback? Gas Outflows In Type 2 AGNS. III, **ApJ**, **839**: 120-133
20. Filiz AK, N., Brandt, W. N., vd., 2012, Broad Absorption Line Disappearance On Multi-Year Timescales In A Large Quasar Sample, **ApJ**, **757**: 114-133
21. York, D. G., Adelman, J., vd., 2000, The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary, **AJ**, **120**: 1579-1587
22. Gunn, J. E., Siegmund, W. A., vd., 2006, The 2.5 m Telescope of the Sloan Digital Sky Survey, **AJ**, **131**: 2332-2359
23. Smee, S. A., Gunn, J. E., vd., 2013, The Multi-object, Fiber-fed Spectrographs for the Sloan Digital Sky Survey and the Baryon Oscillation Spectroscopic Survey, **AJ**, **146**: 186-189

24. Eisenstein, D. J., Weinberg, D. H., vd., 2011, SDSS-III: Massive Spectroscopic Surveys of the Distant Universe, the Milky Way, and Extra-Solar Planetary Systems, **AJ**, **142**: 72-97
25. Lundgren, B. F., Wilhite, vd., 2007, Broad Absorption Line Variability In Repeat Quasar Observations From The Sloan Digital Sky Survey, **ApJ**, **656**: 73-83
26. Shen, Y., vd., 2015, The Sloan Digital Sky Survey Reverberation Mapping Project: Technical Overview, **ApJS**, **216**: 4-29
27. Barlow, T. A., Junkkarinen V. T., 1992, Broad Absorption-Line Time Variability In The QSO 203, **ApJ**, **397**: 81-87
28. Filiz AK, N., Brandt, W. N., vd., 2013, Broad Absorption Line Variability On Multi-Year Time Scales In A Large Quasar Sample, **ApJ**, **777**: 168-202
29. Filiz AK, N., Brandt, W. N., vd., 2014, The Dependence Of CIV Broad Absorption Line Properties On Accompanying SiIV And AlIII Absorption: Releating Quasar-Wind Ionization Levels, Kinematics, And Column Densities, **ApJ**, **791**: 88-114
30. Smith, L. J., & Penston, M.V., 1988, On Variability In The Broad Absorption Line Troughs Of The QSO Q1246-057, **MNRAS**, **235**: 551-564
31. Barlow, T. A., 1994, Time Variability of Broad-Absorption-Line QSOs, **PASP**, **106**: 548-600
32. Hamann F., Kaplan, K. F., Hidalgo, P. Rodriguez vd., 2008, Emergence of a Quasar Outflow, **MNRAS**, **391**: 39-43
33. Vivek, M., Srianad, R., Petitjean, P., vd., 2012, Probing the time variability of five Fe low broad absorption-line quasars, **MNRAS**, **423**: 2879-289
34. Grier, C. J., Hall, vd., 2015, The Sloan Digital Sky Survey Reverberation Mapping Project: Rapid CIV Broad Absorption Line Variability, **ApJ**, **806**: 111-126

35. Capellupo, D. M., Hamann, F., vd., 2011, Variability in quasar broad absorption line outflows - III. What happens on the shortest time-scales?, **MNRAS**, **413**: 908-922
36. Gibson, R. R., Brandt, W. N., Schneider, D. P., 2008, Quasar Broad Absorption Line Variability On Multi-Year Time Scales, **ApJ**, **685**: 773-792
37. Proga, D., Stone, J. M., vd., 2000, Dynamics of Line-driven Disk Winds in Active Galactic Nuclei, **ApJ**, **543**: 686-696
38. Gibson, R. R., Brandt, W. N., cd, 2010, The Evolution Of Quasar CIV and SiIV Broad Absorption Lines Over Multi-Year Timescales, **ApJ**, **713**: 220-259
39. Hall, P. B., Anosov, K., vd., 2011, Implications Of Dramatic Broad Absorption Line Variability In The Quasar FBQS J1408+3054, **MNRAS**, **411**: 2653-2666
40. Paris, I., Petitjean, P., vd., 2014, The Sloan Digital Sky Survey quasar catalog: tenth data release, **A&A**, **563**: 54-69
41. McGraw, S. M., Brandt, W. N., vd., 2017, Broad absorption line disappearance and emergence using multiple-epoch spectroscopy from the Sloan Digital Sky Survey, **MNRAS**, **469**: 3163-3172
42. Aihara, H., Allende Prieto, C., vd., 2011, The Eighth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Data from SDSS-III, **ApJS**, **193**: 29-46
43. Schlafly, E. F. Finkbeiner, D. P., 2011, Measuring Reddening with Sloan Digital Sky Survey Stellar Spectra and Recalibrating SFD, **ApJ**, **737**: 103-110
44. Cardelli J. A., Clayton G. C., Mathis, J. S., 1989, The relationship between infrared, optical, and ultraviolet extinction, **ApJ**, **345**: 245-256
45. Dawson, K. S., Schlegel, D. J., vd., 2013, The Baryon Oscillation Spectroscopic Survey of SDSS-III, **AJ**, **145**: 10-59
46. Margala D., Kirkby D., vd., 2016, Improved Spectrophotometric Calibration of the SDSS-III BOSS Quasar Sample, **ApJ**, **831**: 157-167

47. Capellupo, D. M., Hamann, F., vd., 2012, Variability in quasar broad absorption line outflows - III. What happens on the shortest time-scales?, **MNRAS**, **422**: 3249-3270
48. Reichard, T. A., Richards, G. T., vd., 2003, Continuum and Emission-Line Properties of Broad Absorption Line Quasars, **AJ**, **126**: 2594-2629
49. Pei, Y. C., 1992, Interstellar dust from the Milky Way to the Magellanic Clouds, **ApJ**, **395**: 130-141
50. Saul A. Teukolsy, vd., 1992, Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Cambridge University, England, 925 pp
51. Shi, Z. X., Comte, G., vd., 2014, Emission lines properties of the radio-loud quasar LAMOST J1131+3114, **A&A**, **564**: 89-93
52. Coatman, Liam., Hewett, Paul C., vd., 2016, C IV emission-line properties and systematic trends in quasar black hole mass estimates, **MNRAS**, **461**: 647- 665
53. Peterson, B. M., Ferrarese, L., vd., 2004, Central Masses and Broad-Line Region Sizes of Active Galactic Nuclei. II. A Homogeneous Analysis of a Large Reverberation-Mapping Database, **ApJ**, **613**: 682-753
54. Hall, P. B., Brandt, W. N., vd., 2013, Broad absorption line quasars with redshifted troughs: high-velocity infall or rotationally dominated outflows?, **MNRAS**, **434**: 222-256
55. Capellupo, D. M., Hamann, F., vd., 2013, Variability in quasar broad absorption line outflows - III. What happens on the shortest time-scales?, **MNRAS**, **429**: 1872-1888
56. Luo, B., Brandt, W. N., vd., 2013, Weak Hard X-Ray Emission from Two Broad Absorption Line Quasars Observed with NuSTAR: Compton-thick Absorption or Intrinsic X-Ray Weakness?, **ApJ**, **72**: 153-170
57. Arav, N., Korista, K. T., vd., 1999, Hubble Space Telescope Observations of the Broad Absorption Line Quasar PG 0946+301, **ApJ**, **516**: 27-46

58. Hamann, F., 1998, Broad P V Absorption in the QSO PG 1254+047: Column Densities, Ionizations, and Metal Abundances in Broad Absorption Line Winds, **ApJ**, **500**: 798-809

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Damla ERAKUMAN

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 17 Mayıs, Kızıltepe

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: 536 737 51 62

email: damla.erakuman@gmail.com

Yazışma Adresi: Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri
Bölümü, 38039 Talas/KAYSERİ

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lise	Mehmet Serttaş Anadolu Lisesi, Mersin	2009
Lisans	EÜ F.B Astronomi ve Uzay Bilimleri	2013
Yüksek Lisans	EÜ F.B Astronomi ve Uzay Bilimleri	2017

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Erakuman, D., Filiz Ak, N. “SDSS J141955.288+522741.4 Kuazarını Soğurma Çizgilerinin Kısa Zaman Ölçekli Değişiminin İncelenmesi” 20. Ulusal Astronomi Kongresi, 5-9 Eylül 2016, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
2. Erakuman, D., Filiz Ak, N.”Rapid CIV BAL Variability: Re-Emerging Absorption” Quasars at all cosmic epochs, 2-7 Nisan 2017, Padova, İtalya