

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kr VII İÇİN ELEKTRİK DİPOL (E1), ELEKTRİK KUADRUPOL
(E2) VE MANYETİK DİPOL (M1) GEÇİŞLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hurisel BASMACI

Fizik Anabilim Dalı

TEMMUZ 2024

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kr VII İÇİN ELEKTRİK DİPOL (E1), ELEKTRİK KUADRUPOL
(E2) VE MANYETİK DİPOL (M1) GEÇİŞLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hurisel BASMACI

Fizik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr.Üyesi Selda ESER

TEMMUZ 2024

Hurisel BASMACI tarafından hazırlanan “Kr VII İçin Elektrik Dipol (E1), Elektrik Kuadrupol (E2) ve Manyetik Dipol (M1) Geçişleri” adlı tez çalışması 01.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı :

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “Kı VII İÇİN ELEKTRİK DİPOL (E1), ELEKTRİK KUADRUPOL (E2) VE MANYETİK DİPOL (M1) GEÇİŞLERİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(01/07/2024)

Hurisel BASMACI

Kendime,

TEŞEKKÜR

Bu tez boyunca bana sağladığı yol gösterme, destek ve sabır için derin bir minnettarlık hissediyorum. Sizin cesaretlendirici sözleriniz, akademik yönlendirmeniz ve tavsiyeleriniz sayesinde büyük bir özgüvenle ilerledim. Tezimi başarılı bir şekilde tamamlamamda her zaman desteğinizle beni motive ettiğiniz için saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Selda ESER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili annem ve babam, sevgi dolu desteğiniz olmasaydı, bu süreci başarıyla tamamlamak çok daha zor olabilirdi. Sizin varlığınız, benim için her zaman en büyük motivasyon kaynağı oldu. Bu başarıyı sizinle paylaşmak benim için büyük bir mutluluk. Okul hayatım boyunca bana gösterdiğiniz destek, sabır ve anlayış için minnettarım, her şey için sonsuz teşekkürler.

Sevgili teyzem, sana içtenlikle teşekkür etmek istiyorum. Her zaman yanımda olduğun ve beni desteklediğin için minnettarım. Senin özverin, cesaretlendirmen ve yardımların sayesinde bu tezi tamamlama konusundaki kararlılığım arttı. Senin varlığın, benim için büyük bir motivasyon kaynağı oldu.

Değerli arkadaşlarım Serap, Nilüfer ve Leyla, size içtenlikle teşekkür etmek istiyorum. Siz, bu yolculukta benim yanımda oldunuz ve her zaman beni cesaretlendirdiniz. Sizin dostluğunuz ve destekleriniz, bu süreci daha keyifli ve anlamlı kıldı. Birlikte geçirdiğimiz zamanlar, benim için çok değerliydi. Siz olmadan, bu başarıya ulaşmak mümkün olmazdı.

Biricik kuzum Kaan, her zaman yanımda olduğun ve beni desteklediğin için sana derin bir minnettarlık duyuyorum. Senin neşen, bilgi desteğin, enerjin ve samimiyetin, benim için bu tez sürecindeki zorlu anlarda bile bir ışık oldu. Seninle bu başarıyı paylaşmak benim için büyük bir mutluluk. Senin varlığın, benim için en büyük motivasyon kaynağıydı. Her şey için sonsuz teşekkürler.

Hurisel BASMACI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SİMGELER	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kripton'un Kullanım Alanları	2
1.2. Tezin Amacı	2
1.3. Literatür Araştırması	3
2. HESAPLAMA YÖNTEMİ	7
2.1. N-Elektronlu Sistemler İçin Relativistik Olmayan Hamiltonyen	7
2.2. Dalga Fonksiyonlarının Özellikleri	7
2.2.1. Normalleşme	7
2.2.2. Parite	8
2.2.3. Antisimetrik	8
2.2.4. Açısal özellikler	9
2.3. Merkezi Alan Yaklaşıklığı	10
2.4. Hartree-Fock Yaklaşıklığı	11
2.5. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock Yöntemi	12
2.5.1. Breit-Pauli Hamilton yeni, dalga fonksiyonu ve ince yapı seviyeleri.....	13
2.5.2. MCHF ile atomik yapı hesaplama adımları	16
2.6. Çok Konfigürasyonlu Dirac-Fock Yaklaşıklığı ve GRASP Kodu.....	16
2.6.1. N-elektronlu sistem için relativistik atomik hamiltonyen (Dirac hamiltonyeni)	17
2.6.2. Relativistik yörüngeler ve relativistik dalga fonksiyonları	18
2.6.3. Konfigürasyon hal fonksiyonları (CSF).....	20
2.6.4. Atomik hal fonksiyonları (ASF)	20
2.6.5. GRASP atomik yapı paketi ile hesaplama adımları.....	21
2.7. Breit ve QED Düzeltmeleri	21
2.7.1. Breit etkileşimi	21
2.7.2. QED etkileri	22
2.8. Işımalı Geçişler ve Seçim Kuralları	24
3. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ.....	77

KISALTMALAR

ASF	: Atomik hal fonksiyonları
au	: Atomik birim
CSF	: Konfigürasyon hal fonksiyonları
E1	: Elektrik dipol
E2	: Elektrik kuadrupol
GRASP	: Genel amaçlı relativistik atomik yapı paketi (General-purpose Relativistic Atomic Structure Program)
HF	: Hartree-Fock
HFR	: Relativistik Hartree-Fock (Relativistic Hartree-Fock)
IR	: Infrared (Kızılötesi Işın)
MCDF	: Çok Konfigürasyonlu Dirac-Fock (Multiconfiguration Dirac-Fock)
MCHF	: Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock)
MR	: Manyetik Rezonans
M1	: Manyetik dipol
NIST	: National Institute of Standards and Technology's web site
UV	: Morötesi (Ultraviolet)
VUV	: Vacuum Ultraviolet
QED	: Kuantum Elektrodinamik (Quantum electrodynamic)

SİMGELER

$\text{\AA}$	: Uzunluk birimi [10^{-10} m]
λ	: Dalga boyu [$\text{\AA}$]
A_{ij}	: Geçiş olasılığı [s^{-1}]
f_{ji}	: Salımcı şiddeti
S_{ij}	: Çizgi şiddeti [a,b]
c	: Işık hızı [m/s]
m	: Elektronun kütlesi [kg]
e	: Elektronun doluluğu
$U(r)$	: Potansiyel
$V(r)$	: Merkezi Potansiyel
A	: Antisimetri işlemcisi
γ	: Ek kuantum sayıları
ψ	: Çok elektronlu sistemler için dalga fonksiyonu
q	: Elektronun koordinatı
r	: Elektronun çekirdekten uzaklığı
E	: Enerji
H	: Hamiltoniyen işlemcisi
H_0	: Ayrıştırılabilir Hamiltoniyen
Z	: Çekirdek yükü
Π	: Parite işlemcisi
p	: Permütasyon (sıra değiştirme) paritesi
L	: Yörünge açısal momentum kuantum sayıları
M_L	: Açısal momentum kuantum sayıları
S	: Spin açısal momentum işlemcisi
M_S	: Spin açısal kuantum sayısı
α	: İnce yapı sabiti
ω	: Değiş tokuş frekansı
$\wp$	: Elektronun koordinatını değiştiren işlemci

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Kr VII için yapılan hesaplamalarda kullanılan konfigürasyon setleri.	27
Tablo 3.2. Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu λ (Å), geçiş olasılığı A_{ij} (s^{-1}), salıncı şiddeti f_{ji} ve çizgi şiddeti S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.	31
Tablo 3.3. Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu λ (Å), geçiş olasılığı A_{ij} (s^{-1}), salıncı şiddeti f_{ji} ve çizgi şiddeti S_{ij} (a.b).	46
Tablo 3.4. Kr VII için elektrik kuadropol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salıncı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).....	53
Tablo 3.5. Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salıncı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).....	63

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Kr VII' nin MCDF ve MCHF hesaplamalarından elde edilen enerji seviyelerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.	29
Şekil 3.2. Kr VII' nin E1 geçişlerine ait dalga boyu değerlerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.	50
Şekil 3.3. Kr VII' nin E1 geçişlerine ait geçiş olasılığı değerlerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.	511
Şekil 3.4. Kr VII' nin E1 geçişlerine ait salınıcı şiddeti değerlerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.	51
Şekil 3.5. Kr VII' nin E1 geçişlerine ait çizgi şiddeti değerlerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.	52

Kr VII İÇİN ELEKTRİK DİPOL (E1), ELEKTRİK KUADRUPOL (E2) VE MANYETİK DİPOL (M1) GEÇİŞLERİ

ÖZET

Bu çalışmada altı kez iyonize olmuş çinko benzeri kripton ($Z=36$, Kr VII) için bazı enerji seviyeleri ve bu seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1), elektrik kuadrupol (E2) ve manyetik dipol (M1) ışımalı geçişlerine ait dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij} (a.u.)) gibi atomik geçiş parametreleri hesaplandı. Enerji seviyeleri için hesaplamalar yapılırken farklı hamiltonyenlere sahip iki yöntem olan, tamamen relativistik çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemini temel alan genel amaçlı relativistik atomik yapı paketi (GRASP) ve çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) yöntemi kullanıldı. MCDF hesabı sonucunda elde edilen enerji seviyelerine, QED ve Breit düzeltmelerinin bir katkı olarak nasıl etki ettiği incelendi. İzinli (E1) ve yasaklı (E2 ve M1) geçişlerine ait atomik parametreler için yapılan hesaplamalarda ise enerji seviyeleri için MCDF hesabından elde edilen sonuçların mevcut literatür ile daha iyi uyumlu olmasından dolayı bu yöntem kullanıldı.

İlk bölümde, yapılan bu çalışmanın kapsamı ve amacı ile birlikte çinko benzeri altı kez iyonlaşmış kripton (Kr VII) ait atomik parametreler için ulaşılabilir literatürde var olan deneysel ve teorik olan çalışmalar; ikinci bölümde ise çok-elektronlu atomlar, MCDF ve MCHF yöntemi, Breit düzeltmeleri, QED katkıları ve ışımalı geçişler hakkında özet bilgiler; son bölümde ise bu çalışmada yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen atomik veriler tablo ve grafikler halinde sunulmaktadır. Bu sonuçlar, mevcut literatürde var olan deneysel ve teorik değerler ile tablo ve grafiklerde karşılaştırmalı bir şekilde sunuldu ve hata hesabı yapıldı. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, bu çalışmadan elde edilen hesaplama sonuçlarının daha önce yapılan çalışmalar ile oldukça iyi uyum içerisinde olduğu görüldü.

Ayrıca, altı kez iyonlaşmış çinko benzeri kripton (Kr VII) iyonu için özellikle yasaklı geçişlere ait ulaşılabilir mevcut literatür tarandığında daha önce herhangi bir veri sunulmadığı görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada mevcut literatürde sınırlı sayıda bulunan verileri, yapılan hesaplamalardan elde edilen yeni veriler ile genişletmek ve özellikle geçişlere ait bazı parametrelerin literatüre ilk kez kazandırılması amaçlanmaktadır.

ELECTRIC DIPOLE (E1), ELECTRIC QUADRUPOLE (E2) AND MAGNETIC DIPOLE (M1) TRANSITIONS FOR Kr VII

SUMMARY

The atomic data of ionized noble gases play a significant role in spectroscopy of astrophysical and laboratory plasmas, calculation of elemental abundances, modeling of stellar atmospheres, laser physics, industrial research, planetary science and in general, in all laboratory plasma applications.

In this study, some energy levels and atomic transition parameters such as wavelength, (λ (Å)), transition probability, (A_{ij} (s^{-1})), oscillator strength, (f_{ji}), and line strength, (S_{ij} (a.u.)) for six times ionized zinc-like krypton ($Z=36$, Kr VII) were calculated. Two methods with different hamiltonians, namely the General-purpose Relativistic Atomic Structure Package (GRASP) based on the fully relativistic multiconfiguration Dirac-Fock (MCDF) method and the multiconfiguration Hartree-Fock (MCHF) method, were used for calculations of energy levels. We analyzed how the Quantum Electrodynamics (QED-self-energy and vacuum polarization) and Breit corrections (magnetic interaction between the electrons and retardation effects of the electron-electron interaction) contribute to the energy levels obtained from the MCDF calculation. The MCDF method was used in the calculations for the atomic parameters of the allowed (electric dipole-E1) and forbidden (electric quadrupole-E2 and magnetic dipole-M1) transitions for Zn-like krypton (Kr VII).

In the first part, together with the scope and purpose of this study, the experimental and theoretical studies available in the literature for the atomic parameters of six times ionized krypton (Kr VII) are presented; in the second part, summary information about multielectron atoms, MCDF and MCHF methods, Breit effects, QED contributions and radiative transitions are presented; in the last section, the atomic data obtained as a result of the calculations performed in this study are presented in tables and graphs. These results are presented in tables and graphs in comparison with the experimental and theoretical values in the available literature and percentage error calculation is performed. As a result of the comparisons, it was seen that the calculation results obtained from this study are in good agreement with the previous studies.

Table 3.1 presents the configuration sets which were used in the MCHF and MCDF calculations for the Kr VII ion. Using the configuration sets given in Table 3.1 for the Kr VII ion, 55 and 81 energy levels were obtained for MCDF and MCHF, respectively. The obtained results for the energy levels are in good agreement with existing experimental and theoretical data in the literature. Percentage errors were calculated to show the compatibility of the results obtained with the data available in the literature. The percentage differences results (min-max) values were calculated in the range of (0.21-7.09) for MCDF and (0.06-28.8) for MCHF. A clearer comparison of the results obtained with both MCDF and MCHF in this study with other existing results is given in Figure 3.1. It is also seen in this figure that the energy levels obtained are in good agreement with the existing values in the literature. The R^2 values for the energy levels were calculated as 0.9984 for MCDF and 0.9352 for MCHF. Since these

values are very close to 1, it shows that the results obtained in this study are good. R^2 values are given above the associated graphs.

When the energy values for the zinc-like, six times ionized krypton (Kr VII) were examined, it was seen that the results obtained from the MCDF calculation were in better agreement with the comparison values. For this reason, the E1 transitions between the energy levels obtained from the MCDF calculation were calculated and 257 transitions were obtained.

Transition parameters such as wavelength, (λ (Å)), transition probability, (A_{ij} (s^{-1})), oscillator strength, (f_{ji}), and line strength, (S_{ij} (a.u.)), of electric dipole (E1) radiative transitions for the Kr VII ion, and their comparison values in the literature are presented in Table 3.2. It is seen that the MCDF calculation results in this study are in good agreement with the comparison values.

While calculating the percentage differences results of the transition parameters, the study by NIST [41] for wavelength, Liang and colleagues [24] for transition probabilities, oscillator strengths and line strengths were preferred as reference due to the abundance of data in the existing literature. Percentage differences (min-max) values were calculated in the range of (0.001-0.164) for wavelength, (0.02-1.61) for transition probabilities, (0.01-1.66) for oscillator strengths and (0.02-1.9) for line strengths. The fact that these ranges are quite small and close to each other shows the accuracy of the results obtained in this study. A comparison between the results of this study and the data available in the literature is also given in Figure 3.2. for wavelength, Figure 3.3. for transition probability, Figure 3.4. for oscillator strengths and Figure 3.5. for line strengths.

The R^2 values were calculated as 0.9989 for wavelength, 0.9844 for transition probabilities, 0.9965 for oscillator strengths, and 0.9859 for line strengths. These values are quite small and very close to 1, indicating that the results obtained in this study are good. R^2 values are shown above the related graphs. The new data obtained as a result of the MCDF calculation without comparison value for the E1 transition parameters for the Kr VII ion are presented in the Table 3.3.

As a result of the MCDF calculations performed in this study, for six times ionized krypton (Kr VII), the transition parameters such as wavelength, (λ (Å)), transition probability, (A_{ij} (s^{-1})), oscillator strength, (f_{ji}), and line strength, (S_{ij} (a.u.)) for electric quadrupole (E2) and magnetic dipole (M1) transitions, 540 and 372 transitions were obtained, respectively. These transitions are given in Table 3.4 for E2 and Table 3.5 for M1. In the tables, the first and second columns represent the lower and upper levels for these forbidden transitions (E2 and M1), the third column represents the wavelength, the fourth column represents the transition probabilities, the fifth column represents the oscillator strengths, and the sixth column represents the line strengths values.

A search of the available literature revealed no theoretical or experimental data on the forbidden transitions (E2 and M1) for the six times ionized krypton (Kr VII). Therefore, the transition parameters for forbidden transitions of Kr VII ion are presented for the first time in this study. Due to the limited number of previous theoretical and experimental calculations related to six times ionized krypton (Kr VII), it is believed that the comprehensive computational results obtained in this study could provide valuable data, especially for astrophysical research, technological advancements, and scientific developments.

For the Kr VII ion, there are no previously presented data, especially for the forbidden transitions. In this study, it is aimed to extend the limited data in the existing literature with new data obtained from the calculations and to introduce some parameters to the literature for the first time.

1. GİRİŞ

Asal gazlar, atom numarası 2 olan Helyum ile başlayıp atom numarası 86 olan Radon ile biten ve periyodik tablonun on sekizinci grubunda (8A) yer alan elementlerdir. Atom numarası sırasına göre: Helyum (He, $Z=2$), Neon (Ne, $Z=10$), Argon (Ar, $Z=18$), Kripton (Kr, $Z=36$), Ksenon (Xe, $Z=54$), Radon (Rn, $Z=86$) olan altı elementten oluşur.

Asal gazlar, normal şartlar altında her biri renksiz, kokusuz, tatsız tek atomlu gaz olan elementlerdir. Asal gazların dış elektron kabuklarının tam dolu olmasından dolayı diğer elementlerle veya bileşiklerle kimyasal reaksiyonlara girmekte isteksiz davranırlar. Ancak yüksek basınç ve düşük sıcaklık gibi koşullar sağlandığında bazı asal gazlar reaktif hale gelerek bileşik oluşturabilir. Özellikle kripton özel koşullar altında makroskobik (gözle görülebilir) miktarda izole edilebilir bileşikler oluşturabilen bir asal gazdır. Kripton atomları belirli koşullar altında iyonlaşarak elektron kaybeder ve pozitif yüke sahip olur. Bu tür iyonlar özel koşullar altında laboratuvar ortamında elde edilebilir.

İyonize olmuş asal gazların atomik verileri, astrofiziksel ve laboratuvar plazmaların spektroskopilerinde, element bolluklarının hesaplanmasında, yıldız atmosferlerinin modellenmesinde, lazer fiziğinde, endüstriyel araştırmalarda, gezegen bilimi ve genel olarak tüm laboratuvar plazma uygulamalarında büyük bir rol oynamaktadır. Yüksek maliyetlerine rağmen, elektronikten cam elyafa, otomotive kadar birçok endüstri alanında bu gazlara olan ilgi artmaktadır [1,2]. Enerji seviyeleri, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları, dalgaboyu ve yarı ömürleri gibi çeşitli atomik parametreler, element bolluğu ve elektronik sıcaklık gibi kozmik nesnelerin birçok özelliğini belirlemede önemlidir. Ayrıca geçiş olasılıkları, model atmosferlerde yıldız boyunca enerji taşınımını hesaplamak için de gereklidir [3]. İyonize gazların salınıcı şiddetlerinin bilinmesi, birçok farklı disiplinde önemli bir rol oynar ve plazma tanılamalarında, atmosfer modellemede, lazer fiziği ve yıldız bolluğunun hesaplanması gibi çeşitli uygulamalarda kullanılır [4]. Zn-benzeri iyonlar için uyarılma enerjilerinin ve salınıcı

şiddetlerinin değerlerinin doğru olarak bilinmesi, yüksek sıcak plazmalarında birçok ağır metalin saflıklarının varlığı nedeniyle füzyon çalışmalarında gereklidir [5].

1.1. Kripton'un Kullanım Alanları

Kripton atomlarının, dışarıdan etkiler sonucunda yüksek enerji seviyelerine geçmesi sağlanabilir. Kripton atomlarının uyarılma yollarından biri olan elektrikle uyarılma ile parlak beyaz ışık üretebilme özellikleri sayesinde fotoğraf flaşları, floresan lambaları, sokak lambaları, stadyum ışıkları, projektörler, deşarj tüpleri gibi birçok aydınlatmada kullanım alanına sahiptir. Ayrıca, tıbbi uygulamalardan biri olan MR görüntülemeye kullanılan cihazların soğutulmasında, bazı lazerlerin belirli koşullarda iyonlaşmasına katkı sağlayarak işlevselliğini arttırmada ve yüksek sıcaklıklarda ısıtma soğutma sistemlerinde kullanılır [6].

Kriptonun ısı iletkenliğinin az olmasından dolayı pencerelerin iç ve dış camları arasındaki boşluğu doldurmada “dolgu gazı” olarak kullanılarak ısı yalıtımı sağlar. Böylece, enerji tasarrufuna katkıda bulunur [7].

Gezegen bulutsuların spektrumlarının araştırılması sonucunda, atom numarası otuz ikiden büyük olan elementlerden evrende en fazla bulunan kripton elementidir. Ayrıca, kripton uzayda astrofiziksel spektrumların analizleri sırasında tespit edilmiştir. Bu durum kriptonun varlığını ispatlar [8].

Genel olarak yukarıda bahsettiğimiz kullanım alanlarından dolayı belirli teknolojik ve bilimsel uygulamalarda kripton atomu ve iyonlarının önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

1.2. Tezin Amacı

Bu çalışmada, asal gazlardan biri olan kripton ($Z=36$) atomunun altı kez iyonlaşmış halinin (Kr VII) atomik yapı hesaplamaları incelendi. Yapılan hesaplamalarda enerji seviyelerinin değerlerini belirlemek için, çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) yöntemi [9,10] ve tamamen relativistik çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemini temel alan genel amaçlı relativistik atomik yapı paketi (GRASP) [11] kullanıldı. MCDF hesabı sonucunda elde edilen enerjiye, kuantum elektrodinamik etkileri (QED- öz enerjisi ve vakum polarizasyonu) ve Breit düzeltmelerinin (elektronlar arasındaki manyetik etkileşim ve elektron-elektron etkileşiminin geciktirme etkileri) bir katkı olarak nasıl etki ettiği incelendi. Çünkü bu katkılar, çok

elektronlu sistemlerin spektroskopik özelliklerini ve elektronik yapılarını içeren araştırmalarda büyük öneme sahiptir. Ayrıca elde edilen seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1), elektrik kuadrupol (E2) ve manyetik dipol (M1) ışımalı geçişlerine ait dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti ($S_{ij}(a.b)$) gibi geçiş parametreleri, MCDF yöntemi kullanılarak hesaplandı. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler, daha önce yayınlanmış, mevcut literatürde var olan deneysel ve teorik diğer çalışma sonuçları ile karşılaştırılarak tablo ve grafiklerde verildi. Yapılan incelemelerde mevcut literatürde var olan çalışmalarda, bazı seviyeler ve bazı E1 geçişlerine ait herhangi bir veri bulunmazken özellikle E2 ve M1 geçişlerine ait hiçbir atomik parametreye rastlanmadı. Dolayısıyla bu çalışmada mevcut literatürde sınırlı sayıda bulunan verileri, yapılan hesaplamalardan elde edilen yeni veriler ile genişletmek ve bazı parametrelerin literatüre ilk kez kazandırılması amaçlanmaktadır.

1.3. Literatür Araştırması

Çinko benzeri altı kez iyonlaşmış kripton (Kr VII) iyonu için mevcut literatürde daha önce sunulan deneysel ve teorik çalışmalar mevcuttur.

Druetta ve Bucket, Kr VII iyonunun yapısını ve ışımsal yarı ömürlerini ışınlı-folyo spektrumu ile 2- 1,4 MeV enerjilerinde ve 400 ile 800 Å dalga boyu aralığında sonuçlarını deneysel olarak inceleyen ilk kişilerdir [13]. Zeta-pinch makinesi kullanarak ışınlı-folyo tekniği ile Kr VII spektrumuna ait elde ettikleri gözlemleri Fawcett ve çalışma arkadaşları raporladı [14]. Trigueiros ve arkadaşları, teta-pinç ve deşarj tüpü kullanarak altı kez iyonize edilmiş kriptonun (Kr VII) 300-2100 Å aralığında $4s^2$, $4s4d$, $4p^2$, $4s5s$, $4s4p$ ve $4s5p$ konfigürasyonlarına ait enerji seviyeleri arasındaki geçişler olarak 17 spektroskopik çizgi tanımladı. Ayrıca, bu çalışmada $4s5s$ ve $4s5p$ konfigürasyonuna ait beş yeni seviye belirlendi. Bu analiz sonuçları HFR hesaplama yöntemi kullanılarak desteklendi [15]. Churilov, Zn benzeri Kr VII iyonunun 300-1000 Å aralığında kapiler deşarj tüpünde yüksek uyarılmış $4p4d$ ve $4p5s$ konfigürasyonlarının enerji spektrumunu analiz etti [16]. Werner ve çalışma arkadaşları yüksek sıcaklıktaki laboratuvar ve astrofiziksel plazmaların keşfinin anlaşılmasında önemli bir yeri olan Kr VII iyonunun RE 0503-289 mor ötesi spektrumunda yaklaşık 20 Kr VI-VII ve Xe VI-VII çizgisini keşfettiler. Kr ve Xe için bir NLTE analizi gerçekleştirdi. Böylece beyaz bir cücede Kr ve Xe ilk tespiti sağlandı

[17]. Rauch ve çalışma arkadaşları, Kr IV- VII iyonları salınıcı şiddeti ve sıcak hidrojen eksikliği olan DO tipi beyaz cüce RE 0503-289'un geliştirilmiş spektral analizini elde etti [18]. Almandos ve Raineri, lazer çalışmaları ve astrofizik üzerinde etkisi olan çeşitli neon, argon, kripton ve ksenon iyonlarını darbeleri deşarjlar kullanılarak spektrumları VUV bölgesinden (IR) bölgelere kadar kaydetti. Çalışmalarında HFR ve MCDF hesaplama yöntemlerini kullanarak çok sayıda yeni enerji seviyesini, çizgi şiddetini, yarı ömür ve salınıcı şiddetini raporladı [3].

Cavalcanti ve çalışma arkadaşları, Kr VII için 500-1400 Å aralığındaki 4p4f konfigürasyonun enerji seviyelerini ve 4p4d – 4p4f geçişine ait sekiz yeni geçiş belirlediler. Enerji seviyelerini ve geçişleri hesaplamak için HFR yöntemini kullandı [19]. Chi ve çalışma arkadaşları, Zn benzeri Zn, Ge²⁺, As³⁺, Kr⁶⁺, Nb¹¹⁺ ve Mo¹²⁺ gibi bazı iyonların spin izinli elektrik-dipol (E1) geçişleri için A Einstein katsayılarını ve salınıcı şiddetlerini relativistik çok cisim pertürbasyon teorisini kullanarak hesapladı [20]. Fischer ve Hansen, Kr VII iyonuna ait çok konfigürasyonlu Hartree-Fock dalga fonksiyonları ile hesaplama yaparak 4s²1S- 4s4p ¹P geçişi için relativistik olmayan gf değerlerini raporladı [21]. Pinnington ve çalışma arkadaşları, ışın bobini tekniklerini 24 sınıflandırılmış geçişe ait Kr VII'nin on adet 4s5l ve üç adet 4s4f seviyesini atamak için kullandı [22]. Hibbert ve Bailie, Kr VII'deki 4s4p ³P₀ yarı ömrünün konfigürasyon etkileşimini dalga fonksiyonlarını kullanarak hesapladı [23]. Ishikawa ve Vilkas, Kr VII iyonunun relativistik R-matris yöntemini kullanarak elektron-darbe uyarımlarını araştırdı [24]. Liang ve çalışma arkadaşları, Kr VII iyonunu geçişleri için çizgi şiddeti, salınıcı şiddeti, ışımsal bozunma oranları ve ince yapı çarpışma şiddetlerini AUTOSTRUCTURE kodunu kullanarak hesapladı [25]. Liu ve çalışma arkadaşları, çok konfigürasyon Dirac-Fock (MCDF) yöntemini kullanarak Zn benzeri elektronik dizilimdeki 4s²1S₀-4s4p^{1,3}P_{0,1,2} geçişlerini sundu [26]. Raineri ve çalışma arkadaşları tarafından Zn benzeri Kr iyonunun enerji seviyeleri revize edilerek 115 yeni sınıflandırılmış geçiş ve sırasıyla 4s5s, 4s6s, 4p4f, 4s6d ve 4p4d, 4s5p, 4s4f, 4p5s, 4s5f, 4s6p, 4s6f çift ve tek konfigürasyonlarına ait 38 yeni enerji seviyesi elde edildi [27]. Raineri ve çalışma arkadaşları, relativistik Hartree- Fock (HFR) metodunu kullanarak altı kez iyonize olmuş kriptonun (Kr VII) spektrumu 300-2100 Å dalga boyu aralığında olan 4p4d konfigürasyonuna ait enerji seviyeleri arasındaki geçişler için 11 yeni geçiş sundu [28]. Raineri ve çalışma arkadaşları tarafından altı kez iyonlaştırılmış kriptonun (Kr VII) spektrumunun deneysel olarak bilinen tüm

enerji seviyelerinin yarı ömür hesaplamaları çok konfigürasyonlu Dirac-Fock yaklaşımına dayalı bir hesaplama ile yapıldı [29]. Salomon, Kr VII iyonunun enerji seviyeleri ve gözlenen spektral çizgileri deneysel verilerinin mevcut olduğu tüm iyonlaşma basamaklarını derledi [30]. Shirai ve çalışma arkadaşları, Kr V'den Kr XXXVI'ya kadar dalga boyları, enerji seviyeleri, iyonlaşma enerjileri, çizgi sınıflandırmaları, yoğunluklar ve geçiş olasılıkları ile ilgili spektral verileri tablolastırdı [31].

Bu çalışmada, altı kez iyonlaşmış kripton iyonunun atomik yapısı üzerine yapılan hesaplamalara odaklanıldı. Altı kez iyonize olmuş, çinko benzeri kripton ($Z=36$, Kr VII) için bazı enerji seviyeleri ve bu seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1), elektrik kuadrupol (E2) ve manyetik dipol (M1) ışımalı geçişlerine ait dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij} (a.u.)) gibi atomik geçiş parametreleri hesaplandı. Enerji seviyeleri için hesaplamalar yapılırken farklı hamiltonyenlere sahip iki yöntem olan, tamamen relativistik çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemini temel alan genel amaçlı relativistik atomik yapı paketi (GRASP) ve çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) yöntemi kullanıldı. MCDF hesabı sonucunda elde edilen enerji seviyelerine, QED ve Breit düzeltmelerinin bir katkı olarak nasıl etki ettiği incelendi. İzinli (E1) ve yasaklı (E2 ve M1) geçişlerine ait atomik parametreler için yapılan hesaplamada ise MCDF yöntemi kullanıldı.

2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

2.1. N-Elektronlu Sistemler İçin Relativistik Olmayan Hamiltonyen

Kuantum mekaniğinde, N-elektronlu bir atomun kararlı hali $\psi (q_1, \dots, q_N)$ dalga fonksiyonu ile ifade edilir. Burada $q_i = (r_i, \sigma_i)$ ile gösterilen i.elektronun uzay ve spin koordinatlarıdır. Dalga fonksiyonunun uzay değişkenlerine göre sürekli

$$H\psi (q_1, \dots, q_N) = E\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.1)$$

ve dalga denkleminin bir çözümü olduğu kabul edilir. Burada H ile gösterilen i. elektronun uzay ve spin koordinatlarıdır. Dalga denklemi bir özdeğer problemi olarak kabul edilir ve çözümleri yalnızca belirli bir enerji E değeri için mevcuttur. Hamiltonyen işlemcisinin özdeğer spektrumu olarak bilinen, tüm özdeğerler takımıdır.

Relativistik olmayan hesaplamalar için başlangıç noktası atomik sistemlerin kuantum mekaniği açısından matematiksel ifadesi olan Hamiltonyen işlemcidir. Hamiltonyeni atomik birimlerde

$$H = \sum_{i=1}^N \left(-\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} \right) + \sum_{i>j}^N \frac{1}{r_{ij}} \quad (2.2)$$

ile verilen Schrödinger denklemidir. Burada atomun çekirdek yükü Z, i.elektronunun çekirdekten uzaklığı r_i , i. ve j. elektronları arasındaki uzaklık r_{ij} ile gösterilir. 2.2 denklemi relativistik etkilerin ihmal edildiği ve atomik çekirdeğin sonsuz kütleli bir nokta yük gibi davrandığı kabullerinde geçerlidir.

2.2. Dalga Fonksiyonlarının Özellikleri

2.2.1. Normalleşme

Denklem (2.2), Hamiltonyen işlemcisini temsil eder ve bu işlemci hem kesikli hemde sürekli spektrumun her ikisine de sahiptir. Kesikli spektruma ait özfonksiyonlar veya dalga fonksiyonları, karesi integrallenebilir halleri ve bağ hallerini temsil ederler. Bu fonksiyonların genellikle normalleşmiş oldukları kabul edilir.

$$\int_q |\Psi(q_1, \dots, q_N)|^2 dq_1 \dots dq_N \equiv \langle \Psi | \Psi \rangle = 1 \quad (2.3)$$

Denklem 2.3’de kullanılan integral işareti, tüm uzay koordinatları üzerinden integral alma ve tüm spin koordinatları üzerinden toplamını sembolize etmektedir.

2.2.2. Parite

L , M_L açısal momentum kuantum sayıları ve S , M_S spin kuantum sayılarına ek olarak Hamiltonyen işlemcisinin özfonksiyonları, bu özfonksiyonların pariteleri ile gösterilir. Parite işlemcisi Π ise,

$$\Pi \Psi(r_1, \sigma_1, \dots, r_N, \sigma_N) = \Psi(-r_1, \sigma_1, \dots, -r_N, \sigma_N) \quad (2.4)$$

bağıntısı ile tanımlanır. Parite işlemcisinin tanımından dolayı $\Pi^2 = 1$ ve özdeğerlerinin ± 1 olduğu açıktır. Parite işlemcisi, Hamiltonyen H ve açısal momentum L işlemcisi ile sıra değiştirir. Bu nedenle, Π ’ye ait özfonksiyonlar, atomik özfonksiyonlar olarak kabul edilebilir. Parite işlemcisine ait özfonksiyonlar $+1$ özdeğerlerine sahip özfonksiyonlar “çift parite” yi gösterir ve “çift” olarak, -1 özdeğerine sahip özfonksiyonlar ise “tek parite” yi gösterir ve “tek” olarak adlandırılır.

2.2.3. Antisimetrik

Elektronlar ayırt edilemez parçacıklar oldukları için Hamiltonyen işlemcisi, elektronların koordinat değişimlerinden bağımsız olmalıdır. $\Psi(q_1, \dots, q_N)$, E özdeğerli H ’nin bir özfonksiyonu ise,

$$\wp_{ij} \Psi(q_1, \dots, q_i, \dots, q_j, \dots, q_N) = \Psi(q_1, \dots, q_j, \dots, q_i, \dots, q_N) \quad (2.5)$$

Burada elektron koordinatlarını değiştiren işlemci $\wp_{ij}$, q_i ve q_j ’dir. E özdeğerli H ’nin genel özfonksiyonu koordinatlarının yer değiştirmesine göre elde edilen fonksiyonlarının lineer birleşimidir. Bir atomik sistemin doğru tanımı tamamen antisimetrik olan özfonksiyonların lineer birleşimi ile yapılır. Böyle bir antisimetrik özfonksiyonun mümkün gösterimi,

$$\frac{1}{\sqrt{N!}} \sum_{\wp} (-1)^P \wp \Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.6)$$

lineer birleşimi ile verilir. Burada p permütasyonun (sıra değiştirme) paritesidir ve $\wp$ toplamı tüm $N!$ permütasyonları üzerindendir. Böylece antisimetri işlemcisi

$$A = \frac{1}{\sqrt{N!}} \sum_{\wp} (-1)^p \wp \quad (2.7)$$

şeklinde tanımlanır. Antisimetrik bir dalga fonksiyonu, aynı spinli iki elektronun aynı uzay konumunu paylaştığında sıfır olduğunu ifade eder. Uzaysal değişkenlere göre dalga fonksiyonunun sürekliliği, aynı spinli iki elektronun birbirine yakın olduğunda dalga fonksiyonunun mutlak değerinin küçük olduğunu gösterir.

2.2.4. Açısız özellikler

Relativistik olmayan Hamiltonyen , toplam yörünge açısal momentum işlemcisi

$$L = \sum_{i=1}^N l_i \text{ ve toplam spin açısal momentum işlemcisi } S = \sum_{i=1}^N S_i \text{ ile sıra değiştirir.}$$

$$[H, L] = [H, S] = 0 \quad (2.8)$$

Bu durumda, H , L^2 , L_z , S^2 ve S_z aralarında sıra değiştiren işlemciler takımı olur. Bu bahsi geçen işlemcilerin eş zamanlı olarak özfonksiyonlarının ortaya çıktığını gösterir:

$$H\Psi(q_1, \dots, q_N) = E\Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.9)$$

$$L^2\Psi(q_1, \dots, q_N) = L(L+1)\Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.10)$$

$$L_z\Psi(q_1, \dots, q_N) = M_L\Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.11)$$

$$S^2\Psi(q_1, \dots, q_N) = S(S+1)\Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.12)$$

$$S_z\Psi(q_1, \dots, q_N) = M_S\Psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.13)$$

Bu işlemcilerin eş zamanlı özfonksiyonları, ψ ($\gamma L M_L M_S$; $q_1, \dots, q_N$) olarak gösterilebilir. γ , halin tam olarak belirlenmesi için gereken ek kuantum sayılarını gösterir.

2.3. Merkezi Alan Yaklaşıklığı

Merkezi alan yaklaşımıyla, tam Hamiltonyen, H_0 ayrıştırılabilir Hamiltonyen ile yer değiştirir:

$$H \approx H_o = \sum_{i=1}^N \left(-\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} + v(r_i) \right) \quad (2.14)$$

Burada $V(r_i)$ merkezi potansiyeli gösterir ve bu terim, elektronlar arası Coulomb itme etkilerini yaklaştırır.

Yaklaşık Hamiltonyen H_o , tam Hamiltonyen gibi, $\mathbf{L}^2$, L_z , $\mathbf{S}^2$ ve S_z toplam açısal momentum işlemcileri ile sıra değiştirir ve H_o 'ın özfonksiyonları, her zaman bu işlemcilerin özfonksiyonları olarak seçilebilir.

$$H_o \Psi_o(q_1, \dots, q_N) = E_o \Psi_o(q_1, \dots, q_N) \quad (2.15)$$

şeklinde bir özdeğer denklemi elde edilir ve H_o ayrıştırılabilir için özdeğer ve özfonksiyonlar sırasıyla

$$E_o = \sum_{i=1}^N E_i \quad (2.16)$$

ve

$$\Psi_o(q_1, \dots, q_N) = \prod_{i=1}^N \phi(\alpha_i; q_i) \quad (2.17)$$

olarak yazılır. Schrödinger denklemi de

$$\left[-\frac{1}{2} \nabla^2 + U(r) \right] \phi(\alpha; q) = E_\phi(\alpha; q) \quad (2.18)$$

dur. Burada $U(r)$ potansiyeli

$$U(r) = -\left(\frac{Z}{r} \right) + V(r) \quad (2.19)$$

şeklinde ifade edilir. $\phi(\alpha; q)$ ile temsil edilen bireysel spin-yörüngeleri, bir-elektron denklemlerinin çözümleridir. $U(r)$ potansiyeli için bir-elektron enerjisi E , Coulomb halinin tersine n ve l kuantum sayılarına bağlıdır.

H_0 Hamiltoniyeni, elektron koordinatlarının yer değiştirmesinden bağımsız olduğu için denklem (2.17) çarpım fonksiyonundaki koordinatlarının yer değişimi ile bir özfonksiyon elde edilir. Yer değiştirmiş çarpım fonksiyonları birleştirilerek antisimetrik bir fonksiyon oluşturulur.

$$\phi(q_1, \dots, q_N) = A \prod_{i=1}^N \phi(\alpha_i; q_i) \quad (2.20)$$

Bu fonksiyon

$$\Phi(q_1, \dots, q_N) = \frac{1}{\sqrt{N!}} \begin{vmatrix} \phi(\alpha_1; q_1) & \phi(\alpha_1; q_2) & \dots & \phi(\alpha_1; q_N) \\ \phi(\alpha_2; q_1) & \phi(\alpha_2; q_2) & \dots & \phi(\alpha_2; q_N) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \phi(\alpha_N; q_1) & \phi(\alpha_N; q_2) & \dots & \phi(\alpha_N; q_N) \end{vmatrix} \quad (2.21)$$

(2.21) denklemi ile verilen bir Slater determinantıdır. Bu gösterimde, toplam dalga fonksiyonu $\Phi(q_1, \dots, q_N)$ 'nin eğer iki elektronun $\alpha = nlm_s$ dört kuantum sayısı aynı ise, özdeş olarak yok olduğu görülür. Böylece atomun izinli halleri için elektron dört kuantum sayısının aynı değerine sahip olmaz. Bu, Pauli tarafından ileri sürülen dışarlama ilkesidir. Determinant $q_i = q_j$ ise, yani aynı spinli iki elektron aynı uzay koordinatlarına sahip ise sıfır olur.

Slater determinantındaki her bir spin -yörüngesinin paritesi $(-1)^l$, Slater determinantının paritesi ise

$$\pi = (-1)^{l_1} (-1)^{l_2} \dots (-1)^{l_N} = (-1)^{\sum l_i} \quad (2.22)$$

2.4. Hartree-Fock Yaklaşıklığı

Merkezi alan yaklaşımı, her bir elektronun aynı $(-Z/r) + V(r)$ potansiyelinde hareket ettiği için $V(r)$ 'nin seçiminin kritik öneme sahip olduğunu belirtir. Hartree, her bir elektronun kendi potansiyeline sahip olduğunu öne sürmüştür. Bir n l elektronu için

potansiyel, sistemdeki diğer elektronların küresel ortalama yük dağılımı tarafından belirlenir. Bu kabulden yola çıkarak, Hartree, Hartree denklemleri olarak bilinen denklemleri türetmiştir. Bu denklemler, elektronların birbirlerine bağlı yük dağılımını içeren çoklu radyal denklemlerdir. Hartree, bu denklemlerin tekrarlamalı bir yöntem olan 'öz uyumlu alan' ile çözülebileceğini önermiştir. Hartree dalga denklemi, radyal fonksiyonların çarpımı olan küresel simetrik bir dalga fonksiyonu sunar. Fock, bu denklemlerin Pauli dışarlama ilkesini karşılamadığını belirtmiştir. Basit sistemler üzerinde çalışarak, bir tek determinant ve değişim prensibini kullanarak, 'değiş-tokuş terimleri' olarak bilinen antisimetriklikten kaynaklanan bazı ek terimler hariç, Hartree denklemlerine benzeyen denklemler geliştirmiştir.

Atom fiziğinde, çok-elektronlu sistemler için değişim dalga fonksiyonu, bir $\Psi = \Phi(\gamma LS)$ konfigürasyon hal fonksiyonu olarak belirlenir. Bu durumda, radyal dalga fonksiyonları önceden belirlenmemiştir ve sistemdeki değişimlere bağlı olarak kararlılık koşulu, Hartree-Fock denklemlerine yönlendirir. Başka bir ifadeyle, değişim fonksiyonu,

$$\Psi(\gamma LS) = \sum_{i=1}^M c_i \phi_i(\gamma_i LS) \quad (2.23)$$

çok konfigürasyonu açılımı seçilirse, radyal fonksiyonlardaki değişimlere göre kararlılık şartı Hartree-Fock denklemlerine benzer diferansiyel denklemler, karışım açılım katsayılarının değişiminden kaynaklanan bir matris özdeğer denklemiyle ilişkilidir ve bu iki yöntem eş zamanlı olarak çözülür. Bu değişim fonksiyonu temel alan yöntem “çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi” denilir.

2.5. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock Yöntemi

Fischer tarafından geliştirilen bu yöntem, [32] değişim fonksiyonu yerine çok konfigürasyonlu açılımın seçilmesi durumunda, radyal fonksiyonlardaki değişimlere göre kararlılık şartını içeren diferansiyel denklemler takımına yol açar. Bu diferansiyel denklemler, karışım (açılım) katsayılarının değişiminden kaynaklanan matris özdeğer denklemleriyle ilişkilidir ve bu iki problem eş zamanlı olarak çözülür. Temelini değişim fonksiyonundan alan bu yöntem, 'çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi (MCHF)' olarak bilinir

2.5.1. Breit-Pauli Hamilton yeni, dalga fonksiyonu ve ince yapı seviyeleri

Relativistik olmayan kuantum mekaniği, ışıyan atomlar için uygun bir yaklaşım sunsa da, teorik tahminlerin deneyle detaylı bir uyum içinde olması için relativistik etkilerin göz önünde bulundurulması önemlidir. Özellikle ağır atomlar veya yüksek iyonlaşmış sistemlerde, relativistik etkilerin önemi hızla artar.

Relativistik etkileri hesaplamak için, çok elektronlu bir sistem için Dirac denklemini çözmek yerine, Schrödinger denkleminin en düşük mertebeden relativistik katkılarını almak yeterlidir. Bu düzeltmeler, ince yapı sabiti $\alpha = 1/c$, (burada α , ince yapı sabiti ve c , ışık hızı) kuvvetlerinde bir açılım kullanılarak relativistik çok elektronlu denklemlerden türetilir. α^2 mertebesindeki düzeltme için elde edilen Hamiltonyen, Breit-Pauli Hamiltonyeni olarak adlandırılır ve bu, izlenen yaklaşım için temel oluşturur. Bu Hamiltonyen, relativistik olmayan Hamiltonyen için birinci mertebe düzeltmedir, ancak yüksek mertebe katkı teorisinde yanlış sonuçlara yol açabilir.

Breit-Pauli Hamiltonyeni,

$$H_{BP} = H_{NR} + H_{RS} + H_{FS} \quad (2.24)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada, relativistik olmayan (Non-Relativistic) çok elektron Hamiltonyeni H_{NR} ile ifade edilir. H_{RS} işlemcisi relativistik kayma işlemcisidir ve $\mathbf{L}$ ve $\mathbf{S}$ ile sıra değiştirme özelliğine sahiptir. Bu işlemci,

$$H_{RS} = H_{MC} + H_{D1} + H_{D2} + H_{OO} + H_{SSC} \quad (2.25)$$

şeklindedir. Burada H_{MC} kütle düzeltmesidir. H_{D1} ve H_{D2} sırasıyla tek ve iki cisim Darwin terimleridir. Yörünge - yörünge etkileşme terimi (Orbit-Orbit) H_{OO} ile gösterilmektedir. H_{SSC} ise spin-spin (Spin-Spin Contact) etkileşme terimidir:

$$H_{MC} = -\frac{\alpha^2}{8} \sum_{i=1}^N (\nabla_i^2)^t \nabla_i^2 \quad (2.26)$$

$$H_{D1} = -\frac{\alpha^2 Z}{8} \sum_{i=1}^N \nabla_i^2 \left(\frac{1}{r_i} \right) \quad (2.27)$$

$$H_{D2} = -\frac{\alpha^2}{4} \sum_{i=1}^N \nabla_i^2 \left(\frac{1}{r_{ij}} \right) \quad (2.28)$$

$$H_{OO} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \left[\frac{p_i \cdot p_j}{r_{ij}} + \frac{r_{ij} (r_{ij} \cdot p_i) p_j}{r_{ij}^3} \right] \quad (2.29)$$

$$H_{SS} = -\frac{8\pi\alpha^2}{3} \sum_{i<j}^N (s_i \cdot s_j) \delta(r_i, r_j) \quad (2.30)$$

Spin ve yörünge açısal momentumları arasındaki etkileşim H_{FS} işlemcisi ile tanımlanmaktadır. İnce yapı işlemcisi,

$$H_{FS} = H_{SO} + H_{SOO} + H_{SS} \quad (2.31)$$

şeklinde verilmektedir. Burada H_{SO} çekirdek spin-yörünge etkileşme terimi, H_{SOO} spin-diğer yörünge etkileşme terimi, H_{SS} spin-spin etkileşme terimidir:

$$H_{SO} = \frac{\alpha^2 Z}{2} \sum_{i=1}^N \frac{1}{r_i^3} l_i \cdot s_i \quad (2.32)$$

$$H_{SOO} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \frac{r_{ij} \times p_i}{r_{ij}^3} (s_i + 2s_j) \quad (2.33)$$

$$H_{SS} = \alpha^2 \sum_{i<j}^N \frac{1}{r_{ij}^3} \left[s_i \cdot s_j - 3 \frac{(s_i \cdot r_{ij})(s_j \cdot r_{ij})}{r_{ij}^2} \right] \quad (2.34)$$

J toplam açısal momentum işlemcisi ile (2.24) Breit-Pauli Hamiltoniyeni sıra değiştirme özelliğine sahiptir. Böylece buna karşılık gelen dalga fonksiyonları J^2 ve J_z 'nin de özfonksiyonları olacaktır. Çok konfigürasyon yaklaşımında, Breit-Pauli dalga fonksiyonları

$$\psi(\gamma J M_j) = \sum_{i=1}^M c_i \Phi(\gamma_i L_i S_i J M_j) \quad (2.35)$$

şeklinde elde edilir. Burada $\Phi(\gamma L S J M_j)$ LSJ çiftlenmiş CSF'lerdir. Yani,

$$\Phi(\gamma LSJM_J) = \sum_{M_L M_S} \langle LM_L SM_S | LSJM_J \rangle \Phi(\gamma LM_L SM_S) \quad (2.36)$$

şeklindedir.

CSF'leri oluşturan radyal fonksiyonlar relativistik olmayan MCHF gösteriminden alınır ve sadece açılım katsayıları daha iyi hale getirilir. Daha önce tanımlandığı gibi

$$Hc = Ec \quad (2.37)$$

şeklinde matris özdeğer problemi elde edilir. Burada H ,

$$H_{ij} = \langle \gamma_i L_i S_i J M_J | H_{BP} | \gamma_j L_j S_j J M_J \rangle \quad (2.38)$$

matris elemanlı Hamiltonyen matrisidir. Böylece Breit-Pauli Hamiltonyen'inin özdeğer ve özfonksiyon problemi her J değeri için köşegen bir matris ve CSF'lerin çiftlenmiş LSJ arasındaki matris elemanlarını azaltır.

Breit-Pauli Hamiltonyeni, relativistik olmayan Hamiltonyen'e birinci dereceden pertürbasyon düzeltmesi olarak eklenir. Bu durumda bir seviyenin enerjisi

$$E = E_{NR} + E_{RS} + E_{FS} \quad (2.39)$$

olarak elde edilir. Burada E_{NR} ,

$$E_{NR} = \langle \gamma LSJM_J | H_{NR} | \gamma LSJM_J \rangle \quad (2.40)$$

relativistik olmayan enerjidir. E_{RS} ,

$$E_{RS} = \langle \gamma LSJM_J | H_{RS} | \gamma LSJM_J \rangle \quad (2.41)$$

olarak hesaplanan relativistik kayma enerjisidir. İnce yapı enerjisi ise E_{FS} ,

$$E_{FS} = \langle \gamma LSJM_J | H_{FS} | \gamma LSJM_J \rangle \quad (2.42)$$

$$E_{FS} = E_{SO} + E_{SOO} + E_{SS} \quad (2.43)$$

şeklindedir. Burada E_{SO} , E_{SOO} ve E_{SS} sırayla spin-yörünge, spin diğer yörünge ve spin-spin işlemcilerine karşılık gelen enerjilerdir. İnce yapı enerjisi J kuantum sayısına

bağılıdır ve E_{NR} relativistik olmayan terim enerjisinin LS yarılmasını etkiler. Belirli L ve S 'ye karşılık gelen mümkün J değerleri

$$J = |L - S|, |L - S| + 1, \dots, |L + S| \quad (2.44)$$

şeklinde dir.

2.5.2. MCHF ile atomik yapı hesaplama adımları

MCHF atomik yapı paketi [9] HF, GENCL, NONH, MCHF, BREIT, CI, MLTPOL ve LSTR/LSTJTR alt programlarından oluşur. Bu sekiz alt program sırasıyla çalıştırılır ve her program kendinden önceki alt programın çıkış dosyasını giriş dosyası olarak kullanır. GENCL adlı etkileşimli bir program, konfigürasyon listesini oluşturmak için belirli kuralları uygular. NONH programı, etkileşim matrisi ve enerji açılımını tanımlamak için relativistic olmayan Hamiltonyen için matris integrallerini üretir. MCHF programı ise NONH'dan elde edilen integraller ve konfigürasyon hal listesini kullanarak açılım katsayılı konfigürasyon hal listesi ve dalga fonksiyonlarını oluşturur. Elde edilen konfigürasyon hal listesi BREIT programında işlenerek Breit-Pauli Hamiltonyenine göre açılal integrallerin bir listesini verir. Eğer radyal fonksiyonlar önceden belirlenmişse, bir CI programı seçilen özdeğerleri ve özvektörleri belirler. Özel durumlar için, radyal fonksiyonun iyileştirilmiş bir versiyonu elde edilenden daha iyi sonuçlar sağlayabilir. Atomik yapı paketi, karışım katsayılarını ve radyal fonksiyonları hesaplayarak iyileştirme (optimizasyon) problemini çözer. MLTPOL programı ile radyal integrallerin lineer birleşimi olarak izinli ve yasaklı geçiş işlemcilerinin ($E1, E2, \dots, M1, M2, \dots$) matris elemanlarını ifade etmek için gerekli olan açılal integraller hesaplanır. LSJTR programı da ilk ve son haller arasındaki ($E1, E2, \dots, M1, M2, \dots$) geçişler için dalga boyu, salınıcı şiddetleri, geçiş olasılıkları ve çizgi şiddetleri gibi geçiş parametrelerini hesaplar.

2.6. Çok Konfigürasyonlu Dirac-Fock Yaklaşıklığı ve GRASP Kodu

Tersinir foton etkileşimi ve kuantum elektrodinamik katkıları içeren çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (multiconfiguration Dirac-Fock–MCDF) yaklaşıklığını temel alan Genel Amaçlı Relativistik Atomik Yapı Paketi (General-Purpose Relativistic Atomic Structure Program (GRASP)) kodunda, JJ ve LS çiftlenimlerine göre dalga fonksiyonları hesaplamak için Thomas Fermi ve Coulomb potansiyelleri

kullanılır. MCDF metodunda, bir atomik hal fonksiyonu (ASF), konfigürasyon hal fonksiyonlarının (CSFs) bir lineer kombinasyonundan oluşur. Enerji seviyeleri hesaplanırken Dirac-Coulomb hamiltonyeni kullanılır.

2.6.1. N-elektronlu sistem için relativistik atomik hamiltonyen (dirac hamiltonyeni)

Büyük çekirdek kütlesine sahip, çok elektronlu, sistemlerde (atom ya da iyon) elektronlar arasındaki karşılıklı etkileşimlerle birlikte relativistik bir hamiltonyene gereksinim vardır. N-elektronlu bir atomda Dirac-Coulomb Hamiltonyeni şu şekildedir.

$$\hat{H}^{DC} = \sum_{i=1}^3 (\alpha_i \cdot \hat{p}_i c + (\beta - 1)c^2 - \frac{Z}{r_i}) + \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N |\hat{\mathbf{r}}_i - \hat{\mathbf{r}}_j|^{-1} \quad (2.45)$$

$$\hat{H}^{DC} = \sum_{i=1}^N \hat{H}_i + \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N |\hat{\mathbf{r}}_i - \hat{\mathbf{r}}_j|^{-1} \quad (2.46)$$

Burada ilk terim,

$$\hat{H}_i = c \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot \hat{p}_i + (\beta - 1)c^2 + V_{\text{çek}}(\hat{r}) \quad (2.47)$$

şeklinde bir açılıma sahiptir ve elektronun sahip olduğu kinetik enerjisinin çekirdek ile etkileşiminden ortaya çıkan tek cisim katkısıdır. $V_{\text{çek}}(r)$ çekirdek potansiyelidir ve çekirdek hacim etkileri ihmal edildiğinde $-Z/r$ şeklinde ifade edilir (atomik birimler $\hbar=1, m_e=1, \alpha=1/c$ olarak alındı). Standart gösterimde α_i ve β Dirac matrisleri

$$\alpha_i = \begin{pmatrix} 0 & \sigma_i \\ \sigma_i & 0 \end{pmatrix}, i=1, \dots, 3, \quad \beta = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad (2.48)$$

şeklinde tanımlıdır. Burada σ_i , genel Pauli matrislerini göstermektedir. (2.46) denkleminin ikinci teriminde ise elektronlar arasındaki anlık iki cisim etkileşimi mevcuttur. Tersinir elektromanyetik etkileşim ve ışımalı düzeltmelerden dolayı (2.46) ve (2.47) denklemlerine QED katkıları bir pertürbasyon katkısı olarak eklenir.

Temel CSF'ler ile ilgili olarak (2.45) denklemindeki Hamiltonyen matrisi, relativistik atomik yapı hesaplamalarında önemli bir rol oynar. Γ atomik haline karşılık gelen yaklaşık enerji şu şekilde verilir:

$$E_{\Gamma}^{DC} = \langle \Gamma P J M | \hat{H}^{DC} | \Gamma P J M \rangle \equiv (c_{\Gamma}^{DC})^{\dagger} \mathbf{H}^{DC} c_{\Gamma}^{DC} \quad (2.49)$$

Burada $\mathbf{H}^{DC}$ Hamiltonyeni,

$$H_{rs}^{DC} = \langle \gamma_r P J M | \hat{H}^{DC} | \gamma_s P J M \rangle \quad (2.50)$$

şeklindedir. $(c_{\Gamma_i})^{\dagger} c_{\Gamma_j} = \delta_{ij}$ karışım katsayılarının değişimine karşılık (2.49)'daki E_{Γ}^{DC} 'nin sabit olması gerekliliği, karışım katsayıları için bir özdeğer problemini vermektedir:

$$(\mathbf{H}^{DC} - E_{\Gamma}^{DC} \mathbf{1}) c_{\Gamma}^{DC} = 0 \quad (2.51)$$

Burada $\mathbf{1}$, $n_c \times n_c$ birim matrisidir [11].

2.6.2. Relativistik yörüngeler ve relativistik dalga fonksiyonları

$|n\kappa m\rangle$ ile gösterilen Dirac yörüngesi, $\hat{\mathbf{j}}^2 (\hat{\mathbf{j}} = \hat{\mathbf{l}} + \hat{\mathbf{s}})$ ve $\hat{j}_z$ açısal momentum işlemcilerinin ve relativistik parite işlemcisinin ($\hat{p} = \beta \hat{\pi}$) bir öz fonksiyonudur.

Burada $\hat{\pi}$ genel parite operatörü ve $\beta = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ Dirac matrisidir. n , başkuantum sayısı ve κ , relativistik açısal kuantum sayısı olmak üzere bu öz fonksiyonlara ait özdeğer denklemleri

$$\hat{\mathbf{j}}^2 |n\kappa m\rangle = j(j+1) |n\kappa m\rangle, \quad \hat{j}_z |n\kappa m\rangle = m |n\kappa m\rangle \quad m = -j, \dots, j \quad (2.52)$$

ve

$$\hat{p} |n\kappa m\rangle = (-1)^l |n\kappa m\rangle \quad (2.53)$$

şeklindedir.

Ayrıca, $l = j \pm \frac{1}{2}$ için $\kappa = \pm \left(j + \frac{1}{2} \right)$ olur. Böylece $j = |\kappa| - \frac{1}{2}$ olarak elde edilir. Aynı $(n\kappa)$ ve farklı m kuantum sayılı $2j+1$ 'den küçük ve eşit (aynı kabuğa denk gelen) her bir yörüngenin aynı radyal şekle sahip olduğu kabul edilmektedir:

$$\langle \mathbf{r} | n\kappa m \rangle = \frac{1}{r} \begin{pmatrix} P_{n\kappa}(r) & \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) \\ iQ_{n\kappa}(r) & \chi_{-\kappa m}(\mathbf{r}/r) \end{pmatrix} \quad (2.54)$$

Burada $P_{n\kappa}(r)$ ve $Q_{n\kappa}(r)$, sırasıyla büyük ve küçük radyal dalga fonksiyonları bileşenidir. $\chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r)$ fonksiyonları ise spinör küresel harmoniklerdir:

$$\chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) = \sum_{\sigma=\pm\frac{1}{2}} \left\langle lm - \sigma \frac{1}{2} \sigma \left| l \frac{1}{2} jm \right\rangle Y_l^{m-\sigma}(\mathbf{r}/r) \phi^\sigma \quad (2.55)$$

Burada $\left\langle lm - \sigma \frac{1}{2} \sigma \left| l \frac{1}{2} jm \right\rangle$ Clebsch-Gordan katsayıları, $Y_l^{m-\sigma}(\mathbf{r}/r)$ küresel harmonikler ve ϕ^σ temel spinör fonksiyonudur. Parite işlemcisi $\hat{\Pi} = \pi_1 \dots \pi_N$, toplam açısal momentum işlemcisi $\hat{\mathbf{J}} = \hat{\mathbf{j}}_1 + \dots + \hat{\mathbf{j}}_N$ olmak üzere

$$\begin{aligned} \hat{\mathbf{J}}^2 \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) &= j(j+1) \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r), \\ \hat{j}_z \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) &= m \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r), \\ \hat{\mathbf{l}}^2 \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) &= l(l+1) \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) \\ \hat{s}^2 \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) &= \frac{3}{4} \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) \\ \hat{\Pi}^2 \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r) &= P \chi_{\kappa m}(\mathbf{r}/r), \quad P = (-1)^{l_1 + \dots + l_N} \end{aligned} \quad (2.56)$$

şeklindedir.

2.6.3. Konfigürasyon hal fonksiyonları (CSF)

N tane elektrona sahip bir sistemin $|\gamma P J M\rangle$ konfigürasyon hal fonksiyonu (CSF), $\hat{J}^2$ ve $\hat{J}_z$ toplam açısal momentum işlemcileri ve $\hat{P}$ parite işlemcisinin normalize edilmiş özfonksiyonlarını elde etmek için yörüngesiler, N.dereceden Slater determinantlarının lineer birleşiminden oluşur:

$$\begin{aligned}\hat{P}|\gamma P J M\rangle &= P|\gamma P J M\rangle, \\ \hat{J}^2|\gamma P J M\rangle &= J(J+1)|\gamma P J M\rangle, \\ \hat{J}_z|\gamma P J M\rangle &= M|\gamma P J M\rangle, \quad M = -J, \dots, J.\end{aligned}\tag{2.57}$$

Burada γ , CSF'nin tam olarak tanımlanması için gerekli olan, yörünge doluluk sayısı, çiftlenimi gibi tüm bilgileri temsil eder. Bir CSF için standart çiftlenim şeması şöyledir: Öncelikle elektronlar, yörünge doluluk sayısı $q(a) \leq 2j_a + 1$ olacak şekilde belirlenerek alt kabukları doldururlar. Her a alt kabuğuna ait elektronlar jj – çiftlenimine göre şu şekilde ifade edilir:

$$|(J_a)^{q(a)} \nu_a J_a M_a\rangle\tag{2.58}$$

Daha sonra altkabuğa ait J_1 ve J_2 açısal momentumları bir X_1 ara açısal momentum oluşturmak için çiftlenirler. Sonra X_2 ara açısal momentum oluşması için J_3 ile çiftlenirler ve bu döngü bir J toplam açısal momentum elde edene kadar tüm alt kabukları için işlem devam eder [11]:

$$(\dots((J_1 J_2) X_1 J_3) X_2 \dots) J.\tag{2.59}$$

2.6.4. Atomik hal fonksiyonları (ASF)

Bir atomik hal fonksiyonu (ASF), ortak P , J ve M kuantum sayılarına sahip farklı konfigürasyon hal fonksiyonlarının (CSF) bir sonlu lineer kombinasyonudur:

$$|\Gamma P J M\rangle = \sum_{r=1}^{n_c} c_{r\Gamma} |\gamma_r P J M\rangle\tag{2.60}$$

Buradaki, n_c hesaplamada kullanılan CSF'lerin sayısıdır. $c_{r\Gamma}$, karışım katsayıları bir $\mathbf{c}_\Gamma \equiv \{c_{r\Gamma}, r=1, \dots, n_c\}$ sütun vektöründe birleştirilebilir. Bu durumda, $|\Gamma P JM\rangle$ atomik hali CSF temel setindeki $|\gamma_r P JM\rangle_{r \in \{1, \dots, n_c\}}$ haline karşılık gelir. Burada ASF'ler ortonormal olarak seçilirler [10,11]:

$$\langle \Gamma_i P JM | \Gamma_j P JM \rangle = \delta_{ij} \quad i, j \in \{1, \dots, n_c\} \quad (2.61)$$

$$\Leftrightarrow \sum_{r=1}^{n_c} c_{\Gamma_i}^* c_{\Gamma_j} \underbrace{\langle \gamma_r P JM | \gamma_r P JM \rangle}_1 = \delta_{ij} \quad (2.62)$$

$$\Rightarrow \sum_{r=1}^{n_c} c_{\Gamma_i}^* c_{\Gamma_j} = (\mathbf{c}_{\Gamma_i})^\dagger \mathbf{c}_{\Gamma_j} = \delta_{ij} \quad (2.63)$$

2.6.5. GRASP atomik yapı paketi ile hesaplama adımları

GRASP atomik yapı paketi [11] toplam oniki alt modül programından oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla (GRASP, DATAIN, DATNR, NJGRAF, MCP, CFP, MCT, MCBP, MCDF, SCF, BENA ve OSCL) alt modül programlarıdır. Öncelikle atom ya da iyon tanıtarak veri girişi sağlanır. Konfigürasyon listesi JJ-çiftlenimine göre üretilir ve mümkün olan tüm CSF'ler istenirse LS- çiftlenimine dönüştürülür. Relativistik Hamiltonyene ait açısal integraller hesaplanır ve MCDF alt programıyla radial dalga fonksiyonları hesaplanır. İstenirse hesaba tersinir foton etkileşimi ve QED katkıları katılarak enerji seviyeleri hesaplanır. Elde edilen seviyeler arasındaki geçişlerin hesaplanabilmesi için açısal katsayılar hesaplanır. Çok kutuplu elektrik ve manyetik geçişlerin dalgaboyu, geçiş olasılığı, salınıcı ve çizgi şiddeti gibi geçiş parametreleri hesaplanır.

2.7. Breit ve QED Düzeltmeleri

2.7.1. Breit etkileşimi

Nötral sistemlerin enerji seviyeleri ile ilgili olarak Mann ve Johnson tarafından yapılan detaylı hesaplamalar, Breit etkileşiminin temel hal seviye enerjisine %1 katkıda bulunduğunu göstermektedir [33]. Sistemin çeşitli hallerinin enerji seviyeleri arasındaki farklılıklar karşılaştırıldığında bu katkı değerinin daha önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda gecikme terimlerinin manyetik

terimlerden aldığı katkının yaklaşık %10 civarında olduğu hesaplandı [10]. Çok elektronlu sistemlerde,elektronlar arasındaki $\frac{1}{r_{AB}}$ Coulomb etkileşimine gelen düşük dereceli düzeltme Breit etkileşimidir. A ve B elektron çifti için Breit etkileşimi,

$$H_{Br} = H_G + H_{ret} = \frac{-\vec{\alpha}_A \cdot \vec{\alpha}_B}{r_{AB}} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\vec{\alpha}_A \cdot \vec{\alpha}_B}{r_{AB}} - \frac{(\vec{r}_{AB} \cdot \vec{\alpha}_A) \cdot (\vec{r}_{AB} \cdot \vec{\alpha}_B)}{r_{AB}^3} \right\} \quad (2.64)$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\vec{\alpha}_A$ Dirac matrisleri ve $r_{AB} = |\vec{r}_A - \vec{r}_B|$ elektronlar arasındaki uzaklıktır. İlk terim H_G , Gaunt (manyetik) terimi ve iki Dirac akımı arasındaki gecikmeyen etkileşimi temsil eder. Ayrıca bu terim spin-yörünge, spin-diğer yörünge ve spin-spin etkileşimini içerir. İkinci terim H_{ret} , gecikme etkilerini içerir. Gecikme düzeltmeleri, Gaunt teriminden küçüktür. Breit etkileşim işlemcisi, elektron-elektron saçılmasının S-matris elemanlarından türetebilir. Başka bir ifadeyle bu Breit etkileşimi işlemcisi, elektron-elektron saçılmasının S-matris elemanlarına dayanarak elde edilebilir.

$$V^B(r_{AB}, \omega) = -\vec{\alpha}_A \vec{\alpha}_B \frac{\cos(\omega r_{AB})}{r_{AB}} + (\vec{\alpha}_A \vec{\nabla}_A)(\vec{\alpha}_B \vec{\nabla}_B) \frac{\cos(\omega r_{AB}) - 1}{\omega^2 r_{AB}} \quad (2.65)$$

Burada ω , değiş tokuş fotonunun frekansı temsil eder. Bu işlemci, manyetik çoklu Dirac Fonksiyonu MCDF teorisinde matris elemanlarına katkıda bulunur.

$$H_{rs}^B = \langle \gamma_r P J M | V^B(\omega) | \gamma_s P J M \rangle \quad (2.66)$$

Diğer bir yaklaşım ise (2.52) denklemindeki tüm matris elemanları, Dirac-Coulomb Hamiltonyenin matris elemanlarına eklenir ve elde edilen yeni matris köşegenleştirilir. Bu yöntem, enerji terimlerini köşegenleştirerek, Manyetik Çoklu Dirac Fonksiyonu (MCDF) teorisinde daha etkili bir hesaplama yapılmasına olanak tanır [10,34] . Başka bir ifadeyle Dirac-Coulomb Hamiltonyenin matris elemanları, (2.52) denklemindeki matris elemanlarına eklenir ve elde edilen genişletilmiş matris köşegenleştirilir.

2.7.2. QED etkileri

Kuantum elektrodinamik (QED) teorisi, Einstein'ın özel görelilik ve kuantum mekaniği teorisini birleştirme çabasından ortaya çıktı. Bu teori Einstein'ın enerji-kütle eşdeğerliği ilkesi ve Heisenberg'in belirsizlik ilkesiyle birlikte, parçacık çiftlerinin kendiliğinden oluşmasına ve vakumda yok edilmesine izin verir. Kendiliğinden oluşan dalgalanmalar, doğrusal olmayan bir ortamın kuantum vakum özelliklerine benzerdir.

Genel olarak, bu dalgalanmaların doğrudan gözlemlenmesine rağmen, sınır koşulları veya elektromanyetik alanlar gibi dış etkilerle uyarılabilirler veya arttırılabilirler [35]. Başka bir ifadeyle, QED teorisi, vakumun içindeki enerji dalgalanmalarını ve bu dalgalanmaların dış etkilerle etkileşimini açıklar.

Ağır atomlarda Dirac denkleminin çözülmesiyle elde edilen bazı dejenere seviyelerinin ayrılmasına neden olan kuantum elektrodinamik (QED) etkisinden veya Lamb kaymasından dolayı oluşan başka bir düzeltme etkisi mevcuttur. QED düzeltmesini Hamiltoniyende etkili bir işlemci olarak ifade etmek zordur. QED düzeltmeleri, dalga fonksiyonları daha önce açıklanan yöntemlerle belirlendikten sonra toplam enerjiye eklenir. Aslında tüm relativistik düzeltmeler QED düzeltmelerinin bir parçasıdır. Fakat sadece Dirac ve Breit hamiltonyenlerinin dışında kalan düzeltmeleri bunun içine dahil etmek alışkanlık olmuştur. İlk önemli QED düzeltmesi, bir bağlı elektronun sanal bir foton yayması ve ardından çekirdeğin alanında tekrar soğrulmasından kaynaklanan öz-enerji düzeltmesidir. İkinci ve en önemli QED düzeltmesi, vakum polarizasyonu olarak adlandırılır ve çekirdeğin alanında sanal elektron-pozitron çiftlerinin oluşturulması ve yok edilmesinden kaynaklanır. Tam relativistik GRASP kodu, Breit etkileşimini ve QED kodu, Breit etkileşimini ve QED düzeltmelerini hesaplayabilir. Ancak sadece tek bir elektron için yapılan relativistik düzeltmelerin aksine, bağlı elektronların karşılıklı taraması ve bu bağlı elektronlar arasındaki Coulomb iticiliğinin önde gelen relativistik düzeltmesi henüz tam olarak bilinmemektedir [36,37].

Öz-enerji düzeltmesi, GRASP’da

$$H_{rr}^{SE} = \sum_{A=1}^{n_w} q_r(A) E_A^{SE} \quad (2.67)$$

şeklinde ifade edilir. Burada SE EA, A alt kabuğundaki bir elektronun öz enerjisidir. Atom numarası Z olan hidrojen benzeri bir sistemin pertürbasyon teorisine göre en düşük dereceden öz enerji,

$$\Delta E_{n\mathcal{K}}^{SE} = \frac{Z^4}{\pi c^3 n^3} F_{n\mathcal{K}}(Z) \quad (2.68)$$

enerji şeklindedir. $F_{n\mathcal{K}}(Z)$ fonksiyonu Z atom numarasına göre yavaş yavaş değişir. GRASP paketinde $n_a \kappa_a$ kuantum sayılı tek parçacıklı hallerin öz-enerjileri için

$$\Delta E_{n_a \kappa_a}^{SE} = \frac{(Z_a^{eff})^4}{\pi c^3 n_a^3} \begin{cases} F_{n_a \kappa_a}(Z_a^{eff}) & 1s, 2s, 2\bar{p}, 2p \text{ yörüngeleri için} \\ F_{2\kappa_a}(Z_a^{eff}) & n > 2 \text{ durumları için} \\ 0 & \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (2.69)$$

olarak ifade edilmektedir. Çok parçacıklı haller için bu tek elektron katkıları toplanır ve etkin atom numarası Z 'nin kullanılmasıyla elektron perdeleme etkileri kabaca dahil edilir. İlk yaklaşımdaki kuantum sayısı n arttıkça, ikinci yaklaşımın giderek daha gerçekçi olmayacağı düşünülmektedir.

Bir diğer etki olan vakum polarizasyon etkisi, en düşük dereceden sanal elektron-pozitron çiftlerinin perdelemesinden dolayı çekirdek alanının kısa aralıklı değişimidir. Ayrıca burada $n_a \kappa_a$ yörüngelerine gelen düzeltme pertürbasyon teorisi kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\Delta E_{n_a \kappa_a}^u = \langle n_a \kappa_a | V^u | n_a \kappa_a \rangle = \int_0^\infty dr V^u(r) \left(P_{n_a \kappa_a}^2(r) + Q_{n_a \kappa_a}^2(r) \right) \quad (2.70)$$

Bu durumda, V^u , Uehling potansiyelini temsil eder. Öz enerjiye benzer şekilde, bireysel elektronlarının katkıları üst üste eklenir [10,38]

2.8. Işımalı Geçişler ve Seçim Kuralları

Bir fotonun tüm olası dalga sayıları k ve polarizasyonları λ ile yayınlanması durumunda, i halinden j haline geçişte elektromanyetik geçiş olasılığı

$$A_r^{i \rightarrow j} = \frac{2\pi}{2J_i + 1} \sum_{M_i} \sum_{M_j \lambda} d\Omega_k \left| \langle \Gamma_j J_j M_j; \lambda | H_{er} | \Gamma_i J_i M_i; O \rangle \right|^2 \rho_j \quad (2.71)$$

şeklindedir. Burada foton ile elektronlar arasındaki etkileşimi tanımlayan Hamiltonyen, H_{er} 'dir.

Manyetik ve elektrik tek parçacıklı matris elemanları, Grant (2007) tarafından aşağıdaki şekilde sunulmuştur [39]:

$$\langle f \| \mathbf{a} \mathbf{a}_{LM}^{(0)} \| i \rangle = i(-1)^{j_i+L+1/2} \sqrt{\frac{(2j_i+1)(2L+1)}{4\pi L(L+1)}} \quad (2.72)$$

$$x \begin{pmatrix} j_j & j_i & L \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix} (\kappa_j + \kappa_i) \left[\int dr (F_j(r)G_i(r) + F_i(r)G_j(r)) j_L(kr) \right]$$

Burada $\bar{M}_{ab}$, Grant (1974) tarafından tanımlanan ışımalı geçiş integrallerinden birini [40]

$$\bar{M}_{ab} = \begin{cases} \bar{M}_{ab}^e + G\bar{M}_{ab}^i, & \text{elektrik multipol geçişleri için} \\ \bar{M}_{ab}^m, & \text{manyetik multipol geçişleri için} \end{cases} \quad (2.73)$$

$$\begin{aligned} \bar{M}_{ab}^e = -i^L \left(\frac{L}{L+1} \right)^{1/2} [(K_a - K_b)I_{L+1}^+ + (L+1)I_{L+1}^-] \\ - \left(\frac{L+1}{L} \right)^{1/2} [(K_a - K_b)I_{L-1}^+ - LI_{L-1}^-] \end{aligned} \quad (2.74)$$

$$\begin{aligned} \bar{M}_{ab}^1 = -i^L \{ [(K_a - K_b)I_{L+1}^+ + (L+1)I_{L+1}^-] + [(K_a - K_b)I_{L-1}^+ - LI_{L-1}^-] \\ - (2L+1)J_L \} \end{aligned} \quad (2.75)$$

$$\bar{M}_{ab}^m = -i^{L+1} \frac{(2L+1)}{[L(L+1)]^{1/2}} (K_a + K_b)I_L^+ \quad (2.76)$$

S, çizgi şiddeti uzunluk formunda (atomik birimlerde)

$$S = \left| \left\langle \psi_i \left| \sum_{k=1}^N r_k \right| \psi_j \right\rangle \right|^2 \quad (2.77)$$

olarak verilmektedir. En basit haliyle, bir i durumundan j durumuna geçiş için yayınlama salınıcı şiddeti (f_{ij}) ile ışıma oranı (A_{ji}) (s^{-1}) arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilebilir:

$$f_{ij} = \frac{mc}{8\pi^2 e^2} \lambda_{ji}^2 \frac{\omega_j}{\omega_i} A_{ji} = 1,49 \times 10^{-16} \lambda_{ji}^2 (\omega_j / \omega_i) A_{ji} \quad (2.78)$$

şeklindedir. Burada m ve e sırasıyla elektronun kütlesini ve doluluğunu ifade ederken, c ışığın hızını, λ_{ij} geçiş enerjisi/dalga boyu (Å), ω_i ve ω_j düşük i ve yüksek j seviyelerin istatistiksel ağırlıklarını, S ise atomik birimlerde çizgi şiddetini göstermektedir.

Elektrik dipol (E1) geçişleri için

$$A_{ji} = \frac{2,0261 \times 10^{18}}{\omega_j \lambda_{ji}^3} S \quad ve \quad f_{ij} = \frac{303,75}{\lambda_{ji} \omega_i} S , \quad (2.79)$$

manyetik dipol (M1) geçişleri için

$$A_{ji} = \frac{2,6974 \times 10^{13}}{\omega_j \lambda_{ji}^3} S \quad ve \quad f_{ij} = \frac{4,044 \times 10^{-3}}{\lambda_{ji} \omega_i} S \quad (2.80)$$

ve elektrik dipol (E2) geçişleri için

$$A_{ji} = \frac{1,1199 \times 10^{18}}{\omega_j \lambda_{ji}^5} S \quad ve \quad f_{ij} = \frac{167,89}{\lambda_{ji}^3 \omega_i} S \quad (2.81)$$

şeklinde verilmektedir [41].

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada asal gazlardan biri olan kripton ($Z=36$) atomunun altı kez iyonize olmuş hali (Kr VII) için bazı atomik yapı özellikleri incelendi. Dyall ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve Dirac- Fock Hamiltonyenini kullanan, tamamen relativistik çok konfigürasyonlu Dirac-Fock (MCDF) yöntemini [9] temel alan genel amaçlı relativistik atomik yapı paketini (GRASP) [11] kullanarak bazı seviyelerin enerji değerleri hesaplandı. Elde edilen seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1), elektrik kuadrupol (E2) ve manyetik dipol (M1) ışımalı geçişlerine ait dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij} (a.u.)) gibi geçiş parametreleri hesaplandı. Özden ve değerlik elektronlarından çeşitli uyarmalar yaparak çok sayıda konfigürasyon setleri oluşturuldu. Bu konfigürasyon setleri ile yapılan hesaplamaların sonuçlarına Breit düzeltmeleri (elektronlar arasındaki manyetik etkileşim ve elektron-elektron etkileşiminin geciktirme etkileri) ve QED katkılarının (öz enerjisi ve vakum polarizasyonu) nasıl etki ettiği incelendi. Ayrıca Fischer tarafından geliştirilen, relativistik düzeltmeler için Breit-Pauli Hamiltonyenini kullanan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (MCHF) [10] yöntemi ile de altı kez iyonize olmuş kriptonun enerji seviyeleri hesaplandı.

Tablo 3.1.'de Kr VII iyonu için yapılan MCHF ve MCDF hesaplamalarında kullanılan konfigürasyon setleri verilmektedir. Tablolarda (Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4 ve Tablo 3.5) bulunan konfigürasyonlarda yer alan tek pariteye sahip durumlar “^o” üst indisi ile gösterildi. Çift pariteye sahip durumlar için herhangi bir belirteç kullanılmadı. Ayrıca tablolarda parantez içinde verilen sayılar 10’un kuvvetlerini göstermektedir ($a(b)=a \times 10^b$). Daha kolay bir gösterim olması için tablolarda dolu tabakalar ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$) belirtilmedi.

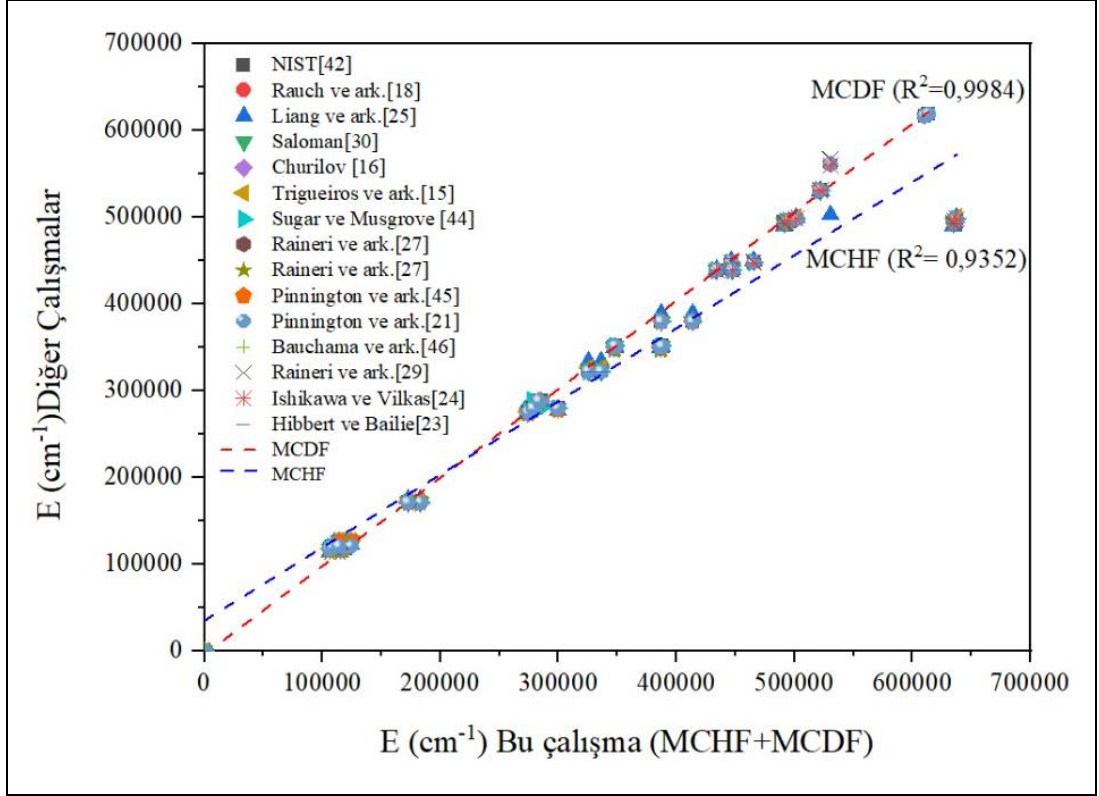
Tablo 3.1. Kr VII için yapılan hesaplamalarda kullanılan konfigürasyon setleri.

MCDF	$4s^2, 4s4p, 4p^2, 4s4d, 4s5s, 4s5p, 4s6s, 5s^2, 4d^2, 4s4f, 4f^2, 6p^2, 7s^2$
MCHF	$4s^2, 4s4p, 4p^2, 4s4d, 4s5s, 4s5p, 5s^2, 4d^2, 4f^2, 4s4f, 4p4d, 4s5d, 4p4f, 4p5p$

Altı kez iyonlaşmış kripton (Kr VII) iyonu, atom numarası $Z=30$ olan çinko (Zn I) ile aynı elektron dizilimine ($[Ar] 3d^{10}4s^2$) sahiptir ve temel hali $4s^2 \ ^1S_0$ 'dır. Kr VII iyonu için Tablo 3.1'de verilen konfigürasyon takımları kullanılarak yapılan hesaplamalarda MCDF ve MCHF hesabı için sırasıyla 55 ve 81 enerji seviyesi elde edildi.

Enerji sonuçlarının büyük bir çoğunluğu mevcut literatürde var olan deneysel ve teorik verilerle iyi bir uyum içindedir. Elde edilen sonuçların uyumunu göstermek için yüzde farklar (hata) hesabı $(|E_b - E_d|/E_d) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplandı. Burada E_b , bu çalışmadan elde edilen verileri; E_d , diğer karşılaştırma verilerini göstermektedir. Yüzde hata sonuçları (min- max) değerleri MCDF için (0,21-7,09), MCHF için (0,06-28,8) aralığında hesaplandı.

Bu çalışmada MCDF ve MCHF ile elde edilen sonuçların diğer mevcut sonuçlarla karşılaştırması Şekil 3.1.'de verildi. Elde edilen MCHF ve MCDF hesaplama sonuçlarından genel olarak MCDF ile yapılan hesaplama sonuçlarının MCHF'ye göre daha iyi uyumlu olduğu görülmektedir. R^2 değerleri, Şekil 3.1.'de MCDF için 0,9984; MCHF için 0,9352 olarak hesaplandı. Bu değerlerin 1'e oldukça yakın olması da bu çalışmadan elde edilen sonuçların iyi uyumlu olduğunu göstermektedir. R^2 değerleri ilgili grafikler üzerinde de gösterilmiştir. Ayrıca tüm seviyelerde Breit katkıları beklenildiği gibi relativistik MCDF enerjisini azaltan yönde bir katkı sağlamaktadır.



Şekil 3.1. Kr VII için MCDF ve MCHF hesaplamalarından elde edilen enerji seviyelerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.

Çinko benzeri altı kez iyonlaşmış kripton (Kr VII) ait enerji seviyeleri için yapılan hesaplama sonuçlarına göre MCDF hesaplama sonucunda elde edilen enerji seviyelerinin önceden sunulan deneysel ve teorik veriler ile daha iyi uyum içerisinde olduğu görüldü. Bu nedenle uyumlu seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1) geçişleri MCDF metodu ile hesaplandı ve 257 geçiş elde edildi.

Kr VII iyonu için elektrik dipol (E1) ışımalı geçişlerine ait dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij} (a.u.)) gibi geçiş parametreleri ve bunlara ait literatürde var olan karşılaştırma değerleri Tablo 3.2.'de sunuldu. Tabloda birinci ve ikinci sütunlar geçiş yapılan alt ve üst seviyeleri, üçüncü sütun dalga boyu değerlerini, dördüncü sütun mevcut literatürde var olan teorik ve deneysel dalga boyu değerlerini, beşinci sütun geçiş olasılıklarını, altıncı sütun mevcut literatürde var olan teorik ve deneysel geçiş olasılıklarını, yedinci sütun salınıcı şiddetlerini, sekizinci sütun mevcut literatürde var olan teorik ve deneysel salınıcı şiddetlerini, dokuzuncu sütun çizgi şiddetlerini ve onuncu sütun mevcut literatürde var olan teorik ve deneysel çizgi şiddetlerini göstermektedir. Bu çalışmada yapılan MCDF hesaplama sonuçlarının karşılaştırma değerleri ile kıyaslandığında oldukça iyi uyum içerisinde oldukları görülmektedir.

Geçiş parametrelerinin yüzde hata sonuçları hesaplanırken dalga boyu için mevcut literatürde verisi çok olmasından dolayı dalga boyu için NIST [42], geçiş olasılıkları, salıncı şiddeti ve çizgi şiddeti için Liang ve çalışma arkadaşlarının [25] yapmış oldukları çalışma referans olarak tercih edildi. Yüzde hata hesabı sonuçları (min- max) değerleri, dalga boyu için (0,001-0,164), geçiş olasılıkları için (0,02-1,61), salıncı şiddetleri için (0,01-1,66) ve çizgi şiddetleri için (0,02-1,9) aralığında hesaplandı. Bu aralıkların oldukça küçük ve birbirine yakın olması da bu çalışmadan elde edilen sonuçların doğruluğunu göstermektedir. Ayrıca bu çalışma sonuçları ve literatürde var olan verilerin bir karşılaştırması da dalga boyu için Şekil 3.2.'de, geçiş olasılığı için Şekil 3.3.'de, salıncı şiddeti için Şekil 3.4.'da ve çizgi şiddeti için Şekil 3.5.'de verilmektedir.

R^2 değerleri, dalga boyu için 0,9989, geçiş olasılıkları için 0,9844, salıncı şiddetleri için 0,9965 ve çizgi şiddetleri için 0,9859 olarak hesaplandı. Bu değerlerin oldukça küçük ve 1'e çok yakın olması da bu çalışmadan elde edilen sonuçların iyi olduğunu göstermektedir. R^2 değerleri ilgili grafiklerin üzerinde gösterilmiştir.

Kr VII iyonu için elektrik dipol (E1) ışımalı geçişlerine ait bazı dalga boyu (λ (Å)), geçiş olasılığı (A_{ij} (s^{-1})), salıncı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij} (a.u.)) gibi geçiş parametrelerine ait değerler Tablo 3.3.'de ayrıca sunuldu. Ulaşılabılır literatür tarandığında Tablo 3.3. de sunulan bu veriler için herhangi bir veri bulunamadı. Dolayısıyla bu tabloda verilen değerlerin literatüre ilk kez kazandırılması amaçlanmaktadır. İlgili tabloda birinci ve ikinci sütunlar geçiş yapılan alt ve üst seviyeleri, üçüncü sütun dalga boyu değerlerini, dördüncü sütun geçiş olasılıklarını, beşinci sütun salıncı şiddetlerini, altıncı sütun çizgi şiddetlerini göstermektedir.

.

Tablo 3.2. Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s ² ¹ S ₀	4s4p ³ P ₁ ^o	848,110	832,680 ^a	0,1196(8)	0,2(8) ^e	3,869(-3)	5,35(-3) ⁱ	1,080(-2)	1,52(-2) ⁱ
			832,682 ^b		0,161(8) ⁱ		5,71(-3) ^j		
			832,682 ^c		0,1748(8) ^j				
			832,682 ^d						
			832,680 ^e						
			832,680 ^f						
			832,8 ^g						
			832,680 ^h						
4s ² ¹ S ₀	4s4p ¹ P ₁ ^o	546,610	585,357 ^a	136,9(8)	115,3(8) ^e	1,840	1,73 ⁱ	3,311	3,26 ⁱ
			585,361 ^b		117(8) ⁱ		1,741 ^j		
			585,361 ^c		117,39(8) ^j				
			585,361 ^d						
			585,357 ^e						
			585,357 ^f						
			585,4 ^g						
			585,357 ^h						
4s ² ¹ S ₀	4s5p ³ P ₁ ^o	203,180	-	1,973(8)	1,83(8) ⁱ	3,663(-3)	3,42(-3) ⁱ	2,450(-3)	2,30(-3) ⁱ
4s ² ¹ S ₀	4s5p ¹ P ₁ ^o	199,370	200,9 ^b	33,28(8)	42,6(8) ^e	5,950(-2)	5,82(-2) ⁱ	3,905(-2)	3,84(-2) ⁱ
			200,9 ^c		32,2(8) ⁱ				
			200,9 ^e						
			200,9 ^m						
			200,07 ⁿ						
4s4p ³ P ₀ ^o	4p ² ³ P ₁	615,080	617,189 ^a	38,79(8)	35,9(8) ⁱ	6,600(-1)	5,49(-1) ^f	1,336	1,179 ⁱ
			617,189 ^c		30,32(8) ^j		5,91(-1) ⁱ		
			617,189 ^d				5,19(-1) ^j		
			617,158 ^e						
			617,189 ^f						
			617,189 ^h						

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^3P^o_0$	4s4d $^3D_1$	431,020	429,953 ^a	135,7(8)	135(8) ^e	1,134	0,979 ^f	1,609	1,48 ⁱ
			429,98 ^b		131(8) ⁱ		1,06 ⁱ		
			429,98 ^c						
			429,953 ^e						
			429,953 ^f						
			429,953 ^h						
			430,0 ^k						
			429,98 ⁿ						
			311,270 ^a	25,28(8)	29,7(8) ⁱ	1,118(-1)	1,28(-1) ⁱ	1,155(-1)	1,31 (-1) ⁱ
			311,26 ^b						
4s4p $^3P^o_0$	4s5s $^3S_1$	313,600	311,26 ^c						
			311,270 ^h						
			311,26 ⁿ						
			645,842 ^a	101,3(8)	100(8) ^e	2,088(-1)	1,73(-1) ^f	1,325	1,17 ⁱ
			645,9 ^b		94,2(8) ⁱ		1,88(-1) ⁱ		
			645,842 ^d		78,92(8) ^j		1,65(-1) ^j		
			645,842 ^e						
			645,842 ^f						
			645,842 ^h						
			645,8 ^k						
			626,482 ^a	7,516(8)	9,4(8) ^e	7,472(-2)	6,37 (-2) ⁱ	4,655(-1)	3,92 (-1) ⁱ
			626,486 ^b		6,58(8) ⁱ				
			626,486 ^c						
			626,482 ^e						
			626,482 ^f						
			626,482 ^h						
			626,486 ⁿ						
4s4p $^3P^o_1$	4p ² $^1D_2$	630,760	626,482 ^a	7,516(8)	9,4(8) ^e	7,472(-2)	6,37 (-2) ⁱ	4,655(-1)	3,92 (-1) ⁱ
			626,486 ^b		6,58(8) ⁱ				
			626,486 ^c						
			626,482 ^e						
			626,482 ^f						
			626,482 ^h						
			626,486 ⁿ						

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p ³ P _{o1}	4p ² ³ P ₁	625,620	627,657 ^a	27,44(8)	27(8) ^e	1,610(-1)	1,34 (-1) ^f	9,949(-1)	8,80 (-1) ⁱ
			627,668 ^c		25,5(8) ⁱ		1,45 (-1) ⁱ		
			627,668 ^d		21,46(8) ^j		1,27 (-1) ^j		
			627,657 ^e						
			627,657 ^f						
			627,7 ^g						
			627,657 ^h						
4s4p ³ P _{o1}	4p ² ³ P ₂	596,440	594,890 ^a	23,26(8)	20,4(8) ^e	2,068(-1)	1,69 (-1) ^f	1,218	1,09 ⁱ
			594,899 ^c		21,9(8) ⁱ		1,88 (-1) ⁱ		
			594,899 ^d						
			594,890 ^e						
			594,890 ^f						
			594,890 ^h						
			595,0 ^k						
4s4p ³ P _{o1}	4s4d ³ D ₁	436,170	435,027 ^a	98,89(8)	94,7(8) ^e	2,820(-1)	2,43 (-1) ^f	1,215	1,11 ⁱ
			435,018 ^b		94,6(8) ⁱ		2,62 (-1) ⁱ		
			435,018 ^c						
			435,018 ^d						
			435,027 ^e						
			435,027 ^f						
			435,027 ^h						
	435,0 ^k								

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		$A_{ij}(\text{s}^{-1})$		f_{ji}		$S_{ij}(\text{a.b})$	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^3\text{P}^{\text{o}}_1$	4s4d $^3\text{D}_2$	435,320	434,171 ^a	178,8(8)	171(8) ^e	8,466(-1)	7,30 (-1) ^f	3,640	3,34 ⁱ
			434,140 ^b		171(8) ⁱ		7,87 (-1) ⁱ		
			434,140 ^c						
			434,140 ^d						
			434,171 ^f						
			434,171 ^h						
			434,1 ^k						
4s4p $^3\text{P}^{\text{o}}_1$	4s4d $^1\text{D}_2$	371,440	385,538 ^a	1,536(8)	2(8) ^e	5,294(-3)	6,80 (-3) ⁱ	1,942(-2)	2,46 (-2) ⁱ
			385,51 ^b		2,03(8) ⁱ				
			385,51 ^c						
			385,538 ^e						
			385,538 ^f						
			385,538 ^h						
			385,51 ⁿ						
4s4p $^3\text{P}^{\text{o}}_1$	4s5s $^3\text{S}_1$	316,320	313,925 ^a	76,70(8)	87,3(8) ^e	1,151(-1)	1,31 (-1) ⁱ	3,594(-1)	4,04 (-1) ⁱ
			313,92 ^b		89,5(8) ⁱ				
			313,92 ^c						
			313,92 ^d						
			313,925 ^e						
			313,925 ^f						
			313,925 ^h						
4s4p $^3\text{P}^{\text{o}}_1$	4s5s $^1\text{S}_0$	304,310	314,200 ^k	0,2833(8)	0,678(8) ⁱ	1,311(-4)	3,10 (-4) ⁱ	3,940(-4)	9,00 (-4) ⁱ
			-						

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^3P^o_2$	4p ^{2} $^1D_2$	656,580	652,896 ^a 652,905 ^b 652,905 ^c 652,905 ^d 652,896 ^e 652,896 ^f 652,896 ^h	15,55(8)	19,2(8) ^e 12,9(8) ⁱ	1,005(-1)	0,815 (-1) ⁱ	10,86(-1)	8,70 (-1) ⁱ
4s4p $^3P^o_2$	4p ^{2} $^3P_1$	651,010	654,168 ^a 654,189 ^b 654,189 ^c 654,189 ^d 654,168 ^e 654,168 ^f 654,168 ^h 654,2 ^k	40,47(8)	40,3(8) ^e 37,6(8) ⁱ 31,76(8) ^j	1,543(-1)	1,27 (-1) ^f 1,39 (-1) ⁱ 1,22 (-1) ^j	1,653	1,47 ⁱ
4s4p $^3P^o_2$	4p ^{2} $^3P_2$	619,480	618,649 ^a 618,664 ^c 618,664 ^d 618,649 ^e 618,649 ^f 618,7 ^g 618,649 ^h 618,7 ^k	66,38(8)	61,2(8) ^e 63,2(8) ⁱ	3,819(-1)	3,17 (-1) ^f 3,52 (-1) ⁱ	3,894	3,54 ⁱ

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^3P^o_2$	4s4d $^3D_1$	448,360	447,609 ^a	6,232(8)	6(8) ^e	1,127(-2)	0,974 (-2) ^f	8,318(-2)	7,55 (-2) ⁱ
			447,606 ^b		5,92(8) ⁱ		1,04 (-2)		
			447,606 ^c						
			447,606 ^d						
			447,609 ^e						
			447,609 ^f						
			447,609 ^h						
	4s4d $^3D_2$	447,470	446,697 ^a	56,39(8)	53,4(8) ^e	1,693(-1)	1,46 (-1) ^f	1,247	1,13 ⁱ
			446,700 ^b		53,6(8) ⁱ		1,56 (-1) ⁱ		
			446,700 ^c						
			446,700 ^d						
			446,697 ^e						
			446,697 ^f						
			446,697 ^h						
	4s4d $^3D_3$	446,090	446,7 ^k	226,1(8)		9,443(-1)		6,934	6,33 ⁱ
			445,315 ^a		215(8) ^e		8,20 (-1) ^f		
			445,309 ^b		215(8) ⁱ		8,74 (-1) ⁱ		
			445,309 ^c						
			445,309 ^d						
			445,315 ^e						
			445,315 ^f						
			445,315 ^h						
			445,3 ^k						

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^3P^o_2$	4s5s $^3S_1$	322,680	320,424 ^a 320,41 ^b 320,41 ^c 320,424 ^e 320,424 ^f 320,424 ^h 321,0 ^k 320,41 ⁿ	132,4(8)	138,7(8) ^e 153(8) ⁱ	1,240(-1)	1,40 (-1) ⁱ	6,585(-1)	7,35 (-1) ⁱ
4s4p $^1P^o_1$	4p ² $^3P_0$	1103,200	960,640 ^a 960,638 ^b 960,638 ^c 960,638 ^d 960,640 ^e 960,640 ^f 960,640 ^h	0,4239(8)	0,3(8) ^e 0,193(8) ⁱ 0,2437(8) ^j	2,578(-3)	9,70 (-4) ⁱ 1,12 (-3) ^j	28,09(-3)	9,60 (-3) ⁱ
4s4p $^1P^o_1$	4p ² $^1D_2$	1069,500	918,440 ^a 918,446 ^b 918,446 ^c 918,446 ^d 918,440 ^e 918,440 ^f 936,8 ^g 918,440 ^h 918,4 ^k	4,877(8)	9,6(8) ^e 6,50(8) ⁱ	1,394(-1)	1,28 (-1) ^f 1,55 (-1) ⁱ 2,40 (-1) ^j	1,472	1,4999 ⁱ

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p ¹ P ^o ₁	4p ² ³ P ₁	1054,800	920,970 ^a	0,02152(8)	0,067(8) ^e	3,589(-4)	4,50 (-4) ⁱ	3,739(-3)	4,30 (-3) ⁱ
			920,983 ^b		0,033(8) ⁱ		6,00 (-4) ^j		
			920,983 ^c		0,04757(8) ^j				
			920,983 ^d						
			920,970 ^e						
			920,970 ^f						
4s4p ¹ P ^o ₁	4p ² ³ P ₂	974,420	852,100 ^a	1,998(8)	5(8) ^e	4,739(-2)	4,78 (-2) ⁱ	4,561(-1)	4,21 (-1) ⁱ
			852,120 ^b		2,41(8) ⁱ				
			852,120 ^c						
			852,120 ^d						
			852,100 ^e						
			852,100 ^f						
4s4p ¹ P ^o ₁	4p ² ¹ S ₀	701,140	852,3 ^g	124,8(8)	113(8) ^e	3,065(-1)	1,98 (-1) ^f	2,122	1,40 ⁱ
			852,100 ^h		115(8) ⁱ		2,27 (-1) ⁱ		
			662,43 ^a		87,10(8) ^j		1,81 (-1) ^j		
			662,43 ^b						
			662,43 ^c						
			662,475 ^e						
4s4p ¹ P ^o ₁	4p ² ¹ S ₀	701,140	662,43 ^f	124,8(8)	113(8) ^e	3,065(-1)	1,98 (-1) ^f	2,122	1,40 ⁱ
			662,43 ^h						
			662,43 ⁿ						

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p ¹ P ^o ₁	4s4d ³ D ₁	608,890	558,221 ^a	0,1697(8)	0,229(8) ⁱ	0,9434(-3)	1,13 (-3) ⁱ	5,673(-3)	6,40 (-3) ⁱ
			558,221 ^b		0,233(8) ^e				
			558,221 ^c						
			558,221 ^d						
			558,250 ^e						
			558,221 ^f						
			564,53 ^h						
4s4p ¹ P ^o ₁	4s4d ³ D ₂	607,240	556,855 ^a	0,1375(8)	0,2(8) ^e	1,266(-3)	2,08 (-3) ⁱ	0,7595(-2)	1,18 (-2) ⁱ
			556,855 ^c		0,255(8) ⁱ				
			556,855 ^d						
			556,855 ^e						
			556,855 ^f						
			556,855 ^h						
4s4p ¹ P ^o ₁	4s4d ¹ D ₂	489,740	479,283 ^a	340,0(8)	313(8) ^e	2,038	1,60 ^f 1,77 ⁱ	9,856	8,14 ⁱ
			479,264 ^c		327 (8) ⁱ				
			479,264 ^d						
			479,283 ^e						
			479,283 ^f						
			479,2 ^g						
			479,283 ^h						
4s4p ¹ P ^o ₁	4s5s ³ S ₁	398,250	-	0,3370(8)	0,526(8) ⁱ	0,8014(-3)	1,15 (-3) ⁱ	1,15(-3)	4,30 (-3) ⁱ

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4p $^1P^o_1$	4s5s $^1S_0$	379,400	362,0 ^b 362,0 ^c 361,908 ^e 362,0 ^k 356,33 ⁿ	138,9(8)	194(8) ^e 175(8) ⁱ	0,9992(-1)	1,15 (-1) ⁱ	1,15(-1)	4,14 (-1) ^I
4p ^{2} $^1D_2$	4s5p $^3P^o_1$	463,530	468,388 ^a 468,388 ^e 468,388 ^f 468,388 ^h	0,6566(8)	3,33(8) ^e 1,87(8) ⁱ	1,269(-3)	3,68 (-3) ⁱ	0,9682(-2)	2,83(-2) ⁱ
4p ^{2} $^1D_2$	4s5p $^1P^o_1$	444,190	458,5 ^b 458,5 ^c 459,168 ^e 458,5 ^k	28,48(8)	13(8) ^e 10,9(8) ⁱ	5,055(-2)	1,99 (-2) ⁱ	3,696(-1)	1,47 (-1) ⁱ
4p ^{2} $^1D_2$	4s4f $^1F^o_3$	393,350	356,785 ^e	68,27(8)	57,4(8) ⁱ	2,217(-1)	1,40 (-1) ⁱ	1,436	7,88(-1) ⁱ
4p ^{2} $^3P_2$	4s5p $^3P^o_1$	484,000	487,4 ^a 487,4 ^c 487,4 ^e 487,4 ^f 487,7 ^m	0,3017(8)	1(8) ^e 1,52(8) ⁱ	0,6358(-3)	3,28 (-3) ⁱ	0,5065(-2)	2,64 (-2) ⁱ
4p ^{2} $^3P_2$	4s5p $^1P^o_1$	462,950	477,770 ^e	7,937(8)	12,3(8) ^e 10,1(8) ⁱ	1,530(-2)	2,01 (-2) ⁱ	1,166(-1)	1,56 (-1) ⁱ
4p ^{2} $^3P_2$	4s4f $^1F^o_3$	407,990	-	20,13(8)	13,8(8) ⁱ	0,7031(-3)	1,48 (-3) ⁱ	3,62(-2)	2,10(-2) ⁱ
4p ^{2} $^1S_0$	4s5p $^1P^o_1$	568,160	-	23,66(8)	42,6(8) ^e 32,2(8) ⁱ	0,3435(-2)	5,82 (-2) ⁱ	0,6424(-2)	3,84 (-2) ⁱ

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4p ² ¹ S ₀	4s5p ³ P ₁	600,190	583,335 ^a 583,335 ^e 583,335 ^f 583,335 ^h	6,301(5)	-	1,021(-4)	-	2,017(-4)	-
4s4d ³ D ₁	4s5p ³ P ₀	693,310	700,270 ^a 700,1 ^b 700,1 ^c 700,270 ^e 700,270 ^f 700,270 ^h 700,1 ^k 700,27 ^l 700,0 ^m 704,32 ⁿ	5,237(9)	-	1,258(-1)	-	8,613(-1)	-
4s4d ³ D ₁	4s5p ³ P ₁	689,630	698,121 ^a 697,9 ^b 697,9 ^c 698,121 ^e 698,121 ^f 698,121 ^h 697,9 ^k 700,0 ^m	1,281(9)	-	9,135(-2)	-	6,222(-1)	-

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4d ³ D ₁	4s5p ³ P ^o ₂	679,150	686,761 ^a 686,76 ^b 686,76 ^c 686,761 ^e 686,761 ^f 686,761 ^h 686,0 ^m 686,76 ⁿ	5,298(7)	-	6,106(-3)	-	4,096(-2)	-
4s4d ³ D ₁	4s4f ³ F ^o ₂	571,260	554,425 ^a 554,3 ^c 554,425 ^e 554,425 ^f 554,3 ^k	1,427(10)	-	1,164	-	6,566	-
4s4d ³ D ₂	4s5p ³ P ^o ₁	691,760	700,270 ^a 700,1 ^b 700,1 ^c 700,330 ^e 700,270 ^f 700,270 ^h 700,1 ^k 700,27 ^l	3,842(9)	-	1,654(-1)	-	1,883	-

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salıncı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s ⁻¹)		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4d ³ D ₂	4s5p ³ P ^o ₂	681,220	688,915 ^a 688,89 ^b 688,89 ^c 688,915 ^e 688,915 ^f 688,915 ^h 688,7 ^k 686,0 ^m 688,89 ⁿ	7,937(8)	-	5,522(-2)	-	6,192(-1)	-
4s4d ³ D ₃	4s5p ³ P ^o ₂	684,430	692,231 ^a 692,22 ^b 692,22 ^c 692,231 ^e 692,231 ^f 692,231 ^h 692,0 ^k 692,22 ^l 692,0 ^m 692,22 ⁿ	4,431(9)	-	2,223(-1)	-	3,506	-
4s4d ³ D ₃	4s4f ³ F ^o ₄	575,110	556,607 ^a 556,5 ^c 556,607 ^e 556,607 ^f 556,607 ^h 556,5 ^k 556,61 ^l	1,674(10)	-	1,067	-	1,414(1)	-

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s4d $^3D_3$	4s4f $^3F^o_3$	575,050	557,52 ^a 557,52 ^c 557,427 ^e 557,52 ^f 557,52 ^h 557,3 ^k 557,52 ^l	1,861(9)	-	9,223(-2)	-	1,222	-
4s4d $^1D_2$	4s5p $^3P^o_1$	951,930	879,23 ^a 879,23 ^f 879,23 ^h 879,23 ^l	3,177(7)	-	2,590(-3)	-	4,058(-2)	-
4s4d $^1D_2$	4s5p $^1P^o_1$	873,790	845,5 ^b 845,5 ^c 847,279 ^e 848,12 ^h 845,5 ^k 845,70 ^l 845,5 ^m 831,07 ⁿ	1,679(9)	-	1,153(-1)	-	1,659	-
4s4d $^1D_2$	4s4f $^1F^o_3$	696,670	553,952 ^e	7,729(9)	-	7,873(-1)	-	9,029	-
4s5s $^3S_1$	4s5p $^3P^o_0$	1743,100	1847,5 ^b 1847,5 ^c 1847,5 ^e 1847,31 ^f 1847,31 ^h 1847,5 ^k 1847,31 ^l	9,219(8)	-	1,400(-1)	-	2,410	-

Tablo 3.2. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) ve karşılaştırma değerleri.

Geçişler		λ (Å)		A_{ij} (s^{-1})		f_{ji}		S_{ij} (a.b)	
Alt Seviye	Üst Seviye	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar	MCDF	Diğer Çalışmalar
4s5s $^3S_1$	4s5p $^3P^o_1$	1720,000	1832,5 ^b	9,366(8)	-	4,154(-1)	-	7,056	-
			1832,5 ^c						
			1832,5 ^e						
			1832,33 ^f						
			1832,41 ^h						
			1832,5 ^k						
			1832,33 ^l						
4s5s $^3S_1$	4s5p $^3P^o_2$	1656,300	1756,36 ^b	1,078(9)	-	7,391(-1)	-	1,209(1)	-
			1756,36 ^c						
			1756,36 ^e						
			1756,36 ^f						
			1756,36 ^h						
			1756,5 ^k						
			1756,36 ⁿ						
4s5s $^1S_0$	4s5p $^1P^o_1$	1816,300	1985,5 ^b	7,853(8)	-	1,165	-	6,968	-
			1985,5 ^c						
			1985,5 ^e						
			2015,07 ^h						
			1985,5 ^k						
			2068,83 ⁿ						

^a NIST [42], ^b Shirai ve ark. [31], ^c Shirai ve ark.[47], ^d Trigueiros ve ark.[43], ^e Churilov [16], ^f Saloman [30], ^g Pinnington ve ark.[45], ^h Raineri ve ark.[27], ⁱ Liang ve ark.[25],

^j Hibbert ve Bailie[23], ^k Pinnington ve ark.[22], ^l Raineri ve ark.[28], ^m Bouchama ve ark.[46], ⁿ Trigueiros ve ark.[15].

Tablo 3.3. Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b).

Geçişler		λ (Å)	A_{ij} (s^{-1})	f_{ji}	S_{ij} (a.b)
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4p $^3P^o_0$	4s6s $^3S_1$	201,950	3,840(9)	7,043(-2)	4,683(-2)
4s4p $^3P^o_0$	4d ^{2} $^3P_1$	166,130	5,884(8)	7,304(-3)	3,995(-3)
4s4p $^3P^o_0$	4f ^{2} $^3P_1$	104,020	1,307(8)	6,358(-4)	2,177(-4)
4s4p $^3P^o_0$	6p ^{2} $^3P_1$	82,444	3,947(6)	1,207(-5)	3,275(-6)
4s4p $^3P^o_1$	4s6s $^3S_1$	203,070	1,155(10)	7,142(-2)	1,432(-1)
4s4p $^3P^o_1$	4s6s $^1S_0$	201,720	5,257(7)	1,069(-4)	2,130(-4)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3F_2$	170,230	1,430(5)	1,035(-6)	1,740(-6)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_0$	166,970	1,732(9)	2,414(-3)	3,980(-3)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_2$	166,910	3,901(8)	2,716(-3)	4,477(-3)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_1$	166,890	4,324(8)	1,806(-3)	2,976(-3)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1D_2$	166,520	8,226(7)	5,700(-4)	9,374(-4)
4s4p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1S_0$	159,240	4,276(7)	5,418(-5)	8,520(-5)
4s4p $^3P^o_1$	5s ^{2} $^1S_0$	126,270	2,578(6)	2,054(-6)	2,562(-6)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3F_2$	105,600	4,587(1)	1,278(-10)	1,333(-10)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^1D_2$	104,660	6,347(6)	1,737(-5)	1,795(-5)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_2$	104,320	9,908(7)	2,694(-4)	2,776(-4)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_1$	104,320	9,658(7)	1,576(-4)	1,623(-4)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_0$	104,320	3,810(8)	2,072(-4)	2,135(-4)
4s4p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^1S_0$	101,870	3,936(7)	2,041(-5)	2,054(-5)
4s4p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_0$	82,679	1,272(7)	4,344(-6)	3,547(-6)
4s4p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_1$	82,630	2,900(6)	2,968(-6)	2,422(-6)
4s4p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_2$	82,562	3,193(6)	5,437(-6)	4,434(-6)
4s4p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^1D_2$	82,203	4,012(4)	6,775(-8)	5,500(-8)
4s4p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^1S_0$	81,638	2,950(5)	9,823(-8)	7,920(-8)
4s4p $^3P^o_1$	7s ^{2} $^1S_0$	74,570	3,947(5)	1,097(-7)	8,078(-8)
4s4p $^3P^o_2$	4s6s $^3S_1$	205,670	1,956(10)	7,444(-2)	2,520(-1)
4s4p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3F_2$	172,050	7,102(3)	3,152(-8)	8,926(-8)
4s4p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3F_3$	171,830	2,354(2)	1,459(-9)	4,127(-9)
4s4p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3P_2$	168,670	7,923(8)	3,379(-3)	9,382(-3)
4s4p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3P_1$	168,650	7,070(8)	1,809(-3)	5,021(-3)
4s4p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^1D_2$	168,270	5,137(8)	2,181(-3)	6,040(-3)
4s4p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3F_3$	106,300	8,226(-1)	1,951(-12)	3,414(-12)
4s4p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^3P_1$	187,220	1,149(6)	6,037(-6)	1,116(-5)
4s4p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^1D_2$	186,750	3,588(9)	3,127(-2)	5,767(-2)
4s4p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^1S_0$	177,630	2,042(10)	3,220(-2)	5,648(-2)
4s4p $^1P^o_1$	5s ^{2} $^1S_0$	137,560	8,251(8)	7,803(-4)	1,060(-3)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3F_2$	113,390	1,278(4)	4,104(-8)	4,596(-8)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^1D_2$	112,300	1,608(9)	5,066(-3)	5,619(-3)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_2$	111,910	2,687(5)	8,409(-7)	9,294(-7)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_1$	111,910	2,943(5)	5,526(-7)	6,107(-7)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_0$	111,910	2,327(6)	1,457(-6)	1,610(-6)
4s4p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^1S_0$	109,100	1,232(10)	7,331(-3)	7,899(-3)
4s4p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_0$	87,378	1,230(6)	4,693(-7)	4,049(-7)

Tablo 3.3. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b).

Geçişler		λ (Å)	A_{ij} (s^{-1})	f_{ji}	S_{ij} (a.b)
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_1$	87,323	9,018(3)	1,031(-8)	8,891(-9)
4s4p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_2$	87,247	1,013(6)	1,927(-6)	1,660(-6)
4s4p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^1D_2$	86,846	5,579(7)	1,051(-4)	9,018(-5)
4s4p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^1S_0$	86,215	1,700(8)	6,314(-5)	5,376(-5)
4s4p $^1P^o_1$	7s ^{2} $^1S_0$	78,371	7,934(7)	2,435(-5)	1,885(-5)
4p ^{2} $^3P_2$	4s4f $^3F^o_3$	422,580	1,331(5)	4,989(-6)	3,470(-5)
4p ^{2} $^3P_2$	4s4f $^3F^o_2$	422,550	3,180(4)	8,512(-7)	5,920(-6)
4s4d $^3D_1$	4s5p $^1P^o_1$	647,670	3,349(7)	2,106(-3)	1,347(-2)
4s4d $^3D_2$	4s5p $^1P^o_1$	649,550	9,298(7)	3,529(-3)	3,773(-2)
4s4d $^3D_2$	4s4f $^1F^o_3$	546,300	2,163(6)	1,355(-4)	1,218(-3)
4s4d $^3D_3$	4s4f $^3F^o_2$	574,990	7,447(7)	2,637(-3)	3,494(-2)
4s4d $^3D_3$	4s4f $^1F^o_3$	548,360	4,635(3)	2,090(-7)	2,641(-6)
4s4d $^1D_2$	4s5p $^3P^o_2$	932,080	8,149(4)	1,061(-5)	1,628(-4)
4s4d $^1D_2$	4s4f $^3F^o_3$	740,310	1,604(6)	1,845(-4)	2,249(-3)
4s4d $^1D_2$	4s4f $^3F^o_2$	740,220	2,312(5)	1,899(-5)	2,314(-4)
4s5s $^3S_1$	4s5p $^1P^o_1$	1480,700	3,768(7)	1,239(-2)	1,811(-1)
4s5s $^3S_1$	4s4f $^3F^o_2$	1134,000	2,048	6,578(-10)	7,367(-9)
4s5s $^1S_0$	4s5p $^3P^o_1$	2190,000	1,126(7)	2,429(-2)	1,751(-1)
4s5p $^3P^o_0$	4s6s $^3S_1$	840,790	1,055(8)	3,355(-2)	9,286(-2)
4s5p $^3P^o_0$	4d ^{2} $^3P_1$	443,110	9,226(2)	8,147(-8)	1,189(-7)
4s5p $^3P^o_0$	4f ^{2} $^3P_1$	170,900	2,033(3)	2,671(-8)	1,503(-8)
4s5p $^3P^o_0$	6p ^{2} $^3P_1$	119,520	8,578(2)	5,511(-9)	2,168(-9)
4s5p $^3P^o_1$	4s6s $^3S_1$	846,270	3,199(8)	3,434(-2)	2,870(-1)
4s5p $^3P^o_1$	4s6s $^1S_0$	823,330	9,116(6)	3,088(-4)	2,511(-3)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3F_2$	469,090	2,823(3)	1,552(-7)	7,191(-7)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_0$	445,190	9,882(3)	9,787(-8)	4,303(-7)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_2$	444,750	3,536(5)	1,747(-5)	7,676(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_1$	444,630	2,567(2)	7,609(-9)	3,341(-8)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1D_2$	442,000	4,805(5)	2,346(-5)	1,024(-4)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1S_0$	394,130	7,710(5)	5,985(-6)	2,330(-5)
4s5p $^3P^o_1$	5s ^{2} $^1S_0$	239,410	4,483(6)	1,284(-5)	3,036(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3F_2$	174,620	7,378	5,621(-11)	9,693(-11)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^1D_2$	172,050	9,833(5)	7,273(-6)	1,236(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4s6s $^3S_1$	846,270	3,199(8)	3,434(-2)	2,870(-1)
4s5p $^3P^o_1$	4s6s $^1S_0$	823,330	9,116(6)	3,088(-4)	2,511(-3)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3F_2$	469,090	2,823(3)	1,552(-7)	7,191(-7)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_0$	445,190	9,882(3)	9,787(-8)	4,303(-7)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_2$	444,750	3,536(5)	1,747(-5)	7,676(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^3P_1$	444,630	2,567(2)	7,609(-9)	3,341(-8)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1D_2$	442,000	4,805(5)	2,346(-5)	1,024(-4)
4s5p $^3P^o_1$	4d ^{2} $^1S_0$	394,130	7,710(5)	5,985(-6)	2,330(-5)
4s5p $^3P^o_1$	5s ^{2} $^1S_0$	239,410	4,483(6)	1,284(-5)	3,036(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3F_2$	174,620	7,378	5,621(-11)	9,693(-11)

Tablo 3.3. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b).

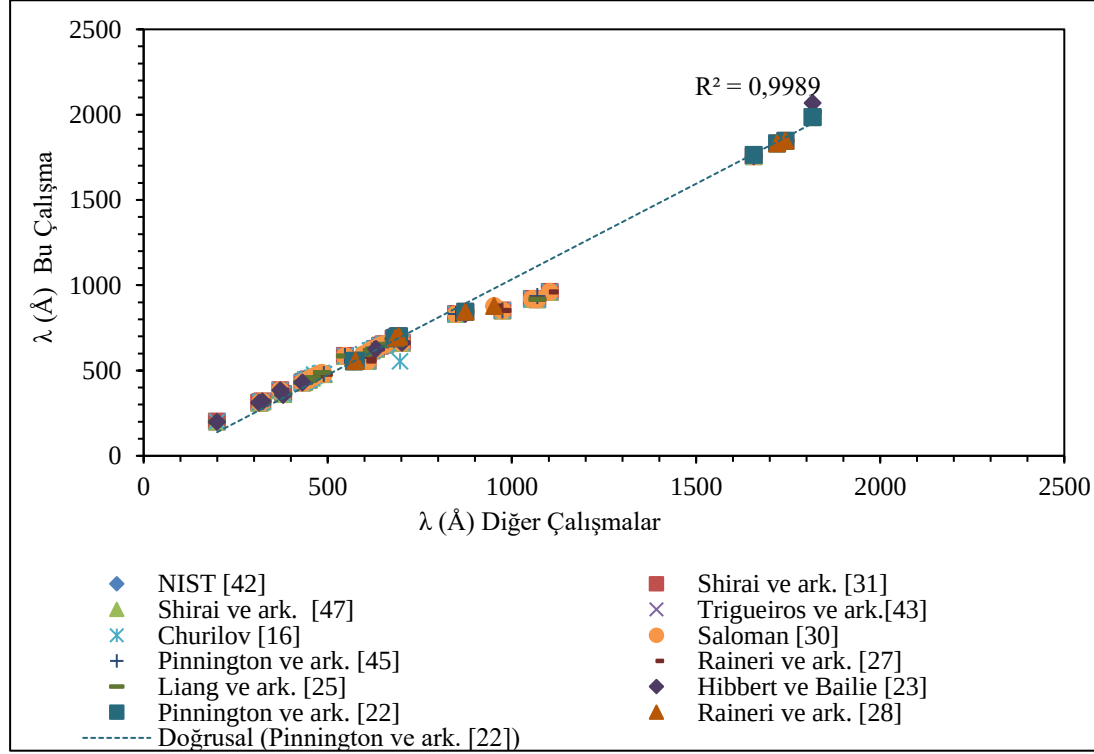
Geçişler		λ (Å)	A_{ij} (s^{-1})	f_{ji}	S_{ij} (a.b)
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^1D_2$	172,050	9,833(5)	7,273(-6)	1,236(-5)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_2$	171,130	2,217(3)	1,622(-8)	2,742(-8)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_1$	171,130	1,373(3)	6,026(-9)	1,018(-8)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^3P_0$	171,130	6,033(3)	8,829(-9)	1,492(-8)
4s5p $^3P^o_1$	4f ^{2} $^1S_0$	164,660	7,168(6)	9,712(-6)	1,579(-5)
4s5p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_0$	119,730	6,257(2)	4,482(-10)	5,300(-10)
4s5p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_1$	119,630	1,804(3)	3,871(-9)	4,574(-9)
4s5p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^3P_2$	119,480	4,219(2)	1,505(-9)	1,776(-9)
4s5p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^1D_2$	118,730	2,055(4)	7,239(-8)	8,489(-8)
4s5p $^3P^o_1$	6p ^{2} $^1S_0$	117,560	3,335(5)	2,303(-7)	2,674(-7)
4s5p $^3P^o_1$	7s ^{2} $^1S_0$	103,440	6,399(5)	3,421(-7)	3,495(-7)
4s5p $^3P^o_2$	4s6s $^3S_1$	862,600	6,006(8)	4,020(-2)	5,707(-1)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3F_2$	474,070	9,366(-2)	3,156(-12)	2,463(-11)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3F_3$	472,400	5,729	2,683(-10)	2,087(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3P_2$	449,220	5,721(3)	1,731(-7)	1,280(-6)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3P_1$	449,100	9,097(3)	1,650(-7)	1,220(-6)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^1D_2$	446,420	1,496(3)	4,471(-8)	3,285(-7)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3F_3$	175,310	9,271(-2)	5,980(-13)	1,726(-12)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3F_2$	175,300	4,864(-3)	2,241(-14)	6,466(-14)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^1D_2$	172,720	2,132(2)	9,536(-10)	2,711(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3P_2$	171,790	6,449(3)	2,853(-8)	8,068(-8)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3P_1$	171,790	4,137(3)	1,098(-8)	3,105(-8)
4s5p $^3P^o_2$	6p ^{2} $^3P_1$	119,950	7,250(3)	9,383(-9)	1,853(-8)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^3P_1$	449,100	9,097(3)	1,650(-7)	1,220(-6)
4s5p $^3P^o_2$	4d ^{2} $^1D_2$	446,420	1,496(3)	4,471(-8)	3,285(-7)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3F_3$	175,310	9,271(-2)	5,980(-13)	1,726(-12)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3F_2$	175,300	4,864(-3)	2,241(-14)	6,466(-14)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^1D_2$	172,720	2,132(2)	9,536(-10)	2,711(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3P_2$	171,790	6,449(3)	2,853(-8)	8,068(-8)
4s5p $^3P^o_2$	4f ^{2} $^3P_1$	171,790	4,137(3)	1,098(-8)	3,105(-8)
4s5p $^3P^o_2$	6p ^{2} $^3P_1$	119,950	7,250(3)	9,383(-9)	1,853(-8)
4s5p $^3P^o_2$	6p ^{2} $^3P_2$	119,800	5,505(2)	1,185(-9)	2,336(-9)
4s5p $^3P^o_2$	6p ^{2} $^1D_2$	119,050	2,247(1)	4,775(-11)	9,357(-11)
4s5p $^1P^o_1$	4s6s $^3S_1$	919,360	1,117(7)	1,415(-3)	1,285(-2)
4s5p $^1P^o_1$	4s6s $^1S_0$	892,350	6,709(8)	2,670(-2)	2,353(-1)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^3F_2$	490,720	8,007(4)	4,817(-6)	2,335(-5)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^3P_0$	464,620	7,120(2)	7,681(-9)	3,525(-8)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^3P_2$	464,140	9,624(6)	5,181(-4)	2,375(-3)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^3P_1$	464,010	1,962(1)	6,332(-10)	2,902(-9)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^1D_2$	461,150	1,580(7)	8,394(-4)	3,823(-3)
4s5p $^1P^o_1$	4d ^{2} $^1S_0$	409,280	1,450(7)	1,213(-4)	4,905(-4)
4s5p $^1P^o_1$	5s ^{2} $^1S_0$	244,920	1,734(8)	5,197(-4)	1,257(-3)
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3F_2$	177,530	2,510(2)	1,977(-9)	3,466(-9)

Tablo 3.3. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b).

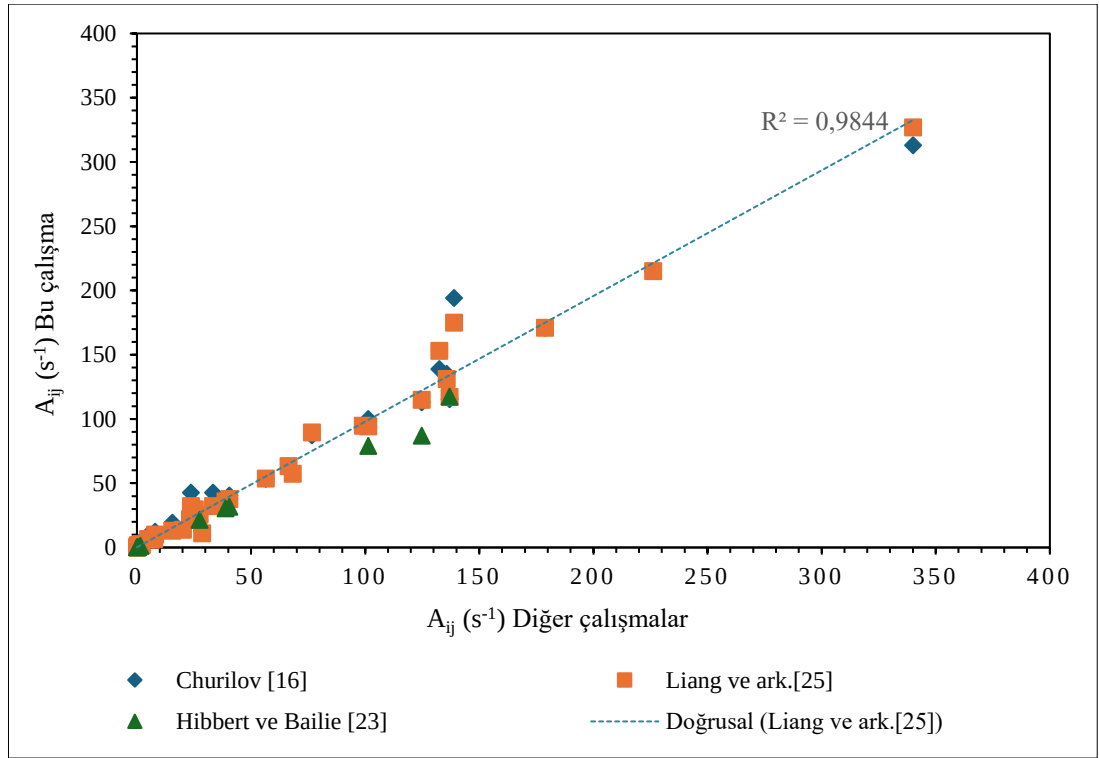
Geçişler		λ (Å)	A_{ij} (s^{-1})	f_{ji}	S_{ij} (a.b)
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^1D_2$	174,880	3,216(7)	2,457(-4)	4,244(-4)
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_2$	173,930	4,213(2)	3,184(-9)	5,470(-9)
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_1$	173,920	5,604(1)	2,541(-10)	4,365(-10)
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^3P_0$	173,920	1,946(3)	2,942(-9)	5,054(-9)
4s5p $^1P^o_1$	4f ^{2} $^1S_0$	167,240	2,145(8)	2,998(-4)	4,952(-4)
4s5p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_0$	121,090	8,363(4)	6,128(-8)	7,329(-8)
4s5p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_1$	120,990	2,638(1)	5,789(-11)	6,918(-11)
4s5p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^3P_2$	120,840	1,635(4)	5,964(-8)	7,118(-8)
4s5p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^1D_2$	120,070	7,719(5)	2,781(-6)	3,297(-6)
4s5p $^1P^o_1$	6p ^{2} $^1S_0$	118,870	1,334(7)	9,420(-6)	1,106(-5)
4s5p $^1P^o_1$	7s ^{2} $^1S_0$	104,460	2,448(7)	1,335(-5)	1,377(-5)
4s4f $^3F^o_4$	4d ^{2} $^3F_3$	543,740	1,516(1)	5,227(-10)	8,420(-9)
4s4f $^3F^o_4$	4f ^{2} $^3F_3$	184,280	3,223(-1)	1,276(-12)	6,967(-12)
4s4f $^3F^o_3$	4d ^{2} $^3F_2$	546,010	2,539(-1)	8,106(-12)	1,020(-10)
4s4f $^3F^o_3$	4d ^{2} $^3F_3$	543,800	1,310	5,806(-11)	7,276(-10)
4s4f $^3F^o_3$	4d ^{2} $^3P_2$	513,300	8,662(2)	2,444(-8)	2,891(-7)
4s4f $^3F^o_3$	4d ^{2} $^1D_2$	509,650	8,739(2)	2,431(-8)	2,855(-7)
4s4f $^3F^o_3$	4f ^{2} $^3F_3$	184,290	2,784(-2)	1,417(-13)	6,019(-13)
4s4f $^3F^o_3$	4f ^{2} $^3F_2$	184,280	5,007(-2)	1,821(-13)	7,733(-13)
4s4f $^3F^o_3$	4f ^{2} $^1D_2$	181,420	1,612(3)	5,682(-9)	2,375(-8)
4s4f $^3F^o_3$	4f ^{2} $^3P_2$	180,400	6,383(-2)	2,225(-13)	9,248(-13)
4s4f $^3F^o_3$	6p ^{2} $^3P_2$	123,930	5,822(2)	9,575(-10)	2,735(-9)
4s4f $^3F^o_3$	6p ^{2} $^1D_2$	123,120	6,254(2)	1,015(-9)	2,881(-9)
4s4f $^3F^o_2$	4s6s $^3S_1$	1134,800	5,736(-2)	6,645(-12)	1,241(-10)
4s4f $^3F^o_2$	4d ^{2} $^3F_2$	546,060	2,475(-1)	1,106(-11)	9,945(-11)
4s4f $^3F^o_2$	4d ^{2} $^3F_3$	543,850	3,742(-2)	2,323(-12)	2,079(-11)
4s4f $^3F^o_2$	4d ^{2} $^3P_2$	513,350	4,707(1)	1,860(-9)	1,571(-8)
4s4f $^3F^o_2$	4d ^{2} $^3P_1$	513,190	1,078(1)	2,553(-10)	2,157(-9)
4s4f $^3F^o_2$	4d ^{2} $^1D_2$	509,690	3,498(1)	1,362(-9)	1,143(-8)
4s4f $^3F^o_2$	4f ^{2} $^3F_3$	184,290	7,951(-4)	5,668(-15)	1,719(-14)
4s4f $^3F^o_2$	4f ^{2} $^3F_2$	184,290	3,412(-3)	1,737(-14)	5,269(-14)
4s4f $^3F^o_2$	4f ^{2} $^1D_2$	181,430	4,582(1)	2,261(-10)	6,753(-10)
4s4f $^3F^o_2$	4f ^{2} $^3P_2$	180,410	2,919(-3)	1,424(-14)	4,229(-14)
4s4f $^3F^o_2$	4f ^{2} $^3P_1$	180,400	1,528	4,472(-12)	1,328(-11)
4s4f $^3F^o_2$	6p ^{2} $^3P_1$	124,090	2,420(2)	3,351(-10)	6,845(-10)
4s4f $^3F^o_2$	6p ^{2} $^3P_2$	123,930	6,960(1)	1,603(-10)	3,269(-10)
4s4f $^3F^o_2$	6p ^{2} $^1D_2$	123,130	5,727(1)	1,302(-10)	2,638(-10)
4s4f $^1F^o_3$	4d ^{2} $^3F_2$	572,450	3,029(5)	1,063(-5)	1,402(-4)
4s4f $^1F^o_3$	4d ^{2} $^3F_3$	570,030	2,212(-6)	1,077(-16)	1,415(-15)
4s4f $^1F^o_3$	4d ^{2} $^3P_2$	536,610	3,745(7)	1,155(-3)	1,428(-2)
4s4f $^1F^o_3$	4d ^{2} $^1D_2$	532,620	6,147(7)	1,867(-3)	2,292(-2)
4s4f $^1F^o_3$	4f ^{2} $^3F_3$	187,200	4,622(-8)	2,428(-19)	1,048(-18)
4s4f $^1F^o_3$	4f ^{2} $^3F_2$	187,200	1,269(3)	4,762(-9)	2,054(-8)

Tablo 3.3. (Devamı) Kr VII için elektrik dipol (E1) geçişlerine ait dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, f_{ji} ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b).

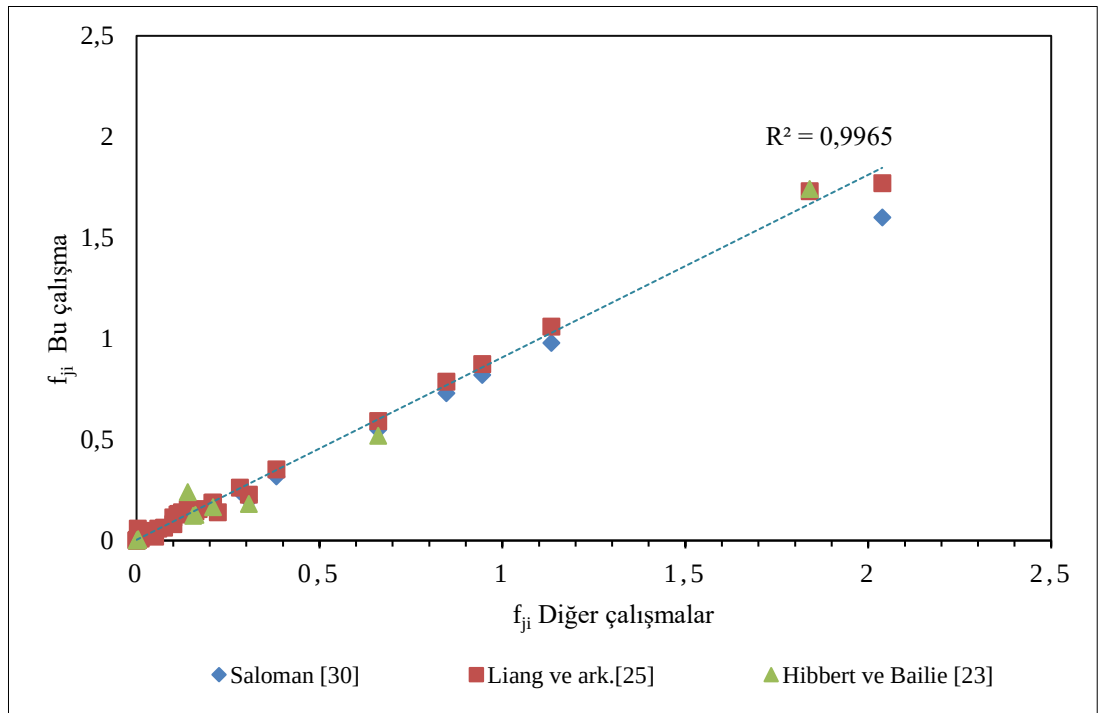
Geçişler		λ (Å)	A_{ij} (s^{-1})	f_{ji}	S_{ij} (a.b)
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4f $^1F^o_3$	4f ^{2} $^1D_2$	184,250	1,631(8)	5,929(-4)	2,518(-3)
4s4f $^1F^o_3$	4f ^{2} $^3P_2$	183,200	3,386(3)	1,217(-8)	5,138(-8)
4s4f $^1F^o_3$	6p ^{2} $^3P_2$	125,240	9,720(4)	1,633(-7)	4,712(-7)
4s4f $^1F^o_3$	6p ^{2} $^1D_2$	124,420	4,549(6)	7,540(-6)	2,162(-5)



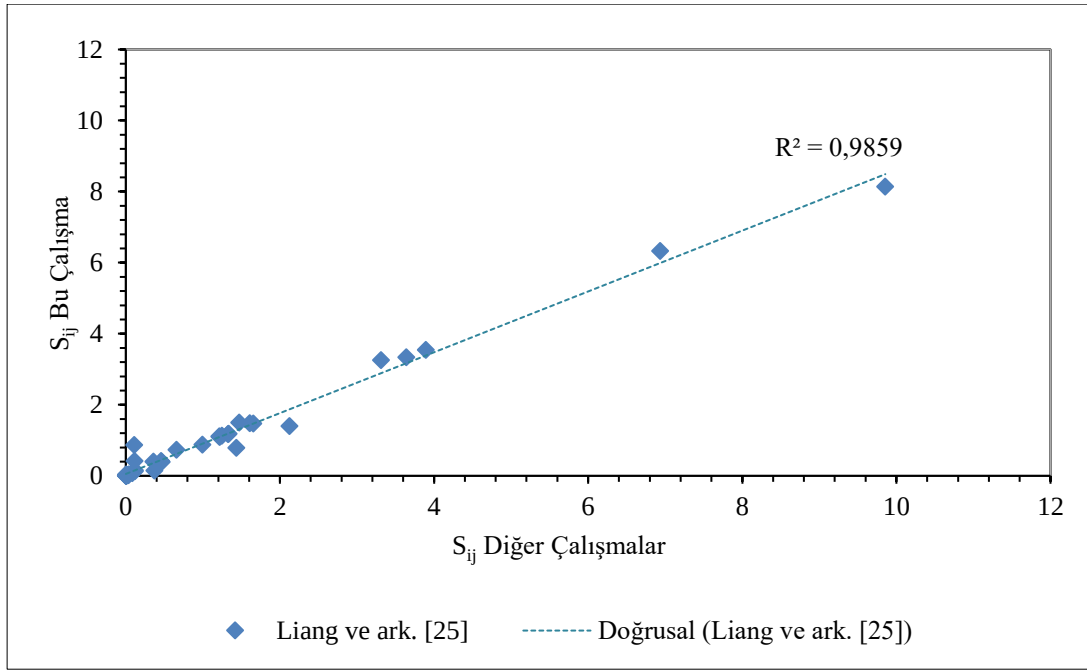
Şekil 3.2. Kr VII'nin E1 geçişlerine ait dalga boyu değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.



Şekil 3.3. Kr VII'nin E1 geçişlerine ait geçiş olasılığı değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.



Şekil 3.4. Kr VII'nin E1 geçişlerine ait salınıcı şiddeti değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.



Şekil 3.5. Kr VII'nin E1 geçişlerine ait çizgi şiddeti değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.

Bu çalışmada yapılan MCDF hesaplamaları sonucunda altı kez iyonize olmuş kripton (Kr VII) için elde edilen dalga boyu, λ (Å), geçiş olasılığı, A_{ij} (s^{-1}), salınıcı şiddeti, (f_{ji}) ve çizgi şiddeti, S_{ij} (a.b) gibi geçiş parametreleri elektrik kuadrupol (E2) ve manyetik dipol (M1) geçişleri için sırasıyla 540 ve 372 geçiş elde edildi. Bu geçişler E2 için Tablo 3.4.'de ve M1 için Tablo 3.5.'de verilmektedir. Tablolarda birinci ve ikinci sütunlar bu yasaklı geçişlere (E2 ve M1) ait alt ve üst seviyeleri, üçüncü sütun dalgaboyu, dördüncü sütun geçiş olasılıkları, beşinci sütun salınıcı şiddetleri ve altıncı sütunda çizgi şiddetleri değerlerini göstermektedir.

Ulaşılabilir mevcut literatür tarandığında, altı kez iyonize olmuş kripton (Kr VII) için yasaklı geçişlere (E2 ve M1) ait ne teorik ne deneysel herhangi bir veriye ulaşılamadı. Dolayısıyla Kr VII iyonu için yasaklı geçişlere ait geçiş parametreleri ilk kez bu çalışmada sunulmaktadır. Altı kez iyonize olmuş kripton (Kr VII) ile ilgili önceki teorik ve deneysel hesaplamaların sınırlı sayıda olmasından dolayı bu çalışmanın elde ettiği kapsamlı hesaplama sonuçlarının özellikle astrofiziksel araştırmalara, teknolojik ve bilimsel gelişmelere yardımcı veriler sağlayabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.2. Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4s^2\ ^1S_0$	$4p^2\ ^1D_2$	361,730	1,001(5)	9,822(-6)	2,769
$4s^2\ ^1S_0$	$4p^2\ ^3P_2$	350,180	1,805(4)	1,660(-6)	4,244(-1)
$4s^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^3D_2$	287,670	1,284(2)	7,963(-9)	1,129(-3)
$4s^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^1D_2$	258,310	1,780(6)	8,903(-5)	9,139
$4s^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3F_2$	141,770	3,472(3)	5,231(-8)	8,879(-4)
$4s^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3P_2$	139,460	1,870(4)	2,726(-7)	4,404(-3)
$4s^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^1D_2$	139,190	9,767(4)	1,419(-6)	2,279(-2)
$4s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3F_2$	93,909	1,892(3)	1,251(-8)	6,169(-5)
$4s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^1D_2$	93,161	5,564(4)	3,620(-7)	1,743(-3)
$4s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_2$	92,891	6,671(3)	4,315(-8)	2,060(-4)
$4s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_2$	75,238	3,110(4)	1,320(-7)	3,348(-4)
$4s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^1D_2$	74,940	2,158(4)	9,082(-8)	2,277(-4)
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s4p\ ^3P^o_2$	11143,000	3,488(-3)	3,246(-10)	2,675
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s5p\ ^3P^o_2$	263,680	1,323(5)	6,895(-6)	7,528(-1)
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s4f\ ^3F^o_2$	245,660	1,188(6)	5,375(-5)	4,747
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4p\ ^3P^o_2$	16037,000	1,275(-3)	8,195(-11)	6,039
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4p\ ^1P^o_1$	1537,600	3,019	1,070(-9)	6,950(-2)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_1$	267,180	1,602(5)	1,715(-6)	5,845(-1)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_2$	265,600	2,964(5)	5,224(-6)	1,749
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^1P^o_1$	260,640	1,006(4)	1,024(-7)	3,241(-2)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_3$	247,340	1,658(6)	3,548(-5)	9,592
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_2$	247,330	1,161(6)	1,774(-5)	4,797
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4f\ ^1F^o_3$	242,270	9,455(3)	1,941(-7)	4,932(-2)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4p\ ^1P^o_1$	1700,600	7,343(-1)	1,910(-10)	2,798(-2)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^3P^o_0$	272,280	6,866(5)	1,526(-6)	9,175(-1)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^3P^o_1$	271,710	4,973(5)	3,302(-6)	1,973
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^3P^o_2$	270,070	2,309(5)	2,525(-6)	1,481
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^1P^o_1$	264,950	1,099(4)	6,940(-8)	3,844(-2)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^3F^o_4$	251,230	2,388(6)	4,067(-5)	1,920(1)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^3F^o_3$	251,210	7,961(5)	1,054(-5)	4,978
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^3F^o_2$	251,200	1,593(5)	1,507(-6)	7,112(-1)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^1F^o_3$	245,980	1,880	2,388(-11)	1,058(-5)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_1$	323,380	1,711(4)	2,682(-7)	1,620(-1)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_2$	321,050	1,073(3)	2,765(-8)	1,635(-2)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^1P^o_1$	313,840	4,166(5)	6,151(-6)	3,397
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_3$	294,750	4,140(3)	1,258(-7)	5,757(-2)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_2$	294,740	2,753(3)	5,975(-8)	2,734(-2)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s4f\ ^1F^o_3$	287,580	1,442(6)	4,171(-5)	1,772(1)
$4p^2\ ^3P_0$	$4p^2\ ^1D_2$	35032,000	6,267(-6)	5,765(-12)	1,476
$4p^2\ ^3P_0$	$4p^2\ ^3P_2$	8349,500	3,457(-4)	1,806(-11)	6,263(-2)
$4p^2\ ^3P_0$	$4s4d\ ^3D_2$	1350,800	2,886(-1)	3,947(-10)	5,794(-3)
$4p^2\ ^3P_0$	$4s4d\ ^1D_2$	880,740	1,232(2)	7,164(-8)	2,915(-1)
$4p^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^3F_2$	231,610	3,573(2)	1,436(-8)	1,063(-3)
$4p^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^3P_2$	225,510	3,589(2)	1,368(-8)	9,345(-4)
$4p^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^1D_2$	224,800	5,147(2)	1,950(-8)	1,319(-3)
$4p^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^3F_2$	126,380	3,744(2)	4,483(-9)	5,389(-5)
$4p^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^1D_2$	125,030	1,252(3)	1,467(-8)	1,708(-4)
$4p^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^3P_2$	124,540	8,103	9,421(-11)	1,084(-6)
$4p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_2$	94,739	7,806(3)	5,252(-8)	2,660(-4)
$4p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^1D_2$	94,268	7,708(3)	5,134(-8)	2,562(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4p^2\ ^3P_1$	76780,000	1,934(-7)	1,025(-13)	1,382
$4p^2\ ^1D_2$	$4p^2\ ^3P_2$	10962,000	1,073(-2)	1,932(-10)	7,580
$4p^2\ ^1D_2$	$4p^2\ ^1S_0$	2035,700	1,439(2)	1,788(-8)	4,493
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_1$	1413,800	5,341(-2)	9,603(-12)	8,083(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_2$	1405,000	7,172(-2)	2,122(-11)	1,753(-3)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_3$	1391,500	1,249(-1)	5,075(-11)	4,072(-3)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^1D_2$	903,450	3,587(-3)	4,390(-13)	9,640(-6)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s5s\ ^3S_1$	634,530	3,714(-2)	1,345(-12)	1,023(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s5s\ ^1S_0$	587,980	3,380(4)	3,504(-7)	2,121
$4p^2\ ^1D_2$	$4s6s\ ^3S_1$	299,490	6,998(-1)	5,646(-12)	4,517(-6)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s6s\ ^1S_0$	296,560	3,104(2)	8,185(-10)	6,358(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3F_2$	233,150	4,787(2)	3,901(-9)	1,472(-3)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3F_3$	232,740	8,788(2)	9,991(-9)	3,751(-3)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3F_4$	232,250	7,829(3)	1,140(-7)	4,251(-2)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3P_0$	227,090	5,040(2)	7,793(-10)	2,718(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3P_2$	226,970	1,490(5)	1,151(-6)	4,007(-1)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3P_1$	226,940	4,652(2)	2,155(-9)	7,501(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1D_2$	226,260	2,645(5)	2,030(-6)	7,002(-1)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1G_4$	224,840	6,763(5)	9,226(-6)	3,123
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1S_0$	213,010	3,514(5)	4,781(-7)	1,376(-1)
$4p^2\ ^1D_2$	$5s^2\ ^1S_0$	157,870	4,524(3)	3,381(-9)	3,961(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3H_4$	127,390	1,686(3)	7,385(-9)	4,547(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_4$	126,840	6,023(3)	2,615(-8)	1,589(-3)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_3$	126,840	1,939(3)	6,546(-9)	3,978(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_2$	126,840	3,985(2)	9,610(-10)	5,840(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1G_4$	126,720	4,280(4)	1,854(-7)	1,124(-2)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1D_2$	125,480	5,901(3)	1,393(-8)	8,195(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	124,990	1,128(3)	2,641(-9)	1,536(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	124,990	2,571(3)	3,613(-9)	2,101(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_0$	124,990	2,529(3)	1,184(-9)	6,887(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1S_0$	121,500	2,053(4)	9,087(-9)	4,853(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_0$	95,152	3,307(4)	8,978(-9)	2,303(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	95,087	9,929(3)	8,075(-9)	2,068(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	94,996	6,209(2)	8,400(-10)	2,145(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	94,522	8,127(4)	1,089(-7)	2,738(-3)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1S_0$	93,775	1,372(5)	3,617(-8)	8,882(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$7s^2\ ^1S_0$	84,568	1,659(3)	3,558(-10)	6,408(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4p^2\ ^3P_2$	12788,000	3,165(-3)	1,293(-10)	4,833
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^3D_1$	1440,400	5,307(-1)	1,651(-10)	8,813(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^3D_2$	1431,100	6,628(-2)	3,392(-11)	1,777(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^3D_3$	1417,200	3,411(-1)	2,397(-10)	1,219(-2)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^1D_2$	914,210	3,940(-1)	8,227(-11)	1,123(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s5s\ ^3S_1$	639,820	1,524(-4)	9,353(-15)	4,377(-8)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s6s\ ^3S_1$	300,660	7,215(-2)	9,778(-13)	4,749(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3F_2$	233,860	6,438(3)	8,797(-8)	2,010(-2)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3F_3$	233,450	8,906(3)	1,698(-7)	3,860(-2)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3P_2$	227,650	9,450(2)	1,224(-8)	2,579(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3P_1$	227,610	6,160(2)	4,785(-9)	1,008(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^1D_2$	226,920	3,131(2)	4,029(-9)	8,411(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3F_3$	127,050	1,802(4)	1,018(-7)	3,729(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3F_2$	127,050	1,269(4)	5,119(-8)	1,876(-3)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^1D_2$	125,680	3,094(-1)	1,221(-12)	4,332(-8)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_2$	125,190	7,047(3)	2,760(-8)	9,675(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_1$	125,190	3,870(3)	9,093(-9)	3,188(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_1$	95,205	1,507(4)	2,048(-8)	3,158(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	95,114	2,643(4)	5,975(-8)	9,187(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	94,638	6,072(2)	1,359(-9)	2,058(-5)
$4p^2\ ^3P_2$	$4p^2\ ^1S_0$	2499,900	3,095	5,800(-10)	2,699(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_1$	1623,200	6,513(-2)	1,544(-11)	1,966(-3)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_2$	1611,500	2,027(-1)	7,892(-11)	9,836(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_3$	1593,800	2,853(-1)	1,521(-10)	1,834(-2)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^1D_2$	984,600	3,677	5,344(-10)	1,519(-2)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s5s\ ^3S_1$	673,520	2,237(-2)	9,128(-13)	8,305(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s5s\ ^1S_0$	621,300	7,079(3)	8,193(-8)	5,852(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s6s\ ^3S_1$	307,900	5,932(-3)	5,059(-14)	4,397(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s6s\ ^1S_0$	304,810	1,821(2)	5,073(-10)	4,279(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3F_2$	238,210	2,301(3)	1,957(-8)	7,879(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3F_3$	237,790	3,749(3)	4,450(-8)	1,782(-2)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3F_4$	237,270	4,808(2)	7,304(-9)	2,906(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_0$	231,890	3,820(2)	6,159(-10)	2,287(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_2$	231,770	5,979(4)	4,815(-7)	1,785(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_1$	231,740	1,581(3)	7,638(-9)	2,831(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1D_2$	231,020	6,954(4)	5,564(-7)	2,043(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1G_4$	229,550	1,715(5)	2,438(-6)	8,783(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1S_0$	217,230	2,916(5)	4,126(-7)	1,260(-1)
$4p^2\ ^3P_2$	$5s^2\ ^1S_0$	160,180	9,293(3)	7,149(-9)	8,749(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3H_4$	128,890	5,894(2)	2,642(-9)	1,685(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_4$	128,330	3,420(3)	1,520(-8)	9,564(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_3$	128,320	7,008(3)	2,422(-8)	1,524(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_2$	128,320	1,401(3)	3,459(-9)	2,177(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1G_4$	128,200	4,352(3)	1,930(-8)	1,211(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1D_2$	126,930	3,334(3)	8,052(-9)	4,904(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_2$	126,430	4,539(3)	1,088(-8)	6,545(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_1$	126,430	9,345(3)	1,344(-8)	8,086(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_0$	126,430	2,258	1,082(-12)	6,511(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1S_0$	122,860	1,637(5)	7,409(-8)	4,092(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_0$	95,985	4,132(2)	1,141(-10)	3,006(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_1$	95,919	3,382(4)	2,799(-8)	7,356(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_2$	95,827	2,096(4)	2,885(-8)	7,561(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	95,344	1,349(4)	1,839(-8)	4,746(-4)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1S_0$	94,584	4,042(2)	1,084(-10)	2,732(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$7s^2\ ^1S_0$	85,226	6,116(2)	1,332(-10)	2,455(-6)
$4p^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^3D_2$	4534,400	1,138(-4)	1,754(-12)	9,740(-4)
$4p^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^1D_2$	1624,300	3,064(1)	6,059(-8)	1,547
$4p^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3F_2$	263,300	3,052(3)	1,586(-7)	1,724(-2)
$4p^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3P_2$	255,460	8,453(2)	4,135(-8)	4,105(-3)
$4p^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^1D_2$	254,550	1,464(3)	7,108(-8)	6,983(-3)
$4p^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3F_2$	135,260	6,622(3)	9,082(-8)	1,339(-3)
$4p^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^1D_2$	133,720	6,452(2)	8,648(-9)	1,232(-4)
$4p^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_2$	133,160	6,853(3)	9,108(-8)	1,281(-3)
$4p^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_2$	99,646	5,937(4)	4,419(-7)	2,604(-3)
$4p^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^1D_2$	99,124	6,067(4)	4,468(-7)	2,592(-3)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s4d\ ^3D_2$	223520,000	2,850(-9)	3,557(-14)	7,098
$4s4d\ ^3D_1$	$4s4d\ ^3D_3$	87974,000	2,471(-8)	6,689(-14)	8,137(-1)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s4d\ ^1D_2$	2502,700	2,819(-3)	4,412(-12)	1,236(-3)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s5s\ ^3S_1$	1151,200	1,679(3)	3,336(-7)	9,095
$4s4d\ ^3D_1$	$4s6s\ ^3S_1$	379,980	6,750(2)	1,461(-8)	1,432(-2)
$4s4d\ ^3D_1$	$4d^2\ ^3F_2$	279,190	8,737(5)	1,702(-5)	6,616
$4s4d\ ^3D_1$	$4d^2\ ^3F_3$	278,610	3,173(5)	8,616(-6)	3,329
$4s4d\ ^3D_1$	$4d^2\ ^3P_2$	270,380	1,278(5)	2,335(-6)	8,245(-1)
$4s4d\ ^3D_1$	$4d^2\ ^3P_1$	270,330	8,237(5)	9,025(-6)	3,186
$4s4d\ ^3D_1$	$4d^2\ ^1D_2$	269,360	4,365(4)	7,913(-7)	2,763(-1)
$4s4d\ ^3D_1$	$4f^2\ ^3F_3$	139,340	1,906(4)	1,295(-7)	6,258(-3)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3F_2$	139,340	5,309(4)	2,576(-7)	1,245(-2)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^1D_2$	137,700	1,359	6,438(-12)	3,003(-7)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3P_2$	137,110	2,851(4)	1,339(-7)	6,168(-3)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3P_1$	137,110	1,423(5)	4,009(-7)	1,846(-2)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^3P_1$	101,940	1,024(2)	1,596(-10)	3,021(-6)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^3P_2$	101,840	1,013(1)	2,624(-11)	4,953(-7)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^1D_2$	101,290	4,839(-1)	1,241(-12)	2,304(-8)
4s4d $^3D_2$	4s4d $^3D_3$	145070,000	2,030(-8)	8,969(-14)	8,155
4s4d $^3D_2$	4s4d $^1D_2$	2531,000	4,369(-4)	4,196(-13)	2,026(-4)
4s4d $^3D_2$	4s5s $^3S_1$	1157,200	2,742(3)	3,302(-7)	1,524(1)
4s4d $^3D_2$	4s5s $^1S_0$	1011,100	6,898(-1)	2,115(-11)	6,511(-4)
4s4d $^3D_2$	4s6s $^3S_1$	380,630	1,182(3)	1,540(-8)	2,528(-2)
4s4d $^3D_2$	4s6s $^1S_0$	375,920	2,389	1,012(-11)	1,601(-5)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3F_2$	279,540	6,267(5)	7,341(-6)	4,775
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3F_3$	278,960	7,877(5)	1,287(-5)	8,317
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3F_4$	278,240	2,656(5)	5,549(-6)	3,560
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3P_0$	270,870	1,812(6)	3,986(-6)	2,359
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3P_2$	270,710	3,657(5)	4,018(-6)	2,374
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3P_1$	270,660	1,516(5)	9,986(-7)	5,897(-1)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^1D_2$	269,690	2,724(5)	2,970(-6)	1,735
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^1G_4$	267,680	2,273(1)	4,394(-10)	2,510(-4)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^1S_0$	251,080	1,939(3)	3,664(-9)	1,727(-3)
4s4d $^3D_2$	5s ^{2} $^1S_0$	177,860	2,778	2,635(-12)	4,415(-7)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3H_4$	140,100	3,955(-1)	2,095(-12)	1,715(-7)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3F_4$	139,430	1,558(4)	8,175(-8)	6,599(-3)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3F_3$	139,430	4,740(4)	1,934(-7)	1,561(-2)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3F_2$	139,420	3,778(4)	1,101(-7)	8,887(-3)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^1G_4$	139,280	3,019(1)	1,580(-10)	1,272(-5)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^1D_2$	137,780	5,649(1)	1,608(-10)	1,252(-5)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3P_2$	137,190	1,105(5)	3,119(-7)	2,398(-2)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3P_1$	137,190	2,629(4)	4,450(-8)	3,422(-3)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3P_0$	137,190	3,148(5)	1,776(-7)	1,366(-2)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^1S_0$	133,000	1,988(2)	1,054(-10)	7,387(-6)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^3P_0$	102,060	2,259(2)	7,057(-11)	2,234(-6)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^3P_1$	101,990	3,167(1)	2,963(-11)	9,362(-7)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^3P_2$	101,890	4,893(1)	7,615(-11)	2,399(-6)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^1D_2$	101,340	9,786	1,507(-11)	4,670(-7)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^1S_0$	100,480	4,896(-1)	1,482(-13)	4,478(-9)
4s4d $^3D_2$	7s ^{2} $^1S_0$	89,985	1,169	2,837(-13)	6,156(-9)
4s4d $^3D_3$	4s4d $^1D_2$	2576,000	3,549(-3)	2,522(-12)	1,797(-3)
4s4d $^3D_3$	4s5s $^3S_1$	1166,500	3,719(3)	3,251(-7)	2,151(1)
4s4d $^3D_3$	4s6s $^3S_1$	381,630	1,778(3)	1,664(-8)	3,855(-2)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_2$	280,080	6,012(4)	5,050(-7)	4,625(-1)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_3$	279,490	4,683(5)	5,484(-6)	4,992
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_4$	278,780	1,316(6)	1,972(-5)	1,781(1)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3P_2$	271,210	6,401(5)	5,042(-6)	4,194
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3P_1$	271,170	8,419(5)	3,978(-6)	3,307
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^1D_2$	270,190	3,778(5)	2,954(-6)	2,429
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^1G_4$	268,170	1,735(3)	2,405(-8)	1,934(-2)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3H_5$	140,240	9,804(-6)	4,543(-17)	5,223(-12)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3H_4$	140,230	7,039(-5)	2,668(-16)	3,068(-11)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_4$	139,560	7,909(4)	2,969(-7)	3,366(-2)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_3$	139,560	2,834(4)	8,275(-8)	9,378(-3)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_2$	139,560	3,762(3)	7,847(-9)	8,892(-4)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^1G_4$	139,410	4,002(1)	1,499(-10)	1,694(-5)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^1D_2$	137,910	7,599	1,548(-11)	1,693(-6)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3P_2$	137,320	1,761(5)	3,556(-7)	3,839(-2)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3P_1$	137,320	1,464(5)	1,774(-7)	1,915(-2)
4s4d $^3D_3$	6p ^{2} $^3P_1$	102,060	1,354(2)	9,064(-11)	4,018(-6)
4s4d $^3D_3$	6p ^{2} $^3P_2$	101,960	1,306(2)	1,453(-10)	6,423(-6)
4s4d $^3D_3$	6p ^{2} $^1D_2$	101,410	2,353	2,591(-12)	1,127(-7)
4s4d $^1D_2$	4s5s $^3S_1$	2131,800	3,216(-2)	1,315(-11)	3,793(-3)
4s4d $^1D_2$	4s5s $^1S_0$	1683,800	9,481(2)	8,060(-8)	1,146(1)
4s4d $^1D_2$	4s6s $^3S_1$	448,000	9,459(-1)	1,708(-11)	4,573(-5)
4s4d $^1D_2$	4s6s $^1S_0$	441,490	5,347(2)	3,125(-9)	8,007(-3)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3F_2$	314,240	2,337(3)	3,459(-8)	3,197(-2)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3F_3$	313,510	7,603(1)	1,568(-9)	1,439(-3)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3F_4$	312,610	3,317(2)	8,748(-9)	7,959(-3)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3P_0$	303,330	8,014(2)	2,211(-9)	1,838(-3)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3P_2$	303,130	4,240(5)	5,841(-6)	4,845
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3P_1$	303,070	8,207	6,781(-11)	5,621(-5)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^1D_2$	301,850	7,236(5)	9,884(-6)	8,095
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^1G_4$	299,340	8,376(5)	2,025(-5)	1,618(1)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^1S_0$	278,730	1,644(6)	3,830(-6)	2,470
4s4d $^1D_2$	5s ^{2} $^1S_0$	191,300	6,418(4)	7,042(-8)	1,468(-2)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3H_4$	148,310	1,792(3)	1,063(-8)	1,033(-3)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3F_4$	147,560	7,756(3)	4,557(-8)	4,361(-3)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3F_3$	147,550	1,320(1)	6,034(-11)	5,773(-6)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3F_2$	147,550	2,752(1)	8,981(-11)	8,591(-6)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^1G_4$	147,390	4,290(4)	2,515(-7)	2,398(-2)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^1D_2$	145,710	5,256(5)	1,673(-6)	1,542(-1)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3P_2$	145,060	5,834	1,840(-11)	1,673(-6)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3P_1$	145,050	3,896(-2)	7,374(-14)	6,702(-9)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3P_0$	145,050	2,003(1)	1,264(-11)	1,149(-6)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^1S_0$	140,370	1,729(6)	1,021(-6)	8,414(-2)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^3P_0$	106,350	2,413(4)	8,184(-9)	2,932(-4)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^3P_1$	106,270	7,896	8,022(-12)	2,867(-7)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^3P_2$	106,160	2,002(3)	3,383(-9)	1,205(-4)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^1D_2$	105,570	7,628(4)	1,274(-7)	4,465(-3)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^1S_0$	104,640	7,352(4)	2,414(-8)	8,234(-4)
4s4d $^1D_2$	7s ^{2} $^1S_0$	93,302	3,548(3)	9,260(-10)	2,240(-5)
4s5s $^3S_1$	4s6s $^3S_1$	567,200	1,061(-7)	5,118(-18)	1,669(-11)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3F_2$	368,570	1,267(-2)	4,299(-13)	3,846(-7)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3F_3$	367,560	1,582(-2)	7,475(-13)	6,632(-7)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_2$	353,380	2,016(-3)	6,289(-14)	4,959(-8)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_1$	353,300	7,831(-3)	1,465(-13)	1,155(-7)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^1D_2$	351,640	5,508(-2)	1,702(-12)	1,322(-6)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3F_3$	158,530	1,248(-2)	1,098(-13)	7,813(-9)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3F_2$	158,520	8,691(-3)	5,457(-14)	3,884(-9)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^1D_2$	156,410	1,215(-1)	7,427(-13)	5,078(-8)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_2$	155,650	7,452(-3)	4,511(-14)	3,039(-9)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_1$	155,640	6,005(-3)	2,181(-14)	1,469(-9)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_1$	111,850	8,619	1,617(-11)	4,041(-7)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_2$	111,720	1,475(1)	4,601(-11)	1,146(-6)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^1D_2$	111,070	7,587(-1)	2,338(-12)	5,725(-8)
4s5s $^1S_0$	4d ^{2} $^3F_2$	386,340	1,097(1)	1,228(-9)	4,216(-4)
4s5s $^1S_0$	4d ^{2} $^3P_2$	369,680	4,408(2)	4,516(-8)	1,359(-2)
4s5s $^1S_0$	4d ^{2} $^1D_2$	367,780	9,650(2)	9,784(-8)	2,899(-2)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s5s $^1S_0$	4f ² $^3F_2$	161,720	1,022(2)	2,004(-9)	5,047(-5)
4s5s $^1S_0$	4f ² $^1D_2$	159,520	5,626(3)	1,073(-7)	2,594(-3)
4s5s $^1S_0$	4f ² $^3P_2$	158,730	2,396(2)	4,525(-9)	1,078(-4)
4s5s $^1S_0$	6p ² $^3P_2$	113,300	1,255(4)	1,208(-7)	1,047(-3)
4s5s $^1S_0$	6p ² $^1D_2$	112,630	1,785(4)	1,697(-7)	1,444(-3)
4s5p $^3P^o_0$	4s5p $^3P^o_2$	33251,000	1,568(-4)	1,300(-10)	2,846(1)
4s5p $^3P^o_0$	4s4f $^3F^o_2$	3245,000	1,360(1)	1,074(-7)	2,185(1)
4s5p $^3P^o_1$	4s5p $^3P^o_2$	44700,000	7,873(-5)	3,931(-11)	6,273(1)
4s5p $^3P^o_1$	4s5p $^1P^o_1$	10645,000	1,223(-2)	2,078(-10)	4,478
4s5p $^3P^o_1$	4s4f $^3F^o_3$	3330,100	1,665(1)	6,458(-8)	4,261(1)
4s5p $^3P^o_1$	4s4f $^3F^o_2$	3328,200	1,169(1)	3,237(-8)	2,132(1)
4s5p $^3P^o_1$	4s4f $^1F^o_3$	2598,000	2,136	5,042(-9)	1,580
4s5p $^3P^o_2$	4s5p $^1P^o_1$	13972,000	1,180(-3)	2,072(-11)	1,683
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^3F^o_4$	3600,800	1,736(1)	6,074(-8)	8,445(1)
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^3F^o_3$	3598,100	5,810	1,579(-8)	2,190(1)
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^3F^o_2$	3595,900	1,166	2,260(-9)	3,130
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^1F^o_3$	2758,300	5,727(-5)	9,145(-14)	5,715(-5)
4s5p $^1P^o_1$	4s4f $^3F^o_3$	4846,200	6,664(-2)	5,474(-10)	1,113
4s5p $^1P^o_1$	4s4f $^3F^o_2$	4842,200	4,595(-2)	2,692(-10)	5,461(-1)
4s5p $^1P^o_1$	4s4f $^1F^o_3$	3436,800	2,035(1)	8,408(-8)	6,099(1)
4s4f $^3F^o_4$	4s4f $^3F^o_3$	4914900,000	8,196(-16)	2,308(-18)	1,469(1)
4s4f $^3F^o_4$	4s4f $^3F^o_2$	2680900,000	1,087(-15)	6,506(-19)	6,720(-1)
4s4f $^3F^o_4$	4s4f $^1F^o_3$	11790,000	2,376(-8)	3,850(-16)	3,382(-5)
4s4f $^3F^o_3$	4s4f $^3F^o_2$	5898200,000	4,427(-16)	1,649(-18)	1,411(1)
4s4f $^3F^o_3$	4s4f $^1F^o_3$	11818,000	2,267(-9)	4,746(-17)	3,266(-6)
4s4f $^3F^o_2$	4s4f $^1F^o_3$	11842,000	2,394(-8)	7,047(-16)	3,485(-5)
4s6s $^3S_1$	4d ² $^3F_2$	1052,500	4,099(-5)	1,134(-14)	2,363(-7)
4s6s $^3S_1$	4d ² $^3F_3$	1044,300	6,781(-5)	2,587(-14)	5,265(-7)
4s6s $^3S_1$	4d ² $^3P_2$	937,390	1,668(-4)	3,661(-14)	5,389(-7)
4s6s $^3S_1$	4d ² $^3P_1$	936,850	7,634(-5)	1,005(-14)	1,476(-7)
4s6s $^3S_1$	4d ² $^1D_2$	925,270	6,266(-6)	1,340(-15)	1,897(-8)
4s6s $^3S_1$	4f ² $^3F_3$	220,020	3,396(-5)	5,752(-16)	1,095(-10)
4s6s $^3S_1$	4f ² $^3F_2$	220,010	2,420(-5)	2,927(-16)	5,571(-11)
4s6s $^3S_1$	4f ² $^1D_2$	215,960	3,040(-3)	3,542(-14)	6,375(-9)
4s6s $^3S_1$	4f ² $^3P_2$	214,510	3,615(-8)	4,156(-19)	7,330(-14)
4s6s $^3S_1$	4f ² $^3P_1$	214,500	2,485(-10)	1,714E-21	3,023(-16)
4s6s $^3S_1$	6p ² $^3P_1$	139,320	6,799	1,979(-11)	9,560(-7)
4s6s $^3S_1$	6p ² $^3P_2$	139,130	1,197(1)	5,787(-11)	2,785(-6)
4s6s $^3S_1$	6p ² $^1D_2$	138,110	2,543(-1)	1,212(-12)	5,704(-8)
4s6s $^1S_0$	4d ² $^3F_2$	1090,300	6,006(-2)	5,352(-11)	4,131(-4)
4s6s $^1S_0$	4d ² $^3P_2$	967,240	4,727(-1)	3,315(-10)	1,787(-3)
4s6s $^1S_0$	4d ² $^1D_2$	954,350	3,128(-3)	2,136(-12)	1,106(-5)
4s6s $^1S_0$	4f ² $^3F_2$	221,620	8,462	3,115(-10)	2,020(-5)
4s6s $^1S_0$	4f ² $^1D_2$	217,500	1,288(1)	4,567(-10)	2,799(-5)
4s6s $^1S_0$	4f ² $^3P_2$	216,040	2,375(1)	8,310(-10)	4,990(-5)
4s6s $^1S_0$	6p ² $^3P_2$	139,770	1,282(3)	1,877(-8)	3,052(-4)
4s6s $^1S_0$	6p ² $^1D_2$	138,740	1,415(3)	2,042(-8)	3,248(-4)
4d ² $^3F_2$	4d ² $^3F_3$	134530,000	3,773(-9)	1,433(-14)	1,039
4d ² $^3F_2$	4d ² $^3F_4$	60126,000	1,634(-7)	1,594(-13)	1,032
4d ² $^3F_2$	4d ² $^3P_0$	8737,200	1,133(-3)	2,593(-12)	5,149(-2)
4d ² $^3F_2$	4d ² $^3P_2$	8570,600	3,753(-3)	4,132(-11)	7,747(-1)
4d ² $^3F_2$	4d ² $^3P_1$	8526,300	5,337(-2)	3,490(-10)	6,443
4d ² $^3F_2$	4d ² $^1D_2$	7654,300	1,882(-3)	1,653(-11)	2,208(-1)
4d ² $^3F_2$	4d ² $^1G_4$	6310,400	5,436(-3)	5,841(-11)	4,371(-1)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4d^2\ ^3F_2$	$4d^2\ ^1S_0$	2466,200	1,019(1)	1,858(-9)	8,300(-1)
$4d^2\ ^3F_2$	$5s^2\ ^1S_0$	488,950	4,869(1)	3,491(-10)	1,215(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3H_4$	280,850	1,195(2)	2,544(-9)	1,678(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3F_4$	278,190	1,911(2)	3,991(-9)	2,559(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3F_3$	278,170	9,078(2)	1,474(-8)	9,451(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3F_2$	278,160	2,969(3)	3,444(-8)	2,208(-2)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1G_4$	277,590	1,569(2)	3,263(-9)	2,079(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1D_2$	271,710	4,680(1)	5,180(-10)	3,094(-4)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_2$	269,420	8,591(-1)	9,349(-12)	5,445(-6)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_1$	269,410	1,246(1)	8,135(-11)	4,737(-5)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_0$	269,410	3,858(1)	8,397(-11)	4,890(-5)
$4d^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1S_0$	253,710	6,464(3)	1,248(-8)	6,067(-3)
$4d^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_0$	160,760	2,390(1)	1,852(-11)	2,292(-6)
$4d^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_1$	160,580	1,751(1)	4,061(-11)	5,007(-6)
$4d^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_2$	160,320	3,870	1,491(-11)	1,830(-6)
$4d^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^1D_2$	158,970	2,751(1)	1,042(-10)	1,247(-5)
$4d^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^1S_0$	156,870	4,144(2)	3,058(-10)	3,515(-5)
$4d^2\ ^3F_2$	$7s^2\ ^1S_0$	132,700	2,078(2)	1,097(-10)	7,637(-6)
$4d^2\ ^3F_3$	$4d^2\ ^3F_4$	108710,000	8,712(-9)	1,985(-14)	1,063
$4d^2\ ^3F_3$	$4d^2\ ^3P_2$	9153,700	1,365(-2)	1,225(-10)	3,916
$4d^2\ ^3F_3$	$4d^2\ ^3P_1$	9103,200	7,765(-2)	4,134(-10)	1,300(1)
$4d^2\ ^3F_3$	$4d^2\ ^1D_2$	8116,100	1,672(-2)	1,179(-10)	2,628
$4d^2\ ^3F_3$	$4d^2\ ^1G_4$	6621,000	2,334(-5)	1,972(-13)	2,386(-3)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3H_5$	281,460	4,473(3)	8,348(-8)	7,761(-2)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3H_4$	281,440	6,072(2)	9,270(-9)	8,616(-3)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3F_4$	278,770	7,421(2)	1,112(-8)	1,004(-2)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3F_3$	278,750	2,430(3)	2,831(-8)	2,557(-2)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3F_2$	278,740	1,280(3)	1,065(-8)	9,616(-3)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1G_4$	278,170	1,016(-1)	1,515(-12)	1,360(-6)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1D_2$	272,260	2,655(-3)	2,107(-14)	1,773(-8)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3P_2$	269,960	7,365	5,748(-11)	4,715(-5)
$4d^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3P_1$	269,950	1,712(1)	8,013(-11)	6,573(-5)
$4d^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^3P_1$	160,770	3,168(1)	5,261(-11)	9,114(-6)
$4d^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^3P_2$	160,510	9,990	2,756(-11)	4,752(-6)
$4d^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^1D_2$	159,160	1,729(-1)	4,689(-13)	7,882(-8)
$4d^2\ ^3F_4$	$4d^2\ ^3P_2$	9995,300	3,080(-2)	2,563(-10)	1,372(1)
$4d^2\ ^3F_4$	$4d^2\ ^1D_2$	8770,900	7,916(-4)	5,072(-12)	1,835(-1)
$4d^2\ ^3F_4$	$4d^2\ ^1G_4$	7050,300	3,481(-4)	2,594(-12)	4,874(-2)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3H_6$	282,220	8,038(2)	1,386(-8)	1,671(-2)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3H_5$	282,190	4,920(2)	7,179(-9)	8,648(-3)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3H_4$	282,170	2,329(1)	2,780(-10)	3,348(-4)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_4$	279,480	3,487(3)	4,083(-8)	4,778(-2)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_3$	279,470	9,415(2)	8,574(-9)	1,003(-2)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_2$	279,450	5,202(2)	3,384(-9)	3,958(-3)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1G_4$	278,880	2,036(1)	2,374(-10)	2,760(-4)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1D_2$	272,940	5,770(1)	3,580(-10)	3,902(-4)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1I_6$	272,870	4,115(2)	6,635(-9)	7,226(-3)
$4d^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3P_2$	270,630	1,469(-1)	8,958(-13)	9,518(-7)
$4d^2\ ^3F_4$	$6p^2\ ^3P_2$	160,750	1,607(1)	3,458(-11)	7,699(-6)
$4d^2\ ^3F_4$	$6p^2\ ^1D_2$	159,390	2,931(1)	6,202(-11)	1,346(-5)
$4d^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^3P_2$	449450,000	2,216(-12)	3,355(-16)	1,814(-1)
$4d^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^1D_2$	61760,000	3,452(-11)	9,868(-17)	1,385(-4)
$4d^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^3F_2$	287,310	9,475	5,863(-10)	8,282(-5)
$4d^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^1D_2$	280,430	5,115	3,015(-10)	3,960(-5)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4d^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^3P_2$	277,990	8,842(-2)	5,122(-12)	6,554(-7)
$4d^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_2$	163,320	1,115(2)	2,228(-9)	5,781(-5)
$4d^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^1D_2$	161,920	1,226(2)	2,409(-9)	6,091(-5)
$4d^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_1$	1650300,000	2,603(-13)	6,376(-17)	8,535
$4d^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1D_2$	71599,000	8,082(-8)	6,211(-14)	6,789(-1)
$4d^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1G_4$	23929,000	8,623(-5)	1,332(-11)	5,437
$4d^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1S_0$	3462,500	7,122	2,560(-9)	3,165
$4d^2\ ^3P_2$	$5s^2\ ^1S_0$	518,540	1,639(2)	1,321(-9)	5,486(-3)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3H_4$	290,370	3,761(3)	8,556(-8)	6,238(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_4$	287,520	5,009(3)	1,118(-7)	7,911(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_3$	287,500	2,549(3)	4,422(-8)	3,129(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_2$	287,490	4,012(2)	4,972(-9)	3,518(-3)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1G_4$	286,880	9,315(2)	2,069(-8)	1,455(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1D_2$	280,600	4,791(3)	5,656(-8)	3,721(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_2$	278,170	1,632(3)	1,893(-8)	1,214(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_1$	278,160	3,404(3)	2,369(-8)	1,519(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_0$	278,150	4,237(1)	9,830(-11)	6,300(-5)
$4d^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1S_0$	261,450	1,435(4)	2,941(-8)	1,565(-2)
$4d^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_0$	163,830	1,579(3)	1,271(-9)	1,664(-4)
$4d^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_1$	163,640	6,217(2)	1,498(-9)	1,954(-4)
$4d^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_2$	163,370	7,294(1)	2,919(-10)	3,790(-5)
$4d^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	161,980	3,315(3)	1,304(-8)	1,650(-3)
$4d^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1S_0$	159,790	5,148(3)	3,941(-9)	4,789(-4)
$4d^2\ ^3P_2$	$7s^2\ ^1S_0$	134,790	5,357(2)	2,918(-10)	2,128(-5)
$4d^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^1D_2$	74846,000	4,236(-7)	5,929(-13)	4,442
$4d^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3F_3$	287,550	7,950(3)	2,300(-7)	9,770(-2)
$4d^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3F_2$	287,540	5,567(3)	1,150(-7)	4,886(-2)
$4d^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^1D_2$	280,650	2,212(-1)	4,353(-12)	1,720(-6)
$4d^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_2$	278,210	3,292(3)	6,366(-8)	2,450(-2)
$4d^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_1$	278,200	1,830(3)	2,124(-8)	8,171(-3)
$4d^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_1$	163,660	3,399(2)	1,365(-9)	1,069(-4)
$4d^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	163,390	5,960(2)	3,976(-9)	3,099(-4)
$4d^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	161,990	1,361(1)	8,925(-11)	6,779(-6)
$4d^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1G_4$	35941,000	2,816(-6)	9,816(-13)	1,357
$4d^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1S_0$	3638,500	5,429(-4)	2,155(-13)	3,091(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$5s^2\ ^1S_0$	522,320	1,642(-1)	1,343(-12)	5,700(-6)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3H_4$	291,550	1,629(1)	3,737(-10)	2,758(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_4$	288,680	2,895(1)	6,511(-10)	4,665(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_3$	288,660	1,412(3)	2,470(-8)	1,769(-2)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_2$	288,650	3,882(2)	4,849(-9)	3,473(-3)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1G_4$	288,040	4,584	1,026(-10)	7,304(-5)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1D_2$	281,710	7,629(3)	9,076(-8)	6,042(-2)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	279,250	9,444(2)	1,104(-8)	7,160(-3)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	279,240	2,117(3)	1,485(-8)	9,627(-3)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_0$	279,240	8,786	2,054(-11)	1,332(-5)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1S_0$	262,410	1,296(3)	2,675(-9)	1,439(-3)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_0$	164,210	6,634(2)	5,364(-10)	7,073(-5)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	164,020	3,794(2)	9,182(-10)	1,207(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	163,750	5,565(2)	2,237(-9)	2,925(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	162,340	4,552(3)	1,799(-8)	2,292(-3)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1S_0$	160,150	3,197(3)	2,458(-9)	3,007(-4)
$4d^2\ ^1D_2$	$7s^2\ ^1S_0$	135,040	6,717(-1)	3,673(-13)	2,694(-8)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3H_6$	293,990	1,063(3)	1,990(-8)	2,711(-2)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3H_5$	293,960	4,973(-1)	7,874(-12)	1,072(-5)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3H_4$	293,940	2,816(-1)	3,647(-12)	4,965(-6)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3F_4$	291,020	1,603(1)	2,035(-10)	2,688(-4)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3F_3$	291,000	1,262	1,246(-11)	1,645(-5)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3F_2$	290,990	2,245(2)	1,583(-9)	2,091(-3)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1G_4$	290,370	7,232(3)	9,141(-8)	1,200(-1)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1D_2$	283,930	1,337(3)	8,978(-9)	1,102(-2)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1I_6$	283,860	1,107(3)	1,931(-8)	2,367(-2)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3P_2$	281,440	1,843	1,216(-11)	1,452(-5)
$4d^2\ ^1G_4$	$6p^2\ ^3P_2$	164,500	1,047(1)	2,359(-11)	5,629(-6)
$4d^2\ ^1G_4$	$6p^2\ ^1D_2$	163,080	1,786(2)	3,956(-10)	9,196(-5)
$4d^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3F_2$	313,520	1,218(3)	8,973(-8)	1,647(-2)
$4d^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^1D_2$	305,350	4,264	2,980(-10)	5,053(-5)
$4d^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_2$	302,460	1,173(3)	8,044(-8)	1,326(-2)
$4d^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_2$	171,460	5,542(3)	1,221(-7)	3,667(-3)
$4d^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^1D_2$	169,930	5,825(3)	1,261(-7)	3,684(-3)
$5s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3F_2$	645,220	1,047(1)	3,268(-9)	5,228(-3)
$5s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^1D_2$	611,520	4,051	1,136(-9)	1,547(-3)
$5s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_2$	600,070	2,420(1)	6,532(-9)	8,406(-3)
$5s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_2$	238,530	3,123(3)	1,332(-7)	1,077(-2)
$5s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^1D_2$	235,560	3,567(3)	1,484(-7)	1,155(-2)
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^3H_5$	2943500,000	3,288(-15)	3,613(-18)	7,135
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^3H_4$	1625100,000	2,288(-14)	6,270(-18)	2,084
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^3F_4$	28816,000	4,799(-5)	4,136(-12)	7,663
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^1G_4$	23563,000	2,207(-4)	1,272(-11)	1,288(1)
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^1I_6$	8236,900	1,609(-7)	1,637(-15)	7,083(-5)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^3H_4$	3628500,000	1,398(-15)	2,258(-18)	7,068
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^3F_4$	29101,000	2,731(-5)	2,837(-12)	4,580
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^3F_3$	28912,000	3,271(-4)	2,609(-11)	4,131(1)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^1G_4$	23753,000	6,399(-8)	4,428(-15)	3,888(-3)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^1I_6$	8260,000	4,429(-8)	5,354(-16)	1,977(-5)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3F_4$	29336,000	1,025(-6)	1,322(-13)	1,790(-1)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3F_3$	29144,000	3,489(-5)	3,456(-12)	4,586
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3F_2$	29012,000	1,510(-5)	1,059(-12)	1,386
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^1G_4$	23909,000	3,827(-9)	3,280(-16)	2,403(-4)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^1D_2$	8342,200	2,885(-2)	1,672(-10)	5,204
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^1I_6$	8278,900	3,958(-4)	5,875(-12)	1,787(-1)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3P_2$	6618,600	1,054(-1)	3,845(-10)	5,975
$4f^2\ ^3H_4$	$6p^2\ ^3P_2$	373,550	9,542(-1)	1,109(-11)	3,099(-5)
$4f^2\ ^3H_4$	$6p^2\ ^1D_2$	366,320	1,778	1,988(-11)	5,238(-5)
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_3$	4447500,000	1,489(-16)	3,434(-19)	1,619
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_2$	2622800,000	1,217(-14)	6,970(-18)	6,741
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1G_4$	129240,000	4,380(-11)	1,097(-16)	1,269(-2)
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1D_2$	11657,000	1,321(-2)	1,495(-10)	1,270(1)
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1I_6$	11534,000	1,314(-3)	3,786(-11)	3,114
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3P_2$	8546,900	1,011(-1)	6,152(-10)	2,059(1)
$4f^2\ ^3F_4$	$6p^2\ ^3P_2$	378,370	2,938	3,503(-11)	1,017(-4)
$4f^2\ ^3F_4$	$6p^2\ ^1D_2$	370,950	4,048	4,640(-11)	1,270(-4)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3F_2$	6392900,000	3,264(-17)	1,428(-19)	1,556
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1G_4$	133110,000	1,203(-12)	4,108(-18)	4,039(-4)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1D_2$	11688,000	6,759(-7)	9,886(-15)	6,581(-4)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3P_2$	8563,400	9,110(-2)	7,154(-10)	1,873(1)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3P_1$	8555,100	3,053(-1)	1,436(-9)	3,748(1)
$4f^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^3P_1$	379,840	5,943	5,509(-11)	1,259(-4)
$4f^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^3P_2$	378,400	1,739	2,667(-11)	6,024(-5)

Tablo 3.4. (Devamı) Kr VII için elektrik kuadrupol (E2) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4f^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^1D_2$	370,980	3,994(-2)	5,886(-13)	1,253(-6)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1G_4$	135940,000	1,093(-9)	5,451(-15)	4,078(-1)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1D_2$	11709,000	2,849(-7)	5,856(-15)	2,800(-4)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_2$	8574,900	1,292(-2)	1,425(-10)	2,675
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_1$	8566,500	1,516(-1)	1,001(-9)	1,873(1)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_0$	8564,400	7,585(-4)	1,668(-12)	3,121(-2)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1S_0$	2886,200	8,302	2,074(-9)	1,485
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_0$	380,900	4,495(-1)	1,955(-12)	3,218(-6)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_1$	379,860	2,971	3,856(-11)	6,294(-5)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_2$	378,420	2,377(-1)	5,103(-12)	8,236(-6)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^1D_2$	371,000	2,224(-2)	4,589(-13)	6,979(-7)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^1S_0$	359,750	3,065(1)	1,189(-10)	1,649(-4)
$4f^2\ ^3F_2$	$7s^2\ ^1S_0$	253,770	4,521(1)	8,730(-11)	4,249(-5)
$4f^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1D_2$	12813,000	4,305(-3)	5,886(-11)	6,636
$4f^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1I_6$	12664,000	2,910(-3)	1,010(-10)	1,100(1)
$4f^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3P_2$	9152,200	1,546(-2)	1,078(-10)	4,431
$4f^2\ ^1G_4$	$6p^2\ ^3P_2$	379,480	7,814(-1)	9,372(-12)	2,745(-5)
$4f^2\ ^1G_4$	$6p^2\ ^1D_2$	372,020	2,418	2,787(-11)	7,692(-5)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	32035,000	2,536(-10)	3,901(-17)	3,819(-5)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	31919,000	1,825(-8)	1,673(-15)	1,620(-3)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_0$	31889,000	3,886(-7)	1,185(-14)	1,144(-2)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1S_0$	3830,400	7,534(-1)	3,314(-10)	5,547(-1)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_0$	393,710	1,187(2)	5,518(-10)	1,003(-3)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	392,600	1,833(-2)	2,542(-13)	4,580(-7)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	391,060	1,450(1)	3,325(-10)	5,922(-4)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	383,140	6,890(2)	1,516(-8)	2,540(-2)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1S_0$	371,160	5,950(2)	2,458(-9)	3,742(-3)
$4f^2\ ^1D_2$	$7s^2\ ^1S_0$	259,390	5,715	1,153(-11)	5,992(-6)
$4f^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_1$	8830700,000	2,197(-16)	1,541(-18)	3,160(1)
$4f^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_0$	7011200,000	3,498(-18)	5,156(-21)	5,292(-2)
$4f^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1S_0$	4350,600	1,814	1,029(-9)	2,525
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_0$	398,600	1,064(1)	5,068(-11)	9,558(-5)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_1$	397,470	3,772(1)	5,361(-10)	1,002(-3)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_2$	395,900	1,716(1)	4,032(-10)	7,450(-4)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	387,780	8,428(-1)	1,900(-11)	3,300(-5)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1S_0$	375,510	1,138(1)	4,811(-11)	7,586(-5)
$4f^2\ ^3P_2$	$7s^2\ ^1S_0$	261,510	5,882(1)	1,206(-10)	6,424(-5)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_1$	397,490	1,311(1)	3,104(-10)	3,484(-4)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	395,910	2,342(1)	9,171(-10)	1,017(-3)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	387,800	5,882(-1)	2,210(-11)	2,303(-5)
$4f^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_2$	395,920	2,934	3,447(-10)	1,274(-4)
$4f^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^1D_2$	387,800	3,607	4,066(-10)	1,412(-4)
$4f^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_2$	435,530	5,522(2)	7,851(-8)	3,863(-2)
$4f^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^1D_2$	425,730	6,717(2)	9,126(-8)	4,194(-2)
$6p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_2$	58253,000	1,970(-5)	5,010(-11)	5,899(1)
$6p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^1D_2$	14283,000	2,395(-2)	3,662(-9)	6,355(1)
$6p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	100130,000	1,100(-5)	2,755(-11)	4,941(2)
$6p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	15915,000	2,410(-3)	1,525(-10)	1,099(1)
$6p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	18922,000	7,326(-3)	3,932(-10)	7,935(1)
$6p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1S_0$	7291,100	1,432(1)	2,283(-8)	2,635(2)
$6p^2\ ^3P_2$	$7s^2\ ^1S_0$	770,380	6,877(2)	1,224(-8)	1,666(-1)
$6p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1S_0$	11861,000	1,354	5,712(-9)	2,839(2)
$6p^2\ ^1D_2$	$7s^2\ ^1S_0$	803,070	6,018(2)	1,164(-8)	1,795(-1)

Tablo 3.3. Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ji}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4s^2\ ^1S_0$	$4p^2\ ^3P_1$	360,030	1,368(1)	7,974(-10)	7,098(-5)
$4s^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^3D_1$	288,040	4,290(-3)	1,601(-13)	1,140(-8)
$4s^2\ ^1S_0$	$4s5s\ ^3S_1$	230,390	7,436(-2)	1,775(-12)	1,011(-7)
$4s^2\ ^1S_0$	$4s6s\ ^3S_1$	163,840	5,232(-2)	6,316(-13)	2,559(-8)
$4s^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3P_1$	139,450	4,370(-1)	3,822(-12)	1,318(-7)
$4s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_1$	92,890	2,209(-2)	8,573(-14)	1,969(-9)
$4s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_1$	75,294	2,027(-2)	5,169(-14)	9,624(-10)
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s4p\ ^3P^o_1$	36511,0	3,679(-1)	2,206(-7)	1,991
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s4p\ ^1P^o_1$	1475,400	2,126(1)	2,081(-8)	7,593(-3)
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s5p\ ^3P^o_1$	265,240	1,498(1)	4,739(-10)	3,108(-5)
$4s4p\ ^3P^o_0$	$4s5p\ ^1P^o_1$	258,790	6,700(1)	2,018(-9)	1,291(-4)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4p\ ^3P^o_2$	16037,0	3,255	2,092(-7)	2,488
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4p\ ^1P^o_1$	1537,600	1,415(1)	5,016(-9)	5,721(-3)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_0$	267,730	6,155(1)	2,205(-10)	4,379(-5)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_1$	267,180	7,835(-1)	8,386(-12)	1,662(-6)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_2$	265,600	8,224(1)	1,450(-9)	2,856(-4)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s5p\ ^1P^o_1$	260,640	4,050(1)	4,125(-10)	7,975(-5)
$4s4p\ ^3P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_2$	247,330	5,065(-4)	7,742(-15)	1,420(-9)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4p\ ^1P^o_1$	1700,600	1,752(1)	4,557(-9)	9,581(-3)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^3P^o_1$	271,710	1,506(2)	9,998(-10)	3,359(-4)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^3P^o_2$	270,070	1,419(-1)	1,552(-12)	5,182(-7)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s5p\ ^1P^o_1$	264,950	4,457(1)	2,814(-10)	9,218(-5)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^3F^o_3$	251,210	1,177(-3)	1,559(-14)	4,841(-9)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^3F^o_2$	251,200	2,070(-4)	1,959(-15)	6,083(-10)
$4s4p\ ^3P^o_2$	$4s4f\ ^1F^o_3$	245,980	8,730(-4)	1,109(-14)	3,372(-9)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_0$	324,180	1,196(2)	6,283(-10)	1,511(-4)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_1$	323,380	2,751(1)	4,313(-10)	1,035(-4)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^3P^o_2$	321,050	2,131(1)	5,488(-10)	1,307(-4)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s5p\ ^1P^o_1$	313,840	5,133(-1)	7,580(-12)	1,765(-6)
$4s4p\ ^1P^o_1$	$4s4f\ ^3F^o_2$	294,740	1,198(-3)	2,600(-14)	5,686(-9)
$4p^2\ ^3P_0$	$4p^2\ ^3P_1$	24056,000	1,259	3,278(-7)	1,950
$4p^2\ ^3P_0$	$4s4d\ ^3D_1$	1359,000	4,303(-3)	3,574(-12)	1,201(-6)
$4p^2\ ^3P_0$	$4s5s\ ^3S_1$	623,250	2,331(-1)	4,073(-11)	6,276(-6)
$4p^2\ ^3P_0$	$4s6s\ ^3S_1$	296,950	1,118(-1)	4,435(-12)	3,257(-7)
$4p^2\ ^3P_0$	$4d^2\ ^3P_1$	225,480	2,597(-1)	5,939(-12)	3,311(-7)
$4p^2\ ^3P_0$	$4f^2\ ^3P_1$	124,540	7,426(-2)	5,180(-13)	1,595(-8)
$4p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_1$	94,829	3,934(-3)	1,591(-14)	3,731(-10)
$4p^2\ ^1D_2$	$4p^2\ ^3P_1$	76780,000	1,082(-2)	5,736(-9)	5,445(-1)
$4p^2\ ^1D_2$	$4p^2\ ^3P_2$	10962,000	5,224	9,411(-8)	1,276

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_1$	1413,800	4,632(-2)	8,328(-12)	1,456(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_2$	1405,000	2,300(-2)	6,806(-12)	1,182(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^3D_3$	1391,500	1,651(-2)	6,709(-12)	1,154(-5)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s4d\ ^1D_2$	903,450	3,101	3,794(-10)	4,238(-4)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s5s\ ^3S_1$	634,530	6,076(-2)	2,201(-12)	1,726(-6)
$4p^2\ ^1D_2$	$4s6s\ ^3S_1$	299,490	2,956(-2)	2,385(-13)	8,831(-8)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3F_2$	233,150	6,751(-3)	5,502(-14)	1,586(-8)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3F_3$	232,740	2,524(-2)	2,870(-13)	8,259(-8)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3P_2$	226,970	7,419(-2)	5,730(-13)	1,608(-7)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^3P_1$	226,940	3,533(-3)	1,637(-14)	4,592(-9)
$4p^2\ ^1D_2$	$4d^2\ ^1D_2$	226,260	6,551(-1)	5,027(-12)	1,406(-6)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_3$	126,840	1,024(-4)	3,458(-16)	5,422(-11)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3F_2$	126,840	2,247(-5)	5,420(-17)	8,499(-12)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^1D_2$	125,480	5,535(-2)	1,307(-13)	2,027(-8)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	124,990	1,243(-1)	2,911(-13)	4,498(-8)
$4p^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	124,990	3,969(-3)	5,577(-15)	8,617(-10)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	95,087	1,902(-3)	1,547(-15)	1,818(-10)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	94,996	3,667(-3)	4,960(-15)	5,826(-10)
$4p^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	94,522	7,595(-4)	1,017(-15)	1,189(-10)
$4p^2\ ^3P_1$	$4p^2\ ^3P_2$	12788,000	5,039	2,059(-7)	1,953
$4p^2\ ^3P_1$	$4p^2\ ^1S_0$	2091,100	1,417(2)	3,097(-8)	4,804(-2)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^3D_1$	1440,400	1,131(-2)	3,518(-12)	3,759(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^3D_2$	1431,100	1,656(-3)	8,473(-13)	8,995(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s4d\ ^1D_2$	914,210	4,523	9,446(-10)	6,406(-4)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s5s\ ^3S_1$	639,820	1,638(-1)	1,005(-11)	4,771(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s5s\ ^1S_0$	592,520	5,374(-1)	9,429(-12)	4,144(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s6s\ ^3S_1$	300,660	8,098(-2)	1,098(-12)	2,448(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$4s6s\ ^1S_0$	297,710	1,176	5,210(-12)	1,151(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3F_2$	233,860	8,240(-4)	1,126(-14)	1,953(-9)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3P_2$	227,760	9,219(-1)	2,390(-12)	4,038(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3P_2$	227,650	6,755(-2)	8,746(-13)	1,477(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^3P_1$	227,610	4,593(-7)	3,567(-18)	6,023(-13)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^1D_2$	226,920	8,320(-1)	1,071(-11)	1,802(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$4d^2\ ^1S_0$	213,600	2,596(1)	5,920(-11)	9,380(-6)
$4p^2\ ^3P_1$	$5s^2\ ^1S_0$	158,200	6,079(-1)	7,602(-13)	8,921(-8)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3F_2$	127,050	4,877(-6)	1,967(-17)	1,854(-12)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^1D_2$	125,680	8,664(-2)	3,420(-13)	3,188(-8)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_2$	125,190	1,267(-1)	4,962(-13)	4,608(-8)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_1$	125,190	4,682(-4)	1,100(-15)	1,022(-10)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_0$	125,190	1,099(-1)	8,604(-14)	7,991(-9)
$4p^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^1S_0$	121,690	1,102(1)	8,158(-12)	7,364(-7)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_0$	95,270	1,023(-3)	4,640(-16)	3,279(-11)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_1$	95,205	5,692(-3)	7,734(-15)	5,462(-10)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	95,114	2,602(-3)	5,881(-15)	4,150(-10)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	94,638	1,325(-5)	2,965(-17)	2,082(-12)
$4p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1S_0$	93,889	3,562(-3)	1,569(-15)	1,093(-10)
$4p^2\ ^3P_1$	$7s^2\ ^1S_0$	84,661	1,754(-2)	6,281(-15)	3,945(-10)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_1$	1623,200	3,549(-2)	8,410(-12)	1,688(-5)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_2$	1611,500	4,401(-3)	1,714(-12)	3,414(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^3D_3$	1593,800	2,741(-2)	1,461(-11)	2,879(-5)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s4d\ ^1D_2$	984,600	8,667	1,260(-9)	1,533(-3)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s5s\ ^3S_1$	673,520	1,831(-1)	7,471(-12)	6,221(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$4s6s\ ^3S_1$	307,900	9,868(-2)	8,415(-13)	3,203(-7)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3F_2$	238,210	9,859(-3)	8,387(-14)	2,470(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3F_3$	237,790	6,131(-3)	7,276(-14)	2,139(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_2$	231,770	6,949(-1)	5,596(-12)	1,604(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^3P_1$	231,740	1,314	6,347(-12)	1,819(-6)
$4p^2\ ^3P_2$	$4d^2\ ^1D_2$	231,020	1,917(-1)	1,534(-12)	4,381(-7)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_3$	128,320	6,169(-6)	2,132(-17)	3,383(-12)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3F_2$	128,320	1,003(-7)	2,476(-19)	3,928(-14)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^1D_2$	126,930	2,151(-1)	5,195(-13)	8,152(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_2$	126,430	2,709(-2)	6,491(-14)	1,015(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_1$	126,430	2,744(-1)	3,945(-13)	6,167(-8)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_1$	95,919	4,549(-4)	3,765(-16)	4,464(-11)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_2$	95,827	7,175(-3)	9,877(-15)	1,170(-9)
$4p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	95,344	3,534(-3)	4,817(-15)	5,678(-10)
$4p^2\ ^1S_0$	$4s4d\ ^3D_1$	4628,200	3,706(-6)	3,570(-14)	4,086(-8)
$4p^2\ ^1S_0$	$4s5s\ ^3S_1$	921,890	1,122(-3)	4,289(-13)	9,777(-8)
$4p^2\ ^1S_0$	$4s6s\ ^3S_1$	351,150	6,420(-4)	3,561(-14)	3,092(-9)
$4p^2\ ^1S_0$	$4d^2\ ^3P_1$	255,420	2,563(-1)	7,521(-12)	4,750(-7)
$4p^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_1$	133,160	2,093(-1)	1,670(-12)	5,497(-8)
$4p^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_1$	99,746	6,217(-3)	2,782(-14)	6,861(-10)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s4d\ ^3D_2$	223520,000	2,173(-3)	2,712(-8)	4,497
$4s4d\ ^3D_1$	$4s4d\ ^1D_2$	2502,700	2,485(-1)	3,888(-10)	7,219(-4)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s5s\ ^3S_1$	1151,200	5,335(-6)	1,060(-15)	9,051(-10)
$4s4d\ ^3D_1$	$4s5s\ ^1S_0$	1006,600	4,105(-7)	2,078(-17)	1,552(-11)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4d $^3D_1$	4s6s $^3S_1$	379,980	9,815(-6)	2,124(-16)	5,988(-11)
4s4d $^3D_1$	4s6s $^1S_0$	375,280	8,502(-6)	5,983(-17)	1,666(-11)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^3F_2$	279,190	1,081(-3)	2,106(-14)	4,361(-9)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^3P_2$	270,540	1,081(-3)	3,954(-15)	7,936(-10)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^3P_2$	270,380	8,699(-3)	1,589(-13)	3,187(-8)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^3P_1$	270,330	8,960(-4)	9,817(-15)	1,969(-9)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^1D_2$	269,360	4,930(-3)	8,938(-14)	1,786(-8)
4s4d $^3D_1$	4d ^{2} $^1S_0$	250,790	1,904(-3)	5,984(-15)	1,113(-9)
4s4d $^3D_1$	5s ^{2} $^1S_0$	177,710	8,079(-6)	1,275(-17)	1,681(-12)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3F_2$	139,340	2,699(-6)	1,309(-17)	1,353(-12)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^1D_2$	137,700	2,384(-4)	1,129(-15)	1,153(-10)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3P_2$	137,110	9,722(-6)	4,567(-17)	4,645(-12)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3P_1$	137,110	4,247(-5)	1,197(-16)	1,217(-11)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^3P_0$	137,110	7,550(-6)	7,092(-18)	7,213(-13)
4s4d $^3D_1$	4f ^{2} $^1S_0$	132,920	2,448(-6)	2,161(-18)	2,131(-13)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^3P_0$	102,020	5,280(-3)	2,746(-15)	2,078(-10)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^3P_1$	101,940	5,243(-3)	8,169(-15)	6,178(-10)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^3P_2$	101,840	1,712(-3)	4,438(-15)	3,352(-10)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^1D_2$	101,290	4,640(-3)	1,190(-14)	8,939(-10)
4s4d $^3D_1$	6p ^{2} $^1S_0$	100,440	2,283(-5)	1,151(-17)	8,573(-13)
4s4d $^3D_1$	7s ^{2} $^1S_0$	89,948	1,620(-5)	6,549(-18)	4,370(-13)
4s4d $^3D_2$	4s4d $^3D_3$	145070,000	5,887(-3)	2,600(-8)	4,664
4s4d $^3D_2$	4s4d $^1D_2$	2531,000	4,579(-2)	4,398(-11)	1,376(-4)
4s4d $^3D_2$	4s5s $^3S_1$	1157,200	2,406(-6)	2,897(-16)	4,145(-10)
4s4d $^3D_2$	4s6s $^3S_1$	380,630	1,383(-7)	1,802(-18)	8,480(-13)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3F_2$	279,540	2,309(-3)	2,705(-14)	9,347(-9)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3F_3$	278,960	6,064(-4)	9,904(-15)	3,416(-9)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3P_2$	270,710	2,151(-3)	2,363(-14)	7,908(-9)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^3P_1$	270,660	7,046(-4)	4,643(-15)	1,554(-9)
4s4d $^3D_2$	4d ^{2} $^1D_2$	269,690	1,700(-3)	1,853(-14)	6,179(-9)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3F_3$	139,430	3,129(-6)	1,277(-17)	2,201(-12)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3F_2$	139,420	1,049(-8)	3,056(-20)	5,267(-15)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^1D_2$	137,780	1,377(-5)	3,920(-17)	6,678(-12)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3P_2$	137,190	1,459(-6)	4,116(-18)	6,982(-13)
4s4d $^3D_2$	4f ^{2} $^3P_1$	137,190	1,157(-4)	1,958(-16)	3,321(-11)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^3P_1$	101,990	3,458(-6)	3,235(-18)	4,080(-13)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^3P_2$	101,890	2,705(-3)	4,210(-15)	5,303(-10)
4s4d $^3D_2$	6p ^{2} $^1D_2$	101,340	1,456(-3)	2,241(-15)	2,808(-10)
4s4d $^3D_3$	4s4d $^1D_2$	2576,000	2,324(-1)	1,651(-10)	7,362(-4)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_2$	280,080	8,436(-4)	7,086(-15)	3,435(-9)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_3$	279,490	4,180(-3)	4,895(-14)	2,368(-8)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3F_4$	278,780	7,844(-6)	1,175(-16)	5,670(-11)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^3P_2$	271,210	2,752(-3)	2,168(-14)	1,018(-8)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^1D_2$	270,190	1,972(-3)	1,541(-14)	7,208(-9)
4s4d $^3D_3$	4d ^{2} $^1G_4$	268,170	2,570(-3)	3,563(-14)	1,654(-8)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3H_4$	140,230	3,405(-11)	1,291(-22)	3,132(-17)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_4$	139,560	6,320(-6)	2,373(-17)	5,732(-12)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_3$	139,560	7,556(-7)	2,206(-18)	5,329(-13)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3F_2$	139,560	2,948(-6)	6,149(-18)	1,485(-12)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^1G_4$	139,410	2,147(-6)	8,043(-18)	1,941(-12)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^1D_2$	137,910	5,542(-4)	1,129(-15)	2,694(-10)
4s4d $^3D_3$	4f ^{2} $^3P_2$	137,320	2,041(-6)	4,122(-18)	9,798(-13)
4s4d $^3D_3$	6p ^{2} $^3P_2$	101,960	6,254(-3)	6,962(-15)	1,229(-9)
4s4d $^3D_3$	6p ^{2} $^1D_2$	101,410	4,405(-3)	4,851(-15)	8,515(-10)
4s4d $^1D_2$	4s5s $^3S_1$	2131,800	1,982(-6)	8,103(-16)	2,136(-9)
4s4d $^1D_2$	4s6s $^3S_1$	448,000	4,372(-6)	7,892(-17)	4,371(-11)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3F_2$	314,240	7,419(-2)	1,098(-12)	4,267(-7)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3F_3$	313,510	6,288(-2)	1,297(-12)	5,028(-7)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3P_2$	303,130	1,027(-3)	1,415(-14)	5,302(-9)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^3P_1$	303,070	9,492(-3)	7,842(-14)	2,938(-8)
4s4d $^1D_2$	4d ^{2} $^1D_2$	301,850	9,207(-4)	1,258(-14)	4,693(-9)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3F_3$	147,550	2,066(-4)	9,443(-16)	1,723(-10)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3F_2$	147,550	3,049(-5)	9,950(-17)	1,815(-11)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^1D_2$	145,710	1,142(-4)	3,635(-16)	6,548(-11)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3P_2$	145,060	1,967(-2)	6,205(-14)	1,113(-8)
4s4d $^1D_2$	4f ^{2} $^3P_1$	145,050	1,377(-2)	2,607(-14)	4,674(-9)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^3P_1$	106,270	2,842(-3)	2,888(-15)	3,794(-10)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^3P_2$	106,160	2,262(-3)	3,822(-15)	5,017(-10)
4s4d $^1D_2$	6p ^{2} $^1D_2$	105,570	1,577(-3)	2,635(-15)	3,440(-10)
4s5s $^3S_1$	4s5s $^1S_0$	8013,800	2,875(-6)	9,227(-15)	5,485(-8)
4s5s $^3S_1$	4s6s $^3S_1$	567,200	8,609(-4)	4,152(-14)	1,747(-8)
4s5s $^3S_1$	4s6s $^1S_0$	556,800	1,450(-3)	2,247(-14)	9,281(-9)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3F_2$	368,570	6,274(-8)	2,129(-18)	5,822(-13)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_2$	353,650	2,938(-2)	1,837(-13)	4,818(-8)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_2$	353,380	4,487(-3)	1,400(-13)	3,670(-8)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_1$	353,300	7,380(-3)	1,381(-13)	3,619(-8)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^1D_2$	351,640	2,815(-3)	8,696(-14)	2,268(-8)
4s5s $^3S_1$	4d ^{2} $^1S_0$	320,650	1,059(-3)	5,442(-15)	1,294(-9)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(\text{s}^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s5s $^3S_1$	5s ^{2} $^1S_0$	210,160	3,036(-1)	6,700(-13)	1,045(-7)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3F_2$	158,520	4,911(-11)	3,084(-22)	3,626(-17)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^1D_2$	156,410	5,104(-6)	3,120(-17)	3,619(-12)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_2$	155,650	7,820(-5)	4,734(-16)	5,465(-11)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_1$	155,640	8,608(-5)	3,126(-16)	3,609(-11)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_0$	155,640	3,572(-4)	4,324(-16)	4,992(-11)
4s5s $^3S_1$	4f ^{2} $^1S_0$	150,270	1,322(-3)	1,492(-15)	1,663(-10)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_0$	111,940	8,992(-2)	5,630(-14)	4,675(-9)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_1$	111,850	2,348(-2)	4,404(-14)	3,654(-9)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_2$	111,720	2,230(-2)	6,956(-14)	5,765(-9)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^1D_2$	111,070	5,766(-4)	1,777(-15)	1,464(-10)
4s5s $^3S_1$	6p ^{2} $^1S_0$	110,040	1,375(-3)	8,320(-16)	6,791(-11)
4s5s $^3S_1$	7s ^{2} $^1S_0$	97,572	1,306(-4)	6,213(-17)	4,497(-12)
4s5s $^1S_0$	4s6s $^3S_1$	610,400	5,022(-4)	8,415(-14)	1,270(-8)
4s5s $^1S_0$	4d ^{2} $^3P_1$	369,590	2,374(-2)	1,459(-12)	1,333(-7)
4s5s $^1S_0$	4f ^{2} $^3P_1$	158,730	2,337(-4)	2,649(-15)	1,040(-10)
4s5s $^1S_0$	6p ^{2} $^3P_1$	113,430	2,234(-2)	1,293(-13)	3,626(-9)
4s5p $^3P^o_0$	4s5p $^3P^o_1$	129830,000	8,010(-3)	6,072(-8)	1,949
4s5p $^3P^o_0$	4s5p $^1P^o_1$	9838,000	4,668(-1)	2,032(-8)	4,943(-2)
4s5p $^3P^o_1$	4s5p $^3P^o_2$	44700,000	1,471(-1)	7,345(-8)	2,435
4s5p $^3P^o_1$	4s5p $^1P^o_1$	10645,000	2,704(-1)	4,592(-9)	3,626(-2)
4s5p $^3P^o_1$	4s4f $^3F^o_2$	3328,200	2,103(-7)	5,821(-16)	1,437(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4s5p $^1P^o_1$	13972,000	2,041(-1)	3,584(-9)	6,192(-2)
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^3F^o_3$	3598,100	9,184(-8)	2,496(-16)	1,110(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^3F^o_2$	3595,900	9,948(-7)	1,929(-15)	8,574(-9)
4s5p $^3P^o_2$	4s4f $^1F^o_3$	2758,300	3,264(-8)	5,212(-17)	1,777(-10)
4s5p $^1P^o_1$	4s4f $^3F^o_2$	4842,200	1,024(-8)	5,996(-17)	2,154(-10)
4s4f $^3F^o_4$	4s4f $^3F^o_3$	4914900,000	2,190(-7)	6,168(-10)	6,747
4s4f $^3F^o_4$	4s4f $^1F^o_3$	11790,000	4,267(-5)	6,915(-13)	1,814(-5)
4s4f $^3F^o_3$	4s4f $^3F^o_2$	5898200,000	1,752(-7)	6,527(-10)	6,664
4s4f $^3F^o_3$	4s4f $^1F^o_3$	11818,000	9,787(-7)	2,049(-14)	4,192(-7)
4s4f $^3F^o_2$	4s4f $^1F^o_3$	11842,000	2,751(-5)	8,097(-13)	1,186(-5)
4s6s $^3S_1$	4s6s $^1S_0$	30370,000	1,089(-7)	5,019(-15)	1,131(-7)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^3F_2$	1052,500	3,561(-9)	9,856(-19)	7,695(-13)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_2$	939,340	2,030(-3)	8,951(-14)	6,237(-8)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_2$	937,390	3,162(-4)	6,941(-14)	4,827(-8)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^3P_1$	936,850	5,134(-4)	6,756(-14)	4,695(-8)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^1D_2$	925,270	2,028(-4)	4,338(-14)	2,977(-8)
4s6s $^3S_1$	4d ^{2} $^1S_0$	737,680	3,093(-5)	8,412(-16)	4,603(-10)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4s6s $^3S_1$	5s ^{2} $^1S_0$	333,860	2,659(-5)	1,481(-16)	3,668(-11)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^3F_2$	220,010	1,405(-13)	1,699(-24)	2,773(-19)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^1D_2$	215,960	3,614(-10)	4,211(-21)	6,746(-16)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_2$	214,510	1,297(-5)	1,491(-16)	2,373(-11)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_1$	214,500	1,320(-5)	9,103(-17)	1,449(-11)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^3P_0$	214,500	5,315(-5)	1,222(-16)	1,945(-11)
4s6s $^3S_1$	4f ^{2} $^1S_0$	204,430	4,345(-5)	9,074(-17)	1,376(-11)
4s6s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_0$	139,460	1,089(-1)	1,058(-13)	1,095(-8)
4s6s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_1$	139,320	2,784(-2)	8,102(-14)	8,373(-9)
4s6s $^3S_1$	6p ^{2} $^3P_2$	139,130	2,702(-2)	1,307(-13)	1,349(-8)
4s6s $^3S_1$	6p ^{2} $^1D_2$	138,110	6,500(-4)	3,098(-15)	3,174(-10)
4s6s $^3S_1$	6p ^{2} $^1S_0$	136,520	1,898(-3)	1,768(-15)	1,790(-10)
4s6s $^3S_1$	7s ^{2} $^1S_0$	117,840	4,326(-4)	3,002(-16)	2,624(-11)
4s6s $^1S_0$	4d ^{2} $^3P_1$	966,670	5,435(-4)	2,284(-13)	5,460(-8)
4s6s $^1S_0$	4f ^{2} $^3P_1$	216,030	7,747(-5)	1,626(-15)	8,686(-11)
4s6s $^1S_0$	6p ^{2} $^3P_1$	139,960	4,427(-2)	3,901(-13)	1,350(-8)
4d ^{2} $^3F_2$	4d ^{2} $^3F_3$	134530,000	1,051(-2)	3,994(-8)	6,643
4d ^{2} $^3F_2$	4d ^{2} $^3P_2$	8570,600	4,936(-2)	5,436(-10)	5,760(-3)
4d ^{2} $^3F_2$	4d ^{2} $^3P_1$	8526,300	3,560(-4)	2,328(-12)	2,454(-5)
4d ^{2} $^3F_2$	4d ^{2} $^1D_2$	7654,300	6,444(-2)	5,660(-10)	5,356(-3)
4d ^{2} $^3F_2$	4f ^{2} $^3F_3$	278,170	1,013(-2)	1,645(-13)	5,659(-8)
4d ^{2} $^3F_2$	4f ^{2} $^3F_2$	278,160	2,274(-4)	2,638(-15)	9,073(-10)
4d ^{2} $^3F_2$	4f ^{2} $^1D_2$	271,710	1,728(-2)	1,913(-13)	6,426(-8)
4d ^{2} $^3F_2$	4f ^{2} $^3P_2$	269,420	1,375(-4)	1,496(-15)	4,983(-10)
4d ^{2} $^3F_2$	4f ^{2} $^3P_1$	269,410	4,227(-5)	2,759(-16)	9,191(-11)
4d ^{2} $^3F_2$	6p ^{2} $^3P_1$	160,580	6,392(-8)	1,483(-19)	2,943(-14)
4d ^{2} $^3F_2$	6p ^{2} $^3P_2$	160,320	3,209(-7)	1,236(-18)	2,451(-13)
4d ^{2} $^3F_2$	6p ^{2} $^1D_2$	158,970	6,494(-6)	2,461(-17)	4,836(-12)
4d ^{2} $^3F_3$	4d ^{2} $^3F_4$	108710,000	1,573(-2)	3,582(-8)	6,741
4d ^{2} $^3F_3$	4d ^{2} $^3P_2$	9153,700	6,772(-2)	6,076(-10)	9,627(-3)
4d ^{2} $^3F_3$	4d ^{2} $^1D_2$	8116,100	1,252(-1)	8,829(-10)	1,240(-2)
4d ^{2} $^3F_3$	4d ^{2} $^1G_4$	6621,000	7,507(-2)	6,343(-10)	7,270(-3)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^3H_4$	281,440	2,923(-7)	4,463(-18)	2,174(-12)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^3F_4$	278,770	1,257(-2)	1,883(-13)	9,087(-8)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^3F_3$	278,750	1,294(-4)	1,507(-15)	7,271(-10)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^3F_2$	278,740	1,180(-2)	9,817(-14)	4,737(-8)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^1G_4$	278,170	3,826(-3)	5,706(-14)	2,747(-8)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^1D_2$	272,260	3,734(-2)	2,964(-13)	1,397(-7)
4d ^{2} $^3F_3$	4f ^{2} $^3P_2$	269,960	1,730(-5)	1,350(-16)	6,307(-11)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
4d ² 3F ₃	6p ² 3P ₂	160,510	3,454(-7)	9,529(-19)	2,647(-13)
4d ² 3F ₃	6p ² 1D ₂	159,160	8,072(-6)	2,190(-17)	6,032(-12)
4d ² 3F ₄	4d ² 1G ₄	7050,300	1,041(-1)	7,757(-10)	1,217(-2)
4d ² 3F ₄	4f ² 3H ₅	282,190	1,273(-6)	1,857(-17)	1,166(-11)
4d ² 3F ₄	4f ² 3H ₄	282,170	2,890(-6)	3,450(-17)	2,166(-11)
4d ² 3F ₄	4f ² 3F ₄	279,480	7,594(-5)	8,892(-16)	5,531(-10)
4d ² 3F ₄	4f ² 3F ₃	279,470	1,452(-2)	1,322(-13)	8,223(-8)
4d ² 3F ₄	4f ² 1G ₄	278,880	7,734(-3)	9,017(-14)	5,596(-8)
4d ² 3P ₀	4d ² 3P ₁	353240,000	4,072(-4)	2,286(-8)	1,996
4d ² 3P ₀	4f ² 3P ₁	277,980	4,053(-3)	1,408(-13)	9,681(-9)
4d ² 3P ₀	6p ² 3P ₁	163,580	1,220(-6)	1,469(-17)	5,941(-13)
4d ² 3P ₂	4d ² 3P ₁	1650300,000	3,092(-6)	7,574(-10)	1,545
4d ² 3P ₂	4d ² 1D ₂	71599,000	2,613(-2)	2,008(-8)	1,778
4d ² 3P ₂	4f ² 3F ₃	287,500	3,062(-3)	5,313(-14)	1,889(-8)
4d ² 3P ₂	4f ² 3F ₂	287,490	2,648(-3)	3,281(-14)	1,166(-8)
4d ² 3P ₂	4f ² 1D ₂	280,600	3,305(-2)	3,901(-13)	1,354(-7)
4d ² 3P ₂	4f ² 3P ₂	278,170	1,611(-2)	1,868(-13)	6,425(-8)
4d ² 3P ₂	4f ² 3P ₁	278,160	4,941(-4)	3,439(-15)	1,183(-9)
4d ² 3P ₂	6p ² 3P ₁	163,640	2,699(-5)	6,502(-17)	1,315(-11)
4d ² 3P ₂	6p ² 3P ₂	163,370	2,906(-5)	1,163(-16)	2,349(-11)
4d ² 3P ₂	6p ² 1D ₂	161,980	1,250(-10)	4,915E-22	9,843(-17)
4d ² 3P ₁	4d ² 1D ₂	74846,000	1,228(-2)	1,719(-8)	9,542(-1)
4d ² 3P ₁	4d ² 1S ₀	3469,800	1,979	1,191(-9)	3,065(-3)
4d ² 3P ₁	5s ² 1S ₀	518,700	5,486(-2)	7,376(-13)	2,838(-7)
4d ² 3P ₁	4f ² 3F ₂	287,540	2,461(-7)	5,083(-18)	1,084(-12)
4d ² 3P ₁	4f ² 1D ₂	280,650	1,442(-2)	2,837(-13)	5,907(-8)
4d ² 3P ₁	4f ² 3P ₂	278,210	7,698(-3)	1,489(-13)	3,073(-8)
4d ² 3P ₁	4f ² 3P ₁	278,200	7,843(-6)	9,101(-17)	1,878(-11)
4d ² 3P ₁	4f ² 3P ₀	278,200	8,416(-3)	3,255(-14)	6,718(-9)
4d ² 3P ₁	4f ² 1S ₀	261,490	7,485(-1)	2,558(-12)	4,961(-7)
4d ² 3P ₁	6p ² 3P ₀	163,850	4,835(-5)	6,486(-17)	7,884(-12)
4d ² 3P ₁	6p ² 3P ₁	163,660	4,048(-5)	1,626(-16)	1,973(-11)
4d ² 3P ₁	6p ² 3P ₂	163,390	8,046(-6)	5,367(-17)	6,506(-12)
4d ² 3P ₁	6p ² 1D ₂	161,990	1,976(-6)	1,295(-17)	1,557(-12)
4d ² 3P ₁	6p ² 1S ₀	159,810	3,577(-4)	4,566(-16)	5,412(-11)
4d ² 3P ₁	7s ² 1S ₀	134,800	1,243(-3)	1,129(-15)	1,129(-10)
4d ² 1D ₂	4f ² 3F ₃	288,660	5,834(-3)	1,020(-13)	3,641(-8)
4d ² 1D ₂	4f ² 3F ₂	288,650	4,725(-3)	5,902(-14)	2,106(-8)
4d ² 1D ₂	4f ² 1D ₂	281,710	1,305(-2)	1,553(-13)	5,407(-8)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	279,250	3,390(-2)	3,963(-13)	1,368(-7)
$4d^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	279,240	3,978(-2)	2,790(-13)	9,632(-8)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	164,020	8,778(-6)	2,124(-17)	4,307(-12)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	163,750	4,920(-5)	1,978(-16)	4,004(-11)
$4d^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	162,340	8,060(-5)	3,184(-16)	6,392(-11)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3H_5$	293,960	1,062(-5)	1,681(-16)	1,100(-10)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3H_4$	293,940	1,457(-5)	1,887(-16)	1,234(-10)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3F_4$	291,020	5,582(-3)	7,087(-14)	4,590(-8)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^3F_3$	291,000	5,192(-3)	5,127(-14)	3,320(-8)
$4d^2\ ^1G_4$	$4f^2\ ^1G_4$	290,370	1,338(-4)	1,692(-15)	1,093(-9)
$4d^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_1$	302,450	7,255(-2)	2,985(-12)	2,232(-7)
$4d^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_1$	171,760	3,289(-4)	4,364(-15)	1,853(-10)
$5s^2\ ^1S_0$	$4f^2\ ^3P_1$	600,030	2,115(-4)	3,425(-14)	5,082(-9)
$5s^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_1$	239,100	1,090(-3)	2,803(-14)	1,657(-9)
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^3H_5$	2943500,000	1,042(-6)	1,145(-9)	1,083(1)
$4f^2\ ^3H_6$	$4f^2\ ^1I_6$	8236,900	5,539(-5)	5,634(-13)	1,492(-5)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^3H_4$	3628500,000	6,775(-7)	1,094(-9)	1,080(1)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^3F_4$	29101,000	2,387(-8)	2,479(-15)	1,962(-7)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^1G_4$	23753,000	4,913(-5)	3,400(-12)	2,197(-4)
$4f^2\ ^3H_5$	$4f^2\ ^1I_6$	8260,000	4,185(-5)	5,059(-13)	1,137(-5)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3F_4$	29336,000	1,443(-8)	1,861(-15)	1,215(-7)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^3F_3$	29144,000	2,462(-11)	2,438(-18)	1,581(-10)
$4f^2\ ^3H_4$	$4f^2\ ^1G_4$	23909,000	3,270(-5)	2,802(-12)	1,491(-4)
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^3F_3$	4447500,000	2,955(-7)	6,815(-10)	6,745
$4f^2\ ^3F_4$	$4f^2\ ^1G_4$	129240,000	9,012(-6)	2,257(-11)	6,491(-3)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3F_2$	6392900,000	1,377(-7)	6,024(-10)	6,666
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1G_4$	133110,000	4,966(-6)	1,696(-11)	3,908(-3)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^1D_2$	11688,000	1,602(-4)	2,344(-12)	4,741(-5)
$4f^2\ ^3F_3$	$4f^2\ ^3P_2$	8563,400	4,325(-9)	3,396(-17)	5,034(-10)
$4f^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^3P_2$	378,400	1,530(-8)	2,346(-19)	1,537(-13)
$4f^2\ ^3F_3$	$6p^2\ ^1D_2$	370,980	1,231(-7)	1,814(-18)	1,165(-12)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^1D_2$	11709,000	8,163(-5)	1,678(-12)	2,429(-5)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_2$	8574,900	2,149(-8)	2,368(-16)	2,511(-9)
$4f^2\ ^3F_2$	$4f^2\ ^3P_1$	8566,500	2,065(-8)	1,363(-16)	1,444(-9)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_1$	379,860	3,883(-10)	5,040E-21	2,367(-15)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^3P_2$	378,420	1,324(-8)	2,842(-19)	1,330(-13)
$4f^2\ ^3F_2$	$6p^2\ ^1D_2$	371,000	6,150(-8)	1,269(-18)	5,821(-13)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_2$	32035,000	3,229(-5)	4,967(-12)	1,967(-4)
$4f^2\ ^1D_2$	$4f^2\ ^3P_1$	31919,000	1,800(-5)	1,649(-12)	6,509(-5)

Tablo 3.5. (Devamı) Kr VII için manyetik dipol (M1) geçişlerine ait dalga boyu (λ), geçiş olasılığı (A_{ij}), salınıcı şiddeti (f_{ji}) ve çizgi şiddeti (S_{ij}).

Geçişler		λ (Å)	$A_{ij}(s^{-1})$	f_{ji}	S_{ij}
Alt Seviye	Üst Seviye				
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_1$	392,600	2,356(-4)	3,267(-15)	1,586(-9)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^3P_2$	391,060	4,056(-4)	9,298(-15)	4,496(-9)
$4f^2\ ^1D_2$	$6p^2\ ^1D_2$	383,140	1,055(-5)	2,321(-16)	1,099(-10)
$4f^2\ ^3P_2$	$4f^2\ ^3P_1$	8830700,000	3,264(-8)	2,290(-10)	2,500
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_1$	397,470	1,761(-4)	2,503(-15)	1,230(-9)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^3P_2$	395,900	6,506(-6)	1,529(-16)	7,482(-11)
$4f^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	387,780	1,342(-4)	3,025(-15)	1,450(-9)
$4f^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^3P_0$	34027000,000	1,369(-9)	7,922(-11)	2,000
$4f^2\ ^3P_1$	$4f^2\ ^1S_0$	4352,800	2,073(-4)	1,963(-13)	6,338(-7)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_0$	398,620	2,719(-4)	2,159(-15)	6,383(-10)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_1$	397,490	2,397(-7)	5,676(-18)	1,674(-12)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	395,910	6,927(-5)	2,713(-15)	7,968(-10)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	387,800	6,671(-5)	2,507(-15)	7,212(-10)
$4f^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1S_0$	375,520	8,157(-4)	5,748(-15)	1,601(-9)
$4f^2\ ^3P_1$	$7s^2\ ^1S_0$	261,520	3,014(-6)	1,030(-17)	1,998(-12)
$4f^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_1$	397,490	4,488(-5)	3,189(-15)	3,135(-10)
$4f^2\ ^1S_0$	$6p^2\ ^3P_1$	437,430	6,727(-3)	5,789(-13)	6,261(-8)
$6p^2\ ^3P_0$	$6p^2\ ^3P_1$	139290,000	6,580(-3)	5,741(-8)	1,978
$6p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^3P_2$	100130,000	1,313(-2)	3,288(-8)	2,442
$6p^2\ ^3P_1$	$6p^2\ ^1D_2$	15915,000	7,575(-2)	4,794(-9)	5,660(-2)
$6p^2\ ^3P_1$	$p^2\ ^1S_0$	6796,200	1,781	4,110(-9)	2,072(-2)
$6p^2\ ^3P_1$	$7s^2\ ^1S_0$	764,500	1,168(-3)	3,412(-14)	1,935(-8)
$6p^2\ ^3P_2$	$6p^2\ ^1D_2$	18922,000	1,326(-1)	7,118(-9)	1,665(-1)

KAYNAKLAR

- [1] Peláez, R. J., Ćirišan, M., Djurović, S., Aparicio, J. A., & Mar, S. (2006). Stark broadening measurements of Xe III spectral lines. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 39(23), 5013. <https://doi.org/10.1088/0953-4075/39/23/017>
- [2] Peláez, R. J., Djurović, S., Ćirišan, M., Aparicio, J. A., & Mar, S. (2012). Stark halfwidth trends along the homologous sequence of doubly ionized noble gases. *Astronomy & Astrophysics*, 539, A40. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201118401>
- [3] Reyna Almandos, J., & Raineri, M. (2017). Spectral analysis of moderately charged rare-gas atoms. *Atoms*, 5(1), 12. <https://doi.org/10.3390/atoms5010012>
- [4] Bredice, F., Raineri, M., Almandos, J. R., Gallardo, M., & Trigueiros, A. G. (2000). Weighted oscillator strengths for Kr IV spectrum. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 65(6), 805-819. [https://doi.org/10.1016/S0022-4073\(99\)00139-9](https://doi.org/10.1016/S0022-4073(99)00139-9)
- [5] Chou, H. S., Chi, H. C., & Huang, K. N. (1994). Relativistic excitation energies and oscillator strengths for transitions in Zn-like ions including core-polarization effects. *Physical Review A*, 49(4), 2394. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.49.2394>
- [6] Kripto Bloğu. (2023, 30 Temmuz). Kripton Simgesi (Kr), <https://www.kriptoblogu.com.tr/kripton-simgesi-kr/> adresinden 10 Şubat 2024 tarihinde alınmıştır.
- [7] Eser, S. (2018). *İkili ve üçlü iyonlaşmış bazı asal gazlar (Kr, Xe ve Rn) için atomik yapı hesaplamaları*, (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- [8] Djeniže, S., Milosavljević, V., & Dimitrijević, M. S. (2003). Transition probabilities in Kr II and Kr III spectra. *The European Physical Journal D-Atomic, Molecular, Optical and Plasma Physics*, 27, 209-213. <https://doi.org/10.1140/epjd/e2003-00278-2>
- [9] Fischer, C. F. (2000). The MCHF atomic-structure package. *Computer physics communications*, 128(3), 635-636.
- [10] Fischer, C.F., Brage, T., Jönsson, R., (1997), Computational atomic structure: An MCHF approach, Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, USA.
- [11] Grant, I. P. (Ed.). (2007). *Relativistic quantum theory of atoms and molecules: theory and computation*. New York, NY: Springer New York.

- [12] Dyall, K. G., Grant, I. P., Johnson, C. T., Parpia, F. A., & Plummer, E. P. (1989). GRASP: A general-purpose relativistic atomic structure program. *computer physics communications*, 55(3), 425-456.
- [13] Druetta, M., & Buchet, J. P. (1976). Beam-foil study of krypton between 400 and 800 Å. *JOSA*, 66(5), 433-436. <https://doi.org/10.1364/JOSA.66.000433>
- [14] Fawcett, B. C., Jones, B. B., & Wilson, R. (1961). Vacuum ultra-violet spectra of multiply ionized inert gases. *Proceedings of the Physical Society*, 78(6), 1223. <https://doi.org/10.1088/0370-1328/78/6/318>
- [15] Trigueiros, A. G., Pettersson, S. G., Almandos, J. R., & Gallardo, M. (1989). A study of the configurations 4s5s and 4s5p in six times ionization krypton (Kr VII). *Physics Letters A*, 141(3-4), 135-137. [https://doi.org/10.1016/0375-9601\(89\)90774-3](https://doi.org/10.1016/0375-9601(89)90774-3)
- [16] Churilov, S. S. (2002). Analysis of the spectrum of the Zn-like Kr VII ion: Highly excited 4 p 4 d and 4 p 5 s configurations. *Optics and Spectroscopy*, 93, 826-832. <https://doi.org/10.1134/1.1531703>
- [17] Werner, K., Rauch, T., Ringat, E., & Kruk, J. W. (2012). First detection of krypton and xenon in a white dwarf. *The Astrophysical Journal Letters*, 753(1), L7. <https://doi.org/10.1088/2041-8205/753/1/L7>
- [18] Rauch, T., Quinet, P., Hoyer, D., Werner, K., Richter, P., Kruk, J. W., & Demleitner, M. (2016). Stellar laboratories-VII. New Kr iv–vii oscillator strengths and an improved spectral analysis of the hot, hydrogen-deficient DO-type white dwarf RE 0503– 289. *Astronomy & Astrophysics*, 590, A128. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201628131>
- [19] Cavalcanti, G. H., Trigueiros, A. G., Raineri, M. M., & Almandos, J. R. (2003). Configuration 4p4f in six-times-ionized krypton, Kr VII. *JOSA B*, 20(8), 1758-1760.
- [20] Chi, H. C., & Chou, H. S. (2010). Theoretical oscillator strengths for spin-allowed electric-dipole transitions in Zn-like ions. *Physical Review A*, 82(3), 032518. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.82.032518>
- [21] Fischer, C. F., & Hansen, J. E. (1978). Theoretical oscillator strengths for the resonance transitions in the Zn i isoelectronic sequence. *Physical Review A*, 17(6), 1956. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.17.1956>.
- [22] Pinnington, E. H., Tauheed, A., Ansbacher, W., & Kernahan, J. A. (1991). Further energy-level and lifetime measurements for Kr vii. *JOSA B*, 8(2), 193-197. <https://doi.org/10.1364/JOSAB.8.000193>
- [23] Hibbert, A., & Bailie, A. C. (1992). Lifetime of the 4s4p 3P₁₀ Level in Kr VII. *Physica Scripta*, 45(6), 565. <https://doi.org/10.1088/0031-8949/45/6/005>
- [24] Ishikawa, Y., & Vilkas, M. J. (2008). Relativistic R-matrix close-coupling method based on the effective many-body Hamiltonian: Benchmarks on the electron-impact excitations of the Kr 6+ ion. *Physical Review A*, 77(5), 052701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.77.052701>
- [25] Liang, L., Gao, W. J., & Zhou, C. (2013). Energy levels, oscillator strengths, radiative decay rates, and fine structure collision strengths for Kr VII lines. *Canadian Journal of Physics*, 91(7), 554-559. <https://doi.org/10.1139/cjp-2013-0002>

- [26] Liu, Y., Hutton, R., Zou, Y., Andersson, M., & Brage, T. (2006). MCDF calculations for the lowest excited states in the Zn-like sequence. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 39(16), 3147. <https://doi.org/10.1088/0953-4075/39/16/001>
- [27] Raineri, M., Farías, E. E., Souza, J. O., Amorim, E., Gallardo, M., & Almandos, J. R. (2014). Revised and extended analysis of the Zn-like Kr ion. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 148, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2014.06.021>
- [28] Raineri, M., Trigueiros, A. G., Gallardo, M., & Almandos, J. R. (2000). Spectroscopic analysis of the 4p4d configuration of Kr VII. *Physica Scripta*, 62(6), 474. <https://doi.org/10.1238/Physica.Regular.062a00474>
- [29] Raineri, M., Almandos, J. R., Amorim, E., Souza, J. O., & Farías, E. E. (2017). Lifetime calculations in energy levels of Kr VII. *Journal of Physics Communications*, 1(5), 055022. <https://doi.org/10.1088/2399-6528/aa9903>
- [30] Saloman, E. B. (2007). Energy levels and observed spectral lines of krypton, Kr I through Kr XXXVI. *Journal of physical and chemical reference data*, 36(1), 215-386. <https://doi.org/10.1063/1.2227036>
- [31] Shirai, T., Okazaki, K., & Sugar, J. (1995). Spectral data for highly ionized krypton, Kr V through Kr XXXVI. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 24(4), 1577-1608. <https://doi.org/10.1063/1.555968>
- [32] Froese-Fischer, C., Brage, T., & Jonsson, P. (2022). *Computational atomic structure: an MCHF approach*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781315139999>
- [33] Mann, J. B., & Johnson, W. R. (1971). Breit interaction in multielectron atoms. *Physical Review A*, 4(1), 41.
- [34] Di Rocco, H. O., & Lanzini, F. (2016). Breit and quantum electrodynamics energy contributions in multielectron atoms from the relativistic screened hydrogenic model. *Brazilian Journal of Physics*, 46, 175-183.
- [35] Lundin, J. (2010). *QED and collective effects in vacuum and plasmas* (Doctoral dissertation, Umeå universitet. Institutionen för fysik).
- [36] Kim, Y. K. (1997). Strengths and weaknesses of relativistic atomic structure calculations. *Physica Scripta*, 1997(T73), 19.
- [37] Mohan, M., Singh, J., Aggarwal, S., & Verma, N. (2013). Atomic Structure Calculations Useful for Fusion and Astrophysics. In *New Trends in Atomic and Molecular Physics: Advanced Technological Applications* (pp. 23-37). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [38] Mohr, P. J. (1992). Self-energy correction to one-electron energy levels in a strong Coulomb field. *Physical Review A*, 46(7), 4421.
- [39] Grant, I. P. (2007). Relativistic Quantum Theory of Atoms and Molecules, Springer series on Atomic. *Optical and Plasma Physics*, 40, 173.
- [40] IP, G. (1974). Gauge invariance and relativistic radiative transitions. <https://doi.org/10.1088/0022-3700/7/12/007>

- [41] Aggarwal, K. M., Keenan, F. P., & Kisieliu, R. (2004). Radiative rates for transitions in Fe XVII. *Astronomy & Astrophysics*, 420(2), 783-788. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20035793>
- [42] NIST, N. (2011). Atomic spectra database. *Editions,, Ch.*
- [43] Trigueiros, A., Pettersson, S. G., & Almandos, J. R. (1986). Transitions within the $n=4$ complex of Kr VII obtained from a theta-pinch light source. *Physica Scripta*, 34(2), 164. <https://doi.org/10.1088/0031-8949/34/2/013>
- [44] Sugar, J., & Musgrove, A. (1991). Energy levels of krypton, Kr I through Kr XXXVI. *Journal of physical and chemical reference data*, 20(5), 859-915. <https://doi.org/10.1063/1.555896>
- [45] Pinnington, E. H., Ansbacher, W., & Kernahan, J. A. (1984). Energy-level and lifetime measurements for Kr VII. *JOSA B*, 1(1), 30-33. <https://doi.org/10.1364/JOSAB.1.000030>
- [46] Bouchama, T., Druetta, M., & Martin, S. (1989). Electron capture into excited states of low-energy $Kr q^+$ ($q=8-7$) ions. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 22(1), 71. <https://doi.org/10.1088/0953-4075/22/1/010>
- [47] Shirai, T., Sugar, J., & Wiese, W. L. (1997). Spectral Data for Highly Ionized Atoms: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Kr and Mo. <https://doi.org/10.1021/ja004794t>

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Hurisel BASMACI

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2002, Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik
- **Yükseklisans** : 2003, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Fizik Öğretmenliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2004-2006 Özel Tümay Dershanesi, Sakarya, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni
- 2007-2009 Özel Seviye Dergisi Dersanesi, Sakarya, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni
- 2009-2011 Özel Kavram Dersaneleri, Sakarya, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni
- 2011-2015 Özel Gelişim Dersanesi, Sakarya, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni
- 2015-2016 Özel Bahçeşehir Uğur Eğitim Kurumları, Sakarya, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni
- 2016-2020 Özel Günhan Anadolu Lisesi, İstanbul, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni, Ortaokul sınıflarında Fen Bilimleri Öğretimi, Anaokulu sınıflarında da doğa ve evren bilgisi deneyleri hazırlanması
- 2020- Özel Bahçeşehir Eğitim Kurumları, Lise Kademesi Zümre Başkanı, STEM Sorumlusu, Tüm Lise kademelerinde Fizik Öğretmeni, Seviye Sorumlusu (9. ve 11.sınıf kademelerinde)
- Liseler Arası Teknofest Model Uçak Yapımı Yarışması Türkiye 1.'liği, 2018
- TÜBİTAK Liseler Arası Proje Yarışması, İstanbul Asya Bölge Elemeleri, 2020
- Eğitim Koçluğu, 2015, Süleyman Demirel Üniversitesi
- Robotik Kodlama, 3D Yazıcı, Maker Eğitimci Eğitimi, 2019, Yeditepe Üniversitesi
- Dijital Pedagoji Programı, 2020, Bahçeşehir Üniversitesi
- Zihin Haritaları Eğitimi, 2020, Tony Buzan Yetkili Eğitim Merkezi
- Microsoft Certified Educator, 2021, Microsoft Certifications
- Model Uçak Rehber Öğretmen Kursu, 2021, Türk Hava Kurumu
- STEM Lider Öğretmen, 2021, Bahçeşehir Üniversitesi

- Üst Düzey Düşünme Becerilerini Ölçümlemeye Yönelik Test Geliştirme, Soru Yazma ve Değerlendirme, 2022, Ege Üniversitesi
- Yapay Zeka'ya Giriş ve Eğitim'de Uygulamaları ile ChatGPT, 2024, Udemy