

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

**HELİYUM BENZERİ BAZI AKTİVİTE ATOMLARININ  
ATOMİK YAPİ HESAPLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Murat ARSLAN**

**Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Güldem ÜRER**

**Temmuz 2017**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HELİYUM BENZERİ BAZI AKTİVİTE ATOMLARININ  
ATOMİK YAPİ HESAPLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat ARSLAN

Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK

Bu tez 27 / 07 /2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr.  
Erdoğan TARCAN  
Jüri Başkanı



Prof. Dr.  
Leyla ÖZDEMİR  
Üye



Yrd. Doç. Dr.  
Güldem ÜRER  
Üye

## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Murat ARSLAN

19.07.2017



## ÖNSÖZ

Bu çalışmada helyum benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np atomları için tek ve çift pariteli konfigürasyonlara ait enerji seviyeleri, geçiş enerjileri, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar için çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi kullanılmıştır.

Bu sürecin her aşamasında değerli bilgilerini, tecrübesini ve zamanını esirgemeyen bana her fırsatta yardımcı olan saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Güldem ÜRER'e ve hayatımın her evresinde bana destek olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
TABLolar LİSTESİ .....	v
ÖZET .....	vi
SUMMARY .....	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2.	
ÇOK KONFIGÜRASYONLU HARTREE-FOCK YÖNTEMİ.....	3
2.1. Çok Elektronlu Atomlar için Relativistik Olmayan Hamiltonyen ve Dalga Fonksiyonunun Özellikleri.....	3
2.2. Çok Elektronlu Sistemler.....	5
2.3. Hartree-Fock Yöntemi.....	9
2.4. Korelasyon Enerjisi.....	10
2.5. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock–MCHF) Yaklaşıklığı.....	11
2.6. Breit-Pauli Hamiltonyeni ve Dalga Fonksiyonu.....	15
2.7. Işımalı Geçişler.....	17
2.7.1 Işımalı geçiş özellikler.....	17
2.8. Kesin ve Yaklaşık Seçim Kuralları.....	18

### BÖLÜM 3.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	20
3.1. Helyum Benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np'nin Seviye Enerjileri.....	21
3.2. Helyum Benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np'nin Elektrik Dipol Geçişleri.....	47
3.3. Tartışma.....	61
 KAYNAKLAR.....	 62
ÖZGEÇMİŞ.....	64

## KISALTMALAR LİSTESİ

- MCHF : Çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock)  
NIST : National Institute of Standards and Technology  
CSF : Konfigürasyon Hal fonksiyonu (Configuration State Function)

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Helyum benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np için seviye enerjileri ( $\text{cm}^{-1}$ )	23
Tablo 3.2.	Helyum benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np iyonlarının $1s2p\ ^3P^o_1-1s^2\ ^1S_0$ ve $1s2p\ ^3P^o_1-1s^2\ ^1S_0$ (E1) geçişi parametreleri.....	49
Tablo 3.3.	Helyum benzeri Ac, Th ve Pa iyonlarının ( $1s^2\ ^1S_0$ ) taban hale yapılan elektrik dipol geçişi parametreleri.....	50
Tablo 3.4.	Helyum benzeri U ve Np iyonlarının ( $1s^2\ ^1S_0$ ) taban hale yapılan elektrik dipol geçişi parametreleri.....	55



## ÖZET

Anahtar kelimeler: Enerji seviyeleri, geçiş parametreleri, dalga boyları, ağırlıklı salınıcı Şiddetleri, geçiş olasılıkları, MCHF yöntemi

Bu çalışmada, çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemiyle helyum benzeri aktinyum, toryum, protaktinyum, uranyum ve neptünyumun seviye enerjileri bu seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1) geçiş parametreleri (dalga boyları, ağırlıklı salınıcı Şiddetleri ve geçiş olasılıkları) hesaplanmaktadır.

İncelenen helyum benzeri aktinit atomlarıyla ilgili ulaşılabilir kaynaklardaki çalışmalar birinci bölümde özetlenmiş, hesaplamada kullanılan MCHF yöntemi ikinci bölümde kısaca anlatılmış ve son bölümde elde edilen sonuçlar ulaşılabilir kaynaklardaki teorik ve deneysel verilerle tablolar halinde karşılaştırılarak sunulmuş ve yorumlanmıştır.

# **ATOMIC STRUCTURE CALCULATIONS OF HELIUM LIKE SOME ACTINIDE ATOMS**

## **SUMMARY**

Keywords: Energy levels, transition parameters, wavelengths, weighted oscillator strengths, transition probabilities, MCHF method

Energy levels, and electric dipole (E1) transition parameters (wavelengths, weighted oscillator strengths, transition probabilities) have been calculated for helium like actinide, thorium, protactinium, uranium and neptunium by using multiconfiguration Hartree-Fock method.

Works in available literature for mentioned actinide ions have been given in the first chapter, multiconfiguration Hartree-Fock method have been summarized in second chapter and obtained results have been tabulated and compared with available theoretical and experimental works in the last chapter.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Atom numarası  $Z=89-103$  aralığındaki elementlere (sırasıyla; aktinyum, toryum, protaktinyum, uranyum, neptünyum, plütonyum, amerikyum, küriyum, berkelyum, kaliforniyum, aynştaynyum, fermiyum, mendelevyum, nobelyum ve lavrensiyum) aktinitler denir. Periyodik tablonun en alt sırasında yer alan bu atomlar 5f atomları olarak da adlandırılırlar. Tamamı radyoaktif olan bu ağır metallerin sadece ilk dördü doğada çok az bulunur, diğer on biri kolaylıkla bozunan yapay elementlerdir ve geçiş metallерinin bir alt gurubudurlar. Bütün izotoplarının radyoaktif olması nedeniyle aktinitler, nükleer enerji üretiminin geleceği açısından büyük önem taşırlar. Grubun plütonyumdan sonraki daha ağır elemanları termonükleer ısı ve nötron üretimi gibi bilimsel araştırmaların yanı sıra kanser tedavisinde kullanılırlar.

Atom fiziğinde enerji seviyeleri ve geçiş özelliklerinin detaylı bilgisi, kuantum bilgi dönüşünü için atomik ve iyonik manipülasyonlar kadar laboratuvar incelemeleri, astrofiziksel plazma tanısı, yeni ışık kaynaklarının yapısı ve atomik saatler gibi bir çok alanda gereklidir. Ancak radyoaktiflikleri aktinitlerin bu özelliklerinin deneysel olarak incelenmesini kısıtlamaktadır. Bu atomların nötral hallerinde bulunan 5f yörüngesi teorik hesaplamaları oldukça zorlaştırmaktadır. Çalışılması kısmen daha kolay olan 5f yörüngesini içermeyen iyonları hakkındaki teorik çalışmalar geçmişten günümüze güncelliğini korumaktadır. Bu iyonların büyük bir kısmını hidrojen ve helyum benzeri iyonlar oluşturmaktadır.

Günümüze kadar aktinitler ve bunların iyonları hakkında bir çok çalışma yapılmıştır. Sadece aktinit atomlarını veya iyonlarını ele alan çok az sayıda çalışma bulunurken, büyük  $Z$ 'li atom veya iyonları konu alan çalışmalara aktinitler kısmen de olsa dahil edilmiştir. Aktinitlerin enerji seviyeleri ve geçiş parametreleriyle ilgili bugüne kadar yapılan teorik ve deneysel çalışmaların bir derlemesi NIST (National Institute of Standards and Technology) Atomic Spectra Database [1]'de yer almaktadır.

Atom fiziğinde, seviye yapılarını ve diğer önemli gözlenebilirleri elde etmek için genellikle merkezi alan ve bağımsız parçacık yaklaşıklığına dayanan yöntemler (Örneğin yaygın olarak Hartree-Fock veya Dirac-Fock yöntemi) kullanılır. Bu çalışmada, helyum benzeri ilk beş aktinit atomunun ( $\text{Ac}^{87+}$ ,  $\text{Th}^{88+}$ ,  $\text{Pa}^{89+}$ ,  $\text{U}^{90+}$  ve  $\text{Np}^{91+}$ ,  $Z=89-93$ ) Breit-Pauli relativistik düzeltmelerini içeren çok konfigürasyonlu Hartree-Fock (multiconfiguration Hartree-Fock–MCHF) yaklaşıklığı [2] çerçevesinde Fischer tarafından hazırlanan MCHF atomik yapı paketi [3] kullanılarak seviye enerjileri ve bu seviyeler arasındaki elektrik dipol (E1) geçişleri için, dalga boyları, ağırlıklı salıncı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplanmaktadır.

## BÖLÜM 2. ÇOK KONFIGÜRASYONLU HARTREE-FOCK YÖNTEMİ

### 2.1. Çok Elektronlu Atomlar için Relativistik Olmayan Hamiltonyen ve Dalga Fonksiyonunun Özellikleri

Kuantum mekaniğinde N-elektronlu bir sistemin kararlı hali,

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

Schrödinger denklemindeki  $\psi$  toplam dalga fonksiyonu ile tanımlanır ve sistemin halini belirleyen bu dalga fonksiyonunun belirli özellikleri vardır.

$\psi(r;t)$  ile tanımlanan bir parçacığın  $t$  anında bir  $dr = dxdydz$  hacimde herhangi bir yerde bulunma olasılığı

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(r;t)|^2 dr = 1 \quad (2.2)$$

şeklinde 1'e normalleşir. Elektronlar ayırt edilemez parçacıklar oldukları için hamiltonyen işlemcisi, elektronların koordinat değişimlerinden bağımsız olmalıdır. Bir atomik sistemin doğru tanımı, tamamen antisimetrik olan öz fonksiyonların lineer birleşimi ile yapılır. Böyle bir antisimetrik öz fonksiyonun mümkün gösterimi

$$\frac{1}{\sqrt{N!}} \sum_{\wp} (-1)^p \wp \psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.3)$$

ile verilir. (2.3) ifadesinde  $\wp$  iki elektronun koordinatlarını değiştiren işlemci (toplam tüm  $N!$  değişimleri üzerindedir)  $p$  ise permütasyonun, değişim işlemcisinin, paritesidir. Buradan

$$\wp_{ij}\psi(q_1, \dots, q_i, \dots, q_j, \dots, q_N) = \psi(q_1, \dots, q_j, \dots, q_i, \dots, q_N) \quad (2.4)$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{N!}} \sum_{\wp} (-1)^p \wp \quad (2.5)$$

şeklinde  $A$  antisimetri işlemcisi tanımlanır. Antisimetrik dalga fonksiyonu, konum ve spin olarak özdeş iki elektron durumunda sıfırdır. Uzaysal değişkenlere göre dalga fonksiyonunun sürekliliğinden dolayı, dalga fonksiyonun mutlak değeri, aynı spinli iki elektron birbirlerine yakın olduklarında küçüktür.

Relativistik olmayan hamiltonyen, toplam yörünge açısai momentum işlemcisi

$$L = \sum_{i=1}^N l_i \quad \text{ve toplam spin açısai momentum işlemcisi } S = \sum_{i=1}^N s_i \quad \text{ile sıra değiştirir:}$$

$$[H, L] = [H, S] = 0. \quad (2.6)$$

Buna göre  $H$ ,  $L$ ,  $L_z$ ,  $S$  ve  $S_z$  aralarında sıra değiştiren işlemciler takımı olur. Bu ise bahsi geğen işlemcilerin eş zamanlı olarak ortaya çıktığını gösterir:

$$H\psi(q_1, \dots, q_N) = E\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.7)$$

$$L^2\psi(q_1, \dots, q_N) = L(L+1)\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.8)$$

$$L_z\psi(q_1, \dots, q_N) = M_L\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.9)$$

$$S^2\psi(q_1, \dots, q_N) = S(S+1)\psi(q_1, \dots, q_N) \quad (2.10)$$

$$S_z\psi(q_1, \dots, q_N) = M_s\psi(q_1, \dots, q_N). \quad (2.11)$$

Bu işlemcilerin eş zamanlı özfonksiyonları,  $\psi(\gamma LM_L SM_S; q_1, \dots, q_N)$  olarak gösterilebilir.  $\gamma$ , hali tam olarak belirlemek için gerekli ek kuantum sayılarıdır.

$L$ ,  $M_L$ ,  $S$  ve  $M_S$  açısal momentum kuantum sayılarına ek olarak, Hamiltonyen işlemcisinin öz fonksiyonları bunların pariteleri ile gösterilir:

$$\Pi \psi(q_1, \dots, q_N) = (-1)^k \psi(q_1, \dots, q_N). \quad (2.12)$$

Parite işlemcisinin tanımından  $\Pi^2 = 1$  ve öz değerinin  $\pm 1$  olduğu açıktır. Parite işlemcisi, Hamiltonyen ve açısal momentum işlemcisi ile sıra değiştirir ve bundan dolayı atomik öz fonksiyonlar  $\Pi$ 'nin öz fonksiyonları olarak da alınabilir. Parite işlemcisinin  $+1$  ve  $-1$  öz değerlerine ait öz fonksiyonları sırasıyla çift ve tek olarak adlandırılır.

## 2.2. Çok Elektronlu Sistemler

Dalga denklemi (2.1) bir öz değer problemidir ve çözümleri yalnızca belirli  $E$  değerleri için mevcuttur. Bu değerler işlemcinin öz değerleridir ve sistemin toplam enerjisinin mümkün değerini gösterirler. Schrödinger denklemi yalnızca bir elektronlu sistemler için tam olarak çözülebilir. Çok elektronlu sistemler için öz fonksiyonların gerçek şekilleri bilinmemektedir. Bu nedenle çok elektronlu atomların veya iyonların incelenmesi için bazı genel yöntemler ile yaklaşık dalga fonksiyonları elde edilir.

Çok elektronlu bir atomun merkezi alan yaklaşıklığındaki gibi ayrıntılı incelenmesi çok zor olduğu için bu yaklaşıklıktaki tüm küçük etkiler ihmal edilir, spin-yörünge etkileşimleri ise bir düzeltme gibi incelenir. Bir dış alan yokken  $N$  elektronlu bir atomun hamiltonyeni atomik birimlerde

$$H = \sum_{i=1}^N \left( -\frac{1}{2} \nabla_i^2 - \frac{Z}{r_i} \right) + \sum_{i>j}^N \frac{1}{r_{ij}} \quad (2.13)$$

dir. Buradaki ilk terim kinetik enerjiyi, ikinci terim potansiyel enerjiyi, üçüncü terim elektronlar arası Coulomb itmesini,  $r_i$   $i$ . elektronun bağıl koordinatını,  $r_{ij}$   $i$  ve  $j$  elektronları arasındaki uzaklığı gösterir. Hamiltonyen  $L^2$ ,  $L_z$ ,  $S^2$  ve  $S_z$  toplam açısal momentum işlemcileri ile sıra değiştirir. Bu nedenle hamiltonyenin özfonksiyonları, bu işlemcilerin de öz fonksiyonları olarak seçilebilir. Diğer taraftan (2.13) hamiltonyeni, pertürbe olmamış ve pertürbe kısım olmak üzere iki kısma ayrılarak yeniden yazılabilir:

$$H = H_c + H_1 \quad (2.14)$$

$$H_c = \sum_{i=1}^N \left( -\frac{1}{2} \nabla_{r_i}^2 + V(r_i) \right) = \sum_{i=1}^N h_i, \quad h_i = -\frac{1}{2} \nabla_{r_i}^2 + V(r_i) \quad (2.15)$$

$$H_1 = \sum_{i < j}^N \frac{1}{r_{ij}} - \sum \left( \frac{Z}{r_i} + V(r_i) \right) = \sum_{i < j}^N \frac{1}{r_{ij}} - \sum_i S(r) \quad (2.16)$$

Hamiltonyen terimlere ayrılabilirdiği için öz değer ve öz fonksiyonlar

$$E = \sum_i^N E_i, \quad (2.17)$$

$$\psi(q_1, \dots, q_N) = \prod_i^N \phi(\alpha_i; q_i) \quad (2.18)$$

şeklinde yazılabilirler.  $\phi$  ile temsil edilen bireysel spin yörüngemeleri, bir-elektron denklemlerinin çözümleridir:

$$\left[ -\frac{1}{2} \nabla^2 + U(r) \right] \phi(\alpha, q) = E \phi(\alpha, q). \quad (2.19)$$

Burada  $U(r)$  potansiyeli  $n$  ve  $l$ 'nin her ikisine de bağlıdır ve



$$U(r) = -\frac{Z}{r} + V(r) \quad (2.20)$$

şeklinde tanımlanır.

Hamiltonyen elektron koordinatlarının yer değişiminden bağımsız olduğu için (2.4) koordinat değişimi ile bir öz fonksiyon elde edilir. Öz fonksiyonlar birleştirilerek antisimetrik bir fonksiyon oluşturulur:

$$\Phi(q_1, \dots, q_N) = A \prod_i^N \Phi(\alpha_i, q_i) \cdot \Phi(q_1, \dots, q_N) = \frac{1}{\sqrt{N!}} \begin{vmatrix} q_{(\alpha_1, q_1)} & \dots & q_{(\alpha_1, q_N)} \\ q_{(\alpha_2, q_1)} & \dots & q_{(\alpha_2, q_N)} \\ \dots & \dots & \dots \\ q_{(\alpha_N, q_1)} & \dots & q_{(\alpha_N, q_N)} \end{vmatrix} \quad (2.21)$$

(2.21)'in sağ tarafındaki Slater determinantıyla verilen dalga fonksiyonu antisimetriktir ve Pauli dışarlama ilkesini sağlar. Buradaki her bir yörüngesinin (spin-yörünge) paritesi  $(-1)^l$ , Slater determinantının paritesi ise

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

dir. Parite, açısal momentum kuantum sayılarının toplamının tek veya çift oluşuna göre tek veya çifttir.

Merkezi alan yaklaşığında, yaklaşık enerji seviyeleri ve tamamen relativistik olmayan Hamiltonyenin yaklaşık özfonksiyonları elde edilir. Genelde, Slater determinantları şeklindeki bu yaklaşık özfonksiyonlar, toplam açısal momentum işlemcilerinin gerçek özfonksiyonları değildirler. Aynı elektron konfigürasyonuna ait determinantların lineer birleşimi ile açısal momentum işlemcilerinin özfonksiyonları oluşturulur. Bu şekilde elde edilen fonksiyonlar, Slater determinantlarından daha iyi bir şekilde relativistik olmayan Hamiltonyenin gerçek özfonksiyonlarına yaklaşır. Bu özfonksiyonlar, konfigürasyon hal fonksiyonları (Configuration State Function–CSF)

olarak adlandırılır. Konfigürasyon hal fonksiyonları,  $\Phi(\gamma LM_L SM_S)$  veya  $|\gamma LM_L SM_S\rangle$  ile gösterilir.

Merkezi alan yaklaşığında, belirli bir konfigürasyona ait tüm Slater determinantları ve bu determinantlardan oluşturulan CSF'ler de aynı enerji seviyesine karşılık gelir. Elektron etkileşmesinin merkezi olmayan kısmı

$$-\sum_{i=1}^N V(r_i) + \sum_{i<j}^N \frac{1}{r_{ij}} \quad (2.23)$$

dikkate alındığında, toplam açısal momentum kuantum sayılarına bağlı olan farklı CSF'ler, farklı enerjilere karşılık gelecektir. Bu enerji seviyelerine 'konfigürasyonun  $LS$  terimleri' denir. Farklı CSF'lerin beklenen değerleri

$$E = \langle \Phi(\gamma LM_L SM_S) | H | \Phi(\gamma LM_L SM_S) \rangle \quad (2.24)$$

şeklinde verilir. Beklenen değer,  $M_L$  ve  $M_S$ 'den bağımsızdır ve her bir  $LS$  terimi  $(2L+1)(2S+1)$  kat dejeneredir.

$LS$  terimleri  $M_L$  ve  $M_S$  kuantum sayılarından bağımsız olduğundan dejenerlik çoğunlukla ihmal edilir.  $M_L$  ve  $M_S$  kuantum sayılarının önemli olmadığı durumlarda CSF'ler kısaca  $\Phi(\gamma LS)$  veya  $\Phi(\gamma^{2S+1}L)$  olarak gösterilir. Burada  $L$

$$L = 0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ \dots$$

$$S \ P \ D \ F \ G \ H \ I \ K \ \dots$$

şeklinde spektroskopik gösterimle verilir ve  $2S+1$  terimin çokluğu olarak adlandırılır. Tek parite halleri için, bir  $^{\circ}$  üst indisi  $L$ 'yi gösteren sembolen sonra eklenir.

### 2.3. Hartree-Fock Yöntemi

Relativistik olmayan yaklaşıklıkta, çok elektronlu sistemlerin Schrödinger denkleminin çözümü, elektronların elektrostatik etkileşme terimi nedeni ile zordur. Merkezi alan yaklaşıklığına göre her bir elektron, diğer elektronların aynı ( $Z/r+V(r)$ ) potansiyelinde hareket ettiği için  $V(r)$ 'nin seçimi önemlidir. Hartree her bir elektronun, çekirdeğin çekici alanı ve diğer elektronların itme etkileşimlerinin oluşturduğu, bir etkin potansiyelde hareket eder düşüncesi ile yola çıkarak Hartree denklemlerini türetmiştir ve çözümü için öz uyumlu alan denilen tekrarlamalı bir yöntem önermiştir. Hartree dalga denklemi, radyal fonksiyonların çarpımı olan küresel simetrik bir dalga fonksiyonunu verir. Fock bu denklemleri Pauli dışarlama ilkesini sağlayacak şekilde düzenlemiştir.

Hartree-Fock potansiyeli ve Hartree-Fock denklemi şu şekilde ifade edilir:

$$V(q_i) = -\frac{Z}{r} + \sum_{\mu} V_{\mu}^d(r_i) - V_{\mu}^{dt}(q_i) \quad (2.25)$$

$$\left[ -\frac{1}{2} \nabla_{r_i}^2 + V(q_i) \right] U_{\lambda}(q_i) = EU_{\lambda}. \quad (2.26)$$

$V^d$  her kabuktan gelen simetrik katkıların toplamıdır ve küresel simetriktir:

$$V^d(r_i) = \sum_{\mu} V_{\mu}^d(r_i) = \int u_{\mu}^*(q_j) \frac{1}{r_{ij}} u_{\mu}(q_j) dq_j = \int u_{\mu}^*(r_j) \frac{1}{r_{ij}} u_{\mu}(r_j) dr_j \quad (2.27)$$

$$V^{dt}(q_i) = \sum_{\mu} V_{\mu}^{dt}(q_i) \quad (2.28)$$

ile tanımlanır.  $V^{dt}$  ise Fock'un Hartree denklemlerine katkı olarak geliştirdiği değiş-tokuş ( takas) potansiyelidir. Değiş-tokuş işlemcisi sadece uzay koordinatlarına etkir.

Hartree-Fock denklemlerinin en göze çarpan özelliği  $u_\mu$  spin yörüngemsilerinin her birinin ayrı ayrı Schrödinger denklemini görünümünde olmalarıdır. Bununla birlikte bunlar gerçek öz değer denklemleri değildir. Çünkü  $V$  potansiyeli Hartree-Fock  $V^d$  ve  $V^{dt}$  işlemcileri yoluyla spin yörüngemsilerine bağlıdır. Hartree-Fock integral-diferansiyel denklemler sistemi yaklaşık bireysel spin yörüngemsileri olan  $u_\alpha^1, u_\beta^1, \dots, u_\nu^1$  den başlayarak tekrarlama ile çözülür. Önce bunlara karşılık gelen Hartree-Fock potansiyelinin yaklaşık ifadesi  $V^{(1)}$  hesaplanır. Sonra Hartree-Fock denklemleri yeni  $u_\alpha^2, u_\beta^2, \dots, u_\nu^2$  spin yörüngemsilerini elde etmek için bu  $V^{(1)}$  potansiyeli ile çözülür. Bunlar da yeni  $V^{(2)}$  potansiyelini verir. Spin yörüngemsileri bundan önceki döngüde elde edilen  $V^{(n-1)}$  potansiyeli ile özdeş olan  $V^{(n)}$  potansiyelini (belli bir yaklaşıklıkla) verinceye kadar tekrarlanır. Bu yolla bulunan Hartree-Fock potansiyeli atomun (veya iyonun) öz uyumlu alanı olarak bilinir.

#### 2.4. Korelasyon Enerjisi

Hartree-Fock yöntemi Schrödinger denkleminin tam çözümü için bir yaklaşıklık ve bu yaklaşıklık uygulanırken elektronların diğer elektronlar tarafından belirlenen bir alanda hareket ettikleri kabul edildiği için enerjide bir fark oluşur:

$$E^{Kor} = E^{Tam} - E^{HF} . \quad (2.29)$$

Hamiltonyenin tam enerjisi  $E^{Tam}$  ile Hartree-Fock enerjisi  $E^{HF}$  arasındaki bu enerjiye ‘Korelasyon enerjisi’ denir.

Farklı korelasyon tiplerini sınıflandırmak için, birinci mertebeye korelasyon yapısına ve düzeltmeyi göstermek için kullanılan konfigürasyon hal fonksiyonlarına bakılmalıdır.

Aynı parite ve baş kuantum sayılı CSF’lerin seti bir kompleks oluşturur.  $Z$  ye bağlı pertürbasyon teorisine göre kompleks, atomdaki baskın korelasyon etkilerini tanımlayan sıfırıncı mertebeye dalga fonksiyonunun bir parçası olmalıdır. Bu teori

büyük  $Z$ 'ler için geçerlidir ve düşük iyonizasyonlar veya nötral atomlar için kullanışlı olmayabilir. Bu durumda kompleksin önemli katkı sağlamayan üyelerini sıfıncı merteye dalga fonksiyonunun bir parçası gibi düşünmek gerekli değildir.

Sıfıncı merteye dalga fonksiyonu baskın CSF'leri içermelidir. Bazı amaçlar için sıfıncı merteye dalga fonksiyonu yeterli olmasına karşın birçok durumda yüksek mertebeden düzeltmeler önemlidir. Sıfıncı merteye dalga fonksiyonu, sıfıncı merteye dalga fonksiyonlarındaki tüm CSF'lerden yörünge yer değiştirmeleri ile üretilen CSF'leri içerecek hale getirilirse bir iyileştirme elde edilir.

Elektronların karşılıklı etkileşimleri genel olarak üç farklı şekilde sınıflandırılır. a ve b iki yörünge olmak üzere, ab yörüngelerinden elektron uyarılmaları gerçekleştiğinde, ab yörüngelerinin ikisi de değerlik (Valans-V) yörüngesi ise bu korelasyona değerlik-değerlik (Valance-Valance-VV) korelasyonu, yörüngelerden biri öz, diğeri değerlik yörüngesi ise bu korelasyona öz-değerlik (Core-Valance-CV) korelasyonu ve yörüngelerin her ikisi de öz yörüngesi ise bu korelasyona da öz-öz (Core-Core-CC) korelasyonu denir.

## 2.5. Çok Konfigürasyonlu Hartree-Fock (Multiconfiguration Hartree-Fock-MCHF) Yaklaşıklığı

Çok elektronlu sistemlerde varyasyonel dalga fonksiyonu  $\Psi = \Phi(\gamma LS)$  konfigürasyonu olarak seçilir. Buradaki radyal dalga fonksiyonları belli değildir ve varyasyonlardaki kararlılık şartı Hartree-Fock denklemlerine götürür. Varyasyonlar yerine

$$\Psi(\gamma LS) = \sum_i^N c_i \Phi_i(\gamma_i LS) \quad (2.30)$$

çok konfigürasyonlu açılım seçilirse, radyal fonksiyonlardaki varyasyona göre kararlılık şartı Hartree-Fock yöntemlerine benzer diferansiyel denklemler takımına götürür. Diferansiyel denklemler, karışım (açılım) katsayılarının değişiminden ortaya çıkan matris öz değer denklemine eşlenir ve bu iki yöntem eş zamanlı olarak çözülür.

Bu varyasyonel fonksiyonu temel alan yöntem, çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi olarak bilinir.

Çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yönteminde dalga fonksiyonu ortonormal hal fonksiyonlarının lineer kombinasyonudur:

$$\psi(\gamma LS) = \sum_{i=1}^M c_i \phi(\gamma_i LS); \quad \sum_{i=1}^M c_i^2 = 1. \quad (2.31)$$

Enerji ise

$$\begin{aligned} \varepsilon(\gamma LS) &= \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j \langle \phi(\gamma_i LS) | H | \phi(\gamma_j LS) \rangle = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j H_{ij} \\ &= \sum_{i=1}^M c_i^2 H_{ii} + 2 \sum_{i>j}^M c_i c_j H_{ij}, \end{aligned} \quad (2.32)$$

şeklindedir.  $H_{ij}$  Hamiltonyen matrisi,  $\mathbf{c}=(c_1, c_2, \dots, c_m)^t$  karışım katsayılarının oluşturduğu bir sütun vektörüdür. Bu durumda enerji

$$E = \mathbf{c}^t \mathbf{H} \mathbf{c} \quad (2.33)$$

şeklinde yazılabilir. Etkileşme matris elemanları radyal fonksiyonlara ( $P, [P(a, b), P(b, r), \dots]^t$  sütun matris) bağlı olduğu için enerji fonksiyoneli hem  $P$  ye hem de  $\mathbf{c}$  ye bağlı olur. MCHF denklemlerinin türetilmesinde, enerji daha da indirgenmiş olur ve radyal fonksiyonlar  $\mathbf{c}$  cinsinden ifade edilir.

Hamiltonyen matris elemanları açısal momentum teorisinden elde edilirler:

$$H_{ij} = \sum_{ab} \omega_{ab}^{ij} I(a, b) + \sum_{abcd;k} \nu_{abcd;k}^{ij} R^k(ab, cd) \quad (2.34)$$

Bu durumda enerji

$$\varepsilon(\mathcal{L}S) = \sum_{ab} \omega_{ab} I(a,b) + \sum_{abcd;k} v_{abcd;k} R^k(ab,cd) \quad (2.35)$$

olur.  $ab$  ve  $abcd$  üzerinden toplam, her bir konfigürasyon halinde bulunan yörüngeler üzerindedir. Burada

$$\omega_{ab} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^M c_i c_j \omega_{ab}^{ij} \quad v_{abcd;k} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M c_i c_j v_{ab}^{ij} \quad (2.36)$$

dır.  $I(a,b)$ ,  $R^k(abcd;k)$  integrallerinin simetri özelliği kullanılarak toplam en aza indirilebilir,  $I(a,b)$  için  $a \leq b$ ,  $a \leq c$  ve  $b \leq d$  olduğu varsayılır.

Hartree-Fock denklemlerinin türetilmesi için, kararlılık şartı Lagrange çarpanlarını içeren bir fonksiyona uygulanmalıdır:

$$F(\mathbf{P}, \mathbf{c}) = \varepsilon(\mathcal{L}S) + \sum_{a \leq b} \delta_{l_{ab}} \lambda_{ab} \langle a|b \rangle - E \sum_{i=1}^M c_i^2. \quad (2.37)$$

$c_i$ 'deki varyasyonlara göre kararlılık şartının türetilmesinde,  $\varepsilon(\mathcal{L}S)$  için en uygun şekil (2.32) denklemdir. Bu denklem köklü bir denkleme öncülük eder:

$$H\mathbf{c} = E\mathbf{c}. \quad (2.38)$$

(2.38)'deki  $\lambda_{ab}$  Lagrange çarpanı ve  $E$  sistemin toplam enerjisidir.  $P(a;r)$  radyal fonksiyonlardaki değişmelere göre bir kararlılık şartı gereği her bir radyal fonksiyon, bir denklem sistemine öncülük eder.  $P$ , (2.6) kararlılık şartı için değiştirilecek radyal fonksiyon olursa,

$$i) \omega_{aa} I(a,a) \text{ 'nin değişimi,} \quad -\omega_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a,r) H \delta P(a,r) dr,$$

$$ii) \sum_{b_{jk}} v_{abab;k} R^k(ab,ab) \text{ 'nin değişimi,} \quad 2\omega_{aa} \int_0^a \delta P(a,r) \frac{1}{r} Y(a,r) P(a,r) dr$$

iii) Diğer integrallerin değişimi,  $2\omega_{aa} \int_0^a \delta P(a, r) \frac{1}{r} \times dr$

dir. Bazı katkılar  $I(a, b)$  köşegen olmayan integrallerinden meydana gelir. Bu integrallere Slater integralleri denir. Ortonormal sınırlamalar ile beraber bu varyasyonların toplamı

$$2\omega_{aa} \int_0^{\infty} \delta P(a, r) \theta(r) dr = 0 \quad (2.39)$$

şeklindedir.  $\delta P(a, r)$  tüm küçük değişimler için bu değişim  $\theta(r) = 0$  şartını ve

$$\left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{2}{r} [Z - Y(nl; r)] - \frac{l(l+1)}{r^2} - \varepsilon_{nl;nl} \right) p(nl; r) = \frac{2}{r} X(nl; r) + \sum_{n' \neq n} \varepsilon_{nl, n'l} P(n'l; r) \quad (2.40)$$

eşitliğini gerektirir. Burada  $a$ , yörüngemsi kuantum sayıları,  $\varepsilon_{nl}$  ise

$$\varepsilon_{nl;nl} = \frac{2\lambda_{nl,nl}}{\omega_{nl,nl}}; \quad \varepsilon_{nl;n'l} = \frac{2\lambda_{nl,n'l}}{\omega_{nl,n'l}} \quad (2.41)$$

dir. Bu tanımlamalardan köşegen ve köşegen olmayan enerji parametreleri matrisinin simetrik olmadığı görülür. Buna rağmen

$$\omega_{nl,n'l} \varepsilon_{nl,n'l} = \omega_{n'l,n'l} \varepsilon_{n'l,n'l} \quad (2.42)$$

dir.

i) Doluluk sayılarını  $\omega_{nl,n'l}$  tam sayı kabul edilirler, bunlar aslında beklenen doluluk sayılarıdır.



ii)  $X(nl;r)$  fonksiyonu, bir konfigürasyon halindeki elektronların yer değişiminin yanı sıra konfigürasyonlar arasındaki etkileşimden meydana gelir.

## 2.6. Breit-Pauli Hamiltoniyeni ve Dalga Fonksiyonu

Ağır iyonlarda ve çok iyonlaşmış sistemlerde relativistik etkinin önemi büyüktür; hatta hafif atom veya iyonlar için yapılan hesaplamalarda da deney sonuçları ile iyi uyuşan detaylı bir teori için relativistik etkiler hesaba katılmalıdır. Bunun için Schrödinger denkleminde en düşük mertebeden relativistik katkıları almak yeterlidir. Bu düzeltmeler  $\alpha$  ( $\alpha = 1/c$ ,  $\alpha$  ince yapı sabiti ve  $c$  ışık hızıdır.) kuvvetlerinde bir açılımla relativistik çok elektronlu denklemlerden türetilir.

$\alpha^2$  mertebesinde bir düzeltme için ortaya çıkan hamiltonyen Breit-Pauli Hamiltoniyenidir. Bu hamiltonyen relativistik olmayan hamiltonyen için birinci ( $\alpha^2$ ) mertebeye düzeltmedir. Ancak yüksek mertebeye pertürbasyon teorisinde yanlış sonuç verebilir. Breit-Pauli Hamiltoniyeni

$$H_{BP} = H_{NR} + H_{RS} + H_{FS} \quad (2.43)$$

şeklinde yazılır. Burada,  $H_{NR}$  relativistik olmayan (Non-Relativistic) hamiltonyen,  $H_{RS}$  relativistik kayma (Relativistic Shift),  $H_{FS}$  ince yapı (Fine Structure) işlemcisidir.  $H_{RS}$  işlemcisi  $L$  ve  $S$  ile sıra değiştirir ve  $H_{MC}$  kütle düzeltmesi (Mass Correction),  $H_{D1}$  ve  $H_{D2}$  sırası ile bir ve iki cisim Darwin terimleri,  $H_{OO}$  yörünge-yörünge (Orbit-Orbit) terimi,  $H_{SSC}$  spin-spin (Spin-Spin Contact) terimi olmak üzere beş terimden oluşur,

$$H_{RS} = H_{MC} + H_{D1} + H_{D2} + H_{OO} + H_{SSC} \cdot \quad (2.44)$$

$$H_{MC} = -\frac{\alpha^2}{8} \sum_{i=1}^N (\nabla_i^2) + \nabla_i^2 \quad (2.45)$$

$$H_{D1} = -\frac{\alpha^2 Z}{8} \sum_{i=1}^N (\nabla_i^2) \left(\frac{1}{r_i}\right) \quad (2.46)$$

$$H_{D2} = -\frac{\alpha^2}{4} \sum_{i<j}^N (\nabla_i^2) \left(\frac{1}{r_{ij}}\right) \quad (2.47)$$

$$H_{OO} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \left[ \frac{P_i P_j}{r_{ij}} + \frac{r_{ij} (r_{ij} \cdot P_i) P_j}{r_{ij}^3} \right] \quad (2.48)$$

$$H_{SSC} = -\frac{8\pi\alpha^2}{3} \sum_{i<j}^N (S_i \cdot S_j) \delta(r_i r_j) \quad (2.49)$$

$H_{FS}$  terimi, spin ve yörünge açılal momentumları arasındaki etkileşimi tanımlar.  $H_{FS}$  bir etkileşme terimi olduğu için  $\mathbf{L}$  ve  $\mathbf{S}$  ile sıra değiştirmezken  $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$  toplam açılal momentumla sıra değiştirir. Çekirdek spin-yörünge (Spin-Orbit),  $H_{SOO}$  spin diğer yörünge (Spin-other Orbit) ve  $H_{SS}$  spin-spin terimlerinden oluşur.

$$H_{FS} = H_{SO} + H_{SOO} + H_{SS} \quad (2.50)$$

$$H_{SO} = \frac{\alpha^2 Z}{2} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{r_i^3}\right) \mathcal{L}_i \cdot S_i \quad (2.51)$$

$$H_{SOO} = -\frac{\alpha^2}{2} \sum_{i<j}^N \frac{r_{ij} \times P_i}{r_{ij}^3} (S_i + 2S_j) \quad (2.52)$$

$$H_{SS} = \alpha^2 \sum_{i<j}^N \frac{1}{r_{ij}^3} \left[ S_i \cdot S_j 3 \frac{(S_i \cdot r_{ij})(S_j \cdot r_{ij})}{r_{ij}^2} \right]. \quad (2.53)$$

Breit-Pauli Hamiltonyeni  $\mathbf{J}$  ile sıra değiştirir ve öz fonksiyonları  $J^2$  ve  $J_z$ 'nin öz fonksiyonları olmalıdır. Dalga fonksiyonu  $\Phi_{\mathcal{L}SJM_J}$ ,  $LS$  çiftlenimli konfigürasyon hal fonksiyonları olmak üzere;

$$\Psi(\gamma LM_J) = \sum_{i=1}^M c_i \Phi(\gamma_i L_i S_i JM_J) \quad (2.54)$$

$$\Phi(\gamma LSJM_j) = \sum \langle LM_L SM_s | LSJM_j \rangle \Phi(\gamma LM_L SM_s) \quad (2.55)$$

ile verilen çok konfigürasyonlu lineer birleşimdir.  $L$  ve  $S$  farklı  $LS$ 'li konfigürasyon hal fonksiyonlarının iyi kuantumlu sayıları olmadığı için farklı  $LS$  terimlerinin karışımı alınır, dalga fonksiyonu ara çiftlenime tabi olur. Relativistik olmayan çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yönteminden konfigürasyon hal fonksiyonları, Breit Pauli yaklaşıklığından karışım katsayıları elde edilerek matris öz değer problemine ulaşılır:

$$H_{ij} = \langle \gamma_i L_i S_i J M_j | H_{BP} | \gamma_j L_j S_j J M_j \rangle. \quad (2.56)$$

Böylece Breit-Pauli Hamiltonyeninin öz değer ve öz fonksiyonlarını bulma problemi,  $LSJ$  çiftlenimli konfigürasyon hal fonksiyonları arasındaki matris elemanlarının bulunmasına ve her  $J$  değeri için matris köşegenleştirmesine indirgenir.

## 2.7. Işımalı Geçişler

Bir atomik sistemin enerji seviyeleri genellikle yarı ömrü sonsuz olan haller olarak kabul edilir. Bir elektromanyetik alan varlığında bu durum değişebilir. Soğurulan foton, atomu veya iyonu yüksek seviyelere uyarır, uyarılmış iyon elektromanyetik alan yokluğunda kendiliğinden yayma ile bozunur.

İki hal arasındaki elektromanyetik geçiş, açısal momentum ve fotona eşlik eden parite ile tanımlanır. Soğurulan veya yayımlanan fotonun paritesi  $\pi = (-1)^k$  ( $k$  açısal momentum) ise geçişe elektrik multipol geçişi, paritesi  $\pi = (-1)^{k+1}$  ise manyetik multipol geçişi denir. Her geçiş paritesi  $\pi$  ve rankı  $k$  olan  $O^{\pi(k)}$  küresel tensör işlemcisi ile tanımlanır.

### 2.7.1. Işımalı geçiş özellikleri

Bir üst seviyeden bir alt seviyeye geçiş oranı (veya olasılığı);

$$A^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J) = 2C_k [\alpha(E_{\gamma' J'} - E_{\gamma J})]^{2k+1} \frac{S^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J)}{g_{J'}} \quad (2.57)$$

ile verilir. Burada  $S^{\pi k}(\gamma' J', \gamma J)$  indirgenmiş matris elemanının karesi olan çizgi şiddetidir,  $g_{J'}$  ise üst seviyenin istatistiksel ağırlığıdır:

$$S^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = \sum_{M, M', q} |\langle \gamma J \| O_q^{\pi(k)} \| \gamma' J' \rangle|^2. \quad (2.58)$$

$$g_{J'} = 2J' + 1 \quad (2.59)$$

$$C_k = \frac{(2k+1)(k+1)}{k((2k+1)!!)^2}. \quad (2.60)$$

Ağırlıklı salınıcı şiddeti soğurma ya da yaymadaki geçişi temsil eder. Düşük haldeki bir atom foton soğurarak üst seviyeye uyarıldığında (çıktığında) salınıcı şiddeti

$$f^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = \frac{1}{\alpha} c_k [\alpha(E_{\gamma' J'} - E_{\gamma J})]^{2k-1} \frac{S^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J')}{g_J} \quad (2.61)$$

dir. Yayma salınıcı şiddeti için sadece işaret değiştirilir. Bu özellik çizgi şiddeti gibi iki seviye arasında tamamen simetriktr. Ağırlıklı salınıcı şiddeti

$$gf^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') = g_J f^{\pi k}(\gamma J, \gamma' J') \quad (2.62)$$

ile verilir.

### 2.7.2. Kesin ve Yaklaşık Seçim Kuralları

Kesin seçim kuralları tüm konfigürasyon hal fonksiyonları için uygulanır. Bir atomik hal fonksiyonunun açılımındaki tüm konfigürasyon hal fonksiyonları aynı paritelidir.

Manyetik dipol işlemcileri  $(-1)^{k-1}$ , elektrik dipol işlemcileri  $(-1)^k$ , paritelidirler. İki halin paritesi  $\pi$  ve  $\pi'$  ile gösterilirse

$$E^{(k)}; \frac{\pi'}{\pi} = (-1)^k \quad (2.63)$$

$$M^{(k)}; \frac{\pi'}{\pi} = (-1)^{k-1} \quad (2.64)$$

şeklindedir. Bir atomik fonksiyonun diğer bir özelliği toplam  $J$  ile ilgilidir.

$$\Delta J = J - J' = 0, \pm 1, \dots, \pm k \quad k \leq J + J' \quad (2.65)$$

$J = J' = 0$  ise izinli değildir.

Uzay açısal momentumların seçim kuralları için  $E^{(k)}$  işlemcisine karşılık gelen tensörün rankı  $k$  ise seçim kuralları

$$E^{(k)}; \quad \begin{aligned} \Delta S &= 0 \\ \Delta L &= 0, \pm 1, \dots, k \quad k \leq L + L' \end{aligned} \quad (2.66)$$

dür. Uzay tensörü  $MA^{(k)}$ ,  $k$  ranklı ve  $MB^{(k)}$ ,  $k-1$  ranklı ise uzay ve spin momentumları için kurallar;

$$\begin{aligned} MA^{(k)}; \quad & \Delta S = 0 & \Delta L = 0, \pm 1, \dots, k & k \leq L + L' \\ MB^{(k)}; \quad & \Delta S = 0, \pm 1 & \Delta L = 0, \pm 1, \dots, k & k - 1 \leq L + L' \end{aligned} \quad (2.67)$$

şeklindedir.

### BÖLÜM 3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada helyum benzeri aktinit atomlarının ilk beş üyesinin (aktinyum, toryum, protaktinyum, uranyum ve neptünyum) seviye yapıları ve incelenen seviyeler arasındaki izinli elektrik dipol (E1) geçişlerine ait bazı parametreleri, relativistik Breit-Pauli düzeltmelerini içeren çok konfigürasyonlu Hartree-Fock yöntemi [2] ile hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan MCHF atomik yapı paketi [3] ile elde edilen sonuçlar tablolar halinde ulaşılabilir kaynaklar ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda, tüm iyonlar için çift pariteli  $nsn's$  ( $n=1-4$  ve  $n'=1-9$ ),  $1snd$  ( $n=1-7$ ),  $nnp'n$  ( $n=1-4$  ve  $n'=3-9$ ),  $5pnp$  ( $n=6-8$ ),  $5s^2$ ,  $5s6s$ ,  $1s5g$ ,  $1s5g$   $2p4f$  ve tek pariteli  $nsn'p$  ( $n=1-8$  ve  $n'=2-9$ ),  $nnp's$  ( $n=2-9$  ve  $n'=3-9$ ,  $n < n'$ ),  $1snf$  ( $n=4-9$ ),  $2snf$  ( $n=4-9$ ),  $2pnd$  ( $n=3-6$ ),  $3dnp$  ( $n=4-9$ ),  $4dnp$  ( $n=5-9$ ),  $5dnp$  ( $n=6-9$ ),  $2p5g$ ,  $4p4d$ ,  $4p5d$ ,  $5p5d$  konfigürasyonları kullanılmıştır. Helyum benzeri atomların taban halinde iki elektron da  $1s$  yörüngesine yerleşmiş oldukları için seçilen konfigürasyonlar özden tekli ya da çiftli uyarılmalar yani öz-öz (CC) korelasyonu ile elde edilmiştir.

Büyük  $Z$ 'li ağır atom ve iyonların fiziksel özellikleri hala tam olarak bilinmemektedir. Geçmişten günümüze güncelliğini koruyan ve hesaplama yöntemleri için de bir test niteliği taşıyan helyum benzeri iyonlar için yapılan çalışmalarda aktinit atomları çok az yer almıştır. Var olan çalışmalardaki incelemeler,  $n=1$  ve  $2$  seviyeleri ile sınırlı kalmıştır. Seviye enerjileri için yapılan çalışmalarda günümüzden geçmişe tarih sırasına göre çok konfigürasyonlu Dirac-Fock, (MCDF) [4, 5, 6], konfigürasyon etkileşimi (CI) [7, 8], iki kez Green Fonksiyonu (TTGF) [9] yöntemleri, relativistik tüm mertebelerden çok parçacık yaklaşıklığı (MBPT) [10], varyasyonel yöntemin Dirac denkleminde bir uygulaması [11] ve relativistik rastgele faz yaklaşıklığı (RRPA) [12] yöntemi kullanılmıştır. Enerji seviyeleri içeren deneysel çalışmalarda ise sadece  $U^{90+}$  iyonunun  $1s2p$   $^1P_1$  [13, 14] seviyesi ile  $1s2p$   $^3P_1$  seviyesi [14] yer almaktadır.

Yapılmış teorik [4-12] ve deneysel [13, 14] çalışmalarda, sadece  $1s_{nl}$  ( $n=1, 2$  ve  $l=0, 1$ ) seviyelerinin bilgileri bulunmaktadır. Enerji seviyeleri verilerine göre daha az sayıda olan teorik geçiş verileri çalışmalarında [4, 11, 15-19] yine aynı seviyeler hakkında kısıtlı bilgi mevcuttur. Ulaşılabilir kaynaklarda geçiş verilerine ait deneysel çalışma mevcut değildir.

### 3.1. Helyum Benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np'nin Seviye Enerjileri

Helyum benzeri aktinyum, toryum, protaktinyum, uranyum ve neptünyum ( $Ac^{87+}$ ,  $Th^{88+}$ ,  $Pa^{89+}$ ,  $U^{90+}$  ve  $Np^{91+}$ ,  $Z=89-93$ ) için MCHF yöntemiyle yukarıda belirtilen konfigürasyon takımı ile yapılan hesaplamalarda elde edilen seviyelerin enerjileri Tablo 3.1.'de, diğer teorik ve deneysel çalışma sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Enerji değerlerini elde etmede kullanılan yörünge yarıçaplarının beklenen değerleri [20]'de yer almaktadır. Tablodaki enerji değerleri helyum benzeri iyonların temel hali olan  $1s^2 \ ^1S_0$  seviyesine göre verilmektedir. Bu çalışma sonucunda elde edilen enerjiler  $cm^{-1}$  birimindedir. Kaynaklarda eV ve atomik birimlerde olan bazı sonuçlar  $cm^{-1}$ 'e çevrilerek karşılaştırma yapılmış bu kaynaklar tablo altında belirtilmiştir. Tablo 3.1.'de iki sütun seviyenin ait olduğu konfigürasyonu ve terimini belirtmektedir. Diğer sütunlarda ise atom numarası sırasıyla helyum benzeri aktinyum, toryum, protaktinyum uranyum ve neptünyumun enerji değerleri yer almaktadır. Ayrıca tablo yukarıdan aşağıya konfigürasyonun artan enerji değerlerine göre sıralanmıştır. Tabloda tek pariteli seviyeler "0" üst indis ile belirtilmiştir. Diğer çalışma sonuçları, bu çalışma sonucunun hemen altına ilave edilmiş, kaynakça numarası üst indis ile belirtilmiştir.

$Ac^{87+}$  iyonunun bu çalışma sonucunda elde edilen seviye enerjilerini diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırmak için yüzde hata  $((E_{BuÇalışma} - E_{DiğerÇalışma}) / E_{DiğerÇalışma}) \times 100$  hesaplandığında  $1s2s \ ^3S_1$  seviyesinin 0,7;  $1s2s \ ^1S_0$  seviyesinin 0,9;  $1s2p \ ^3P^o_0$  seviyesinin 1,4;  $^3P^o_1$  seviyesinin 1,3;  $^3P^o_2$  ve  $^1P^o_1$  seviyesinin 1,9 olduğu görülmüştür. Benzer hesaplama diğer iyonlar için de yapılmıştır.  $Th^{88+}$  iyonunun  $1s2s \ ^3S_1$  seviyesinin yüzde hatası 0,8-1,5;  $1s2s \ ^1S_0$  seviyesinin 0,9-1,6;  $1s2p \ ^3P^o_0$  seviyesinin 1,4-2,1;  $^3P^o_1$  seviyesinin 1,4-2,2;  $^3P^o_2$  seviyesinin 2,0-2,8;  $^1P^o_1$  seviyesinin 2,0-2,7

olarak hesaplanmıştır. Pa<sup>89+</sup> iyonunun 1s2s <sup>3</sup>S<sub>1</sub> seviyesinin yüzde hatası 0,8-0,9; 1s2s <sup>1</sup>S<sub>0</sub> seviyesinin 0,1; 1s2p <sup>3</sup>P<sub>0</sub> ve <sup>3</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 1,5; <sup>3</sup>P<sub>2</sub> seviyesinin 2,2 ve <sup>1</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 2,1 olduğu görülmüştür. U<sup>90+</sup> iyonunun 1s2s <sup>3</sup>S<sub>1</sub> seviyesinin yüzde hatası 0,9-2,4; 1s2s <sup>1</sup>S<sub>0</sub> seviyesinin 0,1; 1s2p <sup>3</sup>P<sub>0</sub> seviyesinin 1,6; <sup>3</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 0,07-2,8; <sup>3</sup>P<sub>2</sub> seviyesinin 5,5-2,3; <sup>1</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 1,1-2,3 olarak bulunmuştur. Np<sup>91+</sup> iyonunun 1s2s <sup>3</sup>S<sub>1</sub> seviyesinin yüzde hatası 1,0; 1s2s <sup>1</sup>S<sub>0</sub> seviyesinin 1,2; 1s2p <sup>3</sup>P<sub>0</sub> ve <sup>3</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 1,7; <sup>3</sup>P<sub>2</sub> seviyesinin 2,4-2,5; <sup>1</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin 2,4 olarak hesaplanmıştır.

Hesaplanan yüzde hatalara bakıldığında, atom numarası arttıkça ve her bir iyonun üst seviyelerine gidildikçe hafifçe arttıkları görülmektedir. Ancak karşılaştırması olan tüm değerlerin diğer çalışma sonuçlarıyla çok uyumlu olduğu görülmektedir. Özellikle tek deneysel karşılaştırma değerine sahip U<sup>90+</sup> iyonunu bu değerlerle (<sup>3</sup>P<sub>0</sub> seviyesinin yüzde hatası 1,6; <sup>1</sup>P<sub>1</sub> seviyesinin yüzde hatası 2,3) de çok uyumludur. Buradan hareketle karşılaştırma değeri olmayan daha üst seviyelerin enerji değerleri de kullanışlı olduğu söylenebilir.



Tablo 3.1. Helyum benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np için seviye enerjileri (cm<sup>-1</sup>).

Seviye		Enerjiler						
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)		
1s <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
1s2p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>1</sup>	708927513,38	726607659,23	744560182,57	762787691,13	781292897,74		
		718804918 <sup>7</sup>	737403018 <sup>7</sup>	756357489 <sup>7</sup>	785089256,05 <sup>4</sup>	795302740 <sup>7</sup>		
		718850447,21 <sup>9</sup>	737854875,84 <sup>9</sup>	756409166,67 <sup>9</sup>	785436641,9 <sup>5</sup>	795361127,52 <sup>9</sup>		
			737440485,1 <sup>10</sup>		763354967,8 <sup>6</sup>			
			743029807 <sup>11</sup>		775640794 <sup>7</sup>			
			740525398,5 <sup>12</sup>		775701190,1 <sup>8</sup>			
					775659997,55 <sup>9</sup>			
					775684795,3 <sup>10</sup>			
					775671047,3 <sup>14</sup>			
			<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>0</sup>	709504970,28	727212502,86	745193213,24	763449723,84	781984758,70
				719581903 <sup>7</sup>	738221528 <sup>7</sup>	757219323 <sup>7</sup>	776547832 <sup>7</sup>	796256954 <sup>7</sup>
				719607720,76 <sup>9</sup>	738249119,43 <sup>9</sup>	757248789,39 <sup>9</sup>	776543416,14 <sup>9</sup>	796290197,07 <sup>9</sup>
					738238187,6 <sup>10</sup>		776568444,1 <sup>10</sup>	
					743457280,6 <sup>11</sup>			
1s2s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	712173025,71	730148202,08	748413810,97	766973338,16	785830334,99		
		717662312 <sup>7</sup>	736252538 <sup>7</sup>	755198201 <sup>7</sup>	786246664,04 <sup>4</sup>	794134580 <sup>7</sup>		
		717713931,97 <sup>9</sup>	736307582,64 <sup>9</sup>	755256842,97 <sup>9</sup>	786607919,6 <sup>5</sup>	794200889,59 <sup>9</sup>		
			736296802,8 <sup>10</sup>		774477957 <sup>7</sup>			
			741319912,5 <sup>11</sup>		74508399,74 <sup>9</sup>			
					774529590,6 <sup>10</sup>			
			<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	712870264,14	730848461,01	749116909,20	767679093,47	786538564,16
				719567945 <sup>7</sup>	738215740 <sup>7</sup>	757221009 <sup>7</sup>	776607181,3 <sup>6</sup>	796283066 <sup>7</sup>
				719594735,24 <sup>9</sup>	738247748,29 <sup>9</sup>	757251289,70 <sup>9</sup>	776562479 <sup>7</sup>	796316732,69 <sup>9</sup>
					738238955,7 <sup>10</sup>		776564628,51 <sup>9</sup>	
			742763644,1 <sup>11</sup>		776589731,1 <sup>10</sup>			

[4-6], [9], [11] ve [13] kaynaklarından alınan değerler eV biriminden, [8], [10] ve [12] kaynaklarından alınan değerler a.u. biriminden cm<sup>-1</sup> birimine çevrilmiştir.

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
1s2p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	734070872,19	752977553,09	772202312,54	791749009,10	811621564,45
		748790295 <sup>7</sup>	769048534 <sup>7</sup>	789744448 <sup>7</sup>	750215315,9 <sup>5</sup>	832430980 <sup>7</sup>
		748847730,99 <sup>9</sup>	769109827,33 <sup>9</sup>	789809777,64 <sup>9</sup>	810886646,77 <sup>5</sup>	832504955,60 <sup>9</sup>
			769095640,2 <sup>10</sup>		810853643 <sup>7</sup>	
			774751575,8 <sup>11</sup>		810908893,2 <sup>10</sup>	
	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	734913147,41	753839260,34	773083821,00	792650693,65	812543805,37
		749411850,99 <sup>9</sup>	769626340 <sup>7</sup>	790332557 <sup>7</sup>	749267614,94 <sup>4</sup>	833040113 <sup>7</sup>
		749357936 <sup>7</sup>	769683948,60 <sup>9</sup>	790394021,17 <sup>9</sup>	749614755,8 <sup>5</sup>	833109871,10 <sup>9</sup>
			769673933,9 <sup>10</sup>		791761799,6 <sup>6</sup>	
			775187114,9 <sup>11</sup>		811452197 <sup>7</sup>	
		772744274,2 <sup>12</sup>		811521556,6 <sup>8</sup>		
				811481157,73 <sup>9</sup>		
				811507971,2 <sup>10</sup>		
				811377192,9 <sup>13</sup>		
				811603028 <sup>14</sup>		
1s3s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	849871075,52	871414557,86	893307398,71	915553621,75	938157314,80
1s3s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	850002766,47	871545890,98	934383385,66	915684134,24	938287366,66
1s3p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	850158502,07	871711597,55	893614924,23	915872502,39	938488503,54
1s3p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	850267759,40	871825005,24	893732536,95	915994375,81	938614691,24
1s3p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	856175748,19	877986819,00	900155447,06	922685797,71	945582115,11
1s3p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	856403065,03	878219091,89	900392754,69	922928220,47	945829733,76
1s3d	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	861354939,79	883503804,54	906028351,90	928933500,84	952224256,01
1s3d	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	861420286,01	883571616,98	906098694,98	929006440,04	952299857,86
1s3d	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	863701842,37	885962530,29	908602964,07	931628167,53	955043251,88
1s3d	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	863752093,65	886014423,95	908656538,27	931683460,94	955100303,75
1s4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	896046518,11	918727690,42	941774291,65	965190295,55	988979885,72
1s4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	896081687,84	918763964,68	941811668,66	965228775,42	989019466,98
1s4s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	896305810,50	919005461,56	942071104,75	965506832,92	989316801,48

[4-6], [9], [11] ve [13] kaynaklarından alınan değerler eV biriminden, [8], [10] ve [12] kaynaklarından alınan değerler a.u. biriminden cm<sup>-1</sup> birimine çevrilmiştir.

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
1s4s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	896348960,87	919048344,12	942113712,90	965549160,85	989358844,09
1s4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	898154511,70	920914928,34	944042238,54	967540489,53	991413819,29
1s4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	898239152,48	921001134,34	944130020,84	967629860,71	991504791,02
1s4f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	901456718,05	924416472,17	947753118,31	971471120,48	995575015,03
1s4f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	901469686,19	924429902,70	947767022,60	971485510,09	995589901,71
1s4f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	901938732,16	924921212,65	948281396,50	972023767,90	996152883,86
1s4f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	901948182,86	924930995,36	948291519,12	972034238,57	996163710,71
1s4d	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	904389553,34	927566660,30	951133315,62	975094529,36	999455399,22
1s4d	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	904414295,42	927592271,97	951159815,25	975121935,43	999483730,28
1s4d	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	905328712,22	928548640,43	952159539,39	976166448,07	1000574493,23
1s4d	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	905350382,37	928570982,53	952182567,70	976190177,01	1000598937,36
1s5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	917138047,52	940338802,69	963912193,65	987862150,70	1012192879,93
1s5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	917152972,00	940354152,00	963927963,57	987878340,04	1012209486,53
1s5s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	917255779,71	940464881,11	964046779,26	988005582,84	1012345462,61
1s5s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	917274888,12	940483913,30	964065744,27	988024491,14	1012364326,12
1s5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	918085678,99	941319481,47	964926341,36	988910314,10	1013275565,27
1s5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	918125335,05	941359784,28	964967291,03	988951913,85	1013317817,39
1s5f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	920880805,07	944292097,33	968085753,36	992266251,41	1016838142,33
1s5f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	920887292,57	944298809,03	968092694,33	992273426,82	1016845557,41
1s5f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	921124897,77	944547502,78	968352862,19	992545463,20	1017129865,76
1s5g	<sup>3</sup> G <sub>4</sub>	921127850,25	944550625,98	968356170,95	992548973,13	1017133593,21
1s5f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	921129749,15	944552522,04	968358053,23	992550829,96	1017135412,24
1s5g	<sup>3</sup> G <sub>3</sub>	921131568,78	944554471,22	968360145,76	992553080,37	1017137835,82
1s5g	<sup>3</sup> G <sub>5</sub>	921273154,56	944702587,40	968515015,66	992714932,34	1017306903,29
1s5g	<sup>1</sup> G <sub>4</sub>	921276116,06	944705649,91	968518181,43	992718203,68	1017310282,51
1s5d	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	924308426,82	947960567,11	972008568,66	996457475,83	1021312421,07
1s5d	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	924319863,09	947972372,80	972020749,75	996470038,27	1021325370,75
1s5d	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	924758795,23	948430388,42	972498421,08	996967945,91	1021844103,47
1s5d	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	924769659,55	948441568,32	972509922,41	996979774,47	1021856265,13
1s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	928382755,56	951855706,92	975704975,37	999934380,83	1024548156,78
1s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	928390153,74	951863297,85	975712753,67	999942345,75	1024556306,50
1s6s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	928445600,17	951923158,76	975776975,11	1000011165,67	1024629908,89

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
1s6s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	928456159,26	951933717,00	975787537,87	1000021738,53	1024640497,70
1s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	928872685,35	952361581,03	976226814,71	1000472422,27	1025102585,98
1s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	928893907,84	952383106,15	976248637,64	1000494544,08	1025125006,41
1s6f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	931454526,19	955112122,83	979155089,56	1003587913,03	1028415152,56
1s6f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	931458165,24	955115882,46	979158972,27	1003591921,28	1028419288,85
1s6f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	931592967,67	955256819,12	979306246,29	1003745739,93	1028579863,56
1s6f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	931595752,58	955259697,86	979309220,94	1003748812,54	1028583036,25
1s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	935074240,98	958707026,67	982718476,06	1007112051,00	1031892037,10
1s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	935078290,01	958711176,40	982722717,07	1007116383,67	1031896460,13
1s6d	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	935091119,80	958999145,99	983306356,14	1008017808,67	1033138650,25
1s6d	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	935097103,47	959005206,04	983312692,98	1008024324,73	1033145346,98
1s7s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	935105522,01	958740840,29	982754127,06	1007149793,34	1031931914,91
1s7s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	935112186,63	958747499,40	982760994,08	1007156785,09	1031939048,58
1s6d	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	935334179,34	959252043,39	983569346,87	1008291150,23	1033422602,00
1s6d	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	935340253,22	959258279,66	983575748,01	1008297718,66	1033429340,14
1s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	935352008,92	958993437,27	983013187,34	1007415218,07	1032203729,33
1s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	935364430,94	959006016,92	983025911,75	1007428088,87	1032216745,71
1s7f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	937830038,13	961636102,71	985829345,79	1010414258,74	1035395405,64
1s7f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	937832254,92	961638389,29	985831703,44	1010416688,66	1035397909,11
1s7f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	937915284,00	961725077,90	985922165,54	1010511040,22	1035496267,97
1s7f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	937917018,82	961726869,12	985924014,29	1010512947,63	1035498235,21
1s8s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	939393568,33	963129978,64	987245797,94	1011745141,25	1036632185,24
1s8s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	939397886,76	963134378,91	987250290,33	1011749736,57	1036636894,80
1s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	939420172,23	963110902,64	987225937,51	1011724182,27	1036610110,66
1s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	939422536,79	963113309,05	987228387,25	1011726678,66	1036612652,82
1s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	939588013,00	963282803,23	987402180,44	1011905020,40	1036795564,97
1s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	939595766,67	963290611,51	987410053,14	1011912963,53	1036803577,72
1s7d	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	941568852,98	965630007,91	990092305,29	1014960810,27	1040240676,12
1s7d	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	941572202,54	965633440,83	990095821,94	1014964410,98	1040244361,11
1s7d	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	941709932,83	965776226,96	990243771,31	1015117630,91	1040402958,90
1s7d	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	941713604,73	965779983,70	990247613,72	1015121559,84	1040406975,20
1s8f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	941964869,39	965867125,72	990157727,73	1014841169,51	1039879358,51

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
1s8f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	941966305,15	965868603,66	990159248,48	1014842733,66	1039880840,05
1s8f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	942020750,60	965925345,72	990218352,94	1014904267,25	1039922018,04
1s8f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	942021902,60	965926533,26	990219576,69	1014905527,83	1039923626,20
1s9s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	942317972,76	966123380,98	990309055,55	1014879113,60	1039837734,11
1s9s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	942319063,59	966124321,60	990309832,01	1014879710,57	1039838134,63
1s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	942350123,98	966109647,37	990345480,15	1014918060,01	1039987656,45
1s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	942351507,07	966111054,12	990346916,00	1014919518,99	1039988954,49
1s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	942452959,14	966214753,14	990453486,43	1015028528,05	1039992292,82
1s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	942457947,17	966219760,13	990458537,93	1015033606,88	1039997398,49
1s9f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	944796725,62	968764768,15	993121954,82	1017872781,59	1043021817,32
1s9f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	944797705,36	968765773,02	993122985,06	1017873837,44	1043022899,02
1s9f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	944835589,31	968805122,14	993163835,42	1017916225,35	1043066861,01
1s9f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	944836406,94	968805962,40	993164698,59	1017917111,79	1043067771,04
2p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1425566850,56	1461043974,68	1497066342,76	1533639269,11	1570768144,61
2s2p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1428941489,93	1464716944,38	1501056380,72	1537965880,23	1575451728,42
2s2p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1429312164,11	1465092311,16	1501436429,16	1538350600,31	1575841109,86
2s <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1433742916,50	1469833119,39	1506505535,68	1543767139,59	1581625037,05
2p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1451070285,08	1487785789,56	1525092869,04	1562998045,74	1601507938,27
2p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	1451255856,13	1487971203,73	1525278033,07	1563182864,83	1601692315,93
2s2p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1454717575,61	1491735367,99	1529363047,90	1567607971,53	1606477626,82
2s2p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1455625947,37	1492656319,70	1530296664,96	1568554339,98	1607436832,59
2p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1476947459,61	1514907037,49	1553504322,07	1592747051,87	1632643080,69
2p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1477640242,85	1515610044,43	1554217674,90	1593470874,04	1633377496,77
2p3p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1566574785,53	1605864193,87	1645773188,63	1686308362,79	1727476411,74
2p3p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1566843591,35	1606134087,81	1646044062,30	1686580111,90	1727748936,20
2p3s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1567608365,25	1606965291,12	1646945198,05	1687554698,41	1728800616,94
2p3s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1567615270,39	1606971857,31	1646951414,81	1687560560,48	1728806118,41
2s3s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1571871229,64	1611531785,33	1651829655,11	1692769168,52	1734350842,68
2s3s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1572124656,24	1611792782,34	1652101951,75	1693059683,24	1734673625,18
2s3p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1572172471,79	1611843242,21	1652154803,17	1693114601,70	1734730253,28
2s3p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1572190313,15	1611861067,07	1652172582,88	1693132303,54	1734747844,73
2p3p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1572759359,42	1612303776,42	1652474733,33	1693278881,90	1734722973,03

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2p3p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1572793542,03	1612346047,98	1652528853,14	1693351800,01	1734828771,97
2s3p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1578272909,19	1618205001,85	1658785457,08	1700021854,42	1741921907,94
2s3p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1578345229,80	1618277893,55	1658858919,81	1700095888,07	1741996512,38
2p3d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1587517486,07	1627776384,49	1668689249,64	1710263500,56	1752506668,11
2p3d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1589207407,84	1629554022,71	1670557867,03	1712226443,90	1754567369,51
2p3p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1592602241,57	1633140069,64	1674343696,37	1716220931,69	1758779706,92
2p3p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1592607557,43	1633144810,43	1674347840,52	1716224457,43	1758782592,21
2p3s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1593480245,58	1634081510,62	1675351669,55	1717298613,84	1759930367,62
2p3s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1593557838,70	1634159813,13	1675430678,59	1717378327,51	1760010784,05
2p3p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1598510424,49	1639301379,68	1680765121,38	1722909518,13	1765742556,37
2p3p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1598517451,81	1639308533,47	1680772407,19	1722916941,46	1765750122,75
2p3p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1598775486,37	1639568724,42	1681034720,37	1723181342,09	1766016575,47
2p3p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1599047338,47	1639844223,22	1681313889,76	1723464205,58	1766303156,07
2p3d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1599089036,06	1639892118,29	1681368263,52	1723525347,36	1766371363,39
2p3d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1601075035,73	1641968455,62	1683538173,28	1725792146,64	1768738452,93
2p4p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1613763102,89	1654252279,53	1695379832,36	1737152493,77	1779577097,61
2p4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1613835019,43	1654324448,00	1695452270,04	1737225223,20	1779650146,88
2p4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1615933113,93	1656503772,55	1697714509,64	1739572052,50	1782083228,38
2p4p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1615938139,58	1656508413,31	1697718778,18	1739575959,28	1782086781,99
2p4s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1616088871,19	1656732319,88	1698022292,07	1739965670,40	1782569637,55
2p4s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1616106705,36	1656750460,10	1698040739,69	1739984436,63	1782588731,50
2s4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1618249800,18	1659057037,57	1700521395,20	1742650325,91	1785451574,66
2s4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1618258545,01	1659065988,88	1700530555,89	1742659705,41	1785461180,44
2s4s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1618520143,80	1659345061,25	1700827650,51	1742975498,95	1785796321,95
2s4s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1618571458,51	1659396433,82	1700879062,71	1743026935,00	1785847768,43
2p4f	<sup>3</sup> G <sub>3</sub>	1620276986,27	1661110403,71	1702597076,71	1744744227,63	1787559190,76
2p4f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	1620288364,55	1661121838,97	1702608566,66	1744755769,95	1787570783,12
2s4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1620350390,08	1661236172,70	1702780518,52	1744990965,97	1787875215,14
2s4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1620378349,54	1661264338,95	1702808894,53	1745019554,74	1787904019,67
2p4f	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1620753269,32	1661608288,89	1703117296,81	1745287531,91	1788126345,13
2p4f	<sup>3</sup> G <sub>4</sub>	1620760333,43	1661615518,58	1703124694,85	1745295101,08	1788134088,20
2s4f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	1624147688,76	1665239659,47	1706998808,77	1749432925,41	1792549925,14

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2s4f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1624150187,53	1665242453,13	1707001907,58	1749436339,78	1792553665,65
2s4f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	1624620070,31	1665734632,09	1707517183,39	1749975533,27	1793117617,97
2s4f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1624642690,28	1665757740,37	1707540788,41	1749999643,48	1793142242,01
2p4d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1630357829,99	1671638504,74	1713586809,82	1756210250,37	1799516445,26
2p4d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1631031490,27	1672344876,40	1714326975,49	1756985312,53	1800327526,25
2p5p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1634939232,66	1675951206,44	1717609012,70	1759919421,72	1802889305,12
2p5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1634998013,11	1676012721,91	1717673462,68	1759987017,70	1802960270,85
2p5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1635909799,48	1676955209,49	1718647002,53	1760991935,89	1803996868,66
2p5p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1635911008,87	1676956310,23	1718647993,48	1760992815,64	1803997635,64
2p5s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1637097300,04	1678252395,15	1720060971,62	1762529909,46	1805666416,83
2p5s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1637100876,34	1678255981,13	1720064561,52	1762533504,83	1805670017,58
2s5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1639382726,14	1680709353,93	1722700089,42	1765362452,97	1808704254,32
2s5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1639383035,51	1680709450,17	1722700131,28	1765362497,48	1808704326,22
2s5s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1639502038,76	1680840538,61	1722840499,59	1765512000,87	1808863106,02
2s5s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1639527472,60	1680862418,89	1722861730,39	1765533044,13	1808884112,21
2p4p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1639718270,01	1681455669,29	1723877661,82	1766992199,02	1810807351,03
2p4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1639723356,63	1681457120,92	1723878442,03	1766992808,15	1810807964,92
2p4s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1640181688,42	1681959353,91	1724413461,63	1767562986,77	1811414991,97
2p4s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1640203218,63	1681981767,04	1724435720,77	1767585214,83	1811437243,86
2s5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1640333526,39	1681684804,13	1723710501,25	1766407173,92	1809783608,86
2s5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1640346123,70	1681696467,36	1723722423,99	1766419289,38	1809795886,05
2p4p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1641817500,98	1683635841,32	1726140506,60	1769339437,75	1813240694,72
2p4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1641820727,39	1683639001,63	1726143631,83	1769342547,93	1813243802,88
2p4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1641887342,62	1683706020,74	1726211009,49	1769410248,96	1813311797,77
2p4p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1641984756,18	1683804141,30	1726309924,77	1769510012,20	1813412436,21
2p4d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1642125989,16	1683955935,47	1726472790,62	1769684509,40	1813599170,26
2p4d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1642892898,59	1684756074,12	1727307193,09	1770554222,39	1814505251,29
2p4f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub>	1643173499,96	1685051300,61	1727576294,47	1770897644,14	1814866136,97
2p4f	<sup>3</sup> G <sub>4</sub>	1643194991,18	1685063912,28	1727724066,46	1770941764,94	1814904660,06
2p4f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	1643199934,56	1685080843,48	1727650509,72	1770916948,88	1814888297,32
2p4f	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1643236620,62	1685118141,61	1727688426,46	1770955490,64	1814927469,68
2s5f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1643575067,16	1685118615,41	1727334814,30	1770231466,82	1813816503,25

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2s5f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	1643575141,80	1685118816,65	1727335146,79	1770231935,32	1813817112,51
2p4f	<sup>3</sup> G <sub>5</sub>	1643646149,82	1685640629,28	1728181000,74	1771461920,73	1815453785,04
2p4f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	1643649080,47	1685597791,84	1728157737,14	1771444044,63	1815437968,26
2p4f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	1643661624,96	1685565538,83	1728156931,91	1771446253,93	1815441310,84
2p4f	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	1643710005,07	1685613048,23	1728205585,83	1771495648,53	1815491383,82
2s5f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	1643813225,21	1685368003,43	1727595822,71	1770504495,06	1814101959,76
2s5f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	1643825904,48	1685380933,89	1727609008,33	1770517939,77	1814115667,60
2s5g	<sup>3</sup> G <sub>3</sub>	1643834975,47	1685391482,42	1727664623,54	1770518647,03	1814119188,99
2s5g	<sup>3</sup> G <sub>4</sub>	1643840949,67	1685404259,95	1727543347,45	1770501266,26	1814107543,56
2s5g	<sup>1</sup> G <sub>4</sub>	1643983064,95	1685464595,96	1727767660,75	1770686651,26	1814292906,04
2s5g	<sup>3</sup> G <sub>5</sub>	1643994980,56	1685502193,54	1727751089,16	1770675653,50	1814283991,34
2p6p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1646198481,09	1687481945,13	1729414739,93	1772003635,01	1815255501,05
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1646229039,10	1687514006,56	1729448428,99	1772039087,04	1815292866,34
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1646707305,46	1688007741,47	1729957809,48	1772564280,16	1815834025,25
2p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1646707856,25	1688008241,87	1729958261,25	1772564687,00	1815834397,53
2p6s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1648297849,47	1689721198,33	1731801526,97	1774545638,18	1817960763,22
2p6s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1648299152,39	1689722497,93	1731802815,75	1774546916,49	1817962029,68
2p5g	<sup>1</sup> F <sub>3</sub>	1649506852,64	1691238705,79	1733644385,26	1776731462,76	1820507625,81
2p5g	<sup>3</sup> F <sub>4</sub>	1649644392,77	1691382565,38	1733794779,32	1776888611,17	1820671753,27
2p5d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1650212651,41	1691965315,15	1734389340,48	1777516481,67	1821305896,50
2p5d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1650528890,21	1692296206,07	1734737356,12	1777858197,75	1821688507,16
2s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1650646364,45	1692244798,09	1734511217,12	1777452912,42	1821077685,06
2s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1650648231,63	1692247610,00	1734517512,89	1777441013,83	1821074381,37
2s6s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1650713380,17	1692316359,34	1734587234,83	1777533618,34	1821163248,51
2s6s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1650728544,43	1692331893,16	1734603161,23	1777549960,89	1821180031,02
2s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1651134894,29	1692749640,39	1735032826,45	1777993661,80	1821617771,75
2s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1651140469,02	1692754895,17	1735037330,16	1777995312,60	1821636623,67
2p7p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1652902425,62	1694346406,56	1736441799,64	1779195380,85	1822614026,87
2p7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1652919362,62	1694364134,15	1736460377,62	1779214872,80	1822634500,60
2p7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1653191718,04	1694644703,33	1736749237,89	1779512097,68	1822940159,65
2p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1653191944,51	1694644895,66	1736749394,99	1779512218,30	1822940242,09
2s6f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub>	1654150826,31	1695940772,12	1738406377,40	1781555442,06	1825395939,13



Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2s6f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1654151022,41	1695940901,48	1738406437,56	1781555453,49	1825395853,64
2s6f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	1654285819,74	1696081904,66	1738553852,22	1781709477,87	1825556724,52
2s6f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1654293274,14	1696089496,68	1738561583,73	1781717350,83	1825564740,89
2p7s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1654968147,90	1696549669,05	1738790294,31	1781696626,68	1825275945,39
2p7s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1654968798,86	1696550318,30	1738790932,14	1781697255,11	1825276564,00
2p8p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1657249930,44	1698799065,41	1741000290,27	1783861371,27	1827389024,94
2p8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1657279165,15	1698878775,79	1741033018,87	1783896351,13	1827426538,73
2s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1657345885,55	1699104107,19	1741532676,57	1784638503,38	1828429445,13
2s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1657346149,78	1699104373,11	1741532930,20	1784638749,17	1828429684,22
2s7s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1657379767,22	1699139810,00	1741567673,20	1784676903,78	1827599306,75
2s7s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1657388580,79	1699100746,48	1741581335,06	1784689929,84	1827599364,36
2p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1657435720,82	1698990331,66	1741197934,07	1784065299,25	1828472351,57
2p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1657435810,84	1698990742,23	1741201386,59	1784067614,49	1828483515,14
2s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1657621778,60	1699388654,77	1741825515,98	1784939803,14	1828739281,08
2s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1657625444,90	1699392344,96	1741829224,47	1784943528,51	1828743021,02
2p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1659259365,19	1700941686,28	1743284932,71	1786294952,45	1829979200,18
2p8s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1659259711,21	1700942047,42	1743285282,13	1786295294,74	1829979535,29
2p9p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1660228245,74	1701849981,33	1744125645,44	1787062028,04	1830666026,67
2p9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1660312121,87	1701938980,50	1744220016,97	1787162036,13	1830771945,28
2p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1660482207,33	1702005917,70	1744282910,01	1787223732,33	1830832810,44
2p9p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1660492031,71	1702006375,74	1744283062,74	1787223821,85	1830832869,96
2s7f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1660527683,96	1702466084,98	1745081952,72	1788383103,24	1832377480,03
2s7f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1660527875,54	1702466236,88	1745082063,65	1788383171,85	1832377505,05
2s7f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	1660610757,18	1702552818,06	1745172459,61	1788477499,86	1832475884,26
2s7f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1660615437,61	1702557578,58	1745177301,14	1788482423,32	1832480890,59
2p5p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1660744590,35	1703116289,50	1746071282,49	1789722916,45	1834081998,01
2p5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1660753990,14	1703116314,59	1746070612,57	1789722593,41	1834082176,55
2p5s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1661167382,36	1703446603,83	1746419150,73	1790092760,25	1834475069,59
2p5s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1661175804,61	1703454042,76	1746428424,87	1790101327,83	1834483673,36
2p6d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1661515245,63	1703566525,50	1746291735,27	1789704722,04	1833812283,56
2s8s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1661674587,51	1703534291,41	1746067659,64	1789279063,34	1833176764,74
2s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1661690549,75	1703511948,87	1746044204,43	1789254708,26	1833151544,50

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1661691507,67	1703511197,65	1746043852,22	1789254633,20	1833151601,89
2s8s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1661693734,02	1703540610,27	1746073399,96	1789285403,11	1833183841,89
2p6d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1661696710,54	1703752620,04	1746484302,17	1789903428,82	1834018028,88
2p5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1661802967,28	1704096209,25	1747080839,05	1790767296,38	1835160925,48
2p5p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1661804070,69	1704097448,87	1747082218,82	1790765928,42	1835159564,97
2p5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1661832941,46	1704125205,92	1747109960,15	1790795173,96	1835188935,45
2p5p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1661860470,87	1704168422,50	1747154010,94	1790839530,83	1835233581,86
2s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1661862496,89	1703681010,27	1746218352,62	1789433807,70	1833335414,29
2s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1661863667,94	1703684964,59	1746220600,83	1789435483,56	1833338201,27
2p5d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1662046992,80	1704351522,08	1747349397,67	1791048498,22	1835456901,45
2p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1662298289,26	1703934440,77	1746398008,95	1789481826,65	1833240923,76
2p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1662299061,85	1703934747,66	1746398170,83	1789482613,45	1833240524,84
2p5d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1662420976,22	1704738293,84	1747750068,09	1791463866,90	1835887606,72
2p5g	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1662874916,17	1705217750,93	1748255119,60	1791995056,50	1836445716,61
2p5g	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1663012208,58	1705361340,32	1748405220,22	1792151887,08	1836609499,01
2s9s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1664603697,41	1706535023,99	1749138294,27	1792421124,30	1836391258,04
2s9s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1664606893,78	1706538255,28	1749141562,56	1792424434,10	1836394619,91
2s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1664628236,71	1706512542,82	1749165631,74	1792450087,94	1836421940,31
2s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1664628472,47	1706512621,98	1749165855,89	1792450292,05	1836422109,55
2s8f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1664663363,67	1706697950,42	1749411170,54	1792810842,79	1836904913,90
2s8f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1664663514,20	1706698075,48	1749411269,26	1792810914,47	1836904957,58
2s8f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	1664717770,86	1706754652,56	1749470233,28	1792872332,75	1836968898,15
2s8f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1664720890,61	1706757820,42	1749473449,95	1792875599,28	1836972217,42
2s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1664729324,81	1706617229,03	1749271679,27	1792558543,22	1836532790,04
2s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1664730847,00	1706618753,68	1749273232,67	1792560129,89	1836534459,48
2s9f	<sup>3</sup> F <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1667495752,43	1709596123,40	1752375925,64	1795842979,86	1840005234,23
2s9f	<sup>3</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1667495867,26	1709596220,75	1752376005,13	1795843041,11	1840005276,86
2s9f	<sup>3</sup> F <sub>4</sub> <sup>o</sup>	1667533527,46	1709635361,11	1752416662,11	1795885251,38	1840049077,35
2s9f	<sup>1</sup> F <sub>3</sub> <sup>o</sup>	1667535741,94	1709637602,44	1752418930,47	1795887546,95	1840051400,32
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1672127112,34	1714658532,16	1757885487,33	1801815963,23	1846458064,73
2p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1672127253,18	1714658632,57	1757885546,57	1801815980,70	1846458039,76
2p6s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1672365127,01	1714912677,15	1758156617,07	1802104944,23	1846765802,92

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2p6s	<sup>1</sup> P <sub>0</sub>	1672369255,23	1714916800,42	1758160739,68	1802109064,59	1846769920,91
2p6p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1672611315,81	1715158603,52	1758401635,32	1802348390,77	1847006968,72
2p6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1672611942,43	1715159241,07	1758402284,19	1802349051,39	1847007641,41
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1672625898,95	1715173240,59	1758416327,65	1802363140,10	1847021777,16
2p6p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1672648285,64	1715195794,98	1758439047,93	1802386024,41	1847044823,62
2p6d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1672955587,21	1715524898,97	1758791204,45	1802762538,58	1847447057,58
2p6d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1673145181,94	1715721498,16	1758994972,43	1802973640,41	1847665659,18
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1678825790,11	1721517343,92	1764906473,40	1809001167,19	1853809526,31
2p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1678825874,21	1721517405,64	1764906512,53	1809001183,47	1853809533,07
2p7s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1679034648,10	1721740418,86	1765144562,73	1809255058,57	1854080057,45
2p7s	<sup>1</sup> P <sub>0</sub>	1679036888,63	1721742651,56	1765146790,58	1809257280,60	1854082273,67
2p6p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1679099882,08	1721799765,34	1765197305,72	1809300488,16	1854117416,84
2p6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1679100230,63	1721800120,25	1765197667,15	1809300856,26	1854117791,77
2p6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1679108144,98	1721808049,49	1765205612,56	1809308819,36	1854125774,43
2p6p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1679121013,18	1721820990,17	1765218624,20	1809321900,47	1854138923,39
2p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1683135897,64	1725929891,78	1769422750,57	1813622464,76	1858537144,43
2p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1683135952,25	1725929933,39	1769422779,14	1813622480,24	1858537146,73
2p8p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1683300041,35	1726098569,90	1769595987,94	1813800283,83	1858719565,18
2p8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1683300251,89	1726098784,11	1769596205,90	1813800505,58	1858719790,82
2p8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1683305893,98	1726104522,09	1769602049,09	1813806464,07	1858725875,35
2p8p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1683313779,76	1726112433,18	1769609984,43	1813814422,56	1858733855,96
2p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1683325240,79	1726132138,26	1769638703,25	1813852839,53	1858782716,81
2p8s	<sup>1</sup> P <sub>0</sub>	1683326535,43	1726133424,51	1769639984,48	1813854114,79	1858783986,18
2p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1686074242,68	1728937960,14	1772501421,03	1816772618,04	1861759663,11
2p9p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1686074278,19	1728937988,04	1772501441,31	1816772630,72	1861759668,22
2p9p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1686170719,44	1729036594,75	1772602203,77	1816875537,52	1861864706,37
2p9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1686170850,55	1729036727,75	1772602338,66	1816875674,34	1861864845,14
2p9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1686182475,48	1729048902,49	1772615093,50	1816889040,83	1861878856,14
2p9p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1686187546,67	1729053973,00	1772620162,89	1816894108,66	1861883921,97
2p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1686259322,13	1729123845,41	1772705158,92	1816990020,86	1861991476,99
2p9s	<sup>1</sup> P <sub>0</sub>	1686260107,21	1729124597,03	1772705919,49	1816990776,12	1861992227,05
3p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1709428571,53	1752561801,10	1796388913,65	1840917794,32	1886156455,56

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3s3p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1711126294,23	1754372943,55	1798318724,55	1842971595,81	1888339701,47
3s3p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1711303837,67	1754552866,89	1798501019,39	1843156254,96	1888526717,59
3s <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1711498493,21	1754758454,06	1798718534,52	1843386787,59	1888771394,38
3p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1715364709,90	1758748481,93	1802833172,24	1847626720,80	1893137191,60
3p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	1715479145,13	1758864307,82	1802950389,78	1847745331,04	1893257195,62
3s3p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1717166714,19	1760667683,48	1804874746,09	1849795963,99	1895439528,95
3s3p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1717569562,31	1761075110,03	1805286764,18	1850212587,19	1895860770,35
3p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1721467871,60	1765106580,41	1809453184,46	1854515682,43	1900302193,72
3p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1721734351,58	1765376072,01	1809725713,88	1854791275,63	1900580876,51
3p4p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1756784770,06	1801118917,65	1846165829,56	1891933525,83	1938430152,76
3p4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1756891638,67	1801227383,93	1846275862,43	1892045098,66	1938543243,49
3s4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1757868319,96	1802267971,18	1847383547,72	1893223023,32	1939794662,90
3s4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1757886477,61	1802286432,82	1847402317,27	1893242104,78	1939814060,34
3s4s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1758143017,68	1802562501,69	1847698585,04	1893559382,29	1940153132,12
3s4s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1758292139,24	1802712205,59	1847848968,87	1893710552,79	1940305207,64
3p4p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1758958956,11	1803373701,29	1848502919,26	1894354622,96	1940936950,40
3p4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1758966757,00	1803382035,43	1848511862,69	1894364262,41	1940947385,67
3s4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1759979673,80	1804459659,85	1849657198,70	1895580364,76	1942237390,11
3s4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1760015653,39	1804496185,08	1849694275,00	1895617997,86	1942275585,78
3p4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1762894009,99	1807482840,63	1852791410,45	1898827798,44	1945600206,71
3p4p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1762904255,91	1807493143,90	1852801768,09	1898838207,50	1945610664,10
3d4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1763544058,59	1808135323,72	1853444902,15	1899480772,82	1946251034,78
3d4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1764875712,58	1809529716,43	1854904167,44	1901007087,72	1947846619,39
3p4p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1764953342,05	1809622115,53	1855012344,65	1901132100,84	1947989577,24
3p4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1764958257,94	1809626995,50	1855017191,61	1901136917,54	1947994366,45
3p4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1765052053,76	1809721526,69	855112441,23	1901232868,61	1948091001,88
3p4p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1765203607,96	1809874638,58	1855267117,86	1901389116,77	1948248828,11
3d4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1765554430,52	1810241361,70	1855650041,64	1901788535,99	1948665031,72
3d4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1766964402,20	1811715325,65	1857190145,38	1903396970,16	1950344030,07
3p5p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1778051062,70	1822908070,21	1868485207,45	1914790524,61	1961832197,49
3p5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1778161424,32	1823021886,22	1868602690,53	1914911901,15	1961957706,59
3p5p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1779024761,60	1823916059,00	1869528127,78	1915869012,99	1962946885,03

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3p5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1779064501,88	1823960447,38	1869578104,21	1915925781,08	1963012007,72
3s5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1779103333,06	1824024893,82	1869669707,46	1916045748,88	1963161314,78
3s5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1779108730,72	1824030340,83	1869675204,08	1916051294,62	1963166909,31
3s5s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1779191576,12	1824117067,98	1869765062,94	1916143434,68	1963260085,60
3s5s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1779245955,53	1824176948,99	1869831413,55	1916217484,32	1963343423,37
3s5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1780040884,15	1824995472,36	1870673783,00	1917083905,55	1964234101,36
3s5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1780053937,43	1825008684,36	1870687154,80	1917097437,68	1964247794,56
3p5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1784115863,68	1829226693,57	1875064583,87	1921637642,01	1968954097,83
3p5p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1784119043,06	1829229870,50	1875067756,32	1921640807,96	1968957255,22
3d5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1784409583,41	1829521606,96	1875360113,56	1921933173,28	1969248977,62
3d5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1784954612,52	1830088794,62	1875949996,48	1922546288,37	1969885861,50
3p5p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1785039216,71	1830182864,59	1876054130,76	1922661113,92	1970012034,76
3p5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1785041056,90	1830184688,49	1876055939,52	1922662908,63	1970013816,48
3p5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1785065401,66	1830209288,11	1876080803,36	1922688047,19	1970039241,54
3p5p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1785129623,56	1830274118,85	1876146242,44	1922754094,04	1970105895,41
3d5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1786498898,08	1831709730,53	1877650595,20	1924329652,17	1971755184,28
3d5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1787067835,77	1832301023,35	1878264776,56	1924967255,31	1972416742,05
3p6p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1789348187,49	1834477842,48	1880331220,36	1926916378,49	1974241499,56
3p6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1789387599,14	1834519239,39	1880374705,93	1926962060,14	1974289488,77
3p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1789848904,89	1834995163,95	1880865411,06	1927467699,97	1974810209,74
3p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1789857793,45	1835002087,53	1880870756,77	1927471770,79	1974813243,41
3s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1790395171,56	1835589319,87	1881510389,54	1928166284,16	1975565322,82
3s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1790397552,20	1835591714,58	1881512798,85	1928168707,69	1975567760,42
3s6s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1790453048,87	1835653598,63	1881580642,35	1928242410,92	1975647242,07
3s6s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1790487254,91	1835686270,97	1881612195,70	1928273175,35	1975677481,79
3s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1790876353,47	1836086361,26	1882023364,07	1928695437,99	1976110860,31
3s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1790882734,13	1836092807,35	1882029876,00	1928702015,59	1976117503,60
3p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1795403980,43	1840787470,44	1886901618,70	1933754535,80	1981354450,72
3p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1795405537,45	1840788998,68	1886903109,25	1933755976,65	1981355825,47
3s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1795514419,06	1840895131,57	1887006010,29	1933855142,66	1981450737,61
3s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1795788883,00	1841179819,88	1887301120,46	1934160870,21	1981767275,58
3p6p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1795878483,38	1841277554,56	1887407492,32	1934276406,46	1981892528,71

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3p6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1795878883,13	1841277909,16	1887407789,68	1934276622,56	1981892601,73
3p6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1795889713,13	1841288939,23	1887419040,72	1934288126,21	1981904424,23
3p6p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1795920769,59	1841320066,62	1887450137,05	1934318981,65	1981934506,53
3p7p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1796065754,51	1841356049,37	1887372147,89	1934122122,58	1981614195,87
3p7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1796087253,97	1841378694,32	1887396078,47	1934147578,37	1981641705,02
3p7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1796345940,42	1841644918,02	1887669811,01	1934428685,20	1981929736,46
3p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1796347650,33	1841646664,21	1887671601,27	1934430531,81	1981931658,53
3s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1797106689,60	1842460822,77	1888544144,38	1935364298,14	1982929641,84
3s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1797107762,33	1842461910,40	1888545244,43	1935365408,07	1982930759,92
3s7s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1797144614,90	1842501258,22	1888586735,55	1935409195,11	1982976910,59
3s7s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1797158027,04	1842515084,80	1888601005,14	1935423936,94	1982992154,80
3s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1797377684,21	1842740399,00	1888832052,10	1935660670,09	1983234551,66
3s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1797381365,31	1842744067,98	1888835731,43	1935664368,67	1983238273,82
3d6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1797634258,91	1843114897,42	1889329314,31	1936285671,99	1983992265,44
3d6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1797919269,69	1843410206,15	1889635096,01	1936602112,17	1984319551,34
3p8p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1800405964,04	1845799966,82	1891921101,02	1938777431,83	1986377149,72
3p8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1800430099,21	1845825612,32	1891948339,62	1938806349,13	1986407834,11
3p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1800581050,51	1845980426,69	1892107014,54	1938968878,42	1986574208,05
3p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1800582011,94	1845981374,34	1892107949,54	1938969801,73	1986575120,45
3s8s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1801440964,49	1846898881,54	1893086869,50	1940013078,45	1987685783,74
3s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1801448114,81	1846874635,77	1893061501,47	1939986333,00	1987657627,23
3s8s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1801448683,05	1846906868,00	1893095139,51	1940021647,50	1987694667,34
3s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1801448814,41	1846875323,25	1893062189,68	1939987022,11	1987658317,37
3s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1801610865,20	1847041562,83	1893232844,16	1940162286,90	1987838221,35
3s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1801612948,61	1847043642,75	1893234943,00	1940164403,87	1987840355,51
3p7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1802113081,02	1847656664,74	1893932949,31	1940950053,02	1988716216,12
3p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1802113607,89	1847657211,48	1893933510,40	1940950623,78	1988716792,49
3d7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1802134490,72	1847673292,04	1893944324,89	1940955678,67	1988715568,12
3d7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1802288577,53	1847832698,26	1894109127,48	1941125956,22	1988891397,45
3p7p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1802381403,87	1847933208,62	1894217793,95	1941243275,20	1989017889,67
3p7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1802382062,03	1847933843,58	1894218408,28	1941243870,94	1989018468,47
3p7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1802387174,24	1847939072,11	1894223758,47	1941249349,23	1989024082,33

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3p7p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1802406021,53	1847958001,48	1894242772,97	1941268450,93	1989043272,28
3p9p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1803372745,80	1848838206,25	1895031765,95	1941961494,60	1989635587,22
3p9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1803430095,80	1848898505,78	1895095125,03	1942028025,20	1989705403,20
3p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1803499620,74	1848968962,04	1895166462,96	1942100193,34	1989778348,42
3p9p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1803500134,80	1848969471,44	1895166968,79	1942100696,84	1989778851,08
4s4p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1803831031,20	1849330722,46	1895559935,08	1942526510,78	1990238707,31
4s4p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1803928931,45	1849430273,18	1895661123,96	1942629335,98	1990343163,47
3d7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1804268719,22	1849907978,45	1896284332,62	1943402559,20	1991274012,19
3s9s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1804379146,68	1849906517,25	1896164832,88	1943162243,45	1990907024,22
3s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1804383702,26	1849879149,01	1896169534,53	1943167174,70	1990912202,78
3s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1804383750,74	1849879431,23	1896169854,15	1943167508,23	1990912543,20
3s9s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1804387265,48	1849914963,40	1896173620,96	1943171388,38	1990916541,29
3d7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1804428457,38	1850073119,17	1896453629,78	1943578227,76	1991455235,92
3s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1804482609,48	1849980363,94	1896272437,51	1943273484,68	1991021013,74
3s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1804484104,98	1849981482,06	1896274796,98	1943274919,52	1991022421,19
4p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1804562155,69	1850106128,10	1896381664,98	1943396926,59	1991160198,47
4s <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1805320951,96	1850904185,51	1897220741,54	1944278813,33	1992086718,87
3d8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1806397432,50	1852037277,76	1898410629,97	1945525585,52	1993390362,38
3p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1806430731,18	1852077084,49	1898461411,22	1945602249,14	1993483330,48
3p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1806430732,15	1852077830,68	1898457709,40	1945581268,23	1993458359,62
3d8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1806489868,72	1852132624,37	1898508918,21	1945626845,16	1993494621,54
3p8p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1806590176,66	1852240760,54	1898625360,14	1945752094,29	1993629203,88
3p8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1806590488,86	1852241064,20	1898625658,94	1945752389,27	1993629495,56
3p8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1806600524,64	1852245659,59	1898630186,77	1945757081,64	1993634399,31
3p8p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1806605671,24	1852256484,85	1898641328,57	1945768322,21	1993645707,54
4p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1806631676,15	1852252699,17	1898604529,03	1945682641,80	1993520650,25
4p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	1806691165,00	1852319417,44	1898675322,09	1945771645,72	1993614488,80
4s4p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1806738525,49	1852370066,19	1898735203,65	1945842042,28	1993698856,95
4s4p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1806920072,36	1852552860,66	1898919054,23	1946026729,24	1993884125,85
4p4d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1807435589,81	1853065733,26	1899428227,87	1946531169,53	1994382785,05
4p4d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1808030960,19	1853691538,92	1900085342,03	1947220459,94	1995105104,56
3d8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1808540233,74	1854280855,77	1900758596,17	1947981639,51	1995958293,67

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3d8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1808634920,56	1854378415,41	1900859034,14	1948084955,94	1996064479,78
4p4d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1808689434,68	1854381950,61	1900808842,56	1947978224,30	1995898331,41
4p <sup>2</sup>	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1808779036,78	1854481719,31	1900919420,12	1948100283,26	1996032575,66
4p <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1808926194,31	1854630478,81	1901069793,44	1948252282,16	1996186211,72
3d9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1809304292,60	1855012795,30	1901455678,25	1948641045,34	1996577124,52
3d9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1809360866,52	1855070858,33	1901515221,46	1948702052,85	1996639570,63
3p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1809373923,26	1855089911,92	1901540776,24	1948734639,64	1996679747,59
3p9p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1809374230,97	1855090217,19	1901541079,09	1948734940,08	1996680045,63
3p9p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1809466301,30	1855184356,47	1901637275,97	1948833181,53	1996780316,98
3p9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1809466450,19	1855184504,00	1901637422,23	1948833326,62	1996780460,96
3p9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1809479580,63	1855198344,87	1901652010,05	1948848699,22	1996796657,51
3p9p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1809487043,86	1855205814,92	1901659487,12	1948856183,52	1996804149,18
4p4d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1809567802,52	1855294745,29	1901757152,20	1948963155,96	1996921011,17
3d9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1811451102,55	1857260537,74	1903807943,17	1951101507,10	1999149540,21
3d9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1811510175,12	1857321182,46	1903870171,05	1951165328,43	1999214964,63
4p5s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1825069109,49	1871080544,73	1917828225,65	1965320000,08	2013564129,39
4p5s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1825079838,94	1871091400,73	1917839186,05	1965331073,34	2013575316,95
4p5p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1825883342,08	1871949456,77	1918754506,70	1966306678,69	2014614284,19
4s5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1826020804,71	1872094514,86	1918907619,76	1966468146,84	2014784454,59
4s5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1826026767,06	1872100275,47	1918913176,80	1966473519,90	2014789658,69
4p5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1826167868,70	1872240350,01	1919051974,57	1966610941,41	2014925573,44
4s5s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1826328834,98	1872424820,53	1919260962,82	1966845464,25	2015186651,70
4s5s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1826365492,06	1872460280,33	1919295147,80	1966878304,16	2015218083,44
4p5p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1826916142,57	1873020316,93	1919864289,65	1967456250,58	2015804513,70
4p5p	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1826917384,67	1873021471,13	1919865368,94	1967457268,68	2015805485,10
4s5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1827111860,43	1873227545,14	1920083377,82	1967687498,15	2016048222,72
4s5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1827145682,12	1873261808,23	1920118058,23	1967722570,25	2016083638,12
4p5d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1827463157,83	1873568294,21	1920411919,65	1968002156,93	2016347259,99
4p5d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1827786678,86	1873905851,28	1920763752,71	1968368511,98	2016728382,17
4p5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1827993026,95	1874136141,44	1921019661,40	1968651754,76	2017040712,65
4p5p	<sup>1</sup> D <sub>2</sub>	1827995961,41	1874139094,69	1921022639,85	1968654765,49	2017043763,40
4p5s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1828015147,81	1874158491,76	1921042334,66	1968674783,28	2017064107,44



Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
4p5s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1828038957,82	1874183196,26	1921067828,41	1968700971,70	2017090914,44
4d5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1828410586,91	1874563447,12	1921456741,93	1969098632,83	2017497404,84
4p5d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1828905674,25	1875077037,96	1921989113,86	1969650049,66	2018068115,27
4p5p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1828923955,73	1875102509,94	1922022253,88	1969691358,69	2018118118,59
4p5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1828929736,41	1875108237,85	1922027932,08	1969696990,09	2018123706,03
4d5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1828948520,49	1875123966,96	1922040391,10	1969705955,10	2018128943,93
4p5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1828975402,45	1875154460,29	1922074712,95	1969744331,81	2018171611,32
4p5p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1829081207,68	1875261218,90	1922182430,84	1969853014,67	2018281264,56
4d5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1829176888,35	1875364450,90	1922293560,49	1969972399,61	2018409274,26
4p5d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1829248299,68	1875433334,97	1922359433,61	1970034746,91	2018467548,23
4d5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1829766324,28	1875976367,21	1922928516,30	1970630953,77	2019091984,74
4p6s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1836323104,35	1882602749,70	1929622116,17	1977388978,28	2025911619,50
4p6s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1836327204,39	1882606886,25	1929626269,93	1977393155,44	2025915820,67
4p6p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1837253575,09	1883593295,44	1930675589,59	1978508651,00	2027100797,23
4p6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1837308480,78	1883651419,97	1930736972,44	1978573338,62	2027168843,02
4s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1837496527,53	1883851108,95	1930949073,32	1978798392,39	2027407346,65
4s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1837496907,18	1883851358,89	1930949190,04	1978798401,63	2027407477,22
4s6s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1837626989,37	1883990772,08	1931098037,66	1978957001,31	2027576002,30
4s6s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1837675536,06	1884039385,51	1931146799,54	1979005987,47	2027625282,65
4p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1837746249,39	1884103130,07	1931202843,77	1979053580,80	2027663655,53
4p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1837754433,96	1884111351,10	1931211104,64	1979061884,92	2027672006,37
4s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1838039303,14	1884413068,12	1931530400,70	1979399439,74	2028028528,94
4s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1838050572,41	1884424363,49	1931541715,98	1979410778,93	2028039893,77
4p6s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1839262098,47	1885674825,31	1932831356,57	1980739805,45	2029408468,08
4p6s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1839271472,88	1885684245,20	1932840822,15	1980749316,49	2029418024,57
4p6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1839344695,65	1885763653,27	1932926830,21	1980842413,55	2029518713,45
4p6p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1839346269,28	1885765242,84	1932928434,69	1980844031,87	2029520344,61
4d6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1839543954,83	1885966342,34	1933132849,09	1981051654,23	2029731060,29
4p6p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1839810744,53	1886245156,51	1933423994,25	1981355439,06	2030047795,27
4p6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1839813644,87	1886248027,79	1933426838,05	1981358256,85	2030050588,48
4d6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1839815492,57	1886248164,70	1933425156,47	1981354645,00	2030044930,59
4p6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1839824855,46	1886259665,28	1933438928,64	1981370828,43	2030063670,60

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
4p6p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1839876474,44	1886311741,91	1933491464,50	1981423824,99	2030117129,24
4d6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1840337293,35	1886795120,41	1933998206,66	1981954752,55	2030673081,80
4d6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1840624122,11	1887092324,53	1934305986,05	1982273305,10	2031002603,08
4p7s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1843015479,74	1889453226,06	1936632817,53	1984561825,29	2033248580,96
4p7s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1843017384,11	1889455162,48	1936634758,32	1984563777,17	2033250543,90
4p7p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1843985871,05	1890486758,19	1937732300,19	1985730694,95	2034490264,42
4p7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1844021042,75	1890522956,56	1937769492,56	1985768854,94	2034529371,79
4p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1844260130,59	1890769865,71	1938024347,04	1986031770,45	2034800455,87
4s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1844267853,65	1890785011,24	1938047888,65	1986064236,45	2034842473,66
4s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1844268021,04	1890785238,99	1938048171,35	1986064572,66	2034842861,25
4p7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1844272258,36	1890782279,02	1938037062,28	1986044805,03	2034813828,31
4s7s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1844328464,06	1890850123,31	1938117202,63	1986137917,67	2034920607,81
4s7s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1844348290,84	1890870631,67	1938138496,78	1986160097,20	2034943768,07
4s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1844567261,99	1891094445,25	1938367196,53	1986393592,92	2035181994,42
4s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1844572883,25	1891100075,99	1938372825,93	1986399224,87	2035187629,90
4p7s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1845955607,21	1892526579,41	1939843356,03	1987914006,44	2036746838,42
4p7s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1845959738,30	1892530740,54	1939847533,32	1987918202,15	2036751052,42
4p7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1846067323,01	1892646524,86	1939971980,22	1988051878,86	2036894533,59
4p7p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1846068242,78	1892647449,29	1939972908,79	1988052811,10	2036895469,04
4d7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1846175926,20	1892756610,04	1940083470,72	1988164689,01	2037008573,17
4d7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1846327831,36	1892913824,08	1940246074,68	1988332762,81	2037182193,75
4p7p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1846332065,72	1892919508,48	1940253299,41	1988341625,92	2037192798,49
4p7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1846333393,21	1892920820,07	1940254595,83	1988342907,89	2037194066,68
4p7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1846335241,37	1892922696,01	1940256496,48	1988344829,31	2037196004,01
4p7p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1846363062,54	1892950740,57	1940284764,14	1988373319,75	2037224716,90
4d7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1846980636,79	1893597238,35	1940961169,05	1989080635,31	2037963966,97
4d7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1847139709,81	1893761624,14	1941130715,62	1989256197,12	2038145024,10
5s5p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1847167879,32	1893752650,73	1941083396,04	1989164469,95	2038017604,33
5s5p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1847223733,23	1893809047,38	1941148945,06	1989229425,36	2038077854,23
4p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1847317794,02	1893856310,92	1941138779,22	1989175631,03	2037962020,68
4p8s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1847319173,05	1893858295,06	1941132875,56	1989170825,12	2037963018,00
5s <sup>2</sup>	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1847605302,65	1894211463,68	1941564377,90	1989672268,25	2038543486,58

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
5s5p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1848276949,22	1894904483,73	1942278995,12	1990408664,12	2039301827,90
4p8p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1848323950,39	1894928223,35	1942278457,78	1990382854,12	2039249736,98
4p8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1848385422,39	1894992544,80	1942345677,29	1990453020,28	2039322897,96
5s5p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1848389928,74	1895018963,54	1942394951,27	1990526080,89	2039420685,55
4p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1848497415,28	1895107233,11	1942463076,12	1990573143,84	2039445759,82
4p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1848513803,15	1895124465,87	1942481235,98	1990592323,28	2039466063,17
4s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1848628202,04	1895226826,62	1942594422,53	1990716653,58	2039602082,25
4s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1848628300,52	1895227075,20	1942594689,19	1990716956,28	2039602418,34
4s8s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1848632621,41	1895254971,41	1942623924,49	1990747687,85	2039634590,80
4s8s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1848654783,56	1895278407,88	1942648758,31	1990774049,06	2039662618,68
5p5d	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1848744253,88	1895377634,17	1942757970,56	1990893087,56	2039791020,12
4s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1848805916,67	1895408739,48	1942781524,55	1990909150,67	2039800016,92
4s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1848809562,53	1895412902,18	1942785935,34	1990914010,53	2039805807,42
5p5d	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1848969948,76	1895615802,75	1943008802,48	1991157133,85	2040069119,74
5p5d	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1849207015,88	1895862361,78	1943265034,43	1991423229,51	2040345266,63
5p5d	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1849636204,01	1896305779,22	1943723070,21	1991896271,07	2040833705,24
4p8s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1850257755,67	1896853377,31	1944251439,13	1992357575,56	2041223586,75
4p8s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1850260080,40	1896853749,45	1944251531,69	1992357588,82	2041223625,49
4p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1850348251,40	1896929848,35	1944349073,91	1992523363,79	2041461071,74
4p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1850349024,00	1896932163,13	1944351373,45	1992525665,32	2041463376,84
4p8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1850393441,26	1897075412,44	1944504943,87	1992690228,90	2041639583,93
4p8p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1850394161,32	1897076134,14	1944505666,80	1992690952,64	2041640308,11
4d8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1850448183,11	1897128276,18	1944557486,82	1992742222,18	2041690963,31
4d8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1850537462,71	1897221568,55	1944653761,72	1992841555,95	2041793361,92
4p8p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1850549164,42	1897235475,78	1944669370,33	1992859039,04	2041812795,94
4p8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1850549786,91	1897236088,62	1944669973,93	1992859633,80	2041813382,27
4p8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1850553628,65	1897240213,52	1944674402,16	1992864386,57	2041818481,77
4p8p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1850570522,34	1897257224,24	1944691529,62	1992881630,48	2041835841,89
4d8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1851256071,00	1897974020,15	1945440587,10	1993663971,81	2042652509,07
4p9p	<sup>3</sup> D <sub>1</sub>	1851283763,79	1897958881,86	1945380868,77	1993557928,16	2042498387,69
4p9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub>	1851324745,10	1898001795,13	1945425769,43	1993604872,09	2042547431,11
4d8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1851350810,13	1898071637,82	1945541157,99	1993767488,97	2042758973,54

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
4p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1851398783,85	1898077291,39	1945502700,83	1993683215,49	2042627162,72
4p9p	<sup>3</sup> D <sub>2</sub>	1851400652,36	1898079106,29	1945504467,21	1993684937,99	2042628845,58
4s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1851578703,97	1898245331,06	1945709702,76	1993904837,37	2042864084,79
4s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1851579651,89	1898245821,59	1945710790,19	1993905985,31	2042865323,51
4s9s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1851601605,00	1898294212,49	1945734365,89	1993930280,34	2042890294,81
4s9s	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1851608689,02	1898301516,79	1945741891,56	1993938028,60	2042898266,91
4s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1851684891,44	1898354834,01	1945821585,52	1994019527,11	2042981592,41
4s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1851686451,56	1898356686,16	1945823077,42	1994021002,07	2042983051,20
4p9s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1853206098,50	1899927775,54	1947425264,74	1995670520,16	2044680060,36
4p9s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1853207905,37	1899929031,35	1947427000,52	1995672275,01	2044681834,97
4p9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub>	1853339966,57	1900091734,53	1947591940,36	1995848779,16	2044870569,14
4p9p	<sup>3</sup> D	1853340457,91	1900092229,87	1947592439,69	1995849282,50	2044871076,50
4d9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1853355117,50	1900105537,78	1947604280,49	1995859520,26	2044879573,14
4d9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1853410552,96	1900162545,75	1947662866,75	1995919697,76	2044941351,91
4p9p	<sup>3</sup> D <sub>3</sub>	1853430246,83	1900184089,94	1947686363,51	1995945261,22	2044969099,85
4p9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub>	1853430657,90	1900184494,90	1947686762,60	1995945654,70	2044969487,95
4p9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub>	1853441539,82	1900196030,30	1947698981,56	1995958588,20	2044983167,80
4p9p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1853452111,45	1900206650,00	1947709649,15	1995969303,46	2044993930,55
4d9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1854169814,96	1900956554,85	1948492776,11	1996786676,25	2045846591,74
4d9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1854227718,63	1901016023,43	1948553827,93	1996849319,61	2045910836,85
5p6s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1858535362,69	1905390468,39	1952995323,97	2001357786,96	2050486277,35
5p6s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1858546053,23	1905401177,47	1953005973,33	2001368401,03	2050496859,00
5s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1858775943,68	1905643660,91	1953261560,79	2001637627,85	2050780263,21
5s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1858785508,42	1905652940,32	1953270491,12	2001646236,30	2050788557,59
5s6s	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1858896936,31	1905774924,65	1953404371,51	2001794152,31	2050953628,49
5s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1859311124,31	1906197884,91	1953835021,69	2002230669,65	2051393191,68
5s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1859328025,84	1906214962,99	1953852246,46	2002248047,97	2051410722,77
5p6p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1859355673,92	1906248197,54	1953867930,57	2002228553,05	2051346516,06
5p6s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1859660104,90	1906557953,29	1954206219,32	2002613069,15	2051786847,52
5p6s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1859680720,21	1906578656,44	1954227030,71	2002633982,77	2051807863,24
5d6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1859918722,11	1906822266,42	1954476286,53	2002888994,00	2052068726,11
5d6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1860178600,24	1907092520,03	1954757118,27	2003180606,26	2052371318,71

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
5d6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1860248343,84	1907165727,22	1954833962,35	2003261266,00	2052455978,82
5d6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1860542240,48	1907470220,69	1955149261,34	2003587577,37	2052793507,05
5p7s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1865255370,40	1912268857,09	1960034178,33	2008559041,30	2057851900,00
5p7s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1865259403,86	1912272905,24	1960038162,09	2008562983,18	2057855802,84
5s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1865568585,71	1912599168,85	1960382228,57	2008925570,67	2058237623,04
5s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1865574072,77	1912604516,60	1960387384,74	2008930555,96	2058242443,78
5p7p	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1865797765,35	1912879435,82	1960697270,38	2009245362,01	2058535592,50
5s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1865863100,58	1912903557,66	1960696387,89	2009249670,32	2058571782,63
5s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1865873524,37	1912913996,57	1960706814,78	2009260093,54	2058582203,77
5p7p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1865946713,05	1912974268,13	1960736071,35	2009251177,00	2058536925,57
5p7s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1866377013,32	1913433376,65	1961242151,13	2009811464,96	2059149673,63
5p7s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1866383720,23	1913440101,08	1961248899,46	2009818234,80	2059156464,91
5d7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1866560694,93	1913622877,33	1961437594,38	2010013065,45	2059357633,48
5d7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1866709121,07	1913776650,85	1961596800,39	2010177787,46	2059527953,17
5d7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1866905973,22	1913982323,81	1961811595,98	2010402012,47	2059761920,02
5d7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1867066064,87	1914147844,17	1961982630,30	2010578644,83	2059944232,59
5p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1869570496,09	1916684430,50	1964552330,93	2013180868,31	2062578640,22
5p8s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1869571753,05	1916686037,54	1964553888,06	2013182411,71	2062580171,10
5s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1869934731,05	1917050229,09	1964938008,27	2013587278,23	2063006567,99
5s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1869936960,89	1917052610,24	1964940289,62	2013589476,09	2063008685,96
6s6p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1870052782,42	1917189059,67	1965079178,17	2013730879,03	2063152582,00
6s6p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1870095395,00	1917230985,28	1965122310,67	2013775000,44	2063197574,38
5s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1870108947,85	1917228725,67	1965121686,55	2013776296,64	2063200972,36
5s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1870114393,20	1917235896,82	1965128302,97	2013782594,74	2063207069,61
5p8p	<sup>3</sup> S <sub>1</sub>	1870162009,35	1917258145,75	1965106966,69	2013725693,10	2063122727,94
5p8p	<sup>1</sup> S <sub>0</sub>	1870171914,59	1917271592,17	1965128708,94	2013754422,09	2063156401,20
6s6p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1870596099,45	1917751736,24	1965661180,68	2014332570,99	2063774268,01
5p8s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1870686056,57	1917843368,44	1965754405,76	2014427253,17	2063870276,58
5p8s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1870689934,96	1917847518,49	1965758805,77	2014431827,05	2063874979,29
6s6p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1870714707,74	1917871667,43	1965782563,48	2014455346,60	2063898394,99
5d8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1870835181,36	1917998554,40	1965915761,71	2014595001,92	2064044622,19
5d8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1870923704,74	1918090015,54	1966010189,84	2014692431,53	2064145086,12

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
5d8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1871185355,48	1918363137,14	1966295126,80	2014989545,15	2064454741,77
5d8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1871279871,03	1918460599,91	1966395573,44	2015093010,32	2064561259,20
5p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1872577470,28	1919690427,50	1967657394,01	2016357929,13	2065828594,33
5p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1872578282,60	1919691252,79	1967658527,01	2016359078,88	2065829760,29
5s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1872890219,41	1920073134,95	1968054368,27	2016776294,05	2066269147,61
5s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1872891069,33	1920074012,21	1968055525,17	2016777507,77	2066270416,18
5s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1872994130,99	1920180742,58	1968164036,42	2016888765,33	2066384429,62
5s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1872996501,92	1920183901,57	1968166081,58	2016890745,98	2066386345,51
5p9s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1873642412,96	1920850718,92	1968839323,55	2017583243,71	2067098153,26
5p9s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1873645158,00	1920852227,22	1968842108,23	2017586077,81	2067101038,37
5d9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1873747766,29	1920979775,71	1968966560,23	2017716200,43	2067237077,55
5d9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1873801806,63	1921035419,73	1969023757,57	2017774987,78	2067297465,55
5d9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1874101049,67	1921347597,74	1969349290,35	2018114252,08	2067650852,30
5d9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1874158246,54	1921406347,01	1969409643,08	2018176200,17	2067714406,38
6p7s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1876831683,52	1924127707,19	1972179735,51	2020995215,20	2070582663,83
6p7s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1876845741,60	1924141874,30	1972193749,58	2021009134,86	2070596488,28
6s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1876932447,17	1924233087,71	1972289664,04	2021109940,03	2070702358,45
6s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1876949172,02	1924249663,98	1972305864,15	2021125821,86	2070717926,30
6s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1877220588,79	1924530977,03	1972597214,75	2021427318,88	2071029685,05
6s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1877238871,25	1924549429,34	1972615735,00	2021445932,46	2071048393,29
6p7s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1877401185,28	1924716477,80	1972787522,82	2021622479,87	2071229716,43
6p7s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1877419163,93	1924734411,37	1972805489,07	2021640461,89	2071247716,78
6p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1881163753,41	1928559016,30	1976713854,98	2025633215,64	2075325777,14
6p8s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1881168025,84	1928564714,13	1976719361,42	2025638619,73	2075331082,16
6s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1881310669,08	1928697698,75	1976859093,05	2025785405,99	2075485171,24
6s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1881319202,35	1928707499,67	1976868603,60	2025794697,95	2075494251,53
6s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1881480563,71	1928871834,19	1977038389,51	2025970004,24	2075675117,24
6s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1881491721,00	1928883733,42	1977050215,70	2025981792,55	2075686870,43
6p8s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1881720217,74	1929136841,45	1977310584,77	2026249438,87	2075961806,70
6p8s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1881725234,37	1929141362,22	1977315128,52	2026253995,37	2075966376,19
7s7p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1883644147,58	1931103301,13	1979320334,22	2028303051,89	2078059882,76
7s7p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1883673542,13	1931133247,42	1979350757,96	2028333969,68	2078091293,15

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
7s7p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1883940554,29	1931409569,98	1979636339,97	2028628971,19	2078395835,32
7s7p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1884023765,32	1931493650,85	1979721315,05	2028714820,59	2078482561,55
6p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1884172155,55	1931574881,79	1979824083,54	2028815046,66	2078580088,47
6p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1884174946,50	1931577344,46	1979827320,53	2028818378,47	2078583510,96
6s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1884273502,78	1931724980,26	1979980749,82	2028979615,18	2078752842,20
6s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1884273566,59	1931729588,98	1979981854,04	2028980895,71	2078754292,91
6s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1884374428,98	1931831700,03	1980088103,56	2029089834,45	2078865928,10
6s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1884379353,80	1931838483,28	1980091791,77	2029093358,10	2078869285,69
6p9s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1884675542,29	1932142097,99	1980392718,92	2029402527,81	2079186705,74
6p9s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1884680574,00	1932144078,47	1980398212,56	2029408148,04	2079192456,57
7p8s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1888014587,25	1935569637,62	1983890646,33	2032978159,23	2082841026,51
7p8s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1888023104,17	1935583226,59	1983904008,63	2032991485,05	2082854309,73
7s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1888081746,75	1935627338,93	1983950152,68	2033039815,86	2082904899,99
7s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1888096642,74	1935646926,39	1983969379,41	2033058846,93	2082923733,60
7s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1888245644,41	1935796111,23	1984124002,16	2033218869,01	2083089203,44
7s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1888259345,94	1935812901,12	1984140766,72	2033235708,53	2083106118,90
7p8s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1888333437,02	1935903455,53	1984233683,80	2033330987,92	2083203764,36
7p8s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1888349564,74	1935917261,06	1984247547,54	2033344843,57	2083217614,29
7p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1891036049,23	1938599133,78	1987014036,19	2036173098,04	2086108369,29
7p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1891040380,68	1938607126,27	1987021709,52	2036181135,66	2086116758,24
7s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1891058626,40	1938672989,58	1987085224,51	2036247890,71	2086186886,91
7s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1891062782,09	1938659068,92	1987083639,44	2036245843,87	2086184394,29
7s9p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1891153321,50	1938766890,95	1987188102,75	2036353325,73	2086294878,71
7s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1891161694,34	1938779860,78	1987191931,96	2036356781,63	2086297953,79
7p9s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1891298273,65	1938915164,00	1987321752,08	2036490066,01	2086434708,82
7p9s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1891307656,69	1938916872,66	1987333607,96	2036502273,45	2086447278,15
8s8p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1892405215,61	1940044580,04	1988470278,38	2037663735,59	2087633852,99
8s8p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1892425727,18	1940065896,05	1988491918,75	2037685737,41	2087656215,11
8s8p	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	1892575700,04	1940221184,03	1988651740,99	2037850463,17	2087825891,64
8s8p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1892640025,77	1940287535,49	1988718703,89	2037918098,42	2087894201,31
8s9p	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	1895419349,32	1943116644,92	1991654969,23	2040922460,84	2090967590,63
8s9p	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1895422327,62	1943109700,16	1991668621,98	2040936687,94	2090982345,98

Tablo 3.1. (Devamı)

Seviye		Enerjiler				
Konf	Terim	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
8s9p	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	1895518655,94	1943240401,52	1991746887,00	2041015851,93	2091062361,03
8p9s	<sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	-	1943113557,88	1991613165,01	2040878446,21	2090921232,75
8p9s	<sup>3</sup> P <sub>0</sub> <sup>o</sup>	-	1943114593,89	1991636290,41	2040902059,59	2090945291,36
8p9s	<sup>3</sup> P <sub>2</sub> <sup>o</sup>	-	1943290191,49	1991798237,50	2041068640,59	2091116632,72
8p9s	<sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	-	1943295470,85	1991836683,58	2041108203,72	2091157328,61



### 3.2. Helyum Benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np'nin Elektrik Dipol Geçişleri

Tablo 3.1.'de enerjileri verilen seviyeler arasındaki izinli (elektrik dipol, E1) ve yasaklı geçişler (elektrik kuadrapol, E2, manyetik dipol, M1 ve manyetik kuadrapol, M2) incelenmiş ancak elde edilen verilerin çokluğu nedeniyle çalışma elektrik dipol geçişleri ile sınırlandırılmıştır. Seçilen konfigürasyon takımı ile her bir iyon için 122544'er E1 geçişine ait dalga boyları, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları elde edilmiştir. Sunum kolaylığı açısından tablolarda sadece  $1s^2 \ ^1S_0$  taban haline yapılan E1 geçişler sunulmuştur.

Ulaşılabilir kaynaklarda  $Ac^{87+}$ ,  $Th^{88+}$ ,  $Pa^{89+}$ ,  $U^{90+}$  ve  $Np^{91+}$  iyonlarının sadece  $1s2p \ ^3P^o_1-1s^2 \ ^1S_0$  ve  $1s2p \ ^3P^o_1-1s^2 \ ^1S_0$  elektrik dipol geçişlerine ait değerler bulunmaktadır, Tablo 3.2.'de bu geçişlerinin karşılaştırması yapılmaktadır.  $Ac^{87+}$ ,  $Th^{88+}$  ve  $Pa^{89+}$  iyonlarının taban hale yapılan diğer (karşılaştırma değeri olmayan) E1 geçişleri Tablo 3.3'de,  $U^{90+}$  ve  $Np^{91+}$  geçişleri ise Tablo 3.4.'de sunulmaktadır. Bu tablolarda ilk sütunda geçişin gerçekleştiği üst seviye, sonraki sütunlarda artan atom numaraları ile dalga boyları (Å), ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları ( $s^{-1}$ ) sunulmaktadır. Geçiş verisi tablolarında parantez içlerinde verilen değerler ise 10'un kuvvetlerini,  $A.10^B=A(B)$ , göstermektedir Tablo 3.2.'deki dört beş ve altıncı sütundaki karşılaştırma değerlerinin bir kısmı salınıcı şiddettir ( $f$ -değeri).  $f$ -değerinden  $gf$ -değerine dönüşüm yapılırken alt seviyenin  $(2J+1)$  değeri ile çarpılır. Tablodaki değerler  $J=0$  olan  $1s^2 \ ^1S_0$  taban haline yapılan geçişler olduğu için  $f$ -değeri ile  $gf$ -değeri sayısal olarak birbirinin aynısıdır. Bu nedenle herhangi bir dönüştürme yapılmamış ve tabloda ayrıca belirtilmemiştir. Ulaşılabilir kaynaklardaki geçiş değerleri bu çalışmada hesaplana değerlerin hemen altına yerleştirilmiş ve kaynakça numarası üst indis olarak belirtilmiştir.

Bu çalışmada incelenen iyonların deneysel geçiş verileri ulaşılabilir kaynaklarda mevcut değildir, teorik değerlerse yalnızca  $1s2p \ ^3P^o_1$  ve  $1P^o_1$  seviyeleri için vardır. Elde edilen değerler diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında dalga boyları 0,0 ( $Th^{88+}$  iyonunu  $1s2p \ ^1P^o_1$  geçişi) ile 2,7 ( $Pa^{89+}$  iyonunu  $1s2p \ ^1P^o$  geçişi) aralığında; ağırlıklı salınıcı şiddetleri 0,8-2,3 ve geçiş olasılıkları 1,1-3,4 aralığında hata payına sahiptirler. Dalga boyu karşılaştırmalarında sıfır olan hata payı ağırlıklı salınıcı

şiddetlerinde bir miktar artmaktadır. Bunun sebebinin salıncı şiddetlerinin farklı formülasyonlarla hesaplanmış olduğu düşünülmektedir. Benzer durum geçiş olasılıklarında da söz konusudur. Enerji değerlerinde olduğu gibi geçiş parametrelerinde de  $Z$ 'nin artan değerlerinde fark hafifçe artmaktadır.

Tablo 3.2. Helyum benzeri Ac, Th, Pa, U ve Np iyonlarının  $1s2p\ ^3P^o_1-1s^2\ ^1S_0$  ve  $1s2p\ ^3P^o_1-1s^2\ ^1S_0$  E1 geçişi parametreleri.

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			<i>gf</i> -değeri			A (s <sup>-1</sup> )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
1s2p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,14	0,14	0,13	1,75(-1)	1,73(-1)	1,71(-1)	1,96(16)	2,03(16)	2,11(16)
	0,13911 <sup>17</sup>	0,13560 <sup>17</sup> 0,135049631 <sup>19</sup>	0,13221 <sup>17</sup>	2,270(-1) <sup>17</sup>	2,260(-1) <sup>17</sup> 2,248(-1) <sup>18</sup>	2,249(-1) <sup>17</sup>	2,608(16) <sup>17</sup>	2,801(16) <sup>11</sup> 2,754(16) <sup>12</sup> 2,779(16) <sup>16</sup> 2,741(16) <sup>16</sup> 2,732(16) <sup>17</sup>	2,861(16) <sup>17</sup>
1s2p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,14	0,13	0,13	3,58(-1)	3,54(-1)	3,49(-1)	4,30(16)	4,47(16)	4,64(16)
	0,13344 <sup>17</sup>	0,12993 <sup>17</sup> 0,129407487 <sup>19</sup>	0,12652 <sup>17</sup>	3,549(-1) <sup>17</sup>	3,504(-1) <sup>12</sup> 3,505(-1) <sup>17</sup> 3,493(-1) <sup>18</sup>	3,460(-1) <sup>17</sup>	4,432(16) <sup>17</sup>	4,685(16) <sup>11</sup> 4,614(16) <sup>16</sup> 4,642(16) <sup>16</sup> 4,616(16) <sup>17</sup> 4,638(16) <sup>19</sup>	4,806(16) <sup>17</sup>
1s2p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	<u>U<sup>90+</sup> (Z=92)</u>		<u>Np<sup>91+</sup> (Z=93)</u>	<u>U<sup>90+</sup> (Z=92)</u>		<u>Np<sup>91+</sup> (Z=93)</u>	<u>U<sup>90+</sup> (Z=92)</u>		<u>Np<sup>91+</sup> (Z=93)</u>
	0,13	0,13	0,13	1,67(-1)	1,69(-1)	1,69(-1)	2,26(16)	2,19(16)	2,19(16)
1s2p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,12	0,13	0,13	3,40(-1)	3,45(-1)	3,45(-1)	5,00(16)	4,82(16)	4,82(16)
	0,12323 <sup>17</sup>	0,12004 <sup>17</sup>	0,12004 <sup>17</sup>	3,415(-1) <sup>17</sup>	3,370(-1) <sup>17</sup>	3,370(-1) <sup>17</sup>	4,342(12) <sup>4</sup> 8,264(12) <sup>4</sup> 5,041(16) <sup>15</sup> 5,001(16) <sup>17</sup>	5,200(16) <sup>17</sup>	5,200(16) <sup>17</sup>

Tablo 3.3. Helyum benzeri Ac, Th ve Pa iyonlarının ( $1s^2\ ^1S_0$ ) taban hale yapılan elektrik dipol geçişi parametreleri.

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			gf-değeri			A ( $s^{-1}$ )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
1s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,12	0,11	0,11	1,32(-2)	1,26(-2)	1,20(-2)	2,12(15)	2,13(15)	2,13(15)
1s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,12	0,11	0,11	4,97(-2)	4,85(-2)	4,73(-2)	8,11(15)	8,32(15)	8,52(15)
1s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,11	1,22(-3)	1,06(-3)	9,12(-4)	2,17(14)	1,99(14)	1,79(14)
1s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,11	9,49(-3)	8,97(-3)	8,46(-3)	1,70(15)	1,69(15)	1,67(15)
1s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,10	1,32(-6)	1,09(-5)	3,00(-5)	2,48(11)	2,15(12)	6,21(12)
1s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,10	1,19(-3)	1,01(-3)	8,52(-4)	2,24(14)	2,00(14)	1,76(14)
1s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,10	5,98(-4)	7,06(-4)	8,24(-4)	1,14(14)	1,42(14)	1,74(14)
1s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	0,10	4,68(-5)	9,30(-5)	1,55(-4)	8,98(12)	1,87(13)	3,29(13)
1s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	2,07(-3)	2,28(-3)	2,50(-3)	4,02(14)	4,66(14)	5,36(14)
1s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	1,88(-3)	2,15(-3)	2,45(-3)	3,65(14)	4,41(14)	5,28(14)
1s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	5,38(-3)	5,76(-3)	6,16(-3)	1,05(15)	1,18(15)	1,33(15)
1s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	8,06(-3)	8,74(-3)	9,45(-3)	1,58(15)	1,80(15)	2,05(15)
1s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	1,95(-2)	2,06(-2)	2,16(-2)	3,86(15)	4,27(15)	4,72(15)
1s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,10	0,10	3,99(-2)	4,22(-2)	4,45(-2)	7,89(15)	8,76(15)	9,71(15)
2s2p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,07	0,07	0,07	1,09(-8)	7,32(-9)	4,44(-9)	4,95(9)	3,49(9)	2,22(9)
2s2p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,07	0,07	0,07	1,82(-7)	1,66(-7)	1,50(-7)	8,61(10)	8,22(10)	7,81(10)
2p3s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,24(-7)	1,29(-7)	1,34(-7)	6,82(10)	7,41(10)	8,10(10)
2s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	6,66(-8)	7,21(-8)	7,75(-8)	3,66(10)	4,16(10)	4,70(10)
2s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	4,87(-8)	5,58(-8)	6,27(-8)	2,70(10)	3,25(10)	3,83(10)
2p3d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,77(-8)	1,70(-8)	1,64(-8)	9,95(9)	1,00(10)	1,01(10)
2p3s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	5,76(-8)	6,00(-8)	6,21(-8)	3,25(10)	3,56(10)	3,87(10)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	8,92(-9)	8,52(-9)	8,01(-9)	5,08(9)	5,10(9)	5,05(9)
2p4s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,38(-7)	3,47(-7)	3,56(-7)	1,96(11)	2,11(11)	2,28(11)
2s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	4,56(-8)	4,60(-8)	4,74(-8)	2,65(10)	2,81(10)	3,05(10)
2s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	5,57(-8)	5,66(-8)	5,89(-8)	3,25(10)	3,47(10)	3,79(10)
2p4d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,11(-8)	3,04(-8)	2,93(-8)	1,84(10)	1,88(10)	1,91(10)
2p5s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,11(-7)	3,15(-7)	3,19(-7)	1,85(11)	1,97(11)	2,09(11)
2s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	9,08(-8)	9,43(-8)	9,73(-8)	5,42(10)	5,92(10)	6,42(10)
2s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,16(-7)	2,10(-7)	1,90(-7)	6,99(10)	1,32(11)	1,26(11)
2p4s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,98(-7)	1,02(-7)	1,23(-7)	1,18(11)	6,45(10)	8,13(10)
2p4d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,22(-8)	1,15(-8)	1,07(-8)	7,33(9)	7,26(9)	7,10(9)
2p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,40(-7)	3,41(-7)	3,42(-7)	2,05(11)	2,17(11)	2,28(11)

Tablo 3.3. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			<i>gf</i> -değeri			A (s <sup>-1</sup> )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
2s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,50(-8)	2,83(-8)	1,16(-8)	2,12(10)	1,80(10)	7,81(9)
2p5d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,86(-7)	1,93(-7)	2,09(-7)	1,12(11)	1,23(11)	1,40(11)
2s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	2,84(-7)	2,88(-7)	2,91(-7)	1,72(11)	1,83(11)	1,95(11)
2p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	4,12(-7)	4,08(-7)	4,10(-7)	2,51(11)	2,61(11)	2,76(11)
2s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	2,43(-7)	2,42(-7)	2,44(-7)	1,48(11)	1,55(11)	1,64(11)
2s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	4,29(-7)	4,27(-7)	4,30(-7)	2,62(11)	2,74(11)	2,90(11)
2p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	5,93(-7)	5,87(-7)	5,84(-7)	3,63(11)	3,78(11)	3,95(11)
2s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,97(-7)	1,19(-7)	3,24(-7)	1,21(11)	7,69(10)	2,20(11)
2s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,57(-8)	1,25(-7)	1,19(-7)	2,19(10)	8,11(10)	8,09(10)
2p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	4,42(-7)	3,97(-7)	3,81(-7)	2,71(11)	2,56(11)	2,58(11)
2p6d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	7,93(-7)	8,13(-7)	6,80(-7)	4,87(11)	5,24(11)	4,61(11)
2p5s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,33(-6)	1,29(-6)	1,25(-6)	8,21(11)	8,35(11)	8,53(11)
2p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,81(-8)	2,84(-8)	2,41(-8)	2,34(10)	1,83(10)	1,63(10)
2s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,29(-6)	1,24(-6)	1,26(-6)	7,95(11)	8,03(11)	8,57(11)
2s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	2,79(-6)	2,69(-6)	2,73(-6)	1,72(12)	1,74(12)	1,85(12)
2p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	2,64(-7)	2,59(-7)	2,56(-7)	1,64(11)	1,69(11)	1,76(11)
2p6d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	2,94(-8)	2,83(-8)	2,78(-8)	1,83(10)	1,85(10)	1,91(10)
2p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	3,38(-7)	3,31(-7)	3,21(-7)	2,12(11)	2,18(11)	2,23(11)
2p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	5,09(-7)	4,97(-7)	4,86(-7)	3,20(11)	3,29(11)	3,39(11)
2p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	1,21(-6)	1,16(-6)	1,14(-6)	7,69(11)	7,71(11)	7,97(11)
3s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	6,29(-8)	6,43(-8)	6,62(-8)	4,10(10)	4,40(10)	4,76(10)
3s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,06	7,18(-8)	7,39(-8)	7,58(-8)	4,71(10)	5,10(10)	5,49(10)
3s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,05	4,01(-8)	3,98(-8)	4,00(-8)	2,75(10)	2,87(10)	3,03(10)
3s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,05	4,57(-8)	4,51(-8)	4,54(-8)	3,15(10)	3,26(10)	3,45(10)
3d4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,05	6,53(-10)	6,30(-10)	6,04(-10)	4,52(8)	4,58(8)	4,61(8)
3d4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	0,05	7,22(-10)	6,87(-10)	6,75(-10)	5,01(8)	5,01(8)	5,18(8)
3s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	3,67(-8)	3,63(-8)	3,63(-8)	2,58(10)	2,68(10)	2,82(10)
3s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	5,05(-8)	4,99(-8)	4,98(-8)	3,55(10)	3,70(10)	3,87(10)
3d5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	1,42(-10)	1,32(-10)	1,25(-10)	1,01(8)	9,82(7)	9,84(7)
3d5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	2,27(-10)	2,21(-10)	2,10(-10)	1,61(8)	1,65(8)	1,64(8)
3s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	4,51(-8)	4,46(-8)	4,54(-8)	3,21(10)	3,34(10)	3,57(10)
3s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	7,29(-8)	7,28(-8)	7,38(-8)	5,20(10)	5,46(10)	5,81(10)

Tablo 3.3. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			gf-değeri			A (s <sup>-1</sup> )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
3d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	5,16(-8)	5,03(-8)	4,95(-8)	3,70(10)	3,80(10)	3,92(10)
3s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	9,24(-8)	9,04(-8)	8,81(-8)	6,64(10)	6,83(10)	6,99(10)
3s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	3,11(-10)	2,76(-10)	2,35(-10)	2,23(8)	2,08(8)	1,86(8)
4s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	7,47(-8)	7,35(-8)	7,36(-8)	5,39(10)	5,57(10)	5,87(10)
3s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	1,45(-7)	1,45(-7)	1,43(-7)	1,04(11)	1,09(11)	1,14(11)
3d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	5,83(-8)	5,87(-8)	6,08(-8)	4,21(10)	4,46(10)	4,86(10)
4s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	2,03(-7)	1,75(-7)	1,93(-7)	1,47(11)	1,33(11)	1,55(11)
4p4d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	1,10(-10)	3,01(-9)	8,05(-10)	8,03(7)	2,29(9)	6,44(8)
4p5s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	4,58(-7)	3,92(-7)	4,34(-7)	3,31(11)	2,99(11)	3,47(11)
4s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	4,65(-8)	4,53(-8)	4,53(-8)	3,38(10)	3,45(10)	3,63(10)
4s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	1,65(-8)	1,63(-8)	1,69(-8)	1,19(10)	1,24(10)	1,35(10)
4p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,05	0,05	4,34(-9)	4,02(-9)	3,91(-9)	3,16(9)	3,08(9)	3,14(9)
4d5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,57(-8)	4,48(-8)	4,60(-8)	3,38(10)	3,49(10)	3,76(10)
4p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,74(-8)	2,69(-8)	2,77(-8)	2,03(10)	2,10(10)	2,27(10)
4s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,02(-8)	2,96(-8)	3,00(-8)	2,24(10)	2,31(10)	2,46(10)
4s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,64(-9)	4,74(-9)	5,12(-9)	3,44(9)	3,70(9)	4,20(9)
4p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,53(-8)	5,43(-8)	5,44(-8)	4,11(10)	4,24(10)	4,46(10)
4d6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,38(-9)	4,05(-9)	3,97(-9)	3,25(9)	3,16(9)	3,26(9)
4d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,22(-9)	3,15(-9)	3,06(-9)	2,40(9)	2,47(9)	2,52(9)
4p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,26(-9)	3,04(-9)	2,92(-9)	2,43(9)	2,38(9)	2,40(9)
4s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,57(-8)	4,50(-8)	4,59(-8)	3,42(10)	3,55(10)	3,80(10)
4s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,52(-8)	2,53(-8)	2,54(-8)	1,89(10)	1,99(10)	2,10(10)
4p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,09(-8)	4,14(-8)	4,06(-8)	3,07(10)	3,27(10)	3,37(10)
4d7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,89(-8)	4,91(-8)	4,82(-8)	3,68(10)	3,88(10)	4,01(10)
4p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,01(-9)	9,81(-10)	9,39(-10)	7,61(8)	7,75(8)	7,80(8)
5s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,10(-9)	1,08(-9)	1,01(-9)	8,32(8)	8,58(8)	8,41(8)
4d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,02(-8)	4,96(-8)	4,99(-8)	3,79(10)	3,94(10)	4,16(10)
5s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,39(-8)	2,28(-8)	2,29(-8)	1,81(10)	1,81(10)	1,91(10)
4s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,34(-8)	4,13(-8)	4,12(-8)	3,28(10)	3,28(10)	3,44(10)
5p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,31(-8)	5,02(-8)	5,08(-8)	4,02(10)	4,00(10)	4,25(10)
4s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,18(-10)	1,93(-10)	1,66(-10)	1,65(8)	1,54(8)	1,39(8)
5p5d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,39(-10)	2,05(-10)	2,39(-10)	2,57(8)	1,63(8)	2,00(8)

Tablo 3.3. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			gf-değeri			A (s <sup>-1</sup> )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
4p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,28(-8)	8,48(-9)	7,07(-8)	9,77(9)	6,76(9)	5,92(10)
4p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,95(-8)	7,28(-8)	1,17(-8)	5,27(10)	5,81(10)	9,84(9)
4d8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,13(-8)	2,11(-8)	2,09(-8)	1,62(10)	1,68(10)	1,75(10)
4s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,89(-8)	2,75(-8)	2,81(-8)	2,19(10)	2,19(10)	2,35(10)
4s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,97(-9)	3,12(-9)	1,97(-9)	3,02(9)	2,49(9)	1,66(9)
4p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,49(-8)	6,28(-8)	6,40(-8)	4,93(10)	5,02(10)	5,37(10)
4d9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,34(-9)	3,31(-9)	3,04(-9)	2,54(9)	2,65(9)	2,55(9)
4d9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,39(-8)	7,10(-8)	6,83(-8)	4,86(10)	5,68(10)	5,74(10)
5p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,36(-7)	9,56(-8)	1,21(-7)	1,03(11)	7,65(10)	1,02(11)
5s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,71(-9)	1,45(-9)	1,15(-9)	2,06(9)	1,16(9)	9,69(8)
5p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	7,61(-8)	5,64(-8)	7,28(-8)	5,80(10)	4,52(10)	6,13(10)
5d6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,60(-7)	1,19(-7)	1,53(-7)	1,22(11)	9,57(10)	1,29(11)
5d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,52(-7)	1,28(-7)	1,44(-7)	1,16(11)	1,02(11)	1,21(11)
5p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,68(-10)	2,24(-10)	2,16(-10)	2,05(8)	1,80(8)	1,82(8)
5s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,74(-10)	4,99(-10)	4,98(-10)	4,39(8)	4,01(8)	4,20(8)
5s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,69(-8)	1,63(-8)	1,64(-8)	1,30(10)	1,31(10)	1,39(10)
5p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,35(-8)	1,33(-8)	1,33(-8)	1,04(10)	1,08(10)	1,13(10)
5d7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,08(-8)	2,07(-8)	2,09(-8)	1,60(10)	1,67(10)	1,77(10)
5d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,34(-8)	3,28(-8)	3,30(-8)	2,57(10)	2,65(10)	2,81(10)
5p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,52(-9)	4,39(-9)	4,18(-9)	3,47(9)	3,54(9)	3,55(9)
5s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,49(-9)	2,42(-9)	2,37(-9)	1,92(9)	1,96(9)	2,02(9)
6s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,80(-8)	1,77(-8)	1,77(-8)	1,39(10)	1,44(10)	1,51(10)
5s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,17(-8)	1,12(-8)	1,12(-8)	9,08(9)	9,12(9)	9,59(9)
5p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,55(-8)	2,40(-8)	2,37(-8)	1,98(10)	1,96(10)	2,02(10)
6s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,12(-8)	2,91(-8)	2,88(-8)	2,42(10)	2,37(10)	2,46(10)
5d8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,49(-9)	1,42(-9)	1,26(-9)	1,15(9)	1,15(9)	1,08(9)
5d8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,50(-9)	1,35(-9)	1,22(-9)	1,16(9)	1,10(9)	1,04(9)
5p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,12(-8)	1,98(-8)	1,99(-8)	1,64(10)	1,61(10)	1,71(10)
5s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,32(-8)	1,20(-8)	1,25(-8)	1,02(10)	9,84(9)	1,07(10)
5s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,09(-9)	3,90(-8)	3,98(-8)	3,18(9)	3,18(10)	3,42(10)
5p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,80(-8)	4,38(-10)	1,83(-10)	2,96(10)	3,58(8)	1,57(8)
5d9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	8,38(-9)	8,04(-9)	7,39(-9)	6,52(9)	6,58(9)	6,35(9)

Tablo 3.3. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)			<i>gf</i> -değeri			A (s <sup>-1</sup> )		
	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)	Ac <sup>87+</sup> (Z=89)	Th <sup>88+</sup> (Z=90)	Pa <sup>89+</sup> (Z=91)
5d9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,89(-8)	4,68(-8)	4,73(-8)	3,80(10)	3,83(10)	4,06(10)
6p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,19(-9)	1,13(-9)	9,72(-10)	9,30(8)	9,25(8)	8,35(8)
6s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,16(-9)	1,18(-9)	1,03(-9)	9,07(8)	9,73(8)	8,91(8)
6s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,48(-8)	1,97(-8)	3,22(-8)	2,71(10)	1,62(10)	2,77(10)
6p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	3,00(-8)	1,72(-8)	2,78(-8)	2,34(10)	1,41(10)	2,39(10)
6p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,38(-8)	3,69(-8)	5,87(-8)	4,97(10)	3,02(10)	5,05(10)
6s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,71(-8)	4,65(-8)	6,17(-8)	5,24(10)	3,81(10)	5,32(10)
6s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	7,72(-10)	5,24(-10)	6,30(-10)	6,02(8)	4,30(8)	5,43(8)
6p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,29(-9)	9,35(-10)	1,09(-9)	1,00(9)	7,67(8)	9,43(8)
7s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	8,72(-9)	8,05(-9)	8,68(-9)	6,83(9)	6,63(9)	7,51(9)
7s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	6,73(-9)	5,97(-9)	6,62(-9)	5,27(9)	4,91(9)	5,73(9)
6p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,18(-8)	1,10(-8)	1,21(-8)	9,32(9)	9,11(9)	1,04(10)
6s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,98(-8)	2,79(-8)	2,95(-8)	2,34(10)	2,29(10)	2,55(10)
6s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	9,90(-9)	8,85(-9)	9,41(-9)	7,79(9)	7,31(9)	8,17(9)
6p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	7,40(-9)	6,71(-9)	6,96(-9)	5,82(9)	5,55(9)	6,05(9)
7p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,94(-8)	1,81(-8)	1,80(-8)	1,52(10)	1,50(10)	1,57(10)
7s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,50(-8)	2,34(-8)	2,35(-8)	1,97(10)	1,93(10)	2,05(10)
7s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,34(-9)	4,93(-9)	4,92(-9)	4,21(9)	4,08(9)	4,29(9)
7p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,43(-8)	1,44(-8)	1,31(-8)	1,13(10)	1,19(10)	1,14(10)
7p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	1,18(-8)	3,90(-9)	1,10(-8)	9,34(9)	3,23(9)	9,63(9)
7s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	2,32(-8)	9,54(-9)	2,17(-8)	1,83(10)	7,92(9)	1,89(10)
7s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,77(-8)	1,92(-8)	4,40(-8)	3,76(10)	1,59(10)	3,84(10)
7p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	4,76(-8)	2,47(-8)	4,34(-8)	3,76(10)	2,05(10)	3,78(10)
8s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	0,05	5,12(-9)	4,05(-9)	5,03(-9)	4,06(9)	3,37(9)	4,40(9)



Tablo 3.4. Helyum benzeri U ve Np iyonlarının ( $1s^2\ ^1S_0$ ) taban hale yapılan elektrik dipol geçişi parametreleri.

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		gf-değeri		A ( $s^{-1}$ )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
1s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	1,08(-2)	1,14(-2)	2,11(15)	2,12(15)
1s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,11	0,11	4,48(-2)	4,60(-2)	8,91(15)	8,72(15)
1s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	6,45(-4)	7,73(-4)	1,40(14)	1,60(14)
1s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	7,47(-3)	7,96(-3)	1,63(15)	1,65(15)
1s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	9,75(-5)	5,88(-5)	2,22(13)	1,27(13)
1s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	5,60(-4)	6,99(-4)	1,27(14)	1,52(14)
1s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	1,09(-3)	9,52(-4)	2,54(14)	2,11(14)
1s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	3,32(-4)	2,35(-4)	7,75(13)	5,23(13)
1s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	2,97(-3)	2,73(-3)	7,04(14)	6,15(14)
1s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	3,12(-3)	2,78(-3)	7,40(14)	6,27(14)
1s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	7,01(-3)	6,58(-3)	1,67(15)	1,49(15)
1s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	1,09(-2)	1,02(-2)	2,62(15)	2,32(15)
1s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	2,39(-2)	2,27(-2)	5,75(15)	5,22(15)
1s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,10	0,10	4,94(-2)	4,69(-2)	1,18(16)	1,07(16)
2s2p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,07	8,42(-10)	2,27(-9)	4,65(8)	1,19(9)
2s2p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,21(-7)	1,35(-7)	6,98(10)	7,40(10)
2p3s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,44(-7)	1,39(-7)	9,58(10)	8,82(10)
2s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	8,89(-8)	8,31(-8)	5,95(10)	5,30(10)
2s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,83(-8)	7,04(-8)	5,28(10)	4,52(10)
2p3d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,51(-8)	1,58(-8)	1,03(10)	1,03(10)
2p3s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	6,66(-8)	6,45(-8)	4,58(10)	4,23(10)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,24(-9)	7,69(-9)	5,04(9)	5,09(9)
2p4s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	3,74(-7)	3,65(-7)	2,64(11)	2,45(11)
2s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	4,87(-8)	4,81(-8)	3,45(10)	3,25(10)
2s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	6,16(-8)	6,03(-8)	4,37(10)	4,08(10)
2p4d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	2,75(-8)	2,84(-8)	1,98(10)	1,95(10)
2p5s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	3,25(-7)	3,23(-7)	2,36(11)	2,23(11)
2s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,00(-7)	9,87(-8)	7,28(10)	6,84(10)
2s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,32(-7)	1,28(-7)	9,61(10)	8,92(10)
2p4s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	1,83(-7)	1,86(-7)	1,33(11)	1,29(11)
2p4d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	9,53(-9)	1,01(-8)	6,98(9)	7,09(9)
2p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	3,45(-7)	3,43(-7)	2,53(11)	2,40(11)

Tablo 3.4. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		<i>gf</i> -değeri		A (s <sup>-1</sup> )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
2s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	1,60(-7)	9,61(-8)	1,18(11)	6,75(10)
2p5d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	5,83(-8)	1,25(-7)	4,30(10)	8,79(10)
2s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	3,01(-7)	2,95(-7)	2,22(11)	2,07(11)
2p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	4,07(-7)	4,10(-7)	3,01(11)	2,89(11)
2s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	2,46(-7)	2,46(-7)	1,82(11)	1,74(11)
2s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	4,32(-7)	4,32(-7)	3,21(11)	3,06(11)
2p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	5,76(-7)	5,80(-7)	4,29(11)	4,11(11)
2s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	3,77(-7)	3,84(-7)	2,81(11)	2,73(11)
2s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	8,96(-7)	5,31(-7)	6,70(11)	3,78(11)
2p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	1,13(-6)	1,50(-6)	8,45(11)	1,07(12)
2p6d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	6,96(-8)	7,28(-8)	5,21(10)	5,18(10)
2p5s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	2,11(-7)	2,22(-7)	1,58(11)	1,58(11)
2p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	1,59(-8)	2,04(-8)	1,19(10)	1,46(10)
2s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	1,24(-6)	1,26(-6)	9,34(11)	9,01(11)
2s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	2,70(-6)	2,73(-6)	2,02(12)	1,95(12)
2p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	2,49(-7)	2,50(-7)	1,88(11)	1,81(11)
2p6d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	2,62(-8)	2,63(-8)	1,99(10)	1,90(10)
2p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	3,09(-7)	3,17(-7)	2,36(11)	2,31(11)
2p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	4,61(-7)	4,74(-7)	3,54(11)	3,46(11)
2p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,06	1,06(-6)	1,10(-6)	8,23(11)	8,10(11)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,24(-9)	7,69(-9)	5,04(9)	5,09(9)
3s3p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,90(-8)	6,80(-8)	5,47(10)	5,13(10)
3s3p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	7,92(-8)	7,76(-8)	6,33(10)	5,90(10)
3s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,02(-8)	4,01(-8)	3,36(10)	3,20(10)
3s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,47(-8)	4,52(-8)	3,75(10)	3,61(10)
3d4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,78(-10)	5,96(-10)	4,87(8)	4,78(8)
3d4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,13(-10)	6,49(-10)	5,18(8)	5,22(8)
3s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,57(-8)	3,55(-8)	3,06(10)	2,90(10)
3s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,85(-8)	4,85(-8)	4,16(10)	3,96(10)
3d5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,16(-10)	1,14(-10)	1,00(8)	9,43(7)
3d5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,98(-10)	1,91(-10)	1,71(8)	1,58(8)
3s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,55(-8)	4,54(-8)	3,95(10)	3,75(10)

Tablo 3.4. (Devami)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		<i>gf</i> -değeri		A (s <sup>-1</sup> )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
3s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	7,38(-8)	7,37(-8)	6,41(10)	6,10(10)
3s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,87(-8)	4,93(-8)	4,26(10)	4,11(10)
3s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	8,71(-8)	8,85(-8)	7,61(10)	7,37(10)
3d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,84(-10)	2,13(-10)	1,61(8)	1,77(8)
3s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,98(-8)	7,10(-8)	6,13(10)	5,94(10)
3s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,35(-7)	1,38(-7)	1,19(11)	1,15(11)
4s4p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,25(-8)	6,13(-8)	5,50(10)	5,14(10)
3s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,90(-7)	1,93(-7)	1,67(11)	1,62(11)
3s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,26(-7)	4,32(-7)	3,75(11)	3,63(11)
3d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,16(-10)	4,56(-10)	2,79(8)	3,83(8)
4s4p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,39(-8)	4,48(-8)	3,88(10)	3,77(10)
4p4d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,76(-8)	1,70(-8)	1,55(10)	1,44(10)
4p4d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,71(-9)	3,81(-9)	3,29(9)	3,22(9)
4p5s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,62(-8)	4,68(-8)	4,16(10)	4,02(10)
4s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,75(-8)	2,81(-8)	2,48(10)	2,41(10)
4s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,86(-8)	2,96(-8)	2,58(10)	2,55(10)
4p5d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,83(-9)	5,56(-9)	5,27(9)	4,79(9)
4p5s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,28(-8)	5,37(-8)	4,78(10)	4,63(10)
4d5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,62(-9)	3,87(-9)	3,28(9)	3,33(9)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,24(-9)	7,69(-9)	5,04(9)	5,09(9)
4p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,92(-9)	2,91(-9)	2,65(9)	2,51(9)
4d5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,63(-9)	2,76(-9)	2,38(9)	2,38(9)
4p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,60(-8)	4,57(-8)	4,20(10)	3,97(10)
4s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,54(-8)	2,53(-8)	2,32(10)	2,21(10)
4s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,00(-8)	4,08(-8)	3,66(10)	3,56(10)
4p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,71(-8)	4,83(-8)	4,31(10)	4,21(10)
4d6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	8,42(-10)	8,72(-10)	7,71(8)	7,61(8)
4d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,24(-10)	9,90(-10)	8,47(8)	8,65(8)
4p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,98(-8)	5,01(-8)	4,58(10)	4,39(10)
4s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,32(-8)	2,29(-8)	2,14(10)	2,01(10)
4s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,12(-8)	4,05(-8)	3,80(10)	3,55(10)
4p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,91(-8)	4,85(-8)	4,53(10)	4,26(10)

Tablo 3.4. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		<i>gf</i> -değeri		A (s <sup>-1</sup> )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
4d7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,28(-10)	1,43(-10)	1,18(8)	1,25(8)
4p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,83(-8)	5,29(-8)	5,38(10)	4,65(10)
5s5p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,27(-8)	2,74(-8)	2,10(10)	2,41(10)
4d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,38(-10)	1,14(-9)	5,89(8)	1,00(9)
5s5p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,07(-8)	2,10(-8)	1,91(10)	1,85(10)
4s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,72(-8)	2,72(-8)	2,52(10)	2,39(10)
5p5d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,65(-10)	6,09(-10)	1,53(8)	5,37(8)
4s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,29(-8)	6,33(-8)	5,82(10)	5,58(10)
5p5d <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,77(-9)	2,94(-9)	2,57(9)	2,60(9)
4p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,21(-7)	1,18(-7)	1,12(11)	1,04(11)
4p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,41(-8)	6,69(-8)	5,94(10)	5,91(10)
4d8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	7,09(-10)	8,64(-10)	6,57(8)	7,63(8)
4s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,83(-8)	7,03(-8)	6,33(10)	6,21(10)
4s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,42(-7)	1,48(-7)	1,32(11)	1,30(11)
4p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,35(-7)	1,39(-7)	1,26(11)	1,23(11)
4d9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,99(-10)	1,86(-10)	1,85(8)	1,65(8)
4d9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,41(-10)	4,43(-10)	4,10(8)	3,92(8)
5p6s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,63(-8)	1,67(-8)	1,52(10)	1,48(10)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,24(-9)	7,69(-9)	5,04(9)	5,09(9)
5s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,33(-8)	1,35(-8)	1,24(10)	1,20(10)
5s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,02(-8)	2,05(-8)	1,89(10)	1,83(10)
5p6s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,16(-8)	3,20(-8)	2,96(10)	2,85(10)
5d6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,92(-9)	4,12(-9)	3,67(9)	3,67(9)
5d6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,16(-9)	2,22(-9)	2,02(9)	1,98(9)
5p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,75(-8)	1,68(-8)	1,64(10)	1,51(10)
5s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,10(-8)	1,08(-8)	1,04(10)	9,76(9)
5s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,25(-8)	2,31(-8)	2,12(10)	2,08(10)
5p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,72(-8)	2,79(-8)	2,56(10)	2,50(10)
5d7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,21(-9)	1,14(-9)	1,14(9)	1,02(9)
5d7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,13(-9)	1,17(-9)	1,06(9)	1,05(9)
5p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,00(-8)	2,07(-8)	1,89(10)	1,87(10)
5s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,25(-8)	1,25(-8)	1,18(10)	1,13(10)

Tablo 3.4. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		<i>gf</i> -değeri		A (s <sup>-1</sup> )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
6s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,18(-9)	1,30(-9)	2,07(9)	1,17(9)
5s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,63(-8)	3,74(-8)	3,44(10)	3,37(10)
5p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,77(-9)	6,56(-9)	6,41(9)	5,91(9)
6s6p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,54(-8)	4,70(-8)	4,30(10)	4,24(10)
5d8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,28(-10)	9,99(-10)	8,79(8)	9,02(8)
5d8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,99(-10)	9,75(-10)	9,47(8)	8,80(8)
5p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,12(-8)	3,08(-8)	2,96(10)	2,78(10)
5s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,67(-8)	2,71(-8)	2,53(10)	2,45(10)
5s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,49(-8)	5,70(-8)	5,21(10)	5,16(10)
5p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,74(-8)	6,04(-8)	5,45(10)	5,47(10)
5d9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	5,86(-10)	6,02(-10)	5,57(8)	5,45(8)
5d9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,52(-10)	1,06(-9)	9,05(8)	9,65(8)
6p7s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	8,36(-9)	8,86(-9)	7,97(9)	8,04(9)
6s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,37(-9)	6,71(-9)	6,07(9)	6,09(9)
6s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,08(-8)	1,14(-8)	1,03(10)	1,04(10)
6p7s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,59(-8)	2,71(-8)	2,47(10)	2,47(10)
6p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,61(-9)	8,90(-9)	9,20(9)	8,12(9)
2p3d <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,06	0,06	7,24(-9)	7,69(-9)	5,04(9)	5,09(9)
6s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	7,41(-9)	6,58(-9)	7,10(9)	6,00(9)
6s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,82(-8)	1,73(-8)	1,74(10)	1,57(10)
6p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,26(-8)	2,31(-8)	2,16(10)	2,11(10)
7s7p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,87(-9)	5,18(-9)	4,68(9)	4,74(9)
7s7p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,36(-8)	1,45(-8)	1,31(10)	1,32(10)
6p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	9,80(-9)	1,07(-8)	9,41(9)	9,86(9)
6s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,98(-8)	2,21(-8)	1,91(10)	2,03(10)
6s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,03(-8)	4,46(-8)	3,87(10)	4,08(10)
6p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,03(-8)	4,30(-8)	3,87(10)	3,94(10)
7p8s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,24(-9)	4,99(-9)	4,09(9)	4,58(9)
7s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,98(-9)	5,60(-9)	4,80(9)	5,15(9)
7s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	8,77(-9)	9,75(-9)	8,46(9)	8,96(9)
7p8s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,46(-8)	2,82(-8)	2,38(10)	2,59(10)
7p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	6,21(-10)	5,80(-10)	6,01(8)	5,34(8)

Tablo 3.4. (Devamı)

Üst Seviye	Dalga Boyu (Å)		<i>gf</i> -değeri		A (s <sup>-1</sup> )	
	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)	U <sup>90+</sup> (Z=92)	Np <sup>91+</sup> (Z=93)
6s6p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,18(-9)	1,30(-9)	2,07(9)	1,17(9)
7s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,76(-8)	1,71(-8)	1,71(10)	1,57(10)
7s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,66(-8)	2,59(-8)	2,58(10)	2,39(10)
7p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	3,50(-8)	3,35(-8)	3,39(10)	3,08(10)
8s8p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	4,66(-9)	5,09(-9)	4,52(9)	4,70(9)
8s8p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,90(-8)	2,06(-8)	1,84(10)	1,90(10)
8p9s <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	7,60(-9)	7,65(-9)	7,38(9)	7,08(9)
8s9p <sup>3</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,25(-8)	1,19(-8)	1,22(10)	1,10(10)
8s9p <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	2,80(-10)	3,26(-10)	2,72(8)	3,01(8)
8p9s <sup>1</sup> P <sub>1</sub> <sup>o</sup>	0,05	0,05	1,39(-8)	1,32(-8)	1,35(10)	1,22(10)

### 3.3. Tartışma

Helyum benzeri ilk beş aktinit atomunun seviye yapılarını belirlemek için yapılan bu çalışmada enerjilerin yanı sıra E1 geçişleri için dalga boyu, ağırlıklı salınıcı şiddetleri ve geçiş olasılıkları hesaplanmış. Ulaşılabilir kaynaklarda yalnızca altı seviye ( $1s2s\ ^3S_1, ^1S_0, 1s2p\ ^3P^o_{0,1,2}, ^1P^o_1$ ), dört geçiş ( $1s2p\ ^3P^o_{0,1,2}, ^1P^o_1 - 1s^2\ ^1S_0$ ) için değerler mevcuttur. Diğer çalışma sonuçları ile yapılan karşılaştırmada, elde edilen sonuçların çok az sayıdaki deneysel ve teorik çalışmalarla çok uyumlu olduğu Z'nin azalan değeri için uyumun daha da arttığı gözlenmiştir.

Kaynaklara ilk defa geçecek olan diğer verilerin, bundan sonraki çalışmalar için faydalı olacağı düşüncesindeyiz.

## KAYNAKLAR

- [1] <http://physics.nist.gov/asd>, Erişim Tarihi: 19.07.2017.
- [2] Fischer, C.F., Brage, T., Johnson, P., Computational atomic structure-an MCHF approach, Bristol and Philadelphia, Institute of Physics Publishing, 1997.
- [3] Fischer, C.F., The MCHF atomic-structure Package, Computer Physics Communications, Vol. 64, 369–398, 1991.
- [4] Natarajan, L., Single-photon emission from simultaneous two-electron transitions in he-like ions, Phys. Rev. A, 90, 032509, 2014.
- [5] Zhang, D., H., Dong, C. Z., Koike, F., Theoretical investigation of decay process in a doubly excited  $2s^2\ ^1S_0$  state of he-like ions, Chin. Phys. Lett., 23, 2059–2062 2006.
- [6] Nahar S.,  $K\alpha$  transition probabilities for platinum and uranium ions for possible x-ray biomedical applications. Can. J. Phys. 89, 483–494, 2011.
- [7] Drake, G.W.F., Theoretical energies for the  $n=1$  and  $2$  states of the helium isoelectronic sequence up to  $Z=100$ , Can. J. Phys., 66, 586–611, 1988.
- [8] Cheng, K.T., Chen, M.H., Johnson, W.R. Sapirstein, J., Relativistic configuration-interaction calculations for the ground state and  $n=2$  singlet states of heliumlike ions, Phys. Rev. A, 50, 247–255, 1994.
- [9] Artemyev, A.N., Shabaev, V.M., Yerokhin, V.A., Plunien, G., Soff G., QED calculation of the  $n=1$  and  $n=2$  energy levels in he-like ions, Phys. Rev. A, 71, 062104, 2005.
- [10] Plante, D.R., Johnson, W.R., Sapirstein J., Relativistic all-order many-body calculations of the  $n=1$  and  $n=2$  states of heliumlike ions, Phys. Rev. A, 49, 3519–3530, 1994.
- [11] Krause, J., Relativistic variational theory for two electron atoms, Phys. Rev A, 34, 3692–3699, 1986.
- [12] Johnson, W.R., Lin, C.D. Relativistic random phase approximation applied to atoms of the helium isoemctronic sequence, Phys. Rev. A, 14, 565–575, 1976.



- [13] Lupton, J.H., Dietric, D.D., Hailey, J.C., Stewrrt R.E., Ziock K.P., Measurement of the ground state lamb shift and electron-correlation effects in hydrogenlike and heliumlike uranium, *Phys. Rev. A*, 50, 2150–2154, 1994.
- [14] Briand, J.P., Chevallier, P., Indelicato, P., Ziock, K.P., Dietrich, D.D., Observation and measurement of  $n=2 \rightarrow n=1$  transitions of hydrogenlike and heliumlike uranium, *Phys. Rev. Lett.*, 65, 2761–2764, 1990.
- [15] Andreev, O.Y., Labzowsky, L.N., Plunien, G., QED calculations of transition probabilities in two electron ions, *Phys. Rev. A*, 79, 032515, 2009.
- [16] Andreev, O.Y., Labzowsky, L.N., Plunien, G., QED theory of the spectral line profile and its applications to atoms and ions, *Phys. Rep.*, 455, 135–246, 2008.
- [17] Johnson, W.R., Plante, D.R., Sapirstein J, Relativistic calculations of transition amplitudes in the helium like sequence, *Advances in Atomic, Molecular, and Optical Physics*, 35, 255–329, 2011.
- [18] Drake, G.W., Unified relativistic theory for  $1s2p \ ^3P_1-1s^2 \ ^1S_0$  and  $1s2p \ ^3P_1-1s^2 \ ^1S_0$  frequencies and transition rates in helium like ions, *Phys. Rev. A*, 19, 1387–1397, 1979.
- [19] Ivanov, L.N., Ivanova, E.P., Safronova, U.I., Relativistic calculation of the spectra of the two-electron atomic ions-I, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 15, 553–559, 1975.
- [20] Ürer, G., Arslan M., Balkaya, E., Keçeli, A., A calculation for radial expectation values of helium like actinide ions ( $Z=89-93$ )AIP Conf. Proc., 1722, 190002, 2016.

## ÖZGEÇMİŞ

Murat ARSLAN 10.11.1987'de Çorum'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Çorum'un Alaca ilçesinde tamamladı. 2008 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik bölümünü 2013 yılında bitirdi. Aynı yılda Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde başladığı yüksek lisansa halen devam etmektedir.