

^{168}W VE ^{170}W İZOTOPLARINDA BOZON ETKİLEŞİM MODELİ-İ İLE B(E2) GEÇİŞ OLASILIKLARININ VE KUADROPOL MOMENTLERİNİN İNCELENMESİ

Şerafettin ATALAY, M. Duran DULKAR, İhsan ULUER
Kırıkkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Kırıkkale

ÖZET

Wolfram izotopları $150 \leq A \leq 190$ deforme bölge çıkışında olup enteresan bir durum arz etmektedir. Bu çalışmada ^{168}W ve ^{170}W izotoplarının IBM-1 kullanılarak B (E2) geçiş olasılıkları, kuadropol momentleri ve SU(3) karakteri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu çekirdekler hakkında doğru ve anlamlı bilgiler vermektedir.

Anahtar Kelimeler : Bozon etkileşim modeli, Geçiş olasılıkları, Kuadropol momentleri

THE INVESTIGATION OF THE B(E2) TRANSITION PROBABILITIES AND THE QUADROPOL MOMENTS OF THE ^{168}W AND ^{170}W ISOTOPES BY USING THE INTERACTING BOSON MODEL-I

ABSTRACT

The Wolfram isotopes are at the end of the deformed region $150 \leq A \leq 190$ and therefore exhibit an interesting situation. In this work by using the IBM-I the BE (2) transition probabilities, quadrupole moments and the SU (3) character of ^{168}W and ^{170}W isotopes are investigated. The results obtained give correct and reasonable knowledge about these nuclei.

Key Words : Interacting boson model, Transition probabilities, Quadropole moments

1. GİRİŞ

Wolfram izotoplarının temel dönme bandı düşük uyarılmış enerji seviyelerinin oranlanması durumu için tek - cisim bozon ve iki-cisim bozon - bozon etkileşim terimlerini içeren en genel Hamiltoniyen bir önceki çalışmamızda verilmişti (Atalay ve ark., 1997).

Hamiltonienin öz değerlerini bulmak için H'nin köşegen olduğu bir bazın bulunması gerekir. Bu problem H'nin grup yapısının çalışmasıyla kolaylaştırılmıştır. U(6)'nın alt grup zincirlerinin Casimir operatörleri cinsinden Hamiltonienin daha Tablo 1. Çift-Çift Wolfram İzotoplarında Temel Durum Bandı ($K^\pi = 0^+$) 4^+ ve 2^+ Durumlarının Enerji Oranları

kullanışlı bir yazımı aşağıdaki şekilde verilmiştir (Iachello, 1980).

$$H = \varepsilon C_{1U5} + \alpha C_{2U5} + \beta C_{2O5} + \gamma C_{2O3} + \delta C_{2SU3} + \eta C_{2O6}$$

SU (6)'nın bu genel Hamiltonieninin grup yapısının çalışılması, iyi tanımlı kuantum sayısına sahip üç boyutlu ortogonal dönme grubu her bir alt zincirini içermesi halinde, bir baz kurulmasının üç yolla mümkün olduğunu göstermiştir.

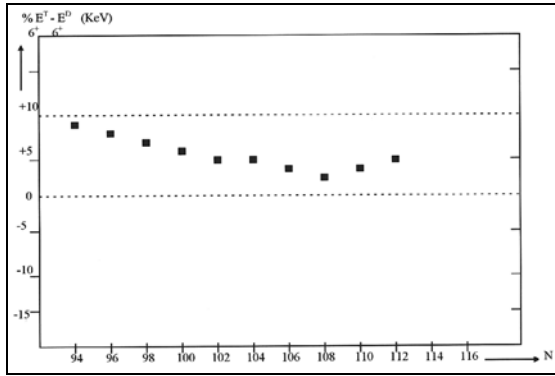
Jabber, (1990). tarafından da yapıldığı gibi, Wolfram'ın tüm diğer izotopları için de temel durum bandının enerjilerini dikkate alarak

^A W	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190
E_{4+}	2.82 ^a	2.95 ^b	3.15 ^c	3.15 ^d	3.20 ^e	3.23 ^f	3.26 ^g	3.29 ^h	3.27 ⁱ	3.23 ^j	-	-
E_{2+}												

a) Shirley 1988, b) Chunmei 1987, c) Gongqing 1987, d) Browne 1991, e) Browne 1990, f) Browne 1988, g) Browne 1987, h) Firestone 1988a i) Firestone 1989 j) Firestone 1988b

E_{4+} / E_{2+} oranlarının değişiminin genel karakteristiği belirlenebilir. Bu işlem sonucunda Tablo 1'deki değerler elde edilmiştir.

Bu oranlar L bir simetrik katı döntücünün açılma momentum kuantum sayısı olmak üzere L (L + 1)'li durumlarının enerji karakteristiğine ne derece uyduğunu göstermekle birlikte IBM için bir şey belirtmez. Bu nedenle IBM altında SU (3) simetrisine düşük-düzyer durumlarının uyumluluğunun ne oranda olduğunu görmek için IBM'e göre $\langle E_{6^+}^{T+} \rangle_{IBM-1}$ değerlerini hesaplamak ve bu değerlerle deneysel olarak bulunmuş olan $E_{6^+}^D$ enerji değerleri arasındaki yüzde sapmayı araştırmak gerekir. Bunun sonucunda Şekil 1'deki grafik elde edilir.



Şekil 1. x ve x1 parametreleri altında Wolfram çift-çift izotoplarının E_{6^+} durumlarında, teori ve deney arasındaki yüzde uyumun nötron sayılarıyla olan değişimi

Tablo 2. Çift-Çift Wolfram İzotoplarında pp/ph Çiftleri Sayısı

^A W	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190
Nötron Bozonu N_v	6	7	8	9	10	11	10	9	8	7	6	5
Proton Bozonu N_π	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Toplam Bozon Sayısı (N)	10	11	12	13	14	15	14	13	12	11	10	9

Bunları burada yeniden yazmak yerine her bir çekirdeği ayrı ayrı ele alıp inceleyerek referans 2'de belirtilen 4, 5, ve 6 nolu denklemler çözülerek Wolfram izotoplarının dönmeyle ilgili limite indirgenemez temsilleri bulunabilir.

Wolfram çift-çift izotoplarının enerji seviye yapıları, nötron yakalama, Coulomb uyarılmaları, inelastik döteron saçılma deneyleri ve radyoaktif

E_{6^+} değerleri Tablo 1 altında verilen referanslara göredir. Etkileşen bozon modelinin parçacık-parçacık/parçacık-boşluk bazında olması dolayısıyla parçacık uzayında parçacık-boşluk halinin bir arada bulunması hesaba katılır. Bunun için N_π -proton ve N_v - nötron bozonlarının sayısı en yakın kapalı kabuktan itibaren hesaplanır. Yani bir büyük kapalı kabuğun yarısından fazlası doluyorsa N_π ve N_v boşluk çiftlerinin sayısı olarak, değilse parçacık çiftlerinin sayısı olarak alınır. Örneğin ¹⁶⁸W₉₄ için açıkça hesaplayacak olursak;

$$N_\pi = (82-74) / 2 = 4 \text{ boşluk çifti}$$

$$N_v = (94-82) / 2 = 6 \text{ parçacık çifti}$$

toplam boson sayısı N (ph/pp çiftleri) ;

$$N = N_\pi + N_v$$

$$= 6+4$$

$$= 10 \text{ ph}$$

olarak buluruz. Tüm diğer çift-çift Wolfram izotoplar için de hesaplırsak, Tablo 2'deki değerleri bulabiliriz. Bundan sonraki tüm diğer hesaplarımızda da Tablo 2'deki bozon sayıları kullanılacaktır.

Enerji düzeylerinin hesaplanabilmesi için diğer bilinmesi gereken, IBM' in II. alt grup zincirine ait indirgenemez temsillerdir.

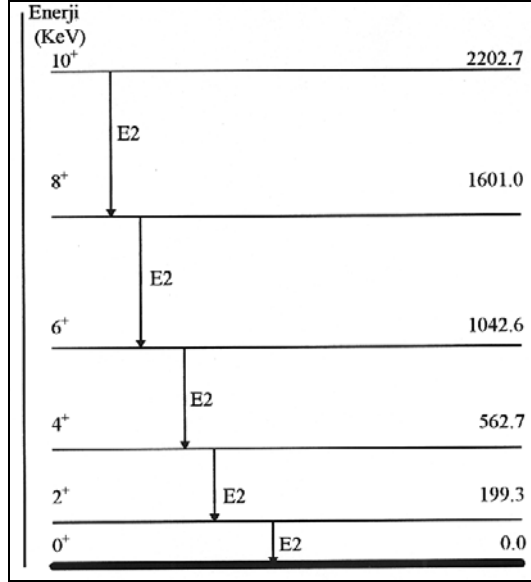
Bu indirgenemez temsil etiketleri kuantum sayıları anlamındadır (Hamermesh, 1964; Elliott, 1986).

bozulmalarda araştırılmıştır. Bugünkü en yeni bilgilerin birikimini topluca Nuclear Data Sheets ve Data Table'den edinmemiz mümkün olmaktadır.

Her bir izotopa ait spektral yapılarıyla ilgili bilgiler hesaplamaların sonuçlarından oluşan tablolardan önce verilmiştir. Bunlar çoğunlukla temel durum bandının E_{6^+} uyarılmış seviyeleri civarındadır ve 2 MeV ve daha alt enerji düzeylerini içerirler.

2. ¹⁶⁸W ÇEKİRDEĞİ

¹⁷²Os izotopunun α parçacığı bozunumu sonucunda elde edilmiş olan ¹⁶⁸W₉₄ çift-çift izotopunun taban durum band yapısı ve her bir seviyeden olan B (E2; L⁺ + 2 → L⁺) geçiş şeması Şekil 2’de verildiği gibidir (Borggreen, 1971).



Şekil 2. ¹⁶⁸W izotopunun düşük düzey band yapısı ve B (E2) geçişleri

$K_{\pi} = 0^{+}$ taban durum bandda gözlenebilen mevcut kuadropol durumları 2⁺, 4⁺, 6⁺, 8⁺, 10⁺ olmak üzere toplam beş kararlı uyarılmış durum vardır. Buna karşın Etkileşen Bozon Modeline göre çözümlenen ve Tablo 5’den de görüleceği üzere bu durumların sayısı 10 olması gerekmektedir. Fakat halen bu durumlardan birçoğu gözlenilebilmiş değildir. Taban durum bandındaki 2⁺ uyarılmış durumdan 0⁺ duruma geçiş saf E2’dir ve tüm diğer üyeler arası geçişlerinde E2 tabiatlı olduğu bilinmektedir (Shirley, 1988).

Bu çekirdeğin SU (3) simetri uyumluluğunun diğer tüm Wolfram çekirdeklerine nazaran daha az dolayısıyla en büyük simetri bozulmasına sahip olduğunu Şekil 1’den görmekteyiz. Bununla beraber sapmanın anormal olmaması B(E2; L⁺ + 2 → L⁺) geçişlerinin bu limite gerçekleştirilebileceğinin bir işaretidir. Bunların hesapladığımız değerlerinin diğer yöntemlerle belirlenmiş olanlarının genel karakteristiği ile karşılaştırılmasından bu anlaşılmaktadır.

Tablo 3 bu çekirdeğe ait tüm düzeyleri sınıflayan indirgenemez temsilleri verirken Tablo 4 ise ilgili taban durumu band üyeleri arasındaki B (E2; L⁺ + 2 → L⁺) geçiş olasılıklarını, kuadropol momentleri ile bunların hesaplanmasında kullandığımız uygun hale getirme parametrelerini göstermektedir.

Tablo 3. ¹⁶⁸W İzotopunun Dönmeyle İlgili Limitte İndirgenmez Temsilleri

SU (6) [N]	SU (3) (λ, μ)	K/γ	O ⁽³⁾ L
	(20,0)	[0]	20 ⁺ ,18 ⁺ ,16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(16,2)	[0]	18 ⁺ ,16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺ ,16 ⁺ ,17 ⁺
	(12,4)	[0]	16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
	(8,6)	[0]	14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
		[6]	6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺
10 p/h	(4,8)	[0]	12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
	(0,10)	[0]	10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(14,0)	[0]	14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(10,2)	[0]	12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
	(6,4)	[0]	10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺
	(2,6)	[0]	8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺
	(8,0)	[0]	8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(4,2)	[0]	6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺
	(0,4)	[0]	4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺

Tablo 4. ¹⁶⁸W İzotopunun B(E2) Değerleri Kuadropol Momentleri ve Bazı Parametreler

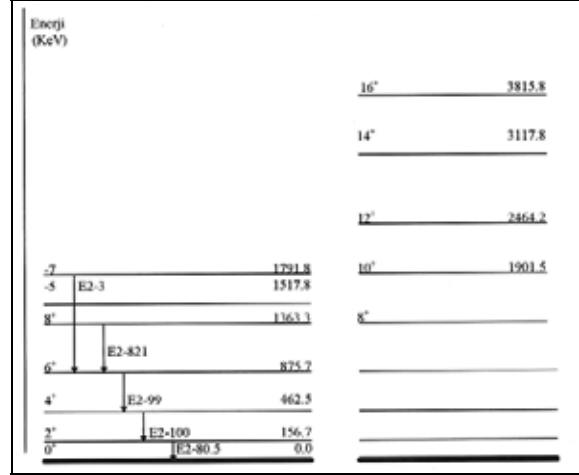
N = 10 p/h	$\alpha = 0,0466$ [eb]
B (E2; 2 ₁ ⁺ → 0 ₁ ⁺) [e ² b ²]	0,4994558
B (E2; 4 ₁ ⁺ → 2 ₁ ⁺) [e ² b ²]	0,698001
Q ₀ ⁺ [b]	5,022
Q ₂ ⁺ [eb]	0,641
Q ₄ ⁺ [eb]	0,816

3. ¹⁷⁰W ÇEKİRDEĞİ

¹⁷⁰Re₉₅ çekirdeğinin ε ışımasıyla taban durumu olan ¹⁷⁰W₉₆ izotopuna bozunmasıyla ve Os'un α bozunumuyla gözlemlendiği bilinmektedir (Borggren, 1971; Sterna, 1975).

Bununla birlikte (H, xnγ) çekirdek reaksiyonu sonucunda da aynı çekirdeğe ulaşılabilmıştır (Arcizewski, 1983; Recht, 1985).

Bu çekirdeğin K^π = 0⁺ taban durum band yapısı ve bu bandın üyeleri arasındaki elektromanyetik çok kutup geçişleri gösteren şema Şekil 3'de verilmiştir. 156,7 keV enerjili 2⁺ durumdan olan elektromanyetik çok kutup geçiş (E2; L⁺ + 2 → L⁺) % 80,5 olasılıklıdır. Buna karşın 462,5 keV enerjili 4⁺ durumundan olan (E2; L⁺ + 2 → L⁺) geçiş olasılığı ise % 100'dür. Diğer bir 875,7 keV enerjili



Şekil 3. ¹⁷⁰W izotopunun band yapısı ve B(E2) geçişleri

6⁺ seviyeden olan (E2; L⁺ + 2 → L⁺) indirgenmiş geçiş olasılığı ise % 99 olarak belirtilmiştir (Chunmei, 1987). Bu çekirdekte önceki ¹⁶⁸W çekirdeği gibi fazlaca kararlı olmaması nedeniyle literatürde diğer başka izotoplarına kıyasla pek fazlaca çalışılmış bir çekirdek değildir, gözlenen taban durum bandındaki uyarılmış enerji seviyeleri j π = 16⁺ ile 3815,8 keV'e kadardır. Bununla ilgili Etkileşen Bozon Modelinin durum sınıflaması Tablo 5'de özetlenmiştir.

Tablo 5. ¹⁶⁸W İzotopunun Dönmeyle İlgili Limitte İndirgenmez Temsilleri

SU (6) [N]	SU (3) (λ, μ)	K/γ	O ⁺ (3) L
	(22,0)	[0]	22 ⁺ ,20 ⁺ ,18 ⁺ ,16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(18,2)	[0]	20 ⁺ ,18 ⁺ ,16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺ ,16 ⁺ ,17 ⁺ ,18 ⁺ ,19 ⁺
	(14,4)	[0]	18 ⁺ ,16 ⁺ ,14 ⁺ ,12 ⁺ ,10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺ ,16 ⁺ ,17 ⁺
		[4]	5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺
	(10,6)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺ ,14 ⁺ ,16 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺ ,14 ⁺ ,15 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
		[6]	6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
11 p/h	(6,8)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
		[6]	6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺
	(2,10)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
	(16,0)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺ ,14 ⁺ ,16 ⁺
	(12,2)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺ ,14 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺ ,12 ⁺ ,13 ⁺
	(8,4)	[0]	0 ⁺ ,2 ⁺ ,4 ⁺ ,6 ⁺ ,8 ⁺ ,10 ⁺ ,12 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺ ,10 ⁺ ,11 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺
	(4,6)	[0]	10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺ ,8 ⁺ ,9 ⁺
		[4]	4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺
	(0,8)	[0]	8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(10)	[0]	10 ⁺ ,8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
	(6,2)	[0]	8 ⁺ ,6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺ ,6 ⁺ ,7 ⁺
	(2,4)	[0]	6 ⁺ ,4 ⁺ ,2 ⁺ ,0 ⁺
		[2]	2 ⁺ ,3 ⁺ ,4 ⁺ ,5 ⁺

Dönme limiti uyumluluğu ise ¹⁶⁸W'den nispeten daha uyumlu olduğu Şekil 1'de görülmektedir.

İlgili B (E2) geçiş olasılıklarının ve kuadropol momentlerinin, hangi büyüklükte olduğu çalışılan model çerçevesinde hesaplanarak Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6. ¹⁷⁰W İzotopunun B(E2) Değerleri Kuadropol Momentleri ve Bazı Parametreler

N = 11 p/h	$\alpha = 0,0466$ [eb]
B (E2; $2_1^+ \rightarrow 0_1^+$) [e^2b^2]	0,597179
B (E2; $4_1^+ \rightarrow 2_1^+$) [e^2b^2]	0,837601
Q ₀ + [b]	5,489
Q ₂ + [eb]	0,701
Q ₄ + [eb]	0,892

Görüldüğü gibi Etkileşen Bozon Modeli-1'e göre deforme bölgedeki $150 \leq A \leq 190$ çift - çift çekirdeklerinin incelenmesinde gayet anlamlı ve doğru sonuçlar vermektedir. Bu sonuçlar bizi teorinin doğrulanması ile birlikte çekirdeklerin doğası ile ilgili olarak da önemli bir sonuca götürmektedir. İncelenen Wolfram izotopları, bozonlar anlamında iki parçacık etkileşiminin daha üstün karakter taşıdığını açıklığa kavuşturmuştur.

4. KAYNAKLAR

Arciszewski, H. F. R., H. J. M. Aarts, R. Kamermans, C. J. Van Der poel, R. Hozmann, M. A. Van Hove, J. Vervier, M. Huyse, G. Lhersonneau, R. V. F. Janssens, M. J. A. De Voigt, 1983. Band-Crossing Phenomena in ^{167,168}Hf and ^{170,179}W, Nucl. Phys. A401, 531.

Atalay, Ş., Pekdoğan, R., Küçük, B., Dulkar, M. D. ve Uluer, I. 1997. "Çift-çift Wolfram İzotoplarının Düşük Uyarılmış Durumlarının IBM-1 Altında SU(3) Simetri Uyumluluğunun İncelenmesi", I. Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, 14-16 Mayıs 1997, Kırıkkale.

Browne E. 1987. Nuclear Data Sheets for A = 180, Nucl. Data Sheets 52,127.

Browne, E. 1988. Nuclear Data Sheets for A = 178, Nucl. Data Sheets 54,199.

Browne, E. 1990. Nuclear Data Sheets for A = 176, Nucl. Data Sheets 60,227.

Browne, E. 1991. Nuclear Data Sheets Update for A = 174, Nucl. Data Sheets 62,1.

Borgreen J. E. K. Hyde, 1971. Alpha Decay of Neutron Deficient Osmium Isotopes, Nucl. Phys. A162, 407.

Chunmei, Z. 1990. Nuclear Data Sheets for A = 170, Nucl. Data Sheets 50,351.

Elliott, J. P. and P. G. Dawber, 1986. Symmetry in Physics. The Macnullan Press Ltd.

Firestone, R. B. 1988a. Nuclear Data Sheets for A = 182, Nucl. Data Sheets 54,307.

Firestone R. B. 1988b. Nuclear Data Sheets for A = 186, Nucl. Data Sheets 55,583.

Firestone, R. B. 1989. Nuclear Data Sheets for A = 184, Nucl. Data Sheets 58,243.

Gongqing, W. 1987. Nuclear Data Sheets for A = 172, Nucl. Data Sheets 51,577.

Hammermesh, M. 1964. Group Theory and Its Application to Physical Problems, Addison-Wesley Pub. Co. Inc. Second Printing.

Iachello, F. 1980. Lecture Notes in Physics, 119 Nuclear Spectroscopy 140 Springer-Verlag.

Jabber, J. K. and N. M. Stewart, 1990. An Improved Description of ¹⁸²W, J. Phys. G. Nucl. Part. Phys 16, 271.

Recht, J., Y. K. Agarwal, K. P. Blume, M. Guttormsen, H. Hübel, H. Kluge, K. H. Maier, A. Maj, N. Roy, D. I. Decman, J. Dudek and W.. Nazarewicz, 1985. Nucl. Phys. A440, 366.

Shirley, V. S. 1988. Nuclear Data Sheets for A=168, Nucl. Data Sheets 53,223.

Sterna, L. L. and P. E. Haustein, E. J. Ansoldo R. A. Naumann and T. E. Vard, 1975. The Radioctine Decay of ¹⁷⁰Re, Phys. Lett. 53B, 432.