



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eda ŞENYİĞİT

**Os, Ir ve Pt ÇEKİRDEKLERİNİN BAZI
İZOTOPLARININ (n,2n) ve (n,p) REAKSİYON TESİR
KESİTLERİNİN İNCELENMESİ**

FİZİK ANA BİLİM DALI

EYLÜL-2022

**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**Os, Ir ve Pt ÇEKİRDEKLERİNİN BAZI
İZOTOPLARININ (n,2n) ve (n,p)
REAKSİYON TESİR KESİTLERİNİN İNCELENMESİ**

Eda ŞENYİĞİT

**FİZİK
ANA BİLİM DALI**

**OSMANİYE
EYLÜL-2022**

TEZ ONAYI

Os, Ir ve Pt ÇEKİRDEKLERİNİN BAZI İZOTOPLARININ (n,2n) ve (n,p)
REAKSİYON TESİR KESİTLERİNİN İNCELENMESİ

EDA ŞENYİĞİT tarafından Doç. Dr. Halide ŞAHAN danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Fizik** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile **Yüksek Lisans** Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Halide ŞAHAN
Fizik Anabilim Dalı, OKÜ

.....

Üye: Prof. Dr. Eyyup TEL
Fizik Anabilim Dalı, OKÜ

.....

Üye: Prof. Dr. Mustafa TOPAKSU
Fizik Anabilim Dalı, Çukurova Üniv.

.....

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE

.....

Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

EDA ŞENYİĞİT

ÖZET

Os, Ir ve Pt ÇEKİRDEKLERİNİN BAZI İZOTOPLARININ (n,2n) ve (n,p)
REAKSİYON TESİR KESİTLERİNİN İNCELENMESİ

Eda ŞENYİĞİT
Yüksek Lisans, Fizik Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Halide ŞAHAN

Eylül 2022, 117 sayfa

Bu çalışmada, farklı seviye yoğunluk modelleri kullanılarak Osmiyum izotoplarının ($^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$), İridyum izotoplarının ($^{191,193}\text{Ir}$) ve Platinum izotoplarının ($^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$) (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri 20 MeV'e kadar hesaplanmıştır. Model hesaplamalarında, ALICE-ASH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 nükleer kodları kullanılmıştır. ALICE-ASH'de Fermi Gas Modeli (FGM) ($a=A/y$, $a = A/9$), EMPIRE-3.2'de Genelleştirilmiş Süper Akışkan Modeli (GSFM) ve TALYS 1.95'de Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli seçilmiştir. Tüm hesaplamalar, literatürde bulunan deneysel verilerle, beş farklı değerlendirilmiş nükleer verilerle (ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, TENDL-2019, JENDL-2017) ve 14.0-15.0 MeV civarında yarı ampirik formüllerden elde edilen verilerle karşılaştırılmış ve tartışılmıştır. Sonuçların, gelecekte yapılacak olan tesir kesit araştırmalarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacağını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri, ampirik formül, ALICE-ASH, EMPIRE-3.2, TALYS 1.95

ABSTRACT

INVESTIGATION of (n,2n) and (n,p) REACTION CROSS SECTIONS FOR SOME Os, Ir and Pt ISOTOPEs

Eda ŞENYİĞİT

M.Sc., Department of Physics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Halide ŞAHAN

September 2022, 117 pages

In this study, cross-section calculations for $(n, 2n)$ and (n, p) reactions of Osmium isotopes ($^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$), Iridium isotopes ($^{191,193}\text{Ir}$) and Platinum isotopes ($^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$) have been investigated using different level density models up to 20 MeV. The ALICE-ASH, EMPIRE-3.2 and TALYS-1.95 nuclear codes were used in calculations. The Fermi Gas Model (FGM) ($a=A/y$, $a = A/9$) in ALICE-ASH, the Generalized Superfluid level density model (GSFM) in EMPIRE-3.2 and the Constant Temperature+Fermi Gas level density model (CTFGM) in TALYS 1.95 code have been selected. The results have been discussed and compared with the experimental data, five different evaluated nuclear data (ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, TENDL-2019, JENDL-2017) and the semi-empirical formulas around 14.0-15.0 MeV. We think that the results contribute significantly to enhance the studies of cross sections in future researches.

Key Words: (n,2n) and (n,p) reaction cross sections, emperical formula, ALICE-ASH, EMPIRE-3.2, TALYS 1.95



Sevgili Aileme...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesinde ve tüm tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Halide ŞAHAN'a aynı zamanda yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Muhittin ŞAHAN'a sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İTHAF SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
3. MALZEME ve YÖNTEM	13
3.1. Malzeme	13
3.1.1. Nükleer Tepkimeler	13
3.1.2. Bağlanma Enerjisi	15
3.1.3. Nükleer Modeller	17
3.1.3.1. Kabuk Modeli	17
3.1.3.2. Sıvı Damlası Modeli	18
3.1.4. Radyasyonun Madde İle Etkileşimi	20
3.1.4.1. Yüklü Ağır Parçacıklar	20
3.1.4.2. Elektronlar	20
3.1.4.3. Gama Işınları ve X-ışınlarının Madde ile Etkileşimi	21
3.1.4.3.1. Fotoelektrik Olay	21
3.1.4.3.2. Compton Saçılması	21
3.1.4.3.3. Çift oluşum	23
3.1.4.4. Nötronlar	23
3.1.4.4.1. Esnek saçılma	23
3.1.4.4.2. Esnek olmayan saçılma	24
3.1.4.4.3. Soğurma tepkimeleri	24

3.1.5 Tesir kesiti, Diferansiyel tesir kesiti ve reaksiyon hızı	24
3.1.6 Reaksiyon Türleri	26
3.1.6.1 Optik Model	26
3.1.6.2 Bileşik Çekirdek Reaksiyonları	27
3.1.6.3. Direkt Reaksiyonlar	28
3.1.6.4 Rezonans Reaksiyonları	29
3.1.6.5 Ağır İyon Reaksiyonları	29
3.2 Metod	30
3.2.1. ALICE-GDH, TALYS-1.95 ve EMPIRE 3.2 Bilgisayar Program Kodlar	31
3.2.1.1. ALICE-GDH kodu	31
3.2.1.2. EMPIRE-3.2 kodu	34
3.2.1.3. TALYS-1.95 kodu	35
3.2.2. Yarı Ampirik Formüller	37
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR	40
4.1.Osmiyum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri	41
4.1.1. $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ Reaksiyonu	42
4.1.2. $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$ Reaksiyonu	44
4.1.3 $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ Reaksiyonu	45
4.1.4. $^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$ Reaksiyonu	46
4.1.5. $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ Reaksiyonu	47
4.1.6. $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$ Reaksiyonu	49
4.1.7. $^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$ Reaksiyonu	50
4.1.8. $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$ Reaksiyonu	52
4.1.9. $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$ Reaksiyonu	53
4.1.10. $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ Reaksiyonu	54
4.1.11. $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ Reaksiyonu	56
4.1.12. $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ Reaksiyonu	58
4.1.13. $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ Reaksiyonu	60
4.1.14. $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ Reaksiyonu	62
4.2.İridyum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri	63

4.2.1. $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ Reaksiyonu	65
4.2.2. $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ Reaksiyonu	66
4.2.3. $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ Reaksiyonu	68
4.2.4. $^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$ Reaksiyonu	69
4.3. Platinum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri	71
4.3.1. $^{190}\text{Pt}(n,2n)^{189}\text{Pt}$ Reaksiyonu	72
4.3.2. $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$ Reaksiyonu	74
4.3.3. $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$ Reaksiyonu	75
4.3.4. $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ Reaksiyonu	77
4.3.5. $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$ Reaksiyonu	78
4.3.6. $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$ Reaksiyonu	79
4.3.7. $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ Reaksiyonu	81
4.3.8. $^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$ Reaksiyonu	82
4.3.9. $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ Reaksiyonu	84
4.3.10. $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$ Reaksiyonu	85
4.3.11. $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$ Reaksiyon	87
4.3.12. $^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ Reaksiyonu	88
5. SONUÇ	90
KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Her üç model için kullanılan seviye yoğunluk parametreleri	37
Çizelge 3.2	(n,2n) reaksiyon tesir kesiti için kullanılan yarı ampirik formüller	38
Çizelge 3.3	(n,p) reaksiyon tesir kesiti için kullanılan yarı ampirik formüller	39
Çizelge 4.1	14.5 MeV civarında ^{184,186,187,188,189,190,192} Os izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri.....	42
Çizelge 4.2	14.5 MeV civarında ^{184,186,187,188,189,190,192} Os izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri.....	42
Çizelge 4.3	14.5 MeV civarında ^{191,193} Ir izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri.....	64
Çizelge 4.4	14.5 MeV civarında ^{191,193} Ir izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri	64
Çizelge 4.5	14.5 MeV civarında ^{190,192, 194,195, 196,198} Pt izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri.....	71
Çizelge 4.6	14.5 MeV civarında ^{190,192, 194,195, 196,198} Pt izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri.....	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	Atom kütle numarasının bir fonksiyonu olarak nükleon başına bağlanma enerjisi	17
Şekil 3.2	(a) Compton saçılmasının geometrisi (b) Momentum vektörü arasındaki bağıntı	22
Şekil 3.3	Şematik diyagram t inceliğinde bir hedef üzerine gelen I şiddetine ve S kesit alanına sahip bir demeti göstermektedir	25
Şekil 4.1	$^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	43
Şekil 4.2	$^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	45
Şekil 4.3	$^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	46
Şekil 4.4	$^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	47
Şekil 4.5	$^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	48
Şekil 4.6	$^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	50
Şekil 4.7	$^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	51
Şekil 4.8	$^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	53
Şekil 4.9	$^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	54
Şekil 4.10	$^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	55
Şekil 4.11	$^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	58
Şekil 4.12	$^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	60
Şekil 4.13	$^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	61
Şekil 4.14	$^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri	63
Şekil 4.15	$^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	66
Şekil 4.16	$^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	67
Şekil 4.17	$^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	69
Şekil 4.18	$^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri	70
Şekil 4.19	$^{190}\text{Pt}(n,2n)^{189}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	73
Şekil 4.20	$^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	75
Şekil 4.21	$^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	76
Şekil 4.22	$^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	78
Şekil 4.23	$^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	79
Şekil 4.24	$^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri	81
Şekil 4.25	$^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	82

Şekil 4.26	$^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	83
Şekil 4.27	$^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	85
Şekil 4.28	$^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	86
Şekil 4.29	$^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	88
Şekil 4.30	$^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri	89



SİMGELER VE KISALTMALAR

CTFGM	Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli (Constant Temperature+Fermi Gas Model)
DIRECT	Varsayılan Olarak Küresel Optik Model
E_γ	Fotonun Enerjisi
E_{con}	Yoğunlaşma enerjisi
ENDF	Evaluated Nuclear Data File
EGSM	Gelişmiş genelleştirilmiş süper akışkan nükleer modeli (The Enhanced Generalized Superfluid Nuclear)
fm	Femtometre $1\text{ fm}=10^{-15}\text{ m}$
FGM	Fermi gaz modeli
GDH	Geometri Bağımlı Hibrit
GSFM	Genelleştirilmiş Süper Akışkan Model
HDH	Hibrit/Geometriye Bağlı Hibrit Model
HMS	Monte Carlo Hibrit denge öncesi model
HRTW	Hofmann-Richert-Tepel ve Weidenmueller
k_e	Coulomb Sabiti
$K_{rot}(U')$	Etkin Uyarım Enerjisindeki Rotasyonel İyileştirme Faktörü
$K_{vib}(U')$	Etkin Uyarım Enerjisindeki Titreşimsel Faktörü
L	Açısal Momentum
LDOPT	Kullanılan seviye yoğunluk modeli
M_A	Atomik Kütle
MSC	Çok Adımlı Bileşik
MSD	Çok Adımlı Doğrudan (Multi-step Direct)
MSL	Myers Swiatecki Lysekil Kütle Formülü
n_t	Birim Hacim Başına Hedef Çekirdek Sayısı
n	Nötron
N	Hedef Çekirdeklerin Sayısı
NEA	Nuclear Energy Agency
NEX	Maksimum Enerji Adımı Sayısı
OMPOT	Spesifik Küresel Optik Potansiyel
ρ	Hedefin Yoğunluğu
ρ_t	Hedefteki Madde Miktarının Ölçüsü

p	Proton
ρ_x^{tot}	Sabit Sıcaklık Toplam Seviye Yoğunluğu Değeri
$\rho_{qp}(U)$	Yarı-Parçacık Uyarımı İçin Nükleer Yoğunluğu
PEQ	Pre-equilibrium (Denge Öncesi)
SFM	Süper Akışkan Nükleer Modeli (Superfluid Nuclear Model)
U	Çekirdeğin Uyarılma Enerjisi
U_{cr}	Faz Geçişinin Kritik Enerjisi
WE	Weisskopf-Ewing Model
σ	Tesir Kesiti
σ_i	Kısmi Tesir Kesitine
Φ	Akı
Δ_0	Korelasyon fonksiyonu
$\tilde{a}$	Nükleer Seviye Parametresinin Asimptotik Değeri
δW	Kabuk Düzeltme Enerjisi (Mega-Elektronvolt Cinsinden)

1.GİRİŞ

1896 yılında Becquerel tarafından radyoaktifliğin keşfedilmesi, 1911 yılında Rutherford tarafından atomdaki çekirdeğin varlığının ileri sürülmesi ve 1932 yılında Chadwick tarafından nötronun keşfiyle birlikte nükleer fizik alanında yapılacak çalışmaların temelleri atılmıştır. Yüksüz yapıya sahip olan nötronların neden oldukları değişik reaksiyonlar bulunmaktadır. Nötronların hedefteki maddeyle etkileşmeye girmeleri sonucunda meydana gelen reaksiyonlar saçılma ve soğrulma şeklindedir. Esnek ve esnek olmayan saçılma olarak 2 tür saçılma vardır. Eğer hedefe gelen nötronların kinetik enerjilerinin bir kısmı hedef çekirdeği uyarmak için harcanıyorsa yani kinetik enerji kaybı varsa bu tür saçılmalar esnek olmayan saçılmalar olarak adlandırılır. Nötronlar ve protonlar arasındaki çarpışmalarda sadece esnek çarpışmalar meydana gelirken, çekirdeklerle olan çarpışmalarda esnek ve esnek olmayan çarpışmaların meydana gelmesi mümkündür. Esnek çarpışmalar 0.1 MeV ile 10.0 MeV arasında meydana gelirken esnek olmayan çarpışmalar ise genellikle 10.0 MeV'den daha büyük olan enerjilerde meydana gelmektedir. Soğurma reaksiyonları ise nötronların karşıdaki hedef çekirdeklerle etkileşmesi ile gama ışını, yüklü parçacıkların salındığı ve nötronların olduğu reaksiyonlar (n,γ) , $(n,2n)$, (n,p) , (n,a) vb. şeklindedir. Bu reaksiyonların aktivasyon tesir kesiti olasılığı hedef çekirdeklerin kütle numaralarına ve gelen nötronların enerjilerine bağlıdır (Yılmaz, 1998; Martin, 2014).

Nötronlar yüksüz olduklarından çekirdeğin coulomb etki alanı ile etkileşmeden çekirdeğe yaklaşır ve çekirdek tarafından yakalanırlar. Nötronlar sahip oldukları kinetik enerjilerine göre çeşitli reaksiyonlara neden olurlar. Gaz molekülleriyle 25°C'de ısıl denge durumunda olan nötronlar termik nötronlar olarak isimlendirilirler. Termik nötronlar dışındaki nötronlar, yavaş nötronlar, orta hızlı nötronlar ve hızlı nötronlar şeklinde sınıflandırılabilirler. Kinetik enerjileri yaklaşık 9.0 MeV'in üzerinde olan nötronların oluşturduğu $(n,2n)$ türü reaksiyonlarda yaklaşık 8.0 MeV'lik bağlanma enerjisi de eklenince çekirdekten iki tane nötron açığa çıkabilir ve çekirdekte proton fazlalığı olacağından çoğu durumda ürün çekirdek radyoaktiftir. Çekirdekteki bir protonun bir nötronla yer değiştirmesi

şeklinde olan reaksiyonlar (n,p) türü reaksiyonlar olarak bilinir. Bu reaksiyonların meydana gelmesi sonucunda hedef çekirdekle oluşan ürün çekirdek aynı kütle numaralarına sahip olur (Krane, 2002; Martin, 2014; Williams, 2014).

Nötron kesitleri, nötron ışıması yoluyla malzemelerdeki nükleer olayları anlamak için temel verilerdir ve 14.0 MeV civarındaki reaksiyonlar için kesit verileri, füzyon reaktörünün tasarımı için önemlidir. Bu verilere, potansiyel birinci duvar malzemeleri üzerinde indüklenmiş radyoaktivite, gaz üretimi, nükleer dönüşüm, radyasyon hasarı ve indüklenmiş aktiviteyi tahmin etmek için ihtiyaç vardır. İzomerik kesit oranları, açısal momentum transferi, nükleer seviye yoğunluğunun spin bağımlılığı, gama geçiş teorilerindeki iyileştirmeler ve teorik nükleer modellerin test edilmesi gibi nükleer reaksiyonlar ve nükleer yapı ile ilgili çeşitli çalışmalar için faydalıdır. 14.0 MeV nötron enerjileri civarındaki enine kesit ve izomerik enine kesit oranlarının belirlenmesi çalışmaları çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Luo, vd., 2009).

Bu tez çalışmasında, $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}(n,2n)$, $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}(n,p)$, $^{191,193}\text{Ir}(n,2n)$, $^{191,193}\text{Ir}(n,p)$, $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}(n,2n)$, $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}(n,p)$ izotoplarının reaksiyon tesir kesitlerinin teorik hesaplamaları araştırılmıştır. TALYS, EMPIRE, ALICE ve PCROSS gibi birçok teorik hesaplama modeli, birçok nükleer izotop için farklı nötron enerjilerindeki tesir kesitleri hesaplamak için geliştirilmiştir. Birçok araştırmacı bu model programlarını uzun yıllar boyunca farklı nükleer çekirdeğin kesitlerini tahmin etmek için kullanmıştır (Sahan, vd., 2021).

Platinum elementi (Pt), 16. yüzyılda ilk olarak Amerika'da bulunmuştur. 1741'de Watson tarafından ilk bilimsel araştırması gerçekleştirilmiştir. Platinumun içinde, 1803'te Wollaston tarafından Paladyum ve Rodyum bulunmuş, kimyacı Klaus tarafından ise 1844'de İridyum (Ir) ve Osmiyum (Os) bulunmuştur. (Tuncay ve Kuşçu, 1993). Os, Ir ve Pt platinum grubu metaller olarak bilinen elementler periyodik tablonun 8B grubunda bulunmaktadır.

Osmiyum elementi (Os-76), Platinum metalleri arasında en yüksek erime noktasına sahip olup, doğadaki en yoğun elementlerden biridir. İşlenmesi zor çok sert, kırılğan

olan metallere biridir. Alaşımlarda sertleştirici olarak kullanılmıştır. Özel laboratuvar ekipmanlarının üretiminde, amonyak oluşturma sürecinde bir katalizör olarak, mikroskop ile yapılan incelemelerde ve parmak izi tespitinde, cerrahi aletler ve kalp pili yapımında kullanılır. Ayrıca kimya endüstrisinde de faydalanılır.

İridyum elementi (Ir-77), çok sert ve kırılğan bir yapısı vardır. Osmiyumdan sonra en yoğun ikinci elementtir. Yüksek sıcaklıklarda işlenebilen ve en yüksek korozyon direncine sahip metaldir. Toz halindeki İridyum reaktiftir ve gama ışını kaynağı olarak kullanılabilir. Ir¹⁹² izotopu, röntgen cihazları gibi görüntüleme sistemlerinde kullanılmaktadır. Saf iridyum, hiçbir asitten etkilenmez. Alaşımlara sertlik ve dayanıklılık kazandırmak amacı ile ve dayanıklı kimyasal materyallerin yapımında kullanılır.

Platinum elementi (Pt-78), gümüşümsü beyaz renye sahip, nadir bulunan kıymetli madenlerdendir. Oldukça geniş kullanım alanına sahiptir. Korozyona oldukça fazla dayanıklıdır. Sadece siyanür, halojen, kükürt ve alkaliler tarafından korozyona uğrar. En yoğun elementler sıralamasında 3. sıradadır. Uzay araçlarının yapımında, otomobil sektöründe, laboratuvar malzemelerinde ve cihazlarında, katalizör olarak damıtılmış petrolün işlenmesinde, su ve toprak altındaki boruların ve deniz araçlarının korozyona uğramasını engellemek amacı ile kullanılır.

Deneysel imkanların yetersizliğinden dolayı çekirdeklerin reaksiyon tesir kesitlerinin teorik olarak hesaplanması oldukça önemlidir. Bu konuda günümüze kadar pek çok teorik çalışmalar yapılmıştır (Blann, 1971;1975;1972;1991; Blann ve Vonach,1983; Broeders, vd., 2006a). Nükleer reaksiyonlarda çekirdeklerin taban durum özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, kullanılan çekirdeklerin tesir kesitlerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun için reaksiyon gerçekteştikten sonra Denge ve Denge Öncesi Modeller geliştirilmiştir (Weisskopf ve Ewing, 1940). Kullanılan Denge öncesi modeller 200.0 MeV enerjinin altında kalan nükleer tesir kesitlerinin modellenmesinde kullanılarak çıkan parçacık spektrumunun yüksek enerji bölgesini açıklamada yeterli olmuştur (Blann, vd., 1994; Michel ve Nagel, 1997). Hesaplamalarda sıklıkla kullanılan denge öncesi modeller, "Exciton" (Geometri Bağımlı Hibrid: GDH) ve "Hibrid" (Melez) ("Cascade Exciton" "Full

Exciton”) modelleridir (Blann, 1975;1978; Blann ve Vonach, 1983). Kullanılan denge modeli ise bileşik çekirdek modellerinden biri olan weisskopf (WE) modelidir (Weisskopf ve Ewing, 1940).

Bileşik ve denge öncesi reaksiyon tesir kesit modelleri için en yaygın olarak TALYS, EMPIRE, ALICE-GDH ve PCROSS program kodları kullanılmaktadır. TALYS kodu, kütle numarası $12 < A < 339$ arasındaki hedef çekirdeklerin 1.0 keV-200.0 MeV arasındaki nötronlar, fotonlar, protonlar, döteronlar, tritonlar, ^3He ve α -parçacıklarının nükleer reaksiyonlarını incelenmesi ve oluşma olasılıkları ile ilgili nükleer veri oluştururlar. TALYS bilgisayar kodu, direk, denge öncesi ve bileşik reaksiyonların mekaniğini dikkate alan bir bilgisayar kod programıdır (Koning, vd., 2013). EMPIRE bilgisayar kodu ise direkt, denge öncesi ve bileşik nükleer reaksiyonların mekanizmalarını ayrıca önemli nükleer reaksiyon mekanizmalarının hesaplamalarını gerçekleştirir. Hauser-Feshbach Teorisi ve klasik Hibrid modellerini denge öncesi reaksiyon mekanizmalarını açıklamakta kullanır (Cline, 1972; Ribanský, vd., 1973). Enerji aralığı, $\sim\text{keV}$ ile birkaç yüz MeV aralığına kadar çalışır (Herman, vd., 2013). ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a) bilgisayar kodu, gerçekleşen reaksiyonun denge mekanizması için Weisskopf-Ewing (Blann, 1971; Weisskopf ve Ewing, 1940) modeli kullanılarak hesaplanır. Denge öncesi mekanizması için Hibrid ya da GDH modelleri kullanılarak hesaplanır (Blann, 1978; Weisskopf ve Ewing, 1940). Tesir kesiti hesapları ve yayınlanma spektrumu için, uyarılma fonksiyonu, ikincil parçacıkların açısız dağılımı 300.0 MeV’lik gelme enerjisine kadar uygulanabilir. Başlangıç exciton sayısı $n_0 = 3$ (proton, nötron ve eşik sayıları toplamı) olarak alınır (Broeders, vd., 2006a). Denge ve denge-öncesi model hesapları, PCROSS bilgisayar kodu ile yapılmaktadır (Capote, vd., 1991).

Bu tez çalışmasında, TALYS 1.95, EMPIRE 3.2 ve ALICE-GDH programları kullanılarak Osmiyum, İridyum ve Platinum çekirdeklerinin bazı izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyonlarının reaksiyon tesir kesitleri 20.0 MeV’e kadar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ENDF (Evaluated Nuclear Data File: Versiyon 2020-06-17) ve NEA (Nuclear Energy Agency) veri arşivlerinden alınan JENDL-2017 (2018), ENDF/B-VIII.0 (USA, 2018), JEFF-3.3 (Europe, 2017), TENDL-2019 (TALYS, 2019), ROSFOND (Russian file of evaluated neutron data) gibi değerlendirilmiş tesir

kesiti değerleriyle ve literatürden elde edilen bazı yarı ampirik tesir kesit formüllerinden bulunan değerlerle 14.0 MeV civarında karşılaştırılmaları yapılmıştır. Ayrıca, sonuçlar EXFOR'dan (Experimental Nuclear Reaction Data) elde edilen deneysel tesir kesit değerleriyle bulunan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, 13.5-14.7 MeV enerjili nötronlar ile gerçekleştirilen, $^{185}\text{Re}(n,\alpha)^{182}\text{Ta}$, $^{187}\text{Re}(n,\alpha)^{184}\text{Ta}$, $^{187}\text{Re}(n,p)^{187}\text{W}$ ve $^{187}\text{Re}(n,2n)^{186}\text{Re}$ reaksiyonları için reaksiyon tesir kesitlerini aktivasyon yöntemi ile ölçmüşlerdir. Nötron akışlarını, $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ reaksiyonunun tesir kesiti ile belirlemişlerdir. Bu ölçümlerdeki nötron enerjilerini, $^{90}\text{Zr}(n,2n)^{89\text{m}+g}\text{Zr}$ ve $^{93}\text{Nb}(n,2n)^{92\text{m}}\text{Nb}$ reaksiyonları için tesir kesit oranları ile belirlemişlerdir (Kong, vd., 1997).

Broeders, vd. (2006b) tarafından, modern nükleer modeller ve kodlar kullanılarak nötron kaynaklı reaksiyon tesir kesitlerinin hesaplanmasındaki belirsizlik araştırılmıştır. Tesir kesitlerini, nükleer seviye yoğunluğunun hesaplanması için farklı modeller kullanarak TALYS kodu ve değiştirilmiş ALICE kodu yardımıyla hesaplamışlardır. 0.1 MeV'nin üzerindeki nötron gelme enerjileri ve ^{27}Al 'den ^{209}Bi 'a kadar olan çekirdekler için nötron kaynaklı reaksiyonlar için EXFOR'dan elde edilen deneysel verileri hesaplamalarla kıyaslama yapmak için kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlardan, farklı kütle aralıklarındaki çekirdeklerin tesir kesit hesaplaması için en iyi yaklaşımları bulma imkânını vermiş olduğunu vurgulamışlardır.

$^{184}\text{Os}(n,2n)^{183\text{m},g}\text{Os}$, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190\text{m},g}\text{Re}$ ve $^{86}\text{Sr}(n,2n)^{85\text{m},g}\text{Sr}$ reaksiyonları ve bunların izomerik tesir kesit oranları $\sigma\text{m}/\sigma\text{g}$ için tesir kesitleri, aktivasyon tekniği kullanılarak 13.5-14.8 MeV nötron enerji aralığında ölçülmüştür. Reaksiyon verimleri, bir koaksiyel yüksek saflıkta germanyum detektörü kullanılarak ürün çekirdeklerinin gama aktivitelerinin mutlak ölçümü ile elde edilmiştir. $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ ve $^{86}\text{Sr}(n,2n)^{85}\text{Sr}$ reaksiyonları için toplam tesir kesitleri, literatürde bulunan deneysel verilerle, yayınlanmış ampirik formüllerin sonuçlarıyla, denge öncesi katkıyı içeren model hesaplamalarındaki değerlerle ve JEFF-3.1 / A veya ENDF / B-VII'nin verilerinin değerlendirilmesi ile kıyaslanmışlardır (Luo, vd., 2009).

$^{204}\text{Pb}(n,n\gamma)^{204}\text{Pb}^{\text{m}}$, $^{204}\text{Pb}(n,2n)^{203}\text{Pb}$, $^{204}\text{Pb}(n,2n)^{203}\text{Pb}^{\text{m}1}$, $^{204}\text{Pb}(n,3n)^{202}\text{Pb}^{\text{m}}$, $^{206}\text{Pb}(n,3n)^{204}\text{Pb}^{\text{m}}$, $^{206}\text{Pb}(n,\alpha)^{203}\text{Hg}$ ve $^{208}\text{Pb}(n,p)^{208}\text{Tl}$ reaksiyonları için tesir kesitleri, IRMM van de Graaff laboratuvarında 14.0 ile 21.0 MeV nötron enerji aralığında

belirlemişlerdir. Hem doğal hem de zenginleştirilmiş numuneler, $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$ reaksiyonu yoluyla üretilen nötronlarla ışınlanmıştır. Uyarılmış aktiviteler, düşük arka planlı bir kalkanda bir HPGe dedektörü kullanarak gama ışını spektrometrisi ile belirlemişlerdir. Nötron akışlarını, $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ reaksiyonunun iyi bilinen tesir kesiti ile belirlemişlerdir. Zenginleştirilmiş numuneler, son düzeydeki $^{204}\text{Pb}^m$ ve $^{206}\text{Pb}^m$ izomerli reaksiyonların tesir kesitlerini belirlemek için kullanılmıştır. Doğal kurşun numuneleri ile hedef çekirdek olarak $^{204,206}\text{Pb}$ ile reaksiyonlar için hassas sonuçlar, izotopik oranların hassas bir ölçümü ile sağlanmışlardır (Semkova, vd., 2009).

Uddin, vd. (2011) yaptıkları çalışmada, $^{192}\text{Os}(a,d+pn+np)^{194}\text{Ir}^{m,g}$ işlemlerinin tesir kesitlerini, iyi bilinen istiflenmiş folyo ışınlama düzenlemesi kullanılarak aktivasyon tekniği aracılığıyla alfa-parçacık enerjisinin fonksiyonu olarak ölçmüşlerdir. Literatürde verilen $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}^{m,g}$ reaksiyonunki ile birlikte mevcut deneysel veriler, istatistiksel, denge öncesi ve doğrudan etkileşimleri birleştiren TALYS kodu kullanılarak nükleer model hesaplamalarının sonuçlarıyla karşılaştırmışlardır. Zenginleştirilmiş ^{192}Os üzerinde alfa parçacık kaynaklı reaksiyonlarda izomerik çift $^{194}\text{Ir}^{m,g}$ oluşumu incelenmiş $^{194}\text{Ir}^g$ ($T_{1/2} = 19.28 \pm 0.13$ h) taban durumu düşük bir spine (1-) ve yarı kararlı durum $^{194}\text{Ir}^{m'}$ 'ye ($T_{1/2} = 171.0 \pm 11$ d)'a, <440 keV'lik uyarma enerjisinde bulunan daha yüksek bir spine sahiptir. Onların her ikisi de bağımsız olarak β - parçacıkları ve birkaç γ ışını yayarak ^{194}Pt 'ye bozunur. İzomerik tesir kesit oranı daha önce $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}^{m,g}$ reaksiyonu ile birlikte, $^{193}\text{Ir}(n,\gamma)^{194}\text{Ir}^{m,g}$ işlemi için ölçülmüştür. Her iki durumda da değer <0.05 olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu nedenle mevcut araştırmanın amacının:

(a) α parçacığının getirdiği daha yüksek açisal momentumun izomer oranı üzerindeki etkisini incelemek ve

(b) η 'nin kütle bağımlılığı için daha fazla kanıt sağlamak olduğunu vurgulamışlardır.

^{27}Al 'den ^{26}Al ve ^{24}Na uzun ömürlü radyo çekirdeklerinin üretimi için $(n,2n)$ ve (n,α) reaksiyonlarının uyarma fonksiyonları 1.0-20.0 MeV'e kadar olan nötronlar için hesaplanmış, bu reaksiyonların uyarma fonksiyonlarını, ALICE-91, EMPIRE-2.19 ve TALYS-1.0 kodları kullanılarak hesaplanmıştır. Kodlar, direk, denge öncesi ve

denge olmak üzere başlıca nükleer reaksiyon mekanizmalarını açıklar. Bu izotopların uyarma fonksiyonlarını, değerlendirilen nükleer veri dosyası ve mevcut deneysel verilerle grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, deneysel verilerin mevcut olduğu enerji için aşağı yukarı uyumlu iken, ALICE kodu büyük ölçüde 1.0-20.0 MeV enerji aralığındaki verileri öngörmektedir. ENDF'den alınan değerlendirilmiş nükleer veri dosyaları ve mevcut deneysel verilerle hesaplanan sonuçların karşılaştırılması ayrı olarak gösterilmiştir (Saran, vd., 2012).

$p+^{184}\text{W}$ reaksiyonları için 250.0 MeV'e kadar gelen proton enerjisinde bir dizi optimal proton optik potansiyel parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelere dayalı olarak, ^{184}W üzerinde proton kaynaklı reaksiyonların reaksiyon tesir kesitleri, esnek saçılma açısal dağılımları, enerji spektrumları ve çift diferansiyel tesir kesitleri, optik model, çarpık Born dalga yaklaşım teorisi, nükleer kaskad modeli, eksiton modeli, Hauser-Feshbach teorisi ve buharlaşma modelini birleştiren teorik modeller kullanılarak analiz edilmiş ve hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar mevcut deneysel verilerle karşılaştırılmıştır ve iyi bir uyum sağladığını vurgulamışlardır (Sun, vd., 2015).

Luo, vd. (2017) yaptıkları çalışmada, $^{113}\text{In}(n,2n)^{112\text{m,g}}\text{In}$ ve $^{115}\text{In}(n,2n)^{114\text{m,g}}\text{In}$ reaksiyonlarının tesir kesitlerini ve izomerik tesir kesit oranlarını σ_m/σ_g , 13.0 ile 15.0 MeV aralığındaki üç nötron enerjisinde aktivasyon tekniği ile ölçmüşlerdir. Reaksiyon tesir kesitini ve gelen nötron akısını belirlemek için indiyum numuneleri ve niyobyum monitör folyoları birlikte aktif hale getirmişlerdir. Monoenerjetik nötron hüzmesi, Çin Mühendislik Fiziği Akademisi'nin Pd-300 Nötron Jeneratöründe $^3\text{H}(d,n)^4\text{He}$ reaksiyonu yoluyla üretilmiştir. Reaksiyon ürünlerinin sebep olduğu aktiviteleri, yüksek çözünürlüklü gama ışın spektroskopisi kullanarak ölçmüşlerdir. Taban durumun saf tesir kesitini, yarı kararlı durumun mutlak tesir kesitinden ve artık nükleer bozunma analizinden türetmişlerdir. Reaksiyon eşliğinden 20.0 MeV'e kadar değişen nötron enerjilerinde farklı seviye yoğunluk seçenekli TALYS-1.8 sayısal nükleer model kodu kullanarak tesir kesitlerini teorik olarak da değerlendirmişlerdir. Sonuçları ilgili literatürle karşılaştırmışlardır.

Şahan, vd., (2018) yaptıkları bir çalışmada, $^{69,71}\text{Ga}(n,2n)$, $^{69,71}\text{Ga}(n,p)$, $^{75}\text{As}(n,2n)$ ve $^{75}\text{As}(n,p)$ reaksiyonlarının tesir kesitlerini 5.5 MeV'den 20.0 MeV'e kadar olan

nötron gelme enerjileri için hesaplamışlardır. Hesaplamaları, nükleer veri değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan EMPIRE-3.2, TALYS-1.6 ve ALICE-GDH kodlarıyla yapılmıştır. Mevcut sonuçlar, literatürde bulunan deneysel nükleer verilerle (EXFOR) ve JENDL-4.0u2 215 (2012), TENDL 2015, JEFF-3.2 (2014) ve ENDF / B-VIII.0 (2018) kütüphanelerinden değerlendirilmiş nükleer verilerle karşılaştırmışlardır. Ayrıca, sonuçları bazı yarı ampirik verilerle de karşılaştırmışlardır. EMPIRE, TALYS ve ALICE kodlarından elde edilen tesir kesit teorik hesaplama sonuçlarının genel anlamda sadece deneysel ve yarı ampirik verilerle değil, değerlendirmelerle de oldukça iyi bir uyum göstermekte olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gandhi, vd. (2019) yaptıkları çalışmada, $^{67,70}\text{Zn}$, $^{92,96,100}\text{Mo}$, ^{208}Pb izotopları için 0.0–20.0 MeV nötron enerji aralığında standart nükleer reaksiyon kodları TALYS-1.8 ve EMPIRE-3.2 kullanarak (n,p) ve (n,2n) reaksiyon kesitleri için model hesaplamalarının sonuçlarını vermişlerdir. İstenilen nükleer reaksiyonların tesir kesitlerinin tahmini için kodlarda bulunan farklı nükleer seviye yoğunluk modelleri ve optik model potansiyeli test edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, bileşik çekirdek süreci, denge öncesi emisyon ve direkt reaksiyon gibi farklı reaksiyon mekanizmalarının tesir kesite katkısı da detaylı olarak tartışılmıştır. Hesaplanan sonuçları, IAEA-EXFOR veri tabanındaki mevcut deneysel verilerle karşılaştırmışlardır. Ayrıca, teorik olarak tahmin edilen (n p) ve (n,2n) reaksiyon tesir kesit sonuçlarının EMPIRE-3.2 ve TALYS-1.8 tarafından kullanılan farklı nükleer seviye yoğunlukları ve optik model potansiyelleri ile çok hassas olduğu sonucuna varmışlardır. EMPIRE kodunda, $^{70}\text{Zn}(n,2n)$ ve $^{100}\text{Mo}(n,2n)$ reaksiyonları için LEVDEN-2 ile öngörülen tesir kesitinin deneysel tesir kesitlerine göre daha düşük tesir kesit verdiği gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte, EMPIRE-3.2 kodunda tanımlanan LEVDEN-0, 1 ve 3 modelleri, hedef çekirdeğin deformasyonunu dikkate almış, bu nedenle hesaplanan tesir kesitlerinin deneysel tesir kesitleri ile uyumlu olduğunu görmüşlerdir. TALYS-1.8 kodundaki farklı seviye yoğunluk modellerinden elde edilen tesir kesit sonuçlarının deneysel verilerle uyumlu olduğunu görmüşlerdir. Bu çalışmadan, TALYS-1.8'deki ldmodel-2 (Geri Kaydırılmış Fermi gaz modeli) ve EMPIRE'deki LEVDEN-0 (Geliştirilmiş Genelleştirilmiş Süper-akışkan modeli)'ın (n,p) ve (n,2n) reaksiyon tesir kesitlerinin tahmini ve simülasyonu için en iyi seçenek

olduğu halbuki EMPIRE-3.2 kodundaki LEVDEN-2'nin, burada incelenen farklı hedef çekirdekler için reaksiyon tesir kesitlerinin simülasyonu için uygun bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bununla birlikte, seviye yoğunluk parametresinin asimptotik değerinin ayarlanmasıyla elde edilen tesir kesit verilerinin, $^{96}\text{Mo}(n, p)^{96}\text{Nb}$, $^{100}\text{Mo}(n, 2n)^{99}\text{Mo}$ ve $^{208}\text{Pb}(n,p)^{208}\text{Tl}$ reaksiyonları için daha iyi sonuçlar vermekte olduğunu görmüşlerdir. Bu model hesaplama sonuçlarının, farklı modellere, potansiyellere ve fenomenolojik parametrelere dayanan teorik kodları geliştirmek için faydalı olacağını vurgulamışlardır. Farklı reaksiyon mekanizması katkılarının analizinde, toplam reaksiyon tesir kesitinde doğrudan reaksiyonların katkısının denge sürecine kıyasla neredeyse ihmal edilebilir olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışma ile Zn, Mo ve Pb gibi farklı reaktör malzemeleri için denge öncesi katkıyı da açıklamışlar ve karşılaştırmalı çalışma verileri elde etmişlerdir. Bu nötron enerjileri için, denge öncesi katkının (n,2n) reaksiyonuna kıyasla (n,p) reaksiyonun da daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı yapısal malzemeler için nötron kaynaklı reaksiyon tesir kesitinin bu model hesaplamaları, nükleer reaktörlerin ve nükleer enerji programlarının tasarımında uygulaması olan nükleer verilerin değerlendirilmesi için önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu model hesaplamaları, gelen nötronlar hedef çekirdeklerle etkileşime girdiğinde çekirdek içinde gerçekleşen farklı nükleer reaksiyon süreçlerinin anlaşılmasında da yararlı olabileceğini vurgulamışlardır.

Platin üzerinde döteryum kaynaklı reaksiyonlar için ek deneysel aktivasyon tesir kesitleri, 35.0-49.0 MeV enerji aralığında $^{nat}\text{Pt}(d,xn)^{191,192,193,194,195,196m2,196g, 198m, 198g,199}\text{Au}$, $^{nat}\text{Pt}(d,x)^{189,191,193m,195m,197g}\text{Pt}$ ve $^{nat}\text{Pt}(d,x)^{188,189,190m2,190,192,194m2}\text{Ir}$ reaksiyonları için istiflenmiş folyo ışınlama tekniği ve gama ışın spektrometresi kullanarak ölçüm yapılmıştır. Mevcut deneysel sonuçları, ALICE-D ve EMPIRE-D model kodlarına göre hesaplanan değerlerle ve TALYS tabanlı TENDL-2017 kütüphanesindeki teorik tahminlerle karşılaştırılmıştır. Bu raporda, yeni veriler literatür değerleri ile karşılaştırılmış ve teorik sonuçların tahmin kabiliyetini araştırmak için döteron kaynaklı reaksiyonları daha iyi temsil edecek şekilde modifiye edilmiş ALICE ve EMPIRE kodlarıyla hesaplamalar yapılmıştır (Tárkányi, vd., 2019).

$^{85}\text{Rb}(n,2n)^{84}\text{Rb}$ reaksiyon tesir kesiti, nükleer mühendislik tasarımlarında, uygulamalarında ve reaksiyon mekanizması araştırmalarında önemli veriler oluşturur. Bu $(n,2n)$ reaksiyon tesir kesiti için pek çok ölçümler geçmişte çok sayıda nükleer enstitü tarafından yapılmıştır. Prestwood ve Bayhurst, $^{85}\text{Rb}(n,2n)^{84}\text{Rb}$ reaksiyon tesir kesitini 12.2 MeV ile 19.8 MeV arasındaki nötron enerjileri için nötron akı monitörü olarak $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ reaksiyonu ile parçacığın ölçülmesine dayalı olarak deneysel belirsizlikleri %5 ile %10 arasında ölçmüşlerdir. Bormann, Ghorai, Erlandsson, Yuan Xialin, Konno, $^{85}\text{Rb}(n, 2n)^{84}\text{Rb}$ reaksiyon tesir kesitini 12.6 ila 19.6 MeV civarında nötron enerjileri için nötron akı monitörü olarak $^{27}\text{Al}(n, \alpha)^{24}\text{Na}$ reaksiyonu ile ışınları ölçmüşlerdir Deneysel belirsizlikler %3 ile %13 arasındadır. 13.4 MeV ila 14.8 MeV nötron enerjileri için $^{85}\text{Rb}(n, 2n)^{84}\text{Rb}$ reaksiyon tesir kesit verilerindeki önceki ölçümleri, deneysel belirsizliklerin yaklaşık %4 olduğu aynı yöntem kullanılarak ölçmüşlerdir (Zhu, vd., 2020).

Farklı reaksiyon mekanizmalarıyla üretilen çekirdekler için kabul edilen seviye yoğunlukları, farklı reaksiyon kanalları için tesir kesitlerinin hassas hesaplanmasını önemli ölçüde etkiler. Birçok yaygın seviye yoğunluk modeli, uyarılmış durumların içsel spin ve parite dağılımları ve toplam seviye yoğunluk'nun genel davranışı ile ilgili basitleştirilmiş varsayımlar yapar. Bununla birlikte, bu modellerde çok az deneysel kısıtlama hesaba katılır. Bu çalışma, tesir kesitler ve seviye yoğunluk arasındaki nicel korelasyonlar yoluyla seviye yoğunluk üzerinde ek deneysel kısıtlamalar oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu, seviye yoğunluk'da ayrıntılı yapıların ayarlanmasına ve belirlenmesine izin verir. Daha sonra, seviye yoğunluk girdisinin hakim olduğu bir bölge olan çıkan düşük nötron enerjisinde çift diferansiyel tesir kesitlerde gözlemlenen yapı ile HFB modeli tarafından tahmin edilen varyasyonları birleştirmişlerdir. Ayrıca ^{56}Fe 'de (n,p) 'yi, açılı entegreli tesir kesitlerin seviye yoğunluğa aşırı derecede duyarlı olduğu bir örnek durum olarak kullanmışlardır. Kıyaslamak amacıyla, GC modeli ile de hesaplamalar yapmışlardır. Bu yaklaşımla, modeli sınırlandırarak ve tutarlılığını sağlayarak, gerçek deneysel verilere dayalı olarak seviye yoğunluk'nin uyarılmışlığını incelemişlerdir. Bu yaklaşımın, seviye yoğunluğun, yüksek uyarılmış kesikli seviyeleri ve/veya D_0 veya D_1 değerlerinin bilinmediği çekirdeklerin ekstrapolasyonunda özellikle yararlı olabilirliğini vurgulanmıştır (Nobre, vd., 2020).

Sahan vd., (2021) yaptıkları çalışmada, Tungsten izotopları ve Renyum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyonları için tesir kesit hesaplamaları, 20.0 MeV'e kadar farklı seviye yoğunluk seçenekleri kullanılarak incelenmiştir. Yapılan hesaplamalarda, nükleer veri değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan TALYS-1.95, EMPIRE-3.2 (Malta) ve ALICE-ASH bilgisayar kodları kullanılmıştır. Hesaplamalarında; ALICE kodu için Fermi Gaz Seviyesi Yoğunluğu (FGM) ve Süperakışkan Nükleer Modeli (SFM) seçilmiştir. Geliştirilmiş Genelleştirilmiş Süperakışkan Modeli (EGSM), Genelleştirilmiş Süperakışkan Modeli (GSFM) ve Hartree-Fock-Bogoliubov Mikroskobik Modeli (HFBM), EMPIRE-3.2 (Malta) kodundan kullanılmıştır. Ayrıca TALYS-1.95 kodların'dan yapılan hesaplamalar için, Goriely'nin tablolarına göre Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli (CTFGM), Geri Kaydırılmış Fermi Gaz Modeli (BSFGM), Genelleştirilmiş Süperakışkan Modeli (GSM) ve Mikroskobik Düzey Yoğunluk Modeli (Skyrme kuvveti) seçilmiştir. Hesaplamaların sonuçları, reaksiyon tesir kesitleri üzerindeki etkileri görmek için EXFOR veri kütüphanesinden alınan deneysel değerlerle ve TENDL-2019 ve ENDFB-VIII.0 (ABD, 2018) kütüphanelerinden edinilen değerlendirilmiş verilerle tartışılmış ve karşılaştırılmıştır. Nükleer reaksiyon modellerinden hesaplanan tesir kesit verilerinden elde edilen sonuçların genel olarak 14.5 MeV civarında, deneysel verilerle ve değerlendirilmiş verilerle uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut hesaplanan sonuçların, tesir kesit bilgisinin geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayacağını vurgulamışlardır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

3.1.1. Nükleer Tepkimeler

Radyoaktif bir kaynaktan çıkan nükleer parçacıklar (foton, çekirdek, elektron, proton ve nötron) madde üzerine düşürülürse nükleer bir reaksiyon meydana gelmesi olasıdır. Bir a parçacığı b hedef çekirdeği ile çarpışırsa, bir c çekirdeği ve d parçacığı üretebilir (sadece iki tane olduklarını varsayalım). Oluşan nükleer reaksiyon;

$$a + b \rightarrow c + d \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Bu reaksiyon denklemini, b(a,d)c veya b(a,c)d şeklinde ifade edilir. Örneğin, oksijen nötronlarla reaksiyona girdiğinde oluşan tepkimelerden biri Denklem (3.2)'deki gibidir.



Bu, kısaltılmış olarak $^{16}O(n, p)^{16}N$ şeklinde yazılır.

Bütün nükleer reaksiyonlar gerçekleşirken nükleonların korunumu, yükün korunumu, momentumun korunumu ve enerji korunumu şeklinde dört temel yasaya uymalıdır.

- Nükleonların korunumu.* Tepkimeden önceki nükleonların sayıları ile tepkimeden sonraki nükleonların sayıları eşittir.
- Yükün korunumu.* Tepkime öncesindeki ve sonrasındaki tüm parçacıkların yük toplamaları eşittir.
- Momentum korunumu.* Çarpışmadan önce ve sonra etkileşen parçacıkların toplam momentumları eşittir.
- Enerjinin korunumu.* Reaksiyona girenlerin toplam enerjisi, reaksiyon ürünlerinin toplam enerjisine eşit olmalıdır.

Enerjinin korunumu yasası belirli bir tepkimenin enerjisel açıdan oluşup oluşmayacağını tahmin etmekte kullanılabilir. Örneğin Denklem (3.1)'de verilen tepkimeye giren her parçacığın (a ve b) durgunluk kütle enerji teriminin $(M_0c^2)_{a,b}$ toplamı ile kinetik enerjilerinin toplamı $(KE_{a,b})$ tepkimede sonradan oluşan parçacıkların durgunluk kütle enerjileri $(M_0c^2)_{c,d}$ ve kinetik enerjileri $(KE_{c,d})$ toplamına eşittir. Buna göre enerjinin korunumu,

$$KE_a + (M_a c^2)_a + KE_b + (M_b c^2)_b = KE_c + (M_c c^2)_c + KE_d + (M_d c^2)_d \quad (3.3)$$

şeklinde yazılabilir. Denklem (3.3) kinetik enerjiler ve durgunluk kütle enerjileri şeklinde yeniden düzenlendiğinde:

$$(E_c + E_d) - (E_a + E_b) = [(M_a + M_b) - (M_c + M_d)]c^2 \quad (3.4)$$

elde edilir. Denklem (3.4)'den parçacıkların durgun kütle enerjilerindeki tepkime öncesi ve sonrasındaki farkın, parçacıkların kinetik enerjilerindeki değişime eşit olduğu görülmektedir. Denklem (3.4)'deki Denklem (3.5) şeklinde düzenlenebilir. Bu durumda parçacıkların kinetik enerjileri KE ile ifade edilebilir.

$$KE = [(M_a + M_b) - (M_c + M_d)]c^2 \quad (3.5)$$

Bilindiği gibi enerji birimi MeV cinsinden ifade edilir. 1 atomik kütle biriminin (akb) yaklaşık olarak 931.5 MeV olduğu hatırlanarak, KE değeri Denklem (3.6)'daki gibi yazılabilir. Denklem (3.5), reaksiyondaki çekirdeklerin kütleleri cinsinden KE değerini verir. Söz konusu reaksiyondaki nötr atomların kütleleri ile de KE değeri ifade edilebilir.

$$KE = [(M_a + M_b) - (M_c + M_d)]931.5MeV \quad (3.6)$$

olarak yazılabilir. Denklem (3.4)'den, KE değeri 0'dan büyük olduğunda parçacıkların kinetik enerjilerinde net bir artış görülür. Kinetik enerjinin arttığı reaksiyonlar ekzotermik reaksiyon olarak isimlendirilir. KE değeri 0'dan küçük olduğunda, parçacıkların enerjisinde net bir azalma görülür ve enerjinin azaldığı reaksiyonlar endotermik reaksiyon olarak isimlendirilir. Ekzotermik reaksiyonlarda kütlede net bir azalma meydana geldiğinden, parçacığın kütlesi kinetik enerjiye dönüşür. Ekzotermik reaksiyonların aksine, endotermik reaksiyonlarda kütle artışı meydana gelir. Kütle artışının nedeni kinetik enerjinin kütleyle dönüşmesidir.

Yük korunumu göz önüne alındığında tepkimeye giren ve tepkimeden açığa çıkan parçacıkların atom numaraları,

$$Z_a + Z_b = Z_c + Z_d \quad (3.7)$$

şeklinde ifade edilir. Buna göre, Denklem (3.5) atom numaraları cinsinden aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Q = [(M_a + Z_a m_e) + (M_b + Z_b m_e)] - [(M_c + Z_c m_e) + (M_d + Z_d m_e)] 931.5 \text{ MeV} \quad (3.8)$$

Burada m_e , akb (atomik kütle birimi) cinsinden elektronun durgun kütlesidir. M_a ve M_b ise reaksiyondaki nötr a ve b atomlarının kütleleridir. Denklemde $M_a + Z_a m_e$ ve $M_b + Z_b m_e$ sırasıyla atomların kütlelerine eşittir. Buradan Denklem (3.5)'de KE değeri için, Denklem (3.8) eşitliğinin yazılabileceği görülmektedir (Lamarsh ve Baratta, 2015).

3.1.2 Bağlanma Enerjisi

Bir çekirdeğin toplam kütlesi, çekirdeği oluşturan nükleonların kütlelerinin toplamından daha azdır. Kütle enerjinin bir göstergesi olduğundan, çekirdeğin toplam enerjisi, çekirdeği oluşturan nükleonların toplam enerjisinden küçüktür. Enerjideki bu fark çekirdeğin bağlanma enerjisidir ve çekirdeği nükleonlarına

(proton ve nötron) ayırmak için dışarıdan verilmesi gereken enerji bağlanma enerjisi ile aynıdır.

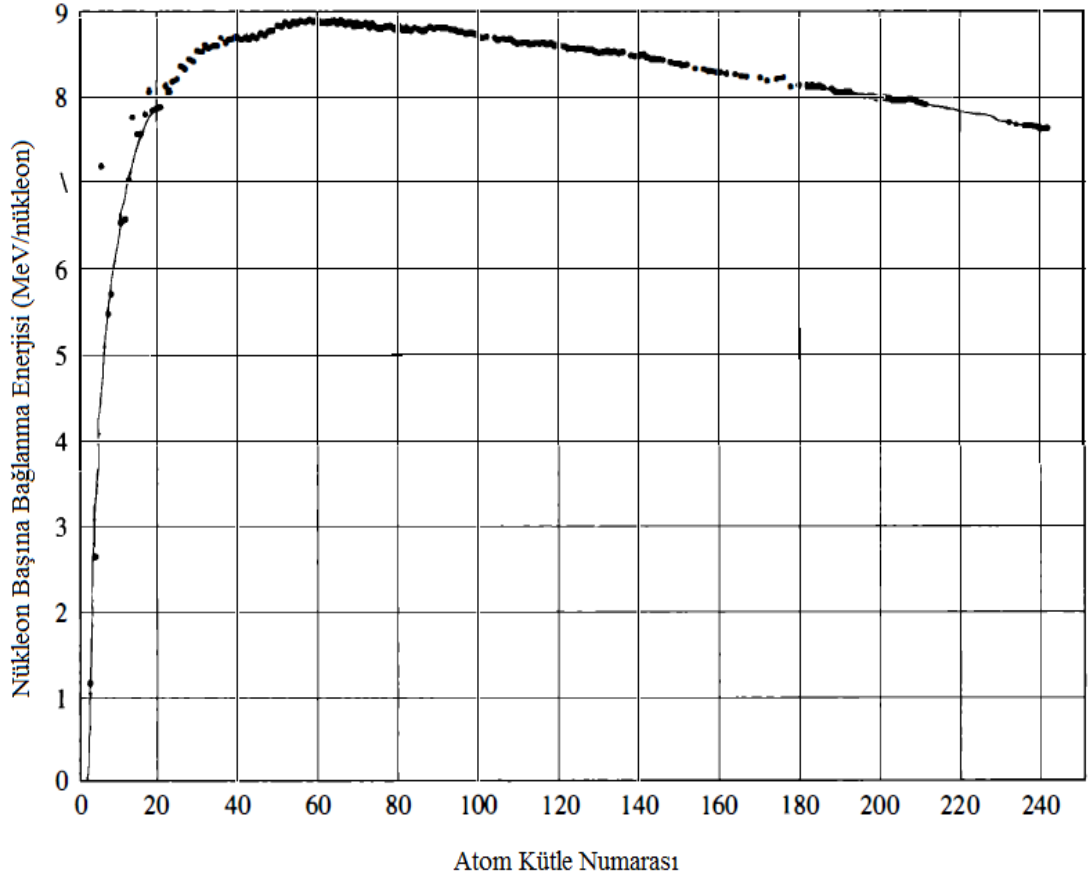
M_A kütleli herhangi bir çekirdeğin bağlanma enerjisi E_B 'nin

$$E_B(MeV) = (Zm_p + Nm_n - M_A) \times 931.5 MeV/u \quad (3.9)$$

olduğunu gösterir. Burada m_p proton ve m_n nötronun kütlesidir. m_e elektronun kütlesi olmak üzere aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$E_B(MeV) = [Z(m_p + m_e) + Nm_n - (M_A + Zm_e)] \times 931.5 MeV/u \quad (3.10)$$

Nükleon başına bağlanma enerjisi olan (E_B / A) , değişik kararlı çekirdekler için kütle numarasının (A) bir fonksiyonu olarak Şekil 3.1'deki gibi gösterilebilir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi kütle numarası 60 civarında ($A = 60$) çekirdekler maksimum kararlılığa sahiptir ve daha sıkı bağlı olduklarından bu çekirdekleri parçalamak için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla kütle numarası 60'dan büyük ve küçük çekirdeklerin kararlılığı daha azdır ve bu çekirdekleri parçalamak için daha az enerjiye ihtiyaç vardır.



Şekil 3.1 Nükleon başına bağlanma enerjisinin Atom Kütle Numarasının (A) bir fonksiyonu
(Lamarsh ve Baratta, 2015)

Şekil 3.1’de nükleon başına bağlanma enerjisinin, $A > 50$ olan çekirdekler için nükleon başına 8.0 MeV civarında sabit değer olması bu çekirdekler için, çekirdek kuvvetlerinin doyuma ulaştığı söylenir (Lamarsh ve Baratta, 2015).

3.1.3 Nükleer Modeller

3.1.3.1 Kabuk Modeli

Kabuk modelinde bir nükleonun kabuklara benzeyen bir kabukta bulunduğunu varsayar. Nükleonlar kuantumlu enerji seviyelerinde bulunurlar. Nükleonlar tarafından doldurulan seviyeler kuantumlu sayılarla açıklanabilir. Proton ve nötronun spinleri $1/2$ olmasına dikkat edilir. Pauli dışarlama ilkesi kullanılarak izinli seviyelerin açıklanması söz konusudur. Seviye spinleri birbirine ters ve sadece iki

proton veya iki nötron içerir. Protonlar ve nötronlar farklı potansiyel kuyularında hareket ederler. Protonların enerji seviyeleri nötronların enerji seviyelerinden fazladır. Çünkü protonlar, Coulomb potansiyel enerji seviyesi ve nükleer potansiyel enerjinin etkisi altında, nötronlar ise sadece nükleer potansiyel enerjinin altındadır. Çekirdeğe etki eden başka bir faktörde çekirdek spin yörünge etkisidir. Bu etki çekirdek kuvvetlerinden ileri gelir ve zıt işaretlere sahiptirler ve atom halindeki çok şiddetlidir. Kabuk modeli çift sayıda proton ve nötron içeren çekirdeklerin, diğer çekirdeklerden neden daha kararlı olduğunu anlamamızı sağlar (Serway ve Beichner, 2011).

3.1.3.2. Sıvı Damlası Modeli

1936'da Bohr tarafından öne sürülen sıvı damlası modeli çekirdeklerin bağlanma enerjisini açıklamaktadır. Çekirdekteki nükleonların, sıvı damlası içerisindeki moleküllere benzer yapıda oldukları sayılır. Nükleonlar çekirdek içinde, çevresindeki diğer nükleonlarla kuvvetli etkileşimler yaparlar. Her bir nükleon, diğer nükleonlar çevresinde “dans eder gibi” sıçramalar yapar. Bu olay ısı verilen bir sıvı içerisindeki moleküllerin hareketine benzetilir.

Bağlanma enerjisi üzerindeki üç temel etki (Hacim etkisi, Yüzey etkisi ve Coulomb itme etkisi) bu modelle açıklanmaya çalışılmıştır. Bu üç etki aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Hacim etkisi, Şekil 3.1'de $A > 50$ için, nükleon başına bağlanma enerjisinin çoğunlukla sabit olduğu ve çekirdeklerin kararlılığa ulaştığını gösterir. Bu da nükleon başına bağlanma enerjisinin kütle numarası (A) ile orantılı olduğu çıkarımını yapmamızı sağlar. Hacim etkisinin tüm çekirdeğin bağlanma enerjisine katkısı $C_1 A$ olur. C_1 ayarlanabilir sabit değerdir.

Yüzey etkisi, damlanın yüzeyinde çok sayıda nükleon bulunur. Yüzeyde bulunan bir nükleonun etrafında, damla içinde bulunan nükleonun etrafındakinden daha az nükleon bulunur. Bu nedenle, yüzeyde bulunan nükleonlar bağlanma enerjisini, atom

numarası ile orantılı bir miktarda azaltır. Pek çok çekirdek yaklaşık olarak küresel geometriye sahiptirler ve ortalama yarıçapları,

$$r = r_0 A^{1/3} \quad (3.11)$$

şeklinde ifade edilir. Burada A kütle numarası ve r_0 (1.2×10^{-15} m) sabit bir değerdir. Yüzeydeki nükleonların sayısı, çekirdeğin yüzey alanı ($4\pi r^2$) ile orantılıdır. $r^2 \propto A^{2/3}$ olduğundan yüzey terimi $-C_2 A^{2/3}$ olarak ifade edilir. C_2 sabit değerdir.

Coulomb itme etkisi, çekirdeğin içindeki her proton diğer protonları iter. Etkileşen proton çiftleri başına karşılık gelen potansiyel enerji $PE = k_e e^2 / r$ burada k_e coulomb sabitidir. Z adet protonu sonsuzdan V hacimli küreye getirmek için gerekli olan enerji Coulomb enerjisi olarak ifade edilir. Toplam Coulomb enerjisi çekirdek yarıçapının tersi ve proton çifti sayısı $[Z(Z-1)/2]$ ile orantılıdır. Sonuç, olarak coulomb etkisinden kaynaklı bir enerji azalması gerçekleşir ve $-C_3 Z(Z-1)/A^{1/3}$ şeklinde ifade edilir.

Bağlanma enerjisine diğer bir önemli etki, ağır çekirdeklerdeki nötron fazlalığıdır. Bu etki $-C_4 (N-Z)^2 / A$ ifade edilir. Tüm bu etkilere bakılarak toplam bağlanma enerjisi,

$$E_B = C_1 A - C_2 / A^{2/3} - C_3 Z(Z-1) / A^{1/3} - C_4 (N-Z)^2 / A \quad (3.12)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu ifade yarı deneysel bağlanma enerjisi formülü olarak isimlendirilir. Sıvı damlası modeli kararlılık koşulu ve açısal momentum gibi çekirdek yapısının ince ayrıntılarının açıklanmasında yeterli değildir (Serway ve Beichner, 2011).

3.1.4 Radyasyonun Madde ile Etkileşimi

Radyasyonun madde ile etkileşimi nükleer fizik çalışmalarının merkezinde bulunmaktadır. Radyasyon canlı cansız varlıklara zarar verebilir ve bu zarar tespit edilebilir. Maddeler üzerinde oluşturdukları etki, soğurucu maddenin cinsine, radyasyonun şiddetine, enerjilerine ve radyasyonun cinsine bağlıdır (Lilley, 2018).

3.1.4.1 Yüklü Ağır Parçacıklar

Belirli bir hızı olan yüklü parçacık, atomlardaki elektrik alanının etkisi ile enerjisini kaybeder ve enerjisinin tamamına yakınına elektrona verir. Hem çekirdek hem de elektron coulomb kuvvetinden etkilenirler. Bu da küçük kütleli elektronlar ağır çekirdeklerden çok daha fazla enerji taşır.

Kütlesi M ve enerjisi E olan bir iyon ile hareketsiz elektronun çarpışmasında, elektronun hızı çarpışma sonrasında gelen iyonun hızını yaklaşık 2 kat artırır ve sahip olduğu enerji

$$\Delta E = E(4m/M) \quad (3.13)$$

ile hesaplanır. Maksimum düzeydeki enerji aktarımı, E ile kıyaslandığında daha küçük olduğundan iyon duruncaya kadar çok sayıda çarpışma gerçekleştirmesi beklenir. Ağır parçacıklar bu etkileşimde çok az saparlar. Ağır parçacık, enerjisine, kütlesine, yüküne ve durdurucu ortamın türüne göre bağlı olarak belirli bir menzil değerine sahip olacaktır (Lilley, 2018).

3.1.4.2 Elektronlar

Elektronlar maddenin içinden geçerken, ağır yüklü parçacıklar gibi elektriksel etkileşim sonucu enerjilerini kaybederler. Çok hafif olduklarından hızları daha büyük olur. Bu da elektronların ağır iyonlardan daha girici oldukları anlamına gelir.

Bir elektron, tek bir çarpışmada enerjisinin tamamına yakınını aktarabilir. Durdurucu ortamda ilerleyen elektron gelen elektron olmayabilir. Yn ve hızdaki ani değişimler frenleme (Bremsstrahlung) ışınınının yayınlanmasına neden olur. Tüm ivmelendirilmiş yüklü parçacıklar frenleme ışınını yayalar. Elektronlar çok daha fazla ışınım enerjisi yayar ve çok yüksek enerjilerde enerji kaybının büyük kısmı, bu ışıma yüzünden kaynaklanır. Elektronların frenleme enerjisi, diğer elektronlarla çarpışmalar ve ışıma enerjisinin kaybına bağlıdır (Lilley, 2018).

3.1.4.3 Gama ışınları ve X-ışınlarının Madde ile Etkileşimi

Fotoelektrik olay, Compton Saçılması, ift oluşum γ ışınlarının ve X ışınlarının madde ile etkileştiği olaylardır (Lilley, 2018).

3.1.4.3.1 Fotoelektrik Olay

Fotonun sahip olduğu enerji, i kabuklarındaki elektronu koparmak için harcanır. Koparılan elektrona foto-elektron denir. KE kinetik enerjisi ile salınır ve E_B elektronun bağlanma enerjisi E_γ ise fotonun enerjisidir (Lilley, 2018).

$$KE = E_\gamma - E_B \quad (3.14)$$

Elektron kaybeden atom, zayıf bağlı başka bir elektronu yayınlayarak daha az uyarılmış hale geçer. Bu şekilde yayınlanan elektronlara Auger elektronları denir. İ kabuktaki boşluğu daha yüksek kabukta bulunan bir elektron doldurabilir ve bu sırada karakteristik bir X ışını yayınlanır. Bu olaya X ışını floresansı olarak bilinir. Oluşan X ışını madde ile etkileşebilir veya madde tarafından soğurulabilir (Lilley, 2018).

3.1.4.3.2 Compton Saçılması

Bu etkileşmede, gelme enerji E_γ olan foton serbest olarak kabul edilen bir elektrondan saçılmaktadır. Etkileşme sonucunda daha düşük E'_γ enerjili bir foton ve

saçılma açısına bağlı KE kinetik enerjisi ile geri tepen bir elektron saçılır. Rölativistik kinematik Denklemler kullanıldığında, elektronun kinetik enerjisi

$$KE = E_{\gamma} - E'_{\gamma} = E - mc^2 \quad (3.15)$$

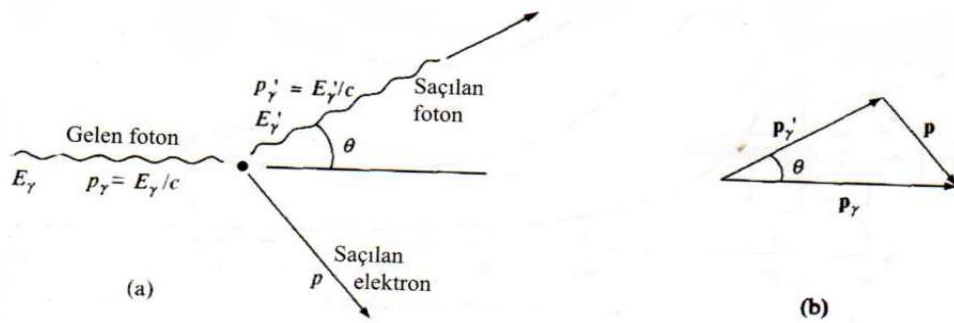
ifadesi ile hesaplanır. Burada, E geri tepen elektronun durgun kütle enerjisi mc^2 'yi de içeren toplam enerjisidir. Şekil (3.2)'den görüleceği gibi momentum korunumu, $p = E_{\gamma} / c$ ve elektronun p momentumunu vektörel olarak toplanmasını gerektirmektedir. Kosinüs teoremi kullanılarak,

$$(pc)^2 = E_{\gamma}^2 - (E'_{\gamma})^2 - 2E_{\gamma}E'_{\gamma} \cos \theta = E^2 - m^2c^4 \quad (3.16)$$

yazılabilir. Burada p'_{γ} ve p' yerine yazılmıştır ve elektron için $E' = p'^2c^2 + m^2c^4$ ilişkisi kullanılmıştır. Denklem (3.15) ve Denklem (3.16) Denklemleri kullanılarak E'den bağımsız olarak saçılan fotonun enerjisi

$$E'_{\gamma} = \frac{E_{\gamma}}{1 + (E_{\gamma}/mc^2)(1 - \cos \theta)} \quad (3.17)$$

şeklinde hesaplanır (Lilley, 2018).



Şekil 3.2 (a) Compton saçılmasının geometrisi (b) Momentum vektörü arasındaki bağıntı (Lilley, 2018)

3.1.4.3.3 Çift oluşum

Bu olayda, fotonun tüm enerjisi, bir atomun alanı içerisinde Denklem (3.18) bağıntısı ile verilen toplam kinetik enerjili bir elektron-pozitron çiftinin oluşturulmasında harcanır.

$$KE_- + KE_+ = E_\gamma - 2mc^2 \quad (3.18)$$

Fotoelektrik olayında olduğu gibi bu oluşumda da enerji ve momentumun her ikisinin korunması için ağır bir cismin varlığına ihtiyaç duyulur.

Başlangıçta, soğurucu ortama aktarılan γ ışını enerjisinin bir kısmının yüklü parçacıkların kinetik enerjisine dönüştüğü göz önünde tutulmalıdır. Enerjinin kalan kısmı ise elektron ve pozitronun durgun kütle enerjisidir. Pozitron anti-elektrondur ve yavaşlayıp durgun hale geldikten sonra elektron tarafından çekilecektir. Elektron ve pozitronun enerjileri 0.511 MeV olduğunda yok olma gerçekleşir ve iki γ ışını yayınlanır. γ ışınları momentumu korumak için birbirine zıt doğrultularda yayınlanır ve soğurucu ortam içinde ya fotoelektrik soğurulması ya da compton saçılması gerçekleşir (Lilley, 2018).

3.1.4.4 Nötronlar

Nötronlar maddelerle bir veya birkaç şekilde etkileşebilirler. Nötronlar yüksüz olduklarından atomlarla değil, çekirdeklerle etkileşirler. Çekirdek ile esnek, esnek olmayan saçılma gerçekleştirebilirler veya yakalama reaksiyonu sonucu gama ışıması gerçekleşebilir ya da fisyonu sebep olabilirler (Muray ve Holbert, 2015; Lamarsh ve Baratta, 2015; Lilley, 2018).

3.1.4.4.1 Esnek saçılma

Esnek saçılma, bütün nükleer reaksiyonların en basitidir. Nötron belirli bir kuvvet alanı ile saçılırlar ve enerji kaybı olmadan yeniden ortaya çıkarlar (Lilley, 2018).

Çekirdek taban durumda kalmaya devam eder. Bu şekilde çekirdek nötron tarafından esnek saçılmaya uğratılmış olur. Gösterimi (n,n) şeklindedir (Lamarsh ve Baratta, 2015).

3.1.4.4.2 Esnek olmayan saçılma

Esnek olmayan saçılmada hedef çekirdek taban durumundan uyarılmış duruma geçer (Lilley, 2018). Esnek saçılmadan farkı budur. Çekirdek uyarılmış durumda olduğundan endotermik bir tepkimedir. Uyarılan çekirdek gama ışınları yayarak bozunmaya uğrar. Gösterimi (n,n') şeklindedir (Lamarsh ve Baratta, 2015).

3.1.4.4.3 Soğurma tepkimeleri

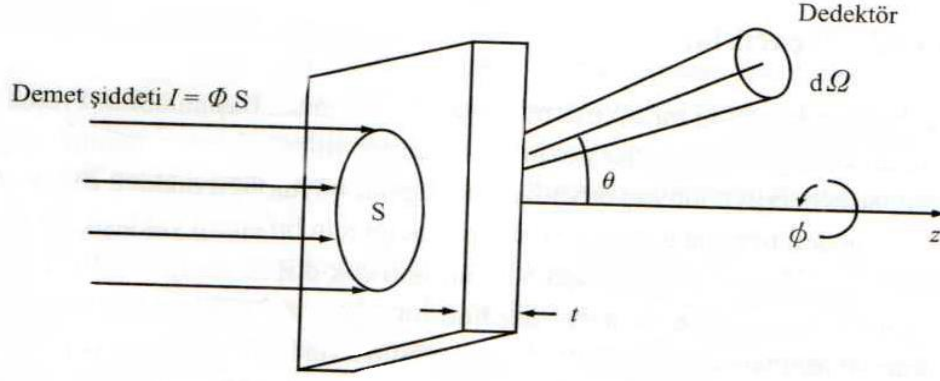
Nötronu çekirdek soğurur ve bir ya da birden fazla gama ışını yayılabilir. (n, γ) şeklinde gösterilebilir. Bu tür tepkimeler Ekzotermik tepkimelerdir (Lamarsh ve Baratta, 2015).

3.1.5 Tesir kesiti, Diferansiyel tesir kesiti ve reaksiyon hızı

Şekil 3.3’de gösterildiği gibi aynı yönde hareket eden mermi parçacıklarının sabit bir hedefe gönderildiğini düşünelim. Birim zamanda birim alandan geçen hareket yönüne dik doğrultudaki parçacık sayısını akı (Φ), olarak tanımlayabiliriz. S yüzeyine gelen parçacıkların tamamı eşit hıza sahipse bu durumda akı;

$$\Phi = n_p v \quad (3.19)$$

şeklinde hesaplanabilir. Burada n_p demetteki parçacıkların sayısını (yoğunluğunu) ifade eder. Parçacık hızlarının $v + dv$ aralığında olan mermi parçacıklarının yoğunluğu $n_p(vdv)$ olarak verilirse, akı $\Phi = \int v n_p(vdv)$ integrali ile elde edilir.



Şekil 3.3 Şematik diyagram t inceliğinde bir hedef üzerine gelen I şiddetine ve S kesit alanına sahip bir demeti göstermektedir (Lilley, 2018)

Belirli bir hızda oluştuğunu var saydığımız $A(a,b)B$ şeklinde verilen bir reaksiyonda, bağımsız hareket eden hedef çekirdekler, v hızındaki parçacıklar ile etkileşen çekirdek başına oluşan reaksiyon hızı, gelen akı ile orantılıdır ve bu oran sabittir. Bu sabit oran *tesir kesiti* (σ) olarak isimlendirilir.

$$\sigma = \frac{\text{çekirdek başına olay hızı}}{\text{gelen akı}}$$

N tane hedef çekirdeği, gelen demet ile etkileşiyorsa; $R = N\sigma\Phi$ ifade edilen bir reaksiyon hızına sahip oluruz.

Şekil 3.3'de verilen demetin şiddeti S yüzeyine gelen parçacık akısının çarpımına eşittir yani, $I = \Phi S$ birim zamandaki parçacık sayısıdır. S kesit alanını ifade etmektedir. Demetin şiddeti (I) ile hedefin kalınlığı (t) birlikte kullanılarak,

$$R = \frac{N\sigma I}{S} = \sigma n_t t \quad (3.20)$$

reaksiyon hızı için alternatif bir ifade yazılır.

n_t birim hacim başına hedef çekirdek sayısıdır. Eğer, hedef M_A atomik kütle biriminde bilinen farklı nötronlar içeren atomlar içeriyorsa; n_t 'nin $n_t = \rho N_A / M_A$

olarak ifade edebiliriz. Bu nedenle Denklem (3.20)'yi şu şekilde tekrar düzenlenebilir.

$$R = I(\rho_t) \sigma \frac{N_A}{M_A} \quad (3.21)$$

Burada p_t hedef yoğunluğu, N_A ise avagadro sayısıdır.

Bir deneyde, reaksiyonun ürünleri farklı açılarla saçılırlar ve Şekil 3.3'de görüldüğü gibi $d\Omega$ katı açı, N hedef çekirdek sayısı ve Φ akısı ile orantılı bir $dR(\theta, \phi)$ hızına sahiptirler. Diferansiyel tesir kesiti orantı sabitidir ($d\sigma/d\Omega$).

$$dR(\theta, \phi) = \frac{d\sigma}{d\Omega} N\Phi d\Omega = \sigma(\theta, \phi) N\Phi d\Omega \quad (3.22)$$

şeklinde yazılır. Tesir kesiti (σ), Denklem (3.22)'deki diferansiyel tesir kesitinin tüm küre üzerinden integrale eşittir.

$$\sigma = \int \sigma(\theta, \phi) d\Omega \quad (3.23)$$

Birçok farklı reaksiyonun oluşma olasılıkları farklılık gösterebilir. Oluşan reaksiyonlar kendilerine ait bir kısmi tesir kesite σ_i sahiptir. Kısmi tesir kesitlerin toplamı, oluşan toplam tesir kesit $\sigma_T = \sum_i \sigma_i$ ile ölçülmektedir (Lilley, 2018).

3.1.6 Reaksiyon Türleri

3.1.6.1 Optik Model

Soğurma etkilerinin oluşması durumunda esnek saçılmayı genel olarak ele alır. Yarı saydam cam küre üzerine gelen ışığın hesaplamalarına benzemesinden dolayı Optik model denilmiştir. Bu model, bir tek saçılma gibi reaksiyonlardaki ortalama davranışı incelemeye yararlıdır. Dolaylı olarak çekirdek yapısının özelliklerinin

çoğunluğu bu yolla açıklanır. Optik model hesaplamalarında soğurulan parçacıkların gerçekte nereye gittiğinin bir önemi yoktur. Esnek ve esnek olmayan saçılmanın açıklanmasında optik model oldukça başarılıdır (Krane, 2002).

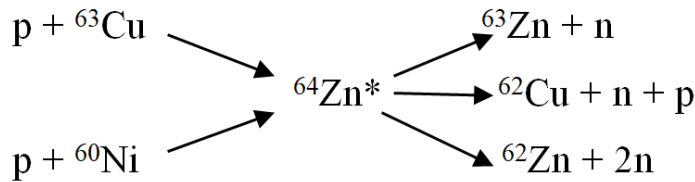
3.1.6.2 Bileşik Çekirdek Reaksiyonları

Bileşik çekirdek reaksiyonu, çok adımlı reaksiyon örneğidir. Böyle reaksiyonlar, gelen parçacığın soğurulmasından sonra fakat giden parçacıkların yayınlanmasından önce dengeye ulaşacak kadar uzunca süre bir arada kalır. Bu ara duruma “*Bileşik Çekirdek*” denir. Reaksiyon;



şeklinde gösterilir. Bileşik çekirdek C^* ile ifade edilmektedir.

Reaksiyon, bileşik çekirdeğin oluşumu ve bozunumu olmak üzere iki aşamalıdır. Bileşik çekirdek değişik şekillerle bozunabilir. Bileşik çekirdeğin bozunması olasılığı, bileşik çekirdeğin oluşma şeklinden bağımsızdır. Yani bileşik çekirdek, oluşum modunu unuttur. Bozunma olasılığı sisteme verilen toplam enerjiye bağlıdır.



Bileşik çekirdek modeli, gelen parçacığın çekirdekten kaçınma şansının küçük olduğu küçük geliş enerjili (10.0-20.0 MeV) ve gelen enerjinin soğrulması için büyük olduğu, orta-ağır ve ağır çekirdekler için iyi işler. Diğer bir özelliği, ürünlerin açısal dağılımıdır. Çıkan parçacığın hemen hemen tüm doğrultularda aynı açısal dağılımla yayınlanmasıdır (Krane, 2002).

3.1.6.3. Direkt Reaksiyonlar

Hedefe gelen parçacık çekirdeğin yüzeyiyle reaksiyona girer. 1.0 MeV enerjili nükleon 4.0 fermi (fm) mertebesinde bir de Broglie dalga boyuna sahiptir ve bileşik çekirdek reaksiyonları için daha uygundur. 20.0 MeV'lik nükleonun de Broglie dalgaboyu 1.0 fm civarındadır. Direkt reaksiyonlar 20.0 MeV enerjilerde gerçekleşebilir. Ayrıca, direkt reaksiyonları bileşik çekirdek reaksiyonlarından ayıran temel iki fark, direkt reaksiyonlar 10^{-22} s bir süre mertebesinde çok hızlı oluşması ve giden parçacıkların açısal dağılımı, bileşik reaksiyonlara göre daha belirgin pikler meydana getirme eğiliminde olmasıdır. Esnek olamayan saçılma gelen parçacığın enerjisine bağlı olarak direkt reaksiyon veya bileşik çekirdek reaksiyonu ile meydana gelebilir.

Transfer reaksiyonuna örnek (d,n) döteryum soyma reaksiyonu hem direkt reaksiyonla hem de bileşik çekirdek reaksiyonu ile gerçekleşir. (d,p) reaksiyonunun direkt reaksiyon ile olma olasılığı daha yüksektir, çünkü bileşik çekirdek reaksiyonu coulomb engeli ile engellenir.

Tek parçacık transfer reaksiyonlarının özellikle önemli bir uygulamasıdır. Kabuk model durumunun belirlenmesinde (d,n) ve (d,p) reaksiyonlarının düşük uyarılmış durumları incelenebilir ve açısal dağılımlarının bilinmesi kritik önem taşır.

Soyma reaksiyonunda açısal momentum transferine bakılırsa; p_a momentumlu gelen parçacık, p_b momentumlu giden parçacık verir, kalan parçacık $p = p_a - p_b$ momentumu ile geri tepmelidir. Etkileşmenin çekirdeğin yüzeyinde olduğunu varsayarsak, yörünge açısal momentumu $L = R p$ olan bir yörüngeye yerleşmesi gerektiğini biliriz.

$$\begin{aligned} p^2 &= p_a^2 + p_b^2 - 2p_a p_b \cos \theta \\ &= (p_a - p_b)^2 + 2p_a p_b (1 - \cos \theta) \end{aligned} \quad (3.24)$$

Bilinen gelen ve giden parçacıkların enerjileri için, açısal momentum (L) ve θ açısından arasında belirli bir açıda yayınlanan parçacıkların açısal momentumu, özel

bir yörüngedeki parçacığın açısal momentumuna karşılık gelmelidir. Açısal momentum transferi, her zamanki gibi, reaksiyonlardaki parite değişimini verir. Parite değişikliği yoksa $L = \text{çift}$, varsa $L = \text{Tek}$ olur (Krane, 2002).

3.1.6.4 Rezonans Reaksiyonları

Nükleer reaksiyonların bileşik çekirdek modeli, bağlı olmayan nükleer durumları, sürekli durummuş gibi inceler. Kesikli nükleer reaksiyonlar gerçekleşebilir. Bu reaksiyonlar çok sayıda ve çok sıktır. Bu nedenle sürekli bir spektrum gibi gözükür. Sık ve çok sayıda gerçekleşen bu reaksiyonlar, belirli bir genişliğe sahiptirler ve kararsızlardır. Kesikli reaksiyonların miktarı, oluşma sıklığı, oluşan reaksiyonların genişliğinden daha küçük olacak kadar olduğunda, oluşur (Krane, 2002).

3.1.6.5 Ağır İyon Reaksiyonları

Nükleer reaksiyonlar açısından, ağır bir iyon kütle numarası 4'den büyük olan ($A > 4$) parçacık olarak tanımlanır. Ağır iyon reaksiyonlarını incelemek için tasarlanan hızlandırıcılarda, yüksek enerjili iyonlar elde edilmesi mümkündür. Ağır iyon reaksiyonlarındaki süreçler, nükleer saçılma, direk reaksiyonlar, füzyon, bileşik çekirdek ve coulomb saçılmasıdır. Ağır iyon saçılmasındaki süreçlerde, büyük vurma parametrelerinde Coulomb etkileri baskındır. Rudherford saçılması veya Coulomb uyarılması gerçekleşebilir.

Hedef ve merminin (gelen parçacığın) nükleer yoğunlukları örtüşmeye başladığında, nükleer reaksiyonlar oluşabilir. Küçük vurma parametrelerinde örtüşmede, iki çekirdeğin tam füzyonunu temsil eden bir bileşik çekirdek oluşabilir. Ayrıca Coulomb itme engelini aşmak için, gelen iyonun yeterli enerjiye sahip olması gereklidir. Bu şekilde bileşik çekirdek çok yüksek bir uyarılma enerjisine sahip olabilir.

Fisyon bir coulomb engeli tarafından engellenir. Ağır çekirdeklerle oluşturulan bileşik çekirdeklerde proton fazladır ve proton yayınlanması Coulomb engeli ile

engellenir. Bu çekirdekler protonları fazla olsa da nötron yayınlarlar. Bu şekilde aşırı protona sahip kararsız çekirdekler incelenebilir.

Ağır reaksiyonların diğer bir özelliği bileşik çekirdeklere açısal momentum transfer edilmesidir. Düşük vurma parametrelili çarpışmalarda nükleer kuvvet, gerekli merkezci ivmeyi oluşturamayabilir. Bu nedenle bileşik sistem tamamen kararsız olabilir. İki çekirdek enerjiyi paylaşan bir bileşik sistem oluşturmaz, iki atomlu bir moleküle benzeyen bir sistem kısa süreliğine oluşur ve kaybolur. Böyle moleküller sıradan moleküllere karşılık gelen dönme ve titreşimlerinin incelenmesi ile elde edilir. Yüksek açısal momentumlu çekirdeklerin özelliklerinin çalışılması yalnızca ağır iyon reaksiyonları ile elde edilen alışılmamış bir nükleer madde durumuna örnektir (Krane, 2002).

3.2 Metod

Bu çalışmada; $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$, $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$, $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$, $^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$, $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$, $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$, $^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$, $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$, $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$, $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$, $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$, $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$, $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$, $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$, $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$, $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$, $^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$, $^{190}\text{Pt}(n,2n)^{189}\text{Pt}$, $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$, $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$, $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$, $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$, $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$, $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$, $^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$, $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$, $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$, $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$, $^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ reaksiyonları için reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmıştır. Teorik model hesaplamaları ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), TALYS-1.95 (Koning, vd., 2019; Kalbach, 2005) ve EMPIRE 3.2 (Cline, 1972; Ribansky, vd., 1973; Herman, vd., 2013) kodları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bilgisayar kodları, nükleer reaksiyonlarla tesir kesiti hesaplamalarında ve uyarma fonksiyonlarının değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Hesaplamalardan elde edilen sonuçlar, literatürden elde edilen deneysel sonuçlar, ENDF'den elde edilen değerlendirilmiş sonuçlarla EXFOR'dan (National Nuclear Data Center) ve yarı ampirik formüllerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Kullanılan bilgisayar kodları ve yarı ampirik formüller hakkında belirli bilgiler aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

3.2.1. ALICE-GDH, TALYS-1.95 ve EMPIRE 3.2 Bilgisayar Program

Kodları

ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), TALYS-1.95 (Koning, vd., 2008, 2019; Koning ve Delaroche, 2003) ve EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) bilgisayar programları literatürde birçok nükleer veri değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Broeders, vd., 2006a; Tarkanyi, vd., 2013; Trofimov, 1994). ALICE, TALYS ve EMPIRE kodlarında kullanılan girdi dosyaları ile ilgili önemli detaylar aşağıdaki alt bölümlerde özetlenmiştir.

3.2.1.1. ALICE-GDH kodu

ALICE-GDH kodu 300.0 MeV'e kadar enerjiye sahip nükleonlar ve çekirdekler tarafından indüklenen nükleer reaksiyonlar için tesir kesit hesaplamalarında kullanılmaktadır (Broeders, vd., 2006a). ALICE-GDH kodu, Blann (1991) tarafından geliştirilen ALICE-91 kodunun değiştirilmiş ve geliştirilmiş bir versiyonudur. ALICE-GDH kodu, bileşik çekirdek bozunumu için Weisskopf-Ewing (WE) formalizmini (Weisskopf ve Ewing, 1940) ve denge öncesi (pre-equilibrium: PEQ) bozunma süreci için Hibrit/Geometriye Bağlı Hibrit (HDH) modellerini uygular (Blann, 1991; Blann ve Vonach, 1983; Hauser ve Feshbach, 1952; Weisskopf ve Weisskopf, 1940). Denge öncesi d, t, ^3He , ^4He emisyonları dikkate alınır. ALICE-GDH kodu, denge öncesi bozunmanın yanı sıra saf denge bozunumu için uyarma fonksiyonlarını tahmin etme yeteneğine sahiptir.

ALICE-GDH kodunda seviye yoğunluk parametrelerinin hesaplanması için beş farklı seviye yoğunluk seçeneği (LDOPT 0-5) kullanılarak hesaplanır. Bu tez çalışmasında kullanılmak üzere hesaplamalarımızda sadece bir tane seviye yoğunluk modeli (LDOPT=0) kullanılmıştır. (LDOPT=0) modeli $a=A/y$ ($a = A/9$) kullanan Fermi gaz seviye yoğunluğu (FGM) modelidir. Burada A, a ve y sırasıyla kütle numarası, seviye yoğunluk parametresi ve bir sabittir. ALICE'de model oluşturulurken, seviye yoğunluk seçenekleri için kütlelerdeki normal çiftlenim kayması olarak 3 (MP=3) ve optik model hesaplaması için ters tesir kesit parametresi içinde sıfır (INVER=0) ve MSL (Myers Swiatecki Lysekil) kütle formülünden (Blann 1991) hesaplanan

merminin ayırma enerjisi ise (QVAL) sıfır olarak seçilmiştir. Bu modda, denge ve denge öncesi tayflar için MC=0, ED=0.5, IFIS =0 ve IKE=4 olarak da seçilmiştir (Broeders, vd., 2006a). ALICE-GDH koduyla ilgili ayrıntılı bilgiler Broeders, vd. (2006a) tarafından verilmiştir.

Denge durumları için seviye yoğunluğu aşağıdaki yaklaşımlardan biri kullanılarak hesaplanır. Enerjiye bağlı seviye yoğunlukları, en iyi bilinen analitik seviye yoğunluk ifadesi olan Fermi gaz modelinden (FGM), $a = A/9$ (Broeders, vd., 2006a) ve süper akışkan nükleer modelinden (Superfluid Nuclear Model: SFM) hesaplanabilir (Ignatyuk, vd., 1979). Enerjiden bağımsız bir seviye yoğunluğu parametresine sahip temel FGM formülü şu şekilde verilir:

$$\rho(U) = \frac{\exp\left(2\sqrt{a(U - \delta)}\right)}{(U - \delta)^{5/4}} \quad (3.25)$$

burada, U çekirdeğin uyarılma enerjisi, a yukarıda bahsedildiği gibi seviye yoğunluk parametresi ve δ ise eşleme terimidir. Gelişmiş genelleştirilmiş süper akışkan nükleer modeli (Enhanced Generalized Superfluid Nuclear: Model EGSM) içindeki seviye yoğunluğu, aşağıdakilere göre hesaplanır:

$$\rho(U) = \rho_{qp}(U') K_{vib}(U') K_{rot}(U') \quad (3.26)$$

Burada $\rho_{qp}(U')$ yarı-parçacık uyarımı için nükleer yoğunluğu temsil ederken, $K_{vib}(U')$ ve $K_{rot}(U')$ terimleri sırasıyla etkin uyarım enerjisindeki (U') titreşimsel ve rotasyonel iyileştirme faktörleridir (Broeders, vd. 2006a). Seviye yoğunluk parametreleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$a(U) = \begin{cases} \text{for } U' > U_{cr}, & \frac{\tilde{a}(1 + \delta W \varphi(U' - E_{cond}))}{(U' - E_{cond})} \\ \text{for } U' \leq U_{cr}, & a(U_{cr}) \end{cases} \quad (3.27)$$

Burada, $U' = U - n\Delta_0$ uyarmanın etkin enerjisi ve $U_{cr} = 0.472a(U_{cr})\Delta_0^2 - n\Delta_0$ faz geçişinin kritik enerjisidir. Yoğunlaşma enerjisi (E_{cond}) $0.152a(U_{cr})\Delta_0^2 - n\Delta_0$ değerine eşittir. Korelasyon fonksiyonu (Δ_0) $12A^{-1/2}$ değerine eşittir. $\tilde{a} = A(0.073 + 0.115A^{-1/3})$ nükleer seviye parametresinin asimptotik değeridir. δW terimi, sıvı damla modelinden hesaplanan ve deneysel kütle kusuru arasındaki farka eşit kütle formülüne yapılan kabuk düzeltmesidir. ALICE-GDH kodu hakkında ayrıntılı bilgi Broeders, vd. (2006a) tarafından verilmiştir.

Bileşik çekirdek formülünde gerekli olan seviye-yoğunluk (ρ) için, düşük enerjilerde sabit sıcaklık modelinin ve yüksek enerjilerde Fermi gaz modelinin bir kombinasyonunu alınır.

$$a(E_x) = \tilde{a} \left[1 + \delta W \frac{1 - \exp(\gamma U)}{U} \right] \quad (3.28)$$

Yukarıda belirtildiği gibi δW , mega-elektronvolt cinsinden kabuk düzeltme enerjisidir, Bu enerji Myers ve Swiatecki tarafından verilen küresel sıvı damla modeline göre çekirdeğin gerçek kütlesi ile kütle arasındaki fark olarak alınmaktadır.

Asimptotik seviye-yoğunluk değeri $\tilde{a}$ şu şekilde verilir:

$$\tilde{a} = \alpha A + \beta A^{2/3} \quad (3.29)$$

α ve β sabit sayılardır ve genellikle $\alpha=0.0666$, $\beta=0.2587$ olarak kullanılır. Aynı uyumdan, kabuk sönüm parametresi (γ) için aşağıdaki sistematik formül elde edilir.

$$\gamma = \frac{0.459}{A^{1/3}} \quad (3.30)$$

Düşük uyarma enerjilerinde (yani bazı eşleşme (matching) enerjileri altında, E_x^{match}) sabit sıcaklık toplam seviye yoğunluğu (ρ_x^{tot}) değeri;

$$\rho_x^{tot}(E_x) = \frac{1}{T} \exp\left(\frac{E_x - E_0}{T}\right) \quad (3.31)$$

ile verilir.

3.2.1.2. EMPIRE-3.2 kodu

İlk olarak, 1980'de yayınlanan EMPIRE kodu orijinal olarak nükleer reaksiyon kodlarından oluşan modüler bir sistemdir ve doğrudan reaksiyonlar, denge öncesi reaksiyonlar ve bileşik reaksiyonlar için kullanılır (Cline, 1972; Ribansky, vd., 1973). Bu kod sistemi, Hauser-Feshbach modeli, optik modeli, Çok Adımlı Doğrudan (Multi-step Direct: MSD modeli), Çok Adımlı Bileşik (MSC), eksiton modelini ve hibrit Monte Carlo simülasyon modelini hesaplar. Ağır iyon kaynaklı reaksiyonlar için enerji aralığı rezonans bölgesinin hemen üstünden birkaç yüz MeV'e kadar değişmektedir (Hauser ve Feshbach, 1952; Herman, vd., 2013).

EMPIRE-3.2 (Malta) kodlarında, seviye yoğunluk parametrelerinin hesaplanması için reaksiyon tesir kesitlerinde dört farklı seviye yoğunluk (LEV DEN=0-3) modeli kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sadece bir tane seviye yoğunluk modeli (LEV DEN=1) girdi seçeneği olarak kullanılmıştır. LEV DEN=1 modelinde RIPL-2'ye uyarlanmış Genelleştirilmiş Süper Akışkan Modeli (Generalized Superfluid Model: GSFM), Ignatyuk, vd. (1975, 1979) kullanılmaktadır. Bu model ile birlikte Monte Carlo Hybrid denge öncesi model (HMS) için HMS=1 ve Exciton model için PCROSS=1.5 ve kuantum istatistiksel MSD (Quantum statistical Multi-Step-Direct model) ve MSC (Quantum statistical Multi-Step-Compound model) reaksiyonları sıfır olarak seçilmiştir (MSC+MSD=0). Açığa çıkan parçacıklar için RIPL kataloğundan seçilmiş olan optik model parametreleri nötronlar için 1'e, protonlar için 2'ye eşittir. Ayrıca, EMPIRE modunda, genişlik dalgalanmaları için HRTW=3 (HRTW: Hofmann-Richert-Tepel ve Weidenmueller), NEX=80 (maksimum enerji adımı sayısı), OMPOT=-523 (spesifik küresel optik potansiyel) ve giden nötronlar ve protonlar için ve DIRECT=0 (varsayılan olarak küresel optik model) seçilmiştir

(Herman, vd., 2013). EMPIRE 3.2 hakkında detaylı bilgi Herman, vd. (2013) tarafından verilmiştir.

Mevcut EMPIRE-3.2 Malta versiyonu, 2011’de yayınlanan Rivoli versiyonunu takip etmektedir. EMPIRE modelinde denge öncesi spektrumlar şu şekilde verilir:

$$\frac{d\sigma_{a,b}}{d\varepsilon_b}(\varepsilon_b) = \sigma_{a,b}^r(E_{inc})D_{a,b}(E_{inc}) \times \sum_n W_b(E, n, \varepsilon_b) \quad (3.32)$$

Burada $\sigma_{a,b}^r(E_{inc})$ reaksiyon (a,b)’nin tesir kesiti, $W_b(E, n, \varepsilon_b)$, “b” (veya γ ışını) tipi bir parçacığın, bileşik çekirdeğin n eksitonlu ve uyarım enerjisine (E) sahip bir durumdan ε_b enerji ile emisyon olasılığıdır. $D_{a,b}(E_{inc}) = 1 - \sigma_{a,b}^{dir}(E_{inc}) / \sigma_{a,b}^r(E_{inc})$ ise doğrudan reaksiyon süreçlerinin bir sonucu olarak akı kaybını hesaba katan tükenme faktörüdür.

3.2.1.3. TALYS-1.95 kodu

TALYS kod sistemi nükleer fizikçiler tarafından yaygın bir şekilde kullanılan ve deneysel sonuçlarla oldukça uyumlu sonuçlar veren Linux tabanlı bir bilgisayar kod programıdır. 1.0 keV-200.0 MeV enerji aralığındaki nötron, foton, proton, döteron, triton, ^3He alfa parçacıkları ve gama ışınlarını içeren nükleer reaksiyonların hedef çekirdekler ve belirli kütle numarası aralığında ($12 < A < 339$) tahmin için geliştirilmiş bir nükleer reaksiyon programıdır (Koning, vd., 2019). TALYS programında optik model ve nükleer seviye yoğunlukları gibi uygun parametreler kullanılarak doğrudan, bileşik çekirdek ve denge öncesi süreçler ele alınmaktadır. Tüm izotoplar ve reaksiyona giren parçacıklar için, tesir kesit, açısal dağılım, çift diferansiyel veriler, gama üretim verileri ve izomerik üretim tesir kesiti, kovaryans bilgilerini elde etmek için aynı metodoloji uygulanır (Koning ve Rochman, 2012). Genel olarak, TALYS doğrudan, bileşik, denge öncesi ve fisyon reaksiyonları için en yeni nükleer modellerin birçoğunu uygulamak için kullanılabilir (Koning, vd., 2007; 2019). TALYS-1.95 kodu Koning, vd., (2019) tarafından detaylı olarak tartışılmıştır.

Nükleer seviye yoğunlukları ile ilgili olarak, TALYS programında seviye yoğunluk parametrelerinin hesaplanması için altı farklı seviye yoğunluk modeli (ldmodel 1-6) tanımlanmıştır. Seviye yoğunlukları için bu modeller, üç tane fenomenolojik ve üç tane mikroskobik seçenek olarak tanımlanmaktadır (Koning, vd., 2019). Bu tez çalışmasında, optik modele dayalı çarpışma olasılıkları ve lokal optik model (localomp y) ile iki bileşenli eksiton modeli (preeqmode 1, twocomponent y) ile bir seviye yoğunluk girdi parametresi kullanılmıştır. Kullandığımız TALYS kodu için Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini (Constant Temperature+Fermi Gas Model: CTFGM) (Gilbert ve Cameron, 1965) (ldmodel=1) kullanılmıştır.

Griffin (1966), tarafından tanımlanan fenomenolojik denge öncesi mekanizma, eksiton modelidir. TALYS'de eksiton modelinin iki versiyonu uygulanmaktadır. Varsayılan, reaksiyon boyunca nötron ya da proton parçacıklarının ve hallerin izlendiği iki bileşenli modeldir (Tel, vd., 2016).

Her üç model için kullanılan değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Her üç model için kullanılam seviye yoğunluk parametreleri

Kodlar	Giriş Seçenekleri	Seviye Yoğunluk Modelleri	Girdi Parametreleri
ALICE	LDOPT=0	Fermi Gaz Modeli ($a=A/y$ ($a=A/9$))	MP=3, MC=0, INVER=0 QVAL=0
EMPIRE	LEVDEN=1	Genelleştirilmiş Süper Akışkan Modelleri (GSFM)	HMS=1 PCROSS=1.5 MSC+MSD=0 HRTW=3 NEX=80
TALYS	ldmodel=1	Sabit Sıcaklık Fermi Gaz Model (CTFGM)	İki Bileşenli Exciton Modeli ldmodel 1

3.2.2. Yarı Ampirik Formüller

Nükleer çekirdeklerin (n,d), (n,2n), (n,p), (n, α) ve (n,t) tesir kesitlerinin ölçülen deneysel verilerinin olmadığı durumlarda yarı ampirik formüller kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Osmiyum, İridyum ve Platinum çekirdek izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri için farklı yarı ampirik formüller kullanılmıştır. (n,2n) tesir kesit hesaplamaları için Tel, vd. (2008), Lu ve Fink (1971), Konno, vd. (1993), Chatterjee ve Chatterjee (1969), Habbani ve Osman (2001) tarafından geliştirilen yarı ampirik tesir kesit formülleri kullanılmıştır. Benzer şekilde (n,p) tesir kesit hesaplamaları için de Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987), Kasugai, vd. (1996) tarafından geliştirilen yarı ampirik tesir kesit formülleri kullanılmıştır.

(n,2n) tesir kesit hesaplamaları için kullanılan yarı ampirik formüller Çizelge 3.2’de ve (n,p) tesir kesit hesaplamaları için kullanılan formüller de Çizelge 3.3’de verilmiştir. Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de hedef çekirdeğin kütle numarası (A), nötron numarası (N) ve proton numarasına (Z) göre farklılık göstermektedir. (n,2n) ve (n,p) reaksiyonları için kullanılan bu yarı ampirik formüller 14.5 MeV civarındaki enerjiler için kullanılmıştır. Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de (n,p) ve (n,2n) tesir kesitleri için yarı ampirik formülleri kütle bölge aralıkları üçüncü sütunlarda verilmiştir.

Çizelge 3.2: (n,2n) reaksiyon tesir kesiti için kullanılan yarı ampirik formüller

Yarı Ampirik	Formül, $\sigma(n,2n)$ (mb)	Kütle Aralığı
Tel vd. (2008)	$= \exp\{7.15[1 - 2.45 \exp(-31.62s)]\}$	$14 \leq A \leq 241$
	$= \exp\{7.65[1 - 1.59 \exp(-23.06s)]\}$	Çift A
		Tek A
Lu ve Fink (1971)	$= 47.011(A^{1/3} + 1)^2 \left\{ \frac{1 - 3.9808}{\exp[-24.127(N - Z)/A]} \right\}$	
Konno vd. (1993)	$= \exp\{7.434[1 - 1.484 \exp(-27.37(N - Z)/A)]\}$	
Chatterjee ve Chatterjee (1969)	$= 31.39(A^{1/3} + 1)^2 \exp[1.706(N - Z)/A]$	
Habbani ve Osman (2001)	$= 23.53(A^{1/3} + 1)^2 \exp(3.5(N - Z)/A)$	$45 \leq A \leq 209$, Çift A
	$= 20.82(A^{1/3} + 1)^2 \exp(3.76(N - Z + 1)/A)$	$48 \leq A \leq 238$, Tek A

Çizelge 3.3: (n,p) reaksiyon tesir kesiti için kullanılan yarı ampirik formüller

Yarı Ampirik	Formül, $\sigma(n,p)$ (mb)	Kütle Aralığı
Tel vd. (2003)	$= 16.33(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-26.17(N - Z) / A]$	$17 \leq A \leq 239$
	$= 9.71(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-21.87(N - Z) / A]$	Çift Z, Çift N
	$= 7.31(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-20.21(N - Z) / A]$	Çift Z, Tek N
Broeders ve Konobeyev (2006c)	$= \pi_0^2 (A^{1/3} + 1)^2 \exp[A^{0.5} (-4.4785(N - Z + 1) / A + 0.047174Z / A^{1/3} - 0.27407)]$	Tek Z, Tek N
	$= \pi_0^2 (A^{1/3} + 1)^2 A^{0.75718} \left(\frac{-0.61348(N - Z + 1) / A}{+0.1511} \right)$	$Z < 50$ $Z > 50$
Badikov ve Pashchenko (1991)	$= 5.21(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left\{ \frac{-23.486(N - Z) / A}{+85.044((N - Z) / A)^2 + 0.254A^{1/2}} \right\}$	
Ait-Tahar (1987)	$= 14.20(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-39.10(N - Z + 1) / A]$	$40 \leq A \leq 188$
Kasugai vd. (1996)	$= 1830(N - Z + 1) \exp[-50.70(N - Z + 1) / A]$	$19 \leq A \leq 188$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez alışmasında, 20.0 MeV'e kadar gelme enerjili nötronlar kullanılarak $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$, $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$, $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$, $^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$, $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$, $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$, $^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$, $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$, $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$, $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$, $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$, $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$, $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$, $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$, $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$, $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$, $^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$, $^{190}\text{Pt}(n,2n)^{189}\text{Pt}$, $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$, $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$, $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$, $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$, $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$, $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$, $^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$, $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$, $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$, $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$, $^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ reaksiyonlarının tesir kesitleri teorik olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) ve TALYS 1.95 (Koning, vd., 2019) bilgisayar programları kullanılmış ve her bir çekirdek için seviye yoğunluğu parametresinin tüm sistematikleri kullanılmıştır. Seviye yoğunluğu hesaplamaları için ALICE-GDH kodunda Fermi gaz model (FGM) ($a=A/y$ ($a = A/9$)), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) kodunda uyarlanmış Genelleştirilmiş Süper Akışkan Modeli (Generalized Superfluid Model: GSFM, Ignatyuk, vd. (1975, 1979) ve TALYS 1.95 kodunda Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli (Constant Temperature+Fermi Gas Model: CTFGM) Gilbert ve Cameron, (1965); Ignatyuk, vd. (1979) yoğunluk modelleri kullanılmıştır.

Modellerden hesaplanan $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$, $^{191,193}\text{Ir}$ ve $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$ izotoplarının (n,2n) ve (n,p) tesir kesit sonuçları EXFOR (Experimental Nuclear Reaction Data) veri tabanındaki (EXFOR 2020) deneysel verilerle ve ENDF (Evaluated Nuclear Data File) veri tabanındaki ENDFB-VIII.0 (ABD değerlendirilmiş nükleer veri kütüphanesi), JEFF-3.3 (The Joint Evaluated Fission and Fusion File, Data Bank üye ülkelerinin uluslararası bir işbirliği ile üretilen değerlendirilmiş kütüphanesi), ROSFOND-2010 (Rus değerlendirilmiş nötron veri kütüphanesi), TENDL-2019 (TALYS-based Evaluation Nuclear Data Library: TALYS nükleer model kod sisteminin çıktısını sağlayan bir nükleer veri kütüphanesi), JENDL-2017 (Japon değerlendirilmiş nükleer veri kütüphanesi) kütüphanelerindeki hesaplanmış olan değerlendirilmiş verilerle karşılaştırılır. Ayrıca,

14.5 MeV civarında $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$, $^{191,193}\text{Ir}$ ve $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$ izotoplarının (n,2n) ve (n,p) tesir kesitleri sırasıyla Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de farklı araştırmacılar tarafından verilen yarı ampirik formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

Modellerden elde edilen sonuçlar ve literatür ile karşılaştırılması aşağıda detaylı olarak verilmiştir. Verilen tüm grafiklerde, EMPIRE 3.2 verileri siyah düz çizgi ile, TALYS 1.95 verileri kırmızı düz çizgi ile, ALICE-GDH verileri mavi düz çizgi ile, ROSFOND-2010 verileri koyu yeşil düz çizgi ile, JENDL-AD-2017 verileri kahverengi düz çizgi ile, TENDL-2019 verileri mor düz çizgi ile, ENDFB-VIII.0 verileri pembe düz çizgi ile ve JEFF-3.3 verileri açık yeşil düz çizgi ile gösterilmiştir. EXFOR’dan alınan deneysel verileri “ Δ , $\square$, ∇ , $\circ$, $\diamond$ ” gibi içi boş farklı semboller ile, literatürden alınan bazı araştırmacıların geliştirdiği yarı ampirik formüllerden elde edilen verileri “ $\oplus$, $\blacktriangle$, $\blacksquare$, $\blacklozenge$,” gibi içi dolu semboller ile ifade etmektedir ve tüm reaksiyonlar sırasıyla karşılaştırılıp değerlendirilmiştir.

4.1.Osmiyum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

Bu bölümde, Osmiyum elementinin izotoplarının ($^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$) (n,2n) ve (n,p) tesir kesitleri için 20.0 MeV’e kadar ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) ve TALYS 1.95 (Koning, vd., 2019) bilgisayar kodları kullanılarak reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçların ENDF veri kütüphanesinden alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 değerlendirilmiş verileriyle, EXFOR’dan elde edilen deneysel verilerle ve 14.5 MeV civarında bazı yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit sonuçlarıyla kıyaslamaları yapılmıştır. Ayrıca, 14.5 MeV civarındaki modellerden, değerlendirilmiş verilerden, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüllerden ve deneysel sonuçlardan oluşan (n,2n) ve (n,p) kesit değerleri sırasıyla Çizelge 4.1’de ve Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1:14.5 MeV civarında $^{184,186,188,187,189,190,192}\text{Os}$ izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri

	Enerji (MeV)	^{184}Os (mb)	^{186}Os (mb)	^{187}Os (mb)	^{188}Os (mb)	^{189}Os (mb)	^{190}Os (mb)	^{192}Os (mb)
EMPIRE 3.2	14.5	2101.70	2231.10	2405.50	2246.60	2508.20	2301.70	2268.30
TALYS 1.95	14.5	1972.38	2048.12	2141.71	2065.95	2149.27	2048.80	1931.44
ALICE-GDH	14.5	1794.64	2134.27	2407.64	2211.04	2473.32	2284.40	2378.07
TENDL-2019	14.5±0.5	1826.54	2077.42	2143.44	2105.41	2151.53	2082.47	2009.31
ENDFB-VIII.0	14.5±0.5	1958.22	2045.12	2149.44	2097.74	2169.12	2128.25	2103.03
JEFF-3.3	14.5±0.5	1826.32	2077.90	2144.24	2105.38	2152.85	2080.87	2009.28
ROSFOND-2010	14.5±0.5	1934.45	2069.80	2200.00	1810.20	2218.70	2011.63	2215.99
JENDL-2017	14.5±0.5	1958.22	2074.76	2149.44	2097.74	2169.12	2128.25	2103.03
Tel vd. (2008)	14.4	1660.41	1689.80	1785.74	1711.92	1838.69	1728.60	1741.22
Lu ve Fink (1971)	14.8	1976.59	2013.20	2029.61	2044.94	2059.32	2072.85	2097.75
Konno vd. (1993)	14.7	1539.95	1571.68	1584.86	1596.53	1606.87	1616.03	1631.35
Chatterjee ve Chatterjee (1969)	14.5	1853.24	1856.37	1857.97	1859.57	1861.20	1862.84	1866.16
Habbani ve Osman (2001)	14.5	1827.70	1900.98	1938.15	1975.67	2013.55	2051.78	2129.28
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	760±155 1449±99 639±110 1362±141	1403±282 2004±120 1318±210	-	-	-	-	2233±199 2406±105 2050±190

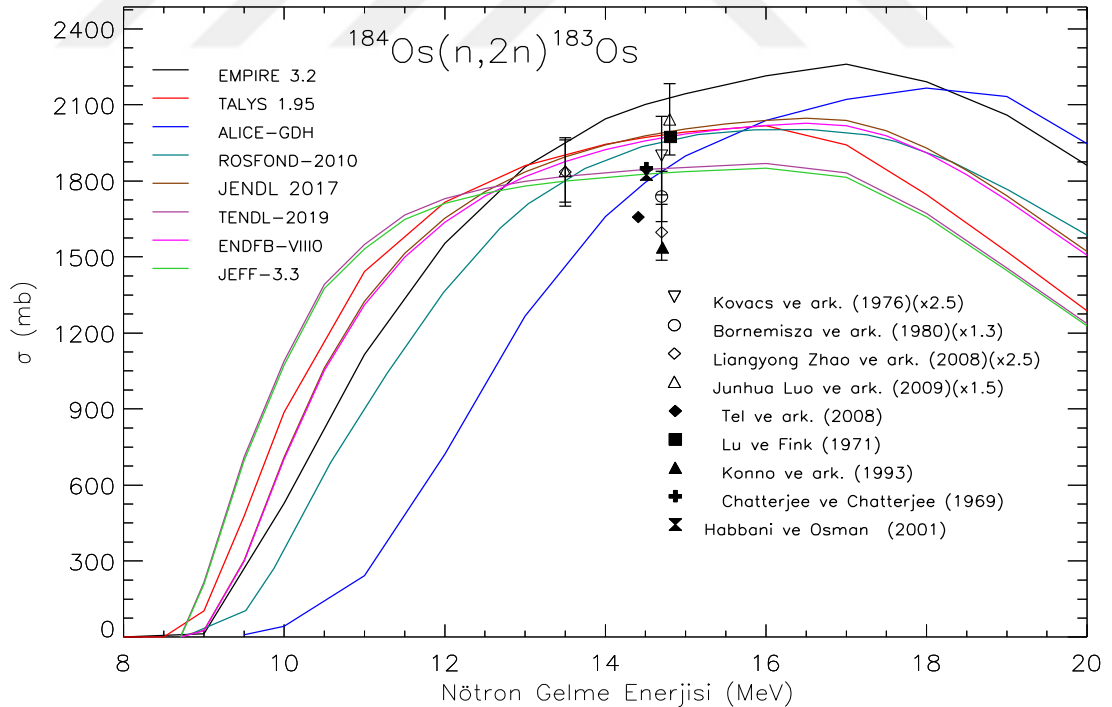
Çizelge 4.2:14.5 MeV civarında $^{184,186,188,187,188,189,190,192}\text{Os}$ izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

	Enerji (MeV)	^{184}Os (mb)	^{186}Os (mb)	^{187}Os (mb)	^{188}Os (mb)	^{189}Os (mb)	^{190}Os (mb)	^{192}Os (mb)
EMPIRE 3.2	14.50	12.34	6.78	9.39	3.72	5.32	1.74	0.71
TALYS 1.95	14.50	11.58	6.96	8.50	3.89	5.39	2.07	0.73
ALICE-GDH	14.50	14.05	8.65	9.27	5.27	5.58	2.71	1.37
TENDL-2019	14.50	20.03	5.99	9.97	3.65	8.52	1.78	0.68
ENDFB-VIII.0	14.20	12.81	6.87	10.03	4.72	8.75	2.37	1.03
JEFF-3.3	14.50	20.04	5.99	9.97	3.65	8.52	1.77	0.68
ROSFOND-2010	15.00	6.38	6.17	3.71	4.14	9.29	1.96	2.41
JENDL-2017	14.50	15.29	6.87	9.27	4.72	8.75	2.37	1.03
Tel vd. (2003)	14.40	7.71	6.15	7.31	4.93	6.10	3.97	3.21
Broeders ve Konobeyev (2006c)	14.50	5.53	3.05	2.27	1.69	1.26	0.94	0.53
Badikov ve Pashchenko (1991)	14.50	9.39	5.97	4.75	3.78	3.01	2.39	1.51
Ait-Tahar (1987)	14.80	5.65	4.02	3.41	2.89	2.45	2.09	1.52
Kasugai vd. (1996)	14.50	6.79	4.61	3.80	3.14	2.60	2.16	1.49
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	4.8±0.42	6.69±22.4 5.5±1.3	-	4.76±1.4 2.6±0.3 4.01±0.8 6.0±1.2	9.29±2.5 6.2±2.6 5.0±1.8 6.5±1.3	2.6±0.3 2.0±0.5	2.1±0.5

4.1.1. $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ nükleer reaksiyonunun tesir kesitleri 8.0-20.0 MeV enerji aralığı için ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodları kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucu elde edilen veriler, geliştirilmiş veri dosyalarından edinilen veriler, EXFOR'dan elde edilen deneysel veriler ve

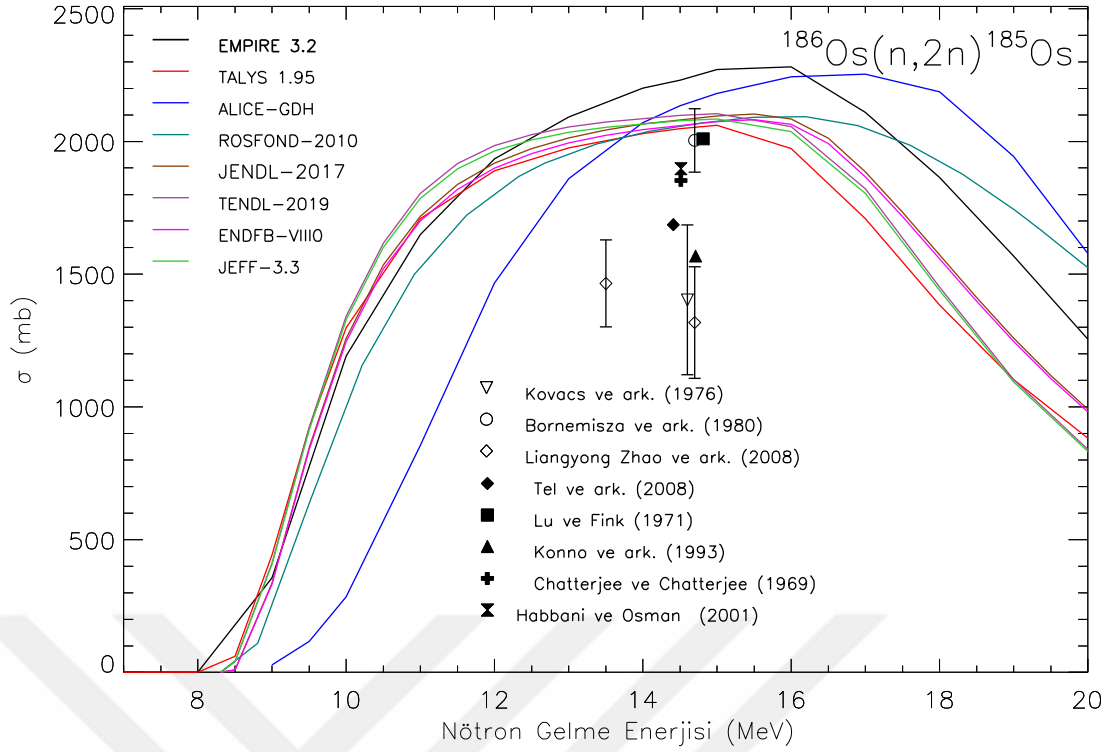
literatürden elde edilen 14.0-15.0 MeV civarındaki bazı yarı ampirik formüllerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de 14.5 MeV civarında verilen ALICE-GDH (Fermi gaz seviye yoğunluğu: FGM: LDOPT=0), EMPIRE 3.2 (Süper Akışkan Modeli LEVDEN=1), TALYS 1.95 (Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini: ldmodel=1) tesir kesit değerleri sırasıyla 1794.64 mb, 2101.70 mb ve 1972.38 mb olduğu görülmüştür. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veri değerleri ise sırasıyla 1826.54 mb, 1958.22 mb, 1826.32 mb, 1934.45 mb ve 1958.22 mb oldukları görülmektedir. TENDL-2019 ve JEFF-3.3 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş tesir kesit verilerinin birbirleri ile uyumludur. JENDL-2017 ve ENDFB-VIII.0 kütüphanelerden alınan tesir kesitleri birbirleri ile aynı olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, Çizelge 4.1’deki verilerden görüldüğü 14.5 MeV civarında yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesitleri değerler sırasıyla Tel, vd. (2008) 1660.41 mb, Lu ve Fink (1971) 1976.59 mb, Konno, vd. (1993) 1539.95 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) 1853.24 mb ve Habbani ve Osman (2001) 1827.70 mb olarak hesaplamışlardır.



Şekil 4.1. $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ reaksiyonunun tesir kesitleri

4.1.2. $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$ Reaksiyonu

Şekil 4.2’de, 8.0-20.0 MeV enerji aralığındaki nötron için, $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$ nükleer reaksiyonunun bilgisayar kodlarının verileri, araştırmacıların geliştirdiği yarı ampirik formül verileri, EXFOR’dan alınan veriler ve bazı kütüphane verileri verilmiştir. Çizelge 4.1’de verildiği gibi, 14.5 MeV’lik nötron enerjisinde EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1), TALYS (ldmodel=1) ve ALICE-GDH (LDOPT=0) ile hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 223.10 mb, 2048.12 mb ve 2134.27 mb olarak hesaplanmıştır. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veriler ise sırasıyla 2077.42 mb, 2045.12 mb, 2077.90 mb, 2069.80 mb ve 2074.76 mb olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Çizelge 4.1’de Tel, vd. (2008), Lu ve Fink (1971), Konno, vd. (1993), Chatterjee ve Chatterjee (1969) ve Habbani ve Osman (2001) tarafından verilen yarı ampirik formüller kullanılarak hesaplanan tesir kesitleri ise sırasıyla 1689.80 mb, 2013.20 mb, 1571.68 mb, 1856.37 mb ve 1900.98 mb olarak verilmiştir. EXFOR veri tabanından alınan deneysel değerler Kovacs, vd. (1979) ile Liangyong Zhao, vd. (2008) birbirlerine yakınlık gösterirken, Bornemiza, vd. (1980) deneysel verileri, TALYS 1.95 kodunun verileri, Lu ve Fink (1971) yarı ampirik formül verileri ve kütüphanelerden alınan veriler iyi uyum göstermektedir. Kovacs, vd. (1979) ile Liangyong Zhao, vd. (2008) deneysel verileri, bilgisayar kodları ile yapılan hesaplamalardan uzak değerler elde etmişlerdir.

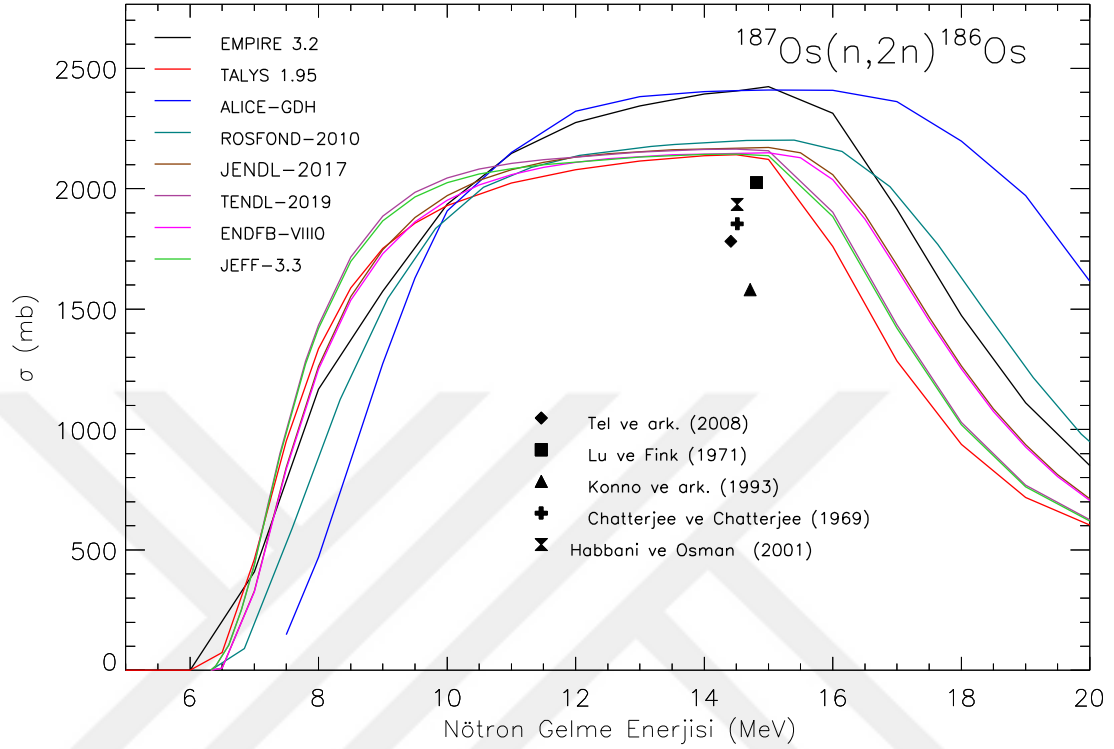


Şekil 4.2. $^{186}\text{Os}(n,2n)^{185}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.3 $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ nükleer reaksiyonunun tesir kesitleri Şekil 4.3’de verilmiştir. $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ reaksiyonunu karşılaştırmak için EXFOR veri tabanında deneysel veri bulunamamıştır. 14.5 MeV’de ALICE (LDOPT=0) 2407.64 mb, EMPIRE’de (LEV DEN=1) 2405.50 mb ve TALYS’de (ldmodel=1) 2141.17 mb olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmiş verilerden elde edilen değerler ise sırasıyla, TENDL-2019 için 2143.44 mb, ENDFB-VIII.0 için 2149.44 mb, JEFF-3.3 için 2144.24 mb, ROSFOND-2010 için 2200 mb ve JENDL-2017 için 2149.44 mb olarak verilmiştir. Yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit değerleri Tel, vd. (2008) için 1785.74 mb, Lu ve Fink (1971) için 2029.61 mb, Konno, vd. (1993) için 1584.86 mb ve Chatterjee ve Chatterjee (1969) için ise 1857.97 mb olarak verilmiştir. Şekil 4.3 ve Çizelge 4.1’den görüleceği gibi, karşılaştırma sonucunda yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit değerleri modellerden hesaplanan tüm değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Chatterjee ve Chatterjee (1969), Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik formül hesaplama verileri birbiri ile uyumludur. TALYS 1.95 (Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini: ldmodel=1) kod

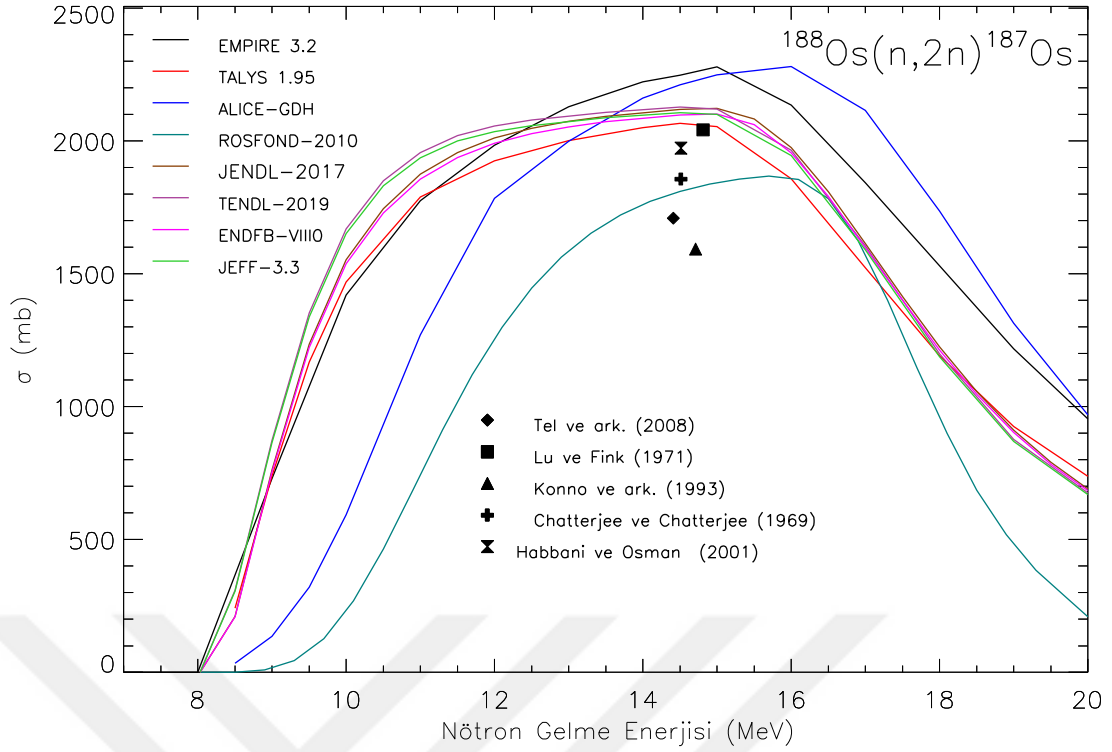
verileri, Lu ve Fink (1971) yarı ampirik formül hesaplama sonuçları, JEFF-3.3, ENDFB-VIII.0 ve TENDL-2019 değerlendirilmiş verilere yakın değerler elde etmişlerdir.



Şekil 4.3. $^{187}\text{Os}(n,2n)^{186}\text{Os}$ reaksiyonunun tesir kesitleri

4.1.4. $^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$ nükleer reaksiyonuna ait tesir kesitleri Şekil 4.4'de verilen grafikte gösterilmiştir. ALICE'de Fermi gaz seviye yoğunluk modeli (FGM), EMPIRE'de Süper Akışkan Modeli ve TALYS'de Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli bilgisayar kodları kullanılarak sırasıyla, 2211.04 mb, 2246.60 mb, 2065.95 mb olarak hesaplanmıştır. EMPIRE 3.2 ve ALICE-GDH bilgisayar kodlarının sonuçları birbirleri ile çok uyumlu olduğu görülmektedir. 8.0-20.0 MeV aralığında modeller incelendiğinde TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrisi ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, TENDL-2019 ve JENDL-2017 tesir kesit verileri hemen hemen uyumlu olduğu görülürken ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesit eğrisi sadece 13.0-14.0 MeV civarında uyumlu olduğu görülmektedir.



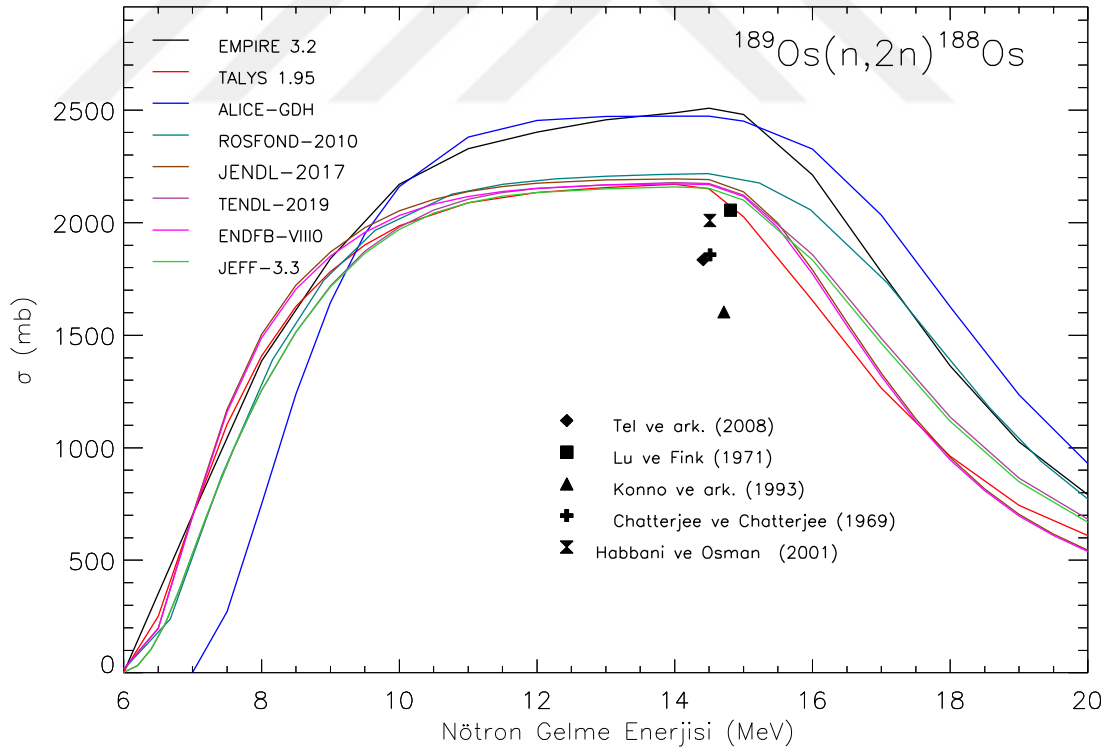
Şekil 4.4. $^{188}\text{Os}(n,2n)^{187}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

ROSFOND-2010 verilerinin değişimi genel olarak tüm model hesaplamalarından ve kütüphane değerlerinden daha düşük olduğu görülürken, 14.5 MeV civarında Chatterjee ve Chatterjee (1969) yarı ampirik formülden elde edilen değere yakın olduğu görülmektedir. Lu ve Fink (1971) formülü ile 14.5 MeV civarında hesaplanan tesir kesiti (2044.94 mb) ile TALYS 1.95 ile elde edilen tesir kesiti (2065.95 mb) yaklaşık olarak benzer olduğu görülmektedir. Konno, vd. (1993) yarı ampirik formül ile yaptıkları hesaplamalardan elde ettikleri tesir kesiti diğerlerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4.1.5. $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ nükleer reaksiyonunun uyarma fonksiyonunun 6.0-20.0 MeV aralığındaki değişim grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir. $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ reaksiyonu için literatürde herhangi bir deneysel veri bulunamamıştır. Çizelge 4.1’de, tesir kesitleri Fermi gaz seviye yoğunluk modelini kullanan ALICE (FGM) ile 2473.32 mb olarak hesaplanırken, Süper Akışkan Modeli kullanan EMPIRE 3.2 ve sabit Sıcaklık+Fermi

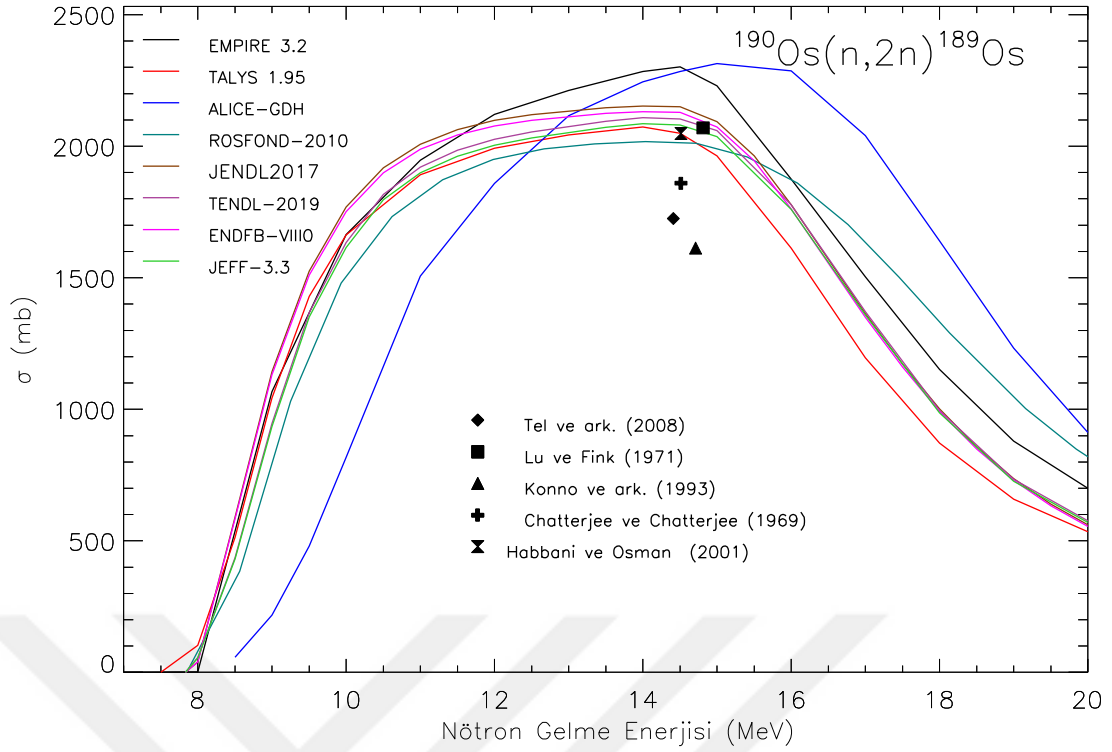
Gaz Modelini kullanan TALYS’de sırasıyla 2508.20 mb, 2149.27 mb olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.5’de deneysel verilerle ve ENDF’den elde edilen değerlendirilmiş verileri kıyaslanmıştır. Buna göre, TENDL-2019’dan 2151.53 mb, ENDFB-VIII.0’dan 2169.12 mb, JEFF-3.3’dan 2152.85 mb, ROSFOND-2010’dan 2218.7 mb ve JENDL-2017’den 2169.12 mb değerleri elde edilmiştir. TALYS 1.95 hesaplama sonuçlarının genel olarak bütün değerlendirilmiş verilerle uyumlu olduğu görülürken, ALICE-GDH ve EMPIRE 3.2 verilerinin 9.0 MeV’den sonra daha yüksek olduğu görülmektedir. Yarı ampirik formüller kullanılarak tesir kesitlerini Tel, vd. (2008) 1838.69 mb, Lu ve Fink (1971) 2059.32 mb, Konno, vd. (1993) 1606.87 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969), 1861.20 mb ve Habbani ve Osman (2001) 2013.55 mb olarak hesaplanmıştır. Mevcut verilerle karşılaştırılmış, yarı ampirik formüller ile hesaplanan değerler diğer verilerden düşük çıktığı görülmüştür. Sadece, 14.5 MeV civarında Lu ve Fink (1971) formülü ile hesaplanan tesir kesiti (2059.32 mb) TALYS 1.95 ile elde edilen tesir kesiti (2149.27 mb) yaklaşık olarak benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. $^{189}\text{Os}(n,2n)^{188}\text{Os}$ reaksiyonunun tesir kesitleri

4.1.6. $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV aralığındaki $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$ reaksiyonunun ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodlarından, hesaplanmış kütüphane verilerinden ve beş yarı ampirik formüllerden elde edilen tesir kesiti verilerinin değişim grafiği Şekil 4.6'da incelenmiştir. Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, 15.0 MeV'e kadar EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit değerleri ENDF'den elde edilen değerlendirilmiş verilerle uyum içinde olduğu görülürken, ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesitinin daha düşük olduğu görülmektedir. 14.5 MeV gelme enerjili nötronlar için, EMPIRE 3.2 ile 2301.7 mb, TALYS 1.95 ile 2048.8 mb, ALICE-GDH ile 2284.4 mb, TENDL-2019 ile 2082.47 mb, ENDFB-VIII.0 ile 2128.25 mb, JEFF-3.3 2080.87 mb, ROSFOND-2010 ile 2011.63 mb, JENDL-2017 ile 2128.25 mb, Tel, vd. (2008) ile 1728.6 mb, Lu ve Fink (1971) ile 2072.85 mb, Konno, vd. (1993) ile 1616.03 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) ile 1862.84 mb ve Habbani ve Osman (2001) ile 2051.78 mb olarak elde edilmiştir. 14.5 MeV gelme enerjili nötronlar için, Habbani ve Osman (2001), Lu ve Fink (1971) yarı ampirik formül ile elde ettiği verilerle TENDL-2019, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 verileri, TALYS 1.95 (ldmodel=1) bilgisayar kodları ile elde edilen hesaplama sonuçları kendi aralarında, ENDFB-VIII ile JENDL-2017 verileri iyi uyum göstermiştir.

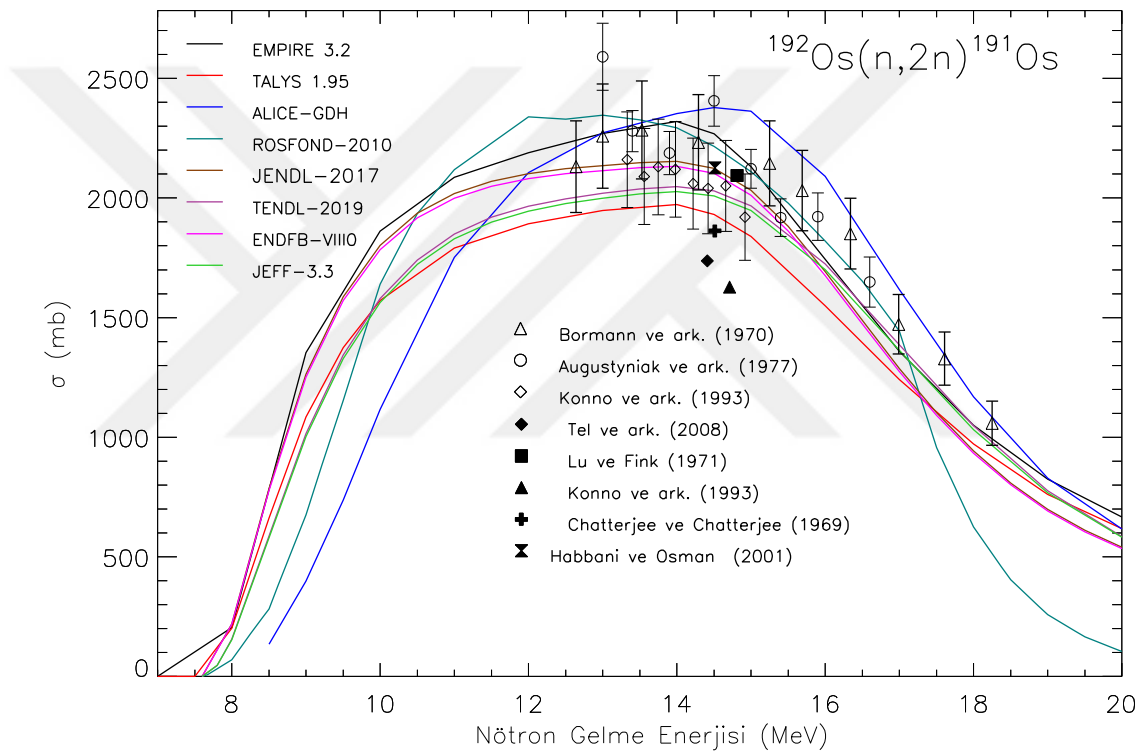


Şekil 4.6. $^{190}\text{Os}(n,2n)^{189}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.7. $^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$ reaksiyonunun 8.0'dan 20.0 MeV'e kadar üç farklı seviye yoğunluk modeli kullanılarak teorik olarak hesaplanan tesir kesitlerinin nötron enerjisine göre değişimini veren grafikleri Şekil 4.7'de çizilmiştir. Şekilde deneysel veriler ve ENDF'den elde edilen ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, TENDL-2019, JENDL-2017 ve ROSFOND- 2010 ait değerlendirilmiş verilerin grafikleri karşılaştırılma amacıyla verilmiştir. 14.5 MeV civarında modellerden teorik olarak hesaplanan veriler ile değerlendirilmiş kütüphane veriler, EXFOR'dan alınan deneysel [(Bormann, vd., 1970), Augustyniak, vd. (1977) ve Konno, vd. (1990)] veriler ve yarı ampirik formüllerden hesaplanan değerleri Çizelge 4.1'in son sütunda listelenmiştir. Genel olarak, modellerden hesaplanan tesir kesit eğrilerinin ENDF'den elde edilen değerlendirilmiş kütüphane verileriyle ve yarı ampirik formüllerden hesaplanan değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Fakat, ALICE-GDH modelinden hesaplanan tesir kesit eğrisi 10.0 MeV'e kadar diğer bütün tesir kesit eğrilerinden daha düşük iken, 14.5-18.5 MeV aralığında daha yüksek olduğu görülmektedir. Konno, vd. (1993) ile Tel, vd. (2008) yarı ampirik tesir kesit değerlerinin, modellerden ve değerlendirilmiş verilerden oldukça düşük olduğu görülürken Habbani ve Osman (2001) ve Lu ve Fink (1971) formüllerinden hesaplanan tesir kesiti değerlerinin ENDFB -VIII ve JENDL-2017 verilerine yakın bir değere sahip olduğu görülmektedir. 13.0-18.0 MeV aralığında EXFOR'dan alınan deneysel verilerin modellerden hesaplanan değerlerle ve değerlendirilmiş kütüphane verileriyle uyumlu olduğu görülmektedir.



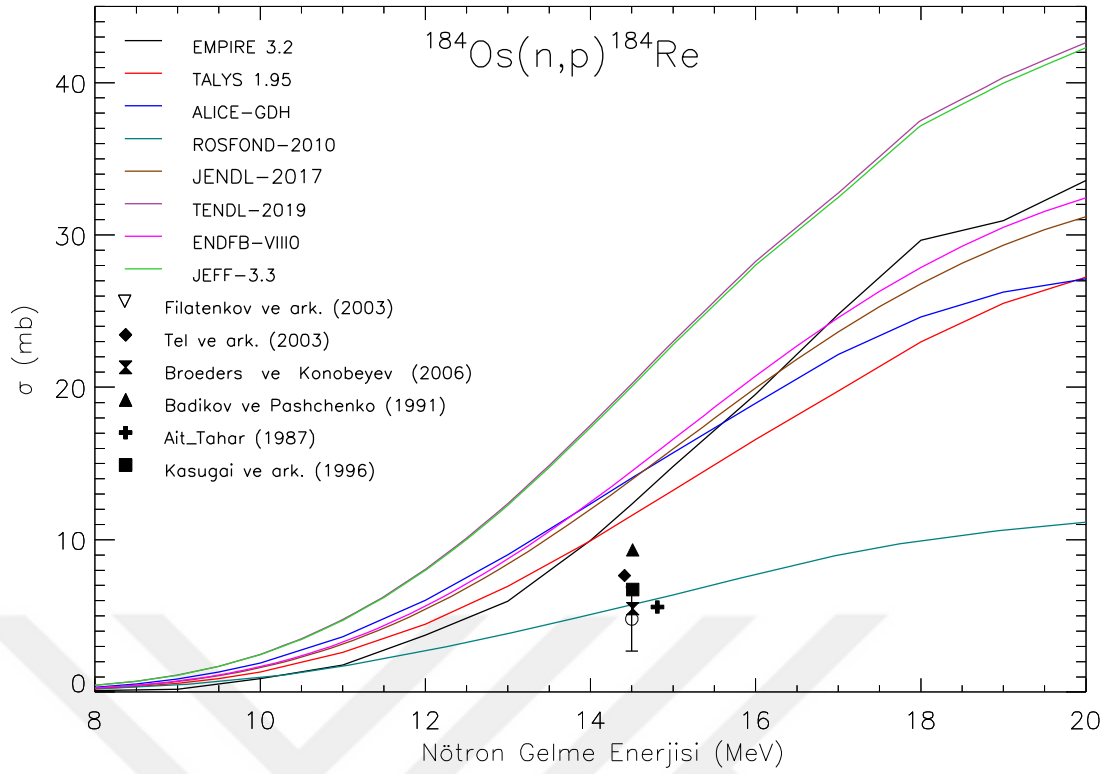
Şekil 4.7. $^{192}\text{Os}(n,2n)^{191}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi (n,2n) tesir kesitlerinin EMPIRE 3.2, TALYS 1.95 ve ALICE-GDH modellerinden sırasıyla 2268.3 mb, 1931.44 mb ve 2378.07 mb olarak, TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinden sırasıyla 2009.31 mb, 2103.03 mb, 2009.28 mb, 2215.99 mb, 2103.03 olduğu görülmektedir. Tel, vd. (2008), Lu ve Fink (1971), Konno, vd. (1993), Chatterjee ve Chatterjee (1969), Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik

formüllerinden hesaplanan tesir kesit değerleri ise sırasıyla 1741.22 mb, 2097.75 mb, 1631.35 mb, 1866.16 mb, 2129.28 mb olduğu görülmektedir.

4.1.8. $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV enerji aralığında ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 kodları kullanılarak $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$ reaksiyonunun tesir kesitleri hesaplanmıştır. Elde edilen tesir kesit eğrileri EXFOR'dan elde edilen deneysel verilerle, yarı ampirik formüllerden elde edilen verilerle ve kütüphane verileri ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.8'de ve 14.5 MeV civarındaki tüm nümerik değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Genel olarak ENDF'den elde edilen ENDFB-VIII.0 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş verileri eğrileri ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 tesir kesit eğrileri uyumlu iken, birbirleri ile çok iyi uyumlu olan JEFF-3.3 ile TENDL-2019 verilerine göre daha düşük ve ROSFOND-2010 eğrisine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. ^{184}Os izotopunun (n,p) reaksiyona ait tesir kesitleri incelendiğinde, 14-15 MeV enerji aralığında ROSFOND-2010'a ait reaksiyon verilerinin Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik verileri ile büyük uyum gösterdiği görülmüştür. Çizelge 4.2 incelendiğinde 14.50 MeV reaksiyon tesir kesit enerjisinde, EMPIRE 3.2, TALYS 1.95 ve ALICE-GDH ile hesaplanan seviye yoğunluk modelleri sırasıyla 12.34 mb, 11.58 mb ve 14.05 mb olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinde tesir kesit değerleri sırasıyla 20.03 mb, 12.81 mb, 20.04 mb, 6.38 mb ve 15.29 mb olarak hesaplanmıştır. Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formülleri kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise 7.71 mb, 5.53 mb, 9.39 mb, 5.65 mb ve 6.79 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürde sadece bir tane deneysel veri (Filatenkov, vd., 2003) elde edilmiş ve 14.5 MeV civarında 4.8 ± 0.42 mb olarak verilmiştir.

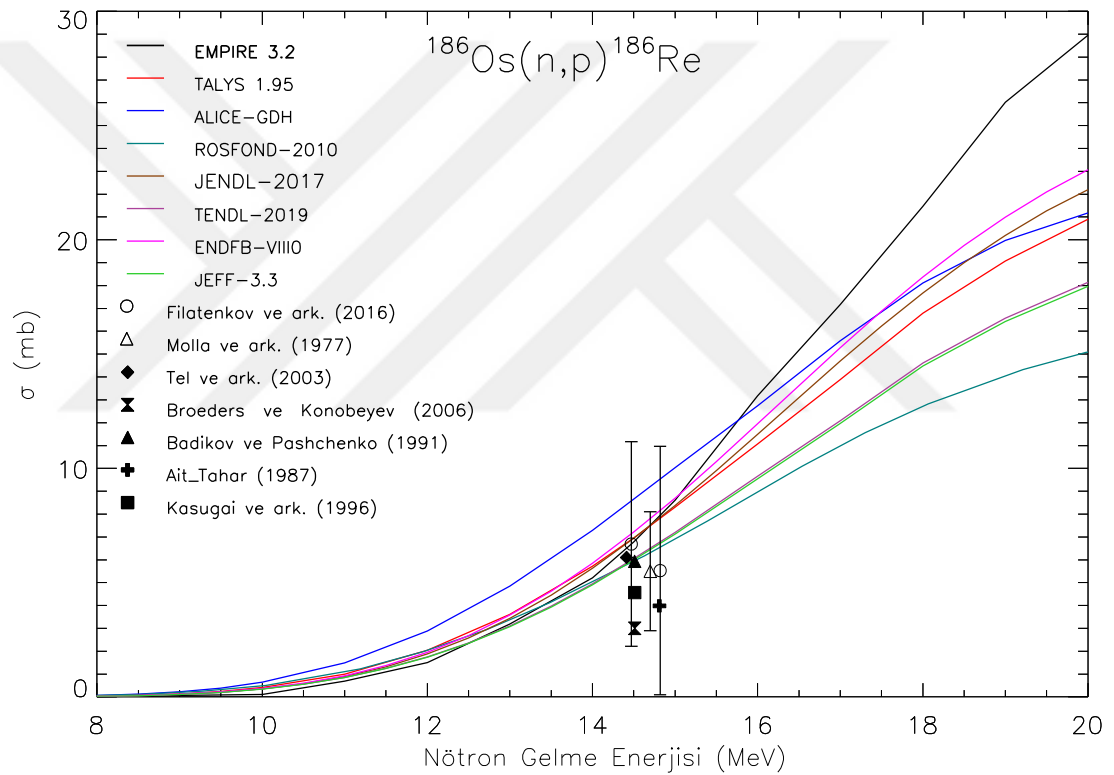


Şekil 4.8. $^{184}\text{Os}(n,p)^{184}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.9. $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$ Reaksiyonu

Şekil 4.9’da 20.0 MeV’e kadar $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$ nükleer reaksiyonun tesir kesitleri verilmiştir. Literatürden alınan yarı ampirik formül sonuçları, EXFOR’dan alınan deneysel veriler, kullanılan bilgisayar kod verileri ve bazı kütüphane verileri Şekil 4.9’daki grafikte karşılaştırılmıştır. Şekil 4.9’da seviye yoğunluk modellerinden hesaplanan tesir kesit eğrileri incelendiğinde, 15.5 MeV’e kadar üç eğrinin de ENDF’den alınan değerlendirilmiş verilerin tesir kesit eğrileri ile benzer değişim gösterirken, 15.5 MeV’den sonra EMPIRE 3.2 ile hesaplanan seviye yoğunluk modelinde belirgin bir artış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, TENDL-2019 ve JEFF-3.3 benzer değerler gösterirken ROSFOND-2010 verileri diğerlerine göre daha düşük değişim eğrisine sahiptir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, 14.5 MeV civarında üç farklı modelden hesaplanan tesir kesit değerleri, EMPIRE 3.2 ile 6.78 mb, TALYS 1.95 ile 6.96 mb ve ALICE-GDH ile 8.65 mb olarak hesaplanmıştır. ENDF’den alınan değerlendirilmiş tesir kesit değerleri TENDL-2019 ile 5.99 mb, ENDFB-VIII. ile 6.87 mb, JEFF-3.3 ile 5.99 mb, ROSFOND-2010 ile 6.17 mb ve JENDL-2017 ile

6.87 mb olarak hesaplanmıştır. Yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit değerleri ise Tel, vd. (2003) formülü ile 6.15 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) formülü ile 3.05 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) formülü ile 5.97 mb, Ait-Tahar (1987) formülü ile 4.02 mb ve Kasugai, vd. (1996) formülü ile 4.61 mb olarak hesaplanmıştır. Badikov ve Pashchenko (1991) ve Kasugai, vd. (1996) formüllerinden hesaplanan tesir kesit değerleri TENDL-2019, JEFF-3.3 ve ROSFOND-2010 verilerine yakın olduğu görülmektedir. EXFOR'dan alınan 14.5 MeV civarında ölçülen deneysel veriler Filatenkov, vd. (2016) tarafından 6.69 ± 0.22 mb ve Molla vd. (1977) tarafından 6.5 ± 1.3 mb olarak verilmiştir.

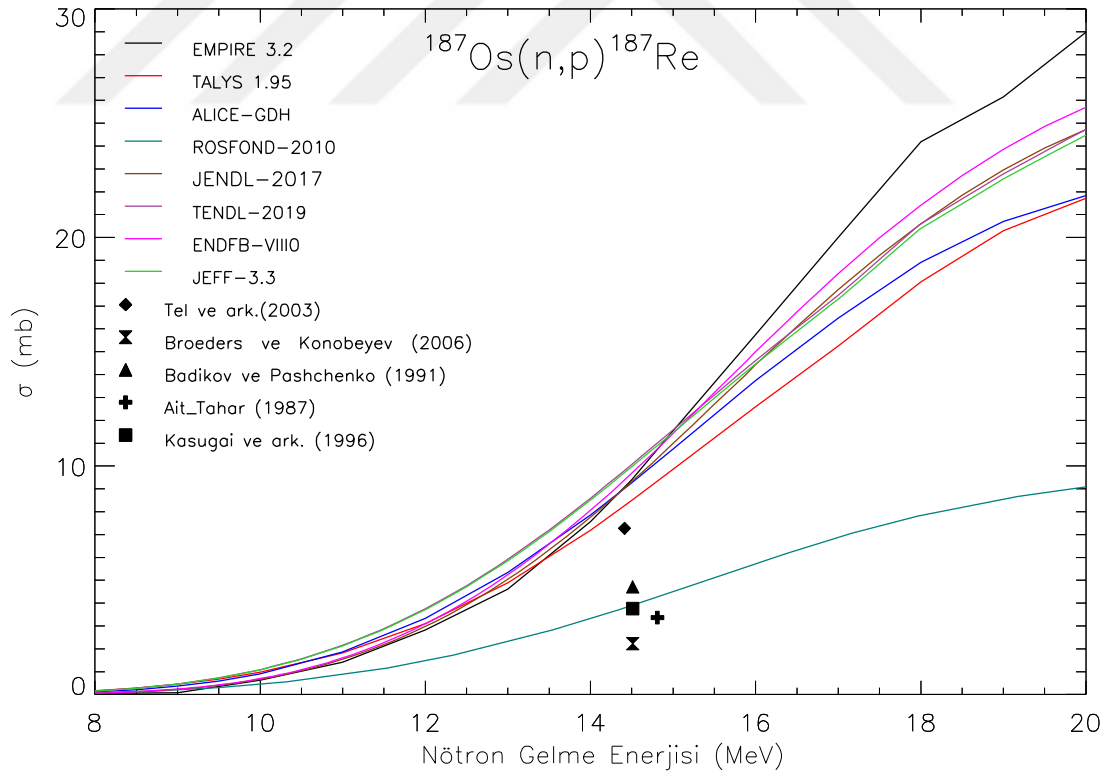


Şekil 4.9. $^{186}\text{Os}(n,p)^{186}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.10. $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ Reaksiyonu

ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) kodları ile 20.0 MeV'e kadar hesaplanan seviye yoğunluk model sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekil 4.10 incelendiğinde, literatürde $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ reaksiyonu ile ilgili herhangi bir deneysel veriye rastlanmadığından, hesaplanan değerler sadece ENDF

kütüphanesinden alınan değerler ile kıyaslanmıştır. ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) tesir kesit eğrileri ENDF'den alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş kütüphane verilerinin eğrileri ile yaklaşık benzer değişim gösterirken ROSFOND-2010 kütüphane verisinin eğrisi tüm tesir kesit eğrilerine göre daha düşük değerler göstermektedir. Genel olarak, ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 seviye yoğunluk modellerinden hesaplanan tesir kesit değerleri 15.0 MeV'e kadar değerlendirilmiş tesir kesit eğrilerinin de birbiriyle uyumlu oldukları gözlenirken, 15.0 MeV'den sonra EMPIRE 3.2 eğrisi daha yüksek, ALICE-GDH ve TALYS 1.95 eğrileri ise daha düşük değişimler gösterdiği gözlenmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, 14.5 MeV civarında ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 seviye yoğunluk modelleri ile hesaplanan tesir kesit değerleri, sırasıyla 9.27 mb, 8.5 mb ve 9.39 mb olarak verilmiştir. Çizelge 4.2'de TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş kütüphane verilerinin tesir kesit değerler sırasıyla 9.97 mb, 10.03 mb, 9.97 mb, 3.71 mb ve 9.27 mb olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

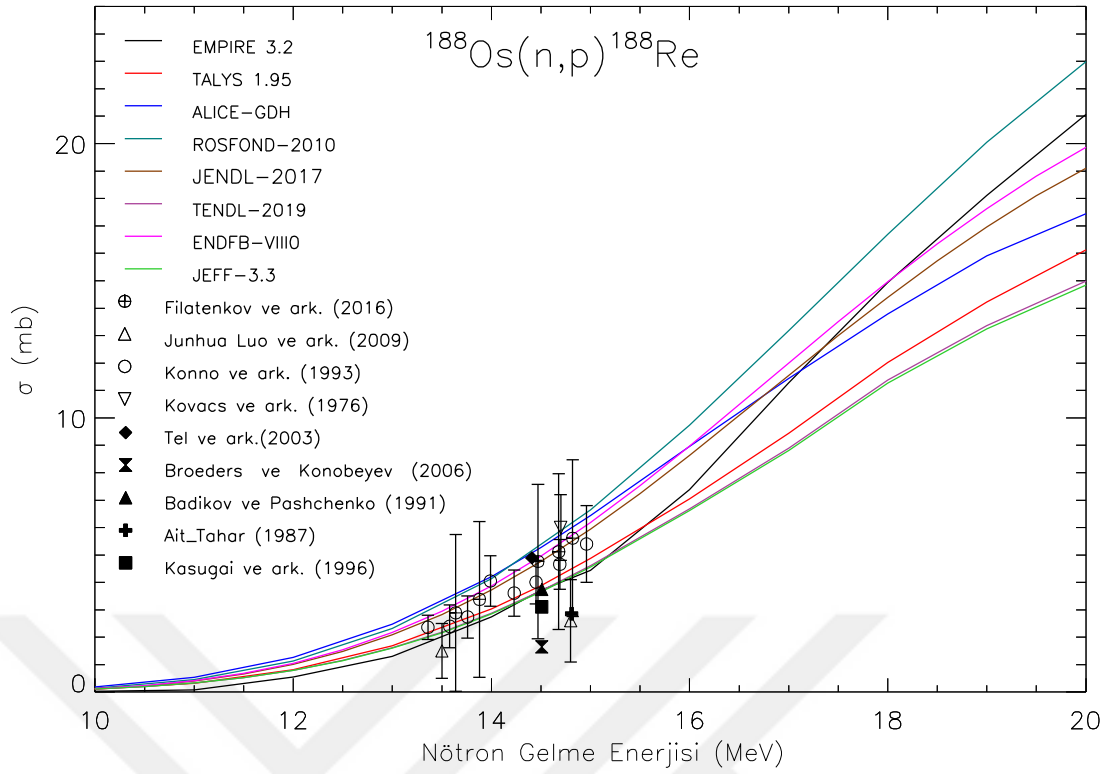
Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüllere göre 14.5 MeV’de Tel, vd. (2003) formülü ile 7.31 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) formülü ile 2.27 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) formülü ile 4.75 mb, Ait-Tahar (1987) formülü ile 3.41 mb ve Kasugai, vd. (1996) formülü ile 3.8 mb olarak hesaplanmıştır. ROSFOND-2010 değerlendirilmiş veri kütüphanesinden belirlenen tesir kesit değeri (3.713 mb) Kasugai, vd. (1996) tarafından hesaplanan tesir kesit değeri (3.801 mb) ile yaklaşık olarak benzer olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2 ve Şekil 4.10’dan görüleceği gibi, $^{187}\text{Os}(n,p)^{187}\text{Re}$ reaksiyonu için literatürde deneysel veriye rastlanmamıştır.

4.1.11. $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ Reaksiyonu

$^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ Reaksiyonu için ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) seviye yoğunluk modellerinden elde edilen tesir kesit eğrileri, JEFF-3.3, ENDFB-VIII.0, TENDL-2019, JENDL-2017, ROSFOND-2010 kütüphanelerinden elde edilen değerlendirilmiş verilerin eğrileri, EXFOR’dan elde edilen deneysel verilerin eğrileri ve literatürden alınan bazı araştırmacıların yarı ampirik formülleri kullanılarak 14.5 MeV civarında elde edilen verilerin eğrileri Şekil 4.11’deki grafikte verilmiştir. Şekil 4.11’de verilen eğriler incelendiğinde 15.5 MeV’e kadar ALICE-GDH ve EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri JEFF-3.3 ve TENDL-2019 değerlendirilmiş eğrileri ile benzer değişim gösterirken 15.5 MeV’den sonra EMPIRE 3.2 eğrisinin daha hızlı artış gösterdiği gözlenmektedir. Benzer şekilde, ALICE (LDOPT=0) seviye yoğunluk modelinden hesaplanan tesir kesit eğrisi yaklaşık 17.5 MeV’e kadar ENDFB-VIII.0, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş eğri verileriyle yaklaşık aynı değişimleri göstermiştir. Fermi gaz seviye yoğunluk modelini kullanan ALICE (FGM: LDOPT=0) 5.27 mb olarak hesaplanırken, Süper Akışkan Modeli kullanan EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) ve sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini kullanan TALYS’de (ldmodel=1), sırasıyla 3.72 mb, 3.98 mb olarak hesaplanmıştır. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 kütüphane verilerinden hesaplanan kesit değerleri yaklaşık 14.5 MeV civarında sırasıyla 3.65 mb, 4.72 mb, 3.65 mb, 4.14 mb ve 4.72 mb olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüllere göre 14.5 MeV’de Tel, vd. (2003) formülü ile 4.93 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) formülü ile 1.69 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) formülü ile 3.78 mb, Ait-Tahar (1987) formülü ile 2.89 mb ve Kasugai, vd. (1996) formülü ile 3.14 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürden (EXFOR) alınan deneysel veriler de yaklaşık olarak 4.76 ± 1.4 mb (Filatenkov, vd., 2016), 2.6 ± 0.3 mb (Junhua Luo, vd., 2009), 4.01 ± 0.8 mb (Konno, vd., 1993), 6.0 ± 1.2 mb (Kovacs, vd., 1976) olarak verilmiştir.

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi JEFF-3.3, TENDL-2019 kütüphane verileri, Badikov ve Pashchenko (1991) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formül hesaplama verileri TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEVDEN=1) kod verileri ile uyum göstermiştir. ENDFB-VIII.0, JENDL-2017, ROSFOND-2010 kütüphane verileri, Tel, vd. (2003) yarı ampirik verileri, EXFOR’dan alınan Konno, vd. (1993) ve Filatenkov, vd. (2016) deneysel verileri yakın değerler olduğu gözlemlenmiştir. ALICE-GDH kodu ile Kovacs, vd. (1976)’nın deneysel verileri birbiri ile uyum göstermektedir. Junhua Luo, vd. (2009) deneysel verileri ile Ait Tahar (1987) yarı ampirik verilerinin yakın değerler olduğu gözlemlenmiştir. Çizelge 3.3’deki yarı ampirik formülleri kullanarak Broeders ve Konobeyev (2006c) 14.5 MeV enerjide tesir kesitini 1.69 mb olarak hesaplamış, diğer verilerden düşük bir değer elde etmiştir.



Şekil 4.11. $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

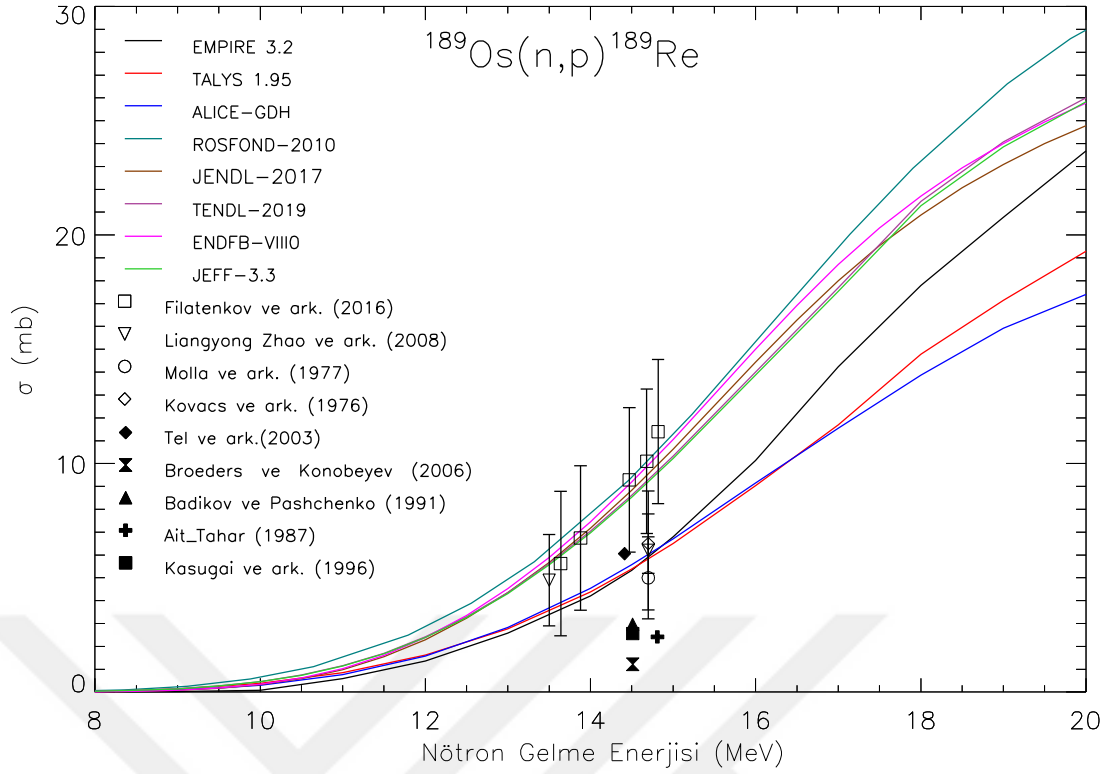
4.1.12. $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV’de $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ nükleer reaksiyonunun tesir kesitleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Şekil 4.12 ’de verilen $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ reaksiyonu için hesaplanan tesir kesit eğrilerinden görüldüğü gibi, üç farklı seviye yoğunluk modelinden hesaplanan tesir kesit eğrileri, ENDF’den alınan eğrilere göre daha düşük oldukları görülmektedir. 14.7 MeV civarında ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) bilgisayar kodlarından hesaplanan tesir kesit değerleri Liangyong Zhao, vd. (2008) tarafından verilen deneysel tesir kesit değeri ile yaklaşık uyumlu olduğu görülmüştür. ENDF’den alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 eğrileri kendi aralarında ve EXFOR’dan alınan Filatenkov, vd. (2016) tarafından verilen deneysel verilerle de hata aralığı göz önüne alındığında uyumlu olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2 ve Şekil 4.12’den görüleceği gibi, $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ reaksiyonu için 14.5 MeV civarında ALICE’de Fermi gaz seviye yoğunluk modeli (FGM: LDOPT=0), EMPIRE’de Süper Akışkan Modeli (LEV DEN=1) ve TALYS’de Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini

(ldmodel=1) kullanılarak tesir kesitleri sırasıyla 5.58 mb, 5.32 mb, 5.39 mb olarak hesaplanmıştır.

EXFOR'dan alınan Molla, vd. (1977), Liangyong Zhao, vd. (2008) ve Kovacs, vd. (1976) deneysel verileri ile Tel, vd. (2003) yarı ampirik verilerinin birbirleri ile uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenkon (1991), Ait Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik verilerinin diğer verilerden düşük olduğu gözlemlenmiş olup, Ait Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik verilerinin ise birbirleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 8.52 mb, 8.75 mb, 8.52 mb, 9.29 mb ve 8.75 mb, olarak hesaplanmıştır. Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formülleri kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise 6.1 mb, 1.26 mb, 3.01 mb, 2.45 mb ve 2.60 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürden (EXFOR) elde edilen deneysel veriler ise Filatenkov, vd. (2016) tarafından 9.29 ± 2.5 mb, Liangyong Zhao, vd. (2008) tarafından 6.2 ± 2.6 mb, Molla, vd. (1977) tarafından 5.0 ± 1.8 mb ve Kovacs, vd. (1976) tarafından 6.5 ± 1.3 mb olarak verilmiştir.



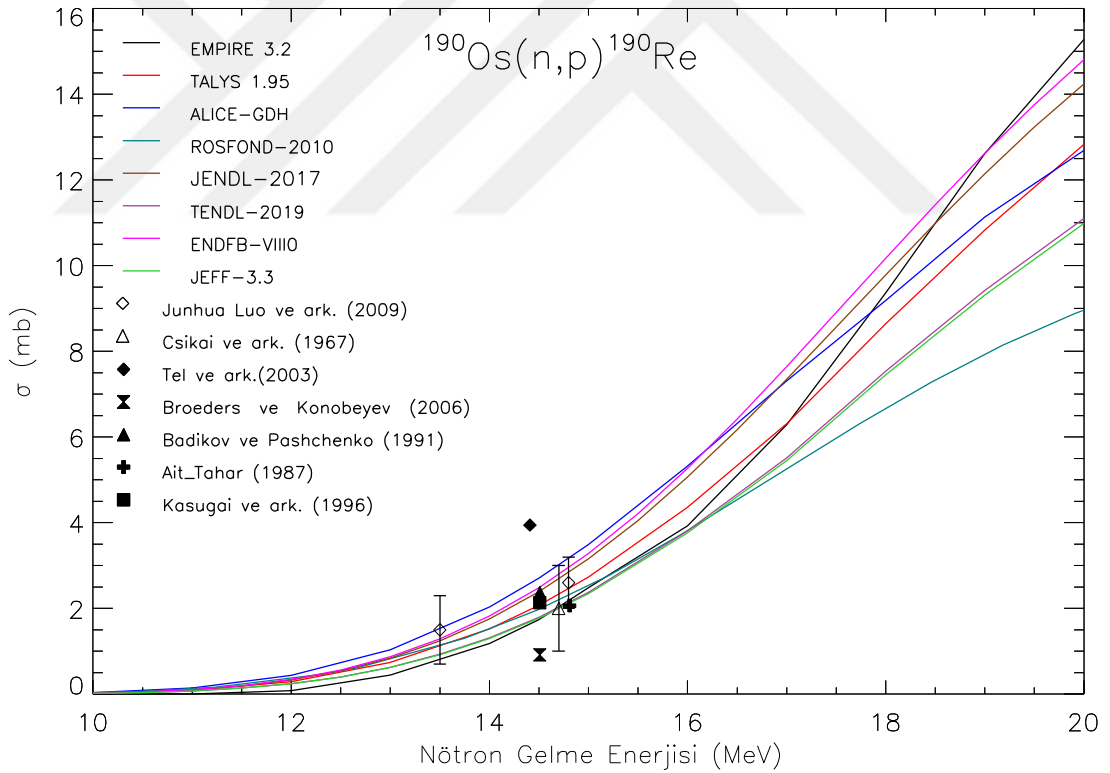
Şekil 4.12. $^{189}\text{Os}(n,p)^{189}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.13. $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ Reaksiyonu

10.0-20.0 MeV enerji aralığında $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ reaksiyonun modellerden, değerlendirilmiş kütüphane verilerinden ve Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüllerden belirlenen tesir kesit değerleri ve EXFOR’dan alınan deneysel tesir kesit verileri Şekil 4.13’de verilmiştir. Şekil 4.13’den görüleceği gibi, ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) bilgisayar kodlarından hesaplanan tesir kesit eğrilerinin 16.0 MeV’e kadar yaklaşık olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2’den ve Şekil 4.13’den görüleceği gibi, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ reaksiyonu için literatürde Junhua Luo, vd. (2009) ve Csikai, vd. (1967) tarafından verilen iki tane deneysel veri elde edilmiştir. Junhua Luo, vd. (2009) tarafından 13.5 MeV civarında verilen tesir kesit değeri ALICE-GDH ile hesaplanan değerle uyumlu iken 14.8 MeV civarında verilen tesir kesit değerinin ise TALYS 1.95 ile hesaplanan değerle uyumlu olduğu görülmektedir. 14.5 MeV civarında Badikov ve Pashchenko (1991) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formüllerinden hesaplanan tesir kesit değerlerinin TALYS 1.95 ile hesaplanan

değerle uyumlu olduğu görülürken, Ait Tahar (1987) yarı ampirik formülünden hesaplanan tesir kesit değerinin ise EMPIRE 3.2 ile hesaplanan ve TENDL-2019, ve JEFF-3.3 değerlendirilmiş değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2’den görüleceği gibi, 14.5 MeV civarında ALICE (Fermi gaz seviye yoğunluğu: FGM: LDOPT=0) 2.71 mb, EMPIRE 3.2 (Süper Akışkan Modeli: LEVDEN=1) 1.74 mb, TALYS 1.95 (Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini lmodel=1) 2.07 mb olarak hesaplanmıştır. Yarı ampirik tesir kesit değerlerine bakıldığında Broeders ve Konobeyev (2006c) 0.94 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) 2.39 mb, Ait-Tahar (1987) 2.09 mb, Tel, vd. (2003) 3.97 mb ve Kasugai, vd. (1996) 2.16 mb olarak elde edilmiştir. Literatürden (EXFOR) deneysel değerlere bakıldığında, Junhua Luo, vd. (2009) ve Csikai, vd. (1967) tarafından verilen değerler sırasıyla 2.6 ± 0.3 mb ve 2.0 ± 0.5 mb olarak ölçülmüştür.

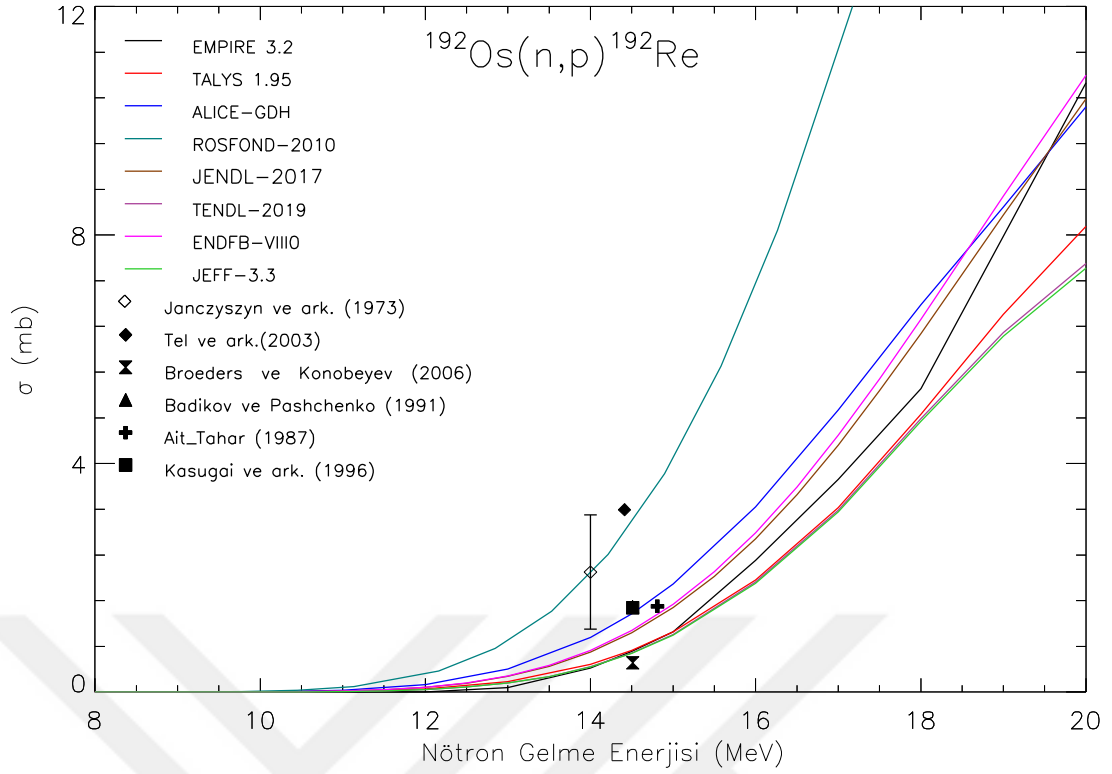


Şekil 4.13. $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.1.14. $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ Reaksiyonu

Şekil 4.14’de $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ reaksiyonu için ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) kodları ile 12.0-20.0 MeV’e kadar hesaplanan seviye yoğunluk model sonuçları verilmiştir. Modellerden elde edilen tesir kesit eğrileri ENDF kütüphanesinden alınan değerler ile EXFOR’dan alınan bir tane deneysel veri ile kıyaslanmıştır. Şekil 4.14 incelendiğinde, 15.0 MeV’e kadar TALYS (ldmodel=1) ve 18.5 MeV’e kadar EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) kodları ile hesaplanan tesir kesit eğrileri TENDL-2019 ve JEFF-3.3 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş eğriler ile uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, 12.0-20.0 MeV aralığında ALICE (LDOPT=0) kodundan elde edilen tesir kesit eğrisi ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş eğrilerle yaklaşık olarak benzer değişim göstermiştir. ROSFOND-2010 eğrisinin diğer bütün eğrilerden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Janczyszyn, vd. (1973) tarafından 14.0 MeV civarında 2.1 ± 0.5 mb olarak ölçülen deneysel tesir kesit değeri ROSFOND-2010 değeri (2.41 mb) ile yaklaşık olarak eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, 14.5 MeV civarında ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 seviye yoğunluk modelleri ile hesaplanan tesir kesit değerleri, sırasıyla 1.37 mb, 0.73 mb ve 0.71 mb olarak verilmiştir. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş kütüphane verilerinin tesir kesit değerlerinin sırasıyla 0.68 mb, 1.03 mb, 0.68 mb, 2.41 mb ve 1.03 mb olduğu görülmektedir. Literatürden elde edilen ve Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüller kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise Tel, vd. (2003) tarafından verilen formülden 3.21 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) tarafından verilen formülden 0.53 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) tarafından verilen formülden 1.51 mb, Ait-Tahar (1987) tarafından verilen formülden 1.52 mb, Kasugai, vd. (1996) tarafından verilen formülden 1.49 mb ve Literatürden (EXFOR) elde edilen verilerin 2.1 ± 0.5 mb olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14. $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.2. İridyum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

Bu bölümde, iridyum elementinin izotoplarının ($^{191,193}\text{Ir}$) (n,2n) ve (n,p) tesir kesitleri için 20.0 MeV'e kadar ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) ve TALYS 1.95 (Koning, vd., 2019) bilgisayar kodları kullanılarak reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçların ENDF veri kütüphanesinden alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 değerlendirilmiş verileriyle, EXFOR'dan elde edilen deneysel verilerle ve 14.5 MeV civarında bazı yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit sonuçlarıyla kıyaslamaları yapılmıştır. Ayrıca, 14.5 MeV civarındaki modellerden, değerlendirilmiş verilerden, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilen yarı ampirik formüllerden ve deneysel sonuçlardan oluşan (n,2n) ve (n,p) tesir kesit değerleri sırasıyla Çizelge 4.3'de ve Çizelge 4.4'de özetlenmiştir.

Çizelge 4. 3:14.5 MeV civarında $^{191,193}\text{Ir}$ izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri

	Enerji (MeV)	^{191}Ir (mb)	^{193}Ir (mb)
EMPIRE 3.2	14.5	2240.90	2319.70
TALYS 1.95	14.5	2108.55	1980.72
ALICE-GDH	14.5	2384.30	2447.75
TENDL-2019	14.5±0.5	2123.58	2062.87
ENDFB-VIII.0	14.5±0.5	2201.53	2189.50
JEFF-3.3	14.5±0.5	2201.53	2189.50
ROSFOND-2010	14.5±0.5	2215.00	2215.00
JENDL-2017		2201.31	2199.59
Tel vd. (2008)	14.4	1826.87	1872.13
Lu ve Fink (1971)	14.8	2067.81	2094.75
Konno vd. (1993)	14.7	1602.06	1620.16
Chatterjee ve Chatterjee (1969)	14.5	1874.28	1877.54
Habbani ve Osman (2001)	14.5	2009.65	2085.67
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	2077±135 1902±5.14	1920±210 1970±100 2005±100

Çizelge 4.4:14.5 MeV civarında $^{191,193}\text{Ir}$ izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

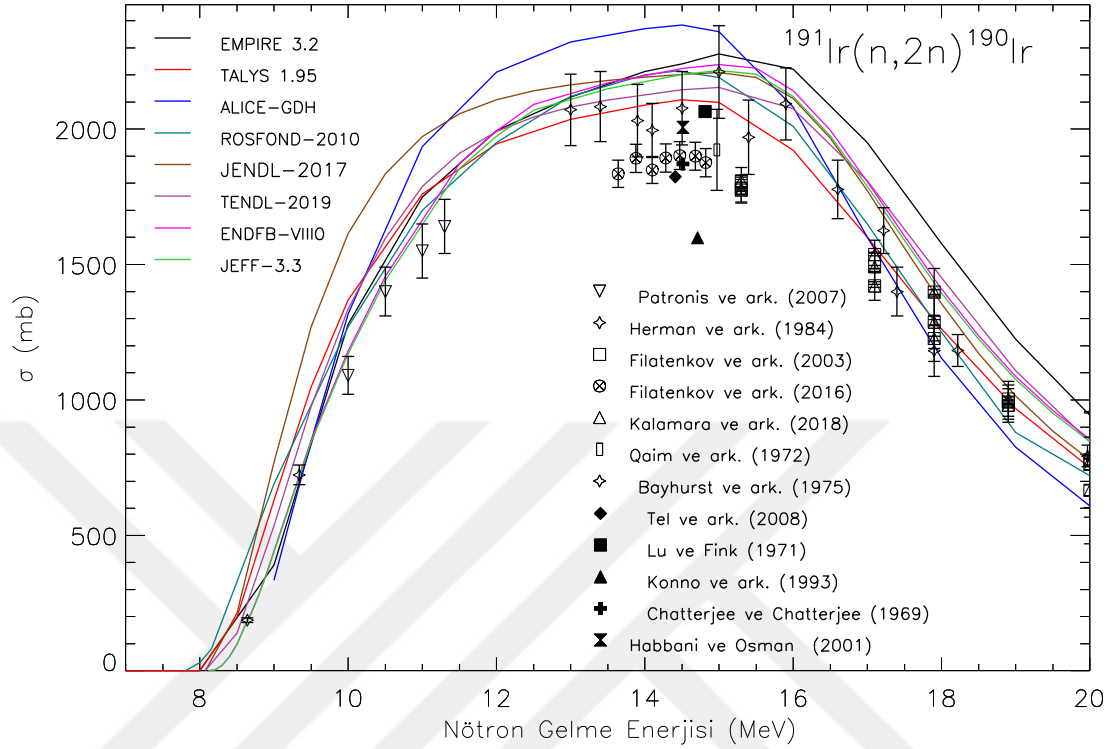
	Enerji (MeV)	^{191}Ir (mb)	^{193}Ir (mb)
EMPIRE 3.2	14.5	10.01	6.09
TALYS 1.95	14.5	6.4	3.92
ALICE-GDH	14.5	7.92	5.4
TENDL-2019	14.5	8.02	3.08
ENDFB-VIII.0	14.5	4.57	2.69
JEFF-3.3	14.5	4.57	2.69
ROSFOND-2010	14	4.2	4.2
JENDL-2017	14.5	4.68	2.51
Tel vd. (2003)	14.4	6.66	5.66
Broeders ve Konobeyev (2006c)	14.5	1.51	0.84
Badikov ve Pashchenko (1991)	14.5	3.46	2.2
Ait-Tahar (1987)	14.8	2.68	1.95
Kasugai vd. (1996)	14.5	2.89	2
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	4.8±0.8 4.32±0.4 4.38±1.2	4.9±0.6 2.54±0.3 2.44±1.2

4.2.1. $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ Reaksiyonu

Üç farklı seviye yoğunluk modeli kullanılarak $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonunun 20.0 MeV'e kadar hesaplanan tesir kesitlerinin değişimini veren grafikleri Şekil 4.15'de çizilmiştir. Şekil 4.15'de verilen $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonu için modellerden hesaplanan tesir kesit eğrileri incelendiğinde, 8.0-11.0 MeV'e kadar TALYS (ldmodel=1) ve ALICE-GDH (FGM: LDOPT=0) modellerinden hesaplanan eğrilerin değerlendirilmiş kütüphane eğrileriyle ve EXFOR'dan elde edilen Patronis, vd. (2007) tarafından verilen deneysel eğrisiyle uyumlu olduğu gözlenmiştir. ALICE-GDH eğrisinin 11.0-15.0 MeV arasında diğer tesir kesit eğrilerine göre daha yüksek olarak artış gösterirken 15.0 MeV'den sonra tekrar azalmaya başlayarak diğer eğrilerle yaklaşık uyumlu olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık, TALYS 1.95 eğrisinin ise 12.0-17.0 MeV arasında diğer tesir kesit eğrilerine göre daha düşük olarak azalmaya başladığı ve 17.0 MeV'den sonra diğer eğrilerle yaklaşık uyumlu olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) seviye yoğunluk modelinden elde edilen tesir kesit eğrisinin 8.0 MeV'den 15.0 MeV aralığında değerlendirilmiş kütüphane eğrileriyle ve EXFOR'dan elde edilen bazı deneysel eğrileriyle (Patronis, vd., 2007; Herman, vd., 1984) uyumlu olduğu gözlenirken 15.0 MeV'den sonra ALICE-GDH, TALYS 1.95 ve değerlendirilmiş kütüphane eğrilerine göre ve EXFOR'dan elde edilen deneysel değerlere göre biraz daha yüksek değişim gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.3'de verildiği gibi, 14.5 MeV'lik nötron enerjisinde EMPIRE 3.2, TALYS 1.95 ve ALICE-GDH seviye yoğunluk modellerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 2240.9 mb, 2108.55 mb ve 2384.3 mb olarak hesaplanmıştır. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veriler ise sırasıyla 2123.58 mb, 2201.53 mb, 2201.53 mb, 2215 mb ve 2201.31 mb olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Çizelge 4.3'de Tel, vd. (2008), Lu ve Fink (1971), Konno, vd. (1993), Chatterjee ve Chatterjee (1969) ve Habbani ve Osman (2001) tarafından verilen yarı ampirik formüller kullanılarak hesaplanan tesir kesitleri ise sırasıyla 1826.87 mb, 2067.81 mb, 1602.06 mb, 1874.28 mb ve 2009.65 mb olarak hesaplanmıştır. 14.0-15.0 MeV enerji aralığında Lu ve Fink (1971) ile Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik verileri ve EXFOR'dan alınan

Filatenkov, vd. (2016) deneysel verileri 2000 mb civarında olup oldukça uyumlu olduğu görülmüştür.

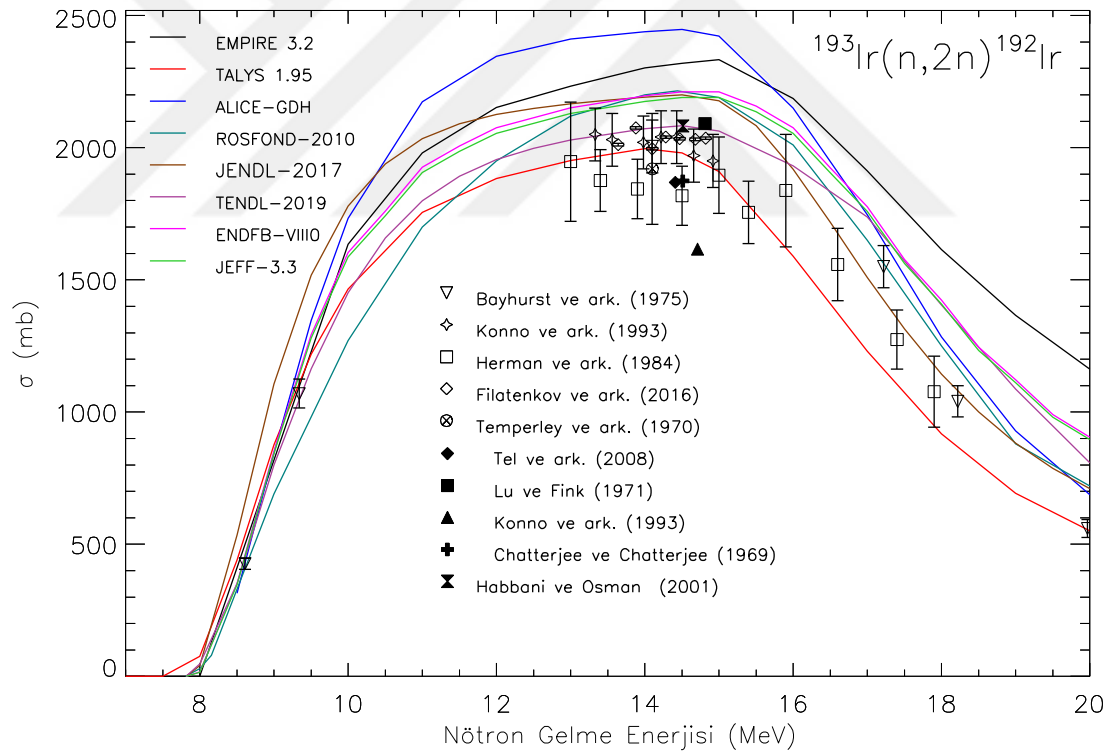


Şekil 4.15. $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.2.2. $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV enerji aralığındaki $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonu için hesaplanan ve elde edilen tesir kesit verileri Şekil 4.16'da verilmiştir. $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonu için ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri incelendiğinde, yaklaşık 11.0 MeV'e kadar değerlendirilmiş kütüphane eğrileriyle ve Bayhurst, vd. (1975) tarafından verilen deneysel eğrisiyle uyumlu olduğu gözlenmiştir. 12.0 MeV'den sonra EMPIRE 3.2 eğrisinin diğer tesir kesit eğrilerine göre daha yüksek olarak artış gösterirken, TALYS 1.95 eğrisinin ise diğer tesir kesit eğrilerine göre daha düşük olarak artış gösterdiği görülmüştür. ALICE-GDH eğrisinin 12.0-15.0 MeV aralığında diğer tüm tesir kesit değerlerine göre daha yüksek değişim gösterirken, 15.0 MeV'den sonra yaklaşık benzer değişim gösterdiği gözlenmiştir. Deneysel verilerin hata değerleri de göz önüne alındığında, 13.0-15.0

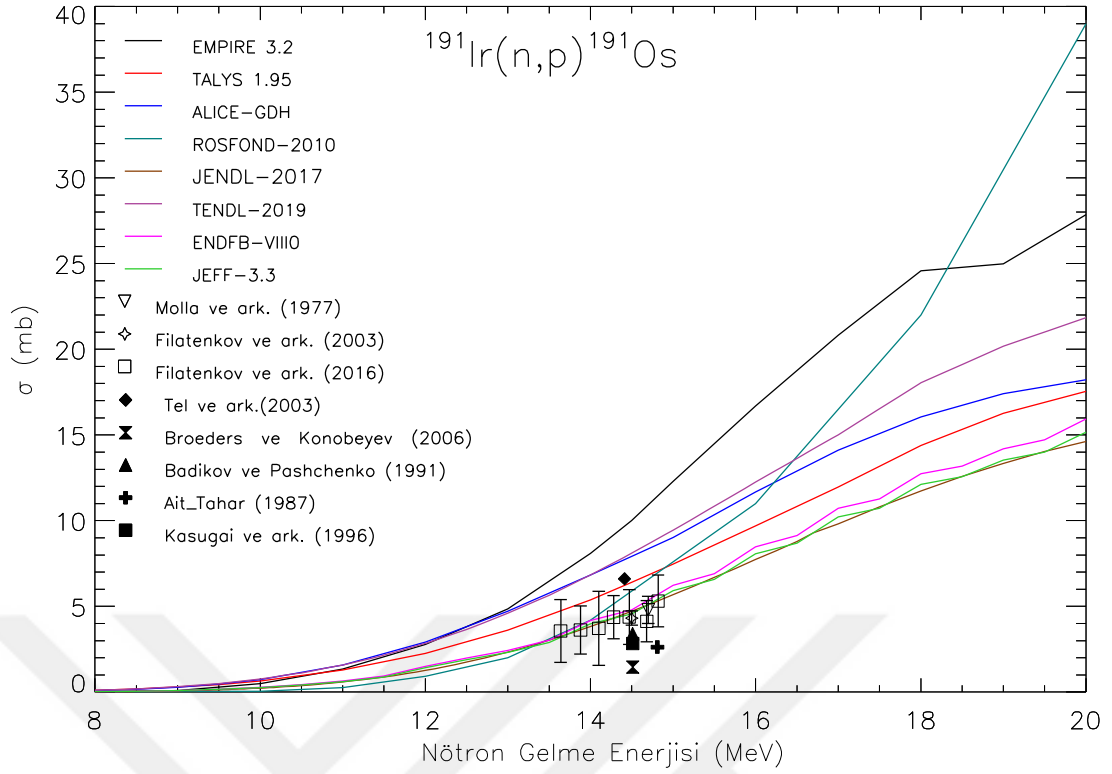
MeV aralığında TALYS 1.95 eğrisinin deneysel değerlere daha uygun olduğu gözlenmiştir. Lu ve Fink (1971) tarafından verilen (Çizelge 3.2) yarı ampirik formülden 14.5 MeV civarında hesaplanan tesir kesit değerinin (2094.75 mb) aynı enerjide yaklaşık olarak TENDL-2019 değerlendirilmiş değere (2062.87 mb) yakın olduğu görülmektedir. Tel, vd. (2008) (1872.127 mb) ve Chatterjee ve Chatterjee (1969) (1877.542 mb) yarı ampirik değerlerinin ise Herman, vd. (1984) tarafından verilen deneysel değere (1818 ± 112 mb) yakın olduğu görülmüştür. Çizelge 4.3’de 14.5 MeV civarında $^{191,193}\text{Ir}$ izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri EMPIRE 3.2 ile 2319.7 mb, TALYS 1.95 ile 1980.72 mb ve ALICE-GDH ile 2447.75 mb olarak hesaplanırken ENDF’den elde edilen eğrisi ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, TENDL-2019, JENDL-2017 ve ROSFOND- 2010 ait değerlendirilmiş verilerin ise sırasıyla 2189.5 mb, 2189.5 mb, 2062.87 mb, 2199.59 mb ve 2215 mb olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.16. $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.2.3. $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV'lik enerji aralığında $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ reaksiyonun modellerden, değerlendirilmiş kütüphane verilerinden ve yarı ampirik formüllerden (Çizelge 3.3) hesaplanan tesir kesitleri ve EXFOR'dan alınan deneysel tesir kesit verileri Şekil 4.17'de verilmiştir. Şekil 4.17'den görüldüğü gibi, EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrisi 13.0 MeV'den sonra diğer tesir kesit eğrilerine göre daha yüksek artış göstermiştir. ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veriler 8.0-20.0 MeV'lik enerji aralığında benzer değişim göstermiştir. ALICE-GDH ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri ise bu üç değerlendirilmiş veriye göre daha yüksek değişim gösterdiği görülmektedir. ALICE-GDH eğrisinin yaklaşık 15.0 MeV'e kadar TENDL-2019 eğrisi ile uyumlu olduğu görülmektedir. ROSFOND-2010, JEFF-3.3 ve ENDFB-VIII.0 kütüphane verileri ile EXFOR'dan alınan veriler çok iyi uyum gösterdiği gözlemlenmiştir. Çizelge 4.4'den ve Şekil 4.17'den görüldüğü gibi, 14.5 MeV civarında ALICE (LDOPT=0) ile 7.92 mb, EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) ile 10.01 mb ve TALYS 1.95 (ldmodel=1) ile 6.4 mb olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmiş kütüphane verileri ise sırasıyla TENDL-2019 ile 8.02 mb, ENDFB-VIII.0 ile 4.57 mb, JEFF-3.3 ile 4.57 mb, ROSFOND-2010 ile 4.2 mb ve JENDL-2017 ile 4.68 mb olarak tespit edilmiştir. Yarı ampirik formüller ile sırasıyla Tel, vd. (2003) ile 6.66 mb Broeders ve Konobeyev (2006c) ile 1.51 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) ile 3.46 mb, Ait-Tahar (1987) ile 2.68 mb ve Kasugai, vd. (1996) ile 2.89 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürden (EXFOR) elde edilen deneysel veriler ise aynı enerji civarında Filatenkov, vd. (2003) tarafından 4.32 ± 0.4 mb, Filatenkov, vd. (2016) tarafından 4.38 ± 1.2 mb ve Molla, vd. (1977) tarafından 4.8 ± 0.8 mb olarak ölçülmüştür. Tel, vd. (2003) yarı ampirik verileri ve TALYS1.95 (ldmodel=1) kodunun verilerinin birbirleri ile uyduğu EXFOR'dan alınan verilerden bir miktar yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Broeders ve Konobeyev (2006c) yarı ampirik verileri diğer verilerden oldukça düşük, EMPIRE 3.2 kodunun verilerinin ise yüksek olduğu görülmüştür.

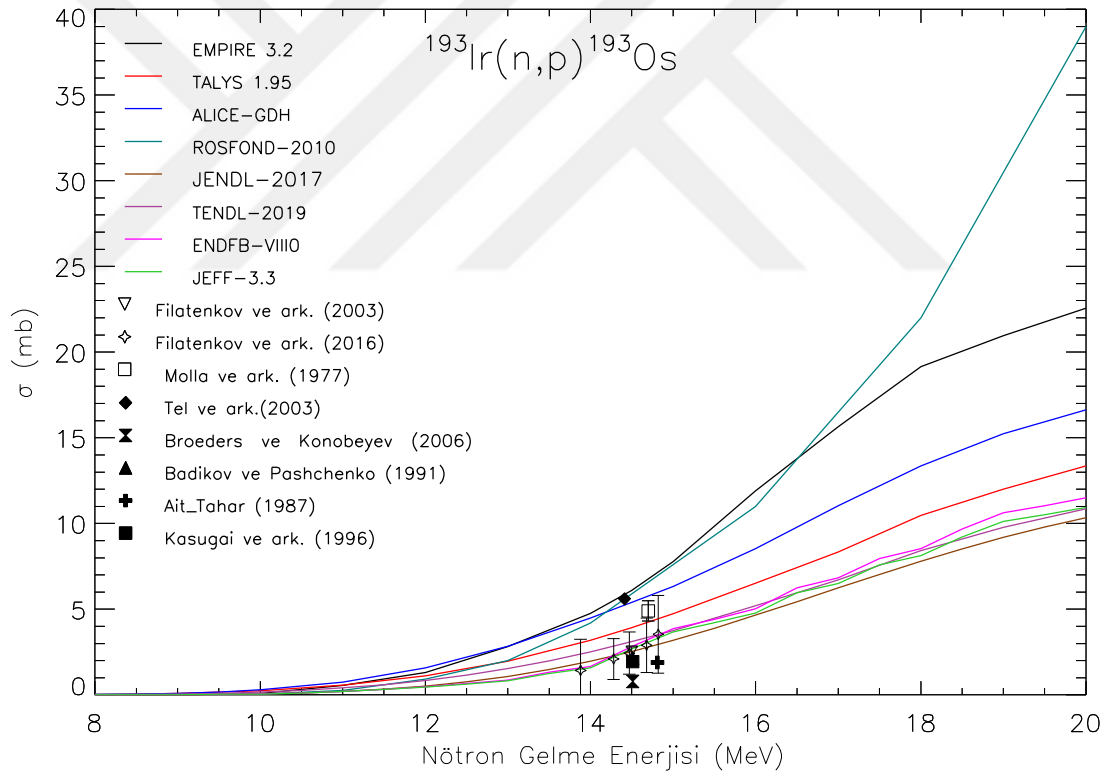


Şekil 4.17. $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.2.4. $^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$ Reaksiyonu

$^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$ reaksiyonunun nötron enerjisine bağlı tesir kesitlerini gösteren grafik Şekil 4.18 'de verilmiştir. Şekil 4.18 incelendiğinde, TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş verilerin tesir kesit eğrileri bir birleriyle uyumlu ve deneysel verilerle hata payları da göz önüne alındığında yaklaşık benzer olduğu ve modellerden hesaplanan eğrilerden daha düşük olduğu gözlenirken, ROSFOND-2010 değerlendirilmiş verisinin ise daha yüksek olduğu gözlenmiştir. ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri incelendiğinde kendi aralarında kıyaslandığında, ALICE-GDH eğrisinin EMPIRE 3.2 eğrisine göre daha düşük olduğu gözlenirken TALYS 1.95 eğrisine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. 14.5 MeV civarında Tel, vd. (2003) tarafından verilen yarı ampirik formülden hesaplanan tesir kesit değerinin EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit değeri ile ROSFOND-2010 değerlendirilmiş verisine daha yakın olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Kasugai, vd. (1996) tarafından verilen yarı ampirik formülden hesaplanan tesir kesit değerinin JENDL-2017 değerlendirilmiş

verisine daha yakın olduğu gözlenmiştir. Çizelge 4.4’de verildiği gibi 14.5 MeV civarında ^{193}Ir izotopunun (n,p) reaksiyonun modellerden hesaplanan tesir kesit değerleri 6.09 mb (EMPIRE 3.2), 3.92 mb (TALYS 1.95) ve 5.4 mb (ALICE-GDH) olarak hesaplanırken, ENDF’den alınan değerler ise 3.08 mb (TENDL-2019), 2.69 mb (ENDFB-VIII.0), 2.69 mb (JEFF-3.3), 4.2 mb (ROSFOND-2010) ve 2.51 mb (JENDL-2017) olarak kaydedilmiştir. EXFOR’dan alınan Filatenkov, vd. (2003), Filatenkov, vd. (2016) deneysel verileri, Kausagi, vd. (1996) ve Badikov, vd. (1996) yarı ampirik formül verileri ve ENDFB-VIII.0 ve JEFF-3.3 kütüphane verileri ortalama 2.42 civarındadır ve uyum sağlamışlardır. Ait Tahar (1987) ve Broeders ve Konobeyev (2006c) yarı ampirik formül hesaplamaları sonucunda ^{193}Ir izotopunun (n,p) reaksiyonu için tesir kesitini sırasıyla 1.95 mb, 0.84 mb olarak hesaplamış ve diğer verilerden düşük olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.18. $^{193}\text{Ir}(n,p)^{193}\text{Os}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3. Platinum izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

Platinum elementinin izotoplarının ($^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$) (n,2n) ve (n,p) tesir kesitleri için 20.0 MeV'e kadar ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) ve TALYS 1.95 (Koning, vd., 2019) bilgisayar kodları kullanılarak reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçların ENDF veri kütüphanesinden alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 değerlendirilmiş verileriyle, EXFOR'dan elde edilen deneysel verilerle ve 14.5 MeV civarında bazı yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit sonuçlarıyla kıyaslamaları yapılmıştır. Ayrıca, 14.5 MeV civarındaki modellerden, değerlendirilmiş verilerden, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilen yarı ampirik formüllerden ve deneysel sonuçlardan oluşan (n,2n) ve (n,p) tesir kesitleri değerleri sırasıyla Çizelge 4.5'de ve Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.5:14.5 MeV civarında $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$ izotopları için teorik (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri

	Enerji (MeV)	^{190}Pt (mb)	^{192}Pt (mb)	^{194}Pt (mb)	^{195}Pt (mb)	^{196}Pt (mb)	^{198}Pt (mb)
EMPIRE 3.2	14.5	1884.50	2054.70	2237.60	2432.60	2238.30	2258.10
TALYS 1.95	14.5	1624.13	1786.50	2159.79	2090.00	2094.66	2054.12
ALICE-GDH	14.5	1651.32	1887.26	2078.12	2495.44	2265.95	2404.05
TENDL-2019	14.5±0.5	1849.77	1915.34	2112.74	2044.23	2073.06	2095.88
ENDFB-VIII.0	14.5±0.5	1846.91	1913.95	2112.43	2043.60	2073.17	2095.75
JEFF-3.3	14.5±0.5	1846.91	1913.95	2112.43	2043.60	2073.17	2095.75
ROSFOND-2010	14.5±0.5	1896.30	2025.31	2014.54	2246.40	2121.86	2071.90
JENDL-2017		1703.48	1930.53	1951.28	2024.99	1984.10	2071.90
Tel vd. (2008)	14.4	1678.01	1702.49	1721.06	1861.60	1735.19	1745.97
Lu ve Fink (1971)	14.8	2027.58	2061.00	2090.29	2103.67	2116.33	2139.77
Konno vd. (1993)	14.7	1558.79	1585.81	1607.12	1616.03	1623.95	1637.28
Chatterjee ve Chatterjee (1969)	14.5	1882.55	1885.70	1888.91	1890.54	1892.18	1895.50
Habbani ve Osman (2001)	14.5	1895.63	1968.85	2043.43	2081.23	2119.37	2196.64
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	2187±164	1983±292 1964±13.2 1810±67 2035±150	-	-	558±64	817±47 1836±68 1976±405 1810±126

Çizelge 4.6: 14.5 MeV civarında ^{190,192, 194,195, 196,198}Pt izotopları için teorik (n,p) reaksiyon tesir kesitleri

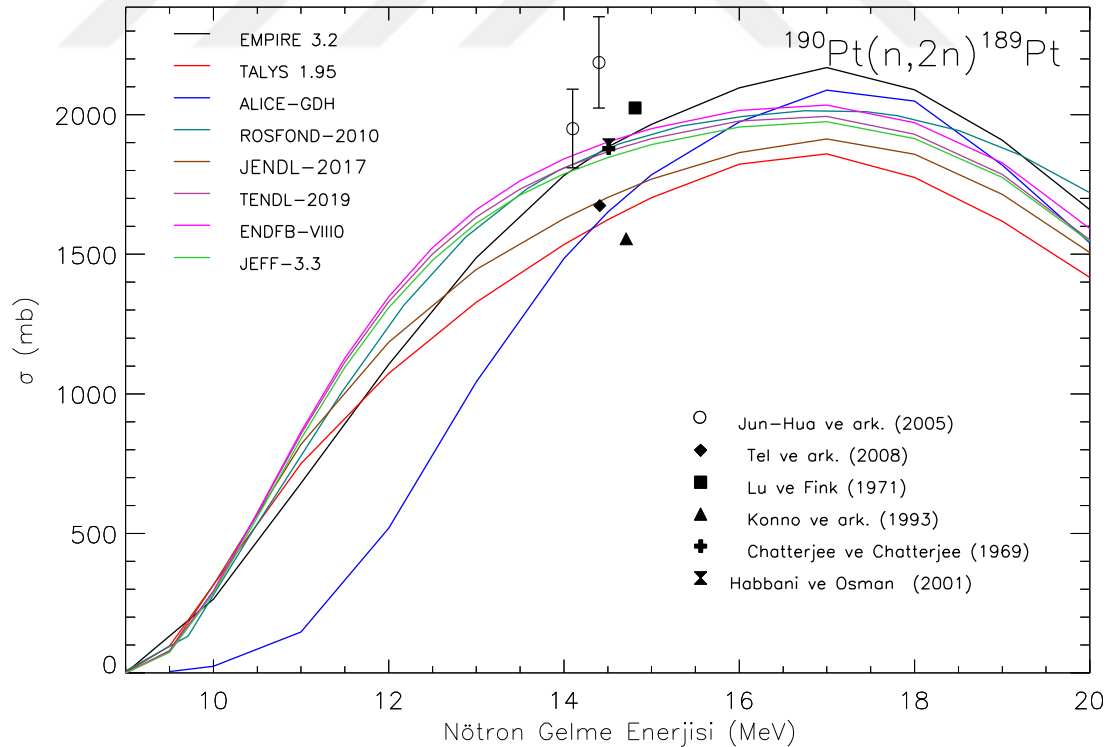
	Enerji (MeV)	¹⁹⁰ Pt (mb)	¹⁹² Pt (mb)	¹⁹⁴ Pt (mb)	¹⁹⁵ Pt (mb)	¹⁹⁶ Pt (mb)	¹⁹⁸ Pt (mb)
EMPIRE 3.2	14.5	7.46	4.49	2.79	4.12	0.9	0.62
TALYS 1.95	14.5	8.03	4.86	3.21	4.29	1.12	0.77
ALICE-GDH	14.5	9.9	6.69	4.2	4.69	3.03	1.24
TENDL-2019	14.5	7.33	4.28	3.35	5.52	0.95	0.66
ENDFB-VIII.0	14.5	7.3	4.28	3.35	5.49	0.95	0.66
JEFF-3.3	14.5	7.3	4.28	3.35	5.49	0.95	0.66
ROSFOND-2010	14.5	4	2.7	2.95	4.16	1.38	1.84
JENDL-2017	14.5	10.95	6.8	3.65	3.94	1.25	-
Tel vd. (2003)	14.4	6.88	5.53	4.47	5.66	3.63	2.96
Broeders ve Konobeyev (2006c)	14.5	4.32	2.41	1.35	1.01	0.76	0.43
Badikov ve Pashchenko (1991)	14.5	7.73	4.96	3.18	2.54	2.03	1.3
Ait-Tahar (1987)	14.8	4.76	3.43	2.49	2.13	1.82	1.34
Kasugai vd. (1996)	14.5	5.63	3.87	2.67	2.23	1.86	1.3
Literatür (EXFOR)	14.5±0.5	-	-	3.9±0.5	1.3±0.2	1.68±250	-
				4.11±0.6	1.2±0.2		
				5.4±0.5	1.8±0.2		

4.3.1. ¹⁹⁰Pt(n,2n)¹⁸⁹Pt Reaksiyonu

20.0 MeV aralığındaki ¹⁹⁰Pt(n,2n)¹⁸⁹Pt reaksiyonunun ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodlarından, hesaplanmış kütüphane verilerinden ve beş yarı ampirik formüllerden elde edilen tesir kesiti verilerinin değişim grafiği Şekil 4.19’da verilmiştir. Şekil 4.19’da görüleceği gibi, 9.0-15.0 MeV enerji aralığında ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesitinin diğerlerine göre daha düşük olduğu görülürken 14.5-18.0 MeV enerji aralığında ise EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit değerlerinin daha yüksek görülmektedir. Ayrıca, 11.5 MeV’den sonra TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit değerinin değerlendirilmiş verilerden daha düşük olduğu görülmektedir. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve ROSFOND-2010 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veriler bir birleriyle uyumlu iken JENDL-2017 eğrisinin 11.0 MeV’den sonra diğerlerine göre daha düşük değişim göstermektedir. Literatürden sadece Jun-Hua (2005) tarafından verilen bir tane deneysel veri elde edilmiştir. 14.5 MeV gelme enerjili nötronlar için, modellerden hesaplanan tesir kesitleri ALICE-GDH ile 1651.32 mb, TALYS 1.95 ile 1624.13 mb, EMPIRE 3.2 ile 1884.5 mb olarak, değerlendirilmiş verilerden belirlenen tesir

kesitleri TENDL-2019 ile 1849.77 mb, ENDFB-VIII.0 ile 1846.91 mb, JEFF-3.3 ile 1846.91 mb, ROSFOND-2010 ile 1896.3 mb, JENDL-2017 ile 1703.48 mb ve Çizelge 3.2’de verilen yarı ampirik formüllerden Tel, vd. (2008) ile 1678.01 mb, Lu ve Fink (1971) ile 2027.58 mb, Konno, vd. (1993) ile 1558.79 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) ile 1882.55 mb ve Habbani ve Osman (2001) ile 1895.63 mb olarak elde edilmiştir.

EXFOR’dan Jun-Hua (2005) tarafından verilen deneysel veri 2187 ± 164 mb’dır. Şekil 4.19’da EXFOR’dan alınan Jun-Hua, vd. (2005) deneysel verileri kıyaslandığında en yüksek değer olduğu, Lu ve Fink (1971) yarı ampirik verileri en küçük değer olduğu görülmektedir. TALYS 1.95 kodu ve ALICE-GDH kodu verileri Tel, vd. (2008) yarı ampirik verileri ile karşılaştırıldığında uyum göstermiştir. TENDL-2019, ROSFOND-2010, ENDFB-VIII.0 ve JEFF-3.3 verileri ve Habbani ve Osman (2001), Chatterjee ve Chatterjee (1969) yarı ampirik verileri karşılaştırıldığında iyi uyum gösterdikleri görülmüştür.

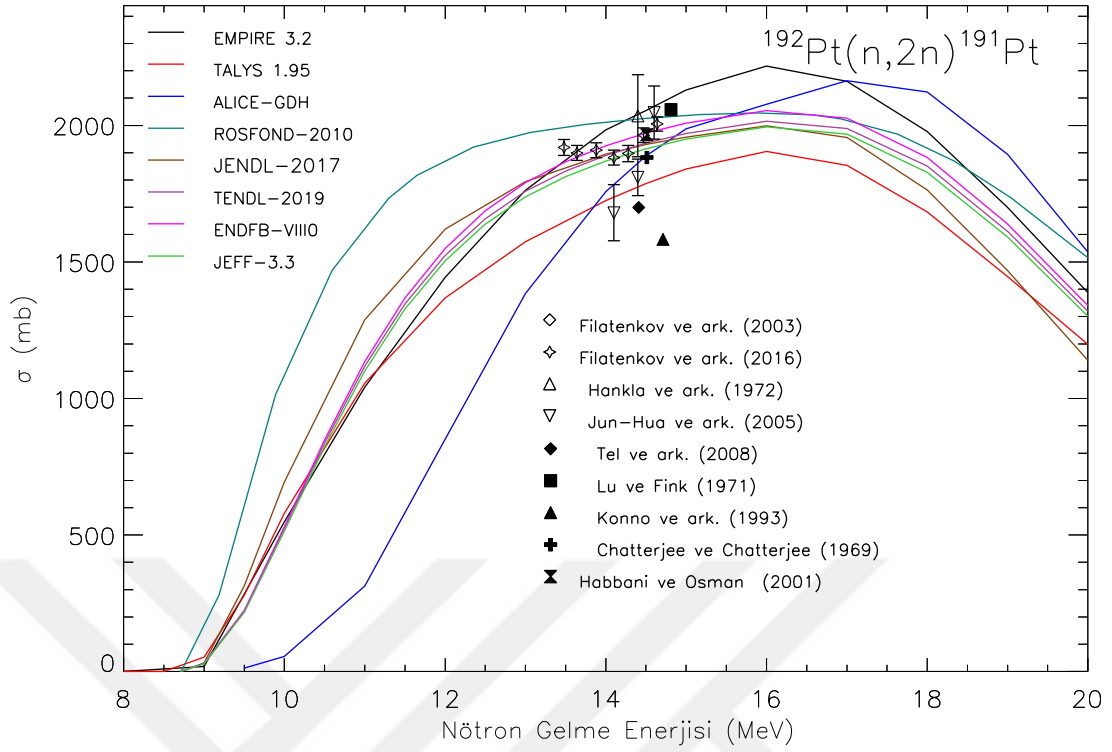


Şekil 4.19. $^{190}\text{Pt}(n,2n)^{189}\text{Pt}$ reaksiyonunun tesir kesitleri

4.3.2. $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV aralığında gelme enerjisine sahip nötronların gerçekleştirdiği $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$ reaksiyonuna ait hesaplanan tesir kesitleri Şekil 4.20’de verilmiştir. Şekil 4.20’den görüleceği gibi, 9.5-14.5 MeV enerji aralığında ALICE-GDH ile ve 11.5-20.0 MeV enerji aralığında ise TALYS’de (ldmodel=1) ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin diğerlerine göre daha düşük değişim gösterdiği görülmektedir. 15.0 MeV’den sonra EMPIRE 3.2 ve 16.5 MeV’den sonra ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesit değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 14.5 MeV civarında, Fermi gaz seviye yoğunluk modelini kullanan ALICE (FGM: LDOPT=0), Süper Akışkan Modeli kullanan EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) ve sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini kullanan TALYS’de (ldmodel=1) hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 1887.26 mb, 2054.70 mb, 1786.50 mb olarak hesaplanmıştır. JEFF-3.3, TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JENDL-2017, ROSFOND-2010 değerlendirilmiş kütüphane verilerindeki tesir kesit değerleri sırasıyla 1913.95 mb, 1915.34 mb, 1913.95 mb, 1930.53 mb, 2025.31 mb olarak elde edilmiştir. Çizelge 3.2’de verilen yarı ampirik formüllerden Tel, vd. (2008) ile 1702.49 mb, Lu ve Fink (1971) ile 2061 mb, Konno, vd. (1993) ile 1585.81 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) ile 1885.7 mb ve Habbani ve Osman (2001) ile 1968.85 mb olarak elde edilmiştir.

Şekil 4.20 incelendiğinde Konno, vd. (1993) yarı ampirik verileri, diğer yarı ampirik veriler, teorik bilgisayar kodlarından elde edilen veriler, kütüphane verileri ve EXFOR’dan alınan deneysel verilerin uzağında kalmıştır. EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) kodu verileri; EXFOR’dan alınan Hankla, vd. (1972) verileri, ROSFOND-2010 verileri ve Lu ve Fink (1971) yarı ampirik verileri ile kıyaslandığında uyum gösterdiği görülmüştür. 14.5 MeV enerjide ALICE-GDH(LDOPT=0) kodu, Chatterjee ve Chatterjee (1969) yarı ampirik verileri ve Jun-Hua, vd. (2005) deneysel verileri kıyaslandığında uyum gösterdikleri görülmüştür. Ayrıca EXFOR’dan alınan diğer iki deneysel veriler ile TENDL-2019, JENDL-2017, ENDFB-VIII.0 ve JEFF-3.3 kütüphane verileri ve Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik verileri ile de yakın değerlerde olduğu görülmüştür. TALYS 1.95 (ldmodel=1) kodu verileri ile Tel, vd. (2008) elde ettikleri verilerin kendi içlerinde uyum sağladıkları gözlemlenmiştir.

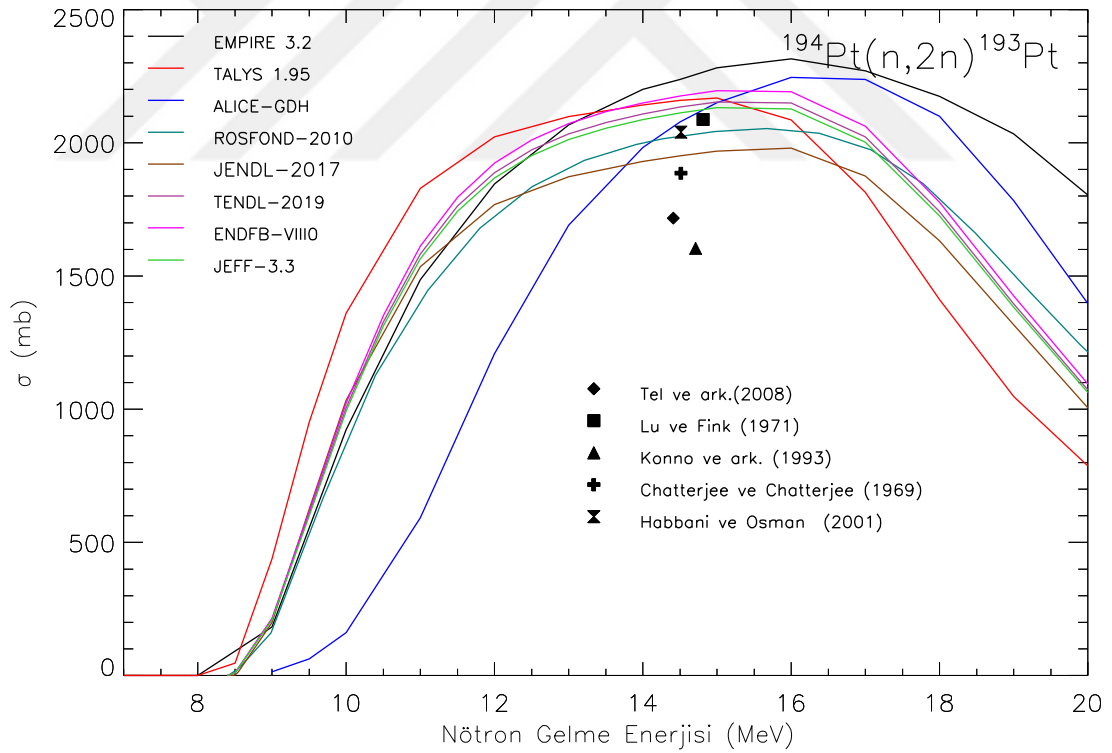


Şekil 4.20. $^{192}\text{Pt}(n,2n)^{191}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.3. $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$ Reaksiyonu

Şekil 4.21’de 20.0 MeV’e kadar ^{194}Pt ’in (n,2n) reaksiyon tesir kesitleri verilmiştir. Literatürde $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$ reaksiyonuyla ilgili herhangi bir deneysel veriye rastlanmadığından, hesaplanan değerler sadece ENDF kütüphanesinden alınan tesir kesit değerler ile kıyaslanmıştır. Şekil 4.21’den görüleceği gibi, 9.0-14.0 MeV enerji aralığında ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin diğerlerine göre daha düşük değişim gösterdiği görülürken, 8.0-13.0 MeV enerji aralığında ise TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin diğerlerine göre daha yüksek değişim gösterdiği görülmektedir. EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrisindeki değişim 13.0 MeV’e kadar ENDF kütüphanesinden alınan tesir kesit değerler ile uyum içinde olduğu gözlenirken, 13.0 MeV’den sonra tüm tesir kesit eğrilerinden daha yüksek değişim göstermiştir. 14.0-15.0 MeV civarında teorik olarak modellerden hesaplanan tesir kesit değerleri EMPIRE 3.2 ile 2237.60 mb, TALYS’ ile 2159.79 mb ve ALICE-GDH ile 2078.12 mb olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmiş verilerden elde

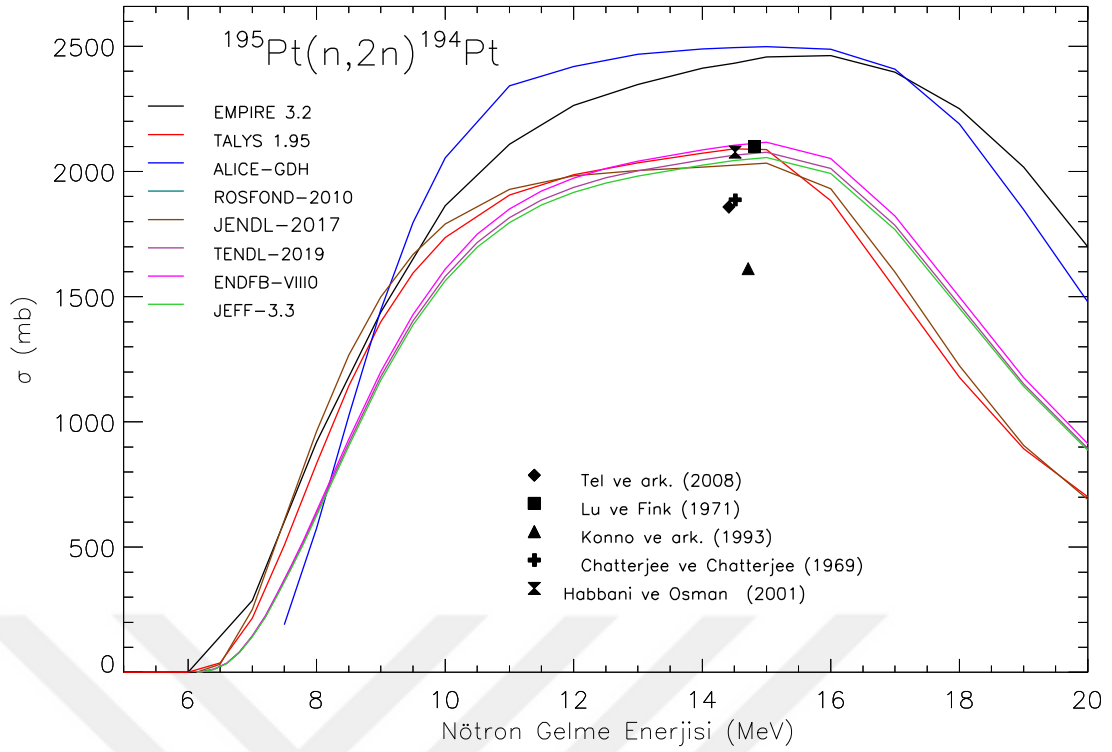
edilen tesir kesit değerleri ise sırasıyla TENDL-2019 ile 2112.74 mb, ENDFB-VIII.0 ile 2112.43 mb, JEFF-3.3 ile 2112.43 mb, ROSFOND-2010 ile 2014.54 mb ve JENDL-2017 ile 1951.28 mb olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Çizelge 3.2’de verilen yarı ampirik formülleri kullanarak hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla, 1721.06 mb (Tel, vd., 2008), 2090.29 mb (Lu ve Fink, 1971), 1607.12 mb (Konno, vd., 1993) 1888.91 mb (Chatterjee ve Chatterjee, 1969) ve 2043.43 mb (Habbani ve Osman, 2001) olarak verilmiştir. ALICE-GDH’den tesir kesiti sonuçları ve ROSFOND-2010 kütüphane verileri ile Habbani ve Osman (2001) ve Lu ve Fink (1971) yarı ampirik verilerin sonuçlarının uyumluluk gösterdiği görülmüştür. TALYS 1.95 kod verileri ile TENDL-2019, ENDFB-VIII.0 ve JEFF-3.3 kütüphane verilerinin büyük bir uyum gösterdiği görülmüştür. Chatterjee ve Chatterjee (1969) yarı ampirik verileri ile JENDL-2017 kütüphane verilerinin yakın değerler olduğu görülmüştür. Çizelge 3.2’deki yarı ampirik formüller kullanılarak bulunan tesir kesitleri Konno, vd. (1993) ve Tel, vd. (2008) değerlerinin diğer veriler ile uyum göstermediği görülmüştür.



Şekil 4.21. $^{194}\text{Pt}(n,2n)^{193}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.4. $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ Reaksiyonu

20.0 MeV'e kadar olan nötron enerjilerinde $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ reaksiyonunun tesir kesiti için teorik olarak modellerden, değerlendirilmiş kütüphane verilerinden ve literatürden elde edilen 14.5 MeV civarında yarı ampirik formüllerinden (Çizelge 3.2) hesaplanan değerlere ait grafikler Şekil 4.22'de verilmiştir. $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ reaksiyon tesir kesiti için literatürde herhangi bir deneysel veriye rastlanmadığından modellerden hesaplanan tesir kesitlerinin değerlendirilmeleri bahsedilen diğer verilerle yapılmıştır. TALYS 1.95 bilgisayar kodu ile elde edilen tesir kesit eğrisinin ENDF'den alınan tüm değerlendirilmiş verilerle daha iyi uyum sağladığı gözlenirken, 9.5 MeV'den sonra EMPIRE 3.2 ve ALICE-GHD kodlarından elde edilen eğrilerin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.22 ve Çizelge 4.5'de verilen değerler gözönüne alındığında, 14.5 MeV civarında Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modelini kullanan TALYS'de (ldmodel=1) 2090.0 mb olarak hesaplanırken, Süper Akışkan Modeli kullanan EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) ve Fermi gaz seviye yoğunluk modelini kullanan ALICE (FGM: LDOPT=0) sırasıyla 2432.60 mb, 2495.44 mb olarak hesaplanmıştır. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JENDL-2017, JEFF-3.3 ve ROSFOND-2010 kütüphanelerinden 14.5 MeV civarında alınan tesir kesit verilerinin sırasıyla, 2044.23 mb, 2043.6 mb, 2024.99 mb, 2043.6 mb ve 2246.4 mb olduğu görülmektedir. Çizelge 3.2'de verilen yarı ampirik formüller kullanılarak tesir kesitini Lu ve Fink (1971) 2103,67 mb, Tel, vd. (2008) 1861.60 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) 1890.54 mb, Habbani ve Osman (2001) 2081.23 mb ve Konno, vd. (1993) 1616.03 mb olarak hesaplamıştır. Ayrıca, Lu ve Fink (1971) ve Habbani ve Osman (2001) tarafından verilen yarı ampirik formüllerden 14.5 MeV civarında elde edilen tesir kesit değerlerinin aynı enerji aralığında TALYS 1.95 ve TENDL-2019 ile ENDFB-VIII.0'den elde edilen tesir kesit değerine yakın olduğu gözlenmiştir. Tel, vd. (2008), Konno, vd. (1993) ve Chatterjee ve Chatterjee (1969) yarı ampirik veriler, bilgisayar kodları ve kütüphane verilerinden düşük bir sonuca ulaşmışlardır.

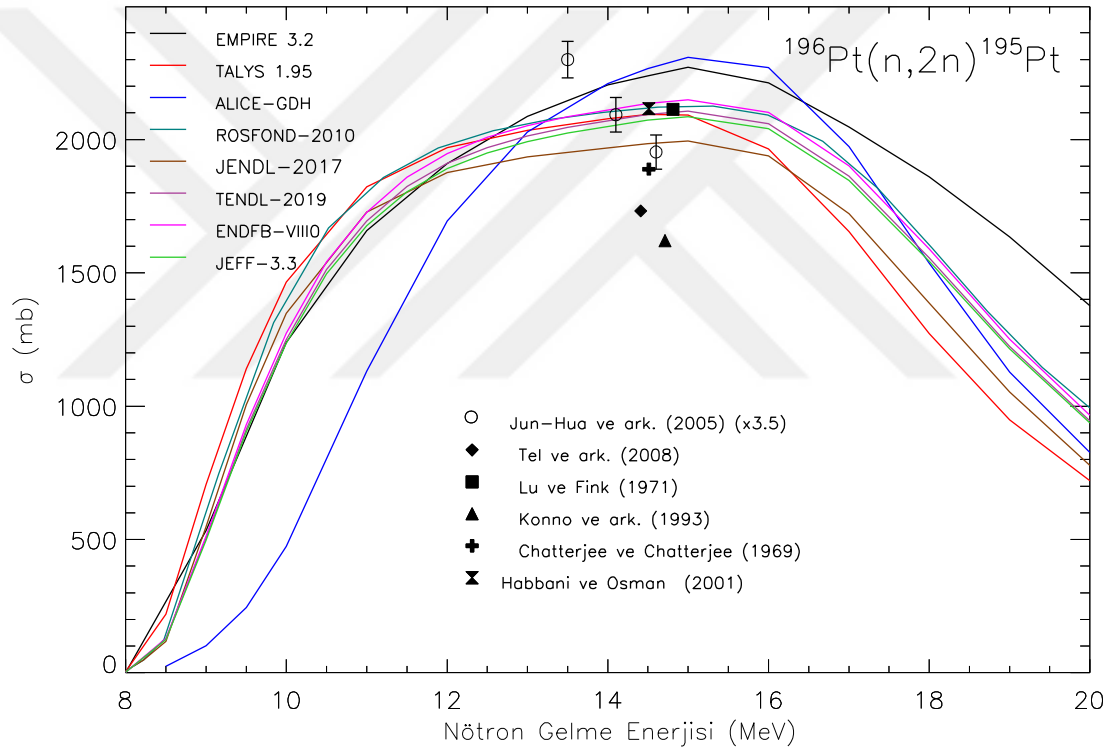


Şekil 4.22. $^{195}\text{Pt}(n,2n)^{194}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.5. $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$ Reaksiyonu

ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 kodları kullanılarak hesaplanan $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$ reaksiyon tesir kesitleri ve ENDF kütüphanesinden alınan tesir kesit değerleri kıyaslamaları Şekil 4.23’de verilmiştir. EXFOR’dan sadece Jun-Hua, vd. (2005) tarafından verilen bir tane deneysel veri elde edilmiştir. Şekil 4.23’den görüleceği gibi 8.0-13.0 MeV enerji aralığında ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin diğerlerine göre daha düşük değişim gösterdiği görülürken, 14.5-16.5 MeV enerji aralığında EMPIRE 3.2 haricinde diğerlerine göre daha yüksek değişim gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin ise 13.5 MeV’den sonra TALYS 1.95 ve ENDF kütüphane verilerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrisinin 8.0-13.5 MeV enerji aralığında ENDF kütüphane verileri ile uyumlu olduğu ve 13.5 MeV’den sonra daha düşük olduğu gözlenmiştir. 14.5 MeV’de teorik olarak modellerden hesaplanan tesir kesitleri ALICE (LDOPT=0) ile 2265.95 mb, EMPIRE’de (LEV DEN=1) ile 2238.30 mb ve TALYS’de (ldmodel=1) ile 2094.66 mb olarak hesaplanmıştır.

ENDF veri kütüphanesinden elde edilen TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, JENDL-2017 ve ROSFOND-2010 değerlendirilmiş verileriyle 14.5 MeV civarında alınan tesir kesit verileri sırasıyla, 2073.06 mb, 2073.17 mb, 2073.17 mb, 1984.1 mb ve 2121.86 mb olarak verilmiştir. Yarı ampirik formülleri kullanarak (Çizelge 3.2) tesir kesitini Tel, vd. (2008) 1735.19 mb, Lu ve Fink (1971) 2116.33 mb, Konno, vd. (1993) 1623.95 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) 1892.18 mb, Habbani ve Osman (2001) 2119.37 mb olarak hesaplamıştır. EXFOR'dan alınan ve Jun-Hua, vd. (2005) tarafından verilen deneysel verinin ise 558 ± 64 mb olduğu görülmektedir. Kullanılan bilgisayar kod verilerinin, Lu ve Fink (1971) ve Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik verileri ve ROSFOND-2010 verileri ile iyi uyumlu olduğu görülmektedir.

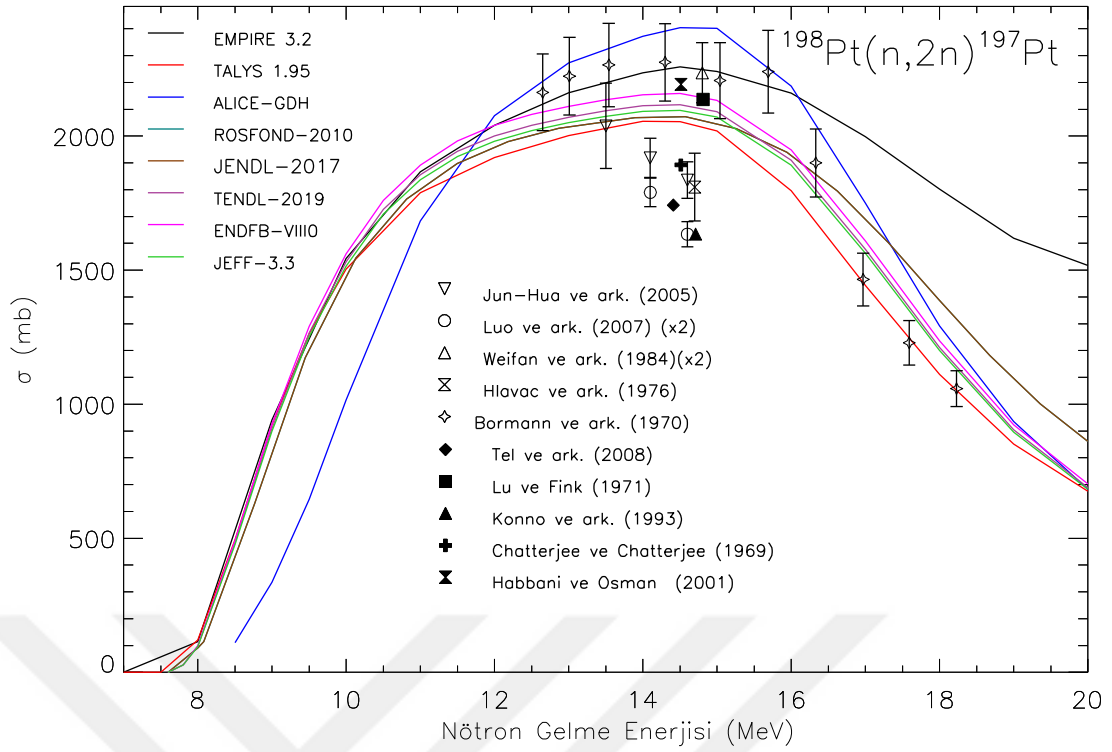


Şekil 4.23. $^{196}\text{Pt}(n,2n)^{195}\text{Pt}$ reaksiyonunun tesir kesitleri

4.3.6. $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$ Reaksiyonu

Üç farklı bilgisayar kodunda kullanılan seviye yoğunluk modelleri kullanılarak $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$ hesaplanan reaksiyon tesir kesitleri ve ENDF kütüphanesinden alınan tesir kesit değerleri Şekil 4.24'de verilmiştir. Şekil 4.24'den görüleceği gibi, 11.5

MeV'e kadar ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin diğerlerine göre daha düşük, 12.0-17.5 MeV enerji aralığında EMPIRE 3.2 haricinde diğerlerine göre daha yüksek değişim gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesiti eğrisinin ise 12.5 MeV'den sonra diğerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrisinin 8.0-120.0 MeV enerji aralığında ENDF kütüphane verileri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Lu ve Fink (1971) ve Habbani ve Osman (2001) yarı ampirik verileri ile ENDFB-VIII.0 verilerinin 14.5 MeV civarında yaklaşık olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Tesir kesit verileri incelendiğinde, 14.0-15.0 MeV enerji aralığında ALICE (LDOPT=0) 2404.05 mb, EMPIRE'de (LEV DEN=1) 2258.10 mb ve TALYS'de (ldmodel=1) 2054.12 mb olarak hesaplanmıştır. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010, JENDL-2017 kütüphane verileri sırasıyla 2095.88 mb, 2095.75 mb, 2095.75 mb, 2071.90 mb, 2071.90 mb'dır. Çizelge 3.2'deki yarı ampirik formüller kullanılarak tesir kesitlerini Tel, vd. (2008) 1745.97 mb, Lu ve Fink (1971) 2139.77 mb, Konno, vd. (1993) 1637.28 mb, Chatterjee ve Chatterjee (1969) 1895.50 mb ve Habbani ve Osman (2001) 2196.64 mb olarak hesaplamışlardır. Tel, vd. (2008), Chatterjee ve Chatterjee (1969) ve Konno, vd. (1993) yarı ampirik verileri EXFOR'dan elde edilen bazı deneysel veriler ile yakın değerler elde ettiği görülmüştür.

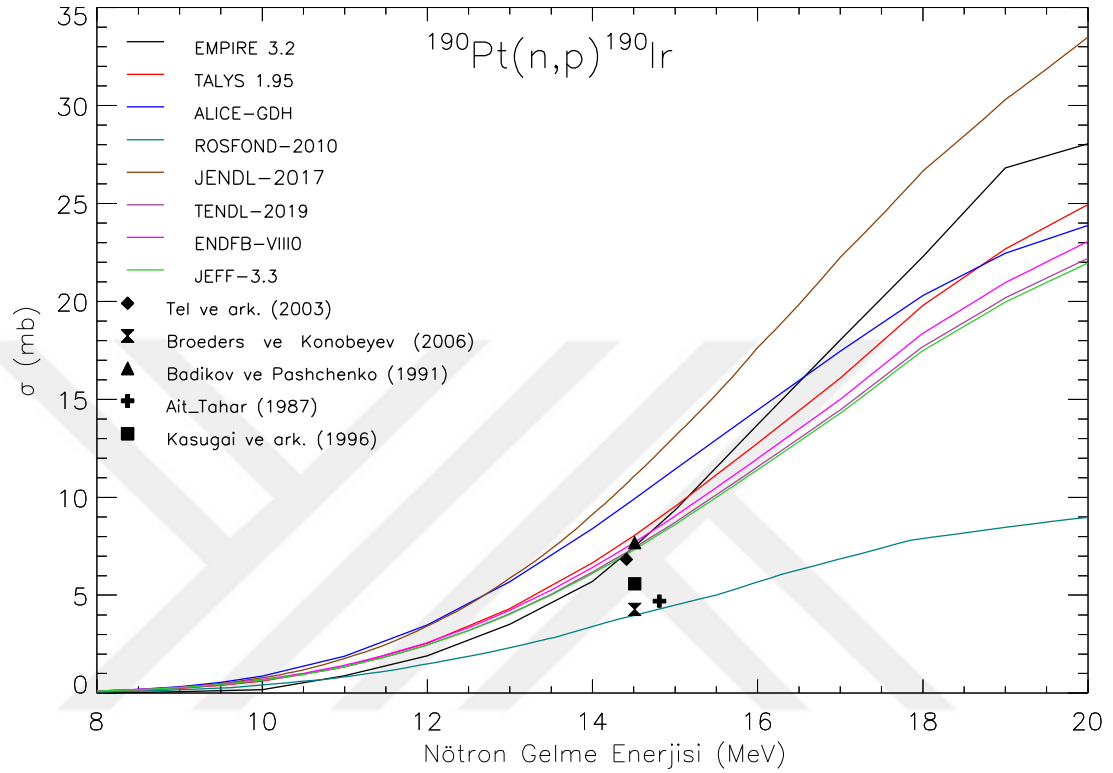


Şekil 4.24. $^{198}\text{Pt}(n,2n)^{197}\text{Pt}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.7. $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ Reaksiyonu

ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 bilgisayar kodları ile $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ reaksiyon için 20.0 MeV'e kadar hesaplanan tesir kesiti sonuçları Şekil 4.25'de verilmiştir. Literatürde $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ reaksiyon için herhangi bir deneysel veriye rastlanmamıştır. Bu yüzden hesaplanan değerler mevcut diğer verilerle kıyaslanmıştır. Şekil 4.25 incelendiğinde, ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) tesir kesit eğrileri ENDF'den alınan TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş kütüphane verilerinin eğrileri ile yaklaşık benzer değişim gösterirken ROSFOND-2010 kütüphane verisinin eğrisi tüm tesir kesit eğrilerine göre daha düşük değerler göstermektedir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, 14.5 MeV civarında seviye yoğunluk modelleri kullanan ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 kodlarıyla hesaplanan tesir kesit değerleri, sırasıyla 9.9 mb, 8.03 mb ve 7.46 mb olarak verilmiştir. TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş kütüphane verilerinin tesir kesit değerleri sırasıyla 7.33 mb, 7.3 mb, 7.3 mb, 4.0 mb ve 10.95 mb'dir. 14.5 MeV

civarında Çizelge 3.3’deki yarı ampirik formüller kullanılarak tesir kesit değerleri Tel, vd. (2003) 6.88 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) ile 4.32 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) ile 7.73 mb, Ait-Tahar (1987) ile 4.76 ve Kasugai, vd. (1996) ile 5.63 olarak hesaplanmıştır.

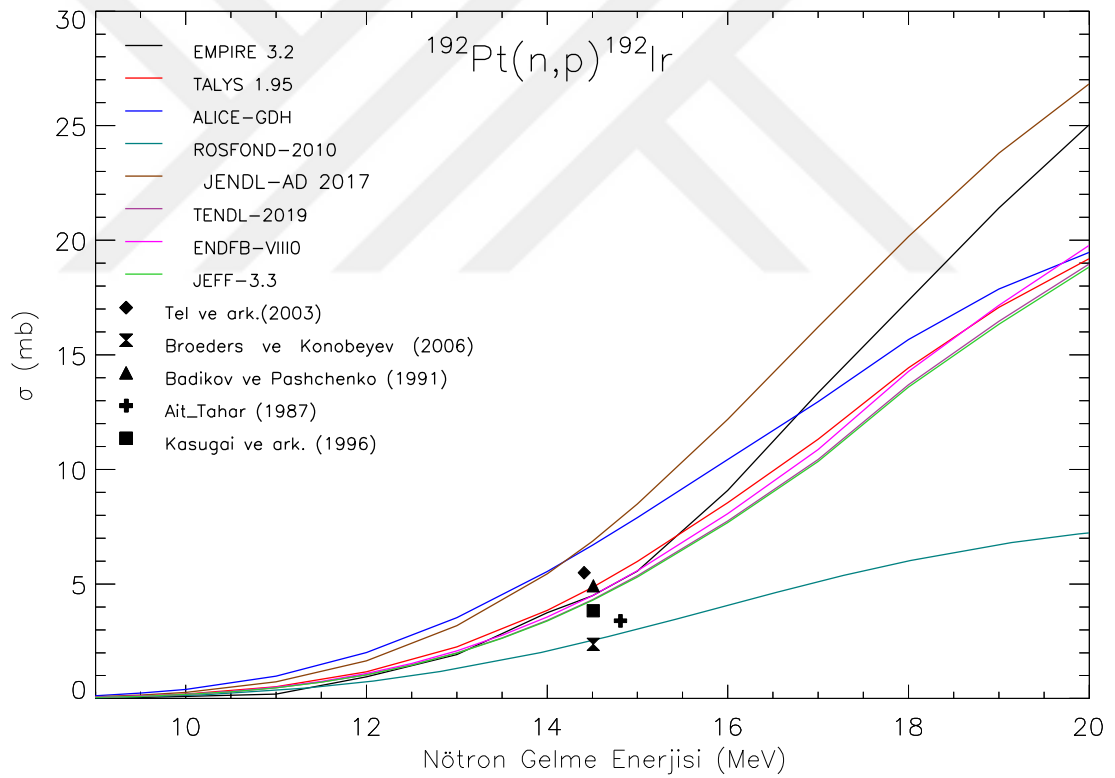


Şekil 4.25. $^{190}\text{Pt}(n,p)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.8. $^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$ Reaksiyonu

$^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonunun nötron enerjisine bağlı tesir kesitlerini gösteren grafik Şekil 4.26’da verilmiştir. Şekil 4.26 incelendiğinde, 10.0-18.5 MeV enerji aralığında ALICE-GDH ile hesaplanan tesir kesit eğrisi JENDL-2017 değerlendirilmiş eğri dışında diğerlerine göre daha yüksek değişim gösterirken, EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit değeri 16.0 MeV’den sonra daha yüksek değişim göstermiştir. ROSFOND-2010 değerlendirilmiş verisinin eğrisi diğerlerine göre oldukça düşük değişim gösterirken yaklaşık 14.5 MeV civarında Broeders ve Konobeyev (2006c) tarafından verilen yarı ampirik değere daha yakın olduğu gözlenmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, 14.5 MeV civarında seviye yoğunluk modelleri kullanılarak

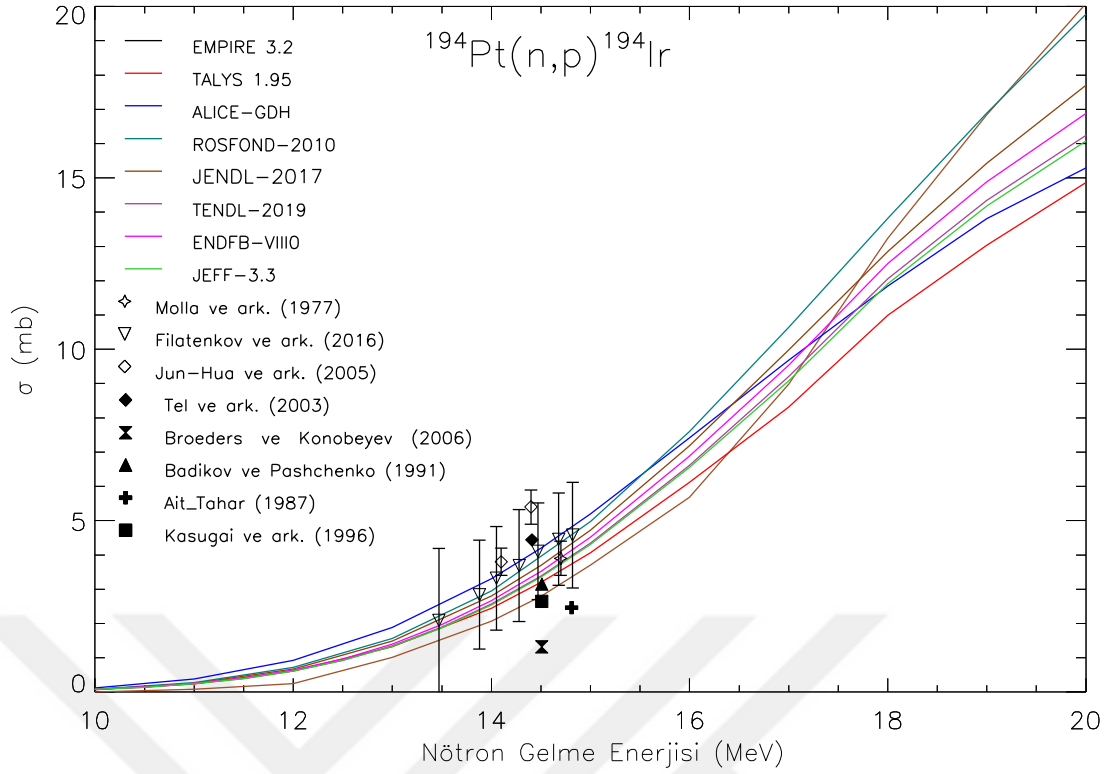
hesaplanan tesir kesir değerleri sırasıyla ALICE-GDH ile 6.69 mb, EMPIRE 3.2 ile 4.49 mb ve TALYS 1.95 ile 4.86 mb olarak hesaplanmıştır. ENDF kütüphanesinden alınan değerlendirilmiş tesir kesit değerleri ise sırasıyla TENDL-2019 ile 4.28 mb, ENDFB-VIII.0 ile 4.28 mb, JEFF-3.3 ile 4.28 mb, ROSFOND-2010 ile 2.7 mb ve JENDL-2017 ile 6.8 mb elde edilmiştir. Çizelge 3.3’de verilen yarı ampirik formüller kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise Tel, vd. (2003) ile 5.53 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) ile 2.41 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) ile 4.96 mb, Ait-Tahar (1987) ile 3.43 mb ve Kasugai, vd. (1996) 3.87 mb olarak verilmiştir. 14.5 MeV civarında TALYS’den elde edilen tesir kesiti değeri Badikov ve Pashchenko (1991) tarafından verilen yarı ampirik formülden elde edilen tesir kesiti değerine yakın olduğu ve ROSFOND-2010’ın ise Broeders ve Konobeyev (2006c) değerine yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 4.26. $^{192}\text{Pt}(n,p)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.9. $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV enerji aralığında, modellerden, değerlendirilmiş verilerden, yarı ampirik verilerden ve deneysel verilerden oluşan $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ reaksiyonunun reaksiyon tesir kesit değerleri Şekil 4.27’de verilmiştir. Şekil 4.27 incelendiğinde, tüm tesir kesit değerleri genel olarak yaklaşık olarak bir birleriyle uyumlu olduğu sadece Broeders ve Konobeyev (2006c) ve Ait-Tahar (1987) formülleri ile hesaplanan yarı ampirik tesir kesit değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Çizelge 4.6’dan ve Şekil 4.27’den görüleceği gibi, $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ reaksiyonu için 14.5 MeV civarında ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 kullanılarak elde edilen tesir kesitleri sırasıyla 4.2 mb, 2.79 mb, 3.21 mb olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 3.35 mb, 3.35 mb, 3.35 mb, 2.95 mb ve 3.65 mb olarak hesaplanmıştır. Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formülleri kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise 4.47 mb, 1.35 mb, 3.18 mb, 2.49 mb ve 2.67 mb olarak hesaplanmıştır. EXFOR’dan alınan Molla, vd. (1977), Filatenkov, vd. (2016) ve Jun-Hua, vd. (2005) tarafından verilen tesir kesit değerleri ise sırasıyla 3.9 ± 0.5 mb, 4.11 ± 0.58 mb ve 5.4 ± 0.5 mb’dir.

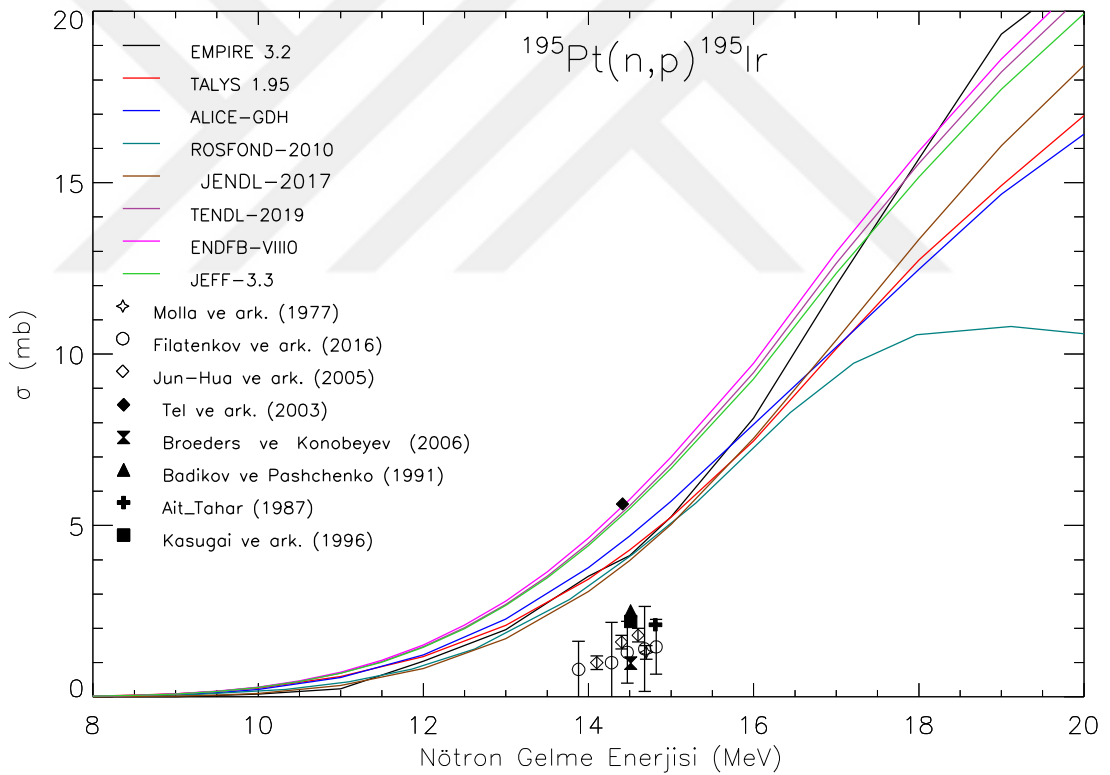


Şekil 4.27. $^{194}\text{Pt}(n,p)^{194}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.10. $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$ Reaksiyonu

8.0-20.0 MeV enerji aralığında $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$ reaksiyon tesir kesit verileri Şekil 4.28'deki grafikte verilmiştir. Şekil 4.28 incelendiğinde, seviye yoğunluk modelleri kullanan ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodlarından hesaplanan tesir kesitlerinin genel olarak 10.0-16.0 MeV aralığında bir birleriyle uyumlu olduğu, EMPIRE 3.2 eğrisinin 16.0 MeV'den sonra artış göstererek ROSFOND-2010 haricinde diğer tüm değerlendirilmiş eğrilere uyduğu görülmektedir. Özellikle, ALICE-GDH ve TALYS 1.95 eğrilerinin değerlendirilmiş JENDL-2017 kütüphane verileriyle oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Literatürden alınan ölçülmüş tüm deneysel verilerin ve Tel, vd. (2003) haricindeki hesaplanan tüm yarı ampirik formüllerden hesaplanan değerlerin ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 ile ENDF'den alınan değerlendirilmiş değerlere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tel, vd. (2003) yarı ampirik formülünden hesaplanan tesir kesit değerinin ENDFB-VIII.0 kütüphane verisine oldukça uyumlu olduğu ve TENDL-2019, JEFF-3.3 kütüphane verilerine de yaklaşık olarak uyduğu görülmektedir.

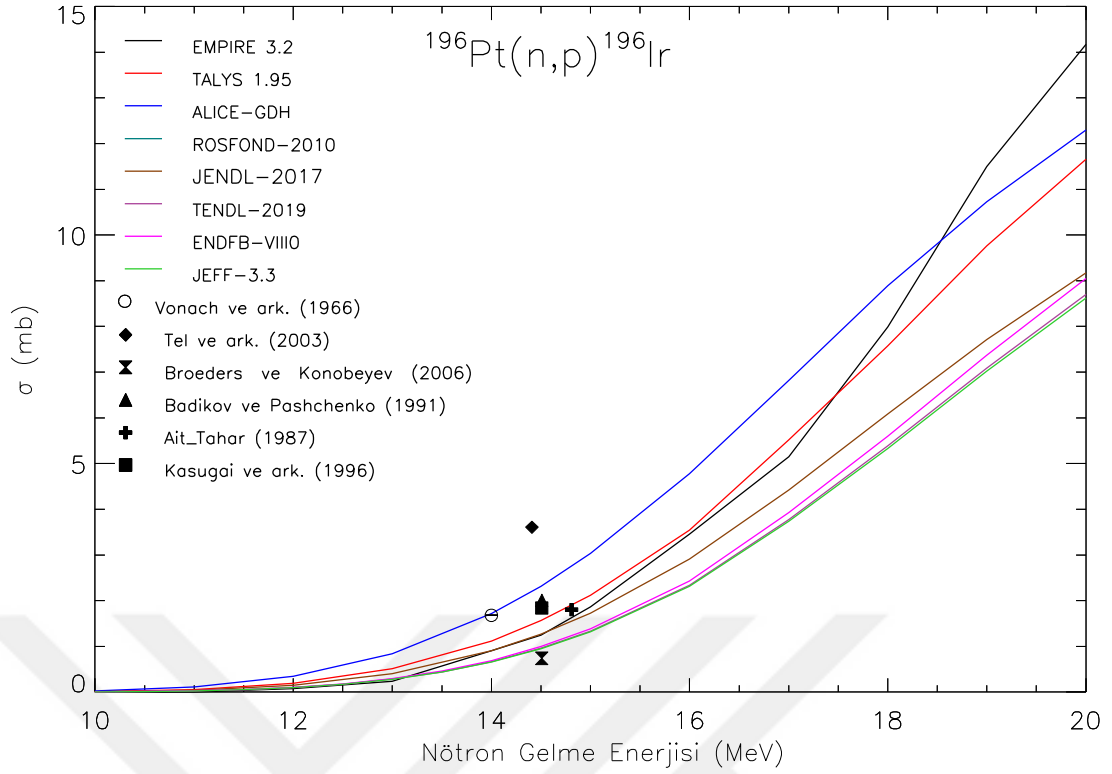
Çizelge 4.6'dan görüleceği gibi, 14.5 MeV civarında teorik hesaplamalar sonucunda ALICE-GDH ile 4.69 mb, EMPIRE 3.2 ile 4.12 mb ve TALYS 1.95 ile 4.29 mb olarak elde edilmiş ve birbiri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 5.52 mb, 5.49 mb, 5.49 mb, 4.16 ve 3.94 mb olarak hesaplamışlardır. Yarı ampirik formüllerden hesaplanan tesir kesit değerleri ise Tel, vd. (2003) formülü ile 5.66 mb, Broeders ve Konobeyev (2006c) formülü ile 1.01 mb, Badikov ve Pashchenko (1991) formülü ile 2.54 mb, Ait-Tahar (1987) formülü ile 2.13 mb ve Kasugai, vd. (1996) formülü ile 2.23 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürden (EXFOR) elde edilen deneysel veriler ise Molla, vd. (1977) 1.3 ± 0.2 mb, Filatenkov, vd. (2003) 1.23 ± 0.2 mb ve Jun-Hua, vd. (2005) 1.8 ± 0.2 mb olarak verilmiştir.



Şekil 4.28. $^{195}\text{Pt}(n,p)^{195}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.11. $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$ Reaksiyon

10.0-20.0 MeV enerji aralığında ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 kodları kullanılarak $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$ reaksiyonunun tesir kesitleri hesaplanmıştır. Elde edilen tesir kesit eğrileri, ENDF kütüphane verileriyle, yarı ampirik formüllerden elde edilen verilerle ve EXFOR'dan elde edilen deneysel verilerle (Vonach, vd., 1966) karşılaştırılmış ve sonuçlar Şekil 4.29'da verilmiştir. Şekil 4.29 incelendiğinde, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 eğrileri birbirlerine benzer değişim gösterirken ALICE-GDH eğrisinin bunlara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 eğrilerinin ENDF kütüphaneden alınan tüm eğrilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. 14.5 MeV civarında elde edilen tüm tesir kesit değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Buna göre, Çizelge 4.6'dan EMPIRE 3.2, TALYS 1.95 ve ALICE-GDH modellerinden elde edilen tesir kesit değerleri sırasıyla 0.9 mb, 1.12 mb ve 3.03 mb olarak elde edilmiştir. Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, ROSFOND-2010 ve JENDL-2017 kütüphane verilerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 0.95 mb, 0.95 mb, 0.95 mb, 1.38 mb ve 1.25 mb olarak hesaplanmıştır. Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formülleri kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise 3.63 mb, 0.76 mb, 2.03 mb, 1.82 mb ve 1.86 mb olarak hesaplanmıştır. Literatürde sadece bir tane deneysel veri (Vonach, vd., 1966) elde edilmiş ve 14.5 MeV civarında 1.68 ± 0.25 mb olarak verilmiştir. 14.5 MeV enerjide EMPIRE 3.2 bilgisayar kodu hesaplama sonuçlarının, Broeders ve Konobeyev (2006c) yarı ampirik hesaplama verilerine yakın bir değer olduğu görülmüştür.

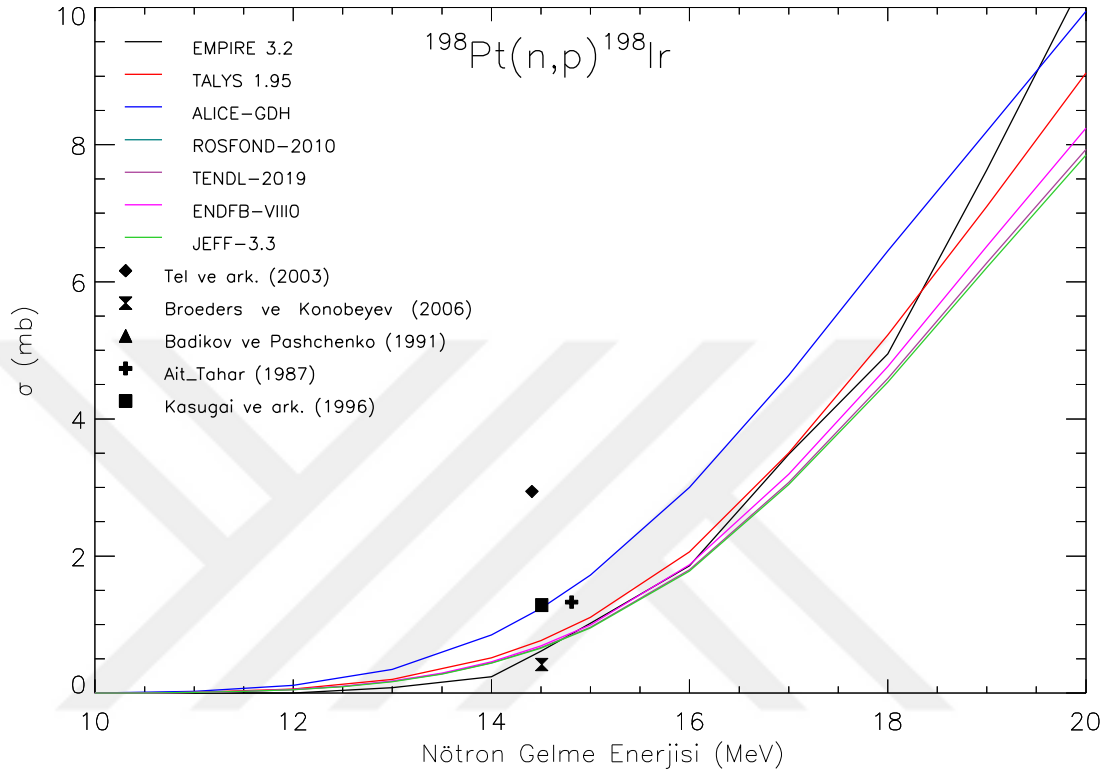


Şekil 4.29. $^{196}\text{Pt}(n,p)^{196}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

4.3.12. $^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ Reaksiyonu

$^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ reaksiyonunun tesir kesit verileri Şekil 4.30'daki grafikte verilmiştir. Şekil 4.30 incelendiğinde, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrilerinin kendi aralarında ve ENDF kütüphane verilerinin tamamıyla uyum içinde olduğu gözlenirken, ALICE-GDH eğrisinin TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 eğrilerine ve ENDF kütüphane verilerine göre daha fazla artış gösterdiği ve Kasugai, vd. (1996) tarafından verilen yarı ampirik formülü (Çizelge 3.3) ile hesaplanan tesir kesit değeri ile uyum içinde olduğu gözlenmiştir. Çizelge 4.6'da verildiği gibi, 14.5 MeV civarında seviye yoğunluk modeli kullanan EMPIRE 3.2, TALYS 1.95 ve ALICE-GDH bilgisayar kodları kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 0.62 mb, 0.77 mb ve 1.24 mb olarak elde edilmiştir. Değerlendirilmiş TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve ROSFOND-2010 kütüphane verilerinden hesaplanan tesir kesit değerleri sırasıyla 0.66 mb, 0.66 mb, 0.66 mb ve 1.84 mb olarak hesaplanmıştır. Tel, vd. (2003), Broeders ve Konobeyev (2006c), Badikov ve Pashchenko (1991), Ait-Tahar (1987) ve Kasugai, vd. (1996) yarı ampirik formülleri

kullanılarak hesaplanan tesir kesit değerleri ise 2.96 mb, 0.43 mb, 1.3 mb, 1.34 mb, 1.3 mb olarak hesaplanmıştır. EXFOR'da bu reaksiyon için herhangi bir deneysel veriye rastlanmamıştır. Tel, vd. (2003) yarı ampirik verilerinin diğer verilerden yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.30. $^{198}\text{Pt}(n,p)^{198}\text{Ir}$ reaksiyonun tesir kesitleri

5. SONUÇ

Bu tez kapsamında, Osmiyum ($^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$), İridyum ($^{191,193}\text{Ir}$) ve Platinum ($^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$) izotoplarının (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri eşik değerinden 20.0 MeV'e kadar nötron gelme enerjilerinde hesaplanmıştır. Model hesaplamaları yapılırken ALICE-GDH (Broeders, vd., 2006a) programında Fermi gaz model (FGM) ($a=A/y$, $a = A/9$), EMPIRE 3.2 (Herman, vd., 2013) programında uyarlanmış Genelleştirilmiş Süper Akışkan Modeli (Generalized Superfluid Model: GSFM, Ignatyuk, vd., 1975, 1979) ve TALYS 1.95 programında Sabit Sıcaklık+Fermi Gaz Modeli (Constant Temperature+Fermi Gas Model: CTFGM) (Gilbert ve Cameron, 1965; Ignatyuk, vd., 1979) yoğunluk modelleri kullanılmıştır.

Modellerden 20.0 MeV'e kadar teorik olarak hesaplanan (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesit sonuçları EXFOR (Experimental Nuclear Reaction Data) veri tabanındaki deneysel verilerle, ENDF (Evaluated Nuclear Data File) nükleer veri kütüphanesinden alınan beş farklı değerlendirilmiş veri sonuçlarıyla (ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, JENDL-2017, ROSFOND-2010 ve TENDL-2019) ve farklı araştırmacılar tarafından verilen yarı ampirik formüller (Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3) kullanılarak 14.5 MeV civarında hesaplanan sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

ALICE-GDH, EMPIRE 3.2, ve TALYS 1.95 programlarında kullanılan seviye yoğunluk modellerinden 14.5 MeV civarında elde edilen (n,2n) ve (n,p) tesir kesit değerleri yine 14.5 MeV civarında deneysel değerlerle, ENDF kütüphanesinden elde edilen değerlendirilmiş değerlerle ve yarı ampirik formüllerden elde edilen değerlerle kıyaslanmıştır (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 kullanılan 20.0 MeV'e kadar elde edilen (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesit eğrilerinin karşılaştırma sonuçları $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$ (n,2n) ve $^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$ (n,p) izotopları için Şekil 4.1-14, $^{191,193}\text{Ir}$ (n,2n) ve $^{191,193}\text{Ir}$ (n,p) izotopları için Şekil 4.15-18, $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$ (n,2n) ve $^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$ (n,p) izotopları için Şekil 4.19-30'da verilmiştir.

Sonuçlar kısaca aşağıda özetlenmiştir.

- $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183}\text{Os}$ nükleer reaksiyon verileri hariç diğer reaksiyon verilerinde EMPIRE 3.2 ve ALICE- GDH modellerinden elde edilen sonuçlar birbirleri ile çok uyumlu iken TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrisi düşük seyretmiştir (Şekil 4.1). Ayrıca, TALYS 1.95 modeli ile hesaplanan veriler ENDF'den elde edilen ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, TENDL-2019, JENDL-2017 ve ROSFOND- 2010 değerlendirilmiş verilerin bir çoğu ile uyumlu olduğu görülmektedir.
- Genel olarak, modellerden hesaplanan tesir kesit eğrileri ENDF'den elde edilen değerlendirilmiş kütüphane verileriyle ve yarı ampirik formüllerden hesaplanan değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4.7).
- ^{184}Os izotopunun (n,p) reaksiyonu genel olarak ENDFB-VIII.0 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş verilerinin eğrileri ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 tesir kesit eğrileri ile uyumlu iken, birbirleri ile çok iyi uyumlu olan JEFF-3.3 ile TENDL-2019 verilerine göre daha düşük ve ROSFOND-2010 eğrisine göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.8).
- $^{188}\text{Os}(n,p)^{188}\text{Re}$ reaksiyonunda 15.5 MeV'e kadar ALICE-GDH ve EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri JEFF-3.3 ve TENDL-2019 değerlendirilmiş eğrileri ile benzer değişim gösterirken 15.5 MeV'den sonra EMPIRE 3.2 eğrisinin daha hızlı artış gösterdiği gözlenmektedir (Şekil 4.11).
- $^{190}\text{Os}(n,p)^{190}\text{Re}$ reaksiyonun ALICE (LDOPT=0), TALYS (ldmodel=1) ve EMPIRE 3.2 (LEV DEN=1) bilgisayar kodlarından hesaplanan tesir kesit eğrileri 16.0 MeV'e kadar yaklaşık olarak uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4.13).
- $^{192}\text{Os}(n,p)^{192}\text{Re}$ reaksiyonu için 12.0-20.0 MeV aralığında ALICE (LDOPT=0) kodundan elde edilen tesir kesit eğrisi ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 değerlendirilmiş eğrilerle yaklaşık olarak benzer değişim göstermiştir (Şekil 4.14).
- $^{191}\text{Ir}(n,2n)^{190}\text{Ir}$ reaksiyonunda TALYS 1.95 modelinden elde edilen veriler, bazı deneysel verilerle, yarı ampirik verilerle ve TENDL-2019 verileri ile uyumlu olduğu görülürken, EMPIRE 3.2 modelinden elde edilen sonuçların ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3, JENDL-2017 ve ROSFOND-2010 değerlendirilmiş verileri ile uyumlu olduğu görülmüştür (Şekil 4.15).

- $^{193}\text{Ir}(n,2n)^{192}\text{Ir}$ reaksiyonu için ALICE-GDH, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrilerinden 12.0 MeV'den sonra EMPIRE 3.2 eğrisinin diğer tesir kesit eğrilerine göre daha yüksek olarak artış gösterdiği, TALYS 1.95 eğrisinin ise diğer tesir kesit eğrilerine göre daha düşük olarak artış gösterdiği ve 12.0-15.0 MeV aralığında ALICE-GDH eğrisinin diğer tüm tesir kesit değerlerine göre daha yüksek artış gösterdiği gözlenmiştir. Deneysel verilerin hata değerleri de göz önüne alındığında, 13.0-15.0 MeV aralığında TALYS 1.95 eğrisinin deneysel değerlere daha uygun olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.16).
- $^{191}\text{Ir}(n,p)^{191}\text{Os}$ reaksiyonu için elde edilen sonuçlara bakıldığında, EMPIRE 3.2 ile hesaplanan tesir kesit eğrisi 13.0 MeV'den sonra diğer tesir kesit eğrilerine göre daha yüksek artış göstermiştir. ALICE-GDH ve TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrileri ENDFB-VIII.0, JEFF-3.3 ve JENDL-2017 kütüphanelerden alınan değerlendirilmiş veriye göre daha yüksek değişim gösterdiği görülmektedir. ALICE-GDH eğrisinin yaklaşık 15.0 MeV'e kadar TENDL-2019 eğrisi ile uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4.17).
- $\text{Pt}(n,2n)$ reaksiyonları için elde edilen grafikler incelendiğinde, TALYS 1.95 ile hesaplanan tesir kesit eğrisinin 8.0-13.0 MeV enerji aralığında ENDF kütüphane verileri ile genel olarak uyumlu olduğu gözlenmiştir. ^{190}Pt ve ^{192}Pt izotopları için TALYS 1.95 bilgisayar kodu kullanılarak hesaplanan tesir kesit verileri Tel, vd. (2008) yarı ampirik formülü kullanılarak hesaplanan veriler ile uyumlu olduğu görülmüştür. 14.5 MeV'de JEFF-3.3, TENDL-2019, ENDFB-VIII.0, JENDL-2017, ROSFOND-2010 elde edilen verileri birbiri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.
- $\text{Pt}(n,p)$ reaksiyonları için elde edilen veriler incelendiğinde seviye yoğunluk modelleri kullanan ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodlarından hesaplanan tesir kesitlerinin genel olarak 10.0-16.0 MeV aralığında bir birleriyle uyumlu olduğu, ALICE, TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 eğrilerinin ENDF kütüphaneden alınan tüm eğrilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.29). Tüm şekiller incelendiğinde TALYS 1.95 ve EMPIRE 3.2 eğrileri bir birlerine benzer değişim gösterirken ALICE-GDH eğrisinin bunlara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, ALICE, EMPIRE 3.2 ve TALYS 1.95 bilgisayar kodlarında farklı modeller kullanılarak Osmiyum ($^{184,186,187,188,189,190,192}\text{Os}$), İridyum ($^{191,193}\text{Ir}$) ve Platinum ($^{190,192,194,195,196,198}\text{Pt}$) izotoplarının 20.0 MeV'e kadar (n,2n) ve (n,p) reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmış ve elde edilen teorik hesaplama sonuçlarının literatürden elde edilen deneysel, değerlendirilmiş ve yarı ampirik verilerle karşılaştırmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçların gelecekte yapılacak olan tesir kesit araştırmalarının geliştirilmesine ve özellikle deneysel verilerin bulunmadığı durumlar için araştırmacılara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Ait-Tahar, S., The systemstics of (n,p) cross sections for 14.0 MeV neutrons, Nucl. Phys. 13, 121-125, 1987.
- Augustyniak, W., vd., J,NP/A, 285, 145, (EXFORCODE#30444), 1977.
- Badikov, S.A., Pashchenko, A. B., Comparative analysis of (n,p) reaction cross-section systematics for ~ 14.0 -15.0 MeV neutrons, International Atomic Energy Agency, Vienna (Austria). International Nuclear Data Committee, International Atomic Energy Agency (IAEA), INDC(CCP)-325/ L, 1991.
- Bayhurst, B., P., J, PR/C,12, 451, (EXFORCODE#10536), 1975.
- Blann, M, Hybrid model for pre-equilibrium decay in nuclear reactions, Phys Rev Lett, 22, 1550–1550, 1971.
- Blann, M., Annual Review of Nuclear Science, Preequilibrium decay, Annu. Rev. Nucl. Sci., 25,123-166, 1975.
- Blann, M., Comments on alternate formulations for preequilibrium decay, Physical Review C.,17 (5), 1871, 1978.
- Blann, M., Vonach, H. K., Global test of modified precompound decay models, Phys. Rev., 28 (4), 1475-1492, 1983.
- Blann, M., ALICE-91, Statistical Model Code System with Fission Competition, RSIC Code Package PSR-146, Lawrence Livermore National Laboratory, California, USA, 1991.
- Blann, M., Nükleer fizik ve radyasyon fiziği, Ara enerji nükleer verileri için uluslararası kod karşılaştırması, OECD Nükleer Enerji Ajansı (NEA), ISBN 92-64-04031-5, Paris, 1994.
- Bormann, M., J,NP/A, 157, 481, (EXFORCODE#20830), 1970.Bornemisza, P., J, RCA, 27, 71,_(EXFORCODE#30545), 1980.

- Broeders, C. H. M., Konobeyev, A. Yu., Korovin, Yu. A., Lunev, V. P., Blann, M., Report FZKA 7183, <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA7183.pdf> 2006a.
- Broeders, C. H. M., Konobeyev, A. Y., L. Mercatali Uncertainty in cross-section calculations for reactions induced by neutrons with energy above 0.1 MeV, Carl Hanser Verlag, Mdnchen, 71, 4, 2006b.
- Broeders, C.H.M., Konobeyev, A.Y., Semi-empirical systematics of (n, p) reaction cross-section at 14.5, 20.0, and 30.0 MeV, Nuclear Physics A, 780, 130–145, 2006c.
- Capote, V., Osorio, Lopez, R., Herrera, E., Piris, M. R., PCROSS program code (Higher Institute of Nuclear Science and Technology, Cuba, 1991); Translated by the IAEA on the March 1991.
- Chatterjee, S., Chatterjee, A., Single-particle behaviour in fast neutron (n, 2n) reactions Nucl. Phys., A, 125 (3), 593, 1969.
- Cline, C. K., Extensions to the pre-equilibrium statistical model and a study of complex particle emission, Nucl. Phys. A 193, 417, 1972.
- Csikai, J., J, NP/A, 91, 222, (EXFORCODE#30115), 1967.
- EXFOR, Experimental Nuclear Reaction Data, EXFOR is accessed online, <http://www.nndc.bnl.gov/exfor/exfor.htm>, 2020.
- Filatenkov, A. A., R, RI-259, (EXFORCODE# 41428), 2003.
- Filatenkov, A. A., 13.4 - 14.9 MeV nötron enerji bölgesinde KRI'de ölçülen nötron aktivasyon kesitleri, R,INDC(CCP)-0460, (EXFORCODE# 41614), 2016.
- Gandhi, A., Sharma A., Kopatch Yu. N., Fedorov N. A., Grozdanov D. N., Ruskov I. N., Kumar A., Cross section calculation of (n,p) and (n,2n) nuclear reactions on Zn, Mo and Pb isotopes with ~ 14.0 MeV neutrons, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06533-6>, 2019.
- Gilbert, A., Cameron, A. G. W., A composite nuclear level density formula with shell correction, Canadian Journal of Physics, 43 (8),1446-1496, 1965.

- Griffin, J. J., Statistical model of intermediate structure, Phys. Rev. Lett., 17, 478, 1966.
- Habbani, F. I., Osman, K. T., Systematics for the cross sections of the reactions (n,p), (n,2n) at 14.5 MeV neutrons, Appl. Radiat. Isotopes, 54, 283–290, 2001.
- Hankla, K., A., J, NP/A, 180, 157, (EXFORCODE#10244), 1972.
- Hauser, W., Feshbach, H., Inelastic scattering of neutrons, Phys. Rev. C 87, 366, 1952.
- Herman, M., J, NP/A, 430, 69, (EXFORCODE#30783), 1984.
- Herman, M., Capote R. M. Sin, Trkov, A., Carlson, B., Brown, D., Nobre, G., Oblozinsky, P., Mattoon, C., Wienke, H., Hoblit, S., Cho, Y. S., Plujko, V., Zerkin, V., EMPIRE-3.2 Malta modular system for nuclear reaction calculations and nuclear data evaluation, User's Manual (2013) Available from: <http://www.nndc.bnl.gov/empire/main.html>, 2013.
- Hlavac, S., J, ASL, 26, 64, (EXFORCODE#30286), 1976.
- Ignatyuk, V., Smirenkin G. N., Tishin A. S., Phenomenological description of energy dependence of the level density parameter, Sov. J. Nucl. Phys. (Yad. Fiz., v.), 21(3), 485-490, 1975.
- Ignatyuk, A. V., Istekov, K. K., Smirenkin, G. N., The role of collective effects in the systematics of nuclear level densities, Sov. J. Nucl. Phys, 29 (4), 450, 1979.
- Janczyszyn, J., J, JRC, 14, 201, (EXFORCODE#30322), 1973.
- Jun-Hua, L., J, RCA, 93, 381, (EXFORCODE#31622), 2005.
- Kasugai, Y., Ikeda, Y., Yamamoto, H., Kawade, K., Systematics for (n,p) excitation functions in the neutron energy between 13.3 and 15.0 MeV, Ann. Nucl. Energy, 23 (18), 1429-1444, 1996.
- Kalamara, A., J, PR/C, 98, 034607, (EXFORCODE#23442), 2018.
- Kalbach, C., Preequilibrium reactions with complex particle channels, Phys. Rev. C 71, 034606, 2005.

- Kong, X., Hu S., Yang J., Wang Y., Activation cross sections for the element rhenium, *Radyoanalitik ve Nükleer Kimya Dergisi*, 218 (1), 127-129, 1997.
- Koning, A. J., Delaroche J. P., Local and global nucleon optical models from 1 keV to 200.0 MeV, *Nuclear Physics A*, 713 (3-4), 231–310, 2003.
- Koning, A. J., Hilaire, S., Duijvestijn, M., TALYS-1.0, International Conference of Nuclear Data Science and Technology, 211–214, 2007.
- Koning, A. J., Hilaire S., Goriely S., Global and local level density models, *Nuclear Physics A*, 810 (1-4), 13-76, 2008.
- Koning, A., Rochman D., Modern Nuclear Data Evaluation with the TALYS Code System, *Nucl. Data Sheets* 113, 2841-2934, 2012.
- Koning, A., Hilaire S., Goriely S., TALYS-1.6, A Nuclear Reaction Program, User Manual, 1st ed., Westerduinweg 3, P.O. Box 25, NL-1755 ZG, Petten, The Netherlands, (<http://www.talys.eu/download-talys/.htm>), 2013.
- Koning, A., Hilaire, S., Goriely, S., User Manuel Talys-1.95 A nuclear reaction Program, new edition- 24 december 2019 ed. <http://www.talys.eu/download-talys/>, 2019.
- A. Koning, S. Hilaire, and S. Goriely, User Manuel Talys-1.95 A nuclear reaction Program, new edition- 24 december 2019 ed. (2019).
- Konno, C., Ikeda, Y., Osihi, K., Kawede, K., Yamomoto, H., Maekawa, H., JAERI-Reports, No. 1329, Japan Atomic Energy Research Institute , Japan, 1993.
- Kovacs, P., P, INDC(SEC)-60, 108, (EXFORCODE#30290), 1976.
- Krane, K. S., (Editör: Şarer B.), Nükleer fizik, 2, Palme Yayıncılık, Anakara, 416-439, 2002.
- Lamarsh, J.R., Baratta, A.J., (Editör: Zabunoğlu, O.), Nükleer mühendisliğe giriş, Palme Yayınevi, Ankamat Matbaası, Ankara, 26-36, 40-42, 52-67, 74-84, 2015.
- Liangyong, Z., J, ARI, 66, 1488, (EXFORCODE# 31618), 2008.

- Lilley, J. S., (Editör: Aydın, A., Sarpün, İ.H., Tel, E., Kaplan. A.), Nükleer fizik ilkeler ve uygulamalar, Alfa Basım Dağıtım, Ankara, 24-25, 2018.
- Luo., J., J, NIM/B, 265, 453, (EXFORCODE#31609), 2007.
- Luo J., Tuo, F., Kong X., Activation cross sections and isomeric cross section ratios for $^{184}\text{Os}(n,2n)^{183\text{m,g}}\text{Os}$, $^{190}\text{Os}(n,p)^{190\text{m,g}}\text{Re}$ and $^{86}\text{Sr}(n,2n)^{85\text{m,g}}\text{Sr}$ reactions from 13.5 to 14.8 MeV, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 279 (2), 443–454, 2009.
- Luo, J., Jiang, L., Li, S., Activation cross section and isomeric cross-section ratio for the (n,2n) reaction on $^{113,115}\text{In}$, Nuclear Science and Engineering, 2017.
- Lu, W. D., Fink, R. W., Applicability of the constant-nuclear-temperature approximation in statistical-model calculations of neutron cross sections at 14.4 MeV for medium-Z, Nuclei, Phys. Rev. C4, 1173, 1971.
- Martin, J. A., Radyasyon ve radyasyondan korunma fiziği, (Editörler: Tanır, A.G., Bölükdemir, M.H., Koç, K.) Palme Yayıncılık, Ankamat Matbaacılık, Ankara, 2014.
- Michel R., Nagel P., In international codes and model intercomparison for intermediate energy activation yields, , Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Nuclear Energy Agency, NSC/DOC(97)-1, 1-353, Paris, France (OECD, Issy-les-Moulineaux, France, 30 May-1) June 1994, 1997.
- Molla, N.,I., 14.7 MeV'de (n,p) Reaksiyonlarının SistematiK Bir Çalışması, J, NP/A, 283, 269, (EXFORCODE#20721), 1977.
- Murray, L. R., Holbert, K. L., (Editör: Yılmaz H. A.), Nükleer Enerji, Nobel Akademi Yayıncılık, 2015.
- Nobre, G. P. A., Brown, D. A., Herman, M. W., Golas, A., Constraining level densities through quantitative correlations with cross-section data, American Physical Society, 101, 2469-9985, 2020.
- Patronis, N., J, PR/C, 75, 034607, (EXFORCODE#22966), 2007.
- Ribansky, I., Oblozinsky, P., Betak, E., Pre-equilibrium decay and the exciton model. Nucl. Phys. A 205, 545-560, 1973.

- Saran, P. K., Nandy, M., Sarkar, P. K., Goyal, S. L., Production of long-lived ^{26}Al and ^{24}Na from neutron interaction in Al target, *Indian Journal of Pure & Applied Physics*, 50, 509-512, 2012.
- Semkova, V., Reimer, P., Altitzoglou, T., Plompen, A. J. M., Qu'etel, C., Sud'ar, S., Vogl, J., Neutron activation cross sections on lead isotopes, *Physical Review*, 80, 024610, 2009.
- Serway, R. A., Beichner, R. J., Fizik ve mühendislik için, (Editör: Çolakoğlu, K.) Fizik 3, Palme Yayıncılık, Ankara, 1445-1450, 2011.
- Sun, J. P., Zhang, Z. J., Han, Y. L., Calculation and analysis of cross-sections for $p+^{184}\text{W}$ reactions up to 200.0 MeV, *Chinese Physics C*, 2015.
- Sahan, H., Sahan, M., Tel E., Cross-Section Calculations of (n, 2n) and (n, p) reactions for $^{69,71}\text{Ga}$ and ^{75}As target nuclei up to 20.0 MeV", *Nucl. Phys. At. Energy* 19, 350-358, 2018.
- Sahan, H., Sahan, M., Tel E., Cross-Section Calculation of (n, p) and (n, 2n) Reactions for High Temperature Reactors Construction Materials Tungsten and Rhenium, *Physics of Atomic Nuclei*, 84 (5), 724–738, 2021.
- Tarkanyi, F., Takacs, S., Ditroi, F., Csikai, J., Hermanne, A., Ignatyuk, A.V., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 316, 22–32, 2013.
- Tárkányi, F., Ditrói, F., Takács, S., Hermanne, A., Ignatyuk, A. V., Experimental and theoretical cross section data of deuteron induced nuclear reactions on platinum, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 30, 2019.
- Tel, E., Sarer, B., Okuducu, S., Aydin, A. and Tanır, G., New empirical formula for 14–15 MeV neutron-induced (n, p) reaction cross sections, *Journal of Physics G: Nuclear And Particle Physics*, 29 2169–2177, 2003.
- Tel, E., Okuducu, Ş., Bölükdemir, M. H., Tanır, G., Semi-empirical systematics of (n,2n), (n,α) reactions cross sections at 14-15 MeV neutron energy, *International Journal of Modern Physics E*, 17 (1), 1-17, 2008.
- Tel, E., Akca, S., Sahan, M., Depedelen, M., I. H. Sarpun; "The Comparison of (n,p), (n,a), (n,2n) and (a,n) Reaction Cross-Sections for ^7Li and ^9Be Target Nuclei" *J Fusion Energ*, 35, 709–714, 2016.

- Temperley, J., K., R, BRL-R-1491, (EXFORCODE#10214), 1970.
- Trofimov, Yu., N., International atomic energy agency, INDC (International Nuclear Data Committee: CCP)-390 Distr. L, 1994.
- Tuncay, A., Kuşçu, M., Platin grubu metal ve minerallerin jeolojisi ve ekonomisi, Jeoloji Mühendisliği s. 43, 89-95, 1993.
- Uddin, M. S., Sud'ar, S., Qaim, S. M., Formation of the isomeric pair $^{194}\text{Ir}^{m,g}$ in interactions of α particles with ^{192}Os , American Physical Society, Physical Review, 84, 024605, 2011.
- Vonach, H., J, APA, 23 ,185, (EXFORCODE#20031), 1966.
- Yılmaz, M., Çekirdek fiziği, Balıkesir Üniversitesi Basımevi, Balıkesir, 1998.
- Zhu, C., Wang, J., Jiang, L., Zheng, P., Measurement of ^{85}Rb (n, 2n) ^{84}Rb reaction cross-section from 12.0 MeV up to 19.8 MeV, Chinese Physics, 44, 3, 2020.
- Weifan, Y., J, CNP, 6, 373, (EXFORCODE# 30718), 1984.
- Weisskopf, V. F., Ewing, D. H., On the yield of nuclear reactions with heavy elements, Physical Review, 57, 472, 1940.
- Williams, W. S. C., Nükleer ve Parçacık Fiziği,(Editörler: Dumanoglu, İ., Ertürk, S.), Nobel Akademik Yayıncılık, Atala Matbaacılık, Ankara, 2014.
- Qaim, S. M., J,NP/A, 185, 614, (EXFORCODE#20536), 1972.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Eda ŞENYİĞİT

2. Doğum Tarihi :

3. Ünvanı :Öğretmen

3. Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Amasya Üniversitesi	2012
Yüksek Lisans		Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	Devam Ediyor

4.İş Tecrübesi:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Milli Eğitim Bakanlığı	2013-

5. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:



OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

FORM

OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: **02/09/2022**

Tez Başlığı: Os, Ir ve Pt Çekirdeklerinin Bazı İzotoplarının (n,2n) ve (n,p) Reaksiyon Tesir Kesitlerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Özet ve Abstract, c) Giriş, d) Ana bölümler ve e) Sonuç, f) Kaynakça kısımlarından oluşan toplam **103** sayfalık kısmına ilişkin, 02/09/2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %10 'dur.

Filtreleme Tip 1 (maksimum %30) ☐

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar dahil,
- 4- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Filtreleme Tip 2 (maksimum %10) ☒

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç,
- 3- Alıntılar hariç,
- 4- 5 Kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza
02/09/2022

Adı Soyadı: Eda ŞENYİĞİT

Öğrenci No:

Anabilim Dalı: FİZİK

Programı: FİZİK

Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

RAPORU DÜZENLEYEN

(Unvan, Ad Soyad, İmza)
Doç. Dr. Halide ŞAHAN

(Unvan, Ad Soyad, İmza)