



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin KOÇAK

ASİMETRİ BAĞIMLI YENİ YARI AMPİRİK
NÜKLEER REAKSİYON TESİR KESİTİ
FORMÜLLERİNİN ETKİN POTANSİYEL
KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

FİZİK ANABİLİM DALI

OSMANİYE - 2015

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ASİMETRİ BAĞIMLI YENİ YARI AMPİRİK NÜKLEER
REAKSİYON TESİR KESİTİ FORMÜLLERİNİN ETKİN
POTANSİYEL KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI**

Yasemin KOÇAK

FİZİK ANABİLİM DALI

**OSMANİYE
EYLÜL-2015**

TEZ ONAYI

ASİMETRİ BAĞIMLI YENİ YARI AMPİRİK NÜKLEER REAKSİYON TESİR KESİTİ FORMÜLLERİNİN ETKİN POTANSİYEL KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

Yasemin KOÇAK tarafından Prof. Dr. Eyyup TEL danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Fizik** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

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

.....

Üye:
Fizik Anabilim Dalı, OKÜ

.....

Üye:
Fizik Anabilim Dalı, OKÜ

.....

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

Prof. Dr. A. Ali GÜRTEN
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

.....

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: OKÜBAP-2015-PT3-028

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.

Yasemin KOÇAK

ÖZET

ASİMETRİ BAĞIMLI YENİ YARI AMPİRİK NÜKLEER REAKSİYON TESİR KESİTİ FORMÜLLERİNİN ETKİN POTANSİYEL KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

Yasemin KOÇAK
Yüksek Lisans, Fizik Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Eyyup TEL

Eylül 2015, 40 sayfa

Bu çalışmada; ^{18}O , ^{56}Fe çekirdekleri için 14-15 MeV gelme enerjilerinde (n,p),(n, α),(n,2n),(n,d),(n,t) reaksiyon tesir kesitleri hesaplandı. Nükleer reaksiyon türleri açıklandı. Tel ve arkadaşlarının önerdiği yoğunlukların hesaplanmasında Skyrme Hartree-Fock yöntemi kullanıldı. Daha sonra hedef çekirdeklerin nötron ve proton yoğunlukları ele alınınca yüzeye yakın olduğu görüldü. Literatürden elde edilen yarı deneysel ve deneysel veriler karşılaştırıldı. Skyrme kuvveti ile kullanılan Hartree - Fock yöntemiyle yoğunluklar hesaplandı ve grafikleri çizildi. Sonuçların uyumlu olduğu görüldü. Çekirdek reaksiyon tesir kesiti ölçümleri yapılarak nükleer modellerin geliştirilmesi sağlandı.

Anahtar sözcükler: (n,2n) reaksiyonları, Tesir Kesiti, ^{18}O , ^{56}Fe Q değeri, Skyrme kuvveti, Tel ve arkadaşları asimetri parametresi, EXFOR, Hartree-Fock (HF) yöntemi, hedef çekirdek

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ASYMMETRY DEPENDENT NEW SEMI-EMPIRICAL NUCLEAR REACTION CROSS SECTION FORMULAS BY USING EFFECTIVE POTENTIAL

Yasemin KOÇAK
M.Sc., Department of Physics
Supervisor: Assist Prof. Dr. Eyyup TEL

September 2015, 40 pages

In this study, (n,p), (n,a), (n,2n), (n,d), (n,t) reaction cross-sections are calculated at 14-15 MeV incident energy for ^{818}O , ^{2656}Fe nucleus. Nuclear reaction types are explained. Skyrme Hartree-Fock model are used in the calculation of density proposed by Tel and his friends. Afterwards, as neutron and proton densities of target nucleus are considered it is observed that they are closed to the surface. The quasi experimental and experimental data obtained from literature is compared. The densities is calculated by Hartree-Fock model used with Skyrme force and is plotted the graphs. It is noticed that the results are compatible. It is provided that nuclear models are developed by realizing the nucleus reaction cross-section measurements.

KeyWords: Cross Section, Q- Value , Neutron Reaction, Shell Model, Semi-Empirical, Asymmetry Parameter, Tel et al., EXFOR., Odd Nuclei, Even Nuclei, Targed Nuclei.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumu belirlenerek tez çalışmamın yürütölmesini üstlenen, çalışmalarım süresince değerli bilgi ve tecrübeleriyle katkılarını esirgemeyen, tezde kullanılan bilgisayar kodlarının temini, çalıştırılmasındaki teknik desteği, bilgisi ayrıca gösterdiği yapıcı ve yönlendirici önerilerinden dolayı tez danışman hocam Prof. Dr. Eyyup TEL' e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince değerli bilgi ve tecrübeleriyle katkılarını esirgemeyen, tezde kullanılan bilgisayar kodlarının temini, çalıştırılmasındaki teknik bilgisi ayrıca üniversite birinci sınıftan bu yana arkamda her zaman desteği olan Doç. Dr. Muhittin ŞAHAN, Yrd. Doç. Dr. Halide ŞAHAN hocama teşekkür ediyorum.

Tez hazırlanması sırasında bana katlanan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşime saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	7
3.1 Nükleer Reaksiyonlar Enerji Mertebeleri.....	7
3.2 Nükleer Reaksiyonlar Türleri Ve Modelleri.....	7
3.3 Nükleer Reaksiyon Korunum Yasaları.....	14
3.4 Nükleer Reaksiyon Tesir Kesitleri.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1 Hızlı Nötron Giriş Reaksiyonlarında Yeni Deneysel Tesir Kesiti Formüllerinin Araştırılması.....	19
4.2 ¹⁸ O Skyrme Hartree-Fock Gösterimi.....	19
4.3 Reaksiyon Tesir Kesiti Sistematiği.....	23
4.3.1 14-15 MeV enerjili (n,p) reaksiyon tesir kesiti sistematiği.....	24

4.3.2 14-15 MeV enerjili (n, α) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri.....	26
4.3.3 14-15 MeV enerjili (n,2n) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri.....	28
4.3.4 14-15 MeV enerjili (n,d) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri.....	30
4.3.5 14-15 MeV enerjili (n,t) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri.....	32
4.4 ^{18}O , ^{56}Fe Çekirdeğinin S_{kn}^* Parametresiyle Hesaplanan Nötron Ve Proton Yoğunlukları.....	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Tesir kesitleri ölçümleri.....	18
Çizelge 4.1 Hesaplanan Yarıçaplar.....	19
Çizelge 4.2 Proton spekturumu	20
Çizelge 4.3 Nötron spekturumu.....	20
Çizelge 4.4 Yoğunluk	20
Çizelge 4.5 Yük form faktör	21
Çizelge 4.6 (n,p) reaksiyon tesir kesiti sistematığı gösterimi.....	24
Çizelge 4.6.1 ¹⁸ O (n,p) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	25
Çizelge 4.6.2 ⁵⁶ Fe (n,p) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	25
Çizelge 4.7 (n, α) reaksiyon tesir kesiti sistematığını gösterimi.....	26
Çizelge 4.7.1 ¹⁸ O (n, α) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması	27
Çizelge 4.7.2 ⁵⁶ Fe (n, α) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	27
Çizelge 4.8 (n, 2n) reaksiyon tesir kesiti sistematığı gösterimi.....	28
Çizelge 4.8.1 ¹⁸ O ln σ (n, 2n) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması	29
Çizelge 4.8.2 ⁵⁶ Fe ln σ (n, 2n) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	29
Çizelge 4.9 (n, d) reaksiyon tesir kesiti sistematığı gösterimi.....	30
Çizelge 4.9.1 ¹⁸ O (n, d) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	31
Çizelge 4.9.2 ⁵⁶ Fe (n, d) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	31
Çizelge 4.10 (n, t) reaksiyon tesir kesiti sistematığını gösterimi.....	32
Çizelge 4.10.1 ¹⁸ O (n, t) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması.....	33
Çizelge 4.10.2 ⁵⁶ Fe (n, t) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çekirdek yüzeyinde meydana gelen doğrudan reaksiyonların gösterimi.....	8
Şekil 3.2 Elastik saçılma.....	9
Şekil 3.3 İnelastik saçılma	9
Şekil 3.4 Direk reaksiyonlar.....	10
Şekil 3.5 ⁶⁴ Zn bileşik çekirdeği.....	11
Şekil 3.6 Bileşik çekirdek reaksiyonları.....	12
Şekil 3.7 Denge öncesi reaksiyonlar.....	13
Şekil 3.8 Denge modellerinin gösterimi.....	14
Şekil 3.9 Gelen demet ve kesit alanını gösteren reaksiyon geometrisi.....	16
Şekil 3.10 dΩ katı açısı içinde saçılan demeti gösteren reaksiyon geometrisi.....	17
Şekil 3.11 θ açısı ile saniyede dΩ katı açısı içine giren parçacıklar.....	17
Şekil 4.1 ¹⁸ O izotoplarının SKM* parametresi kullanılarak hesaplanan proton ve nötron dağılımları.....	34
Şekil 4.2 ⁵⁶ Fe izotoplarının SKM* parametresi kullanılarak hesaplanan proton ve nötron dağılımları.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Çekirdek kütle numarası
b	Barn
d	Döteron
E/A	Parçacık Başına Bağlanma Enerjileri
Fe	Demir elementi
HF	Hartree-Fock
H-FP	Hartree-Fock Programı
MeV	Mega Elektron Volt
N	Çekirdekdeki nötron sayısı
O	Oksijen elementi
p	Proton
s	Asimetri parametresi
SHF	Skyrme-Hartree-Fock
SHFB	Skyrme-Hartree-Fock-Bogolyubov
Z	Çekirdekdeki proton sayısı
α	Alfa
$\sigma(\theta)$	Diferansiyel tesir kesiti
$d\Omega$	Katı Açısı
ρ_n	Nötron yoğunluğu
ρ_p	Proton yoğunluğu
$\rho_{yük}$	Yük Yoğunluk Dağılımları

1. GİRİŞ

Nükleer reaksiyon, yüksek enerjili bir parçacıkla bombardıman sonucunda atom çekirdeğinin özelliklerinin değişmesidir. Çekirdek tepkimesi olarak da bilinir. Bombardıman eden parçacık, alfa parçacığı, gamma ışını fotonu, nötron, proton ya da ağır bir iyon olabilir. Bu parçacığın, pozitif yüklü çekirdeğe, güçlü çekirdek kuvvetlerinin etki alanına girebilecek kadar yaklaşabilmesi için yeterli enerjiye sahip olması gerekir. Bir çekirdek tepkimesinde genellikle, tepkimeye giren iki parçacık bulunur; bunlardan birisi hedef durumundaki ağır çekirdek, ötekisi de bombalayan hafif parçacıktır. Tepkime sonucundan iki yeni parçacık ortaya çıkar; bunlardan birisi daha ağırlaşmış bir çekirdek; öteki de fırlatılandan daha hafif bir parçacıktır. Nükleer reaksiyonlar nötron proton sayıları korunduğu gibi, enerji doğrusal ve açısal momentumlarda korunur.

İlk nükleer reaksiyonlar, Ernest Rutherford' un gerçekleştirdiği çekirdek tepkimesinde azotu alfa parçacığıyla bombalayarak hidrojen çekirdeği, azot çekirdeğinin de tepkime sonucunda nadir rastlanan oksijen izotopuna dönüştüğü gözlemlenmişti. Bir protonun açığa çıktığı bulunmuştur. Bu tepkimede bombalanan ve fırlatılan parçacıklar çekirdek tepkimeleridir. Rutherford' un gerçekleştirdiği çekirdek tepkimesinde iki parçacık ortaya çıkarken (a,p) bazı çekirdek tepkimelerinde ikiden daha fazla parçacık ortaya çıkabilir.

Yapay olarak hızlandırılmış parçacıklarla oluşturulan ilk çekirdek tepkimesi, İngiliz fizikçiler E.T.S. Waltson ve J.D. Cockcroft tarafından gerçekleştirildi. Bu tepkimede, lityum çekirdeği, hızlandırılmış protonlarla bombardıman edilerek iki helyum çekirdeği (alfa parçacığı) elde edilmişti. Yüklü parçacıkları giderek daha fazla hızlandırıp daha yüksek enerjilere çıkarılarak, yüksek enerjili birçok çekirdek tepkimesi oluşturulmuş ve mezonlar, baryonlar ve rezonans parçacıkları olarak adlandırılan çeşitli temel parçacık türleri elde edilmiştir. Nötronun ispatı da Sir James Chadwick tarafından keşfedilmiş, bu keşiften dolayı da Nobel Fizik ödülünü almıştır. Nötronlar, elektron ve protonun birleşiminden oluşurlar. Proton ile aynı kütleyle sahiptirler.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çekirdek fiziğinde ilk zamanlardan bugüne kadar çekirdek modelleri oluşmuştur. Bu modeller çekirdeğin özelliklerini pek fazla açıklayamamanın yanında modeller içinde bazı özellikleri iyi tanımlanmalıdır. Çekirdek modellerine olan ilgi izotopların gelişmesiyle yeniden başlamıştır. Çekirdek fiziğinde deneysel verilerle uyumlu hale gelen fenomenolojik kuvvetler kullanılmaktadır. Fenomenolojik kuvvetler özel bir amaç olarak kullanılmaktadır.

Çekirdeğin taban durum anlatabilmek için fenomenolojik kuvvet ise Skyrme denilen kuvvettir. Skyrme kuvvetinin ortaya çıkmasıyla çekirdek fiziğinde HF teorisi kullanılmaya başlanmıştır. HF teorisi iki parçacık etkileşmesinden tek parçacık potansiyeli oluşabilmesi için bir yöntem oluşturmaktadır. HF teorisi çok cisimli bir kuantum düzeninin taban durum enerjisinin ve dalga fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılmaktadır. Skyrme kuvvetinin HF teorisiyle birlikte kullanılmasıyla pek çok olaylara uygulanmıştır. Bunlar; çekirdeğin deformasyon özellikleri, ağır çekirdekler, titreşimler ve iyon çarpışmalarıdır.

Çekirdeğin taban durumunu anlatabilmek için SHF yöntemi, nükleer yapı fiziği için kuvvet değişkenlerinde, elektron saçılma deneylerinde, çekirdekteki taban durumun RPA titreşimleri gibi kullanılmıştır. SHF yönteminin bir diğer türü, 1958 yılında Bogolyubov'dan önerilen Skyrme- Hartree-Fock-Bogolyubov (SHFB) yöntemidir. Bu yöntem, SHF ve süperiletkenliği açıklamakta kullanılmaktadır.

SHF yöntemi gibi başka bir kuvvette Gogny kuvvetidir (Gogny-Hartree-Fock). Gogny kuvvetinde çekirdekteki çiftlenmeyi açıklamakta, sonlu menzilli bir ya da iki cisim etkileşmesi olarak açıklanmaktadır. Gogny kuvvette yoğunluk ve spin yörünge kuvvet terimleri yer almaktadır.

Günümüzde küresel yapıdan uzak çekirdeklere uygulanarak Skyrme kuvvetinin geliştirilmesine sebep olmuştur. SHF yöntemi, çekirdeğin taban durum özelliklerini açıklamakta etkilidir. SHF yöntemi kullanılarak üzerinde çalıştığım çekirdeklerin taban durum özellikleri ve elde edilen sonuçların HARTREE-FOCK bilgisayar programlarında hesaplanmıştır.

Nükleer yapıdaki teorik çalışmalarım, temel nükleon-nükleon etkileşimi kullanılarak yapılmaktadır. Çekirdeğin taban durum özelliklerin de en çok kullanılan Skyrme kuvvetidir. Skyrme kuvveti Hartree-Fock (HF) yöntemiyle birlikte kullanılarak proton, nötron, yük yoğunluk yarıçapları, proton, nötron, yük yoğunluk dağılımları, parçacık başına bağlanma enerjileri gibi çekirdeğin taban durum özellikleri hesaplanmaktadır. Yukarıda anlatılan çekirdek taban durum özelliklerinin, Skyrme kuvveti kullanılarak, HF yaklaşımında incelenmesidir. Tezin bu bölümünde SHF ve SHFB yöntemleri anlatılmaktadır.

Schödinger denkleminin yazılmasıyla bu denklem ile kuantum mekaniksel uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Schrödinger denklemi birden fazla parçacık içeren atom, molekül gibi yapılar için çözülememekteydi. Atom ve molekül yapılarının çözülmesi D. Hartree tarafından birden fazla parçacık içeren sistemlere uygulanmıştır. Hartree-Fock yöntemi, ilk olarak atom fiziğinde kullanılmış daha sonralarda çok parçacıklı çekirdek fiziğinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem çok cisimli kuantum sisteminin taban durum enerjisi ve dalga fonksiyonunun belirlenmesi için bir yaklaşımdır.

Sistemin dalga fonksiyonu, tek parçacık dalga fonksiyonlarını ile göstermektedir. Tek parçacık dalga fonksiyonları toplam enerjilerinin minimum halinden bulunur.

Bu yaklaşımda sistemin toplam dalga fonksiyonu,

$$\phi(r_1 \dots r_N) = \frac{1}{\sqrt{A!}} \begin{vmatrix} \varphi_1(r_1)\varphi_1(r_2)\dots\dots\dots\varphi_1(r_N) \\ \varphi_2(r_1)\varphi_2(r_2)\dots\dots\dots\varphi_2(r_N) \\ \vdots \\ \varphi_N(r_1)\varphi_N(r_2)\dots\dots\dots\varphi_N(r_N) \end{vmatrix} \quad (2.1)$$

A nükleon sayısını demektir. Çekirdeğin taban durum özellikleri hesaplanır. Bu hesaplamalar için bu tez çalışmamda Skyrme yaklaşımı kullanılmaktadır.

Nükleer fizikte fenomenolojik kuvvetler kullanılmış ve büyük ölçüde başarı sağlanmıştır. Çekirdeğin taban durum anlatabilen ve problemlere uygulanan fenomenolojik etkileşimlerin sayısı çoktur. Kuvvetler sadece özel bir amaç için

kullanılmaktadır. Çekirdeğin taban durum özelliklerini açıklamak için uygun fenomenolojik kuvvet Skyrme kuvvetidir.

Skyrme kuvveti iki cisim etkileşmesi ya da üç cisim etkileşmesini içeren bir kuvvettir (Skyrme 1956, Skyrme 1959). Bu etkin etkileşme

$$\vec{V}_{Skyrme} = \sum_{i<j} \vec{V}_{ij} + \sum_{i<j<k} \vec{V}_{ijk} \quad (2.2)$$

ilk terim iki cisim etkileşmesini, ikinci terim ise üç cisim etkileşmesini göstermektedir. Skyrme kuvvetinin üç cisim etkileşme kısmı

$$\vec{V}_{ijk} = t_3 \delta(\vec{r}_i - \vec{r}_j) \delta(\vec{r}_i - \vec{r}_k) \quad (2.3)$$

ile ifade edilir. t_3 , etkileşmenin yoğunluğa bağlı kısmıdır.

$$\vec{V}_{ijk} \cong \vec{V}_{ij} = \frac{1}{6} t_3 (1 + x_3 P_\sigma) \delta(\vec{r}_i - \vec{r}_j) \rho^\alpha \left(\frac{\vec{r}_i + \vec{r}_j}{2} \right). \quad (2.4)$$

Böyle bir terim çok cisim etkilerinin basit bir fenomenolojik kuvvet olup nükleonlar tarafından etkilenen iki nükleon arasındaki etkileşimdir.

Çekirdeğin taban durum özelliklerinde Hartree-Fock hesaplamaları kullanılır. Bu çalışmalar etkileşmenin anlaşılmasında önemli veriler sağlamaktadır. Etkileşimler içinde Skyrme etkileşimli Hartree-Fock metodu, hafif ve ağır çekirdeklerin taban durum hesaplamaları için en uygundur. Skyrme Hartree-Fock metodu bir nükleonun diğer nükleonlarla oluşturduğu kabuk modelini esas alır.

Skyrme etkileşimi sayesinde Hartree-Fock denklemlerinin türetilmesi için kolayca olmaktadır.

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_A) = \frac{1}{\sqrt{A!}} \det|\varphi_i(x_j)| \quad (2.5)$$

Burada, A çekirdekdeki toplam nükleon sayısını x , r uzay, σ spin ve q izospin ($q=+1/2$ proton için, $q=-1/2$ nötron için) koordinatlarını temsil eder.

Skyrme etkileşmesinde en önemlisi Hartree-Fock enerjisinin üç yoğunluğun fonksiyonu:

$$\begin{aligned}
\rho_q(\vec{r}) &= \sum_{i,\sigma} w_i |\varphi_i(\vec{r}, \sigma, q)|^2 \\
\tau_q(\vec{r}) &= \sum_{i,\sigma} w_i |\vec{\nabla} \varphi_i(\vec{r}, \sigma, q)|^2 \\
\vec{J}_q(\vec{r}) &= (-i) \sum_{i,\sigma,\sigma'} w_i \varphi_i^*(\vec{r}, \sigma, q) [\vec{\nabla} \varphi_i(\vec{r}, \sigma', q) \times \langle \sigma | \vec{\sigma} | \sigma' \rangle].
\end{aligned} \tag{2.6}$$

Burada ρ_q nükleon yoğunlukları, τ_q kinetik enerji ve \vec{J}_q spin-yörünge yoğunlukları, $q = n$ ve p , nötron ve protonu temsil eder.

Bu çalışmada nükleer yapıda önemli olan Skyrme kuvveti kullanılarak; çekirdeğin taban durum özellikleri, parçacık başına düşen bağlanma enerjileri hesaplanmıştır. Bundan nötron ve proton yoğunluk dağılımlarını hesaplamak için Hartree-Fock ile elde edilen φ_i tek parçacık dalga fonksiyonudur. Bu dalga fonksiyonu denklemde yerine yazılarak nötron ve proton yoğunluk dağılımları bulunmaktadır. Bu yük yoğunluğu çekirdeğin şeklini elde etmek için önemli bilgiler içermektedir.

$$\rho_q(\vec{r}) = \sum_{i \in q} w_i \varphi_i^+(\vec{r}) \varphi_i(\vec{r}) \quad q = n \text{ veya } p \tag{2.7}$$

Denklemden tanımlanan proton yoğunluğu da kullanılmaktadır. Nükleon yoğunluğu basit bir Fourier dönüşümüyle

$$F_q(k) = 4\pi \int_0^\infty r^2 j_0(kr) \rho_q(r) dr. \tag{2.8}$$

j_0 sıfırıncı dereceden küresel Bessel fonksiyonudur.

Çekirdeğin yük yoğunluğunu, Fourier-Bessel dönüşümüyle aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\rho_{yük} = \frac{1}{2\pi^2} \int k^2 j_0(kr) F_{yük}(k) dk. \tag{2.9}$$

Nötron, proton ve yük yarıçaplarının kare ortalamalarının karekökü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$r_a = \langle r_a^2 \rangle^{1/2} = \left[\frac{\int r^2 \rho_a(r) dr}{\int \rho_a(r) dr} \right]^{1/2}. \tag{2.10}$$

Burada a nötron, proton ve yük demektir.

Hem teorik hem de deneysel bir nicelik olan nötron deri kalınlığı (t_n) nötron ile proton yarıçapları kare ortalamalarının karekökünün farkı:

$$t_n = r_n - r_p. \quad (2.11)$$

Hartree-Fock yaklaşımında parçacık başına bağlanma enerjisi,

$$\frac{E}{A} = \frac{1}{2A} \sum_i (t_i - e_i) \quad (2.12)$$

t_i tek parçacık kinetik enerjileri ve e_i ise tek parçacık enerjilerini demektir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Nükleer Reaksiyon Enerji Mertebeleri

Nükleer reaksiyonlarda, 1-10 MeV bölgesine düşük enerjili reaksiyonlara denir. Proton ve nötronların birbirine dönüştüğü, mezon üretiminin meydana geldiği 100 MeV-1GeV orta enerjili reaksiyon denildiği üzere sihirli parçacıkların üretilebildiği 1-2 GeV bölgesine ise yüksek enerjili reaksiyon denmektedir.

Tipik bir nükleer reaksiyon $a + X \rightarrow Y + b$ biçiminde yazılır. Bu reaksiyonu göstermenin kısa yolu $X(a,b)Y$ şeklindedir. Burada a hızlandırılan parçacık, X hedef, Y ürün (ağır çekirdek), b ürün (hafif çekirdek)dür. Y hedefte duran ve doğrudan gözlenmeyen ağır bir üründür. B ise tespit edilebilen ve ölçülebilen hafif bir parçacıktır. Nükleer reaksiyonlar yüzeyde oluşur ve coulomb saçılması uzaktan etkilenir.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar,

- 1) Direk reaksiyonlar
- 2) Bileşik (compound) çekirdek reaksiyonları
- 3) Denge öncesi (pre-equilibrium) reaksiyonlar

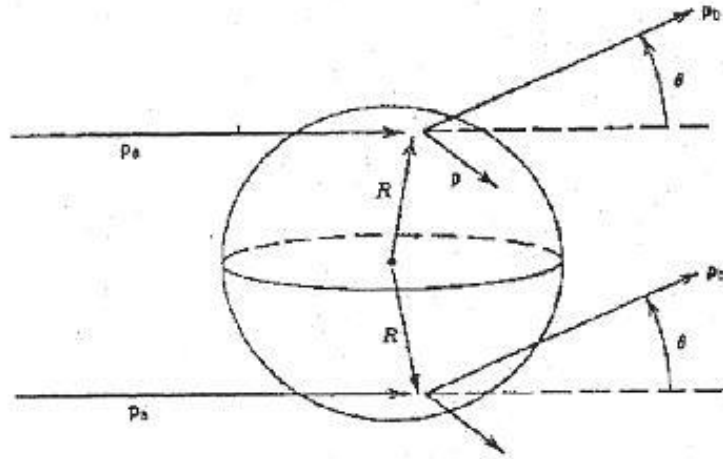
3.2 Nükleer Reaksiyon Türleri Ve Modelleri

- 1) Direk Reaksiyonlar

İki cisim etkileşmesinde parçacıkların biri çekirdeği terk edip giderse gerçekleşmiş olur. Bu reaksiyonda gelen parçacık öncelikle çekirdeğin yüzeyinde etkileşir bu reaksiyonlara peripheral reaksiyonlarda denir. Gelen parçacığın enerjisi arttıkça parçacığın dalga boyu, çekirdek boyutu bir cisimle etkileşecek büyüklükten nükleon büyüklüğündeki bir cisimle etkileşecek kadar küçülür.

Direk reaksiyonlar da birkaç nükleon reaksiyona katılır, hedefteki diğer nükleonlar pasif gözleyici olarak görev yapar. Direk reaksiyonlarda, gelen parçacık önce çekirdek yüzeyindeki nükleonlar ile etkileşir. Gelen parçacığın enerjisi arttıkça parçacığın dalga boyu, çekirdeğin içindeki nükleonlarla da etkileşmeye başlar. Kabuk modeli durumu incelenebilir. Y 'nin birçok uyarılmış durumuna ulaşabilir.

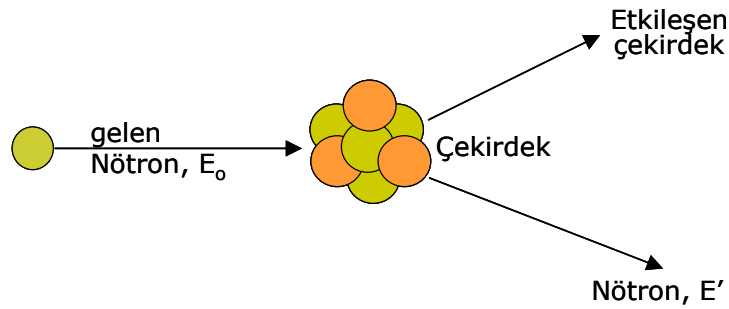
Bu reaksiyonda direk ve birleşik çekirdek, çekirdek süreçleri katkıda bulunabilir. Direk süreçler 10^{-22} s mertebesinde çok hızlı oluşur, birleşik çekirdek reaksiyonları ise 10^{-16} ile 10^{-18} s arasında değişen daha uzun bir sürede meydana gelir. Direk reaksiyonlarda giden parçacıkların açısal dağılımı keskin pikler eğilimindedir.



Şekil: 3.1 Çekirdek yüzeyinde meydana gelen doğrudan reaksiyonların geometrisini göstermektedir.
Kenneth S. Krane Nucl. Phys.2

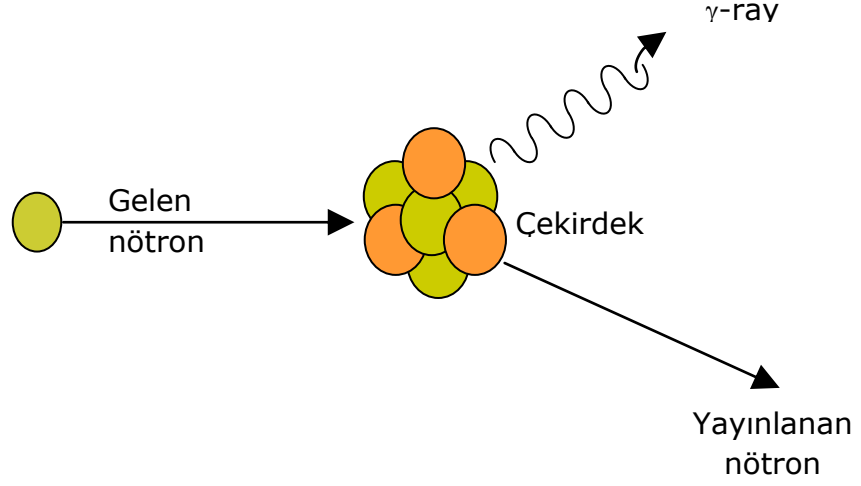
Direk reaksiyonlarda iki tür saçılma vardır:

Elastik saçılma: Gelen parçacığın enerjisine ya bir direk reaksiyon ya da bir bileşik çekirdek reaksiyonu ile meydana gelebilir. MeV mertebesinde enerjiye sahip nötronların enerji kaybetmesidir. İki çarpışan parçacığın toplam kinetik enerjisi her zaman korunur. $A(n,n)A$ reaksiyonlardır. Nötron bir atom çekirdeğine çarpışan kinetik enerjisinin bir kısmını ona aktardıktan sonra gelişinden farklı bir doğrultuda saparak çekirdekten uzaklaşır. Fakat çekirdeğin yapısı değişmez.



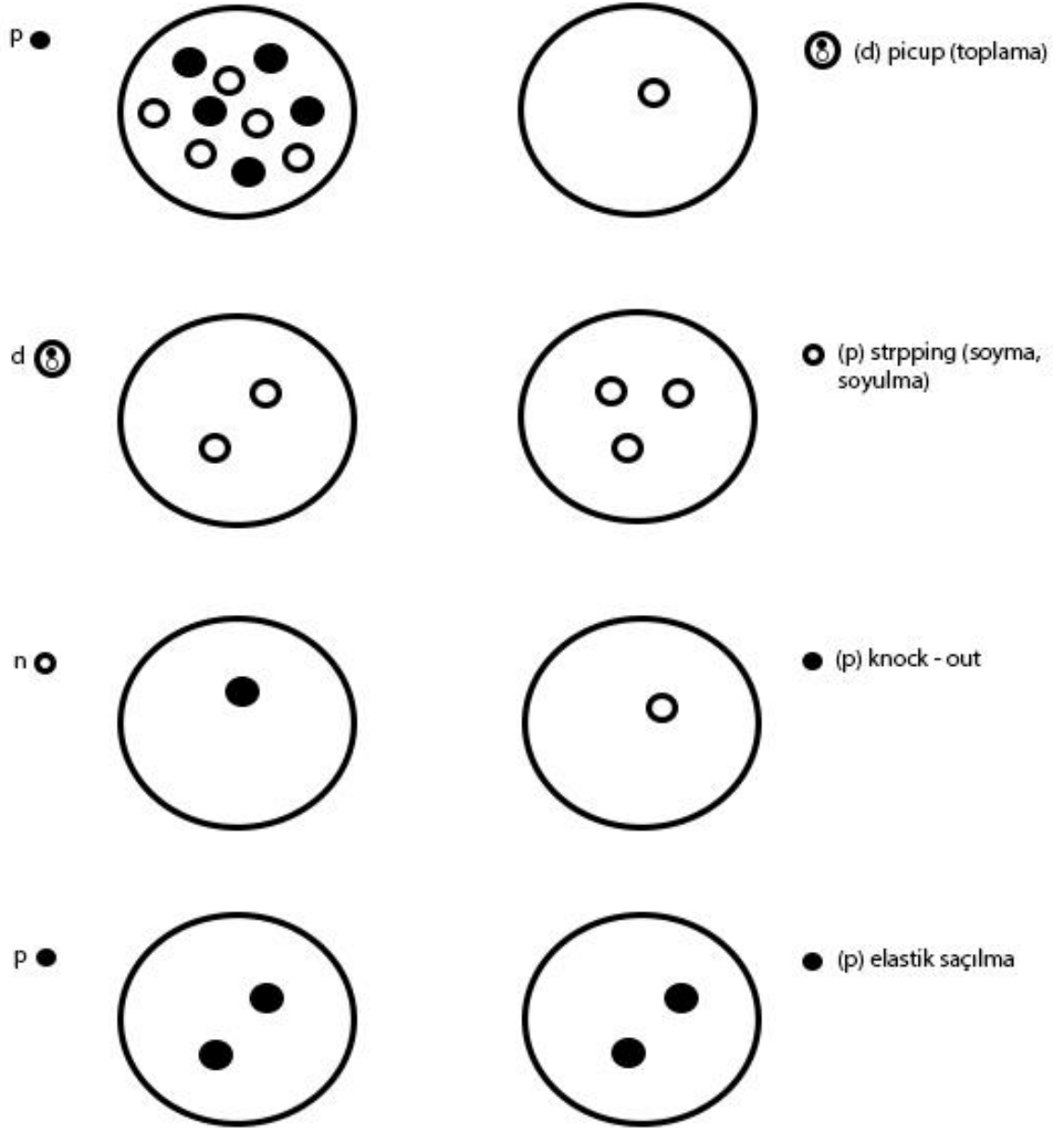
Şekil: 3.2 Elastik saçılma

İnelastik saçılma: Kinetik enerjisi korunmayan, $A(n,n')A^*$, $A(n,2n')B^*$ gibi reaksiyonlardır. Bu reaksiyonlarda, çekirdek uyarılmış durumda kalır. Nötronun çekirdeği uyarması için yeterince enerjiye (1 MeV veya fazla) olması gerekir. Bu enerjinin altında sadece elastik saçılma olur inelastik saçılma olmaz.



Şekil: 3.3 İnelastik saçılma

Direk reaksiyonları kısaca şekil üzerinde özetlersek

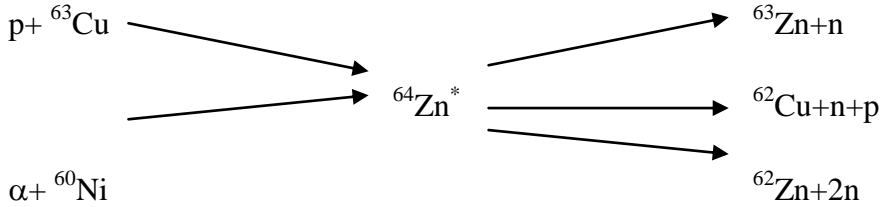


Şekil: 3.4 Direk reaksiyonlarda merminin hedefe gelip çarpma süresi 10-22s

2) Bileşik Çekirdek (denge) Reaksiyonları

Gelen parçacık hedef çekirdek içerisine girer, çekirdek içerisindeki nükleonlarla pek çok çarpışma yaparak enerjisini kaybeder. Bu parçacığın muhtemelen basit bir saçılma ile hedef nükleonlardan biri ile etkileşme ihtimali çok yüksektir. Daha sonra parçacık tarafından aktarılan enerji hedef çekirdeği uyarılmış durumda bırakır. Uyarılmış durumdaki birleşik çekirdek taban durumuna dönebilmek için parçacık ya da gama yayınlar. Reaksiyon parçacık ya da gama yayınlamasıyla sonlanır. Birleşik gama reaksiyonunda merminin hedefe girmesiyle süre bir ara durum olduğu için 10^{-16} s sürede oluşur.

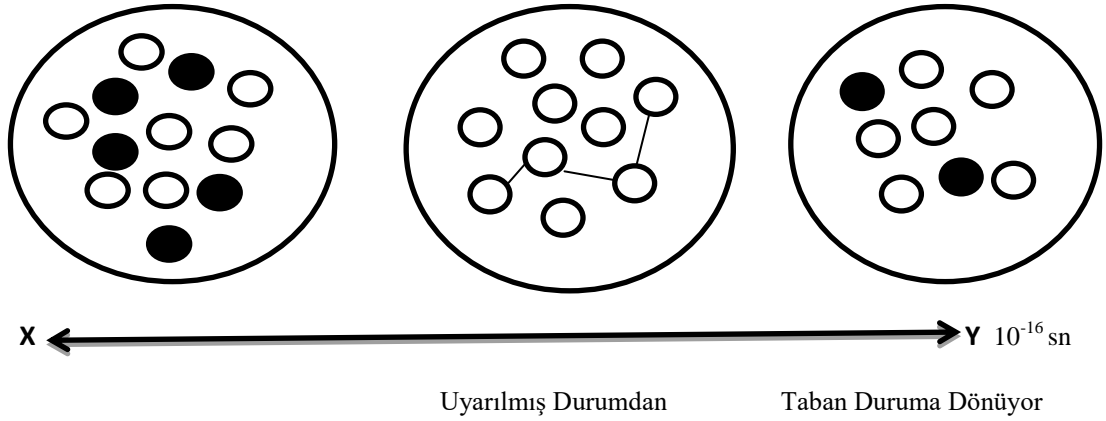
Bileşik çekirdek reaksiyonlarında gelen parçacık hedef çekirdeğe, çekirdek yarıçapına göre küçük çarpma parametresi ile girdiğinde, hedef çekirdeğin nükleonlarıyla etkileşir. Etkileşmelerden sonra parçacığın gelme enerjisi, gelen parçacık ve hedef çekirdekten oluşan nükleonları arasında paylaşılır. Bu durumda tek bir nükleon çekirdeği terk etmeye yetecek kadar enerjiye sahip olabilir. Sembolik olarak $a + X \rightarrow C \rightarrow Y + b$ gösterilir. Burada C bileşik çekirdeği göstermektedir.



Şekil: 3.5 $^{64}\text{Zn}^*$ bileşik çekirdeği için farklı oluşum ve bozunum durumlarıdır. Sonsuz reaksiyon olabilir. Sadece 3 tane Çıkış kanalı sınırlıdır, belirli reaksiyonlar olabilir. Reaksiyon süresi 10^{-16} s ve gama yayımlayabiliyor.

Bileşik çekirdek(denge) reaksiyonunda, Bohr Bağımsız Hipotezi ile açıklanır. Gelen parçacık ile reaksiyon (çarpışma öncesi ve sonrası) oluşması birbirinden bağımsızdır. Bileşik reaksiyon oluşma süresi ile bileşik çekirdekle parçacık yayınlaması birbirinden bağımsızdır. Direk reaksiyonlarda bağımlıdır.

Bileşik çekirdek reaksiyonlarını kısaca şekil üzerinde özetlersek:

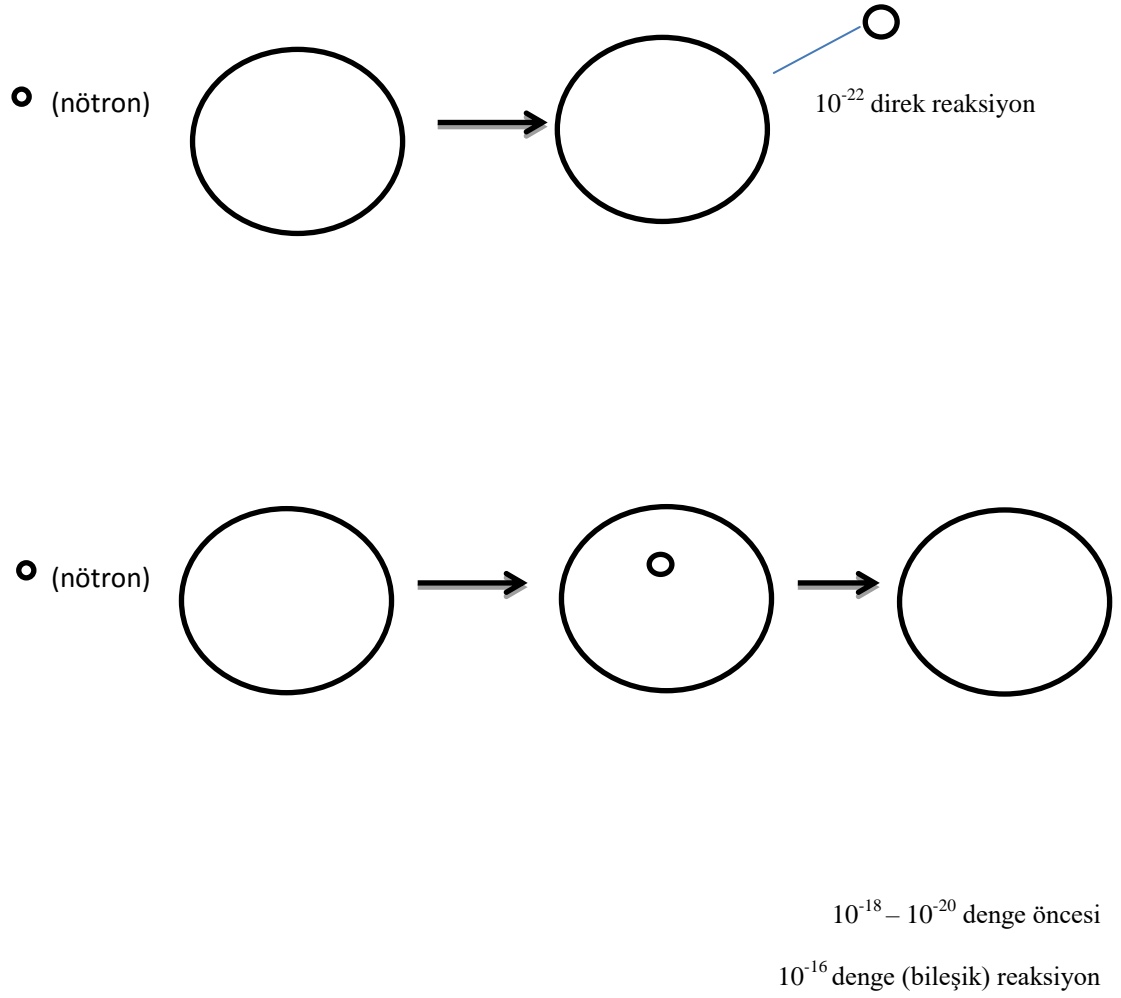


Şekil: 3.6 Bileşik çekirdek reaksiyonları

3) Denge Öncesi Reaksiyonlar

Denge öncesi reaksiyonlar nükleer yapının anlaşılmasına ve parçacık yayınlanma mekanizmasının açıklanmasına sağlamaktadır. Denge öncesi işlemler, 10 MeV in üzerindeki hafif parçacıklar ile oluşturulan nükleer reaksiyonlarda önemli bir yer tutar. 10-60 MeV enerjili proton, nötron ve alfa parçacıkları ile nükleer reaksiyon oluşturarak yüksek enerji bölgesini açıklamaktadır. Sistem dengeye gelmeden parçacık yayınlayabiliyor. Sistem direk reaksiyon ile bileşik reaksiyon arasındadır. Daha sistem bileşik çekirdeği oluşturmuş değil, enerji olarak özdeş hale gelecektir. Enerjisini düşürüp yükseltirse bu arada yayınlanma gerçekleşir. Yüksek enerjilerde nükleer reaksiyonların özellikleri, nükleer seviyelerde (cascade) dikkate alınarak gayet iyi bir şekilde incelenebilir. Cascade Exciton Model (CEM), reaksiyonlar üç aşamada meydana gelir. İlk olarak bir nükleer seviyelerdeki geçiş sonra denge öncesine, üçüncü aşama ise bileşik çekirdeğe karşılık gelir. Denge öncesi modeller 200 MeV'in altındaki nükleer tesir kesitlerinin modellenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Denge öncesi reaksiyonu şekil olarak özetlersek:



Şekil: 3.7 Denge öncesi reaksiyonlar parçacık hedefe çarpar, hedef çekirdeğinde uyarılmalar yapar. Uyarılmalar esnasında yayınlamalar oluşur. Basamak sistem dengeye gider. Dengeye varıncaya yayınlamalar olur. 10^{-18} s ile 10^{-20} s bu arada gerçekleşen bir reaksiyon türüdür.

Açısal Momentum Korunumu: Gelen parçacığın spini ve açısal dağılımıyla, çıkan parçacığın yörüngesel açısal momentumu arasında ilişki vardır. Böylece nükleer durumların spinleri saptanabilir

Parite Korunumu: Eğer giden parçacığın yörüngesel açısal momentumu bilinirse, uyarılmış durumların bilinmeyen paritelerinin bulunması kolaylaşır.

Yük Korunumu: Reaksiyona giren ve çıkan toplam yük sayısının eşit olmasıdır.

İstatistik Korunumu: Hadron sayısı, lepton sayısı, spin açısal momentum sayılarının korunumunu içerir.

İzospin: Nükleer kuvvetin yükten bağımsız ve yük simetrisine bağlı olmasından dolayı izospin tüm nükleer reaksiyonlarda korunmalıdır.

- 1) Kütle Korunumu $\rightarrow A_1+A_2=A_3+A_4$
- 2) Nötron Sayısı $\rightarrow N_1+N_2=N_3+N_4$
- 3) Proton Sayısı $\rightarrow Z_1+Z_2=Z_3+Z_4$
- 4) Toplam Momentum $\rightarrow P_i=P_s$
- 5) Toplam Açısal Momentum $\rightarrow L_i=L_s$
- 6) Toplam Spin Açısal Momentum $\rightarrow S_1+S_2=S_3+S_4$
- 7) Parite Korunumu $\rightarrow (-1)^{L_i}=(-1)^{L_s}$
- 8) Toplam Enerji Korunumu $\rightarrow E_i=E_s$

3.4 Nükleer Reaksiyon Tesir Kesitleri

Tesir Kesiti:

Bir olayın meydana gelme ihtimaline denmektedir. Tesir kesiti (σ), gelen hızındaki azalmayı ifade eder. Ayrıca uyarılma fonksiyonu olarak da isimlendirilir. Uyarılma fonksiyonu hedef malzemedeki diğer radyoizotopların seviyesini belirler. Hedef çekirdeklere çarptığında bilinmektedir. Tesir kesiti deneysel ölçülür, alan boyutundadır. Fizikte önemli bir yeri vardır. Tesir kesit alanı ne kadar büyükse reaksiyon oluşma ihtimali o kadar büyüktür. Tesir kesitinin birimi barn 'dır. b ile gösterilir. Daha küçük birimi milibarn'dır.

$$1\text{barn}=10^{-12}\text{cm}\times 10^{-12}\text{cm}=10^{-24}\text{cm}^2$$

$$1\text{mb}=10^{-3}\text{b}$$

Ndt = Birim yüzey başına düşen çekirdek sayısı

$Andt$ = A alanındaki toplam çekirdek sayısı

$An\sigma dt$ = Toplam etkin alan

Buradaki N levhadaki t kalınlığı geçen parçacık sayısı iken N_0 ise levhaya gelen parçacık sayısıdır.

$$N = N_0 e^{-n\sigma t} \quad (3.1)$$

$$I = I_0 e^{-n\sigma t} \quad (3.2)$$

R_b (birim zamanda çıkan parçacık sayısı) :

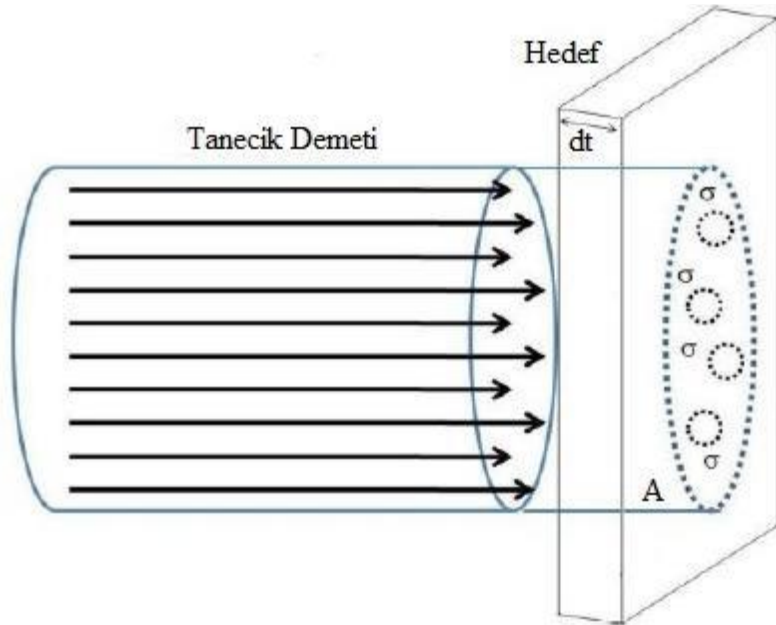
$$R_b = I_a \frac{A'}{A} = I_a \frac{nAt\sigma}{A} = I_a n t \sigma = I_a N \sigma \quad (3.3)$$

Buna göre R_b 'yi ölçerek tesir kesitini elde etmiş oluruz:

I_a : saniyede hedefe çarpan parçacık sayısıdır.

$$\sigma = \frac{R_b}{I_a N} \quad (3.4)$$

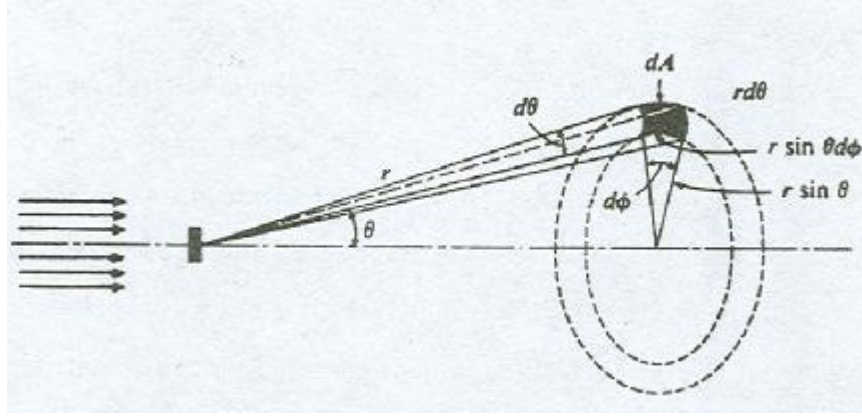
İnce bir levha üzerine I şiddetiyle gelen bir parçacık düşünelim, Bu levha dt kalınlığına sahip olsun. Bu parçacık levhadan geçerken çekirdek etrafına yaklaşmışsa, bu parçacık saçılma veya soğurulma gerçekleştirecektir yani bir nükleer reaksiyon gerçekleştirmiş olacaktır.



Şekil: 3.9 Gelen demet ve kesit alanını gösteren reaksiyon geometrisi

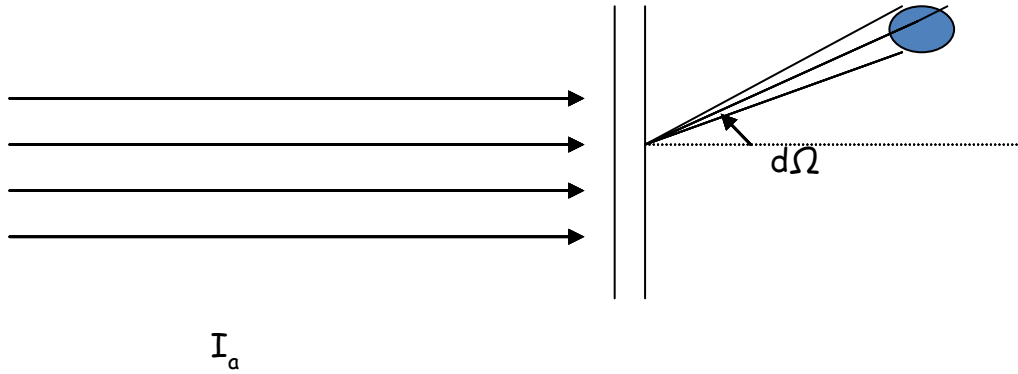
Diferansiyel Tesir Kesiti:

Farklı açılarla hedeften saçılma ve yayınlanmayı temsil etmektedir. Her zaman bir tür nükleer reaksiyonlar meydana getirmezler. Birden fazla nükleer reaksiyonlar oluşturduğunda her birinin tesir kesiti farklı olacaktır. Bu tesir kesitleri kısmi tesir kesitleri olarak isimlendirilir. Toplam tesir kesiti dediğimizde bunların toplamlarına eşit olacaktır. Diferansiyel-tesir-kesiti sadece enerjiye bağımlı değil, aynı zamanda tesir kesitinin yöne bağımlılığının nükleer reaksiyonun cinsine göre olduğu bilinmektedir.



Şekil: 3.10 $d\Omega$ katı açısı içinde saçılan demeti gösteren reaksiyon geometrisi

Nükleer reaksiyon oluştuktan sonra dışarı gönderilen parçacıklar anizotropik dağılım göstermektedir. Farklı açılarda farklı enerjilere sahip olmaktadır. Ortaya çıkan parçacıkların tümünü algılayamaz. Bu durumun anlaşılabilmesi için açıya bağımlı başka bir tesir-kesiti tanımlanmaktadır. Birim katı aç başına düşen tesir-kesiti olarak tarif edilir.



Şekil: 3.11 θ açısı ile saniyede $d\Omega$ katı açısı içine giren parçacıkların sayısının bilinmelidir.

Bunu (θ, φ) ile gösterdiğimizizde;

$$\sigma(\theta, \varphi) = d\sigma / d\Omega \quad (3.5)$$

$$\sigma = \int (d\sigma / d\Omega) d\Omega = \int (d\sigma / d\Omega) \sin\theta d\theta d\varphi \quad (3.6)$$

yukardaki denklemler elde edilmektedir. Eğer diferansiyel tesir kesiti φ 'den bağımsız ise tesir kesiti:

$$\sigma = 2\pi \int (d\sigma / d\Omega) \sin\theta d\theta \quad (3.7)$$

Diferansiyel-tesir-kesiti:

$$d\sigma / d\Omega = \sigma(\theta) \quad (3.8)$$

Tesir kesiti, ne ölçtüğümüze bağlıdır.

Çizelge 3.1 Tabloda bu ölçümleri nasıl gerçekleştiği ve nasıl sonuçların bulunduğu gösterilmektedir.

Tesir Kesitleri	Sembol	Teknik	Olanaklı Uygulama
Toplam	σ_t	Demetin incelenmesi	Zırhlama
Reaksiyon	Σ	Tüm açılar üzerinden integral alınması	Bir nükleer reaksiyonda Y radyoizotop üretimi
Diferansiyel(açısal)	$d\sigma / d\Omega$	(θ, φ) b'nin gözlenmesi	Belirli bir doğrultuda b parçacıklar demetinin oluşumu
Diferansiyel (enerji)	$d\sigma / De$	b gözlenmez	Y'nin uyarılmış durumlarının bozunmasının incelenmesi
Çift Diferansiyel	$d^2 \sigma / dE_b d\Omega$	belirli bir enerji de b (θ, φ) ' de gözlenir	b açısal dağılımı ile Y'nin uyarılmış durumları hakkında bilgi edinilmesi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hızlı Nötron Giriş Reaksiyonlarında Yeni Deneysel Tesir Kesiti Formüllerinin Araştırılması

Hızlı nötronlarla oluşturulan reaksiyonlarının ampirik tesir kesitleri:

$$\sigma(n, x) = C \sigma_{ne} \exp[as] \quad (4.1)$$

x reaksiyonda üretilen parçacığı göstermektedir. Elastik olmayan nötron tesir kesiti, $\sigma_{ne} = \pi r_0^2 (A^{1/3} + 1)^2$ ile gösterilmekte, C ve a katsayıları ise, serbest parametrelerdir. Elastik olmayan tesir kesitleri MeV mertebesinde ölçülmüştür. Buradaki terim, reaksiyon ürünlerinin bileşik çekirdekten yayınlanmasını ifade eder. Bir $S = (N-Z)/A$ bağılılığı vardır.

Tel ve arkadaşları tarafından çekirdek kabuk modeli ve asimetri parametresi $S = (N-Z)/A$ ile yeni bir yarı deneysel (n,p) reaksiyon tesir kesiti formülü geliştirmiştir. Bu yeni deneysel formül (n,p), (n, α), (n,2n), (n,d) ve (n,t) reaksiyonlarını incelenmiştir. Düşük enerjili nötronlarla hedef malzemelere çarptırılmasıyla $^{18}\text{O}(n,p)$, $^{56}\text{Fe}(n,p)$; $^{18}\text{O}(n,\alpha)$, $^{56}\text{Fe}(n,\alpha)$; $^{18}\text{O}(n,2n)$, $^{56}\text{Fe}(n,2n)$; $^{18}\text{O}(n,d)$, $^{56}\text{Fe}(n,d)$; $^{18}\text{O}(n,t)$, $^{56}\text{Fe}(n,t)$, gibi reaksiyonlardan nötron demetleri elde edilmiştir. Skyrme etkileşimi ile hartree fock gösterimi aşağıda gösterilmiştir.

4.2 ^{18}O Skyrme Hartree-Fock Gösterimi

Oksijen(^{18}O)

Çizelge 4.1 Hesaplanan Yarıçaplar

MASS RADII:	RMS= 2.7788	RDMS= 2.9512	SURFACE= 0.78593
CHARGE RADII:	RMS= 2.7886	RDMS= 2.9074	SURFACE= 0.86934
	TOTAL ENERGY= - 138.40	ZPE= 8.5153	EPAIR= -6.5136

Çizelge 4.2 Proton spekturumu

PROTON SPEKTRUM:	J	L	ENERJİ	AĞIRLIK
	$\frac{1}{2}$	0	-32.434	1.0000
	$\frac{3}{2}$	1	-18.812	1.0000
	$\frac{1}{2}$	1	-13.212	1.0000

Çizelge 4.3 Nötron spekturumu

NÖTRON SPEKTRUM:	J	L	ENERJİ	AĞIRLIK
	$\frac{1}{2}$	0	-33.061	0.99740
	$\frac{3}{2}$	1	-19.019	0.98782
	$\frac{1}{2}$	1	-13.660	0.96205
	$\frac{5}{2}$	2	-6.1372	0.30192
	$\frac{3}{2}$	2	0.52705	0.26370E-01
	$\frac{1}{2}$	0	-3.9060	0.10638

Çizelge 4.4 Yoğunluk

I	R	RHO-COUL	PROTON	NÖTRON	KÜTLE
1	0.000	0.69041E-01	0.66959E-01	0.78837E-01	0.14580
2	0.300	0.69412E-01	0.68217E-01	0.79715E-01	0.14793
3	0.600	0.70217E-01	0.69848E-01	0.80189E-01	0.15004
4	0.900	0.70672E-01	0.71331E-01	0.80317E-01	0.15165
5	1.200	0.69844E-01	0.71398E-01	0.79318E-01	0.15072
6	1.500	0.66994E-01	0.69126E-01	0.76505E-01	0.14563
7	1.800	0.61795E-01	0.64121E-01	0.71432E-01	0.13555
8	2.100	0.54382E-01	0.56529E-01	0.64000E-01	0.12053
9	2.400	0.45312E-01	0.46977E-01	0.54516E-01	0.10149
10	2.700	0.35470E-01	0.36464E-01	0.43714E-01	0.80178E-01
11	3.000	0.25895E-01	0.26191E-01	0.32687E-01	0.58878E-01
12	3.300	0.17546E-01	0.17287E-01	0.22650E-01	0.39937E-01
13	3.600	0.11039E-01	0.10483E-01	0.14564E-01	0.25047E-01
14	3.900	0.64963E-02	0.59012E-02	0.87936E-02	0.14695E-01
15	4.200	0.36212E-02	0.31422E-02	0.50874E-02	0.82296E-02

16	4.500	0.19373E-02	0.16165E-02	0.28822E-02	0.44986E-02
17	4.800	0.10064E-02	0.81766E-03	0.16271E-02	0.24447E-02
18	5.100	0.51322E-03	0.41149E-03	0.92578E-03	0.13373E-02
19	5.400	0.25856E-03	0.20745E-03	0.53419E-03	0.74164E-03
20	5.700	0.12902E-03	0.10514E-03	0.31339E-03	0.41854E-03
21	6.000	0.64339E-04	0.53656E-04	0.18696E-03	0.24062E-03
22	6.300	0.32044E-04	0.27576E-04	0.11325E-03	0.14082E-03
23	6.600	0.15653E-04	0.14265E-04	0.69441E-04	0.83706E-04
24	6.900	0.77198E-05	0.74171E-05	0.42923E-04	0.50340E-04
25	7.200	0.38732E-05	0.38672E-05	0.26589E-04	0.30456E-04
26	7.500	0.17077E-05	0.20138E-05	0.16376E-04	0.18390E-04
27	7.800	0.75608E-06	0.10404E-05	0.99180E-05	0.10958E-04
28	8.100	0.43781E-06	0.52699E-06	0.58101E-05	0.63371E-05
29	8.400	0.82954E-07	0.25604E-06	0.32058E-05	0.34619E-05
30	8.700	0.45204E-07	0.11418E-06	0.15871E-05	0.17012E-05
31	9.000	0.79709E-07	0.42133E-07	0.63306E-06	0.67520E-06
32	9.300	0.91943E-12	0.91805E-08	0.14473E-06	0.15391E-06

Çizelge 4.5 Yük form faktör

Q	F(Q)
0.0000	8.000
0.1689	7.709
0.3378	6.891
0.5067	5.700
0.6756	4.340
0.8445	3.009
1.0134	1.862
1.1823	0.9820
1.3512	0.3842
1.5201	3.4330E-02
1.6890	-0.1287
1.8579	-0.1710
2.0268	-0.1494
2.1957	-0.1043

2.3646	-5.9899E-02
2.5335	-2.6807E-02
2.7024	-7.0068E-03
2.8713	2.0328E-03
3.0403	4.2441E-03
3.2092	3.1665E-03
3.3781	1.2159E-03
3.5470	-3.5394E-04
3.7159	-1.1507E-03
3.8848	-1.2686E-03
4.0537	-9.8624E-04
4.2226	-5.7688E-04
4.3915	-2.2126E-04
4.5604	5.4765E-06
4.7293	1.0383E-04
4.8982	1.1036E-04
5.0671	7.0164E-05
5.2360	2.1743E-05
5.4049	-1.2118E-05
5.5738	-2.6467E-05
5.7427	-2.6445E-05
5.9116	-1.7510E-05
6.0805	-3.8352E-06
6.2494	8.1141E-06
6.4183	1.1572E-05
6.5872	6.4629E-06

4.3 Reaksiyon Tesir Kesiti Sistematiikleri

^{18}O , ^{56}Fe Hesaplamaları

^{18}O :

$$S = \frac{(N - Z)}{A} = \frac{(10 - 8)}{18} = 0,11111$$

$$R = 0 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,78837 - 0,6695)}{(0,78837 + 0,6695)} = \frac{(0,11887)}{(1,45787)} = 0,08153$$

$$R = 3 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,32687 - 0,26191)}{(0,32687 + 0,26191)} = \frac{(0,06496)}{(0,58878)} = 0,11033 \quad (4.2)$$

$$R = 4.5 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,28822 - 0,16165)}{(0,28822 + 0,16165)} = \frac{(0,12667)}{(0,44987)} = 0,281344$$

$$R = 6 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,18696 - 0,53656)}{(0,18696 + 0,53656)} = \frac{(0,3496)}{(0,72352)} = 0,4832$$

^{56}Fe :

$$S = \frac{(N - Z)}{A} = \frac{(30 - 26)}{56} = 0,07142$$

$$R = 0 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,89725 - 0,81774)}{(0,89725 + 0,81774)} = \frac{(0,07951)}{(1,71499)} = 0,04636$$

$$R = 3 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,78268 - 0,71022)}{(0,78268 + 0,71022)} = \frac{(0,07246)}{(1,4929)} = 0,04853 \quad (4.3)$$

$$R = 6 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,21134 - 0,14924)}{(0,21134 + 0,14924)} = \frac{(0,0621)}{(0,36058)} = 0,1722$$

$$R = 9 \quad S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)} = \frac{(0,57712 - 0,21377)}{(0,57712 + 0,21377)} = \frac{(0,36335)}{(0,79089)} = 0,45942$$

4.3.1 14-15 MeV enerjili (n,p) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri

Çekirdekdeki bir proton, bir nötronla yer değiştğinde kütle numarası değişiyor fakat yük birim azalmaktadır. Atom çekirdek tablosundaki kararlılık çizgisinin altına ilerlemiş olmaktadır. Yüklü bir parçacığın dışarı atılması büyük ölçüde enerji gerektirdiğinden bu tür (n,p) reaksiyonlar düşük enerjili nötronlarla meydana gelmesi nadiren görülmektedir.

Çizelge 4.6 n,p reaksiyon tesir kesiti sistematğini göstermektedir.

Z-N	σ (n, p) mb (Tel et al. 2003)	R^2
Çift-Z, Çift-N	$16.33(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-26.17s]$	0.863
Çift -Z, Tek-N	$9.71(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-21.87s]$	0.835
Tek-Z, Çift-N	$7.31(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-20.21s]$	0.788

Yarı deneysel σ (n, p)

$$^{18}\text{O}: 16.33 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.111)} = 11.69$$

$$^{56}\text{Fe}: 16.33 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.07142)} = 58.656$$

Deneysel σ (n, p)

$$^{18}\text{O}: \text{Schantl (1970) } (2.3 \pm 5), \text{ Kasugai et al. (2000) } (115 \pm 17)$$

$$^{56}\text{Fe}: \text{Kimura (1990) } (112.3 \pm 3.9), \text{ Belgariad et al. (1990) } (108 \pm 4)$$

Elementleri sırasıyla hesaplamalarını tablo düzeneğinde görelim:

$$^{18}\text{O}: \text{Çift -Z, Çift -N}$$

Çizelge 4.6.1 ^{18}O (n,p) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, p)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, p)$ (mb)
^{18}O	0.111	0	0.081	$16.33 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.081153)}$	25.599	11.69	2.3±.50 1.15±.17
		3	0.110	$16.33 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.11033)}$	11.929		
		4.5	0.281	$16.33 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.281348)}$	0.1358		
		6	0.483	$16.33 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.4832)}$	6.898		

^{56}Fe : Çift -Z, Çift -N

Çizelge 4.6.2 ^{56}Fe (n,p) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı Deneysel $\sigma(n, p)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, p)$ (mb)
^{56}Fe	0.07142	0	0.04636	$16.33 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.04636)}$	113.0399×10^{-4}	58.656	112.3±3.9 108±4
		3	0.04853	$16.33 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.04853)}$	106.7994		
		6	0.1722	$16.33 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.1722)}$	4.089156		
		9	0.45942	$16.33 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-26.17 \times 0.45942)}$	2.283516×10^{-3}		

4.3.2 14-15 MeV enerjili (n, α) reaksiyon tesir kesiti sistematikleri

Çizelge 4.7 n, α reaksiyon tesir kesiti sistematğini göstermektedir.

Z-N	$\sigma(n, \alpha)$ mb (Tel et al. 2003)	R^2
tek-Z, çift-N	$\sigma_{n,\alpha} = 17.93(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-34.04 s]$	0.951
çift -Z, çift-N	$\sigma_{n,\alpha} = 14.43(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-32.17 s]$	0.795
çift-Z, tek-N	$\sigma_{n,\alpha} = 19.41(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-35.97 s]$	0.902

Yarı Deneysel $\sigma(n, \alpha)$

$$^{18}\text{O}: 14.43 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.111)} = 5.30463$$

$$^{56}\text{Fe}: 14.43 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.7142)} = 3.509 \times 10^{-8}$$

Elementleri sırasıyla hesaplamalarını tablo düzeneğinde görelim:

$$^{18}\text{O}: \text{Çift -Z, Çift -N}$$

Çizelge 4.7.1 ^{18}O (n, α) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı Deneysel $\sigma(n, \alpha)$ (mb)
^{18}O	0.111	0	0.081	$14.43 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.08153)}$	13.7336	5.30463
		3	0.110	$14.43 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.11033)}$	5.43767	
		4.5	0.281	$14.43 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.281348)}$	0.02218	
		6	0.483	$14.43 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.4832)}$	3.36×10^{-5}	

^{56}Fe : Çift -Z, Çift -N

Çizelge 4.7.2 ^{56}Fe (n, α) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı Deneysel $\sigma(n, \alpha)$ (mb)
^{56}Fe	0.07142	0	0.04636	$14.43 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.04636)}$	75.632574	3.509×10^{-8}
		3	0.04853	$14.43 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.04853)}$	70.532822	
		6	0.1722	$14.43 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.1722)}$	1.278189	
		9	0.45942	$14.43 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.17 \times 0.45942)}$	1.28157×10^{-4}	

4.3.3 14-15 MeV enerjili (n,2n) reaksiyon tesir kesiti sistematiikleri

(n,2n) reaksiyonu çekirdeğin yükünü değiştirmez. Ürün çekirdek hedef çekirdeğin bir birim eksik kütle numaralı izotopudur. Yüksek enerjili bir nötron yakalandığı anda iki ya da daha çok nötron yayınlanmaktadır. (n,2n) reaksiyonunda kütle değişimi sürekli negatif olmakla birlikte bu reaksiyonlar için hızlı nötronlar gerekmektedir. Çok yüksek enerjili nötronlar 3 ya da 4 nötronların yayınlandığı reaksiyonlar üretebilir.

Çizelge 4.8 (n, 2n) reaksiyon tesir kesiti sistematiğini göstermektedir.

A	$\ln \sigma (n, 2n) \text{ mb}$ (Tel et al. 2003)	R^2
çift-A	$\ln \sigma_{n,2n} = 7.15 [1 - 2.45 \exp(-31.62 s)]$	0.921
tek-A	$\ln \sigma_{n,2n} = 7.65 [1 - 1.59 \exp(-23.06 s)]$	0.981

Yarı Deneysel $\ln \sigma (n, 2n)$

$$^{18}\text{O}: 7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.111)}) = 754.602$$

$$^{56}\text{Fe}: 7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.07142)}) = 20.4164$$

Deneysel $\ln \sigma (n, 2n)$

$$^{56}\text{Fe}: \text{N. I.Molla (1977) } (440 \pm 40), \text{ Yu.E.Kozyr et al. (1978) } (480 \pm 50)$$

Elementleri sırasıyla hesaplamalarını tablo düzeneğinde görelim:

$$^{18}\text{O}: \text{Çift- A}$$

Çizelge 4.8.1 ^{18}O ln $\sigma(n, 2n)$ hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\ln \sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, 2n)$ (mb)
^{18}O	0.111	0	0.081	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.08153)})$	336.9528	754.602
		3	0.110	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.11033)})$	746.1830	
		4.5	0.281	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.281348)})$	1,271.054	
		6	0.483	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.4832)})$	1,274.099	

^{56}Fe : Çift- A

Çizelge 4.8.2 ^{56}Fe ln $\sigma(n, 2n)$ hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\ln \sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, 2n)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, 2n)$ (mb)
^{56}Fe	0.07142	0	0.04636	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.04636)})$	22.32585	20.4164	440±40 480±50
		3	0.04853	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.04853)})$	29.19325		
		6	0.1722	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.1732)})$	1,184.071		
		9	0.45942	$7.15 \times (1 - 2.45 \times e^{(-31.62 \times 0.45942)})$	1,274.095		

4.3.4 14-15 MeV enerjili (n, d) reaksiyon tesir kesiti sistematiikleri

Çizelge 4.9 (n, d) reaksiyon tesir kesiti sistematiğini göstermektedir.

Z	N	C	a	$\sigma(n, d)$ mb (Tel et al. 2003)
Çift	Çift	0.23	$\frac{-}{32.04}$	$\sigma_{n,d} = 0.23(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-32.04 s]$
Çift	Tek	0.074	$\frac{-}{16.44}$	$\sigma_{n,d} = 0.074(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-16.44 s]$
Tek	Çift	1.74	$\frac{-}{33.58}$	$\sigma_{n,d} = 1.74(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-33.58 s]$

Yarı deneysel $\sigma(n, d)$

$$^{18}\text{O}: 0.23 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.111)} = 0.08606$$

$$^{56}\text{Fe}: 0.23 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.07142)} = 0.543354$$

Deneysel $\sigma(n, d)$

$$^{18}\text{O}: \text{S.Amiel (1964) } (.086 \pm .008)$$

$$^{56}\text{Fe}: \text{S.M.Grimes (1979) } (8 \pm 3)$$

Elementleri sırasıyla hesaplamalarını tablo düzeneğinde görelim:

$$^{18}\text{O}: \text{Çift -Z, Çift -N}$$

Çizelge 4.9.1 ^{18}O (n, d) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, d)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, d)$ (mb)
^{18}O	0.111	0	0.081	$0.23 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.08153)}$	0.223921	0.08606	.086±.008
		3	0.110	$0.23 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.11033)}$	0.087923		
		4.5	0.281	$0.23 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.281348)}$	3.67×10^{-4}		
		6	0.483	$0.23 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.4832)}$	5.70×10^{-7}		

^{56}Fe : Çift -Z, Çift -N

Çizelge 4.9.2 ^{56}Fe (n, d) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, d)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, d)$ (mb)
^{56}Fe	0.07142	0	0.04636	$0.23 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.04636)}$	1.212796	0.543354	8±3
		3	0.04853	$0.23 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.04853)}$	1.131338		
		6	0.1722	$0.23 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.1722)}$	0.020837		
		9	0.45942	$0.23 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-32.04 \times 0.45942)}$	2.168×10^{-6}		

4.3.5 14-15 MeV enerjili (n, t) reaksiyon tesir kesiti sistematikler

Çizelge 4.10 (n, t) reaksiyon tesir kesiti sistematğini göstermektedir.

Z	N	C	a	$\sigma(n, t)$ mb (Tel et al. 2003)
Çift	Çift	6.94	$-\frac{13.41}{A}$	$\sigma_{n,t} = 6.94(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-13.41 s]$
Tek	Çift	121.21	$-\frac{20.54}{A}$	$\sigma_{n,t} = 121.21(A^{1/3} + 1)^2 \exp[-20.54 s]$

Yarı deneysel $\sigma(n, t)$

$$^{18}\text{O}: 6.94 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.111)} = (20.5354)$$

$$^{56}\text{Fe}: 6.94 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.007142)} = (62.0251)$$

Deneysel $\sigma(n, t)$

$$^{18}\text{O}: \text{Y.M.Verzilov (1998) } (.82 \pm .15)$$

$$^{56}\text{Fe}: \text{S.M.Qaim (1976) } (45 \pm 12)$$

Elementleri sırasıyla hesaplamalarını tablo düzeneğinde görelim:

$$^{18}\text{O}: \text{Çift -Z, Çift -N}$$

Çizelge 4.10.1 ^{18}O (n, t) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı deneysel $\sigma(n, t)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, t)$ (mb)
^{18}O	0.111	0	0.081	$6.94 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.08153)}$	30.64279	20.5354	.82±.15
		3	0.110	$6.94 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.11033)}$	20.72072		
		4.5	0.281	$6.94 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.281348)}$	2.091383		
		6	0.483	$6.94 \times (18^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.4832)}$	0.139589		

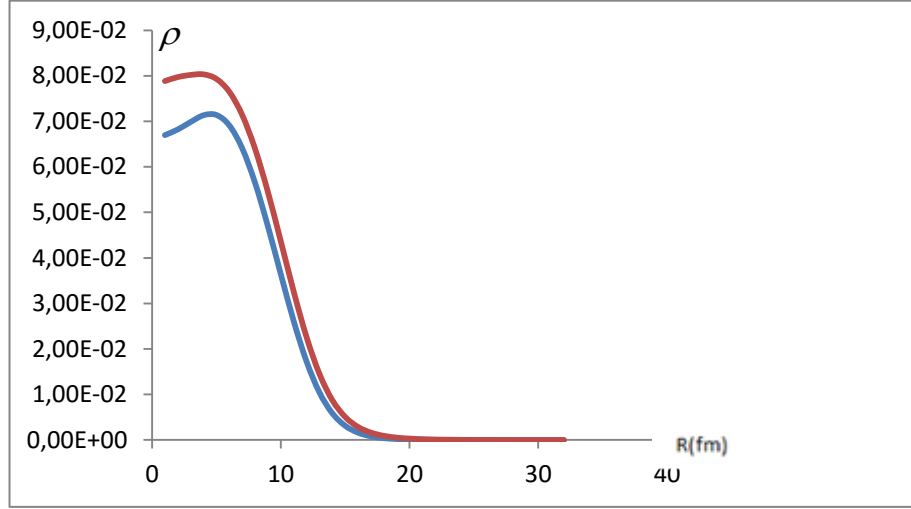
^{56}Fe : Çift -Z, Çift -N

Çizelge 4.10.2 ^{56}Fe (n, t) hedef çekirdek tesir kesiti hesaplaması

	$S = \frac{(N-Z)}{A}$	R	$S = \frac{(\rho_n - \rho_p)}{(\rho_n + \rho_p)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	$\sigma_{R(SKM^*)}$	Yarı Deneysel $\sigma(n, t)$ (mb)	Deneysel $\sigma(n, t)$ (mb)
^{56}Fe	0.07142	0	0.04636	$6.94 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.04636)}$	86.79882	62.0251	45±12
		3	0.04853	$6.94 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.04853)}$	84.30939		
		6	0.1722	$6.94 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.1722)}$	15.84207		
		9	0.45942	$6.94 \times (56^{1/3} + 1)^2 \times e^{(-13.41 \times 0.45942)}$	0.341113		

4.4 ^{18}O , ^{56}Fe Çekirdeğinin SKM* Parametresiyle Hesaplanan Nötron Ve Proton Yoğunlukları

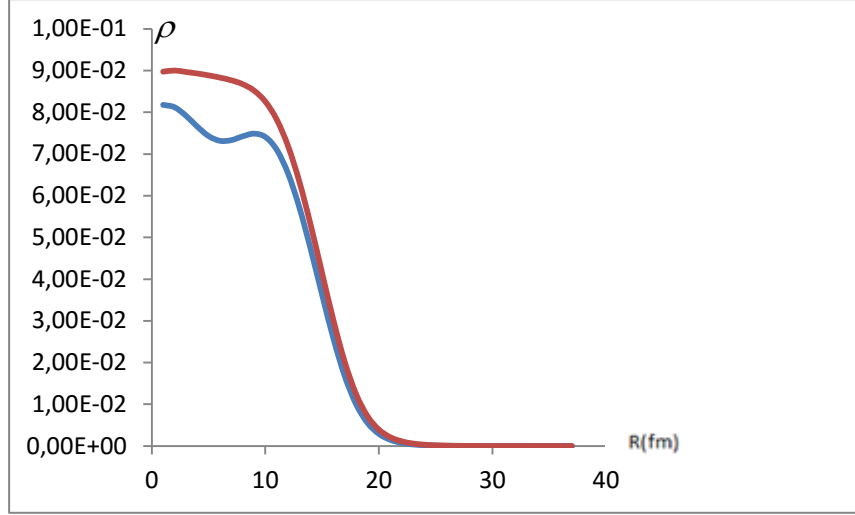
^{18}O çekirdeğinin ρ_n ve ρ_p dağılımları hesaplanmıştır:



Şekil: 4.1 ^{18}O izotoplarının SKM* parametresi kullanılarak hesaplanan proton ve nötron dağılımları.

^{18}O izotoplarının SKM* parametre setleri kullanılarak ile hesaplanan yük yoğunluk dağılımları ($\rho_{yük}$) sunulmuştur. Bütün ^{18}O izotoplarının merkezinde ρ_n ve ρ_p değerleri $\sim 0.065 \text{ fm}^{-3}$ ile $\sim 0.080 \text{ fm}^{-3}$ değeri arasında değişmektedir.

^{56}Fe çekirdeğinin ρ_n ve ρ_p dağılımları hesaplanmıştır:



Şekil: 4.2 ^{56}Fe izotoplarının SKM* parametresi kullanılarak hesaplanan proton ve nötron dağılımları. ^{56}Fe izotoplarının SKM* parametre setleri kullanılarak ile hesaplanan yük yoğunluk dağılımları ($\rho_{yük}$) sunulmuştur. Bütün ^{56}Fe izotoplarının merkezinde ρ_n ve ρ_p değerleri $\sim 0.080 \text{ fm}^{-3}$ ile $\sim 0.090 \text{ fm}^{-3}$ değeri arasında değişmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; 14-15 MeV arasında ^{18}O , ^{56}Fe hedef çekirdeklerin (n,p), (n, α), (n,2n), (n,d) ve (n,t) reaksiyon tesir kesitleri hesaplanmıştır. Literatürdeki deneysel ve yarı deneysel tesir kesiti formüllerinin çekirdek ile uyumluluğu araştırıldı. Bu çalışmada nükleer reaksiyon çeşitleri açıklanmıştır. Tel ve arkadaşlarının çekirdek kabuk modeli ile asimetri parametresi $S = (N-Z)/A$ yeni bir yarı deneysel reaksiyon tesir kesiti formülü geliştirmiştir. Çalışmada hesaplanan reaksiyon tesir kesitleri ile literatürden alınan deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada ^{18}O , ^{56}Fe çekirdekleri için tesir kesitleri, deneysel verilere yakın çıkmıştır.

Tel ve arkadaşlarının önerdiği yoğunlukların hesaplanmasında hedef çekirdeklerin nötron ve proton yoğunluklarında Skyrme kuvveti Hartree-Fock yöntemi kullanılmıştır. Çekirdeğin taban durum özelliklerini açıklayan HF yöntemidir. Bu yöntem ile üçüncü bölümde ^{18}O , ^{56}Fe çekirdekleri hesaplanmıştır. Hesaplanan reaksiyonlarda elde edilen veriler benzerdir.

Hartree-Fock yöntemi kullanılarak çekirdeklerin nötron ve proton yoğunlukları hesaplanmıştır. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2' de SKM parametresi ile ^{18}O , ^{56}Fe nötron ve proton dağılımları gösterilmiştir. ^{18}O ρ_n ve ρ_p değerleri $\sim 0.065 \text{ fm}^{-3}$ ile $\sim 0.080 \text{ fm}^{-3}$ arasında değişirken, ^{56}Fe için ρ_n ve ρ_p değerleri $\sim 0.080 \text{ fm}^{-3}$ ile $\sim 0.090 \text{ fm}^{-3}$ arasında değişmiştir.

Sonuç olarak, SHF yöntemi ile geliştirilmiş ve çekirdek kabuk modeli deneysel verilere daha uygun sonuçlar vermiştir. ^{18}O ve ^{56}Fe çekirdeklerinin nötron ve proton yoğunluk dağılımları için analitik ifade oluşturulmuştur. Çekirdeğin özelliklerinin belirlenmesinde yararlı olmuştur.

Nükleer yapının iyi anlaşabilmesi, geliştirilmesi için deneysel ve yarı deneysel tesir kesiti formüllerinin hesaplanarak yeni formüllerin elde edilmesi araştırılması ve denenmesi gerekmektedir. Çekirdeğin taban durum özelliklerinin açıklayan yöntemler kullanılarak nükleer reaksiyon modelleri ve SKM parametresi geliştirilmiş olur. Böylece, çekirdek fiziğinde deneysel verilerle fenomenolojik kuvvetler kullanılmakta ve nükleer fizikte büyük ölçüde başarı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aydın, A., Tel, E., Şarer, B., Kaplan, A., “A new comparison of empirical and semi – empirical formulae for the (n, ³He) reaction cross –sections at 14-15 MeV”, J. Fusion Energy. 27(4), 314. 2008
- Aytekin, H., Yük Alışverişli Spin-Spin kuvvetlerinin küresel çekirdekler üzerindeki etkisi. Doktora Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Ankara, 73 s., 1995.
- Aytekin, H., Tel, E. and Baldık, R., Investigation of the ground state features of some excotic nuclei by using effective Skyrme interaction. Turk. J. Phys., 32:181-191, 2008.
- Aytekin, H., Baldık, R., Tel, E. and Aydın, A., New calculation for some ground state features of ⁴⁰Ca, ⁴⁸Ca ³²S and ³⁹K nuclei. Inter. J. Mod. Phys. E. (Baskıda), 2010a.
- Aytekin, H., Baldık, R. and Tel, E., Calculations of The Ground State Properties..of Even–Even Sn Isotopes. Phys. Atom. Nucl. (Baskıda), 2010b.
- Baldık, R., Aytekin, H. and Tel, E., Investigation of Neutron and Proton Distributions of He, Li, and Be Isotopes Using the New Skyrme Force Parameters. Phys. Atom. Nucl., 73(1):74-80,2010.
- Baldık, R., Skyrme etkileşmesi kullanarak egzotik bazı egzotik çekirdeklerin taban durum özelliklerinin incelenmesi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Doktora Tezi, 2010.
- Beiner, M., Flocard, H., Van, Giai. N. and Quentin, P., Nuclear ground-state properties and self-consistent calculations with the Skyrme interaction. Nucl. Phys. A, 238: 29-69,1975.
- Bender, M, Heenen P-H and Reinhard P-G Self-consistent mean-field models for nuclear structure. Rev. Mod. Phys., 75: 121-180, 2003.
- Bayrak, C, Denge öncesi (pre-equilibrium) exciton modeli ile toplam (n,p) tesir kesitlerinin incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1991/ sayı: 6/ 235-239, 1991.
- Ersoy, E., Bazı deforme çekirdeklere denge öncesi nötron yayınlanma spektrumlarının yeni bir yaklaşım kullanılarak hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Üniversitesi, 2012.
- Gökçe, A. Z., Alfalarla oluşturulan ve alfa yayımlanan nükleer reaksiyon tesir kesitlerinin ve uygulama alanlarının araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 2013

- Kohler, H. S., Skyrme force and the mass formula. Nucl. Phys. A, 258 (2): 301-316., 1976.
- Krane, K.S., Introductory Nuclear Physics. John Wiley and Sons, New York, 123 p., 1998.
- Krane, K.S., “Nükleer Fizik II”, Başar Şarer, Ankara, 392-394, 416-420, 2001.
- Reinhard, P. G., Skyrme-Hartree-Fock Model in: Computational Nuclear Physics I - Nuclear Structure. Edited by Langanke K, Maruhn J E and Koonin S E (Springer, New York 1991) pp.28-50, 1991.
- Skyrme T H R, The Nuclear Surface. Phil. Mag. 1: 1043-1054, 1956.
- Skyrme T H R, The effective nuclear potential. Nucl. Phys. 9(2): 615-634, 1959.
- Stone, J. R. and Reinhard, P-G., The Skyrme interaction in finite nuclei and nuclear matter. Prog. Part. Nucl. Phys., 58:587-657, 2007.
- Tanyel, B., Nükleer Fizik. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi ders kitapları serisi No:139, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 338 s., 1994.
- Tel, E., Skyrme Kuvvetleri Kullanılarak Hartree-Fock Hesaplamaları ile Ca ve Pb ‘nin taban Durum Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Ankara, 46 s., 1995.
- Tel, E., Denge ve denge öncesi reaksiyon modelleri kullanılarak uyarılma fonksiyonlarının ve diferansiyel tesir kesitlerinin hesaplanması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, 2000.
- Tel, E., Aydın, A. and Tanır, G., Investigation of the pairing effect using newly evaluated empirical studies for 14–15 MeV neutron reaction cross sections. Phys. Rev. C, 75(3): 034614, 2007.
- Tel, E., Şarer, B., Okuducu, Ş., Aydın, A. and Tanır, G., A new empirical formula for 14-15 MeV neutron-induced (n,p) reaction cross sections. J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 29 2169-2177, 2003.
- Tel, E., Okuducu, Ş., Bölükdemir, M.H. and Tanır, G., Semi-empirical systematics of (n,2n), (n,α) reactions cross sections at 14-15 MeV neutron energy. WSPC/143-IJMPE 00950, 2008.
- Tel, E., Şahin, H. M., Kaplan, A., Aydın, A. and Altınok, T., Investigation of the properties of the nuclei used on the new generation reactor technology systems. Ann. Nucl. Ener 35(2): 220-227, 2008a.

Tel, E., Okuducu, Ş., Tanır, G., Akti, N. N. and Bölükdemir, M. H., Calculation of radii and density of ^{7-19}B isotopes using effective Skyrme force. Commun. Theor. Phys., 49(3): 696-702, 2008b.

Tel, E., Baldık, R., Aytekin, H. and Aydın, A., "Investigation of the nuclear structure of the Be, Cr and Cu isotopes Ann. Nucl. Ener., 36(9): 1333-1339, 2009.

URL-1 http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_structure, Wikipedia The Free Encyclopedia, Nuclear Structure, 04 Ağustos 2009.

Ünlütürk, A. F., Yeni geliştirilmiş deneysel formüller kullanarak 14-15 MeV'lik nötron reaksiyonlarında çiftlenim etkisinin incelenmesi, Gazi Üniversitesi, 2006.

Vauthering, D. and Brink, D. M., Hartree-Fock calculations with Skyrme's interaction. I. Spherical Nuclei. Phys. Rev. C, 5(3): 626-647, 1972.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Yasemin KOÇAK

2. Doğum Tarihi : 11.08.1989

3. Öğrenim Durumu : Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Yüksek Lisans	Fizik / Nükleer	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2015
Lisans	Fizik	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2013

4.Projeler :

TESNAT 2015 International Workshop on Theoretical and Experimental Studies in
Nuclear Applications and Technology – Poster Sunumu