

ARASTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

**YENİ GELİŞTİRİLMİŞ DENEYSEL FORMÜLLER KULLANILARAK 14-15 MeV'LİK
NÖTRONLARIN ÇEKİRDEK REAKSİYONLARI İÇİN ÇİFTLENİM ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Eyüp TEL¹, Fevzi ÜNLÜTÜRK², Ali ARASOĞLU³, M. Hicabi BÖLÜKDEMİR² Güneş TANIR²

ÖZ

Son yıllarda özellikle nötronlarla oluşturulan reaksiyonlar için eşik enerjisi civarında daha hassas ve daha fazla sayıda yeni deneysel tesir kesiti ölçümleri yapılmaktadır. 14-15 MeV'lik nötronlarla oluşturulan bu çekirdek reaksiyon tesir kesiti ve parçacık yayınlanma spektrumları ölçümleri nükleer kuvvetler ile nükleer yapının anlaşılması ve nükleer modellerin yeniden geliştirilmesi bakımından önemlidir. Bu yeni deneysel değerler kullanılarak Tel ve arkadaşları tarafından çekirdek kabuk modeli ve asimetri parametresi $s=(N-Z)/A$ 'de göz önüne alınarak, yeni bir deneysel (n,p) reaksiyon tesir kesiti formülü geliştirilmiştir. Betak vd. (2005), 112-124Sn ince hedef için yapmış oldukları en son deneylerinde bu formülün uyumlu olduğunu gözlemişlerdir. Çiftlenim etkisini de göz önüne alan bu yeni deneysel formülün (n,2n) ve (n, α) reaksiyonlarına da modifiye edilebileceği görülmüş ve literatüre uygun yeni katsayılı formüller elde edilmiştir. Bu çalışmada, Tel ve arkadaşlarının geliştirmiş olduğu tesir kesiti için bu yeni deneysel (n,p), (n,2n) ve (n, α) formüller ve yeni deneysel sonuçlar göz önüne alınarak, çekirdek kabuk modelinde tek-çift etkisi ve temel nükleon-nükleon etkileşmesi tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Asimetri parametresi, Reaksiyon tesir kesiti, Yarı- deneysel formül

**INVESTIGATION OF PAIRING EFFECT BY USING THE NEW EVALUATED EMPIRICAL
SYSTEMATIC FOR 14-15 MeV NEUTRON REACTIONS**

ABSTRACT

Recently, especially having around threshold energy more new and sensitive cross section experimental measurements for neutron induced have been made. Precise cross section data measurement of neutron around 14-15 MeV energy and particle emission spectra are very important for understanding the nuclear force, nuclear structure and refinement nuclear models. Tel et al. have suggested using these new experimental data to reproduce a new empirical formula of the cross-sections of the (n, p) reactions with dependent on asymmetry parameter $s = N-Z/A$ and nuclear shell model. Betak et al. have found agreement with odd-A nucleus in latest experiment for 112-124Sn thin target. Tel et al. have obtained new appropriate coefficient by modifying the with depend on the pairing effect formula for (n, 2n) and (n, α) reactions. In this study, we discussed odd-even effect and basic nucleon-nucleon effect with the nuclear shell model considering new experimental data results and new cross sections formulas (n,p), (n,2n), (n, α) reactions developed by Tel et al.

Keywords: Asymmetry parameter, Reactions cross-section, Semi-empirical formula.

¹ Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500, Teknikokullar-Ankara.

Tel: +90(312) 212 2279, **E-posta:** eyuptel@gazi.edu.tr

² Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 06500 Beşevler, Ankara, Türkiye

³ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 65080 Van, Türkiye

1. GİRİŞ

Hızlı nötronlu reaksiyonlarda (n,p), (n,α), (n,2n) tesir kesitinin sistematığı ve reaksiyon mekanizması nötron fiziğinde devam eden ilginç konulardandır. σ(n,p), σ(n,t), σ(n,τ) ve σ(n,α) gibi 14 MeV enerjili nötronların yüklü parçacık reaksiyon tesir kesitlerinin sistematik deneysel çalışması çok sayıda çekirdek için yıllardır yürütülmektedir. Farklı nötron enerjilerinde (n,p), (n,α), (n,2n) reaksiyonlarının tesir kesiti hesaplamaları için farklı parametrelili çok sayıda deneysel ve yarı deneysel formüller pek çok araştırmacı tarafından önerildi (Levskovskii,1974; Habbani vd., 2001; Korovin Yu vd., 1995; Belgaid ve Asghar, 1998; Ait-Tahar, 1987; Kasugai vd. 1995; Konno vd., 1993; Bychkov vd.,1982; Adam ve Jeki, 1969). Tel ve arkadaşları tarafından çekirdek kabuk modelini ve asimetri parametresi s=(N-Z)/A de göz önüne alınarak yeni bir deneysel (n,p) reaksiyon tesir kesiti formülü geliştirildi (Tel vd., 2003). Aynı zamanda Belgaid ve Asghar (1998) beş parametrelili yarı-deneysel formül elde etti ve (n,p), (n,α) 'nın (N-Z+1)/A parametresine bağımlılığını ilk kez gösterdi. Ait-Tahar (1987) (n,α) tesir kesitinin (N-Z+1)/A parametresine bağımlılığını geliştirdi. Deneysel formüller birleşik çekirdek reaksiyon teorisinden türetilbilir ve izotopik eğilimde (çok küçük çekirdekler için) öncelikli olarak bir reaksiyon Q-değer etkisi vardır. Ancak (n,2n) tesir kesitleri için ve uyarılma fonksiyonu hesaplamaları için bazı problemler vardı. Özellikle denge öncesi, eksiton model ve yarı-deneysel formüllerin teorik hesaplamaları kütle numarası 150<A<190 ve A>220 olan bölgelerde (sırasıyla nadir toprak ve aktinit elementler) nükleer deformasyonun karakterlerini tanımlamada yetersiz oldu. Bu bölgelerde ilk uyarılmış durumun enerjileri diğer çekirdeklerden daha küçüktür ve böyle çekirdeklerin kabuk konfigürasyonundan uzaklaştıkça kuadropol momentleri büyük değerlere sahip olur (Tel vd., 2004a; 2004b).

2. (n,α) (n,p) ve (n,2n) REAKSIYON TESİR KESİTLERİ İÇİN DENEYSEL FORMÜLLER

Nükleer modellerde çoğunlukla ya yeterli olmadıklarından yada yapmanın çok zor olduğu ölçümlerden dolayı çoğu kez nötronlu reaksiyon tesir kesitlerinin tahminine ihtiyaç duyulur. Ancak, bu hesaplamalar deneysel verilerin yeterince uyumlu olmadığı global parametreler kullanarak yürütüldüğü zaman elde edilen sayısal sonuçlar fazla güvenilir olmayabilir. 14-15 MeV enerjili nötronlar sayesinde elde edilen (n,yüklü parçacık) ve (n,2n) reaksiyon tesir kesitlerinin çok sayıda deneysel verisi yayımlanmaktadır (the Computer Index of Neutron Data bibliographic catalogues) (McLane, 1997). Pek çok çekirdeğin bu tesir kesitlerinin hedef çekirdeğin kütle numarası A, nötron sayısı N ve proton sayısı Z ile oldukça orantılı bir şekilde değiştiği uzun zamandır bilinmektedir. Bu etkiler verilerde gözlenmekte olan izotopik, izotonik ve çekirdeğin tekçift özelliklerinin yanı sıra s=(N-Z)/A asimetri parametreleri ile de simgelenir. Hızlı nötronlar sayesinde

oluşan reaksiyonların deneysel tesir kesitleri yaklaşık olarak aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

$$\sigma(n, x) = C \sigma_{ne} \exp \left[-s \right] \quad (1)$$

Burada σ_{ne} nötronun elastik olmayan tesir kesiti ve C ile a katsayıları farklı reaksiyonlar için uyarılma parametreleridir. Elastik olmayan tesir kesitleri atomik kütle değişimlerini ortaya çıkarmak için imkan sağlayan MeV aralığındaki pek çok çekirdek için yoğun bir şekilde ölçülmektedir. Elastik olmayan tesir kesiti πR^2 ile verilir, burada R nükleer çaptır. Eş.1, nükleer reaksiyonun aşamalarını anlatır, üstel terim birleşik çekirdekten reaksiyon ürününün kaçışını temsil eder. Eş.1'deki kuvvetli s (asimetri parametresi) bağıllığı özellikle gelen nötron sonucunda elde edilen reaksiyon tesir kesitleri için pek çok araştırmacı tarafından gösterilmektedir. Levskovskii'nin formülüne göre proton ve alfa yayılma olasılığı artan proton sayısı ile gittikçe artmaktadır. Aynı ilişkinin d, t, τ, α ve nötron emisyonu içinde elde edileceği umulur. 14 MeV enerjili (n,α) reaksiyon tesir kesitleri için Levskovskii formülü aşağıdaki gibidir.

$$\sigma_{n,\alpha}(mb) = 18.1(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-33(N - Z)/A \right] \quad (2)$$

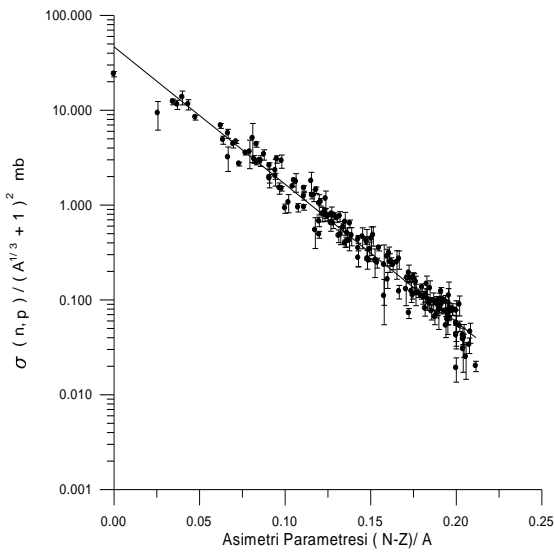
Eş.1'deki C ve a katsayıları en küçük kareler uyarılması ile belirlenir. En iyi uyarılma aşağıdaki tanımlamanın en küçük değerini sağlamak şartı ile yeni serbest parametrelerle elde edilir.

$$\chi^2 = \frac{1}{N} \sum_i \left(\frac{\sigma_{deney}^i - \sigma_{hesap}^i}{\Delta \sigma_{deney}^i} \right)^2 \quad (3)$$

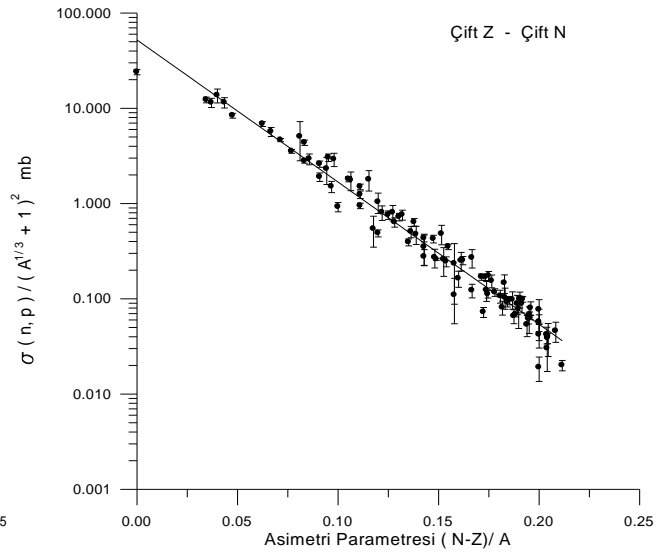
Burada σ_{deney}^i ve σ_{hesap}^i sırasıyla deneysel ve hesaplanmış tesir kesitleri ve $\Delta \sigma_{deney}^i$, σ_{deney}^i ile ilişkili hatadır. Deneysel verilerin çoğu nötron enerjisi 14 MeV 'e yakın enerjilerde alınır. 14.5 MeV enerjili nötronlarda farklı reaksiyonlar için tesir kesitinin izotopik bağımlılığını tanımlayan birkaç formül vardır. Ölçülen tesir kesitleri küçük kütlelerde ($Z \leq 30$) artan asimetri parametresi ile büyük gradyan sergiler ve daha sonra orta ve ağır çekirdekler ($A \leq 100$ 'den başlayan) için hemen sabitlenir. Daha önce yapılan çalışmalarda (n,p), (n,α) ve (n,2n) tesir kesitinin s=(N-Z)/A asimetri parametresi ile ilişkili formül yoluyla derlenen deneysel değerler tanımlanmaya çalışıldı. Literatürdeki (n,p), (n,α), (n,2n) için formüller ve bu çalışmadaki en iyi uyarılma parametrelili sonuçları ile elde edilen χ^2 değerleri Tablo-1,2 ve 3'de verildi.

Tablo.1 14-15 MeV enerjili (n,p) reaksiyon tesir kesiti (mb) sistematiklerinin karşılaştırılması

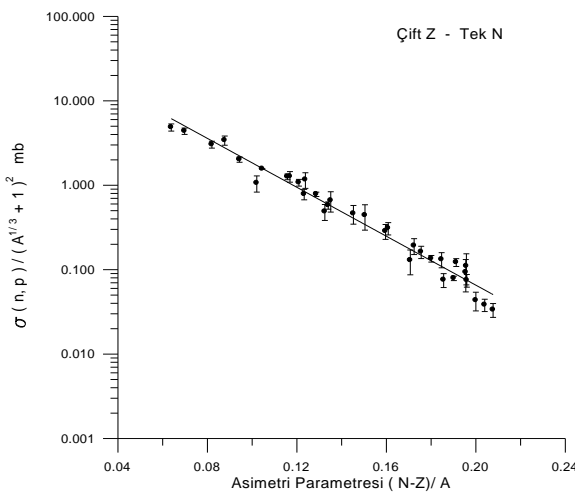
Yazar	Enerji(MeV)	Kütle Numarası	σ (n,p) formülü	χ^2
Levkovskii	14.0	$40 \leq A \leq 202$	$45.2(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{33(N-Z)}{A} \right]$	1.42
Konno vd.	14.9		$31.42(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{29.07s}{A} \right]$	
Tel vd.	14-15	$17 \leq A \leq 239$	$14.56(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{26.58s}{A} \right]$ (Şekil 1)	0.807
Tel vd. II	14-15	Çift-Z, Çift-N	$16.33(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{26.17s}{A} \right]$ (Şekil 2)	0.863
	14-15	Çift-Z, Tek-N	$9.71(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{21.87s}{A} \right]$ (Şekil 3)	0.835
	14-15	Tek-Z, Çift-N	$7.31(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-\frac{20.21s}{A} \right]$ (Şekil 4)	0.788



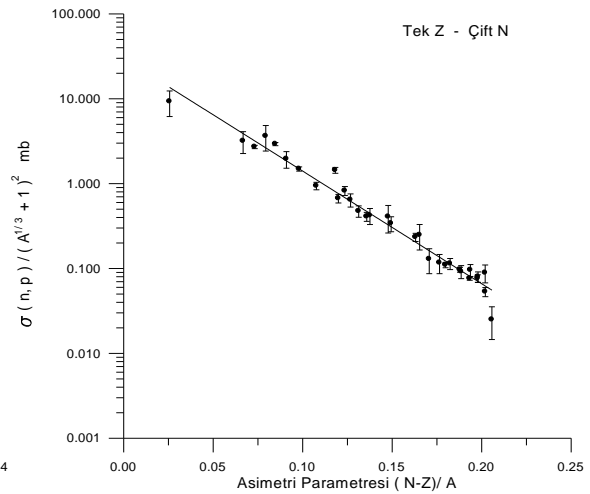
Şekil 1 (n,p) reaksiyon tesir kesiti sistematığı



Şekil 2 Çift-Z ve Çift-N hedef için (n,p) tesir kesiti



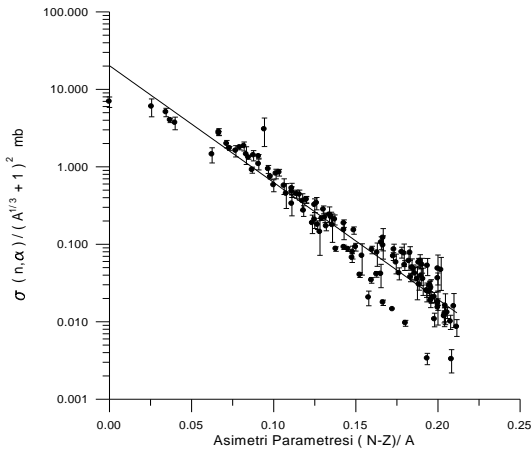
Şekil 3 Çift-Z ve Tek-N hedef için (n,p) tesir kesiti



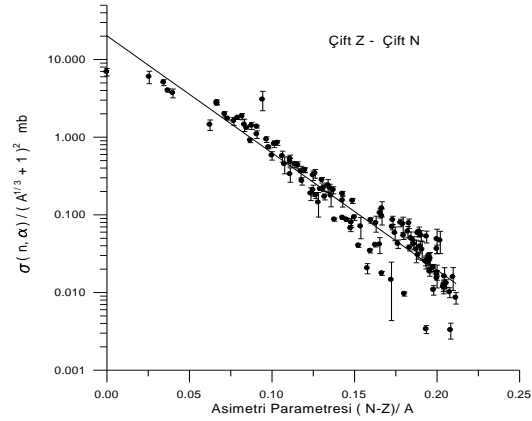
Şekil 4 Tek-Z ve Çift-N hedef için (n,p) tesir kesiti

Tablo.2 14-15 MeV enerjili (n,α) reaksiyon tesir kesiti (mb) sistematiğinin karşılaştırılması

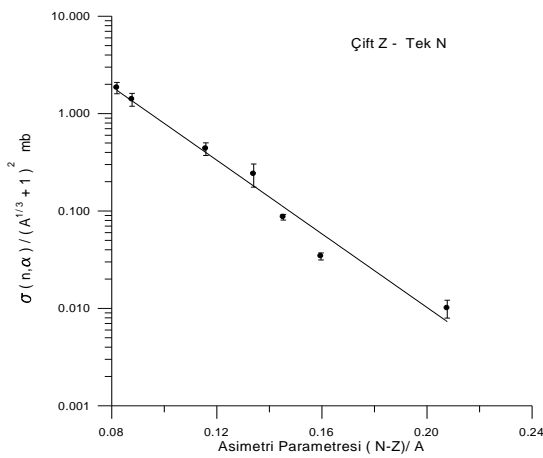
Yazar	Kütle numarası	$\sigma (n,\alpha)$ Formülü	χ^2
Levkovskii	$30 \leq A \leq 150$	$\sigma_{n,\alpha} = 18.1(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-33(N - Z) / A \right]$	0.729
Kasugai	$19 \leq A \leq 187$	$\sigma_{n,\alpha} = 227.86 \exp \left[-24.66(N - Z) / A \right]$	0.647
Ait-Tahar	$40 \leq A \leq 188$	$\sigma_{n,\alpha} = 31.66(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-32.75(N - Z + 1) / A \right]$	0.758
Habbani	$26 \leq A \leq 238$ (Çift- A)	$\sigma_{n,\alpha} = 3.6(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-25(N - Z - 3) / A \right]$	0.728
	$27 \leq A \leq 209$ (Tek- A)	$\sigma_{n,\alpha} = 35(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[-37.714(N - Z) / A \right]$	0.719
Çalışma 1.a	$20 \leq A \leq 239$	$\sigma_{n,\alpha} = 16.15 \left(A^{1/3} + 1 \right)^2 \exp \left[-33.01s \right]$ (Şekil.5)	0.884
Çalışma 1.b	Tek-Z, Çift-N	$\sigma_{n,\alpha} = 17.93 \left(A^{1/3} + 1 \right)^2 \exp \left[-34.04s \right]$ (Şekil.6)	0.951
	Çift-Z, Çift-N	$\sigma_{n,\alpha} = 14.43 \left(A^{1/3} + 1 \right)^2 \exp \left[-32.17s \right]$ (Şekil.7)	0.795
	Çift-Z, Tek-N	$\sigma_{n,\alpha} = 19.41 \left(A^{1/3} + 1 \right)^2 \exp \left[-35.97s \right]$ (Şekil.8)	0.902



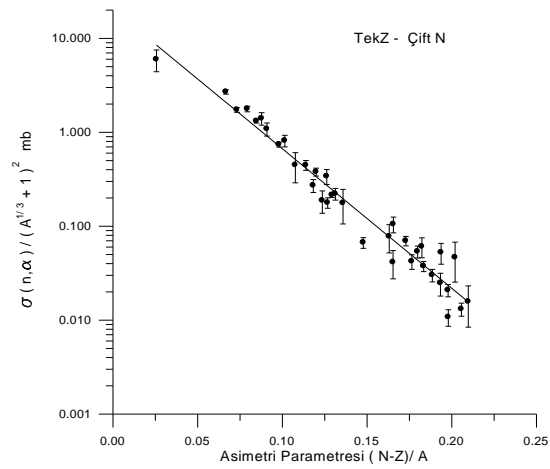
Şekil 5 (n,α) reaksiyon tesir kesiti sistematığı.



Şekil 6 Çift-Z ve Çift-N hedef için (n,α) tesir kesiti.



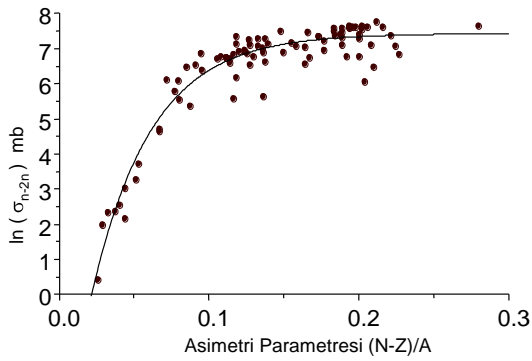
Şekil 7 Çift-Z ve Tek-N hedef için (n,α) tesir kesiti.



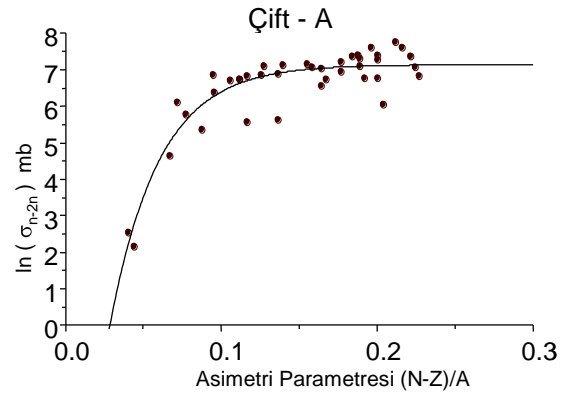
Şekil 8 Tek-Z ve Çift-N hedef için (n,α) tesir kesiti

Tablo.3 14-15 MeV enerjili (n,2n) reaksiyon tesir kesiti (mb) sistematiiklerinin karşılaştırılması

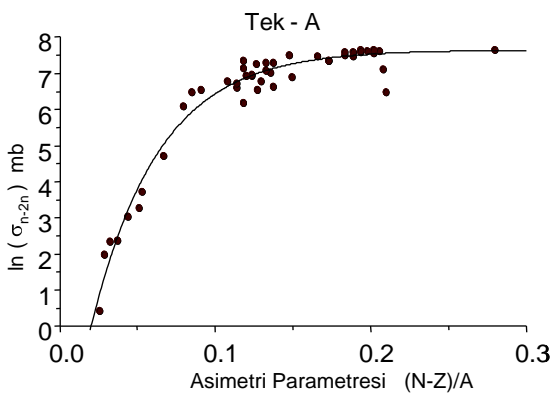
Yazar	Kütle numarası	$\sigma (n,\alpha)$ Formülü	χ^2
Adam ve Jeki	$28 \leq A \leq 50$	$\sigma_{n,2n} = 2050 \left[-0.061 (A^{1/3} + 1)^2 \exp(-8.6 s) \right]$	0.092
Konno vd.		$\ln(\sigma_{n,2n}) = 7.434 \left[-1.484 \exp(-27.37 s) \right]$	
Bychkov vd.	$45 \leq A \leq 238$	$\sigma_{n,2n} = \begin{cases} 1000 + 7.5A \left(0.8s - 0.234 \right) & \text{için } s \leq 0.13 \\ 1000 + 7.5A \left(0.65 + s \right) & \text{için } s > 0.13 \end{cases}$	0.145
Habbani	Çift- A	$\sigma_{n,2n} = 20.82(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[0.76(N - Z + 1) / A \right]$	0.130
	Tek- A	$\sigma_{n,2n} = 23.53(A^{1/3} + 1)^2 \exp \left[3.5(N - Z) / A \right]$	0.102
Çalışma 2.a	$14 \leq A \leq 241$	$\ln \sigma_{n,2n} = 7.43 \left[-1.71 \exp(-24.99s) \right]$ (Şekil.9)	0.959
Çalışma 2.b	Çift-A	$\ln \sigma_{n,2n} = 7.15 \left[-2.45 \exp(-31.62s) \right]$ (Şekil.10)	0.921
	Tek-A	$\ln \sigma_{n,2n} = 7.65 \left[-1.59 \exp(-23.06s) \right]$ (Şekil.11)	0.981



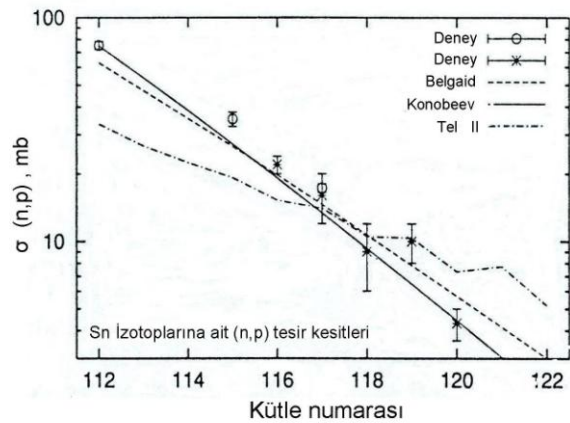
Şekil 9 (n,2n) tesir kesiti sistematığı.



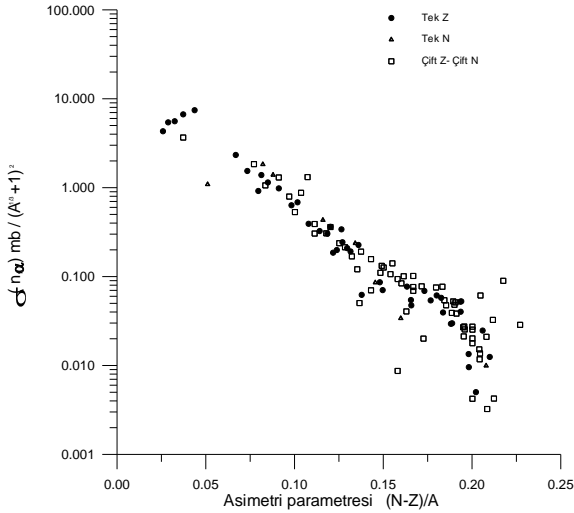
Şekil 10 Çift-A hedef için (n,2n) tesir kesiti.



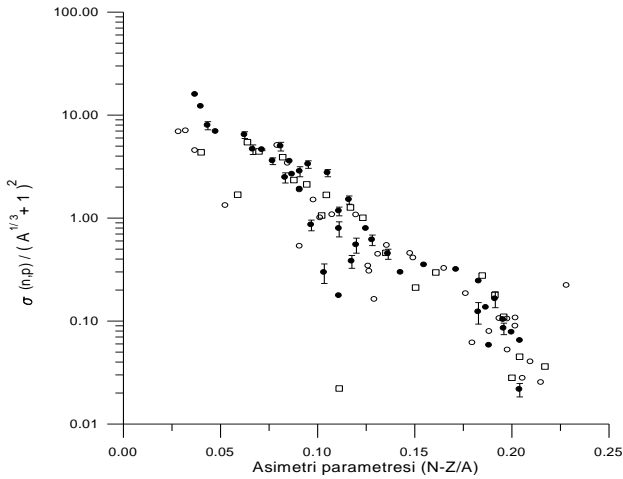
Şekil 11 Tek-A hedef için (n,2n) tesir kesiti.



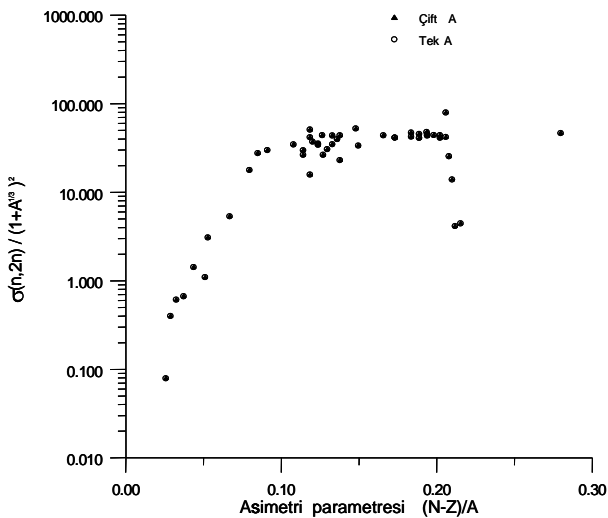
Şekil 12 Betak ve arkadaşlarının (n,p) reaksiyonunda Sn izotopları için yaptıkları deney ile teorik karşılaştırması (Betak vd., 2005)



Şekil 13. 14-15 MeV nötronların Tek Z-Çift N (daire), Çift Z-Çift N(kare), Çift Z-Tek N(üçgen) çekirdekler için (n,α) reaksiyon tesir kesitlerinin sistematığı.



Şekil 14. 14-15 MeV nötronların Tek Z-Çift N (içi boş daire), Çift Z-Çift N(içi dolu daire), Çift Z-Tek N (kare) çekirdekler için (n,p) reaksiyon tesir kesitlerinin sistematığı.



Şekil 15. 14-15 MeV enerjili nötronların Çift A ve Tek A çekirdeklerde $(n,2n)$ reaksiyon tesir kesitlerinin sistematığı.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tel vd. (2004a, 2004b) tarafından çekirdek kabuk modeli göz önüne alınarak deneysel asimetri bağımlı (n,p) reaksiyon tesir kesiti formülü χ^2 değerleriyle birlikte Tablo-1'de verildi ve Şekil 1-4 arasında gösterildi. Çiftlenim etkisini de göz önüne alan bu yeni deneysel formül; $(n,2n)$ ve (n,α) reaksiyonlarına Şekil 5-11'de modifiye edildi ve literatüre uygun yeni katsayılı formüller Tablo 2-3'de verildi. Betak vd.(2005), 112-124Sn ince hedef için yapmış oldukları en son deneylerinde bu formülün uyumlu olduğunu Şekil 12'de gözlemişlerdir. Kütle numarası büyük çekirdeklere deney ile hesaplanan veriler arasında iyi bir uyum yoktur, çünkü kabuk etkisi ağır çekirdeklere zayıftır. 14-15 MeV enerjide (n,p) , $(n,2n)$ ve (n,α) tesir kesiti için çekirdekleri çift-çift, çift-tek ve tek-tek sınıflayarak farklı parametre grupları belirledik. Burada kabuk modelinde çiftlenim etkisini hesaba katarak elde edilen sonuçların deneysel sonuçlarla karşılaştırıldığında daha iyi uyum gözlenmektedir. İlginç olarak elde edilen bir sonuç Şekil 13-14'de $(n,\text{yüküklü parçacık})$ reaksiyon tesir kesitinde tek-çift etkisinin varolmasına rağmen Şekil 15'de $(n,2n)$ tesir kesitinde tek-çift etkisi yoktur. Şekil 13-14'de asimetri parametresi göz önüne alındığında nötron sayısı arttıkça yüküklü parçacık çıkarma olasılığı düşmektedir ama Şekil 15'de $(n,2n)$ reaksiyonunda ise tam tersidir. Bu, yüküklü parçacıkların Coulomb engelini aşması gerektiğinden dolayıdır. Ancak $(n,2n)$ reaksiyonlarının tek-çift etkisine bağlı olmaması sonucu temel nükleon-nükleon etkileşmesinde nötron-nötron ile nötron-proton etkileşmesinin birbirine özdeşliğinin tartışılmasını gerektirir. Deneysel reaksiyon tesir kesitleri daha ayrıntılı incelenerek çekirdek yapısı ve çekirdek kuvvetleri hakkında daha yeni bilgiler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Adam, A. and Jeki, L. (1969). On the shell effects in $(n,2n)$ reaction cross section. *Acta Physics Academia Science Hungarica* 26, 335.
- Ait-Tahar, S. (1987). The systematic of (n, p) Cross Section for 14 MeV Neutrons. *Nuclear Physics* 13, 121.
- Belgaid, M. and Asghar, M., (1998). Semi-empirical systematics of (n,p) reaction Cross Sections for 14.5 MeV Neutrons. *Applied Radiation Isotope* 49, 1497.
- Betak, E., Mikolajczak, R. Staniszevska, J., Mikolajewski, S., Rurarz, E. (2005). Activation cross-sections for reactions induced by 14 MeV neutrons on natural tin enriched 112-Sn targets with reference to 111-In production via radioisotope generator 112-Sn $(n,2n)$ 111-Sn and 111-In. *Radiochimica. Acta* 93, 311-326.

Bychkov, V. M., Manokhin, V. N., Pashchenkov A. B. and Plyaskin, V. I. (1982). Handbook of Cross Sections for Neutron Induced Threshold Reactions, Energoizdat, Moskova.

Habbani, F. I. and Osman, K. T. (2001). Systematics for the cross sections of the reactions (n,p), (n, α) and (n,2n) at 14.5 MeV neutrons. *Applied Radiation Isotope* 54, 283.

Kasugai, Y., Ikeda, Y., Yamamoto, H. and Kawede, K. (1995). Systematics of Activation Cross Sections for 13.4-15.0 MeV Neutrons. Japan Atomic Energy Research Institute Conference, JAERI -95-008.

Konno, C., Ikeda, Y., Osihi, K., Kawede, K., Yamamoto, H. and Maekawa, H. (1993). Japan Atomic Energy Research Institute, JAERI - 1329.

Korovin Yu, A. and Konobeyev Yu, A. (1995). *Nuclear and Instrumental and Method* 103(B), 15.

Levkovskii, V. N. (1974). Systematic for the cross sections of the reactions at 14.5 MeV neutrons. *Soviet Journal of Physics* 18, 361.

Mclane, V. (1997). CSISRS Experimental Nuclear Data File, National Nuclear Data Center Brookhaven National Laboratory, <http://www.nndc.bnl.gov/>.

Tel, E., Şarer, B., Okuducu, Ş, Aydın. A. and Tanır, G., (2003). A 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.

Tel, E., Okuducu, Ş, Aydın. A., Şarer, B., and Tanır, G., (2004a). The Study of the (n, 2n) Reaction Cross-Sections for Neighbouring Deformed Nuclei in the Region of Rare-Earth Elements. *Acta Physica Slovaca* 54, 191-204.

Tel, E., Aydın. A., Übeyli, M. and Demirkol, İ. (2004b). *Indian Journal of Physics* 78(11), 1229-1237.



Eyüp Tel, 1972 yılında Hatay'da doğdu. 1991 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2000 yılında Doktorasını Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Nükleer Fizik Dalında tamamladı. 2002'de Yardımcı Doçent oldu.

40'ın üzerinde yurt içi ve dışı yayını bulunan Tel, evli ve 1 çocuk babasıdır.



Ahmet Fevzi Ünlütürk, 1969 yılında Gümüşhane'de doğdu. 1994 yılında Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 1994-2000 yılları arasında Ankara'da Lise öğretmenliği yaptı. 2000 yılından beri M.E.B. E.Ğ.İ.T.E.K. Sınavlar Dairesinde çalışmaktadır. Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrencisidir.



Ali Arasoğlu, 1967 yılında doğdu. 2004 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Nükleer Fizik Dalında doktorasını tamamladı. 2005'de Yardımcı Doçent oldu. 15'in üzerinde yurt içi ve dışı yayını bulunan Arasoğlu, evli ve 1 çocuk babasıdır.



M. Hicabi Bölükdemir, 1979 yılında Amasya'da doğdu. 2001 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2004 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ABD'da Yüksek Lisans bitirdi. Doktora öğrencisi olduğu Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü'nde 2005 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.



Güneş Tanır, 1952 yılında Balıkesir'de doğdu. 1975 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Yüksek Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Doktorasını Ankara Üniversitesi Dicle Üniversitesi ve Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkez'inde Nükleer Fizik Dalında tamamladı. 1982'de Yardımcı Doçent; 1992'de Doçent, 1999'da da Profesör oldu. 36 yurt içi ve dışı yayını, 3 tane kitabı bulunan Tanır, evli ve 2 çocuk annesi. 26.10.2005 tarihinden itibaren Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevini sürdürmektedir.