ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
KESİN RAPORU

Ankara Üniversitesi Nükleer Fizik Araştırma Laboratuarının Kurulması

Proje Yürütücüsü: **Prof. Dr. Ayşe Ataç Nyberg**
Yardımcı Araştırmacı: Prof. Dr. Doğan Bor

Proje Numarası : **05B4240002** (eski no. 2005-07-05-101)

Başlama Tarihi 29/09/2006
Bitiş Tarihi 30/09/2009 ek süre ile 30/09/2010
Rapor Tarihi Aralık 2010

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Ankara - " 2010 "

I. Projenin Türkçe ve İngilizce Adı ve Özetleri

Ankara Üniversitesi Nükleer Fizik Araştırma Laboratuarının Kurulması

Projenin amacı, Üniversitemizde uluslararası standartlarda bir Nükleer Fizik araştırma ortamı kurmak olmuştur. Bu amaç doğrultusunda Avrupa'nın ortak projesi olan AGATA (Advanced GAmma-ray Tracking Array) ya katılınmış, BAP tarafından ayrılan bütçe ile, ilk üretilen AGATA detektörlerinden üç tanesini gerekli elektronik parçaları ile birlikte satın almıştır. AGATA projesi kapsamında geliştirilmiş olan AGATA detektörleri, yüksek saflıkta Germanyum kristallerinden oluşmaktadır. Her bir detektör birbirinden elektronik olarak ayrılmış 36 bölüme sahiptir ve böyle bir teknoloji dünyada ilk kez uygulanmaktadır. AGATA detektör küresi, radyoaktif ağır iyon hızlandırıcısına sahip büyük araştırma laboratuarlarında kullanılacaktır.

AGATA projesinin temel misyonu atom çekirdeğinin gizemlerini inceleyebilecek bir spektrometre oluşturmaktır. Ancak proje, nükleer atıkların denetlenmesi, radyasyon güvenliği ve medikal görüntüleme gibi konulara yeni teknolojik uygulamalar getirebilecek niteliktedir. On üç Avrupa ülkesinin katılımıyla oluşturulan projede Türkiye, Ankara Üniversitesi'nin katkıları ile en fazla destek veren ülkeler arasında 5. sırada bulunmaktadır. AGATA projesinin ilk bilimsel çalıştayı BAP'ın desteği ile 2 – 6 Mayıs tarihleri arasında İstanbul'da gerçekleşmiştir.

Agata Projesinin, 8 Nisan 2010 tarihinde İtalyan Ulusal Nükleer Fizik Laboratuvarı'nda (Laboratori Nazionali di Legnaro - LNL) resmen açılmasının ardından, hazır olan detektörlerle ilk deneyler yapılmaya başlanmıştır. Proje yürütücüsü ve ekibi bu deneylere katılarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Birinci deneyin sonuçları yayına hazır hale getirilmiştir. Üniversitemizden iki Doktora öğrencisi, Mayıs ve Temmuz aylarında yapılan iki deneyin sonuçları üzerinde çalışmaktadırlar.

Proje sürecince, ve öğrencileri büyük laboratuar şartlarına hazırlamak amacı ile yüksek lisans/doktora seviyesinde eğitim verilmiş, Üniversitemizde bir Nükleer Fizik Laboratuarı kurulmuş, deneysel çalışmaların yanı sıra detektör ve deney simülasyonları yapılmıştır. Sonuçlar (SCI kapsamında) yayına dönüştürülmüş, uluslararası toplantı ve çalıştaylarda sunulmuştur.

Establishment of a Nuclear Physics Laboratory at Ankara University

The aim of the project was to establish a nuclear physics research programme at Ankara University at international standards. With this aim, we joined a European project called AGATA (Advanced GAmma-ray Tracking Array) and with the grants provided by BAP, we bought three AGATA detectors with their electronics. The detectors which were developed within the AGATA project are made of high purity Germanium crystals. Each crystal is 36 fold segmented (electronically) according to a newly developed technology. AGATA

spectrometer is planned to be used at large accerator facilities with radioactive heavy ion beams.

The main mission of AGATA is to built a powerfull spectrometer which can help us investigate the mysteries of the atomic nuclei. It is also expected to bring new technological develments for the applied fields like the control of nuclear waste, radiation safety and medical imaging. AGATA project is being realized as a colloboration between thirteen European countries and with Ankara Universities support, Turkey is amoung the 5 main sponsoring countries. The first physics workshop the of the AGATA project was supported by Ankara University, BAP and it was organised in İstanbul between 2 – 6 May 2010.

The official inauguration of the AGATA project took place at the National Laboratories in Legnaro at Italy's National Institute of Nuclear Physics on April, 8th 2010. At the same time, the first AGATA experiments started running at the same laboratory with the few available detectors and gave successful results. The results of the first test experiment is ready for publication and two PhD students from our university are working on the analysis of the two other AGATA experiments which took place in May and July 2010.

During the last years, we also carried out some experimental work at our own laboratory at Ankara University for educational purposes, carried out some detector simulations for AGATA, published our results in one journal (in SCI) and presented our results in four international workshops/meetings.

II. Amaç ve Kapsam

Projenin temel amacı Üniversitemizde uluslararası standartlarda bir Nükleer Fizik araştırma ortamı kurmak olmuştur. Bu amaç doğrultusunda Avrupa'nın ortak projesi olan AGATA (Advanced GAmma-ray Tracking Array) ya katılınmış, BAP tarafından ayrılan bütçe ile ilk üretilen AGATA detektörlerinden üç tanesini gerekli elektronik parçaları ile birlikte satın almıştır. Agata Projesinin, 8 Nisan 2010 tarihinde İtalyan Ulusal Nükleer Fizik Laboratuvarı'nda (Laboratori Nazionali di Legnaro - LNL) bir törenle açılmasının ardından, hazır olan detektörlerle ilk deneyler yapılmaya başlanmıştır. Proje yürütücüsü ve ekibi bu deneylere katılarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Bir diğer önemli amaç ise Üniversitemizde kendi olanaklarımızla yüksek lisans/doktora seviyesinde eğitim vermek ve öğrencilerimizi büyük laboratuar şartlarına hazırlamak olmuştur. Bu amaç doğrultusunda Üniversitemizde bir Nükleer Fizik laboratuarı kurulmuş, deneysel çalışmaların yanısıra detektör ve deney simülasyonları da yapılmıştır.

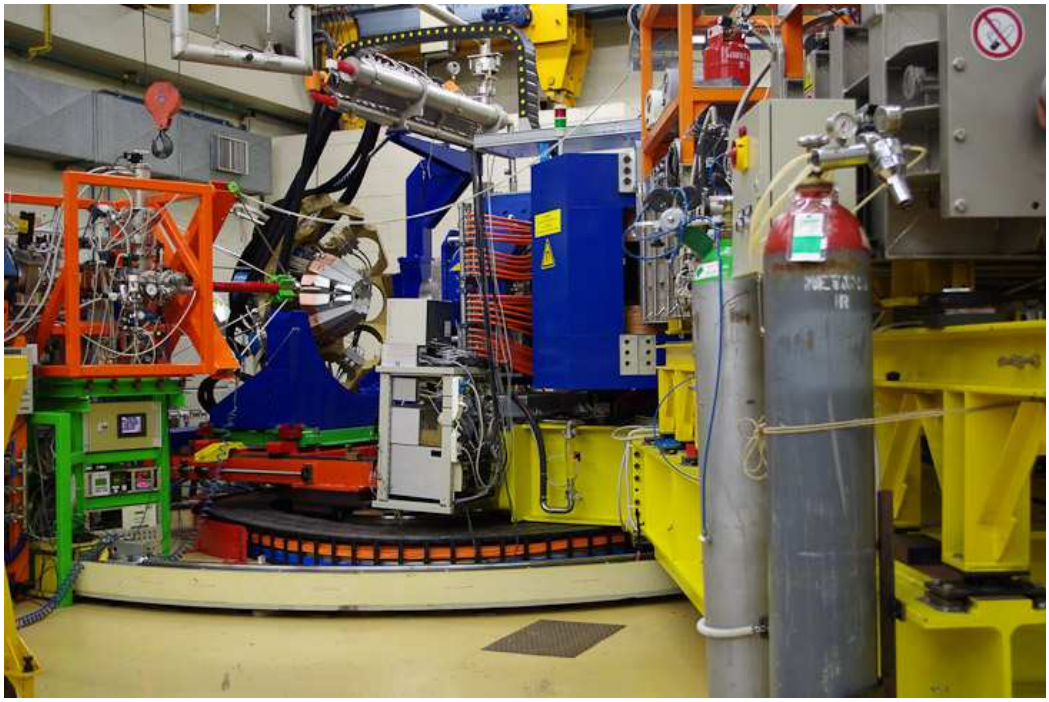
III. Materyal ve Yöntem

AGATA projesinin getirdiği teknolojik yenilik, proje kapsamında geliştirilen yarı iletken

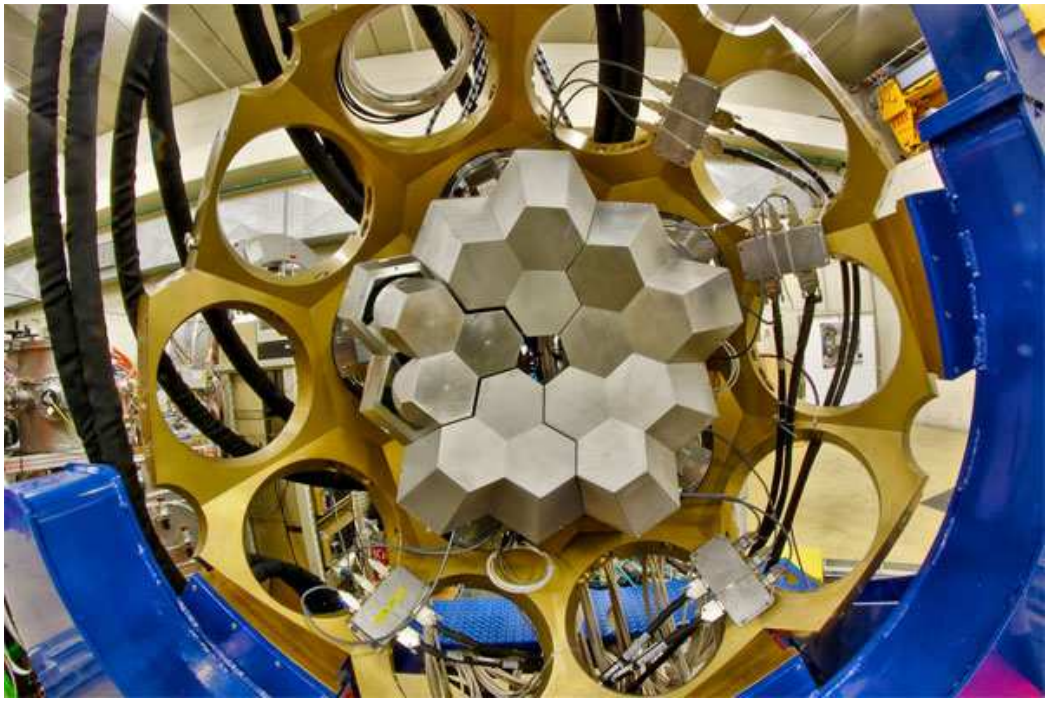
Germanyum detektörlerin 36 bölümlü olması ve böylelikle detektör içinde yol alan gama ışınlarının yok olana kadar izledikleri yolun belirlenebilmesidir. Böyle bir teknoloji dünyada ilk kez uygulanmaktadır. Bu tür detektörler Avrupa'da AGATA [1] ve Amerika'da ise GRETA [2] projeleri kapsamında geliştirilmişlerdir. AGATA detektör küresi, radyoaktif ağır iyon hızlandırıcısına sahip büyük araştırma laboratuarlarında kullanılacaktır. AGATA küresinin, 2018 yılında tamamlanmasından sonra, günümüzde kullanılan detektör kürelerine kıyasla deneysel duyarlılığı 10^2 – 10^3 kat arttırması beklenmektedir [3]. İlk olarak oluşturulan 15 adet detektörle yapılan deneylerde ulaşılan bilimsel sonuçlara bakıldığında, küre tamamlandığında çok önemli sonuçlara ulaşılacağı anlaşılmaktadır.

Agata Projesinin resmi açılışı 8 Nisan 2010 tarihinde LNL'de gerçekleşmiştir. Açılış töreni için hazırlanan posterlerden bir tanesi Ek 1' gösterilmektedir. Aşağıda, AGATA küresinin 2010 yazında LNL'de çekilmiş iki resmi görülmektedir, Şekil 1 ve 2. Şekil 3'te görülen ve AGATA küresine monte edilmekte olan üç detektörlü sistem ise proje kapsamında satın alınan ve Üniversitemize ait olan detektörlerdir. Proje yürütücüsü Prof. Dr. Ayşe Ataç, Prof. Dr. Ayşe Kaşkaş, doktora öğrencileri Arş. Gör. Serkan Akkoyun, Arş. Gör. Menekşe Şenyiğit ve Tayfun Hüyük ile birlikte 2010 yılı ilkbahar ve yaz aylarında AGATA'nın ilk deneylerine katılmışlardır.

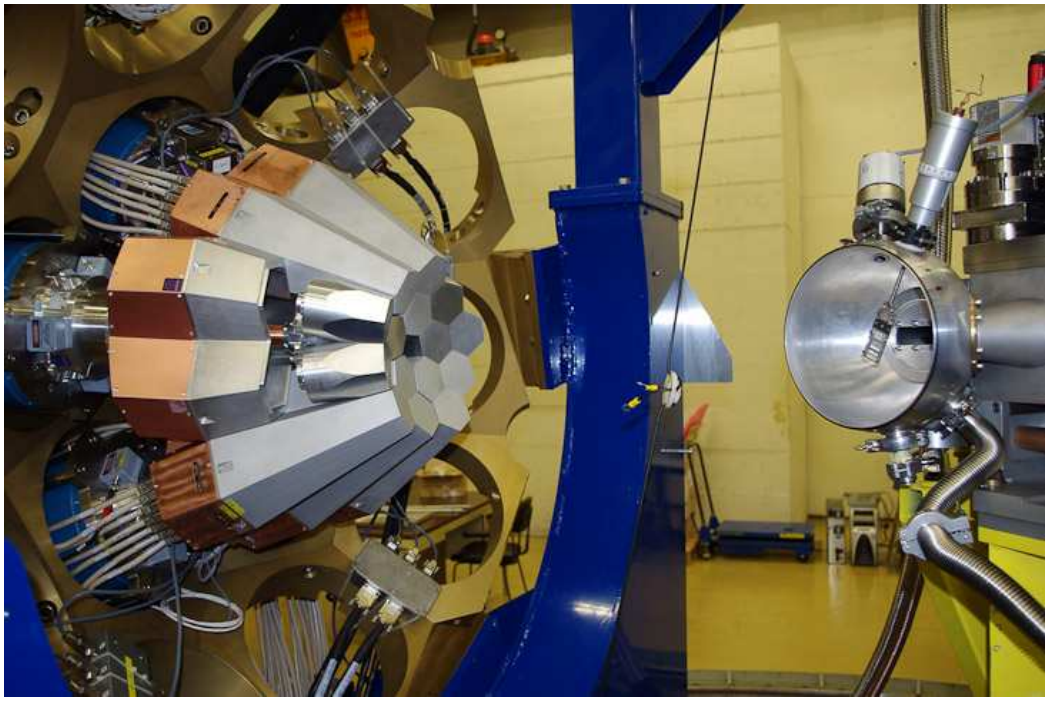
Detektörler üzerindeki detaylı ön çalışmalar, kabul testleri süresince 7 – 18 Ekim 2007 tarihler arasında Almanya'nın Köln Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubumuz, 10 gün süre ile Köln'de kalarak yeni teknolojiye sahip olan AGATA detektörleri ve elektronik parçalarını, normal deney şartlarında incelenemeyecek detayda inceleme imkanı bulmuştur. Şekil 4 ve 5'te Ankara Üniversitesine ait çok bölümlü bir AGATA kristali kabul testi esnasında görülmektedir.



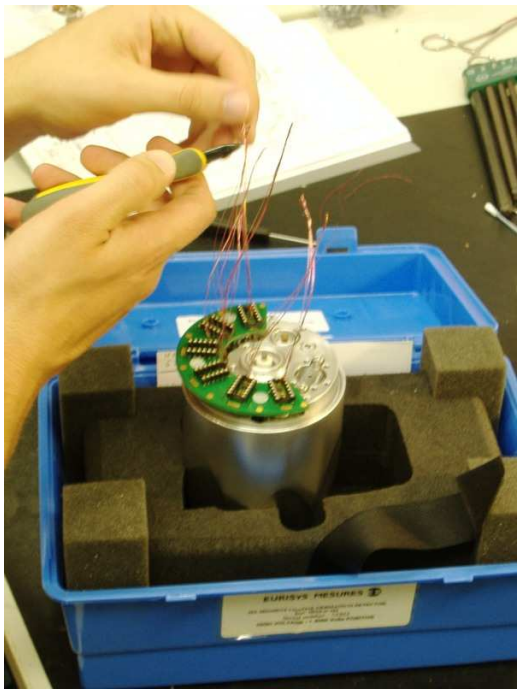
Şekil 1 İtalyan Ulusal Nükleer Fizik Laboratuvarı'nda (Laboratori Nazionali di Legnaro - LNL) 15 Adet AGATA detektörü görülmektedir.



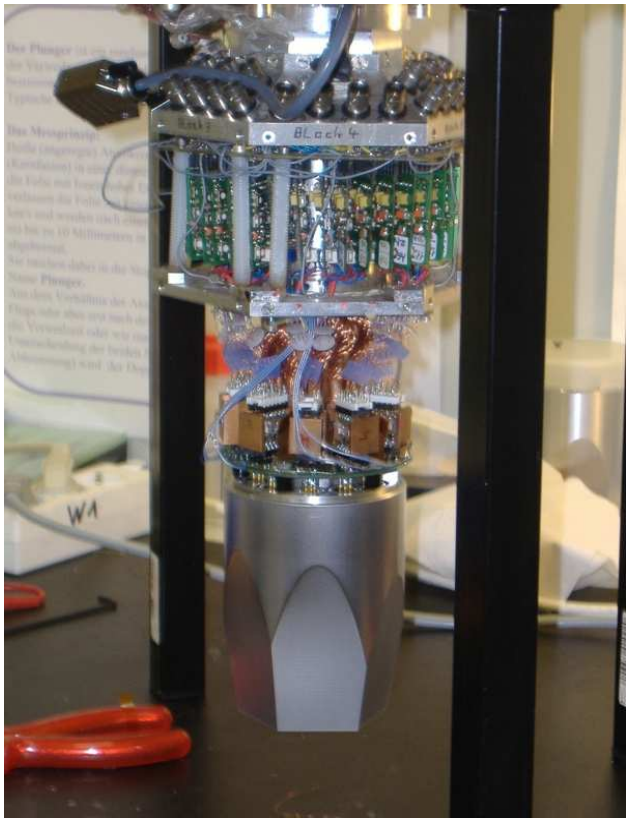
Şekil 2 AGATA detektörlerinin 2010 yılı yaz aylarında önden görünüşü.



Şekil 3 Monte edilmekte olan son detektörler Ankara Üniversitesine aittir.



Ankara Üniversitesine ait bir AGATA Ge detektötü sinyal kabloları ile birlikte görülmektedir, Ekim 2007.



Şekil 5 Aynı detektör, sinyal kabloları ve ön yükselticileri ile birlikte kabul testi için hazır duruma getirilmiştir, Ekim 2007.

IV. Analiz ve Bulgular

AGATA projesi kapsamında geçtiğimiz sene ekibimizin de katkıları ile iki önemli rapor hazırlanmıştır. Bunların birincisi olan ve AGATA detektör küresi ile yapılması planlanan deneyleri yönlendirmek üzere hazırlanan *AGATA PHYSICS CASE* adlı, Kasım 2008 tarihli rapor, proje yürütücüsü A. Ataç Nyberg'in de aralarında bulunduğu bir uzman ekibi tarafından hazırlanmıştır (Ek 2). İkinci rapor ise, AGATA projesi dâhilinde şimdiye kadar yapılan çalışmaların anlatıldığı *AGATA TECHNICAL DESIGN REPORT* isimli rapordur ve ekibimizin simülasyon çalışmalarını da içermektedir (Ek 3). Ekibimizin çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Simülasyonlar ve ilk AGATA deneyleri

AGATA detektörlerinin üretim ve teslimlerinden evvel, bu yeni tip çok bölümlü detektörleri ve bunların performanslarını incelemek amacı ile çok sayıda simülasyon yapılmıştır. Çalışma grubumuz, iz sürme tekniğini ve algoritmalarını [4] geliştirmek amacı ile simülasyonlar yapılmış, nötron ve gama ışınlarının AGATA iz sürme detektörleri ile etkileşmelerindeki farklılıkları belirlemiştir. Bu farklılıkları belirlemek için, Geant4/AGATA [5,6] simülasyon programı kullanılmış ve nötron ve gama ışınlarının birbirlerinden ayrıştırılabilmeleri için iz sürme tekniği içerisinde bir metot geliştirmiştir. Bu metod, deney ortamında çok sayıda nötronun bulunduğu ve zayıf reaksiyon kanallarının inceleneceği deneylerde faydalı olacak niteliktedir. Yakın gelecekte yapılacak olan *SPIRAL2* ve *FAIR/NUSTAR* deneyleri bu tür deneyler olacaktır. Simülasyon sonucu elde ettiğimiz bulgular Nuclear Instruments and Methods A (*NIMA*) dergisinde yayınlanmıştır (Ek 4). Bu çalışma ayrıca *AGATA TECHNICAL DESIGN* Raporunda (Ek 3) yer almış, AGATA WEEK çalıştayında [7] ve NEDA [8] toplantısında sunulmuştur.

Geliştirdiğimiz yöntemi gerçek data üzerinde denemek amacı ile 2010 yılı Mayıs ayında 12 AGATA detektörü, zamanlama (time of flight - TOF) için kullanılacak bir BaF detektörü ve ^{252}Cf radyoaktif kaynağı kullanarak bir deney gerçekleştirilmiştir. İtalya'daki LNL laboratuarında geçekleştirilen bu deney AGATA'nın ilk deneylerinden biridir ve Ar. Gör. Menekşe Şenyiğit'in Doktora Tezini oluşturmaktadır.

Simülasyon çalışmalarımız arasında, yüksek enerjili gama-ışınları (E = 10-20 MeV) ve iz sürme tekniğinin bu bölgedeki performansının incelenmesi vardır. Bu çalışma, yüksek enerjideki ***'giant resonance'*** durumlarının gama- bozunumlarını incelemek amacı ile yapılmış, 2010 yılı Temmuz ayında LNL laboratuarında yapılan bir AGATA deneyi (Order to chaos transition in warm rotating ^{174}W nuclei) ile geliştirilmiştir. Bu deney, Ar. Gör. Serkan Akkoyun'un Doktora Tezini oluşturmaktadır.

Hazır olan tek AGATA modülü ile ilk test deneyi Legnaro National Laboratory (*LNL)*, Italya'da 2009 Mart ayında yapılmıştır. Bu deneye ekibimizden A. Ataç katılmıştır. İlk sonuçlar *LNL* Yıllık Raporunda (Ek 5) yer almış, sonuçlar Nuclear Instruments and Methods

ın Research A dergisinde yayınlanmak üzere hazırlanmıştır (Ek 6). Agata detektörleri ve simülasyonlar Tayfun Hüyük ve Semih Baykal'ın yüksek lisans tez çalışmalarının konularını oluşturmuştur.

Proje yürütücüsü A. Ataç'ında üyesi olduğu AGATA yönetim kurulu (*ASC*)'nin Haziran 2009 tarihli toplantısında aldığı karar ile AGATA detektörleri ile yapılacak olan ilk deney sonuçları *AGATA TECHNICAL DESIGN* Raporunda katkısı olan kişilerin isimleri ile yayınlanacaktır. Bu isim listesine ekibimiz dahildir. Bu durumda, yakın bir gelecekte, çok atıf alması beklenen yayınlarda yer alınması söz konusudur. Bu yayınlarda BAP'a teşekkür edilmesi konusuna özenle dikkat edilecektir.

AGATA'nın fizik programında önemli yer kapsayan ve nükleer kuvvetin özelliklerinden birinin göstergesi olan nötron proton çiftlenimi konusunu inceleyen öncü bir deney, Prof. Dr. Ayşe Ataç'ın katılımı ile 2009 yılında Fransa'nın GANIL Laboratuarında gerçekleşmiştir. Bu deneyde, gama ışınlarını ölçmek için çok bölümlü detektörlerin ilk örneklerinden olan EXOGAM detektörleri kullanılmıştır. Deney sonuçları Nature dergisinde yayına kabul edilmiştir. BAP Projemiz ile direk bağlantılı olmamakla birlikte AGATA'nın potensiyelini vurgulamak amacı ile bu çalışmayı raporumuza dahil ettik (Ek 7).

AGATA Projesinin önemini ve projeye Ankara Üniversitesinin katkılarını duyurmak üzere 26 Mart 2006 tarihinde Hürriyet gazetesinde Yalçın Doğan tarafından hazırlanan bir yazı yayınlanmıştır (Ek 8).

<u>AGATA Fizik Çalıştayı, Deney Önerileri ve Gelecekle İlgili Planlar</u>

Gelecek aylarda AGATA modül sayısının gittikçe artması ve sistemin giderek artan bir kapasite ile çalışması beklenmektedir. AGATA, 2012 yılında radyoaktif iyon demetleri üretebilen Almanya'daki GSI laboratuarına taşınacaktır. Gelecek yıllarda yapılacak olan deneylerin ön hazırlıkları şimdiden başlamış bulunmaktadır. Ekibimiz, gerek *LNL* Laboratuarında kararlı iyon demetlerinin kullanımı ile yapılacak, gerekse *GSI* Laboratuarında radyoaktif iyon demetleri ile yapılacak olan deneylerin önerilerinin hazırlanmasında katkıda bulunmaktadır. Bu bölümde bahsedilen deneylerin hepsi alanlarında önemli deneylerdir ve kararlılık çizgisi dışındaki proton ve nötron zengini çekirdeklerin yapılarını incelemeyi amaçlamaktadırlar. Sonuçların çok atıf alan yayınlara dönüşmesine beklenmektedir.

Projenin ilk bilimsel çalıştayı "Agata Physics Workshop 2010", 2-6 Mayıs tarihler arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Maçka Kampusunda gerçekleştirilmiştir. BAP projemizden ayrılan kaynaklarla düzenlenen çalıştaya çoğunluğu yurtdışından olmak üzere 80 kadar bilim insanı katılmıştır. Bu çalıştayda ilk yapılan deneylerin sonuçları tartışılmış ve gelecek üç yıl için bilimsel bir yol haritası çizilmiştir (Ek 9).

V. Sonuç ve Öneriler

Bu projenin amacı Üniversitemizde uluslararası standartlarda bir Nükleer Fizik araştırma ortamı kurmak ve AGATA Projesine aktif katılım sağlamaktır. Proje süresi boyunca AGATA detektörleri için simülasyonlar yapılmış, detektörlerle yapılan testlere ve ilk deneylere katılınmış ve ileriye yönelik deney hazırlıklarına başlanmıştır. Ayrıca, ilk deney sonuçlarının tartışıldığı ve gelecek planlamasının yapıldığı ilk bilimsel AGATA çalıştayının Türkiye'de yapılması sağlanmıştır. Sonuç olarak projenin amacına ulaştığı düşünülmektedir.

Yaptığımız simülasyon çalışmaları ile geliştirdiğimiz metot bir yayına dönüştürülmüş ve ileriye yönelik çalışmalar için uygun bir ortam hazırlanmıştır. Bunun dışında ekibimiz özellikle proton ve nötron zengini çekirdeklerin radyoaktif iyon demetleri kullanılarak inceleneceği deneyler için öneriler hazırlanmasına katkıda bulunmuş, AGATA ile birlikte kullanılacak olan yeni nötron detektörlerinin tasarımı üzerinde çalışmıştır. Bu projenin sonucu olarak, uluslararası AGATA Projesine aktif bir katılım sağlanmış, öğrencilerimize kendi detektörümüz ile Avrupa'nın en gelişmiş laboratuarlarından birinde deney yapma olanağı sağlanmıştır. *SCI* kapsamında bir yayın basılmış, üç AGATA raporu ve üç AGATA deney önerisi yazılmış, AGATA'nın ilk bilimsel çalıştayı organize edilmiş, iki yüksek lisans tezi hazırlanmış, uluslararası toplantılarda dört sunum yapılmıştır.

Geçtiğimiz yıllarda, bu proje sayesinde, gerek ekibimizin gerekse BAP'ın çabaları ile, Ankara Üniversitesi'nde Nükleer Fizik alanında önemli bir gelişme kaydettiğimiz inancındayız. Ancak, BAP projemiz son bulmakla birlikte AGATA projesi yeni başlamaktadır. Bundan sonraki yıllarda Ankara Üniversitesi'nin AGATA Projesindeki yerini koruyabilmesini ve uluslararası standartlarda başarılı bilim insanları yetiştirmesini diliyoruz.

VI. Kaynaklar

[1] AGATA web site: http://www-win.gsi.de/agata/.

[2]] Lee, I. Y. Nucl. Instr. and Meth. A 422 pp. 195, (1999) ve GRETA web site: http://greta.lbl.gov/i.

[3] AGATA Technical Proposal, eds J. Gerl, W. Korten (Sept 2001).

[4] Bazzacco, D. Nucl. Phys. A 746, pp.S248c, (2006).

[5] Allison, J. et al., Nucl. Instr. and Meth. A 506 pp. 250 (2003) ve http://www.geant4.org/i.

[6] Farnea, E., Bazzacco, D., LNL Annual Report 2003, p. 158. LNL-INFN(REP)-202/2004, ISBN 88-7337-004-7 ve http://agata.pd.infn.it/.

[7] Ataç, A, Neutron Gamma Discrimination in Agata, Workshop: 7th *AGATA* Week, Uppsala, Sweden, 8-11 July, (*2008*).

[8] Ataç, A.Discrimination of gamma rays due to inelastic neutron scattering in AGATA ,

SPIRAL2 Preparatory Phase Task 5.8 collaboration progress meeting, Istanbul, Turkey, 18-19 June 2009 ve http://www.slcj.uw.edu.pl/neda/istanbul/.

VII. Ekler

a) Mali Bilanço ve Açıklamaları

Projenin bütçesi 1,562,480 TL olarak belirlenmiş, dolar kurundaki dalgalanmalardan ötürü, 7 Temmuz 2008 tarihinde cihazların alınamayacağı endişesi ile 450,000 TL'lik ek bütçe alınmıştır.

Proje kapsamında satın alınması istenen AGATA cihazları şunlardır:

Üç adet AGATA tipi çok bölümlü Germanyum kristali ve bunlar için gerekli olan elektronik parçalardır (1 adet Cryostat – sabit soğutucu kap, 3 adet digitizers – sayısallaştırıcı, 3 adet preprocessing cards – sinyal şekil analizatörü ve bilgisayar işlemci çiftliği).

Soğutucu kap ve saysallaştırıcıların teslimlerinde bir sıkıntı yaşanmamış ancak Ge kristalleri gecikmeli olarak ve akreditif tarihinin bitimden sonra, 24 Temmuz 2008 tarihinde Üniversitemize teslim edilebilmişlerdir. Detektörlerin üretim ve teslimindeki gecikmeden ötürü Canberra şirketine 77.461,11 Avro'luk bir ceza kesilmiştir.

Yukarıda listelenen donanımın tamamı (bilgisayar işlemci çiftliği dışında) AGATA projesi içinde özel tasarlanmış yeni teknoloji ürünleridir ve değişik üniversitelerden öğretim üyeleri tarafından geliştirilmiş bulunmaktadırlar. Sinyal şekil analizatörleri, Institut de Physique Nucleaire (IPN) Orsay tarafından geliştirilmiştir. INP Orsay özel bir şirket olmadığından akreditif sistemi ile satış yapamayacağını belirtmiş bu sebepten bu cihazlar satın alınamamıştır.

Yukarıda anlatılan sebepten dolayı kullanamadığımız bir miktar kaynak (85.600 TL) BAP'ın izni ile hizmet alım kalemine aktarılmış, bilgisayar işlemci çiftliğinden bazı cihazların alımı ve yurtdışında oldukları süre içerisinde detektörlerimizin bakımının sağlanması amacı ile Almanya'daki GSI Laboratuarına yollanmıştır. Ayrıca, yine BAP'ın izni ile bir miktar kaynak (44.000 TL) İstanbul'da organize ettiğimiz 'AGATA Physics Workshop-2010' çalıştayı için kullanılmıştır.

b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Proje kapsamında üç adet çok bölümlü AGATA detektörü ve bu detektörlerin çalışabilmesi için gerekli olan elektronik parçalar (ön yükselticinin içine monte edildiği derin soğutucu kap ve sayısallaştırıcı) satın alınmıştır. Bütün cihazlar, gerekli gümrük işlemleri ve izinler tamamlandıktan sonra 6 Eylül 2009 tarihinde diğer AGATA detektörleri ile birleştirilmek üzere Almanya'ya oradan da AGATA'nın konuşlanacağı ilk laboratuar olan Legnaro National Laboratory (*LNL*), İtalya'ya yollanmışlardır. İlk deneyler 2010 yılı Mart ayında başlamışlar ve bu tarihten sonra belirli aralıklarda devam etmişlerdir. Bu deneylerin analizleri gerek çalışma grubumuz gerekse Avrupalı meslektaşlarımız tarafından sürdürülmektedir. İlk bulgular çok bölümlü AGATA detektörlerinin ve bunlarla elde edilen iz sürme tekniğinin başarısını sergilemektedir.

Gelecekte AGATA detektör küresi, radyoaktif ağır iyon hızlandırıcısına sahip büyük araştırma laboratuarlarında kullanılacaktır. İtalya'daki ilk aşamadan sonra detektörler, 2012 yılından başlamak üzere Almanya'nın Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI) Laboratuarına (uluslararası FAIR/NUSTAR projesi dahilinde) ve 2013 yılından sonra SPIRAL II projesi dahilinde Fransa'nın Grand Accélerateur National d'Ions Lourds (GANIL) laboratuarına taşınacaktır.

AGATA'nın gelecek yıllar için planlanan bilimsel programı yukarıda belirtildiği gibi yoğun ve beklenilen sonuçları açısından helecan vericidir. Bu sebepten Üniversitemize ait olan detektörlerin AGATA küresinin tamamlanacağı yıl olan 2018 yılına kadar hatta daha uzun süreli olarak yurt dışında tutulması ve tarafımızdan yoğun bir şekilde kullanılmasını arzu ediyoruz.

Ankara Üniversitesine ait olan donanım istediğimiz zaman Üniversitemize teslim edilecektir. Bu konuda elimizde AGATA projesi yönetiminden alınmış bir teminat mektubu bulunmaktadır (Ek 10). Ayrıca, proje yürütücüsü AGATA'nın karar organı olan AGATA yönetim kurulunda görev yaptığından, projesi yönetimi ile sürekli iletişim halinde bulunmaktayız.

Geçtiğimiz yıllarda, Ankara Üniversitesinde eğitim amaçlı kullanılmak üzere bir Nükleer Fizik laboratuarı kurulmuştur. Bu laboratuar için proje dahilinde satın almayı planladığımız donanım (BaF2 detektörü ve elektroniği, osiloskop, kablolar ve konnektörler, voltmetre, UPS ve jeneratör, sıvı azot) BAP dışındaki kaynaklardan sağlanmış ve bu proje kapsamından çıkarılmışlardır. Öncelikle, AGATA detektörleri üzerinde yapılması gereken ön çalışmaların bu laboratuarda gerçekleşmesi planlanmıştır. Ancak, AGATA detektörlerinin üretim ve teslim sürecindeki gecikmeden ötürü bu ön çalışmalar Ankara'daki laboratuarımızda gerçekleşememiştir. AGATA detektörleri Ankara'ya teslimlerinden kısa bir süre sonra hızlandırıcısına sahip büyük araştırma laboratuarlarında kullanılmak ve diğer AGATA detektörleri ile birleştirilmek üzere yurt dışına gönderilmişlerdir.

c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar (varsa Kesim III'de yer almayan analiz ayrıntıları)

Aşağıda belirtilen yayın ve raporlarda bu bilgiler verilmiştir.

d) Sunumlar, teknik raporlar ve çalıştay organizasyonu

Sunumlar:

1) **A.Ataç**, A. Kaşkaş, S. Akkoyun, M. Şenyiğt, T. Hüyük, O.Kara and J. Nyberg. Discrimination of gamma rays due to inelastic neutron scattering in AGATA, presentation by A.Ataç. NEDA - New Neutron Detector for SPIRAL 2, collaboration progress meeting, 18-19 June 2009, Istanbul, Turkey.

2)**M. Şenyiğit**. AGATA Demonstrator Test with a Cf252 Source:Neutron-Gamma Discrimination. NEDA - New Neutron Detector for SPIRAL 2, collaboration progress meeting, 18-19 June 2009, Istanbul, Turkey.

3)**T. Hüyük**. Report on the Initial Simulations for NEDA.

NEDA - New Neutron Detector for SPIRAL 2, collaboration progress meeting, 18-19 June 2009, Istanbul, Turkey.

4) A.Ataç, A. Kaşkaş, S. Akkoyun, M. Şenyiğit, T. Hüyük, O.Kara and J. Nyberg.
Neutron Gamma Discrimination in Agata, presentation by A. Ataç.
7th Agata Week, workshop, 8 - 11 July 2008, Uppsala, Sweden.

Raporlar :

1) **First in-Beam Commissioning Experiment of AGATA.**
ISSN 1828-8545, INFN-LNL-226(2009) Laboratori Nazionali di Legnaro, Annual Report 2008.
Gadea, J. Nyberg, F. Recchia, P.-A. Söderström, **A. Ataç**, S. Aydin, D. Bazzacco, P. Bednarczyk, D. Bortolato, A. Boston, H. Boston, B. Bruyneel, D. Bucurescu, E. Calore, S. Colosimo, F. Crespi, N. Dosme, E. Farnea, F. Filmer, A. Gottardo, M. Gulmini, G. Jaworski, P. Joshi, D. Judson, R. Kempley, A. Khaplanov, D. Mengoni, C. Michelagnoli, P. Molini, D. Napoli, E. Sahin, J.F. Smith, D. Tonev, C. Unsworth, C.A. Ur, A. Wiens and the AGATA Collaboration.

2) Agata Physics Case, November 2008
Document edited by Dimiter Balabanski and Dorel Bucurescu on behalf of the AGATA collaboration.
The contribution of the following colleagues is gratefully acknowledged:
Giacomo de Angelis, **Ayşe Ataç**, Faisal Azaiez, Thomas Aumann, Bertram Blank, Alexander Bürger, Angela Bracco, Bo Cederwall, Dominique Curien, Jerzy Dudek, Enrico Farnea, Martin Freer, Serge Franchoo, Jürgen Gerl, Magne Guttormsen, Gudrun Hagemann, Ikuko Hamamoto, Rolf-Dietmar Herzberg, Jan Jolie, Sotirios Harissopoulos, Herbert H¨ubel, Rauno Julin, Wolfram Korten, Reiner Kr¨ucken, Silvia Leoni, Adam Maj, Witek Meczynski, Daniele Mengoni, Paul Nolan, Johan Nyberg, Robert Page, Norbert Pietralla, Marcello Pignanelli, Dirk Rudolph, Gary Simpson, John Simpson, Olivier Stezowski, Piet Van Duppen, Robert Wadsworth, Phil Walker, Carl Wheldon, Tzanka Wheldon.

3) AGATAAdvanced Gamma Tracking Array Technical Design Report
Edited by J. Simpson, J. Nyberg and W. Korten, December 2008
Contributors:
Dominique Curien, Gilbert Duchêne, Christian Finck, Camille Parisel, Cayetano Santos,
…….
Ayse Ataç, S. Akkoyon, T. Hüyük, O. Kara, A. Kaşkaş, M. Şenyiğit:Ankara, Turkey
……..

Bilimsel Faaliyet Organizasyonu:

- **Agata Physics Workshop,** 2-6 Mayıs 2010, İstanbul Teknik Üniversitesi Maçka Kampusu, İstanbul.
- **AGATA Projesi Yönetim Komitesi (ASC) yıllık toplantısı**, 6 Ocak 2006, İstanbul.

e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler

Yayınlar (SCI):

1) A. Ataç, A. Kaşkaş, S. Akkoyun, M. Şenyiğit, T. Hüyük, S. Okan Kara and J. Nyberg.
Discrimination of gamma rays due to inelastic neutron scattering in AGATA.
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 607 (2009) 554–563.

2) P.-A. Söderström, F. Recchia, J. Nyberg, A. Al-Adilia, **A. Ataç**, S. Aydin, D. Bazzacco,

P. Bednarczyk, D. Bortolato, A. J. Boston, H. C. Boston, B. Bruyneel, D. Bucurescu, E. Calore, S. Colosimo, F. Crespi, N. Dosme, E. Farnea, F. Filmer, A. Gadea, A. Gottardo, M. Gulmini, G. Jaworski, P. Joshi, D. Judson, R. Kempley, A. Khaplanov, J. Ljungvall, D. Mengoni, C. Michelagnoli, P. Molini, D. Napoli, E. Sahin, J.F. Smith, D. Tonev, C. Unsworth, C.A. Ur, A. Wiens, and the AGATA collaboration.
In-beam Interaction Position Resolution Measurements of the AGATA HPGe Detectors. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A dergisine gönderilmek üzere yayına hazırdır.

3*) B. Cederwall, F. Ghazi Moradi, T. Back, A. Johnson, J. Blomqvist, E. Clement, G. de France,
R. Wadsworth, K. Andgren, K. Lagergren, A. Dijon, G. Jaworski, R. Liotta, C. Qi, B.M. Nyak´o,
J. Nyberg, M. Palacz, H. Al-Azri, **A. Atac,** S. Bhattacharyya, T. Brock, J .R. Brown, G. De Angelis, A. Di Nitto, Zs. Dombr´adi, A. Gadea, J. Gal, B. Hadinia, F. Johnston-Theasby, P. Joshi, K. Juh´asz, R. Julin, A. Jungclaus, **O. Kara**, A. Khaplanov, J. Kownacki, G. La Rana, S. M. Lenzi, J. Moln´ar, R. Moro, D. R. Napoli, B. S. Nara Singh, A. Persson, M. Sandzelius, J.-N. Scheurer, G. Sletten, D. Sohler, P.-A. Soderstrom, M. Taylor, J. Timar, M. Trotta, J. J. Valiente-Dobon, E. Vardaci, and S. Williams.
Identification of Excited States in the $N = Z$ Nucleus 92Pd: Evidence for a New Spin-Aligned Neutron-Proton Coupling Scheme. 6 Ocak 2011 tarihinde yayınlanmak üzere Nature dergisinde yayına Kabul edilmiştir.
***)** Bu yayın BAP Projemiz ile direk bağlantılı olmamakla birlikte AGATA'nın potensiyelini vurgulamak amacı ile rapora dahil edilmiştir.

Tezler:

T. Hüyük: Yeni bir nötron detektörü tasarımı için simülasyon çalışmaları – NEDA, Yüksek Lisans Tezi, 2009. (AGATA ile birlikte kullanılacak nötron detektörleri için tasarım çalışması.)

S. Baykal: Yeni tip gama detektörleri ve iz sürme tekniği, Yüksek Lisans Tezi, 2007.

S. Akkoyun: AGATA Ge detektörleri için gamma ışın, nötron ölçüm simülasyonları ve iz sürme tekniği. Analiz ve yazım aşamasında.

M. Şenyiğit: Nükleer reaksiyonlar sonucu açığa çıkan gama ışınları ve nötronların Ge detektör sistemi ile etkileşmeleri. Yazım aşamasında.