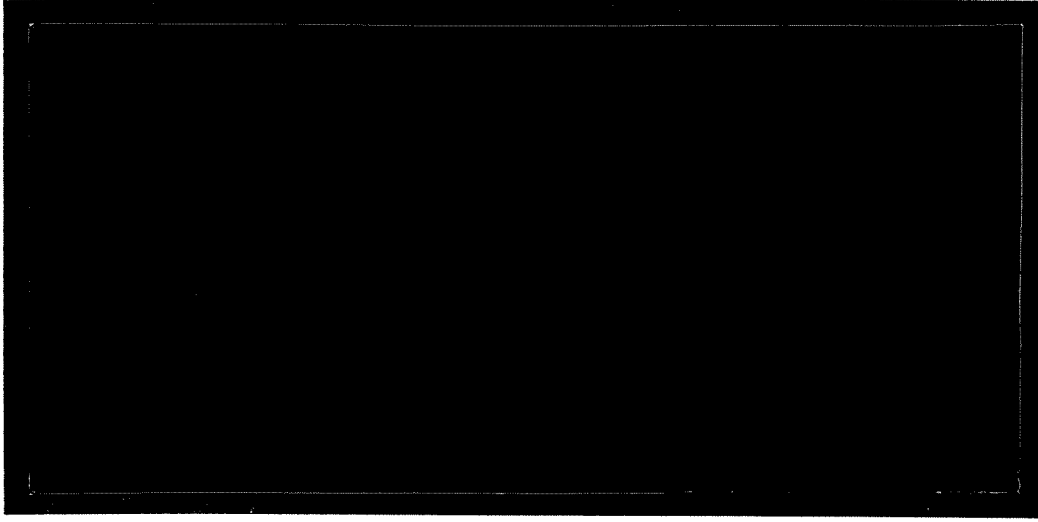


2003 - 64



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY



Temel Bilimler Araştırma Grubu
Basic Sciences Research Grant Committee

**YÜKSEK ENERJİ FİZİĞİ
CERN NÖTRİNO DENEYLERİ
ARAŞTIRMALARI**

PROJE NO : TBAG-DPT/5 (192T001)

**PROF. DR. RAMAZAN SEVER
PROF. DR. ENGİN ARIK
PROF. DR. GÜLSEN ÖNENGÜT
PROF. DR. EDA EŞKUT
PROF. DR. MEHMET T. ZEYREK
DOÇ. DR. MELTEM-SERİN ZEYREK
DOÇ. DR. AYSEL KAYIŞ TOPAKSU
YARD. DOÇ. DR. ARİF MAİLOV
DR. MURAT ALİ GÜLER
DR. ERHAN PESEN**

**Temmuz 2000
ANKARA**

ÖNSÖZ

DPT/TBAG-5 projesi desteği ile Boğaziçi Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi' den deneysel yüksek enerji fiziği grupları müon nötrinosunun elektron ve tau nötrinosuna salınımını araştırmak amacıyla peşpeşe CERN-SPS hızlandırıcısında yapılan CHARM II ve CHORUS deneylerine katılmışlardır. Bu gruplardan Çukurova Üniversitesi grubu sadece CHORUS deneyinde yer almıştır.

Proje, Temmuz 1992 yılında ODTÜ Fizik Bölümü' nden Prof. Dr. Perihan Tolun'un yürütücülüğünde başlamış, üçüncü ve son uzatılması Temmuz 2000 tarihinde sona ermiştir. Başlangıçta deney grupları tek isim altında deneylerde yer almalarına karşın, 1994 yılından itibaren grupların bütçeleri ayrılmış ve gelişme raporları her grup tarafından ayrı ayrı sunulmuştur.

Zaman içinde grup elemanları da sayıca değişmiştir.

Nötrino salınımı, nötrino kütlelerinin karelerinin farkı (Δm^2) ve $\sin^2 2\theta$ karışım açısı ile parametrize edilir. CHORUS deneyinde 1994-1997 yılları arasında veri alınmış olup analizler iki aşamada yapılmaktadır. Tamamlanmış olan ilk aşamanın $\sin^2 2\theta$ parametresi üstüne getirdiği son limit $\sin^2 2\theta_{\mu\tau} < 6.8 \cdot 10^{-1}$ 'dir. Duyarlılığın arttırıldığı ikinci aşamada ise analiz çalışmalarını bitme aşamasına gelmiştir.

CHORUS deneyinin tamamlanma tarihi Temmuz 2004 olarak belirlenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
ÖZ.....	3
ABSTRACT.....	4
GİRİŞ.....	5
GENEL BİLGİLER.....	5
YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	6
TEZ ÇALIŞMALARI.....	7
YAYINLAR.....	13
KULLANILAN BÜTÇE.....	16
SONUÇ	17
BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU.....	18

ÖZ

CHORUS deneyi tau leptonunun bozunum topolojisini kullanarak $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ salınımını araştırmaktadır. Nötrino salınımı kısaca bir tip nötrinin başka bir tip nötrinoya dönüşmesi olarak açıklanabilir. Dönüşme olasılığı nötrino kütlelerinin karelerinin farkı (Δm^2) ve $\sin^2 2\theta$ karışım açısı ile parametrize edilir. CHORUS dedektörü emülsiyon film tabakaları ile birlikte diğer elektronik dedektörler, örneğin fiber izleyiciler, iz akış tüpleri, elektromanyetik ve hadronik kalorimetre ve muon spektrometresi kullanan hibrid bir detektördür. Deneyde, süper proton sinkrotron (SPS)'den gelen protonların berilyum hedef ile çarpıştırılması sonucu açığa çıkan muon nötrino hüzmesi kullanılmaktadır. Bu nötrinoların ortalama enerjisi 26 GeV civarındadır. CHORUS deneyinin $\sin^2 2\theta$ parametresi üstüne getirdiği son limit $\sin^2 2\theta_{\mu\tau} < 6.8 \cdot 10^{-4}$ 'dir. İkinci aşama analiz çalışmaları devam eden deneyin amacı bu limiti $1 \cdot 10^{-4}$ 'ün aşağısına indirmektir. CHORUS deneyi nötrino osilasyonu dışında charm fiziği üzerine çalışmalarını da sürdürmektedir.

CHARM II deneyi temelde muon-nötrinosu elektron veya antimuon-nötrinosu elektron saçılmalarına yönelik bir elektronik dedektör sistemidir. Çalışmalar $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ veya $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$ salınımları üzerine olmuştur. $\sin^2 2\theta$ üzerine belirlenen üst sınır $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ salınımı için $\sin^2 2\theta < 9.4 \cdot 10^{-3}$, buna karşılık $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$ salınımı için ise $\sin^2 2\theta < 4.8 \cdot 10^{-3}$ şeklinde olmuştur. Verilerin birleştirilmesi durumunda ise üst sınır $5.6 \cdot 10^{-3}$ olarak elde edilmiştir.

ABSTRACT

CHORUS experiment is investigating the $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ oscillation using the tau lepton decay topology. Transformation probability is parametrized by the difference of the squares of the neutrino masses (Δm^2) and $\sin^2 2\theta$ mixing angle. CHORUS detector is a hybrid detector which uses electronic detectors such as fiber trackers, streamer tubes, electromagnetic and hadron calorimeters and a muon spectrometer together with emulsion film plates. A muon neutrino beam which is obtained by the collision of protons from super proton synchrotron (SPS) with a berillium target is used in the experiment. The average energy of these neutrinos is about 26 GeV. The latest limit obtained for the parameter $\sin^2 2\theta_{\mu\tau} < 6.8 \times 10^{-4}$. It is expected that the Phase II analysis will lower this limit below $1. \times 10^{-4}$. In the CHORUS experiment charm physics is also studied besides the neutrino oscillation work.

CHARM II experiment is investigated mainly the $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ or $\overline{\nu}_\mu \rightarrow \overline{\nu}_e$ oscillations. The data were collected over five years, alternating beams mainly composed of muon-neutrinos and muon anti-neutrinos. The upper limits obtained in the mixing angle are $\sin^2 2\theta < 9.4 \cdot 10^{-3}$ for ν_μ oscillating to ν_e and $\sin^2 2\theta < 4.8 \cdot 10^{-3}$ for $\overline{\nu}_\mu$ to $\overline{\nu}_e$ at the 90% confidence level. Combining thr neutrino and antineutrino data the upper limit 's is $5.6 \cdot 10^{-3}$.

1. GİRİŞ

Boğaziçi Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi deneysel yüksek enerji fiziği Gruplarının nötrino salınımları konusunda araştırma yapmaları amacıyla CERN' de yapılmakta olan CHARM II deneyine, deneyin analiz safhasında katılmışlardır.

Bu çalışmalar CHARM II deneyinin devamı şeklinde planlanan CHORUS deneyinde de sürdürülmüştür. Çukurova Üniversitesi grubu sadece CHORUS deneyine katılmıştır.

Bu çalışmalar DPT/TBAG-5 projesi ile desteklenmiştir.

Deneyleerde sonradan katılmalarla birlikte görev alan doktoralı elemanlar şu şekildedir.

Çukurova Grubu: Gülsen Önengüt, Eda Eşkut, Aysel Kayış Topaksu.
Eda Eşkut CHORUS deneyinin ikinci kısmında ayrılmıştır.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Grubu: Perihan Tolun, Ramazan Sever, Mehmet Zeyrek, Meltem-Serin Zeyrek, Erhan Pesen, Murat Ali Güler.
Erhan Pesen Gruptan ayrılmıştır. Murat Ali Güler ise aynı deneye katılan Japonya'daki Nagoya Grubu' nda doktora sonrası çalışmalarını sürdürmüş, bu sıralarda dönerek tekrar göreve başlamak üzeredir.

Boğaziçi Grubu: Engin Arık ve Mailov.
Arif Mailov halen çalışmalarını Almanya da sürdürmektedir.

Bu raporda yer alan bilgiler CHARM II ve CHORUS deneylerindeki 01.07.1992-01.07.2000 tarihleri arasında yapılan faaliyetlere yöneliktir

2. GENEL BİLGİLER

CERN'deki nötrino salınımını araştıran iki deneyden biri olan CHORUS deneyi, SPS hızlandırıcısında oluşturulan müon nötrino hüzmesini kullanarak nötrino salınımları yoluyla ortaya çıkabilecek tau nötrinosunu aramaktadır. Bu amaca erişmek için tau nötrinosunun emülsiyon hedefin nükleonlarıyla yüklü akım etkileşmelerinden çıkacak tau leptonun bozunumları gözlenmeye çalışılmaktadır.

Kullanılan nötrinoların ortalama enerjisi 26 GeV civarındadır. Hedef olarak emülsiyon film tabakaları kullanılmaktadır. Dedektör, aynı zamanda hedef görevi gören emülsiyon tabakalarının dışında müon spektrometresi, elektromanyetik ve hadronik kalorimetre, altıgen mıknatıs ve iz akış tüplerinden oluşmaktadır. Bu elektronik dedektörler yardımıyla emülsiyon tabakalarında oluşan olay köşeleri belirlenmektedir.

Emülsiyonun ayırım gücü mikron mertebesinde olduğundan çok kısa ömürlü olan tau leptonunun doğrudan gözlenmesine ve nötrino-nükleon etkileşmelerinden açığa çıkan c kuarklı parçacıkların çalışılmasına izin vermektedir.

CHARM II Deneyi büyük ölçüde CHORUS deneyinde yer alan deney gruplarının CHORUS öncesi yaptıkları bir deneydir. Muon-nötrinosi ile muon-anti nötrinosunun elektron saçılması esasına dayanmaktadır.

Türkiye' den bu deneye BÜ ve ODTÜ deney grupları ile İÜ' nden bir doktora öğrencisi katılmışlardır. Deneye temel katkılar veri alımı sırasında nöbet tutma şeklinde gerçekleşmiştir. Bu deneye yönelik tamamlanan doktora tez çalışmasında da muon-nötrinosunun elektron-nötrinosuna salınımı çalışılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak kütle farkının karesinin 1.33 e^2 den büyük olduğu ve $\sin^2 2\theta > 0.007$ olduğu bulunmuştur. Bu sonuçların daha önceki deneysel sonuçlarla uyum içinde olduğu ifade edilmiştir.

3. YAPILAN DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ GRUBU

CHORUS

1. Veri alımı sırasında deneyde nöbet tutulması
2. Dedektörün en önemli parçalarından birisi olan Muon Spektrometre' ninin dizaynı ve kurulması ile ilgili donanım ve yazılım konularında 1992 yılından itibaren önemli katkılarda bulunulmuştur. Deneyin veri alımı sırasında da çalışma sorumluluğunun üstlenilmiştir.
3. İnanç Birol ve Ziya Perdahçı tarafından baslatılan bir çalışma ile analog sisteminden alınan bilgi ile dedektörün diğer kısımlarında bağımsız olarak

parçaçık izi bulma amaçlanmıştır. Bu alışma daha sonra Engin Arık tarafından konu ile ilgili bir alt program geliştirilerek tamamlanarak bir "internal" rapor şeklinde deney grubuna sunulmuştur.

4. Engin Arık ve Arif Mailov tau paracığıının muon içermeyen bozunumları üzerine Belçika grubu ile ortak bir çalışma yapmıştır.

5. EFICASS adlı simülasyon programı Boğaziçi Üniversitesi' nde kurulu bilgisayar sisteminde çalıştırılmış, alınan sonuçlar CERN' de deneye aktarılmıştır.

6. Engin Arık ve Arif Mailov diamon tracker(DT) adlı dedektörlerinden alınan izlerle ilgili koordinat bilgilerinin olayların verimli olarak bulunmasında kullanılması konularında çalışmışlardır.

3.2 ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ GRUBU

CHORUS Deneyi

1992–93 yılları arasında müon spektrometresinin inşasında görev almıştır. Yine bu yıllar arasında müon spektrometresinin geometrisinin simülasyonu yapılmıştır. Bu konuda yapılan işler şu şekilde sıralanabilir:

1) Müon spektrometresinin geometrisinin ve kullanılan malzemelerin tanımlanması

2) Müon spektrometresini oluşturan üç birimden ikisi olan sürüklenme odacıkları ve sintilatör düzlemlerinin spektrometreden geçen parçacık izleri ile etkileşmelerinin simülasyonu amacı ile izlerin bu birimlere giriş ve çıkış noktalarının koordinatlarının, girişteki enerjilerinin ve birim içinde bıraktıkları enerjinin hesaplanması

3) Dedektör biriminin içinden geçen ize tepkisinin digitize edilmesi. Bu tepki sürüklenme odacıkları için sinyal veren telin numarası ve bu tele olan sürüklenme zamanı, sintilatörler için ise sintilatörün bağlı olduğu fotoçoğaltıcı tüpten alınan sinyal ve sinyal veren túbün numarasıdır.

4) Elde edilen simülasyon verilerinin veya ham verilerin aynı formatla yerleştirileceği ZEBRA ıkış bankalarının oluşturulması ve verilerin bankalara yerleştirilmesi.

1994 ve 1995 yılları boyunca alınan tüm verinin analize hazırlanması işini (production) gerçekleştirmiş, ve veri alınan 4 yıl boyunca üzerine dűřen tüm nöbetleri tutmuş ve bir üye 3 hafta boyunca run koordinatörlüğü yapmıştır. Verilerin alınmaya başlanmasından sonra grubumuzun o zamanki doktora öğrencisi Aysel Kayış lif iz dedektörleri için distorsiyon düzeltmeleri yapmıştır. Bu

düzeltilmelerin amacı ışıldayan liflerden alınan verileri kullanarak iz hesaplarının duyarlılığını artırmaktır. Daha sonraki yıllarda (97-98) CHORUS alt dedektörlerinden olan iz akış tüplerindeki (Tracker Streamer Tube, TST) koordinat ölçümünün uzaysal duyarlılığının, elektronların sürüklenme hızları kullanılarak artırılması ve sonuçlar kullanılarak parçacık momentumlarının daha hassas bir şekilde ölçülmesi üzerine çalışmıştır. Ayrıca bu dedektörün kalibrasyon ve alignment parametreleri hesaplanmış ve veri bankalarına yerleştirilmiştir.

Grubumuz elemanlarından Aysel Kayış Topaksu'nun doktora sonrası yaptığı çalışmalar aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- 1) Mikro kümeleme yönteminin altıgen izleyicilere adaptasyonu (adaptation of the microclustering to the Diamond Tracker performances) başlıklı çalışmayı yapmış ve elde ettiği sonuçları Eylül 1999 tarihinde CERN'de yapılan CHORUS kollarasyon toplantılarında sunmuştur.
- 2) Şubat-Mart ve Haziran-Ağustos 2000 tarihleri arasında CHORUS deneyindeki "Phase II Veri Analizi" çalışmalarına katılmıştır. Bu çalışma önceki yıllarda alınan deney verilerinin daha ileri analiz teknikleri ile yeniden işlenmesini içermektedir. Çalışmada önce Monte-Carlo ve sonra da deneysel nötrino verileri kullanılarak momentum rekonstrüksiyonu yapılmış ve momentum hassasiyeti araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar "Hextra Performances in CHANT" başlıklı CHORUS internal note'da özetlenmiştir.
- 3) CHORUS Dedektörlerinden olan TST (Tracker Streamer Tubes) lerin yeni rekonstrüksiyon kütüphanesi olan CHANT'a ilave edilmesi için gereken programları yazmış ve bunu Eylül 2001'de yapılan CHORUS kollarasyon toplantısında sunmuştur.
- 4) Charm fiziği konusunda, özellikle charm fragmentasyon değişkenlerinin (z, P_T^2) dağılımları üzerinde çalışmaya başlamış olup bu çalışmalar sürmektedir.

Momentum rekonstrüksiyon artırılma çalışmaları 2. aşama analizin çok önemli bir parçası olup yayınlanan sonuçları etkilemektedir.

4. 3 ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ GRUBU

CHARM II Deneyi

1. CERN ve ODTU'da DST data teyplerin hazırlanması
2. CERN'de v_μ - v_e salınımı analizi çalışmalarına katkıda bulunma.

3. Data alımı süresince Detektör-Muon Spektrometresi hard-ware sorumlusu olarak,
4. Data alımı nöbetlerinde yer alarak,
5. Neutrino salınımları analizini bizzat üstlenerek,
6. Diğer software ve analiz çalışmalarında yardımcı olmak,

CHORUS Deneyi

Deney dedektöründe scintillator plakalardan çıkan ışığın foto detektörlere (PM) yönlendirilmesinde kullanılmak üzere 80 adet Light guide adlı özel bir sistem kullanılmıştır kullanılmıştır. Bunların yapımı ODTÜ Makina atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Bu yapımda Plexi-Glass malzeme ile CERN den aracılığı ile edilen özel bir optik tutkal kullanılmıştır.

TBAG/DTP-44 projesi desteği ile emulsion içindeki reaksiyonları bulmaya yönelik analiz işlemlerinde kullanılmak üzere NIKON (Japonya) firmasından, Nagoya Üniversitesi için geliştirilmiş bilgisayar kontrollü özel yapım yarı otomatik bir bilgisayar sistemi satın alınmıştır. Ancak sistemin çalıştırılması 1998 yılına kadar mümkün olamamıştır. Bu arada, bu sistem Japonya da önce tam otomatik hale getirilmiş. ardından da hızı elli kat artırılması sonucu buradaki sistem emulsion içinde bulunan reaksiyonların gözlenmesi ve üzerinde bazı ölçümlerin yapılmasında kullanılmıştır. Bu çerçevede 3 000 kadar olay üzerinde gözlemde bulunulmuştur.

Bu analiz sırasında charm taşıyan önemli sayıda olay da gözlenmiştir. Analiz sonuçları 2001 yılında yayınlanmış olan Phys. Lett. B 497 (2001) 8-22 çalışmasına dahil edilmiştir.

Ankara mikroskobunda yapılan ve devam eden son çalışma emulsion plakalarda gözlenen nötrino olaylarındaki 'track multiplicity' çalışmalarıdır.

CHORUS deneyi bünyesinde yapılan diğer çalışmalar özet şeklinde şu şekilde ifade edilebilir:

1. CERN'de ilk CHORUS trigger dizayn çalışmalarında J. Panman grubunda çalışma ve beam-testlere katılma.

2. Veto counter için Fizik bölümü mekanik atölyesinde light guide yapımı
3. CERN'de light guide'ların verimlilik (efficiency) ölçümleri .
4. Aynı zamanda yine trigger plane' lerde kullanılan PM tüplerin bazıları üzerinde ODTU Fizik Bölümü elektrik atölyesinde bazı değişikliklerin yapılması
4. CHORUS trigger sistemin kurulması ve deneye entegrasyonu ve testlerinin yapılması.
5. Emulsionun banyo edilmesi çalışmalarına katılmak
6. Bilgisayar kontrollü yarı otomatik mikroskop sisteminin TÜBİTAK projesi çerçevesinde kurulması ve test analizlerinin yapılması
7. Bu sisteme Nagoya Üniversitesi' nden getirilen 'Track Selector' sistemi ile entegrasyonu ve çalıştırılması ve CS ve SS plakalardaki ölçümlerin yapılarak denenmesi.
8. 1994-97 yılları arasında veri alımı sırasında görev almak. 1997 yılındaki veri alımında 'Run Coordinator' olarak görev üstlenmek.
9. Nagoya Üniversitesi' nde BDP Bursu ile analiz çalışmalarına katılmak
10. Murat Ali Güler' in doktora çalışmasının bir bölümünün makale olarak yayınlanması.
11. Reaksiyonların emulsion içinde yerlerinin belirlenmesi ve bozunumlarının araştırılması üzerine bir Monte Carlo programının geliştirilmesi çalışması.
12. CHORUS deneyinde nötrino osilasyonundan sonra gelen ikinci önemli konu olan Charm fiziği üzerine çalışmak
13. ODTÜ grubundan tez çalışması yapanların Nagoya Üniversitesi' ne gittiklerinde çalışmalarına katkıda bulunmak.

14. DIS(Deep Inelastic Scattering) alt grubunda yapı fonksiyonları üzerinde analiz çalışmasını yürütmek.

5. TEZ ÇALIŞMALARI

5.1 BOGAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ GRUBU

CHORUS deneyleri bünyesinde yürütülen tez çalışmalarının dökümü şu şekildedir:

Y. Lisans

1. Tulay Cuhadar, "Study of Alignment, Efficiencies, and Vertex Resolution of a Large Magnetic Spectrometer to Measure Spin Structure Functions in Deep Inelastic Muon Scattering", 1993.
2. Ziya Perdahci, "Muon Track Reconstruction From Cathode Strip Readout of Streamer Tube Planes in CHORUS Muon spectrometer", 1996.

5.2 ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ GRUBU

Doktora

1. A. Kayış Topaksu, "A Study On Increasing the Sensitivity of the CHORUS Neutrino Detector", 1999.

Y. Lisans

1. A. Kayış Topaksu, "CHORUS Nötrino Osilasyon Deneyinde Kullanılan Muon Spektrometresinin Simülasyonu", 1995

5.3 ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ GRUBU

CHARM II ve CHORUS deneyleri bünyesinde yürütülen tez çalışmalarının dökümü şu şekildedir:

CHARM II Deneyi

Doktora

Meltem-Serin Zeyrek, " $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ Oscillation Search in CHARM II Experiment at CERN", 1992 .

CHORUS Deneyi

Doktora

1. Erhan Pesen, "Oscillation search study using NU-tau to NU-e decay channel in the CHORUS experiment", 1997
2. Murat Ali Güler, "D-zero production rate measurement in the neutrino interactions and a limit on muon neutrino to tau neutrino oscillations", 2000

Y.Lisans

1. Erhan Pesen, "A scintillating fiber dedector for neutrino physics", 1992
2. Ahmet Sedat Ayan, "A technique for observation of neutrino oscillations", 1996
3. Murat Ali Güler, "On dipole moments of the neutrino", 1997(Teorik)
4. Tülün Ergin, "A study on charged current interactions in CHORUS experiment", 2000
5. Muhammed Deniz, "White kink background in the CHORUS experiment", 2000

Daha sonraki dönemde bitirilen:

Umut Köse, " Study of neutrino-emulsion interactions in the CHORUS experiment", 2002

6. YAYINLAR

6.1 Uluslararası Makaleler

CHARM II ve CHORUS deneyleri bünyesinde yapılan yayınların dökümü ise şu şekildedir:

CHARM II Deneyi

1. CHARM-II Collab., "Coherent Single Charged Pion Production by Neutrinos", Phys. Lett. **B313**, 267 (1993)
2. CHARM Collab., "Flavour universality of neutrino coupling with the Z" Phys. Lett. **B320**, 203(1994).
3. CHARM Collab., "Constraints on additional Z bosons derived from neutrino-electron scattering measurements", Phys. Lett. **B332**, 465(1994).
4. CHARM II Collab., "Precision Measurement of electroweak parameters from the scattering of muon-neutrino on electrons", Phys. Lett. **B335**, 246(1994).
5. CHARM II Collab., "Search for muon to electron neutrino oscillations", Z. Phys. **C64**, 539(1994)
6. CHARM II Collab., "Search for heavy isosinglet neutrinos", Phys. Lett. **B343**, 453(1995).
7. CHARM II Collab., "Search for heavy isosinglet neutrinos(Vol 343, Pg 453, 1995) Correction", Phys. Lett. **B351**, 387(1995).
8. CHARM II Collab., "Experimental study of electromagnetic properties of the muon neutrino in neutrino-electron scattering", Phys. Lett. **B345**, 115(1995).
9. CHARM II Collab., "A precise measurement of the cross section of the inverse muon decay $\nu\text{-}\mu + e \text{ to } \mu\text{-}\nu + \nu\text{-}e$ ", Phys. Lett. **B364**, 121(1995).
10. B. Akkkus (CHARM II Collab.), "Experimental search for muonic photons", Phys. Lett. **B434**, 200(1998).
11. P. Vilain et al. (CHARM II Collab.), "Leading order QCD analysis of neutrino induced dimuon events:", Eur. Phys. J. **C11**, 19-34(1999).

CHORUS Deneyi

1. CHARM-II Collaboration, "A Precise Measurement of the Cross Section of the Inverse Muon Decay $\nu_{\mu} + e \rightarrow \mu + \nu_e$ ", Phys. Lett. **B364**,121(1995).
2. CHORUS Collab.: "The CHORUS experiment to search for numu-nutau oscillation ", Nucl. Ins. Meth. **A401**, 7(1997).
3. E. Eskut CHORUS Collab., "A search for NU(Mu)-Nu(TAU) oscillation ", Phys. Lett. **B424**, 202(1998).
4. E. Eskut CHORUS Collab., "Search for NU(Mu)-Nu(TAU) oscillation decay the tau-decay modes into a single charged particle", Phys. Lett. **B434**, 205(1998).
5. E. Eskut et al. CHORUS Collab., "New results from a search of NU/MU to NU/TAU and NU/E to NU/TAU oscillation", Phys. Lett. **B497**, 8(2001).
6. E. Eskut et al. CHORUS Collab., "Observation of weak neutral current neutrino production of J/PSI", Phys. Lett. **B503**, 1(2001).
7. COURUS Collab.(A. Topaksu et al.), "Measurment of D-production in neutrino charged-current interactions", Phys. Lett. **B527**,173(2002)
8. CHORUS Collab.(A. Topaksu et al.), "Observation of one event with the characteristics of associated charm production in neutrino charged-current interactions", Phys. Lett. **B539**,188(2002)
9. A. Kayis-Topaksu et al (CHORUS Collab.), "Determination of the semileptonic branching fraction of charm hadrons produced in neutrino charged-current interactions", Phys.Lett. **B549**, 48(2002).

6.2 Uluslararası Bildiriler

CHARM II Deneyi

ODTÜ Grubu uluslararası konferanslara sunulan 14 bildiride yer almıştır. Bunlardan birisini de Grup elemanlarında Meltem Zeyrek sunmuştur. Bununla ilgili bilgi şöyledir:

CHARM II Collaboration(Meltem Zeyrek), "The Analysis of neutrino induced charm production in CHARM-II Experiment", The X International School on

Particles and Cosmology. Baksan Valley, Kabardino- Balkaria, Russia, 19-25 April, 1999.

CHORUS Deneyi

Uluslararası konferanslara sunulan yaklaşık 60' in üzerinde bildiride yer almıştır. Bunlardan üçünü Grup elemanları sunmuşlardır.. Bunlarla ilgili bilgi şu şekildedir::

1) M.T. Zeyrek (CHORUS Collab.) "Performance of the CHORUS Detector for ν - μ ν - τ oscillations", International Europhysics Conference on High-energy Physics (HEP 95), Brussels, Belgium, 27 Jul - 2 Aug 1995.

2) E. Pesen (CHORUS Collab.) "Status of the CHORUS neutrino experiment", 5th International Workshop on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP 97), Gran Sasso, Italy, 7-11 Sep 1997.
Published in Nucl.Phys.Proc.Suppl.70:219-222,1999

3. A. M. Guler(CHORUS Collab.), "Charm production by neutrinos in the CHORUS Experiment. Int. Euro. Phys. Conf. on High Energy Physics (HEP 2001), Budapest, Hungary, 12-18 Jul 2001.

3. A. Kayış Topaksu, "Int Low Energy Neutrino Physics Programme", 1-21 August 1999, Seattle, USA.

6.3 Ulusal Bildiriler

1, A. Kayış Topaksu, "CHORUS Nötrino Osilasyon Deneyi", 17. Fizik Kongresi, Alanya, 1998

2. A.Kayış Topaksu,"CHORUS Nötrino Deneyi Alt Dedektörlerinden İz Akış Tüplerindeki Uzaysal Ayırım Gücünün Artırılması", 18. Fizik Kongresi, Adana,1999

7. KULLANILAN BÜTÇE

Temmuz 1992-Temmuz 2000 tarihleri arasında CHARM II ve CHORUS deneylerine katılan üç grubun yönelik yapılan harcamalar şu şekildedir:

a) Deney Katkı Payı: 501.000 CHF

b) Yolluk / Uçak B.:

Boğaziçi Üniversitesi: $70.345\$ / 10,350\$ = 80.695 \$$

Çukurova Üniversitesi: $28.930\$ / 5,850\$ = 34.780 \$$

Orta Doğu Teknik Üniversitesi: $72.710\$ / 19,350\$ = 92.060 \$$

Toplam: 207.535 \$

c) Proje Desteği

TBAG / DPT - 44: 99.000 CHF

d) BDP Bursu:

Grupların kullandıkları BDP Bursu sayısı ve kullanım süreleri ise şu şekildedir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi: 2 Adet(20 Ay ve 12 Ay);

Çukurova Üniversitesi: 1 Adet(20 Ay)

Toplam: 3 Adet ve 52 ay dır.

8. SONUÇ

CHARM II ve CHORUS deneylerine katılan grupların genel değerlendirilmesi şu şekildedir:

Tez Çalışmaları:

Y.Lisans: 8

Doktora: 4

Yayınlar:

Makale: 20, halen CHORUS deneyinde yayınlanmak üzere 2-3 makale üzerinde çalışılmaktadır.

Bildiri: Uluslararası kongrelere sunulmuş yaklaşık 74 bildiride yer alınmıştır. Bunlardan üçünü grup elemanlarından birisi sunmuştur.

CHARM II ve CHORUS deneylerine, ortak olarak girmiş ve bu işbirliğinden verimli sonuçlar beklenmiştir. Ancak gruplarının bu deney çerçevesinde ortak projeler üzerinde çalışması ve verimli bir işbirliği ortamının geliştirilmesi ne yazık ki mümkün olamamıştır. Bunun sonucu olarak aynı deney bünyesinde yer alan grupların yaptıkları çalışmalardan haberdar olmaları bile Çalış Grubu' nun oluşturduğu bir WEB sayfası sayesinde mümkün olabilmektedir.

1- Proje No : DPT/TBAG-5
2- İlgili Araştırma Grubu : Temel Bilimler Araştırma Grubu (TBAG)
3- Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri : 01/07/1992 – 31/07/2000
4- Projenin Adı : Yüksek Enerji Fiziği CERN Nötrino Deneyleeri Araştırmaları
5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar : Prof. Dr. Ramazan Sever Prof. Dr. Engin Arik Prof. Dr. Gülsen Öngüt Prof. Dr. Eda Eşkut Prof. Dr. Mehmet T. Zeyrek Doç. Dr. Meltem-Serin Zeyrek Yard. Doç. Dr. Arif Mailov Yard. Doç. Dr. Aysel Kayış Topaksu Dr. Murat Ali Güler Dr. Erhan Pesen
6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi : Boğaziçi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. Bebek-Istanbul Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. 01330 Balcalı/ADANA Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. 06531 Ankara
7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi : TÜBİTAK, Atatürk Bulvarı 221, 06100 ANKARA
8- Özet (Abstract) : CHORUS deneyi tau leptonunun bozunum topolojisini kullanarak $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$ osilasyonunu araştırmaktadır. Nötrino osilasyonu kısaca bir tip nötrinin başka bir tip nötrinoya dönüşmesi olarak açıklanabilir. Dönüşme olasılığı nötrino kütlelerinin karelerinin farkı (Δm^2) ve $\sin^2 2\theta$ karışım açısı ile parametrize edilir. CHORUS dedektörü emülsiyon film tabakaları ile birlikte diğer elektronik dedektörler, örneğin fiber izleyiciler, iz akış tüpleri, elektromanyetik ve hadronik kalorimetre ve muon spektrometresi kullanan hibrid bir detektördür. Deneyde, süper proton sinkrotron (SPS)'den gelen protonların berilyum hedef ile çarpıştırılması sonucu açığa çıkan muon nötrino hüzmesi kullanılmaktadır. Bu nötrinoların ortalama enerjisi 26 GeV civarındadır. Chorus deneyinin $\sin^2 2\theta$ parametresi üstüne getirdiği son limit $\sin^2 2\theta_{\mu\tau} < 6,8 \cdot 10^{-4}$ 'dir. İkinci aşama analiz çalışmaları devam eden deneyin amacı bu limiti $1 \cdot 10^{-4}$ 'ün aşağısına indirmektir. Chorus deneyi nötrino osilasyonu dışında charm fiziği üzerine çalışmalarını da sürdürmektedir.

9- Anahtar Kelimeler :
Nötrino kütlesi, nötrinonu osilasyon, emülsiyon, charm fiziği

10- Projede Yapılan Çalışmaların Sonuçları ile İlgili Yayınlar (makale, tebliğ) :
CHARM II Deneyi

1. CHARM-II Collaboration, "Coherent Single Charged Pion Production by Neutrinos",), Phys. Lett. **B313**, 267 (1993)
2. CHARM Collab.: "Flavour universality of neutrino coupling with the Z" Phys. Lett. **B320**, 203(1994).
3. CHARM Collab.: "Constraints on additional Z bosons derived from neutrino-electron scattering measurements", Phys. Lett. **B332**, 465(1994).
4. CHARM II Collab.: "Precision Measurement of electroweak parameters from the scattering of muon-neutrino on electrons", Phys. Lett. **B335**, 246(1994).
5. CHARM II Collab.: "Search for muon to electron neutrino oscillations", Z. Phys. **C64**, 539(1994)
6. CHARM II Collab.: "Search for heavy isosinglet neutrinos", Phys. Lett. **B343**, 453(1995).
7. CHARM II Collab.: "Search for heavy isosinglet neutrinos(Vol 343, Pg 453, 1995) Correction", Phys. Lett. **B351**, 387(1995).
8. CHARM II Collab.: "Experimental study of electromagnetic properties of the muon neutrino in neutrino-electron scattering", Phys. Lett. **B345**, 115(1995).
9. CHARM II Collab.: "A precise measurement of the cross section of the inverse muon decay $\nu\text{-}\mu + e \rightarrow \mu\text{-}\nu + \nu\text{-}e$ ", Phys. Lett. **B364**, 121(1995).
10. B. Akkkus CHARM II Collab.: "Experimental search for muonic photons", Phys. Lett. **B434**, 200(1998).
11. P. Vilain et al. CHARM II Collab.: "Leading order QCD analysis of neutrino induced dimuon events.", Eur. Phys. J. **C11**, 19-34(1999).

CHORUS Deneyi

1. The CHORUS Experiment to Search For $\nu\mu \rightarrow \nu\tau$ Oscillation. CHORUS Collaboration(E.Eşkut et.al.) Nucl. Instr. And Meth. A401 (1997) 7-44.
2. A Search For $\nu\mu \rightarrow \nu\tau$ Oscillation. CHORUS Collaboration (E. Eşkut et. al.) Phys. Lett. 424 B (1998) 202-212.
3. Search for $\nu\mu \rightarrow \nu\tau$ Oscillation Using the Tau Decay Modes Into Single Charmed Particle. CHORUS Collaboration (E.Eşkut et. al.) Phys. Lett. B 434 (1998) 205-213.

4. Observation of Neutrino Induced Diffractive D_s^{*+} Production and Subsequent Decay $D_s^{*+} \rightarrow D_s^+ \rightarrow \tau^+ \rightarrow \mu^+$. CHORUS Collaboration (P. Annis et al.) Phys. Lett. B435 (1998) 458-464.
5. New Results From a Search For $\nu\mu \rightarrow \nu\tau$ and $\nu e \rightarrow \nu\tau$ Oscillation. CHORUS Collaboration (E. Eskut et. al.) . Phys. Lett. 497B(2001) 8-22.
6. Observation of Weak Neutral Current Neutrino Production of J/PSI. CHORUS Collaboration (E. Eşkut et al.). Phys. Lett. 503B (2001) 1-9.
7. Measurement of D0 in Neutrino Charged Current Interactions. CHORUS Collaboration (A.Kayış Topaksu et. al.). Phys. Lett. B 527 (2002) 173-181.
8. Observation Of One Event With The Characteristics Of Associated Charm Production In Neutrino Charged- Current Interactions. Chorus Collaboration (A.Kayış Topaksu Et Al). Phys.Lett. 539b (2002) 188-196.
9. Determination of The Semi-Leptonic Branching Fraction Of Charm Hadrons Produced In Neutrino Charged-Current Interactions. A.Kayış-Topaksu et al. CERN-EP-2002-075. Phys.Lett. 549B (2002) 48-57.

11- Proje Sonuçlarının Gizlilik Durumu :

Gizli

x Gizli Değil