

ROTSE III-c: TUG'da Kurulacak GIP Optik Araştırma Teleskobu

M.E.Özel¹, A.T.Saygıç², T.Güver², H.H.Esenoğlu², Ü. Kızıloğlu³, Z. Aslan⁴
¹AIBU Fizik Böl., Bolu; ² İÜ Astronomi Böl., İstanbul; ³ ODTÜ Fizik Böl., Ankara; ⁴ TUG, Antalya

Özet

Bu bildiri, Haziran 2001 tarihinde ciddi olarak başlayan "Uluslararası Robotik Teleskop İşletimi ve Gözlemleri Programı İşbirliği'nin" Türk Astronomi Topluluğuna aktarımı, projenin kapsamı ve Türk Astronomları arasında gerçekleştirilebilecek olası işbirliğinin "Ulusal Astronomi Toplantısı" çerçevesinde tartışılarak olgunlaştırılması amacıyla hazırlanmıştır.

Bildirinin ilk bölümünde, İngilizce '**Robotic Optical Transient Search Experiment (ROTSE)**' olarak isimlendirilen ve "Geçici Göksel Olayları Robotik Teleskop ile Araştırma Deneyi" olarak Türkçeleştirebileceğimiz, dünyada çeşitli ülkelere konuşlandırılacak ve dört teleskoptan oluşacak uluslararası ROTSE-teleskopları ağı (*Global-ROTSE*) sisteminin kuruluşuna katılım çalışmalarımızın kısa bir özeti, ağın kuruluş amacı ve çalışma ilkeleri ile bu konuda çalışanlar hakkında bilgi verilecektir.

İkinci bölümde ROTSE Projesi'nin teknik detayları verilecek, üçüncü bölümde Türkiye'de şu ana kadar yapılan çalışmaların son durumu ile yakın gelecekteki çalışmalar özetlenecektir. Dördüncü bölümde ROTSE'nin uluslararası işbirliği ilkeleri hakkında bilgi verilecektir.

Daha sonraki bölümlerde ise, gamma ışın patlamalarının niteliğini, fiziksel ve astronomik özelliklerini ve ilgili kuramları ele alınmakta (beşinci bölüm) ve şu ana kadar yapılan gözlemlerden önemli örnekler sunmakta (altıncı bölüm) ve ROTSE çalışma ilkelerini ve kontrol/işletim sistemini tanıtmaktadır (yedinci bölüm).

Takip eden bölümde (sekizinci bölüm) ise, ROTSE ile ilgili ilkelerden olan, teleskopun %30'luk zamanının ROTSE yerel kullanıcılarınca programlanabilmesi olanağının değerlendirilmesine ilişkin olasılık ve görüşler üzerine durulmaktadır. Amaç, bu %30'luk zaman kullanımı olanağını ortaya çıkacak görüşler ışığında değerlendirmektir. Bu, bir bakıma, Global-ROTSE'ye dahil diğer gruplarla ortak konuların ortaya çıkarılmasını ve doğru değerlendirilmesini de gerektirmektedir. Ayrıca, büyük ölçekli ve güncel bir veri kaynağı olarak, oluşacak ve mevcut ROTSE arşivinin değerlendirilmesi diğer önemli bir noktadır. Süpernovalar, novalar, etkin gökadalıklar ve çekirdekleri, kataklizmik yıldızlar ve diğer değişken gökcisimleri, astroid ve kuyruklu yıldız çalışmaları... bu arşivden yararlanılarak yürütülebilecek konular arasındadır.

Son bölümde sonuç ve öneriler ele alınarak bundan sonraki dönem için beklentiler ve olası sonuçlar üzerinde durulmaktadır.

Tebliğin eklerinde ise, bu bildirinin hazırlanmasında yararlanılan kaynaklar ve ROTSE projesine ilgi duyan araştırmacıların başlangıçta kullanabilecekleri makaleler listesi verilmekte (Ek-1) ; GIP konusunda en çok adı geçen uydular olarak NASA'nın Compton Gamma Ray Telescope (CGRO), ve halen GIP bilgilerini yere iletip ardıl ışımlar ölçümlerine olanak veren tek uydu olan HETE-2 uydusu ve 2003'te uzaya gönderilmesi planlanan Swift uydusu hakkında bilgiler özetlenmektedir (Ek-2).

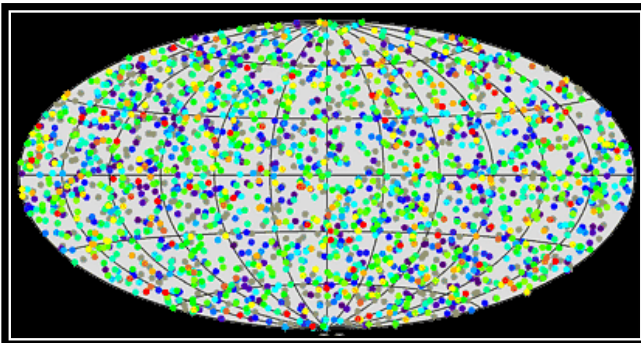
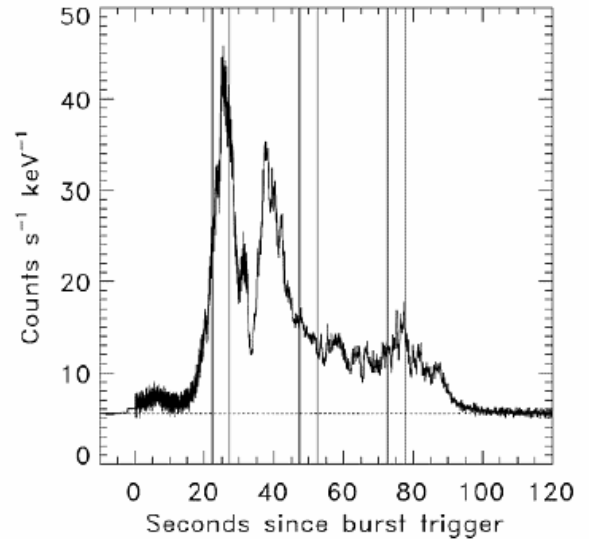
1. Bölüm : GİRİŞ

1.1 GAMA IŞIN PATLAMALARI

Gama Işın Patlaması (GIP) olayları astronomi literatürüne 20.yy'ın son çeyreğinde katılmış oldukça yeni bir oluşumun adıdır. Günde bir veya birkaç kez, yeryüzü çevresindeki uydular, şimdiye kadarki bulguların işaret ettiğine göre, belki de Büyük Patlama'dan sonra Evren'deki en büyük enerji salma olayları olan, kısa süreli ani ışınlar kaydetmektedirler. Bu olaylara, yaydıkları enerjinin **ElektroManyetik Ayrışım (EMA)** içinde gama ışınları bölgesine düşen yeri nedeniyle, GIP adı verilmektedir.

Bir GIP enerji bütçesinin çoğunluğu yüksek enerjili (≥ 100 keV) fotonlardan oluşmaktadır. Olayın gökyüzündeki ortaya çıkış yönü önceden hiçbir şekilde öngörülememekte, 'patlama', oldukça kısa bir süre içinde (0.1-1000 s) oluşumunu tamamladıktan sonra (Şekil 1), bir daha o bölgeden benzeri veya başka tür bir ışına gözlenmemektedir. GIP'ların elde edilen uzaysal dağılım haritası (Şekil 2) bilinen hiçbir gök cisim dağılımına karşılık gelmemektedir. Bir GIP olayı noktası, patlama anında, gama ışın gökyüzünün en parlak yeri haline gelmekte; olayın bitişini izleyen dönemlerde ise, olayın öngörülemezliği ve çok kısa süresi nedeni ile, bulunduğu noktaya aynı anda bakılması genellikle mümkün olamamaktaydı. Biraz gecikme ile yapılan bazı gözlemlerde ise, EMA'nın hiçbir bölgesinde herhangi bir takip eden ışına gözlenemediği gibi, hiçbir bilinen gök cismine de rastlanmamaktaydı.

Şekil 1: Tipik bir GIP (GRO-BATSE'ce gözlenen GRB990123) olayında gama ışın sayımlarının zaman değişim profili: Yatay eksen: patlama başlangıcından beri geçen süre (s), Düşey eksen: saniyede keV enerji aralığı başına gama ışını sayım.



Şekil 2: Gama Işın Patlamalarının Uzaysal Dağılımı. Samanyolu Koordinat Sistemi (l,b)de yaklaşık 2000 olay kullanılarak elde edilen bu grafikte renkler (tonlar), birim alana düşen farklı toplam enerji miktarı ('fluence') ölçüsüdür. Samanyolu Merkezi (l=0,b=0) şeklin ortasındadır.

Ölçümlerin yapılabildiği gama ışınları bölgesinde de, olayların süreleri, enerji içerikleri ve atma (pulse) içi zamansal değişim profilleri (Şekil 1) çok büyük farklılıklar göstermektedir. Olayların ilk ortaya çıkarıldığı 1968 yılından beri, gözlenen özelliklerde ışına yapacak bir gök cisimi veya süreç oluşturma çabaları da son dönemlere kadar doyurucu bir bilimsel açıklama getirememiştir. GIP olaylarının astronomi tarihinde, bir çok bakımlardan benzeri yoktur. Bu anlamda, çağdaş astrofiziğin çözüm bekleyen en önemli bilmecelerinden biri gama ışın patlamaları olarak kabul edilmektedir [1].

GIP olaylarının çözümünde, eş zamanlı başka ayrışım bölgeleri ölçümlerinin büyük bir katkısı olabileceği başından beri fark edilmiştir. Ancak, olayın gerçekleştiği çok kısa süreler (çoğunda 1-10 s) içinde olay yerini gözleyebilecek optik ve diğer ayrışım bölgeleri teleskop ve duyaçlarının sevkiyat ve yönlendirilmesindeki gecikme ve eş güdüm eksiklikleri, son dönemlere kadar yeterli veri ve bilgi birikimine olanak vermemiştir.

Bu sıkıntıların ve diğer sorunların çözümü yolunda atılan en önemli adımlardan biri, amacı ve görev tasarımı sadece GIP'lara yönelik olarak gerçekleşme sürecinde olan *Robotic Optical Transient Search Experiment* (ROTSE) Programı olmuştur. Program *University of Michigan*(UM)'dan Prof. Carl Akerlof ve grubu ile bir bölüm (Amerikan) *Los Alamos National Laboratory*(LANL) ve *Lawrence Livermore National Laboratory*(LLNL) araştırmacılarının bir araya gelerek oluşturdukları bir ortaklık tarafından geliştirilmekte ve uygulanmaktadır [2]. Şimdiye kadar geliştirilen prototipler (ROTSE I ve III) ile yapılan gözlem ve bulgular, yaklaşımın GIP'ların optik ışına bileşkelerini kaydetmede başarılı sonuçlar alarak olayların optik **ardıl ışına**'larını kaydetme konusunda yeterince somut ve ikna edici veriler elde etmiştir. Bu sonuçların uluslararası bilimsel toplantılardaki sunumlarıyla ve saygın dergilerde yayınlarıyla, ROTSE grubu, GIP konusunda dikkatleri üzerine çekme başarısını göstermiştir. Öyle ki, ROTSE sistemi, *Scientific American Presents* dergisinin Winter 1999 '*Extreme Engineering*' (Uç Noktalarda Mühendislik) özel sayısında çıkan 'Modern Astronominin 7 Harikası' isimli yazıda, bu bağlamda ele alınarak tanıtılmakta ve harikalar arasında 'en hızlı' (*swiftest*) sıfatı ile tanımlanmaktadır! [3].

1.2 GLOBAL-ROTSE AĞININ KURULUŞU

Sistemin başarısı üzerine, sistemin tüm dünya üzerinde her GIP olayı için, her an gözlem olanağı sağlayacak 'Uluslararası ROTSE Sistemleri Ağı' (Global-ROTSE) nin oluşturulması için gerekli fonlar Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA), Ulusal Bilim Vakfı (NSF), *The Research Corporation*; *The Planetary Society* gibi Amerikan kaynaklarından sağlanmıştır. Bu evrede, Prof. Akerlof ve grubu tarafından, uygun koordinatlarda, geliştirilen tümüyle otomatik ve uzaktan kontrollü ROTSE gözlem sistemlerinin yerleştirilebileceği uygun gözlemevi ortamları arayışına girilmiştir. Bu arayış daha çok İnternet üzerinden ve kişisel ilişkilerin de (örneğin, University of Wisconsin'den Prof. Hakkı Ögelman'ın) yardım ve katkıları ile gelişmiş; diğer bazı yabancı kuruluşlarla birlikte, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin de, bu gözlem ağı içerisinde bir ROTSE sistemine ev sahipliği yaparak, bunun bakım ve gözetimini üstlenerek, bilimsel programda yer alması istenmiştir.

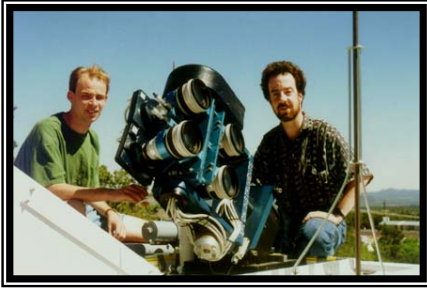
Teklifte, ana hatları ile, böyle bir katılım için bir alt yapı olarak, verilerin günlük olarak bakım ve uluslararası merkeze ulaştırılmasının sağlanması ve GIP olayının bilimsel araştırılması çalışmalarına doğrudan katılacak bir ekibin (teknik ve bilimsel) yerel olarak oluşturulması öncelikle beklenmekle birlikte, katılacak gruplara çekici gelecek diğer bir nokta olarak, teleskop zamanının %30'unun tümüyle katılacak ekibin kullanımına bırakılarak başka programlara ayrılmasına olanak verilmektedir. Bilimsel yayınların ve diğer etkinliklerin koordinasyon ve programlanmasında, daha önceden belirlenen ve işbirliğine katılan tüm gruplar için geçerli kurallar çerçevesinde, katımız oranında ve (kanımca) oldukça adil bir şekilde yer almamız öngörülmektedir. Bu teklifin değerlendirilmesi ve genel kriterlerin ülkemiz koşulları açısından daha yakından irdelenmesi amacı ile, TUG, konu ile ilgili üyeleri tarafından bir ön-değerlendirme ve fizibilite çalışması yapılmasını kararlaştırmıştır. Böyle bir rapor 2001 Aralık ayında tamamlanarak [4] TUG Başkanlığına sunulmuş, raporun daha geniş bir üyeler grubunca değerlendirilmesi ve son şeklinin verilmesi sonrasında da, bir teknik proje teklifi önerisi şeklinde, TUG'un akademik ve idari kurullarında değerlendirilmesi gerçekleşmiştir. Proje TÜBİTAK tarafından TUG koordinasyonunda bir proje olarak kabul edilmiş, ROTSE – IIIc istasyonunun, ROTSE-Türkiye adıyla Bakırlitepe'de kurulumu için gerekli olurlar verilerek çalışmalara başlanmıştır. (Takip eden çalışmalar hakkında Bölüm 3'de bilgi verilmektedir.)

2. Bölüm : ROTSE'NİN GELİŞİMİ VE KISA TARİHÇESİ

Türkçe'de 'Geçici Olaylar için Robot Optik Araştırma Deneyi' olarak isimlendireceğimiz ROTSE (*Robotic Optical Transient Search Experiment*) deneyi, GIP'nin optik bileşenlerini araştırmaya hasredilmiş, GIP kaydeden uydularla koordinasyon halinde çalışacak bir dizi robotik teleskoptan ve bunların denetimini sağlayan *Internet* temelli bir ağdan oluşmaktadır. ROTSE'de kullanılan optik teleskoplar, geniş görme alanlarına sahiptir ve hızla (5-10 saniyede) herhangi bir konumdan istenen bir yöne yönlendirilebilmektedirler.

2.1 ROTSE - I

İlk kuşak dedektör sistemi olan ROTSE -I, tek bir teleskop gibi davranan ve 16 derece-karelik görüş alanı olan, 4 adet 11.5 cm'lik telefoto-mercekli, 2048 x 2048 resim elemanlı CCD kamera sisteminden oluşmaktaydı (Şekil 3a,b) ve optik görme duyarlılığı, kadir olarak, 5 saniyede $m=14.5$ ve 125 saniyede $m>16$ olan yıldızlara ulaşabilmekteydi. İlk gözlemler, tümüyle otomatik bir kontrol sistemi altında Mart 1998'de başlatılmış ve uydularca gözlenen ve yaklaşık koordinat bilgisi elde edilebilen GIP olaylarının optik bileşenlerini, hemen hemen gama ışınları sinyali ile eşzamanlı (yaklaşık 5-10 s gecikme ile) olarak gözleme misyonuna başlamıştır.



Şekil 3a: ROTSE-1 telefoto mercekli geniş-açılı görme sisteminin temeli olan ana düzenek, kullanıcıları arasında görülüyor.



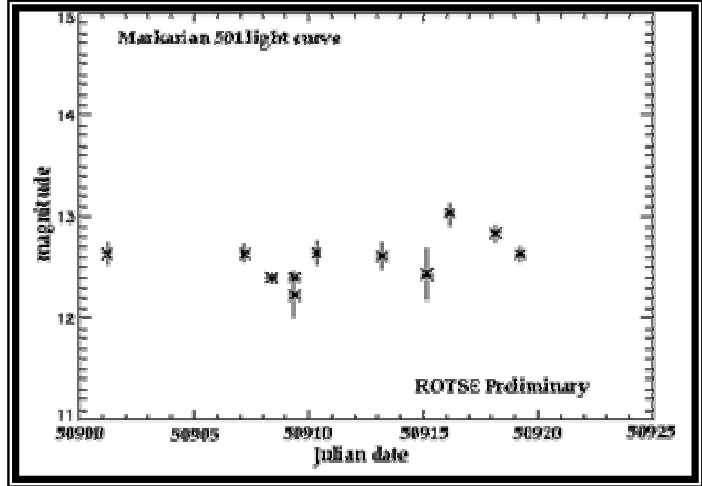
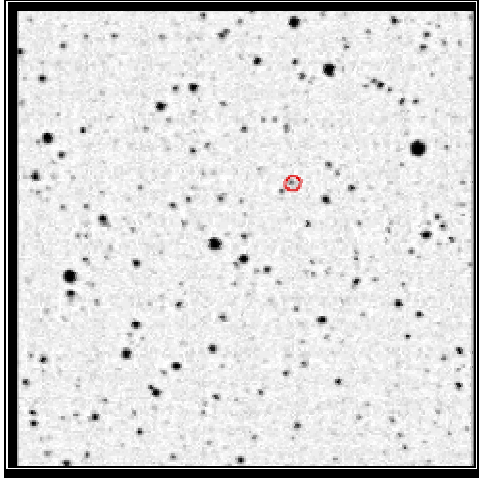
Şekil 3b: ROTSE-1'in detay görüntüsü

Düzenli ve tam otomatik gözlem çalışmalarına başlar başlamaz, biraz şansın da yardımı ile, ROTSE-I, ilk büyük başarısını, 29 Mart 1998 GIP olayı (GRB980329) için NASA'nın Compton Gama Işınları Gözlemevi CGRO (*Compton Gamma Ray Observatory*) üzerindeki 'Patlamalar ve Geçici Olaylar Deneyi' BATSE (Burst and Transient Source Experiment) tarafından gözlenen ve yaklaşık koordinatları elde edilebilen olayın, verilen koordinatlara kısa süre içinde yönelerek gözleme ve takip olanağı bulmuş ve GIP olayının tetiklemesinden 11.5 saniye sonra gözlemlerine başlamıştır [5]. Benzeri şekilde GRB980401 [6], ve GRB990123 [7,8,9,10,11,12,13] olaylarının zaman içinde, optik ışımaya bilgileri (toplam enerji değerleri, veya üst sınırları) belirlenmiştir. Böylece, GIP'lar hakkındaki optik bileşke çalışmalarında yeni bir dönem başlamıştır. Bu, aynı zamanda, kuramsal çalışmalar açısından da önemli bir tarihtir. Bundan sonra, kısa sürede 30 kadar olayın optik, radyo, kızılötesi ve x-ışın bileşkesi (ardıl ışınması) gözlenerek, olayların anlaşılması yönünde de çok dikkate değer çalışmalara imza atılmıştır (GIP kuramları hakkında özet bilgiler Bölüm 5'de verilmektedir).

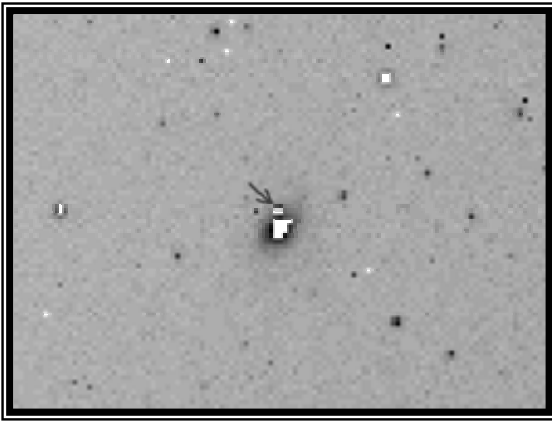
ROTSE-I'in verileri sadece GIP olayları ile ilgili bulguların değil, bir çok değişken olay içeren olaylar için de önemli bir veri tabanı oluşturmuştur. Alet, GIP uyarısı almadığı zamanlarda, geniş bakış alanı ile, her gece kuzey gökyüzünün tamamını 2 kez tarayarak (1/2 saatte, tüm gökyüzü $m_v=15$. kadir yıldızlara kadar taranabilmekte, yani 15 milyon gök cisimi takip edilerek arşivlenebilmektedir), zaman içinde hızlı sayılabilecek değişimler gösteren türden olay ve gök cisimleri ile ilgili gözlem ve keşiflerinde de

önemli bulgular gerçekleştirmiş [8,14,15,16]. Burada bu türden olaylar listesi ile birlikte, bazı gruplara giren olaylar hakkında görsel veya grafiksel bilgiler özetlenmiştir.:

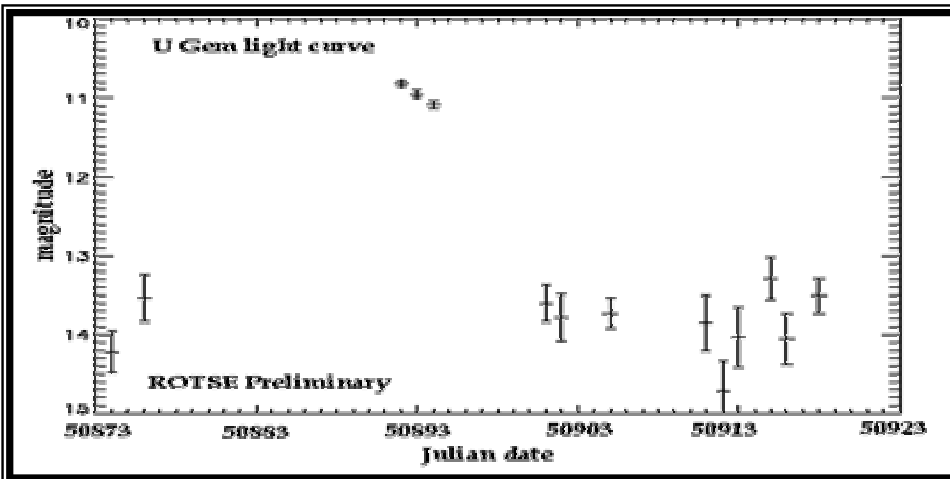
- Etkin gökadalara zaman içinde parlaklık değişimleri (Şekil 4),
- Süpernova keşif ve takip olayları (Şekil 5),
- Nova ve cüce nova olayları keşif ve takibi (Şekil 6),
- RR Lyra tipi düzgün değişen yıldızların period eğrileri (Şekil 7),
- Kuyruklu yıldız keşif ve takip olayları (Şekil 8),
- Asteroid gözlemleri,
- Meteor yağmurları gözlemleri (Şekil 9).



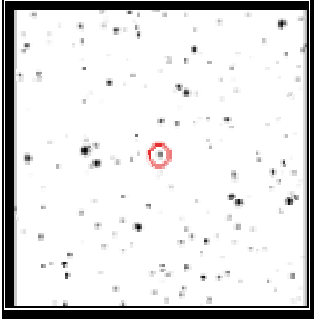
Şekil 4: (solda) Mrk501 etkin gökadası ROTSE-1 resminde daire içinde; (sağda) ROTSE-1 ölçümlerinden Mrk501'in zaman değişim grafiği [8]



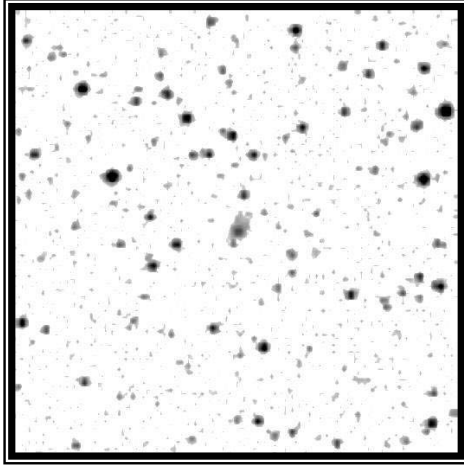
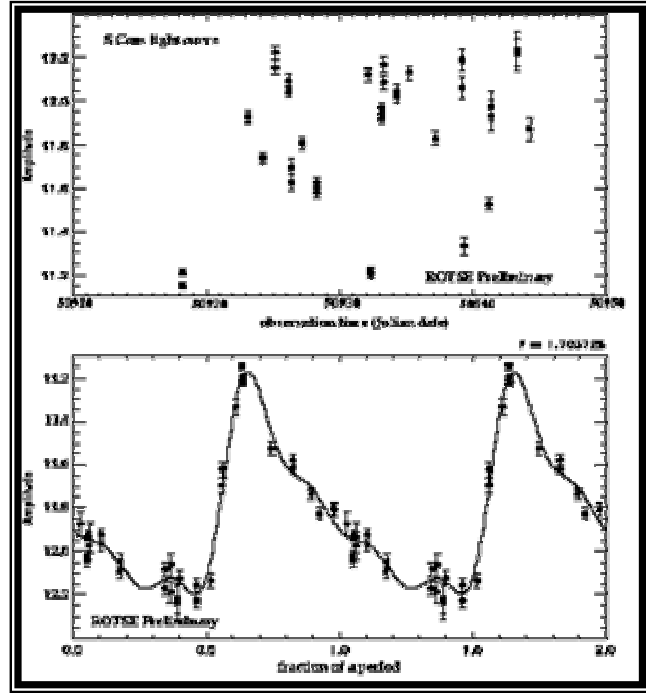
Şekil 5: ROTSE-1 tarafından gözlenen SN 1998bu süpernova olayı [8].



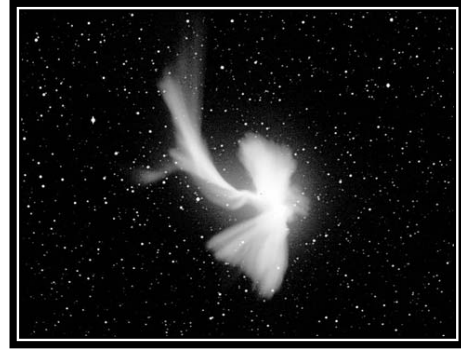
Şekil 6: ROTSE-1'in gözlediği nova U Gem için yukardaki ışık eğrisi elde edilmiştir [8].



Şekil 7: (solda) RR Lyra sınıfı düzgün değişen yıldız S Com, ROTSE görüntüsünde daire içinde işaretlenmiştir; ayrıca, (sağda, üstte) parlaklık kadir değerlerinin zaman değişimi (kadir'e karşılık JD) ve ışık eğrisi (sağda, altta) verilmektedir [6].



Şekil 8: Stonehouse kuyruklu yıldızı, arşiv ROTSE-I görüntüsü içinde, keşfedilmeden önceki haliyle görüntülenmiştir [12].



Şekil 9 : Leonid meteor yağmurları sırasında gözlenen bir meteor parçasının saçılması ROTSE tarafından bu şekilde görüntülenmiştir.

Böylece, ROTSE sistemleri, çok verimli gözlem aracı olarak, GIP görünür bileşeni çalışmaları dışında da önemli bir optik potansiyel taşıdığını göstermiştir. Bu uzay taraması çalışmalarında, verilerin sadece %6'sının analizi ile, 2000'den fazla, değişik türlerde daha önce bilinmeyen değişen yıldızlar keşfedilmiş ve çoğuna ait ışık eğrileri elde edilmiştir [17,18] .

2.2 ROTSE- II

ROTSE - I'in başarısı üzerine, daha gelişkin ROTSE -II'nin yapımına girilmiştir. Ancak, yeni sistem, optik dizaynda ciddi problemlerin bulunması üzerine geliştirilmesinden vaz geçilmiş ve Ağustos 1998'de ROTSE-III üzerine çalışmalar başlatılmıştır.

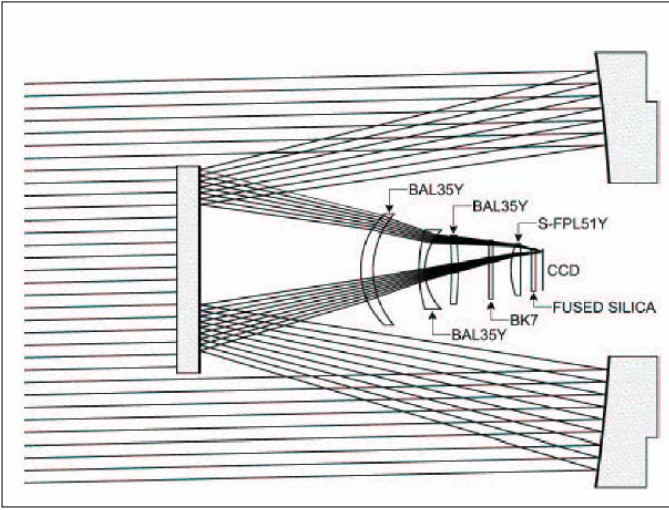
2.3 ROTSE- III'ÜN GELİŞİMİ

ROTSE – III'de (Şekil 10) [18], öncülü gibi 45cm'lik Cassegrain teleskop gerisine yerleştirilmiş, ve ROTSE-II'nin sorunlarından arındırılmış, daha da gelişkin optik sisteme (Şekil 11) ve düşük

gürültülü (1 Megapiksel/s okuma hızında 4 elektron), CCD kamera ve veri okuma sistemlerine sahip şekilde dizayn edilmiştir. Sistem kontrolü ve veri alımı, meteorolojik verilerin alım ve denetlenmesi, Linux altında çalışan 3 adet kişisel bilgisayar (PC) ile gerçekleştirilmektedir. Halen 2 adedi tümüyle kurulmuş olup UM ve LANL tarafından işletilmektedir. Bunlardan biri operasyonel olarak GIP avında kullanılmakta, diğeri ise World-ROTSE teleskopları için satın alınan donanımların gerekli geliştirme ve denetlemeleri için kontrol aracı olarak kullanılmaktadır. (ROTSE-III'e ait dizayn çizimleri Şekil 12'de, ROTSE-III bileşmelerinin özellikleri ise Tablo 1'de verilmiştir.)

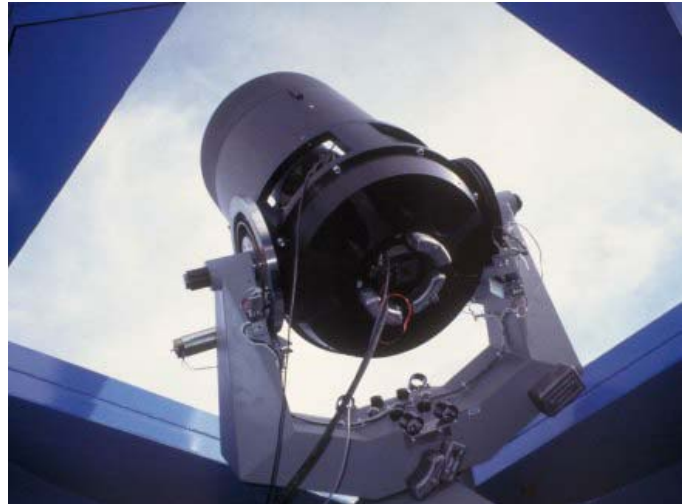


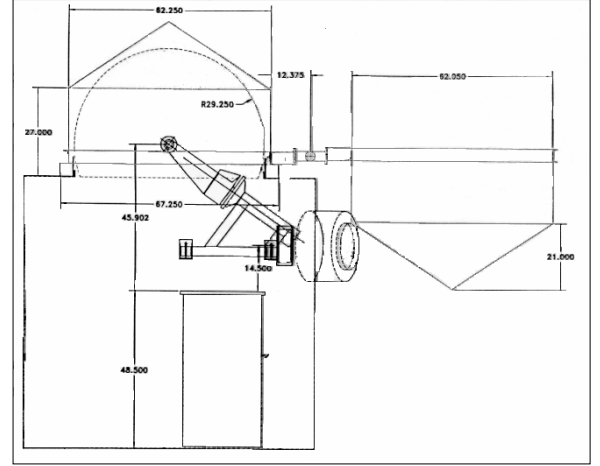
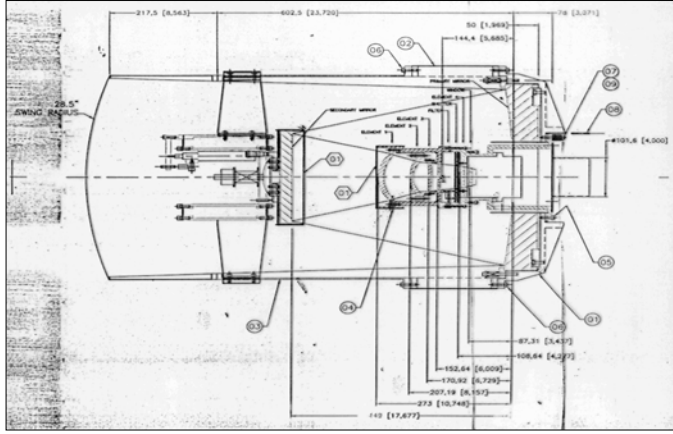
Şekil 10. ROTSE-III özel koruma sistemi içinde. 45cm'lik Teleskop iskelet çerçevesi içinde ucu çıkmış olarak görülmektedir



Şekil 11a ROTSE-3 optik dizaynının gerektirdiği monokromatik yol. Işık CCD üzerine dalgaboyuna bağlı olarak farklı noktalarda ulaşmaktadır. [8]

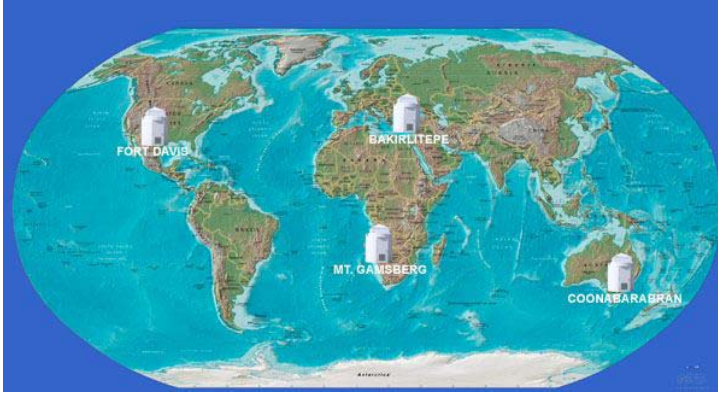
Şekil 11b Sağda, ROTSE-III'te kullanılan 45cm'lik optik teleskop, koruma kutusu içinden bakıldığında görülmektedir.





Şekil 12 : ROTSE-III için geliştirilmiş olan kendine yeterli (self-contained) robotik teleskop dizayn parametreleri yukarıda verilmektedir. Teleskop platformu ve koruma kutusu parametreleri Tablo 1'de özetlenmektedir.

Halen Namibya ve Türkiye'de konuşlandırılacak ROTSE'ler için (ROTSE-IIIB ve ROTSE-IIIC) gerekli donanımlar ısımarlanmış olup Sonbaharda ülkelerine gönderilmiş olacak ve 2003 yılı itibariyle, Dünya ROTSE Teleskopları Ağı tüm potansiyeli ile çalışmaya başlayacaktır. (Başlangıçta Ağı'nın 6 teleskop içermesi planlanmışken, ek fonların temin edilememesi nedeni ile, Ağı 4 teleskopla çalışmalarını sürdürecektir). Bu durumda, World-ROTSE Ağı teleskopları, ülkeleri ve bulunacakları Gözlemevleri itibariyle Şekil 13'deki gibi konuşlandırılacaktır.



Şekil13: Global-ROTSE Ağı sistemine ait teleskopların konuşlanma coğrafyası bu şekilde planlanmıştır.

ROTSE-III hakkında daha ayrıntılı bilgiler EKLER bölümünde verilmektedir.

TABLO 1: A TELESKOP PLATFORMU ÖZELLİKLERİ

Eni	: 2.21m
Boy	: 3.5m
Kalınlığı	: ~0.15 m
Yöneli	: Kuzey – Güney, ortaya yakın 5. taşıyıcı ayak Güney bölümünde kalıyor.

TABLO 1: B TELESKOP KORUMA KUTUSU'NUN ÖZELLİKLERİ

Ağırlık	: 3000 Kg
Yükseklik	: ~3 m
Gereken Elektriksel Güç: 2 kAV, 220 V	
Rüzgar dayanıklılığı	: 1000 Kg Toplam basınca dayanıklı
Düşey silindir çapı	: 2.15 m
Yapımcı	: D&R Tank. Albuquerque

TABLO 1: C METEOROLOJİ İSTASYONUNUN ÖZELLİKLERİ

ROTSE sisteminin robotik çalışması için, otomatik çalışan ve hava durumuna karar veren bir meteoroloji istasyonu vardır. Bu istasyon verileri otomatik olarak analiz edilerek, sistemin çalışmaya karar verme sürecine kullanılmaktadır.

TABLO 1 : D OPTİK TELESKOP'UN ÖZELLİKLERİ

1. Optik Yapı

Tip: Cassegrain; Çap: 0.45m; f oranı: birincil ayna, f/1.80; Düzeltilmiş Odak Uzaklığı: 0.85 m.
Görüş Alanı: 1.85 x 1.85⁰
Mekanik Dizayn : Alan Schier
Optik Dizayn : Harland Epps (*American Air Force GEODSS systems benzeri*)

2. CCD özellikleri

Marconi marka, sırt aydınlatmalı (*back illuminated*) CCD 42-40-2-343
0.40 –0.90 mikron geçiş bantlı, 2.64⁰ çapında düz görüş alanı (*flat f.o.v.*)
Piksel (resim elemanı) sayısı: 2048x2048
Piksel büyüklüğü : 13.5µ x 13.5 µ
Görüntüdeki piksel/açı değeri: 3.28 arcsec / pixel
Okuma (*read-out*) süresi: 2.4 saniye
Okuma gürültüsü (*read-out noise*) 15 e⁻
Limit parlaklık ~20^m
Kuantum etkinlik: %85 (?)
Soğutma sistemi: Hava soğutmalı 'peltier' soğutma sistemi

3. Mekanik Yapı

Ekvatorial Çatal Kurgu
Maksimum dönüş ivmeli
Sağaçıklık ivmesi: 16.4⁰/s²
Yükseklik ivmesi: 20.6⁰/s²

4. Bilgisayarların Özellikleri

'Dell ' marka PC'ler üzerinde LINUX'lu
Fiber optik bağlantılar, 4 x 8 MB görüntü/gece, 300 MB fotometrik veri/gece, 8 GB Disk
Analiz ve programlama dilleri: C++, IDL

3.Bölüm : ROTSE-IIIC / TÜRKİYE ÇALIŞMALARI

3.1 KRONOLOJİK GELİŞME

ROTSE-Türkiye çalışmalarını, kronolojik bir sıra ile Tablo 2'den takip edebiliriz. Görüldüğü gibi, Eylül 2002 itibariyle istasyonun 2002 sonunda kısmen veya tümüyle Bakırlitepe'ye kurulması hedeflenmektedir. İstasyonun ana kutusu ve büyük parçaları, Antalya'ya uygu bir kargo gemisi bulunamadığından İzmir'e gönderilecek, oradan Antalya'ya taşınarak TUG'daki yerine monte edilecektir.

TABLO 2 : ROTSE – TÜRKİYE Kronolojisi

Prof. Dr. Hakkı ÖGELMAN'ın e-posta duyurusu,(Ocak 2001)
Feza Gürsey Enstitüsü Yaz Okulu'nda ilk değerlendirme 'informal' toplantısı (Haziran 2001)
Prof. Carl Akerlof'un davet edilmesi (Aralık 2001)
C.Akerlof'un ziyareti (24-26/2/2002).
1. *Prof. Akerlof'un İstanbul Üniversitesi Toplantısı (24.2.2002)*
2. *Prof. Carl Akerlof'un Bakırlitepe- TUG Ziyareti (25-26/2/2002)*
3. *Prof. Carl Akerlof'un 2. İstanbul Toplantısı (3/3/2002)*
ABD'deki grupların müracaatımızı ve TUG koşullarını değerlendirme toplantısı (ve)
Akerlof'tan Global-ROTSE'ye davet (Mart 2002 ortası)
ROTSE Türkiye grubunun belirlenmesi (Mart sonuna doğru)
NASA'ya ROTSE teklifi için Türk 'PI' ve 'Collaborator' imzalarının gönderilmesi (26 Mart 2002)
ROTSE TUG Raporu Yazımının tamamlanması (Nisan 2002)
TUG Yönetim Kurulu'nun Raporu Kabulü ve PI görevlendirmesi (29 Nisan 2002)
NASA'ya gelecek 3 yıllık bütçe önerisi sunumu (Nisan 2002)
TUG Portatif Fotometre ile gökyüzü parlaklık ölçümleri (Mayıs-Haziran 2002)
ROTSE III-c Türkiye'nin ABD'nin ismarlanması ve yapımının başlaması (Haziran 2002)
ABD'de (Los Alamos) Global-ROTSE gruplar toplantısı (7.6.2002) (Bu toplantıya Türkiye
Çalışmalarını özetleyen bir özet rapor gönderilmiştir, EK-4)
Çanakale Yaz Okulu ROTSE III-c Türkiye Projesi sunumu (28.6.2002)
ROTSE_Türkiye için ODTÜ'de Yaz Okulu (8-12 Temmuz 2002) (Bu toplantıya Prof. Ögelman
da katılmıştır. Bu toplantıya ait resimler ROTSE-Türkiye'nin web adresinden izlenebilir)
TUG'da ROTSE III-c Platform Yapımı; (14-25 Ağustos 2002)
NASA'nın 3 yıllık uzatma ve 4 yerine 6 istasyon kurulmasını sağlayacak bütçe talebi ile ilgili ek
bilgi içeren e-posta(29.8.2002) (Planlananlara ek olarak kurulacak ve toplam sayıyı
6'ya çıkaracak mali teklif NASA'ca kabul edilmemiştir. Ancak, Türkiye dahil ilk 4
istasyonun kuruluşu sürecektir.)
Antalya XIII. Astronomi Toplantısı ROTSE III-c Çağrılı Bildirinin Sunumu
ROTSE-IIIc'nin Türkiye'ye sevki ve kurulması (2002 sonu)

3.2 ROTSE-TÜRKİYE ÇALIŞMA GRUBU

ROTSE toplantılarına katılan, Türkiye grubunda çalışma isteği gösteren ve NASA önerisine katılım taahhüdünde bulunan (yurt dışındakiler hariç) TUG araştırmacılarının oluşturduğu ROTSE-Türkiye Çalışma Grubu'muzun üyeleri Tablo 3'te verilmiştir. Bu tabloda, araştırmacıların kurumları, ayırmayı düşündükleri araştırma zamanı ve çalışma alanları konusunda da bilgiler verilmektedir. Burada, TUG araştırmacılarının oldukça yaygın ve farklı konularda çalışma isteği belirttiği görülmektedir. Ancak, sadece GIP'ların esas alanı olan yüksek enerji astrofizikinde değil, ülkemizde güçlü gruplar oluşturmuş olan kataklizmik değişkenler ve çift yıldız çalışmalarının ROTSE verilerinden güçlü destekler bulacağı görülmektedir. (Gruba yeni katılımlar mümkündür. Katılmak isteyen araştırmacıların ROTSE-Türkiye Projesi görevlilerine müracaatları gereklidir.)

TABLO 3 : Global-ROTSE Network –ROTSE-Türkiye Grup Üyeleri

Adı, Soyadı	Kurumu-Yeri	(%zaman)	İlgi alanı, konusu
1.Mehmet Emin Özel (*)	(AIBÜ-Bolu)	(%80)	GIP'ar, gama ışın kaynakları
2.Ümit Kızıloğlu (**)	(ODTÜ-Ankara)	(%60)	GIP'lar, optik enstrumant., sıkı cisimler
3.Aysun Akyüz	(ÇÜ-Adana)	(%60)	GIP'lar, gökada kümeleri
4.Talat Saygıç	(İst. Univ.-İstanbul)	(%60)	GIP'lar, Çift Yıldızlar (ÇY), KD(CV)'ler
5.Hasan Esenoglu	(İst.Univ.-İstanbul)	(%40)	kataklismik değişenler [KD(CV)'ler]
6.Şölen Balman	(ODTÜ-Ankara)	(%40)	cüce novalar, novalar, KD(CV)'ler
7.Ali Alpar	(Sabancı U-İstanbul)	(%20)	GIP'lar, nötron yıldızları, pulsarlar
8.Altan Baykal	(ODTÜ-Ankara)	(%20)	sıkı cisimler (SC), zamanlama (timing)
9.Nuri Emrahoglu	(ÇÜ-Adana)	(%20)	gözlemsel sorunlar
10.Zeki Aslan (***)	(TUG-Antalya)	(%10)	yıldızlar, kümeler, astrometri
11.Nihal Ercan	(BÜ-İstanbul)	(%10)	X-ışın kaynakları
12.Osman Demircan	(ÇOMÜ-Çanakkale)	(%10)	ÇY, genel astronomi
13.Rennan Pekünlü	(Ege Univ.-İzmir)	(%10)	ÇY, genel relativite
14.Hakkı Ögelman	(Univ. Of Wisconsin)	(%20)	SC'ler, Yüksek Enerji Astrofiziği
15.Ersin Göğüş	(Univ.of Alabama)	(%20)	GIP'lar, Yumuşak Gama Tekrarcıları
16. Oktay Hüseyin	(Univ. of Akdeniz)	(%20)	Supernovalar, SN Kalıntıları (SNR)
17. Öğrenciler(****)	(Yük.Lis. ve Doktora öğrencileri)		

(*) ROTSE-Türkiye Koordinatörü (bilimsel konular) : me_ozel@ibu.edu.tr

(**) ROTSE-Türkiye Koordinatörü (teknik/enstrumantal konular) : umk@astroa.metu.edu.tr

(***) TUG Başkanı, (yönetmelik konular) : aslan@tug.tug.tubitak.gov.tr

(****) Tolga Güver, Sinan Alish, Murat Olutaş, Ayşegül Teker, Ahmet Dervişoğlu, Hatice Eren, Mustafa Keskin, Can Buğra Girgin, Şule Köksal, Burcu Beygü

3.2 ROTSE-TÜRKİYE ÇALIŞMALARINDA OLASI DAR-BOĞAZLAR VE SORUNLAR

ROTSE-Türkiye çalışmalarının başlamasından bu yana ele alınan işler ve/veya ortaya çıkan sorunlar arasında halen çözüm bekleyenler için bir liste hazırlanmıştır. Listedeki işler arasında en önemlileri Univ. Of Michigan ile TUG arasında hukuki bir çerçeve anlaşmasının imzalanması, ROTSE'nin Türkiye'ye ulaşımı ve %30'luk zamanın kullanımı konusunda bizim geliştireceğimiz ilkelerin belirlenmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer işler ve sorunların zamanı geldiğinde gerçekleştirilmesinde bir sorun yaşanmayacağı veya olağan çerçevelerde çözülebileceği genel bir ilke olarak kabul edilmektedir.

İlk elde listelenebilen öncelikli işler ve olası sorunlar olarak şunlar göz önüne alınmıştır:

- 1. Filtre sorunu:** ROTSE'de bir filtre konum yeri var; ancak ne zaman GIP olacağı bilinmediği için filtre takılıp çıkarılması istenilmiyor. Değişen yıldız gözlemleri için bir problem olarak görünüyor!
- 2. Teknik destek:** Günlük sistem çalışmasının kontrolü, Günlük performans kontrolü, Haftalık ve aylık kontroller, Ham veri disklerinin değişimi, postalama işlemleri (bu amaçla bir teknisyen görevlendirilecek).
- 3. Veri alma ve arşivleme:** Her gece 3 MB Ham veri, 300 MB Yarı indirgenmiş verinin üretimi ve arşivlenmesi gerekmektedir.
- 4. Altyapı hizmetinin sürekliliği ve kontrolü:** Elektrik, sürekli internet bağı, kesintisiz güç kaynağı gibi birimlerin sürekliliğinin sağlanması gereklidir.
- 5. Veri hakları ve Türkiye'de veri yedekleme işleri:** İmzalanacak protokolle çözülecek.
- 6. Radyolink :** Mevcut kapasite düşük (8 MBit), yağmurlu havalarda çalışma sorunları var.
- 7. %30 gözlem zamanının kullanımı:** Bu amaçla ilkelerin belirlenmesi; ulusal ve uluslararası projeler geliştirilmesi gereği var.
- 8. Protokol:** Univ.of Michigan – TUG arasındaki protokol sorunların bir bölümünü çözecek.
- 9. Teknik personelin temini ve eğitimi:** TUG'da bu işe bakacak teknisyenin bulunması ve eğitilmesi gereği var.

10. **Projeye ek kaynak temini:** TUBİTAK'a ve diğer kaynaklara, destek projeleri hazırlanması ve takibi gereklidir.
11. **Verilere kolay ulaşım:** ROTSE verilerine (eski ve yeni) kolay ulaşım ile ilgili teknik/idari sorunların çözümü gerekli. Bunlar Protokol sorunu ile doğrudan ilgili.
12. **Paratoner:** TUG'da çokça gözlenen yıldırım olaylarına karşı (ek?) önlemler gerekebilir.
13. **ROTSE-T'nin kurulması:** Sistemin Türkiye'ye gelişi ve İzmir Limanından Antalya'ya taşınımı, Bakırlıtepeye çıkarımı ve bir vinç yardımı ile kurulması
14. **Sistem deneyimi:** ABD'de çalışan durumdaki ROTSE sistemini görme ve deneyim kazanma olanağı bulunmasının sağlanmasının çok yararlı olacağı ortada. Ancak bu iş için kaynak bulunmalı.
15. **Alarmların yurtiçi dağıtımı:** ROTSE'ye gelen alarmların zamanında TUG'da ve diğer teleskoplarda değerlendirilmesi için bir haberleşme sistemi kurulması yararlı olacaktır. Mesela, GSM ile alarm alma, TUG'un yanı sıra, gerekirse ve istenirse Ankara, İzmir, İstanbul (Eyuboğlu), Çanakkale teleskoplarını devreye sokabilme düşünülebilir.
16. **Bilgi dağıtım ve grup haberleşmesi:** ROTSE-T çalışanları arasında haber/bilgi dağılım listesi oluşturulması ve güncel tutulması, haberleşme ile ilgili diğer sorunların ele alınması gerekir.
17. **ROTSE'deki zamanımızın programlanması:** Mesela, %30-%70 paylaşımının gecelere ve gece boyunca dağılımı gibi pratik sorunlar için çözüm önerileri geliştirmek gerekebilir. Karanlık- Aylı gecelerin adil dağılımı için de benzeri çözümler gerekli olacaktır.
18. Diğer yapılacak işler ve olası sorunlar...

3.3 ROTSE-TÜRKİYE TELESKOPUNUN KONUŞLANDIRILMASI

ROTSE-III için TUG alanı içinde belirlenen yerine Ağustos 2002 içinde 5 pilyeden oluşan bir platform alanı belirlenmiştir. Bu amaçla kurulan benzeri bir platform alanının bir fotoğrafı Şekil 14'te verilmiştir. ROTSE-IIIC TUG'daki benzer alana yerleştirildiğinde TUG genel görünüşü Şekil 15'teki gibi olacaktır.



Şekil 14: ROTSE için hazırlanmış bir platformda 5 pilye görülüyor. ROTSE'nin kendi metal platformu bu pilyeler üzerine yerleştirilecektir.



Şekil 15 : TUG'da ROTSE-IIIC sonrası görünüm: En sağda, foto montaj olarak ROTSE-IIIC (beyaz renkli) görülmektedir. (TUG'un koordinatları
 Enlem(TUG) = $36^{\circ}49'30''N$
 Boylam(TUG) = $02^{\text{h}} 01^{\text{m}} 20^{\text{s}} E$
 Yükseklik(TUG) = 2540m'dir)

3.4 ROTSE-TÜRKİYE SİTESİ

ROTSE'nin Türkiye'deki çalışmaları ile ilgili bilgiler, bu amaçla hazırlanan raporlar ve GIP ile ilgili önemli makaleler, **ROTSE Türkiye WEB Sitesi'nin** <http://astroa.physics.metu.edu.tr/~umk/rotse> adresinden izlenebilirler. Univ. of Michigan'daki ana grupça hazırlanan web sitesine de aynı adresten ulaşabilirsiniz.

4.Bölüm : GLOBAL-ROTSE'DE İŞBİRLİĞİ KOŞULLARI VE İLKELERİ

4.1 GİRİŞ

Başarılı GIP optik bileşke gözlemlerinin problemin çözümüne yapabileceği çok önemli katkıların (olay uzaklığının belirlenebilmesi, ışın mekanizmaları...) ortaya çıkışı, bilim dünyasında ciddi yankılar yarattı.. Bunun üzerine, tüm dünya üzerine yayılmış bir ROTSE teleskopları ağı ile geniş kapsamlı bir uluslararası işbirliği ve veri birikimi kampanyasının gerekliliği ortaya çıktı. Hem kuzey, hem de güney yarıküreyi, gece-gündüz ayırimsız kaplamak için stratejik konumlar ve bu konumdaki ülkelerdeki politik kararsızlık gibi faktörler ele alındıktan sonra ortaya çıkan resimde geride kalan ülke seçenekleri olarak ABD'de New Mexico, Kanarya Adaları, Türkiye veya İsrail, Avustralya, Şili ve Güney Afrika Birliği ön plana çıktı. Bu ülkelerde işbirliği yapılabilecek gruplar ortaya çıkarılmaya, işbirliği protokolü için öngörülen koşullar oluşturularak bu gruplarla görüşülmeye başlandı.

Bir uluslararası ortaklıkta, hem de tüm dünyayı kapsayacak coğrafi dağılıma sahip ortaklarla, işbirliğini bütün katılımcıların yararına olacak şekilde sürdürebilmenin bilinen, garantili bir formülü yoktu. Ancak, geçmiş tecrübeler ışığında bir ilkeler dizisi oluşturulma durumundaydı.

Diğer taraftan, şimdiki şekli ile, ROTSE araçlarının tamamı ABD kaynakları ile gerçekleştirilecektir. Ancak, Sistemin çalışır halde bir ülkeye girişinden sonra, bundan sonraki maliyetlerin o ülkedeki kurumca üstlenilmesi benimsenmiştir. Bunun istisnaları, büyük çaplı ekipman (mesela, CCD) tamirleri olacaktır. Bu durumda, kabul eden kurum, onu haftada 1 gün düzeyinde meşgul edecek bir teknisyeni, alet performansını ve bir önceki gece verilerini günlük olarak denetleyecek, GIP'la ilgili veriyi yerinde analiz edecek bir bilimciyi (bir doktora öğrencisi veya araştırmacı) temin etmelidir. Ayrıca, GIP verileri ile uğraşmayı temel bilimsel çalışma alanı kabul edecek en az 1 (tercihen daha fazla sayıda) bilimci, kabul eden kurumca bu işle görevlendirilmelidir. Bu grup araştırmacıların, gama ışın astronomisi, GIP'lar ve ilgili konularda yeterli alt yapısı olması ve uluslararası işbirliğine gerçek katkılarda bulunması beklenir. Veri indirgemedede çalışan(lar)ın görüntüleme ve veri analiz teknikleri ile deneyimi olması çok yararlı olacaktır. ROTSE ile ilgili kullanım ve analiz yazılımlarını kullanabilecek düzeyde bilgisayar ve ilgili beceriler de gerekli olmaktadır.

Bilimsel düzeyde ele alındığında, ortaklığın 1 tek tür ortağı olacaktır. Herkesin herşeye ulaşma hakkı olduğu ve sorumlu olduğu ortaklık. Bu, aynı zamanda, herhangi bir ROTSE sistemi tarafından alınan her veri tüm üyelere açık bir eş ulaşım ve kullanma konumunda olmalıdır. Yani tüm üyelere eşit uzaklık veya kolaylık söz konusudur. Konunun önemi ve elde edilecek verilerin fazla miktarı, üyelerin çalışma alanları arasındaki örtüşmeyi sorun olmaktan çıkarmaktadır. Aslında, acil ve öncelikli gözlemlerde (mesela, bir GIP optik gözleminde) örtüşmeler kaçınılmaz ve önemli ölçüde de arzu edilir olmaktadır.

ROTSE teleskopları ile gözlemlerin herkesin ilgisini çekmeyecek, daha küçük alt gruplarca tartışılacak bölümleri de olacaktır. Bu durumu da göz önüne alarak, teleskop zamanının %30'unun bu tür ilgiler için serbest bırakılması politikası benimsenmiştir. Yani, öncelikli bir GIP gözlemi olmadıkça, %30'luk teleskop zamanı bu ikincil ve muhtemelen yerel ilgiler için kullanılacaktır.

GIP optik gözlemlerinde tekdüzelik (uniformity) sağlamak için, kurumlar herhangi bir donanım değişikliği yapmayacaklardır. ROTSE-3'ün optik dizaynında bir filtre tutucusuna yer verilmiştir. Ancak,

bu olanağın uzaktan kontrolü mümkün olmayacaktır.(sistemin odak düzlemi birincil aynanın önündedir.)

Yazılımda da benzeri kriterler vardır. GIP gözlemlerine hızlı ulaşım gereği nedeni ile, 'acil tetikleme' çekirdek yazılımına dokunulamayacaktır. Yerel bilimsel programlar için bazı değişikliklere olanak tanınacaktır. Tüm analiz yazılımları ROTSE işbirliği katılımcılarına açık olacaktır.

Gruplar arasında, GIP dışında da işbirliği ile yürütülebilecek programlar (mesela AGN'lerin sürekli izlenmesi) için bir zaman-bölüşüm sistemi üzerinde halen çalışılmaktadır[19].

4.2 ORTAKLIĞIN TUG AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Astronominin çözülmemiş en güncel bir konusundaki uluslararası çalışmalara bir davetle katılmanın çok önemli bir fırsat olduğu konusunda herhangi bir şüphe yoktur. Ancak, bu işbirliğine katılmanın maddi ve idari bazı götürüleri de olabilecektir. Bu katılıma karar vermeden önce, akla gelebilecek olumlu ve olumsuz yönlerin tarafsız bir şekilde değerlendirilmesi gereği vardır. Bu değerlendirme TUG Yönetim Kurulu için hazırlanan raporda [4] ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Bu konuda ele alınan noktalar şunlar olmuştur:

Önce bu ortaklığa katılmanın **olumsuz** sayılabilecek yönleri ve bunların nasıl 'telafi' edilebileceği üzerinde durulmuştur:

1. Altyapısal Mali Yükler: Teklif edilen sistem kullanım ve bakım açılarından bütünü ile kendine yeterli ve ek katkı gerektirmeyen ('self-contained') bir sistem olmakla birlikte, TUG alanı içinde buna bir yer bulunması, bu yerin (platformun) hazırlanması, elektrik, aydınlanma, güvenlik gibi noktalarda gerekli yatırımın yapılması gereği vardır. Bu ön yatırımın birkaç bin dolar (2-3 milyar TL) düzeyini aşmayacağı hesaplanmaktadır.

(Değerlendirme : ROTSE için gerekli temel alt yapı yatırımı zaten TUG'da mevcuttur. TUG alanı içinde, başka bir amaçla kullanılmayacak fakat ROTSE için uygun bir nokta da, Prof. Kızıloğlu tarafından belirlenmiştir. Bu nokta, hem zaten teleskoplar için gitmekte olan hatlara çok yakındır, hem de TUG'un gelişim planlarında başka teleskop ve aletler için düşünülen yerlerden hiç birini kullanmamaktadır. Böylece, TUG arazisinin daha da yararlı kullanımı olanağı verecektir. ROTSE çapında bir uluslararası işbirliği için kolayca göze alınması gerekli bir yatırımdır.)

2. Teknisyen Gereksinimi: ROTSE için teknisyen düzeyinde bir 'bakım ve denetleme' elemanı gereklidir. Gerçekten de, her gün, aletin genel durumunu denetlemek ve gözden geçirme, eksik ve müdahale gerektiren bir durum varsa belirleme, günlük verileri değerlendirmeye almada bilim grubuna yardımcı olacak ve toplam olarak 'haftada 1 gün' eşiti bir yük taşıyacak teknisyene gerek vardır.

(Değerlendirme: TUG'un zaten mevcut teknik kadrosu içinde 'haftada 1 günlük ek işin gördürülebileceği bir çözüm bulunabilir. TUG'a alınması düşünülecek yeni bir teknik elemanın 'haftada 1 gün' mertebesindeki bir bölümü ROTSE amaçlı olarak kullanılabilir. Bir teknik elemanın işinin maliyeti 1500\$ kabul edilse, bu maliyetin 1/5'i (haftada 1 gün) ROTSE 'projesine' yüklenebilir. Bu da, ayda 300, yılda 3600\$ -yaklaşık 5 milyar TL-edecektir.)

3. Akademik Personel Gereksinimi : ROTSE için zaman ayıracak akademik amaçlı personele gerek vardır. Bunun sayısı minimum, 1 veya 2 lisansüstü (MSc/Doktora) öğrencisi ve 2 senyor öğretim üyesi olarak kabul edilebilir. Bunların maliyetinin hesaplanması gerekir.

(Değerlendirme: Öğrenciler için, TÜBİTAK Tez Destek Programı harekete geçirilerek TUG bütçesine ek yük gelmesi önlenir. Üniversite öğretim üyesi olan senyor akademik personel için TUG'a bir maliyet yüklenmesine gerek yoktur. Zaten öğretim üye ve yardımcıları, kendi üniversite maaşlarının karşılığı olarak araştırma yapmakla da yükümlüdürler. Diğer taraftan, konusu yüksek enerji astrofizikliği olan ve GIP'a yakın konularda çalışan, çeşitli üniversitelerimizde 10'u aşkın araştırmacı-öğretim üyesinin bulunduğu görülmektedir. Bunların bir ön-listesi EK-1'de yapılmıştır. Bu listede eksik veya yanlışlar

olabilir. Ancak, ROTSE çalışmalarına hasredilecek toplam akademik araştırma gücümüzün 2-4 tam zamanlı araştırmacı zamanına eşdeğer olduğu söylenebilir. Ayrıca, ROTSE'nin sağlayacağı optik gözlem ve veri olanakları ile, astronominin diğer dallarındaki üyelerimizin de bu listeye eklenmesi yanlış olmaz).

4.3 ROTSE PROJESİNİN OLUMLU GETİRİLERİ

Aynı raporda, global-rotse programına katılmanın olumlu yönleri üzerinde de durulmuş ve değerlendirmeler yapılmıştır:

1.Uluslararası işbirliği ve TUG'un tanıtımı : ROTSE, yukarda da kısaca belirtildiği gibi, şu anda, dünya astronomi camiası içinde görünürlüğü –sonuçlarının astronomlarca takip düzeyi- en yüksek deneylerden biridir. TUG'un yerinin önemi, bu işbirliği ile tekrar ön plana gelebilecek, başka ülke ve çalışmaların da TUG'a taşınması veya Türk astronomları ile işbirliği içinde yürütülmesi yolları açılacaktır. Bunun hem Türk Bilimi'ne, hem de Türkiye'nin tanıtımına çok önemli katkıları olacaktır. Bu işbirliği, yukarda da belirtildiği gibi, dünya yüzeyine yayılmış bir ağı ve çok farklı ülke ve kültürleri de içermektedir. ROTSE konulu toplantıların, tebliğ ve çalışmaların bu açıdan çok değerli bir platform olacağı görülebilir.

2. Yüksek enerji astrofiziği (YEA) çalışmalarının gelişmesi: Ülkemizde oldukça gelişkin (sayıca optik astronomi çalışanlarına yakın) bir YEA grubu vardır ve bunlar çeşitli üniversitemize dağılmışlardır. Bunların ortak çalışabileceği bir deney TUG'ça gerçekleştirilmiş olursa, TUG'un tüm astronomlarımızın bir organı ve olanağı ('facility') olduğu –olması gerektiği- yolundaki söylem ve arzular gerçekleşme yolunda önemli bir kilometre taşı oluşturmuş olur. Konunun güncelliği ve araştırmacılarımızın geçmiş çalışmalarına bakarak yapacağımız değerlendirmeler, bu açıdan da ROTSE'ye katılmanın (ekonomik olarak çok uygunluğu yanında) önemini ortaya çıkarmaktadır.

3. ROTSE'nin optik astronomiye katkı potansiyeli: TUG'da gerçekleştirilen çalışmalar, şimdiye kadar, daha çok, çift yıldızlar ve bunlarla ilgili oldukça geniş bir spektruma yayılan konular ağırlıklı olmuştur. Bu durumda, ROTSE'nin 2 boyutlu bir katkısı söz konusudur: (1) GIP kaynaklarının optik bileşenlerinin bulunması çalışmaları, optik astronomi (OA) ve YEA gruplarımızın hem birbirleri ile hem de dünyadaki benzeri araştırma grupları ile etkileşimin sağlayacak, yeni sentezlerin ve işbirliklerinin katalizörü olacaktır. (2) ROTSE'de bize bırakılacak %30'luk zamanın kullanımı (burada bazı kısıtlamalar-mesela, GIP olayları takibinin her an sahip olduğu öncelikler- vardır) yoluyla gelecek katkılar, çok farklı konularda çalışma olanağı sağlayacaktır.

ROTSE bulguları hakkında bilgi verilen bölümlerde görüldüğü gibi, ROTSE teleskoplarının özellikleri ve dizayn parametreleri nedeni ile, elimizdeki teleskoplarla hemen gerçekleştiremeyeceğimiz konularda (mesela, büyük alanlarda değişken yıldızların bulunması, kataloglanması; düşük enerjili gama tekrarlıları (soft gamma ray repeaters), geçici x-ışınıyıcıları (transient x-ray emitters), x-ışın patlamalı kaynaklar (x-ray bursters), süpernova, nova gibi hızlı değişen olayların bulunması ve önemlilerinin TUG teleskopları ile takibi; kuyruklu yıldız ve meteor astronomileri için olanaklar...) çalışmalar yapma olanağını bize vermektedir. Bu da, tekrar, YEA ve OA gruplarımız arasındaki etkileşimi arttıracak bir olanaktır.

4.Yeni teknolojilerle yaşayarak tanışma potansiyeli : ROTSE tümüyle uzaktan kontrollü çalışan robotik bir teleskoptur. İlerde tüm optik ve radyo teleskopların robotik hale gelebileceği, her astronomun kendi odasından ülkesinin veya projesi olduğunda bir uluslararası teleskopu kullanabilmesinin planlarının yapıldığı bir dönemdeyiz. ROTSE bize bu konuda deneyim kazanma olanağı verecektir. Ayrıca, gelişmiş CCD sistemi ve onu kullanan yazılımı, 2 adet 45cm'lik teleskopun 'stereoskopik' (örtüşen alanlı) görüntüleme olanağı ile ilgili teknik ve ayrıntılar da bu meyanda sayılabilecek yeni teknoloji alanlarıdır.

5.Bölüm : GIP KURAMLARI

5.1 GIP'LARIN TANIMI VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

Gama-Işın Patlamaları ile ilgili kuramların açıklaması gerekli ana gözlemsel bulgular, bu olayların gözlenme hızı, zamana bağlı yapısal ve diğer özellikleri, uzaysal dağılım özellikleri, enerji spektral (tayfsal) özellikler ve patlama sonrasında gözlenen ardıl ışımalarla ilgili veri ve bilgiler olarak özetlenebilir. Herhangi bir başarılı kuramın, bu bulgularla çelişmeden olayları açıklayabilmesi ve mümkünse bazı yeni öngörülerde bulunması beklenir. Bu verilerin bir kısmı ROTSE-sonrası dönemde ortaya çıkmış olduğundan ve ROTSE verilerinin bundan sonra da GIP kuramlarının gelişiminde önemli bir rolü olacağı düşünüldüğünde, GIP kuramları ile ilgili literatürün gözlemsel ilgileri olan bilimcilerce bile önemli ölçüde takibi gerekmektedir. Bu bölümde, GIP özellikleri kısaca özetlendikten sonra, günümüzde geçerli GIP kuramları ana çizgileri ile ele alınacaktır [22],[28].

5.1.1 PATLAMA OLUŞ SAYISI

Şimdiye kadar arşivlenen 3000 civarındaki GIP olayının büyük çoğunluğu CGRO-BATSE tarafından gözlenmiştir (CGRO-BATSE için EK-2'ye bakınız). BATSE'nin duyarlık limitindeki bütün olayları gözlediği kabul edilmektedir. Ortalama olay oluş hızı olarak, gökyüzünde öngörülemez yönlerden günde yaklaşık 1 tane GIP gözlemiştir. Bu durumda, gerçek uzay-açı ve gökyüzünün pozlama düzeltmeleri yapılırsa yılda yaklaşık 10^3 tane patlamanın görülebileceği kabul edilmektedir.

5.1.2 ZAMANA BAĞLI ÖZELLİKLER

GIP'ların büyük bir kısmının çok karmaşık zamansal özellikleri vardır. Şekil 1'de örnek bir GIP olayının ışık eğrisi (zaman içindeki şiddet değişimi) gösterilmiştir. Şiddetin değişkenlik süresi, δT , toplam GIP süresi T'den çok daha kısadır. Tipik olarak

$$\delta T \sim 10^{-2} T$$

mertebedindedir. T de oldukça kısa ve bazan çok kısa olabilmektedir.ve genelde birkaç saniye ile birkaç on saniye arasında değişir. Bazen birkaç on dakika kadar uzun olabileceği gibi birkaç milisaniye de sürebilir. Kabaca $T \geq 2$ sn ile $T \leq 2$ sn gibi iki modlu bir süre dağılımı deseni gözlenmiştir (Şekil 16). vardır. Değişkenlik zaman ölçeği (δT), özellikle yükselme zamanı, sadece birkaç milisaniye hatta birkaç milisaniye-altı kadar dahi olabilir. GIP'ların zamansal profillerinin, yüksek oranda 'relativistik zaman genişlemesi' (*relativistic time dilation*) içerdiği hesaplanmaktadır. GIP'lar kozmolojik kökenli iseler, daha uzaktaki kaynakların zamansal ve tayfsal profilleri daha yakındakilere göre daha yüksek oranda zaman-genişlemeli (gecikmeli) olacaktır. Farklı enerji kanallarında farklı zaman genişlemeleri de keşfedilmiştir.

5.1.3 UZAYSAL DAĞILIM

GIP'ların gökyüzündeki açısal dağılımının (Şekil 2) yüksek mertebede yönden bağımsız (izotropik) olduğu gözlenmektedir. Mesela, ilk 1005 BATSE patlaması için gözlenen dağılımın (poz süresine göre düzeltildikten sonra) Samanyolu simetrisine göre dipol ve kuadropol momentleri, sırasıyla, 0.017 ± 0.018 ve -0.003 ± 0.09 olarak bulunmuştur. Bu değerler, tüm- izotropiden 0.9σ ve 0.3σ 'lık sapmalardır[20]. Gökyüzündeki bu tekdüze uzay açı dağılımı, istatistiksel olarak, GIP'ların kozmolojik uzaklıklarda olduğu fikrini desteklemektedir. Ancak bu dağılım, boyutları genişletilmiş bir 'karanlık gökada halesi' ile de açıklanabilmektedir. Bu da gökadasal ve kozmolojik köken modelleri arasında bir tartışmaya yol açmıştır. Ancak, zayıf erke'li (- erke, toplam patlama süresine birim alandan geçen enerji miktarı, 'fluence' yerine önerilmektedir!) patlamaların sayısı, güçlü patlamaların sayısına dayanarak yapılan 'uzatmalara' göre daha azdır (Şekil 17). Bu durum kozmolojik dağılıma uygundur. Ancak kısa süreli patlamaların ($T \leq 2$ sn) dağılımı, düz Öklit uzayındaki homojen bir dağılımla uyumlu değildir [21].

5.1.4 PATLAMALARIN TOPLAM ENERJİSİ

Patlamalarda gözlenen gama (γ)-ışın akışları $(0.1 - 10) \times 10^{-6}$ erg/cm² aralığındadır. Bu ise, eğer enerji dağıtımında olası huzmeleşme ihmal edilirse, Samanyolu halesi uzaklıkları için 10^{45} - 10^{46} erg, kozmolojik uzaklıklar için ise 10^{52} - 10^{53} erg mertebesinde enerji bütçeleri gereğini belirtir. Bazı olaylarda bu sınırlar tekrar zorlanır. Mesela (kızıla kaymasından $-z=1.5$ - uzaklığı bilinen) GRB990123 olayı için γ -ışınlarındaki enerji gereksinimi 3.4×10^{54} erg'dir. Toplam enerjinin γ -ışın radyasyonuna dönüşü için ek bir tesir kesiti göz önüne alırsak, toplam enerji gereksinimi 10^{55} 'in birkaç katı veya merteye fazlası olabilir. Bu ise, GIP modelleri için çok zor şartlar koşar!.

5.1.5 TAYFSAL ÖZELLİKLER

GIP'in gücünün büyük bir kısmı 100-1000 keV arasında yayınlanır. Fakat 18 GeV'den birkaç keV'e kadar ışıma içeren gözlemler de yapılmıştır. Şekil 18'de iki tipik GIP olayının enerji tayfı verilmektedir. Bunlar ısısal-olmayan (*non-thermal*) süreçler gerektirmektedir. GIP tayfları, en iyi olarak, iki indeksli (kırıklı) bir logaritmik doğru, yani 'güç yasası' (bu tür spektrumlar, İngilizcede '*power-law*' terimi ile karşılanmaktadır) ile açıklanabilir. Eğer

$$F(E \gamma) = k E \gamma^{-\alpha}$$

şeklinde bir güç yasası gözönüne alınırsa, bu durumda $\alpha \approx 1.8 - 2.0$ arasında değerler alır. Tayfın düşük enerjili kısmında pek çok durumda gözlenen basit güç yasası formu için,

$$F \propto E_{\gamma}^{\beta}, -1/2 < \beta < 1/3$$

gözlemlerle uyumludur. Bu ise, basitçe, bir 'ateş topu'nun önünden giden şok dalgası zarfı (*fireball shock front*) tarafından geçilecek, bir tekdüze-olmayan (*non-uniform*) manyetik alan dağılım bölgesi ile açıklanabilmektedir. Önceki gözlemler ve BATSE gözlemleri, patlama olayı süresince tayfın da ayrıca değiştiğini göstermişlerdir. Pek çok patlamanın, zaman içinde 'sertten yumuşağa' ($\alpha \approx 2$ 'den $\alpha \approx 1$ 'e) doğru kaydığı bulunmuştur. BATSE öncesinde, bir dizi deneyde, sürecin hem soğurma hem de salma özellikleri içerdiği rapor edilmiştir. Mesela, 20-40keV arasında soğurma çizgileri, 400keV civarında salma özellikleri zaman zaman farklı olaylarda görülmüştür. Ancak BATSE bu ışıma ve soğurma özelliklerinden hiçbirini gözlememiştir.

5.2 PATLAMA SONRASI ARDIL IŞIMALAR

Patlama sonrası gözlemlerde GIP'ların diğer dalga boylarındaki bileşenleri, ki bunlara **ardıl ışıma** (*afterglow*) denmektedir, genelde x-ışınları ve optik bölgede, bazen de radyo bölgesinde gözlenmiştir. Bu ışımlar da zaman içinde değışkendirler ve tipik olarak, herhangi bir frekanstaki akı değeri, zaman içinde,

$$F_{\nu} \propto t^{-\alpha}$$

şeklinde bir 'azalma' (decay) yapısı göstermektedirler. Burada, x-ışınları için, $\alpha \approx 1.1 - 1.6$ ve optik için $\alpha \approx 1.1 - 2.1$ değeri elde edilmektedir. Yani, x-ışın bileşenleri, günler hatta haftalar boyu ışınmasını sürdürebilirken, optik ve radyo bileşenler daha da uzun (aylar) sürebilir. Diğer önemli keşif, pek çok patlamanın, kozmolojik uzaklıklarda olduğu kesin olan 'ev sahibi' (*host*) gökadalara ilişkisi olduğunun bulunması olmuştur.

Yani, patlama sonrası ardıl ışımlar, GIP'ların uzaklığı tartışmasını sona erdirmiş, GIP'ların kozmolojik uzaklıklarda oluştuğu ve bu nedenle yükselen enerji bütçelerine bağlı olarak, Büyük Patlama (*Big Bang*) sonrasında Evren'de görülen en yüksek enerjili olaylarla karşı karşıya olduğumuz ortaya çıkmaktadır. (Ardıl Işımlar için Bölüm 6'ya bakınız.)

5.3 'MERKEZDEKİ MAKİNA'

Gama ışınmasını ve diğer dalga boylarındaki bileşen ışımları yayınlayan, ateş toplarını ve şokları yaratan, bunları uzaya fırlatan, merkezdeki üreteç makinanın doğasını anlama ve modelleme, GIP olayının anlaşılması en zor konusu olarak kabul edilmektedir. Diğer dalga boylarındaki bileşenlerden elde edilen ek bilgilere rağmen, halen GIP'ların merkezi üretici konusunda genel kabul görmüş bir model bulunmamaktadır. Bunun en önemli nedeni, GIP'ların gözlenen pek çok özelliğinin merkezdeki üreticinin çok daha uzağındaki bölgelerden gelen ışımlardan çıkarılmak zorunda

olunmasıdır. Bu nedenle, büyük bir belirsizlik söz konusudur ve literatürde 100'den fazla üretici modeli görmek şaşırtıcı değildir. Burada en popüler olan bazı olası modellerden bahsedeceğiz.

5.4 POPÜLER KOZMOLOJİK ÜRETEÇ MODELLERİ

Merkezdeki üretici ayrıntılı olarak tanımlayacak doğrudan gözlemler olmasa da, enerjinin miktarı ve spektral dağılımı, huzme ve jet olayları, ile ilgili gereksinim ve izler, 'ev-sahibi' gökadalarda ve buralardaki yıldız oluşum bölgeleri ile ilişkiler ve Tip Ic süpernovalarıyla gözlenen bağlantılar, olası modellere bir çerçeve sağlamaktadır. Bu modellerin en önemli ortak öngörüsü ise, 'merkezdeki makina' için, her zaman bir kara delik oluşumunun gerekli görülmesidir. Bunun nedeni olarak, yüksek enerji bütçesi için en ekonomik çözümlerin her zaman bir kara delik gerektirmesi olarak görülebilir.

5.4.1 YILDIZ-BOYUTLU, İKİ SIKI CİSMİN BİRLEŞMESİ

Beyaz cüce (BC), nötron yıldızı(NY) ve kara delik(KD) gibi, maddenin olağandışı yoğunluklara ulaştığı gök cisimlerine **sıkı cisimler** (*compact object*) denmektedir. İki sıkı cismin birbiri ile çarpışması ve/veya bir şekilde birleşmesi, karadelik oluşturmanın en görünür yolu olarak ortaya çıkmaktadır. Sıkı cisim çiftleri olarak NY-NY, NY-KD ya da NY-BC söz konusu edilebilir. Ancak NY çiftleri GIP üretimi için en olası kaynaklar olarak ön plana çıkmaktadır. Samanyolu'muz içinde, gözlenmiş böyle 3 sistem vardır ve huzmeleşme etkisi nedeni ile, en az 30 tane daha bu tür sistem olmalıdır. Birbiri çevresinde dönmekte olan NY-NY çiftlerinin, enerji kaybı nedeni ile birbirine yaklaşmaları ve yörünge periyotlarının giderek azalması beklenmektedir. Bu sistemler, yaklaşık 10^8 yıl içinde birleşeceklerdir. Bu da galaksi başına $10^6 - 10^7$ yıllık bir birleşme zamanı verir ki bu da gözlenen GIP olayları sayısı ile uyumludur. Önceleri NY-KD çiftlerinin NY-NY çiftlerinden daha fazla olabileceği ve bu yüzden GIP'ların böyle sistemlerin birleşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür [24]. Fakat galaksimizde böyle bir sistem bulunamamıştır. Birleşmeden sonra, 2 ila 4 Güneş Kütleli (M_{\odot}) kütleli bir KD ve onun çevresine de $0.1 - 0.2 M_{\odot}$ kütleli kalın bir yığılma diski (*accretion disk*) oluşur. KD, bu kütleli diskten 10-100 saniye içinde üzerine yığıştırabilir ve maddenin KD içine düşmesiyle ortaya çıkan kütleçekimsel (*gravitational*) enerji GIP sırasında gözlenen enerji seviyelerini karşılayabilir. Ancak, bazı olaylarda (mesela GRB 990123 gibi) toplam izotropik olarak yayılacak enerji, E_{iso} için 10^{55} erg'in birkaç katı olmasını gerektirebilir. Bu öngörülen birleşme modelleri için bir sorun oluşturabilir. Bunun çözümü, yöne bağımlı (anisotropic) yani huzmeli ışımadır. Huzmeleşme miktarı

$$\frac{\Delta\Omega}{4\pi} \sim 0.01$$

mertebesinde olarak varsayılırsa bu enerji, bir jet şeklinde olabilir ve $E_{jet} \sim 10^{53}$ 'e kadar düşürülebilir.

5.4.2 'BAŞARISIZ SÜPERNOVA'LAR, HİPERNOVALAR, ÇÖKÜCÜLER, MAGNETARLAR...

Diğer bir sınıf modelde, çok yüksek kütleli yıldızların evrimi ve sonuçta bir KD oluşumu söz konusudur. Bu modellerin farklı sürümleri (version), 'başarısız' süpernovalar (*failed supernovae*), supranovalar, hipernovalar (*hypernovae*) ve 'çökücüler' (*collapsars*), magnetarlar (*magnetars*) gibi 'yapılar' içerirler. **Hipernovalar**, çekirdeğinin çöküşünün çevresinde bir kalıntı yığılma diskine sahip bir KD yaratacak olan yüksek kütleli yıldızlardan oluşur [25]. Yığılma diski, hem GIP olayına, hem de olağan bir süpernovadan daha fazla enerji gerektiren bir süpernova kalıntısına neden olur. **Çökücüler**, sıkı bileşeni ile birleştiğinde bir çekirdek çöküşü yaşayarak bir KD oluşumu yaşayan yüksek kütleli yıldızlardır [25]. Bu çöküş sırasına bir GIP olayı ve süpernova-kalıntısı benzeri yapı oluşur. **Süper Magnetarlar** ise, GIP yaratabilecek kapasitede süper pulsarlardır [25]. Manyetik alanları çok yüksektir ($B \geq 10^{15}$ G) ve çok yüksek hızlarda dönen (başlangıçta \geq milisaniye periyodlu) nötron yıldızlarından oluşurlar. Bir **supranova** ise, başlangıçtaki çekirdek çökmesi ile bir NY oluşturan ve bir süpernova kalıntısı fırlatan yüksek kütleli bir yıldızla ilgilidir[25]. Bu ilk çökmeyi, bir kaç gün veya haftalar içinde ikinci bir çökme takip edecek ve bir KD oluşumu ve GIP olayı gerçekleşecektir. Başarısız süpernovalarda ise, uzaya atılacak kütle miktarının fazlalığı nedeni ile, yarattığı sıkı cismin üzerine düşen fazla madde, KD oluşumunu ve GIP olayını tetikler.

Bütün bu modellerde, güçlü manyetik alanlar ve nötrino-antinötrino yokoluşlarından oluşan e^+e^-/γ 'lar, jet-benzeri relativistik bir dışa akışı yaratır; bu akış ise, GIP ve ardıl ışınları yaratacak olan ateş topu şokunu sürecektir. Bu modeller, doğal olarak süpernovalar ve yıldız oluşum bölgeleri ile

ilişkilidir. Diğer yandan böyle üreteçler baryonik madde ile dolu bir bölgede bulunurlar. Peki öyleyse nasıl olup ta rölativistik bir ateş topu, enerjisini protonlara aktarmadan gelişebilir? 'Proton zehirlenmesi' (*proton poisoning*) olarak ta bilinen 'baryon kirlenmesi' olayı ciddi bir problemdir. Problemin çözümü için çeşitli mekanizmalar ileri sürülmektedir.

Bir örnek çözüm modelinde bu problemin iki adımlı bir mekanizma ile çözümü verilmektedir [27]. Bu modelde, süpernovalar ile ilişkili GIP'lar için iki adımlı bir model öne sürülüyor. İlk adımda, kütlesi $\geq 19M_{\odot}$ olan bir yıldızın çökmesi yüksek kütleli bir nötron yıldızına ve normal bir süpernovaya yol açar; fakat nötron yıldızı üzerine yığılmanın devam etmesi nötrino yokolması (*annihilation*) ile ortaya çıkan ve yıldızın dönme ekseninde yönelmiş bir jetin ortaya çıkmasına sebep olur. Ancak çevrede çok fazla madde olduğundan, bu jet kısa sürede, görelî-olmayan bir evreye geçer ve büyük bir kabarcığa benzer bir hal alır. İkinci adımda ise, nötron yıldızı hızla dönen bir kara deliğe dönüşür öyle ki KD etrafında bir kütle halkası (yığılma diski) oluşur. Bu olaylar sırasında, yığılan maddeden sürekli açışal momentum transferi, KD dönme frekansını arttırır. Halkanın kütle çekimsel bağlanma enerjisi manyetik rölativistik rüzgarlar sebebiyle bozulabilir, ki bu da süpernovadan atılan madde tarafından soğurulur ve enerjik bir hipernova üretilmiş olur. KD'in dönme enerjisi Blandford – Znajek mekanizması denilen süreçle açığa çıkarılabilir ve bu da yeni bir jete sebep olur. Bu jet, görece daha az baryon içereceğinden ultra-rölativistik faza geçebilir. Bu yüzden, ikinci jet uzun süreli GIP'ları ve diğer dalga boylarındaki bileşenlerini yaratabilir. Bunun bir nedeni, manyetik alan şiddeti 10^{16} G civarında ise, ikinci adımda açığa çıkan enerji için, zaman ölçeğinin yaklaşık $E_{rot}/P_{BZ} \sim 10^2$ s olmasıdır. Bu ise GIP süreleri ile uyumludur. Ayrıca bu modeldeki ikinci jetin Lorentz faktörü 100'den fazla olabileceğinden, bu jetten yayınlanan fotonlar yüksek enerjilere kayabilir. Son zamanlarda bazı yazarlar, yeni doğmuş bir nötron yıldızının bir eksen etrafında ufak bir konide biriken maddenin, bir sonraki jete çok fazla baryon bulaşmaması için uzaklara atılacağı (blown off) fikrini öne sürdüler. Bu model böyle boş konilerin nasıl yaratıldığını açıklayabilir : hiper-kritik yığılma diskinde oluşan nötrinolar elektron/pozitron çiftine dönüşürler ve gama ışınını yaratırlar. Bu ise, baryonları uzaklaştıracak ve ikinci jet için bir çıkış alanı yaratacak ilk jeti oluşturur. Böylece model baryon problemini halletmiş olur.

5.5 OLASI KOZMOLOJİK ÜRETEÇ MODELLERİ

5.5.1 HIZLI DÖNEN VE YÜKSEK MANYETİK ALANLI KOMPACT CİSİMLER

Tipik bir GIP için gerekli enerji $\sim 10^{53}$ ergs kadardır ki bu da en yüksek Kepler hızında dönen bir nötron yıldızının dönme enerjisine yakındır. Burada sorun, bu enerjinin 10-100 saniye arasında bir zaman ölçeğinde nasıl açığa çıkarılacağıdır. Bu da ancak yıldızın süper-güçlü bir manyetik alanı (10^{15} G) varsa elde edilebilir. Hızlı dönmenin de katıldığı süreçlerde ortaya çıkabilen yüksek bir potansiyel düşmesi ($\sim 10^{20}$ Volt) kolayca rölativistik bir atarca rüzgarı yaratabilir ve takip eden ışınım gözlenen GIP özelliklerini verebilir . 10^{13} - 10^{15} Gauss'luk manyetik alana sahip nötron yıldızları oldukları düşünülen Olağandışı X-ışın Atarcaları (AXP) ve Yumuşak Gama Yineleyicileri (SGR) gibi özel kaynakların yakın zamanlardaki keşfi bu modele destek verir. Ancak böyle modellerin gama ışınlarının iç şokta üretildiklerini söylemelerinden dolayı dezavantajları vardır, çünkü bu enerji çıkışının sürekli olmasını sağlayamaz ve bazı baryonlar ($10^{-5}M_{\odot}$) hala oralarda olabilirler. Aslında bu gereklilikler GIP'lardaki zaman değişikliklerini açıklamakta da önemlidir. Böyle süper güçlü manyetik alanların nötron yıldızı oluşurken oluştuğu düşünülür. Olası manyetik alan üretimi yıldızın farklı bölgelerinin diferansiyel dönmelerinden kaynaklanır. Bu durumda, diferansiyel dönmeden dolayı, çok daha güçlü ($\sim 10^{17}$ G) manyetik alanlar da üretilebilir. İçeride üretilen toroidal alan kabuğu kırabilecek kadar güçlendiği zaman, açığa çıkan alan, kırılan plakalarla birlikte nötron yıldızının yüzeyinde yeniden birleşebilir ve manyetik enerjiyi kırılan plakalardaki baryonik maddeye aktarabilir. Bu işlem tüm dönme enerjisi manyetik enerjiye dönüşüncüye kadar sürer ve er geç bir **ateş topu** ortaya çıkar.

Model ortaya atıldıktan sonra, böyle bir olayın, hızlı dönen 'acayip' (strange) madde içeren yıldızlarda da olabileceği hemen görülmüştür. Bu özelliği fark eden yazarlar, aynı zamanda GRB 970508'in diğer ardıl ışımalarının yükselişinin, merkezdeki atarca tarafından oluşturulan atarca rüzgarları ile sağladığı sürekli enerji desteğinden kaynaklandığını düşünmektedirler[22].

5.5.2 SIKI CİSİMLERDE FAZ DEĞİŞİMİ : 'ACAYİP' YILDIZLAR

Nötron yıldızlarının merkezinde pion yoğunlaşması da GIP'ları üretebilecek olası mekanizmalardan biri olarak ileri sürülmüştür. Ancak baryon sayısı ve yük korunumu gereği böyle bir işlemin ani bir işlem olamayacağı gösterilmiştir. Diğer yandan düşük kütleli bir x-ışın çiftindeki bir nötron yıldızı, üzerine $\geq 1/2 M_0$ mertebesinde madde yığıldığında, kendisi 'acayip' madde yıldızına doğru bir faz değişimine gidebilir ve bu sırada GIP için yetecek miktarda enerji açığa çıkarabilir. Faz değişimi sırasında, her bir baryon için 20 – 30 MeV açığa çıkacağı hesaplanmaktadır. Bu yolla açığa çıkacak toplam enerji $4 - 6 \times 10^{52}$ ergs kadar olabilir. Ana bölümü yüksek acayıplıkte (strangeness) bir kuark çekirdeğidir. Yaklaşık $10^{-6} - 10^{-5} M_0$ kütlelerinde ince bir kabuğu olabilir ve bütün baryonlar burada toplanmıştır. Ortaya çıkan acayip yıldız'ın kalınlığı 150 m civarında olan $\sim 2 \times 10^{-5} M_0$ kütleli bir kabuğu vardır; fakat iç ısı çok yüksek olduğundan ($\sim 10^{11}$ K), bu kabuktaki çekirdekler onu oluşturan nükleonlara dönüşebilir. 'Acayip yıldız'ı bir Fermi gazına benzetirsek, yıldızın toplam ısısal enerjisi

$$E_{\text{termal}} \sim 5 \times 10^{51} (\rho/\rho_0)^{2/3} R_6^3 T_{11}^2 \text{ erg}$$

ile verilir. Burada ρ ortalama kütle yoğunluğu, R_6 , 10^6 m cinsinden yıldızın yarıçapı, ve T_{11} de 10^{11} K cinsinden yıldızın sıcaklığıdır. Tipik değerler olarak, $\rho = 8 \rho_0$, $R_6 = 1$ ve $T_{11} = 1,5$ verirsek $E_{\text{termal}} \sim 5 \times 10^{52}$ erg olarak elde ederiz. Bu cisim, nötrino ve antinötrino salarak soğuyacaktır. Antinötrino-nötrino çifti yok olması işlemi

$$\bar{\nu} \nu \rightarrow e^+ e^-$$

acayip yıldızın yüzeyine yakın yerlerde oluşur. Bu işlem sonucu (T_0 başlangıç ısı olmak üzere), elde edilen toplam enerji $E_1 \sim 2 \times 10^{48} (T_0/10^{11} \text{K})^4 \sim 10^{49}$ erg'dir. Bu ışıma için gereken zaman ölçeği 1s'dir. Diğer yandan,

$$n + \nu_e \rightarrow p + e^- \text{ ve } p + \bar{\nu}_e \rightarrow n + e^+$$

işlemleri de enerji üretiminde önemli rol oynarlar. Bu işlemler için toplam nötrino optik derinliği $\tau \approx 4.5 \times 10^{-2} \rho_{11}^{4/3} T_{11}^2$ mertebesinde (burada ρ_{11} 10^{11} gcm⁻³ cinsinden kabuğun yoğunluğudur ve nötrino-drip yoğunluğu için $\rho_{11} \sim 4.3$ değeri kullanılmıştır.). Bu şekilde elde edilen enerji, yaklaşık $E_2 \sim E_{\text{termal}}(1 - e^{-\tau}) \sim 2 \times 10^{52}$ erg'dir. Burada $\gamma\gamma \leftrightarrow e^+e^-$ süreci sonucunda, bir ateş topunun yaratılması kaçınılmaz görülmektedir. Ancak ateş topu acayip yıldızın ince kabuğundaki baryonlarla etkileşecektir. Eğer,

$$\eta = \frac{E_0}{M_0 c^2}$$

olarak tanımlarsak, (burada $E_0 = E_1 + E_2$ üretilen başlangıç enerjisi (e^+e^-, γ) ve M_0 ateş topuna yüklenmiş baryonların durgun kütlesi olmak üzere), baryonların miktarı ince kabuğun kütlelerinden fazla olmayacağından, $\eta \geq 5 \times 10^3$ mertebesinde (burada $\Gamma \sim \eta$ rölativistik faktörü ile) çevredeki yıldızlararası madde ile etkileşecek ve sonunda kinetik enerji şoklardaki ısısal olmayan işlemlerle yayınlanacaktır. Bir diğer olası faz değişimi olasılığı ise, üzerine madde yığılan bir acayip yıldızın bir çıplak tekillğe yani kara delik haline dönüşmesidir.

Ancak, bilindiği gibi, bir 'acayip' madde yıldızı, baryon yerine doğrudan kuarklar içeren bir yıldızdır ve var olup olmadığı fiziksel / astrofiziksel bir tartışma konusudur. Bu nedenle, bu yıldızlara dayalı kuramların henüz ihtiyatla karşılanması gereği vardır.

5.6 BİR GIP MODELİNİN ÇÖZMESİ GEREKEN SORUNLAR

5.6.1 GEREKEN ENERJİ

Merkezdeki üreteç 10^{53} ergs'den 10^{54} ergs'ye kadar enerji açığa çıkarabilmelidir. huzmeleşme faktörü gereken enerjii 10 – 100 kat aşağıya çekebilir ancak parçacık kinetik enerjisinden ışıma enerjisine dönüşümdeki kayıplar, gereken enerjii tekrar 10 kat kadar arttıracaktır. Aslında pek çok model bu kadar enerjii açığa çıkaramamaktadır.

5.6.2 BARYON KİRLENMESİ

Halen var olan üreteç modelleri için bir diğer problem ise çevredeki baryon miktarıdır. GIP'ların kısa zaman ölçekleri ateş topunun rölativistik olmasını gerektirmektedir. Bu ise ateş topundaki baryonik kütleinin $10^{-5}(E/2 \times 10^{51} \text{ ergs})M_0$ mertebesinde olması demektir. Başarısız süpernova, çökerler (collapsars) ve bağlı hipernovalar, yeni oluşan, hızlı dönen ve yüksek manyetik alanlı nötron yıldızları modelleri hep bu noktada sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Baryonlardan bağımsız modeller ise, (örneğin geri yığılma ile yığılma ile nötron yıldızının acayip madde yıldızına dönüşmesi) GIP-süpernova ilişkisini açıklamakta zorlanmaktadırlar. Süpernovadaki baryon katılımını düşürebilen bir mekanizma olmadığı sürece büyük bir çıkmaz söz konusudur. Bunun çözümü için öne sürülen çeşitli modeller vardır.

5.6.3 YILLIK GIP OLUŞUM SAYISI

Günde 1 olay civarındaki GIP oluş oranları, $N \geq 10^{-6}$ GIP/yıl-gökada (10^6 gökada başına yılda 1 olay) mertebesinde bir oluş hızının gerçekleşmesi gereğini göstermektedir. Huzmeleşme'nin varlığı kanıtlanırsa, bu rakam daha da büyüyecektir.

5.6.4 ÇEŞİTLİ ZAMAN ÖLÇEKLERİ

GIP'ların ışık eğrilerinin alt yapıları, zaman değişiminde $\delta t_1 \leq 10^{-3}$ s (en küçük yapı) ve $\delta t_2 \geq 10^3$ s (GIP süresi) arasında değişimlerin gerçekleşebilmesi gereğine işaret etmektedir. Bunlardan sonuncusu, ışımanın çok ufak ($c\delta t_1 = 3 \times 10^8$ km) hacimlerden yayınlandığına ve ilki ise ($c\delta t_1 = 300$ km) merkezdeki üretecin yaklaşık olarak güneş kütlelerinde bir sıkı cisim olduğuna işaret ediyor. Fakat ortaya çıkan enerjinin kütle-çekimsel zaman ölçeğinde olamayacağını gösteriyor. Gerçekte GIP'ların ışık eğrileri çok çeşitlidir. Bu ise, enerji salmanın basit bir işlem olmadığını göstermektedir.

5.7 GAMA-IŞIN PATLAMALARI İÇİN ÇÖKER (COLLAPSAR) MODELİ

Uzun yıllar GIP modellerinin, GIP'lardan beklenen 10^{54} - 10^{52} erg'lik enerjileri üretmek gibi bir sorunları vardı. GIP'lar hala modern evrendeki en parlak patlamalar olsalarda kinetik ve nötrino enerjilerindeki bugünlerde yapılan tahminler GIP'ların enerjilerinin bir süpernova ile karşılaştırılabilir olduğu yönündedir. Çöker modelindeki enerji ihtiyaçları daha az sorunlu olsa da modelleri zorlayacak pek çok yeni ayrıntı söz konusudur. Literatürde bu sorunlar arasında şunlar belirtilmektedir:

- a- GIP'ların yüksek kütleli yıldızlar ve yıldız oluşumları ile ilişkisi
- a- GIP'ların düşük metal bolluklu (yüksek kırmızıya kaymalı) olanlarının sayılarının artması
- b- Dışa akışın ~ 0.1 radyan kalınlığında dar bir jete sıkıştırılması
- c- Her asimetric Tip I süpernovasının bir GIP barındırması
- d- Bu olayların oluş hızının, nNormal süpernovaların %1'i gibi bir oranda olması
- e- Bir W-R yıldızının hayatının sonundaki rüzgarlara benzer şekilde kaynak etrafında madde dağılımı
- f- Yığılma diski tarafından büyük miktarda ^{56}Ni üretimi
- g- GIP'tan uzun zaman sonrada yüksek enerjili akımın devam etmesi
- h- Farklılaşma olayının farklı kutup açılarından kaynaklanması
- i- Isısal yapısı merkezdeki üretece fazla duyarlı olmayan bunun yerine jet ile etraftaki yıldız maddesinin etkileşimi ile belirlenen bir jet

Bütün bu öngörüler sadece collapsar modeline has değildir. Yüksek kütleli bir helyum yıldızının ortasında rölativistik bir patlama yaratan her model benzer sonuçları verir. Sonuçta olayın süresi ^{56}Ni üretimi ve diğer spesifik özellikler direkt olarak gözlenemeyen üreteç hakkında bilgi sağlar.

5.7.1 TEMEL ÇÖKERLER

Genel olarak bir çöker yıldız patlaması (collapsar), dönen, yüksek kütleli, hidrojen zarfından yoksun, merkez bölgeleri bir yığılma diski tarafından çevrelenmiş bir karadeliğe çökmüş bir yıldızdır. Bu sırada, en az $1M_{\odot}$ mertebesinde madde, merkezi yapı çevresinde bir disk boyunca yığılır. Bu yığılma, dönme yapısı ve muhtemelen manyetik yapı, daha sonra yıldız maddesi tarafından daraltılacak dışa doğru bir akım yaratır. Bu akımlar yıldız yüzeyinden çıktıktan sonra yüksek Lorentz faktörleri kazanırlar ve birkaç yıldız yarıçapı geçtikten sonra şok olayları, GIP ve ardıl ışınmaları üretirler.

5.7.2 STANDART ÇÖKERLİ PATLAMA OLAYI

Yaklaşık $15-40 M_{\odot}$ 'lik bir helyum çekirdeğinden hızlıca karadelik oluşan bir yıldızdır. Demir çekirdek ilk çökerken dışa doğru giden mükemmel bir şok oluşamaz. Önce yüksek kütleli sıcak proto-nötron star oluşur ve nötrino yayınlar fakat nötrino akısı yığılmayı durduracak güçte değildir yaklaşık $1,9 M_{\odot}$ 'lik demir çekirdekleri için yumuşak bir hal denklemi ile karadeliğe çöküş artık kesindir. Diğer pekçok hal denklemi içinde eğer demir çekirdek bir $0,5 M_{\odot}$ daha çökerse ya da bir şok üretmezse kesindir. Böyle bir oluşum yüksek kütleli helyum çekirdeklerinde yüksek yığılmada dolayı çok akla uygun gelir. Böyle yüksek kütleli helyum çekirdekleri daha çok düşük kütleli sistemlerde düşünülür çünkü düşük metal bolluğu kütle kaybını durdurur.

Hemen bir karadelik oluşturmak için gereken en az kütle miktarı henüz tam belirlenememiştir ancak 2 boyutlu modeller yaklaşık $10M_{\odot}$ 'lik helyum yıldızını öngörür. En azından bir alt limit SN1987A'dır. $6M_{\odot}$ 'lik helyum çekirdeği hemen bir karadelik oluşturamamıştır çünkü 10 saniye boyunca nötrino sinyali alınmıştır.

Bundan biraz daha farklı durum Tip II collapsar'dır böyle durumlarda karadelik bir süre sonra oluşur bu süre genelde 1 dakika ile 1 saat arasında değişir ve dışarı doğru hareket edip hızı yetmediği için geri düşen maddenin geri düşüşüne bağlıdır. Böyle bir olay için zaman ölçeği ilk şok ile GIP olayı arasındaki zaman aralığıdır. Böyle bir durum yine yüksek kütleli helyum çekirdeklerinde oluşabilir ve 1987A'da böyle bir oluşmuş olabilir. $25 M_{\odot}$ 'dan yüksek kütleli metalce fakir yıldızlar için anakolun üstünde bağlanma enerjisi hızla artar. Gecikmeli karadelik oluşumu tip I collapsarları için gerekenden daha az kütleli yıldızlarda oluşabilir.

Tip II collapsarları Tip I'lerden daha sık olabilir ayrıca GIP'ları yaratacak güçte jetleri yaratabilme olasılıkları daha yüksek. Ancak zaman ölçekleri uzun, yumuşak patlamalar için çok uzun olabilir.

Üçüncü bir tür collapsar ise çok fazla metal-fakir yıldızlarda görünür ($>300M_{\odot}$) böyle yıldızlar erken evrende oluşmuş olabilirler. $137M_{\odot}$ (anakolda iken $280M_{\odot}$) 'den yüksek kütleli helyum çekirdekli dönmeyen yıldızlar için karadelik oluşumunun çift kararsızlığı başladıktan hemen sonra görüldüğü bilinir.

Böyle yıldızların büyük patlamadan hemen sonraki ilk nesilde $\sim 5-20$ kırmızıya kaymalarda oluştuğu düşünülür. Dönen yıldızlar için ise karadelik oluşumu için kütle limiti artar. Burada oluşan karadelik yaklaşık $100M_{\odot}$ kütlelerinde olur ve yığılma oranında çok fazladır $\sim 10M_{\odot}s^{-1}$ ve tabii açığa çıkan enerjide çok fazla olacaktır böyle bir yığılma için zaman ölçeği 20s civarındadır ve GIP'larda pek de farklı değildir.

6.Bölüm : GIP ARDIL IŞIMA GÖZLEMLERİ

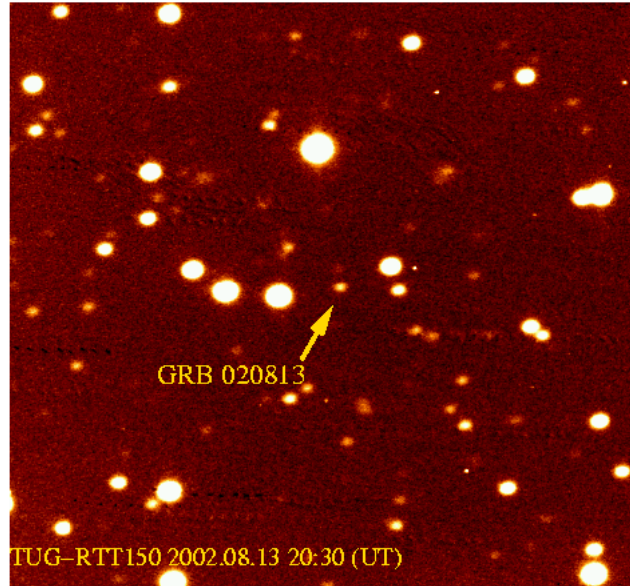
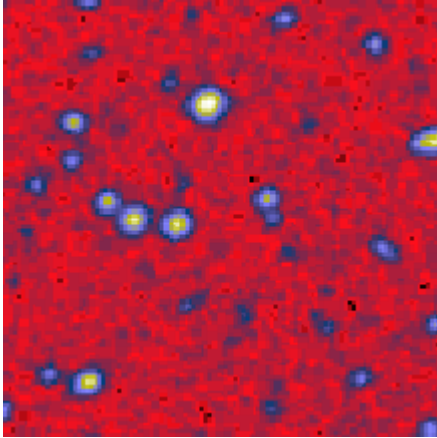
GIP'ların ardıl ışımalarının olayların anlaşılmasında çok önemli yeri olacağı baştan beri bekleniyordu. Bu yoldaki ilk adımlar için 1997 yılını beklemek gerekti. Ancak, bundan sonra, gelişmeler hızlandı ve 30 kadar olayın optik ardıl ışması gözlemlendi. Bunlardan önemli bir kısmının x ve radyo ardılları da gözlenmiştir.

6.1 GIPLAR İÇİN 'GLOBAL COORDINATED NETWORK' GCN

Uydulardan elde edilen GIP bilgisinin (zaman, koordinatlar...) hızla mevcut gözlemlerine dağıtılması, ardıl ışma gözlemlerinin şansını arttırmaktadır. Bu amaçla, 1998'den başlayarak, GRB Global Coordinated Network (GCN) kurulmuştur. İnternet'e dayalı olarak çalışana GCN sunucu oluşan işbirliği iş, ayda 3-5 mertebesinde olayın optik ve diğer ardıl ışmalarını gözleme olanağı doğurmaktadır.

7.2 TUG'DA YAPILAN GRB020813 GIP ARDILI GÖZLENMESİ

GIP olayları için ardıl ışmalar yakalama çalışmalarına TUG da katılmış ve GRB020813 olayı için 13.8.2002 gecesi 150cm'lik T150 teleskopu ile yapılan gözlemlerde, olaydan 18 saat sonra $R=20.0$ olan bir bileşke yakalanmıştır [24: Kızıloğlu ve ark., 2002; GCN GRB Observation Report 1488, 14.8.2002]. Bu olayla ilgili bulgular ayrıca 13. Ulusal Astronomi Toplantısında sunulmuştur. (Şekil 16).



Şekil 16: TUG tarafından gözlenen GIP olayı GRB020813 için 13.8.2002 gecesi yapılan gözlemlerde kaydedilen optik ardılın, $R=20.0$ parlaklıkta olduğu hesaplanmıştır.

7.Bölüm : ROTSE-III YAZILIM SİSTEMİ VE VERİLER

ROTSE'nin öngörülen çalışmalarını gerçekleştirmek için, hem meteorolojik bilgileri, hem uydulardan gelen alarm bilgilerini ve sistemin genel durumunu değerlendirecek bir yazılımsistemi Los Alamos çalışmaları temel alınarak hazırlanmış olup sistemin integral bir parçası olacaktır. Bu yazılım hakkında kısa bir özeti verilecektir.

ROTSE III Veri Elde Etme Sistemi (VEES) Linux Redhat 6.2 üzerinde çalışır. Ortak bir belleği paylaşan programcıklardan oluşur. Merkezi programcık **rotsed** farklı programcıklar arası iletişimi sağlar. Bu programcıklara **Plancılar (Şeytanlar - Demons)** adı verilmiştir. Her bir şeytan farklı bir donanımı kontrol eder.

Kontrol sisteminin iki modu vardır; otomatik ve elle kontrol. Varsayılan mod otomatiktir bu modda bütün komutlar **astrod** isimli işlemler plancısı şeytan tarafından verilir. Elle kumandalı modda ise komutlar Rotse Kullanıcı Kabuğu (ROTSE User Shell, **rush**) aracılığı ile **userd** şeytanı ile verilir. **rush** telnet uyumlu en kısıtlı internet olanaklarına bile uyum sağlayabilecek hafif bir kabuktur. Buna ek olarak **rmonitor** programı da gerçek zamanlı durumu görmek için kullanılan iyi bir programdır.

7.1 ROTSE GÖZLEM PLANCISI : ASTROD

Astronomik plancı şeytan (astronomical planning devil) denilen (astrod) rutini sistemi açmayı, gözlemleri ve sistemi kapamayı planlar. Gerçek zamanlı olarak bir sonra hangi gözlemin yapılmasının daha iyi olacağına karar veren bir programdır. alertd isimli şeytan tarafından gönderilen GIP alarmları, otomatik olarak sıranın başına geçerler. Buna ek olarak GIP alarmları hafızada tutulur ve hedef koordinatların daha sonraki gözlemleri (olayı izleme gözlemleri) logaritmik olarak artan zaman aralıkları ile planlanır ve gözlemler yapılır.

Sıraya konacak önemli dört tip önemli gözlem türü vardır.

1. **Gökyüzü taramaları** : Bütün gökyüzü, aralıkları teleskopun görüş alanına göre değişecek şekilde oluşan bir şablon ile bölgelere ayrılır ve sürekli olarak bu bölgeler gözlenir. Böyle düzenli olarak alınan gökyüzü görüntüleri "**gökyüzü taramasını**" oluşturur.
2. **Hedefli Gözlemler** : Belirli alanlar konfigürasyon dosyasında hedef olarak belirtilebilir. Bu gözlemler gökyüzü taramalarından biraz daha önemlidir.
3. **Geç Patlama Takip Gözlemleri** : Bir patlama alarmından sonra koordinatlar dosyalara yazılır. Daha sonra zaman aralığı her sefer artacak şekilde o bölgenin görüntüleri alınır.
4. **Hızlı Patlama Gözlemleri** : Bir patlama alarmı alınır alınmaz, eğer hava iyi, güneş batmış ve patlama ufkun üzerinde ise planlayıcı hemen bir patlama gözlemi planlar ve gözlemi yapar.

Planlama için parametreler **astrod.conf** dosyasında bulunur. Her bir gözlem türünün bir alanı ya da alanlar kümesi vardır ve bunlar ilgili gözlemin konfigürasyonunu belirler. Bunlar alanın yüksekliği, ayın durumu, Güneş'in yüksekliği ve teleskopun ısı gibi veto durumlarını da içerir. Ek olarak eğer bir alan birden çok kez gözlenecek ise, bir sıra ya da gözlem temposu da belirlenebilir.

Her bir gözlem türünün kendine has görüntüleme özellikleri de bu konfigürasyon dosyalarında bulunur. Gökyüzü taramaları için bu tipik olarak iki ardışık 60 sn'lik poz süresidir. Hızlı patlama için ise bu genel olarak 10 kısa poz süresi, 10 orta poz süresi ve 50 uzun poz süresi şeklindedir. Yeni gözlem programları kullanıcı tarafından tanımlanabilir.

Gözlem sırası gerçek zamanlı olarak belirlenir. Bir önceki gözlem bittikten sonra planlayıcı sıradaki gözlemleri tarar. İlk olarak her alan hızlı vetolar için taranır. Eğer bir alan bu vetoları geçerse planlayıcı o anki hava kütleleri, bunun özel bir kaynak olup olmadığı, bunun bir gözlem programının devamı olup olmadığı gibi özelliklere bakarak puanlar verir. Bütün bu kriterlere verilen görelî ağırlıklar değiştirilebilir. Planlayıcı daha sonra teleskopu en yüksek puanı alan alana yönlendirir ve gözlem programı başlatılır. Bütün bunları yapmak için geçen ortalama süre ~0.2 saniyedir. Hızlı patlama alarmları çok daha hızlı işlem zamanları sağlayacak şekilde doğrudan sıranın başına geçerler. Eğer hiçbir gözlem veto engellerini aşamazsa teleskop zenite yönlendirilir ve bekleme durumuna geçer.

astrod rutini **SIG_ROTSE** sinyalini (bu sinyal bütün şeytanlara durmalarını ve yeni bir komutu beklemelerini söyler) **alertd**'den aldıktan sonra var olan plan kesilir ve alarm bilgileri paylaşılan bellekten kopyalanır. Patlama koordinatları takip gözlemleri için kaydedilir ve bir patlama alarmı programı sıranın başına geçer. Eğer koordinatlar ufkun üzerinde ve sistem iyi bir havada çalışıyorsa, teleskop hemen patlamanın olduğu bölgeye yönlendirilir ve sistem daha önceden planlanmış gözlem programına uyararak görüntüler almaya başlar. Eğer bu durumlardan hiçbiri karşılanmıyorsa, patlama koordinatları gözlenebilir hale gelene kadar sıranın en başında kalır. Eğer patlama gözlenemiyorsa planlayıcı normal gözlemlere devam eder.

Normal bir durumda gökyüzü taraması ve belirli hedefler verilmişken teleskop şöyle çalışır: Teleskop ilk olarak maksimum yükseklikteki gökyüzü alanlarından gökyüzü taramasına başlar. Özel hedef gözlenebilir olmaya başladıkça görüntülenir ve teleskop görüntüyü aldıktan sonra normal taramasına devam eder. Eğer bir alanın belirli bir tempo ile gözlemi gerekiyorsa teleskop olabildiğince bu tempoyu sürdürmeye çalışacaktır.

astrod planlayıcısı ayrıca **clamd**'ye (teleskopun kapağını kontrol eden şeytan) güneşin batışında açılmasını, doğusunda kapanmasını söylemekle de yükümlüdür. Konfigürasyon dosyası her gecenin sonunda kapak kapandıktan sonra tekrar okunur.

Sistem elle kumanda modunda iken, **astrod** çalışmaz ve sistem yenide otomatiğe geçene kadar bekler.

7.2 GERÇEK ZAMANLI VERİ ANALİZİ

Teleskopun bir kez ayarları, odaklanması, planlaması yapıldıktan sonra; normal olarak çalışmaya hazır hale gelir. ROTSE-III otomatik, robotik bir teleskop olması için dizayn edilmiştir; pek çok geceler yüzlerce görüntüyü insan müdahalesi olmaksızın alabilecektir. Görüntüler kaydedildikten sonra iki program ile düzeltmeler yapılır. Bunlara, **pacman programları** denilmiştir çünkü; aynı adlı bilgisayar oyunu kahramanı gibi görüntüyü "yerler"!

İşlem, **camserved**'nin diske yeni bir görüntü kaydetmesi ve bu görüntüye belirlenen link dizininde bir link ataması ile başlar. Bir perl scripti olan **sexpacman.pl** bu dizini yeni linkler için sürekli takip eder ve yeni bir link bulunduğu zaman görüntüyü eldeki kara ve düz alan görüntüleri ile ayarlar ve Sextractor programının bölgedeki kaynakların listesini çıkarması için sonucu bu programa gönderir. Bu liste dosyalarına **sobj** dosyaları denir. Bu dosya **idlpacman.pl** adlı bir IDL işlemi ile görüntülenir. Listedeki ilk dosya **idlpacman** tarafından okunur ve USNO A2.0 kataloğuna göre ayarlanır ve böylece R bandında parlaklıklar ve koordinatlar belirlenir.

Manualin WEB adresi www.rotse.net olarak verilmektedir. İlgilenenler buradan daha ayrıntılı kullanım bilgilerine ulaşabilirler....

8.Bölüm : ROTSE ZAMAN KULLANIMI İLKELERİ

Bu projenin en önemli avantajlarından biri, ROTSE'nin %30'luk toplam gözlem zamanının tarafımızdan kullanımıdır. Buradaki en önemli dezavantaj, her zaman önceliği olan GIP olayı optik-ardıl gözleminin ne zaman ortaya çıkacağı ve dolayısı ile ne zaman bir alarm ile sistemin mevcut gözlemi terkederek verilen koordinatlara yönelebileceğinin belli olmamasıdır. Ayrıca, yine öncelikli olarak, her gece varsa önceki patlamaların tekrarlayan gözlemleri ile rutin gökyüzü tarama gözlemleri yapılacaktır. Teleskop içerisinde yer alan filtre yuvasına filtre takılıp çıkarılması tavsiye edilmemektedir. Bunun temel nedeni bir alarm durumunda, (istasyonlar arasında tek-düzelik sağlamak amacı ile, kaynağın filtersiz gözlenmesinin istenilmesidir. Böyle bir anda filtre değiştirmek için yeterli zaman yoktur. Bu nedenle, değişen yıldız gözlemcileri doğrudan görünür-bölge CCD görüntüleri olarak çalışabileceklerdir. Diğer olayların gözleminde de benzer yöntemler uygulanacaktır.

Diğer ROTSE sistemleri kullanıcıları ile yapılabilecek ortak gözlem programları, olay ve hedef gök cisimlerini global olarak gözleme imkanı sağlayacağından, işbirliği şeklinde yürütülebilecek çalışmaların ayrı bir önemi vardır. Bu bağlamda diğer gruplardan gelen öneriler değerlendirilebileceği

gibi, bizler de ortak çalışma konuları geliştirip diğer gruplarla paylaşabileceğiz. Bu türden çalışmalar için gerekli hazırlıklara şimdiden başlamak gerekebilir.

9.Bölüm : SONUÇ VE ÖNERİLER

Görüldüğü gibi, ROTSE deneyi Türk astronomları için yeni ve uluslararası düzeyde, oldukça zengin olanaklar sunma potansiyeli taşımaktadır. İnanıyoruz ki Global-ROTSE işbirliğine katılmamız, hem TUG açısından, hem de ülkemiz açısından önemli yararlar/katkılar getirecektir.

KAYNAKLAR

- [1] <http://www.umich.edu/~rotse/>
- [2] Scientific American Presents; 10, nr 4, p. 42-49, 1999.
- [3] www.umich.edu/~rotse/bcl_ppr/page9.htm
- [4] www.umich.edu/~rotse/bcl_ppr/page10.htm
- [5] Astrophysics, abstract; <http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/9909219>
- [6] www.umich.edu/~rotse/kehoe_aas/optical_transients.html
- [7] www.umich.edu/~rotse/bcl_ppr/page11.htm
- [8] <http://mrfrench.lanl.gov/~rotse/grb990123>
- [9] IAU Circular, no 7100 (26 Jan 1999)
- [10] Astrophysics, abstract; <http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/9903271>
- [11] http://science.nasa.gov/newhome/headlines/ast27jan99_1.htm
- [12] www.umich.edu/~rotse/gifs/stonehouse.jpg
- [13] www.umich.edu/~rotse/leonid_breakup.htm
- [14] J.Zinn et al., Meteoritics and Planetary Science, 34, 1007-1015, (1999)
- [15] www.umich.edu/~rotse/variable.htm
- [16] Astrophysics, abstract; <http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/0001388>
- [17] www.umich.edu/~rotse/bcl_ppr/page3.htm
- [18] www.umich.edu/~rotse/rotse-iii/rotse-iii.htm
- [19] www.umich.edu/~rotse/membership
- [20] Briggs M. S., 1995, Ap&SS, 231, 3
- [21] Katz J., Canel L.M., 1996, ApJ, 471, 527
- [22] Cheng K. S., Lu T., Chin. J. Astrophys. Vol. 1, No. 1, 2001, 1-20
- [23] B.Paczynski, Astrophys. J. 494, L45, 1998
- [24] C.Fryer ve ark., Astrophys. J., 526, 152, 1999
- [25] V.V.Usov, MNRAS, 267, 1035, 1994
- [26] M.Vietri ve ark., MNRAS, 308, L29, 2000
- [27] Cheng K. S., Dai Z. G., 2000, AstroParticle Physics, baskıda astro-ph/9908248
- [28] Woosley S. E., Weiqun Zhang ve Heger A., 2002, astro-ph/0206004 v1

EKLER:

EK – 1 : ROTSE HAKKINDA EK BİLGİLER

EK – 2 : BAZI GAMA IŞIN TELESKOPLARININ TANITIMI

EK – 3 : ROTSE HAKKINDA EK LİTERATÜR

EK – 4 : ABD'DEKİ TOPLANTIYA SUNULAN ROTSE-T RAPORU

EK – 5 : GIP KURAMLARI HAKKINDA ÖZET EK BİLGİLER

EK – 1 : ROTSE HAKKINDA EK BİLGİLER

A) ROTSE - III BİLİMSEL PROGRAMI

ROTSE için öngörülen bilimsel program, GIP'lar yanında diğer bazı önemli başlıklar da içermektedir. Bunlar arasında:

1. Uydular tarafından bildirilen GIP'lerin optik ardıl ışımalarının araştırılması
2. Gama ışın bileşeni olmayan (öksüz: 'orphan') patlama olayları gibi hızlı optik geçici kaynakların araştırılması
3. Nova ve süpernovaların araştırılması
4. Gezegen örtülmelerinin izlenmesi
5. Mikro-mercekleme olaylarının takibi olanağı
6. Kuasar ve AGN gibi değişkenliklerin incelenmesi
7. Yer yakınındaki meteor benzeri cisimlerin izlenmesi
8. Kuyruklu yıldız, meteor gözlem ve keşifleri... sayılabilir.

B) ROTSE – III GÖZLEM PROTOKOLÜ

Herhangi bir GIP alarmı verildiğinde uygulanacak standart gözlem protokolü şu şekilde belirlenmiştir:

(a) Başlangıçta yakalanmış (hızlı 'prompt') bir GIP olayı için:

- 10 adet 5 saniyelik poz
 - 10 adet 20
 - 50 adet 60
- devamında 'gecikmiş GIP pozlanması ile aynı.

(b) Gecikmiş GIP'lerin pozlanması:

- 30 adet 60 saniye poz, (hedef görünür durumda ise)
- 30 adet 60 saniye poz, (patlamayı takip eden iki saatlik gecikme sonrasında)
- 30 adet 60 saniye poz, (takip eden gece)

(c) Patlama olmadığı zamanlarda gökyüzünün taranması:

- seçilen 100 alan için: 2 adet 60 saniyelik poz
- aynı alanlar için: 4 saat sonra yeniden izleme

C) DİĞER GEÇİCİ OLAYLAR

ROTSE Teleskopu ile gözlenebilecek diğer zaman değişimli olayların kaba bir envanteri, olayların anlaşılmasında ve sınıflandırılmasında yararlı olabilecektir. Bu amaçla Tablo 5 hazırlanmıştır.

Tablo 5: ROTSE ile gözlenebilecek bazı olayların karakteristik süreleri

	Karakteristik Olay Süresi
Atarca	Milisaniyeler
Meteor	Saniyeler
GIP	Saniyeler 50 olay/str-yıl
Yumuşak Gama Işın Tekrarlayıcı	Saniyeler
AGN (Etkin Gökada Çekirdekleri)	Saatler
Astreoid	Saatler
Kuyruklu Yıldızlar	Saatler
Ani Parlamalı (flare) Yıldızlar	Saatler
Geçici X-Işıyıcı	Saatler
Süpernova	Günler
Değişen Yıldız	Günler
Kütleçekimsel mikromercekleme	Günler
'kçmm' gecikmesi	Yıllar

D) GIP AMAÇLI UYDU PROGRAMLARI

ROTSE'nin bir GIP olayı için harekete geçmesi, GIP alarmı verecek uyduların varlığına bağlıdır. Bu nedenle önümüzdeki dönemde yörüngede bulunacak uyduların beklenen GIP kayıt sayıları önem kazanmaktadır. Bu nedenle hazırlanan Tablo 6'da bu uyduların atılış tarihleri ile birlikte verilmiştir. Bunlardan GRO ve BeppoSAX uyduları görevlerini tamamlamışlardır ve karşılaştırma amacı ile tabloya konmuşlardır.

Tablo 6: GIP amaçlı uydular

Uydu (deney)	Atılış	Olay/yıl
GRO-BATSE	Nisan 1991	~300
Beppo-SAX	Nisan 1996	~8
HETE-2	Kasım 2000	~12
AGILE	~2002	~12
SWIFT	2003-2005	~300
GLAST	2005	(?)

E) GIP GÖZLEMLERİ İÇİN MEVCUT ROBOTİK TELESKOPLAR

ROTSE'nin başarısı sonrasında benzeri bir dizi başka teleskop isitemleri kurulmuş ve benzeri şekilde (bir uydu alarmını takibern) gözlemler yapmaya başlamışlardır. Bunlar arasında en önemlileri Tablo 7'de verilmektedir. Bunların ROTSE ile karşılaştırılabilmesi için, teleskop çapları, harekete geçme süreleri ve konumları verilmiştir.

Adı	Açıklık (m)	Gecikme zamanı (s)	Yeri
ROTSE-I	0.11	4	Los Alamos, NM
LOTIS	0.11	4	Tracy, CA
TAROT	0.20	3	Nice, France
BOOTES-1	0.30	(?)	Mazagon, Spain
ROTSE-III	0.45	5	Coonabarabran, Australia; Mt. Gamsberg, Namibia; Bakırlıtepe, Türkiye; Fort Davis, Texas.
Soper-LOTIS	0.60	50	Kitt Peak, AZ
REM	0.60	~15	La Silla, Chile
Mt. Stromlo	1.20	60	Canberra, Australia
Liverpool	2.00	50	La Palma, Canary Islands
Mt. Saraswati	2.01	(?)	Hanle, India

F) ROTSE-III ROBOTİK GÖZLEM PERFORMANSI

ROTSE'nin tipik bir GIP olayı için harekete geçme süresinin özetlendiği Tablo A, aletin optimum performansı olarak kabul edilebilir. Diğer olaylarda gecikme her zaman bundan daha uzun olmuştur.

Tablo A: ROTSE III optimum performan kriterleri (HETE-2 Alarm No 1739, 12 Ekim 2001)

Olay	UTC	Zaman Gecikmesi (s)
GIP belirlenmesi	09:33:25.81	00.00
Patlama Alarmının Gönderilmesi	09:33:39.0	13.19
Patlama Koordinatlarının Gönderilmesi	09:34:52.00	86.19
Patlama Koordinatlarının Alınması	09:34:53.00	87.19
İlk Pozun Alınması	09:35:02.00	96.19
HETE Yer Analizi	12:12:38.00	9552.19

G) ROTSE'NİN YAPIMINDA AMAÇLANAN KRİTERLER

1. Yüksek Duyarlılık
 - Olabildiğince geniş alet açıklığı kullanmak
 - Okuma gürültüsünü en aza indirmek
 - Soğuk CCD cipleri kullanmak
2. Geniş Görüş Alanı
 - Kısa odak uzaklığı, düşük odak oranlı bir optik sistem kullanmak
 - Geniş CCD kullanmak
3. GIP Alarmına Hızlı Reaksiyon Vermek
 - Keep moment of inertia low
 - Hızlı Dönebilen Bir Kurgu
 - Hızlı CCD clock rates
4. High system availability
 - Tamamen robotik işlem
 - Sistem dizaynının korunması
 - İyi hava koşulları ve yerel destek arasında iyi uyuşma
5. Çok yönlü bilimsel program uygulayabilme
 - Büyük online disk erişimi
 - LANL'e terabayt data aktarımı için giriş
6. Düşük maliyet, hızlı genişleme
 - Heryerde bulunabilecek ticari elemanları kullanabilme
 - Çok fazla özelliği olan kurallardan kaçınma
 - Modüler bir yapıyı koruma

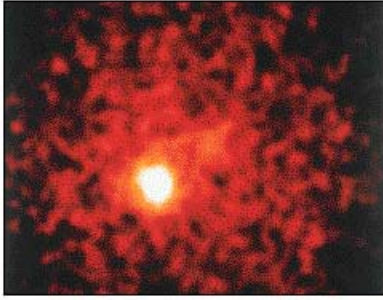
EK – 2 : BAZI GAMA IŞIN TELESKOPLARININ TANITIMI

Bu bölümde, GIP olayları açısından önemli bulgulara imza atmış ve/veya halen ve gelecekte GIP gözlemleri yapan/yapacak en önemli gama ışın teleskopları kısaca tanıtılacak ve ROTSE gözlemleri açısından değerlendirilecektir. Ele alınacak teleskoplar, kısa adları ile CGRO (geçmişte görev yapmış) ve HETE2 (halen görevde) ile SWIFT ve AIGLE (önümüzdeki dönemde görev yapacak) olacaklardır.

A) Compton Gama-Işın Uydusu (CGRO)



(a)



(b)

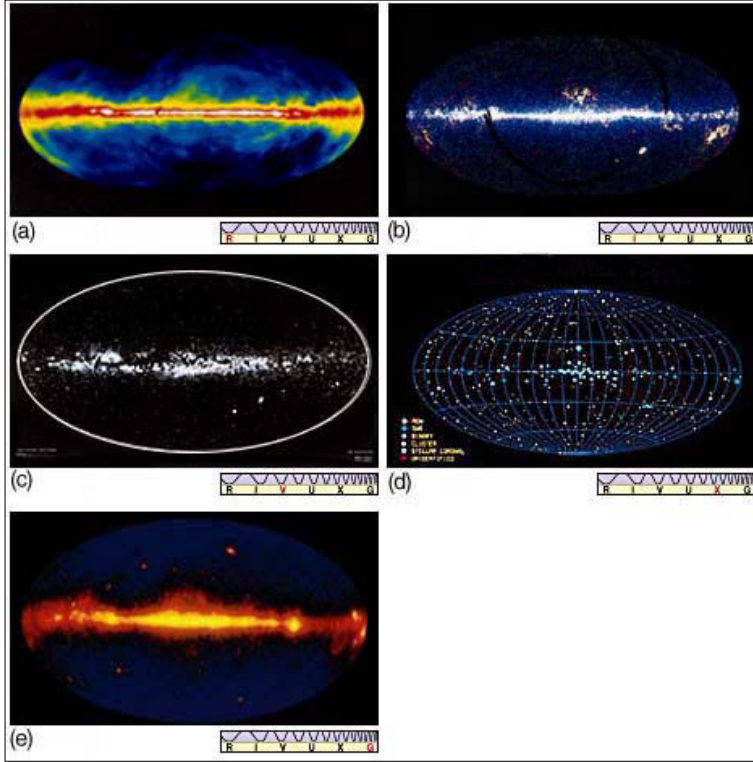
Compton gama-ışın uydusu yüksek enerjili fotonlarda evreni gözlemeye adanmış sofistike bir uydudur. Uydusu NASA Büyük Gözlemleri (**Great Observatories**) programının Hubble'dan sonraki ikinci üyesidir (Diğerleri Chandra X-ışınları Teleskopu ve SIRTf kızılötesi uydularındır) ve ağırlığı tam 17 tondur. Uydusu 5 Nisan 1991'de Atlantis uzay mekiği tarafından yörüngeye taşındı ve Dünya'dan 450 km yukarıda Atlantis'ten ayrıldıktan sonra görevine başladı. Adını yüksek enerji fiziğinin öncülerinden olan Arthur Holly Compton'dan alan Compton Uydusu dört teleskoptan oluşur. Bunlar :

- **Patlayan ve Değişen Kaynaklar Deneyi** (Burst And Transient Source Experiment, BATSE)
- **Yönlendirilmiş Sintilyasyon Spektrometre Deneyi** (Oriented Scintillation Spectrometre Experiment, OSSE)
- **Görüntüleme Amaçlı Compton Teleskopu** (the Imaging Compton Telescope, COMPTEL)
- **Yüksek Enerjili Gama-Işın Deneyi** (Energetic Gamma-Ray Experiment, EGRET) dir.

Şekil 1: CGRO (a) ve bir gama ışın kaynağı görüntüsü(b).

Bu dört deney daha önce uzaydaki bütün gama-ışın teleskoplarından çok daha büyük ve çok daha hassastır. Büyüklük, kaydedilecek gama-ışın sayısının dedektörün kütlesiyle doğrudan ilişkili olmasından dolayı gereklidir. Uzaydaki kaynaklardan gelen gama-ışın fotonları optik fotonlar kadar çok olmadığı sürece makul bir sürede yeterince gama-ışın fotonu yakalayabilmek için böyle büyük cihazlara gerek duyulacaktır. Compton bu cihazların kombinasyonu ile 20 bin elektron volt'dan (20 KeV) 30 milyar elektron volt (30 GeV) ve biraz daha üstündeki enerjiye sahip fotonları algılayabilir. CGRO'nun uzaydaki yörüngesi üzerinde iken Uzay Mekiği astronotlarınca alınmış bir görüntüsü Şekil 1a'da, CGRO EGRET verilerinden oluşturulmuş bir gama ışın kaynağı görüntüsü Şekil 1b'de verilmiştir.

CGRO'daki teleskoplar tarafından, kimi daha önce bilinen kimi de tamamen sürpriz olan pek çok gama ışın kaynağının gözlemi ve keşfi yapıldı. EGRET tarafından üretilen tüm gökyüzü haritası, kozmik ışınlar ile yıldızlararası gazın etkileşmelerinin galaksi diski boyunca ne kadar baskın olduğunu gösterdi. Bu harita, Şekil 2'de tüm gökyüzünü diğer dalgalı boyalarında gösteren benzeri haritalarla birlikte Şekil'de verilmiştir. Bu haritadaki bazı nokta kaynaklar atarcalardır. Halen gama-ışını yayan yedi atarca bilinir (Geminga, Yengeç, Vela, PSR B1055-52, PSR B1509-58, PSR B1951+32, PSR B1706-44) ve bunların beşi Compton fırlatıldıktan sonra keşfedilmiştir. Yengeç ve Geminga atarcaları gökada merkezinin ters yönü yakınlarında bulunmuştur, EGRET haritasının en sağ kısmında. EGRET tarafından yapılan en büyük keşif ise Blazarlar olarak bilinen kaynaklardır. Bunlar elektromanyetik enerjilerinin büyük kısmını spektrumun 30 MeV ile 30 GeV arasında yayınlayan kuazarlardır. Bu cisimler, bizden kozmolojik uzaklıklardadır ve bazen günler ölçeğinde değişim gösterirler.



Şekil 2: Tüm gökyüzünü radyo, kızılötesi, optik, x-ışınları ve gama ışınlarında verilmektedir. Samanyolunun yapısı tüm bölgelerde bir bant olarak ortaya çıkmaktadır.

Radyoaktif Alüminyum 26'nın ışığı ile COMPTEL tarafından yapılan dar bantlı bir gama-ışın tüm gökyüzü haritası da beklenmedik bir şekilde bu özel izotopun küçük bölgelerde yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu ortaya koymuştur. Yine COMPTEL'in olan bir galaktik anticenter resminde ise iki atarca, parlayan bir karadelik adayı ve bir gama-ışın blazarı gibi bazı ilginç cisimler görülebilir.

OSSE'nin gözlemleri taranarak hazırlanan bir başka haritada ise pozitron ve elektronların birbirlerini yok etmeleri ile ortaya çıkan çizgi emisyonu görülebilir. OSSE tarafından spektrumu alınan bir güneş parlamasında, hızlandırılmış parçacıkların güneş yüzeyindeki materyalle çarpışıklarına dair kanıtlar içerir.

BATSE'nin asıl görevlerinden biri de gizemli gama ışın patlamaları üzerine araştırmalar yapmaktır. BATSE'nin patlamaların pozisyonlarını gösteren tüm gökyüzü haritası bu patlamaların galaksi içindeki kaynaklar gibi dağılmadığını aksine bütün gökyüzünde izotropik olarak dağıldığını gösterir. Bu da patlamaların orijinin kozmolojik olduğunu gösterir. Patlamaların ışık eğrileri olayın ne kadar karmaşık olduğunu ortaya koyar çünkü hiçbir patlama bir diğerine benzemez.

Compton uydusu dokuz yıl süren bütün bu başarılı gözlemlerinin ardından Nisan 1999'da üçüncü jiroskopunun arızalanması ve Aralık 1999'da da tamamen devre dışı kalmasından sonra 4 Haziran 2000 tarihinde Hawaii'nin 3862 km güneydoğusuna Pasifik Okyanusu açıklarına düşürülmüştür.

A1) CGRO-BATSE

BATSE gama-ışın patlamalarını anlama çalışmaları için çok önemli bir deneydi. BATSE 20-600 keV arasında çalışan bir tüm gökyüzü monitörüdür. Uydunun sekiz köşesine konmuş dedektörlerden biri şekilde gösteriliyor. Her dedektör iki NaI(Tl) sintilasyon dedektörü içerir. Her köşede bir dedektör bulunması uydunun mümkün en fazla sayıda gama-ışın patlamasını gözlemesi sağlanmıştı ayrıca farklı dedektörlerin patlamayı tespit zamanları arasındaki fark çok kısa bir sürede patlamanın koordinatlarının belirlenmesini sağlıyordu ancak yaklaşık 5 derece²lik bir hata kutusu içinde. BATSE'nin yapılaş amacı o zamana kadar haklarında çok az şey bilinen gama-ışın patlamalarını

mümkün en fazla sayıda gözlemektir ancak hesapta patlamaların diğer dalgalarda bileşenlerinin de olduğu yoktu bu yüzden BATSE çok fazla sayıda gama-ışın patlaması gözlediyse de yeterince çabuk hassas koordinatlar veremediği için diğer dalgalardaki gözlemler genelde çok geç kalıyor ve gama-ışın patlamasını gözlemek zor oluyordu. Buna rağmen bir BATSE alarmı ile İtalyan-Hollanda ortak yapımı BEPOSAX uydusu 1997'de bir patlamanın x-ışın bileşenini tespit etmeyi başardı. Diğer dalgalardaki özellikle optik bölgedeki gözlemleri daha mümkün hale sokacak bir uydu için 1989'da aşağıda açıklanacak olan HETE projesi hayata geçirildi.

B) HETE VE HETE-2 (High Energy Transient Explorer, Yüksek Enerjili Geçici Kaynakların Kaşifi)

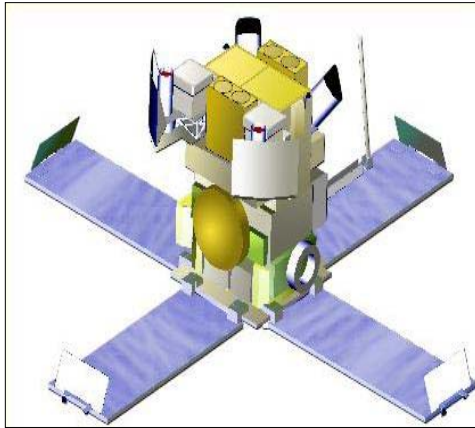
GIP'ların çok dalgalı gözlemlerini yapabilecek bir uydu tasarımı ilk olarak 1981'de Santa Cruz'daki GIP toplantısında dile getirilmişti. 1986'da Massachusetts Institute of Technology (MIT) liderliğindeki bir uluslararası takım tarafından ilk HETE konsepti ortaya çıkmaya başladı. 1989'da NASA "üniversite sınıfı" ufak ve düşük maliyetli, GIP'ları aramakla görevli bir uydu olan HETE-1'e mali destek vereceğini duyurdu ve HETE-1 projesine başlandı. Bu ilk HETE aşağıdaki bileşenlerden oluşuyordu :

- Fransa'dan CERN tarafından sağlanan dört geniş alan gama ışın dedektörü
- Los Alamos Laboratuvarı ve Japonya Tokyo'dan Fizik ve Kimya enstitüsü (RIKEN) tarafından sağlanan bir geniş alan kodlanmış açıklıklı x-ışın görüntüleyicisi.
- Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Uzay Araştırmaları Merkezi tarafından sağlanan dört geniş alan yakın morötesi CCD kamera

HETE-1 uydusu Arjantin'in SAC-B uydusu ile birlikte 4 Kasım 1996'da bir Pegasus roketi ile fırlatıldı. Pegasus uydusu iyi bir yörüngeye oturdu fakat uyduları bırakamayınca zamanla enerjisiz kalan iki uydu da öldüler.

Ancak GIP araştırmalarının azlığı ve bu konunun bir bilmece olarak kalmayı sürdürmesi 1997 Haziranında HETE projesinin ikinci bir şans elde etmesini sağladı.HETE-2 uydusunun yapımı 1997 ortalarında başladı. Bu arada özellikle BEPOSAX'la yapılan gözlemlerden elde edilen deneyimle araştırmacılar bu sefer iki morötesi kamera yerine iki CCD tabanlı bir kodlanmış açıklık olan ve yumuşak x-ışın bölgesine duyarlı iki görüntüleme cihazı ve iki optik CCD kamera yerleştirdi.

B1) HETE-2



Şekil 3 :HETE uydusu

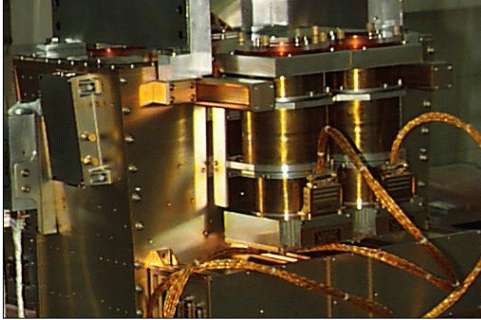
Yüksek enerjili geçici kaynaklar kaşifi (the High Energy Transient Explorer HETE-2) gama ışın patlamalarını (GIP) ve onların koordinatlarını tespit etmek üzere dizayn edilmiş ufak bir uydudur. Elde edilen koordinatlar halen çalışmakta olan bir ağ ile ilgilenen yer gözlemcilerine patlama tespit edildikten kısa bir süre sonra ulaştırılıyor ve GIP'ların başka dalgalarda (radyo ve optik gibi) gözlemleri yapılıyor.

HETE programı, Massachusetts Institute of Technology önderliğinde aşağıdaki enstitülerin katılımında yürütülen bir programdır.

- Institute for Chemistry and Physics (RIKEN)
- Los Alamos National Laboratory (LANL)
- Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CESR)
- Chicago Üniversitesi
- California Üniversitesi
- Centre Nationale d'Etudes Spatiales (CNES)
- Ecoles Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (Sup'Aero)
- Consiglio Nazionale de la Ricerca (CNR)

HETE-2 bir metre yüksekliğinde ve yarım metre çapında bir uydudur. Uydu güç sistemindeki önemli değişiklikler dışında HETE-1'den dizayn olarak pek farklı değildir. HETE-II'de üç bilimsel deney bulunur.

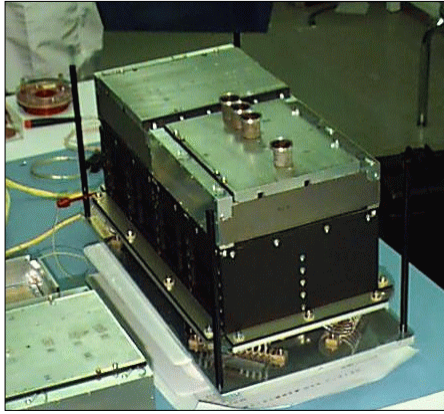
B2) FREGATE (FRENch GAMMA TElescope)



Ana görevi GIP'ların algılanması, spektroskopisi ve değişen x-ışın kaynaklarının görüntülenmesidir. Dedektörün çalıştığı enerji aralığı 6-400 keV'dir. Cihaz bir NaI(Tl) sintilatördür. Üretildiği yer Centre d'Etudes de Spatiales Rayonnements'dir (CESR, France).

Şekil 4: FREGATE

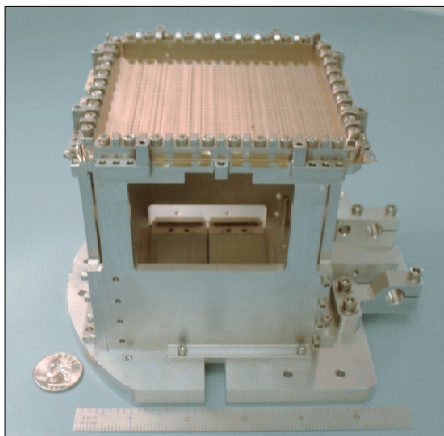
B3) WXM (Wide Field X-ray Monitor)



Geniş alan x-ışın monitörü (WXM) iki ayrı tek boyutlu pozisyona duyarlı x-ışın dedektöründen oluşur. Ortogonal olarak X ve Y yönlerini bağımsızca ölçmek üzere yönlendirilmişlerdir. Cihazın çalıştığı enerji aralığı 2 - 25 keV ve bir Pozisyona duyarlı orantılı sayaç ile kodlanmış Maskeden oluşur. Açısal Çözünürlüğü ± 11 yay dakikasdır (8 keV'de). Dedektörün üretildiği yer RIKEN (Japonya) ve Los Alamos National Laboratory'dir.

Şekil 5: WXM

B4) Soft X-Ray Camera (SXC)



Yumuşak x-ışın görüntüleyicileri CCD tabanlı tek boyutlu kodlanmış açıklıklı x-ışın görüntüleyicisidir. HETE-2'de biri uydunun x eksenine paralel diğeri de Y eksenine paralel olan ve x-ışınlarının konumunu belirleyen iki SXC vardır. CCD'nin ufak boyurlarından dolayı SXC'nin açısal büyüklüğü 33 yay dakikasdır.

SXC'ler WXM'yi tamamlar niteliktedir. WXM'nin etkin alanı SXC'den çok daha büyüktür ve enerji aralığı da daha yüksek enerjilere kadar ulaşır. Diğer yandan SXC'nin de çok daha iyi bir açısal çözünürlüğü vardır ve pek çok GIP'in enerji yayınladığı 0.5-14 keV gibi bir enerji aralığına duyarlıdır. Bütün bunlara rağmen SXC'nin WXM'nin gördüğünün üçte birini görmesi bekleniyor.

Şekil 6 :SXC

Dedektörün üretildiği yer MIT CSR'dir. Tek bir SXC bir maskenin arkasına yerleştirilmiş 2048x4096'lık bir CCD çifti içerir. Yer belirleme kesinliği sönük bir patlamada 15", parlak patlamada 3" 'dir. Ancak SXC'nin toplam 4 CCD'sinden ikisinin fırlatıldıktan kısa bir süre sonra zemin ışınımını önleyecek olan filtrelerinin kırılması sonucu bu filtreler bugün çalışmamaktadır bu yüzden hem

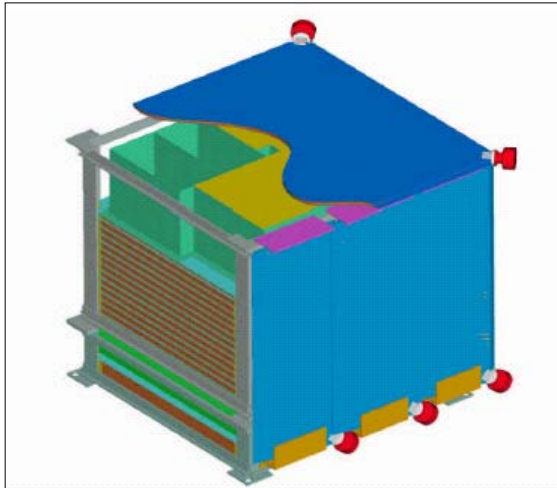
SXC'nin göreceği gama-ışın patlaması sayısı azalmış hem de vereceği koordinatların kesinliği ~60' mertebelerine inmiştir.

B5) HETE-2 Görevleri

HETE-2'nin ana görevi kozmik gama-ışın patlamalarının (GIP) kaynağının ve doğasının anlaşılması ve uydunun gözlediği patlamaların yerden de gözlenebilmesidir. Bu amaç, yumuşak x-ışın, orta şiddette x-ışın ve gama-ışın aralıklarındaki eş zamanlı gözlemler ve GIP'ların koordinatlarının büyük bir doğruluk oranıyla belirlenmesi ile başarılmaya çalışılır. Yerden gözlemin sağlıklı olabilmesi için uydu yörüngesine her zaman Güneşten 30° uzak olacak şekilde oturtulmuştur. Bu yüzden BATSE'den daha az patlama göreceksin olsa da bunların daha büyük bir kısmı yerden gözlenebilecektir.

FREGATE ve WXM'nin birlikte HETE-2'nin dört yıllık ömrü boyunca 50 – 100 gama ışın patlaması görmesi bekleniyor. SXC ise bunlara 8 – 15 tane daha ekleyebilir. Bu da 2 –4 haftada bir patlama anlamına gelir. Uydu üzerinde bu olayların koordinatlarının hesaplamak ise 10-100 sn arasında bir zaman alabilir. Hesaplanan bu koordinatlar neredeyse gerçek zamanlı olarak (<10 sn) MIT kontrol merkezine iletilecek ve buradan da GCN (Gamma-ray burst Coordinates Network, Gama-ışın Patlaması Koordinatları Ağı) aracılığı ile patlamaların yerde optik, kızılötesi veya radyo gözlemleri yapılabilecektir.

C) AGILE



AGILE, İtalyan yapımı gama-ışın patlamalarına adanmış bir uydudur. AGILE'deki bilimsel cihazlar katı hal silikon dedektörleridir. Cihaz sadece 80 kg'dır ve sert x-ışınları ve gama-ışınlarında geniş bir görüş alanına sahiptir. İki bilimsel cihazdan ilki GRID (Gamma-Ray Imaging Detector, Gama-ışın Görüntüleyici Dedektör) 30 MeV – 50 GeV arasına hassastır. Sert x-ışın görüntüleyicisi Super –AGILE ise 10 – 40 keV arasına hassastır. Burada bizi daha çok ilgilendirdiği için sadece Super AGILE'yi tanıtacağız.

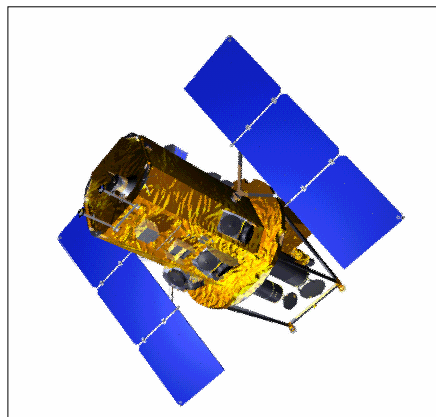
Şekil 7: AGILE

C1) Super AGILE

Super – AGILE 1-3 yay dakikası açısal çözünürlüğe sahip 4 silikon dedektörlerden oluşan bir cihazdır. Zemin ışınımını indirgemek için Tungsten bir maske teleskopun 14 cm üzerine yerleştirilmiştir. Cihazın görüş alanı >0.8 sr'dir. Aynı zamanda koordinatlar uyduda son derece hızlı bir şekilde hesaplanabilmektedir. Uydunun yaklaşık yılda 10 tane gama-ışın patlaması alarmı vermesi beklenmektedir.

D) SWIFT

Şekil 8: SWIFT



SWIFT'in gama-ışın patlamalarını tespit edecek dedektörü Patlama Alarmı Teleskopudur (Burst Alert Telescope, BAT). BAT'ın gama-ışın patlamalarını yakalamakta iki önemli özelliği vardır. Geniş bir görüş alanı ki bu onun gökyüzünün büyük bir kısmını aynı anda gözlemesi anlamına gelir. BAT ayrıca bir kodlanmış açıklık cihazıdır ki bu da onun patlamanın gökyüzünün neresinde olduğunu çok iyi bir kesinlikle tespit etmesini sağlar. BAT'in günde ortalama bir tane gama-ışın patlaması tespit etmesi bekleniyor bu da teleskopun planlanan ömrü üç yıl içinde 1000 tane gama-ışın patlaması gözlemesi anlamına gelir. BAT ayrıca gama-ışın patlaması

gözlemediği zamanlarda gökyüzünün sert x-ışınlarında taramasını yapacak. Bugüne kadar ilk ve tek sert x-ışın gökyüzü haritası 1979'da HEAO-1 tarafından yapıldığı için bu gözlemlerde son derece önemli sonuçlar doğurabilir.

BAT'in yanısıra SWIFT uydusu iki cihaza daha ev sahipliği yapacak bunların amacı patlamanın başka dalgaboylarındaki gözlemlerini yapmak olacak. BAT bir patlama tespit ettikten sonra SWIFT uydusu otomatik olarak patlamanın olduğu yöne bir dakika içinde yönelecek ve patlamaya x-ışınları ve morötes/optik bölgeden bakacak. X-ışın teleskopu (X-ray telescope, XRT) halen görevde olan XMM-Newton uydusundakine benzer bir cihaz. XRT'nin BAT'ten daha iyi koordinatlar vermesi bekleniyor. XRT ayrıca tayfta alabilecek.

UV/Optik teleskop (UV/Optical Telescope, UVOT) ise bir gama-ışın patlamasının morötesi ve optik bileşenlerini gözleyecek. UVOT 30 cm'lik bir teleskop ve uzayda olduğu için yerdeki 4 metrelik bir teleskopa eş.

Bir patlamadan 15 saniye sonra SWIFT patlamanın yerini hem yörüngedeki hem de yerdeki teleskoplara bildirebilecek. SWIFT'in göndereceği koordinatlar yaklaşık 4 yay dakikası kesinlik ile olacak. Patlamadan yaklaşık bir dakika sonra ise XRT patlamaya yöneldiğinde çok daha iyi koordinatlar gönderebilecek. Bütün bu hız ve uydunun görmeyi beklediği patlama sayısının fazlalığı SWIFT'i bu konularla uğraşan bütün bilim insanlarınca büyük bir heyecanla beklenen bir uydu haline getiriyor. Uydunun Eylül 2003'de fırlatılması planlanıyor.

D1) SWIFT ÖZETİ

Ömrü : 3 yıl, Ağırlığı : 1450 kg, Patlama Tespit Oranı : ~300/yıl, Koordinatların Kesinliği : 2.5 yay saniyesi, İlgili Enstitüler: NASA/GSFC, Penn State University, Spectrum Astro, Leicester University, Mullard Spaca Science Lab., Instituto di Fisica Cosmica (IFC/CNR), Brera Observatory (OAB), Los Alamos National Laboratory.

D2) BAT

Görüş Alanı : 2 sr, Enerji Aralığı : 10 – 150 keV, Patlama Tespit Oranı : ~320/yıl, Teleskop PSF : 22 yay dakikası.

D3) XRT

Dedektörü : EPIC CCD, Görüş Alanı : 23.6 x 23.6 yay dakikası, Teleskop PSF : 1.5 keV'de 15 yay saniyesi, Enerji Aralığı : 0.2 – 10 keV.

D4) UVOT

Teleskop : Modifiyeli Ritchey- Chretien, Açıklığı : 30 cm, Dedektörü : 2048x2048 piksellik yoğunlaştırılmış CCD (Intensified CCD), Görüş Alanı : 17x17 yay dakikası, Teleskop PSF : 350 nm'de 0.3 yay saniyesi, Dalgaboyu aralığı : 170nm – 650nm, Duyarlılık : Beyaz ışıpta 1000s poz süresi ile B=24 kadir.

EK – 3 : ROTSE HAKKINDA EK LİTERATÜR

A) Bu makale ile ilgili olanlar

1. M.E. Özel, 2002, Bilim ve Teknik, Sayı 417, Sayfa 50 – 53.
2. Carl W. Akerlof, Mart 2002, İstanbul Üniversitesi ROTSE Toplantı Notları, “The ROTSE project: small telescopes and distant flashes”, (ROTSE -Türkiye sitesinden temin edilebilir!)
3. Carl W. Akerlof, Nisan 2002, Nasa Research Announcement NRA-02-OSS-01-HEA, “Prompt Optical Observations of Gamma-Ray Bursts with the ROTSE-III Global Telescope Array (ROTSE Türkiye sitesinden temin edilebilir!)”
4. Carl W. Akerlof, et al, July 2002, Draft paper for PASP, “The ROTSE-III Robotic Telescope System”, (ROTSE Türkiye sitesinden temin edilebilir!)
5. Toni Feder, July 2002, Physics Today, p.24 – 25, “Search for Optical Gama-Ray Burst Signals Ratches Up”, (ROTSE Türkiye sitesinden temin edilebilir!)
6. M.E.Özel, Mart 2002, TUG Akademik Komitesine Sunulan Rapor, “Gama ışın Patlamaları:TUG’da Optik Bileşke Belirleme ve Takip”, (ROTSE Türkiye sitesinden temin edilebilir!)
7. M.E.Özel, Ü.Kızıoğlu, Z.Aslan, Amerikadaki ROTSE Toplantısına gönderilen rapor, “ROTSE-IIIc Station in Turkey”, (ROTSE Türkiye sitesinden temin edilebilir!)
8. M.E.Özel, June 2002, Çanakkale “New Directions for Close Binary Studies:“The Royal Road to the Stars” toplantısında sunulan “ROTSE Türkiye” adlı bildiri, Ref 1 ile aynıdır)

B) GIP’lar için genel kaynaklar

9. A Gamma-Ray Burst Bibliography, 1973-2001
K. Hurley
[astro-ph/0201301 v1](#)
10. X-ray Lines From Gamma-ray Bursts
Pawan Kumar, Ramesh Narayan
[astro-ph/0205488 v1](#)
11. Temporal properties of short and long gamma-ray bursts
S. McBreen, F. Quilligan, B. McBreen, L. Hanlon and D.Watson
[astro-ph/0206294 v1](#).
12. THE EXPECTED REDSHIFT DISTRIBUTION OF GAMMA-RAY BURSTS
Volker Bromm, Abraham Loeb
[astro-ph/0201400 v2](#)
13. ORPHAN AFTERGLOWS OF COLLIMATED GAMMA-RAY BURSTS: RATE PREDICTIONS AND PROSPECTS FOR DETECTION
TOMONORI TOTANI AND ALIN PANAITESCU
[astro-ph/0204258 v2](#)
14. Further Study of the Gamma-Ray Bursts Duration Distribution
I.Horvath
[astro-ph/0205004 v1](#)
15. Observation of Gamma-Ray Bursts with INTEGRAL
D. Götz and S. Mereghetti
[astro-ph/0205071 v1](#)
16. Proposed Next Generation GRB Mission: EXIST
J. Grindlay, N. Gehrels, F. Harrison, R. Blandford, G. Fishman, C. Kouveliotou, D.H. Hartmann, S. Woosley, W. Craig and J. Hong
17. ECLAIRS: A microsatellite to observe the prompt optical and X-ray emission of Gamma- Ray Bursts
Didier Barret
[astro-ph/0205346 v1](#)
18. Gamma-ray bursts: the tip of the iceberg?
Maurice H.P.M. van Putten
[astro-ph/0112219 v1](#)

19. On-Axis Orphan Afterglows

Ehud Nakar, Tsvi Piran

[astro-ph/0207400 v2](#)

20. HETE-II and the Interplanetary Network

K. Hurley, J.-L. Atteia, G. Crew, G. Ricker, J. Doty, G. Monnelly, R. Vanderspek, J. Villasenor, T. Cline

[astro-ph/0201350 v1](#)

21. On the X-ray lines in the afterglows of GRBs

Shlomo Dado, Arnon Dar and A. De Rujula

[astro-ph/0207015 v2](#)

22. EARLY GRB AFTERGLOWS REVISITED

A.M. BELOBORODOV

[astro-ph/0206423 v1](#)

23. Time Resolved Spectral Analysis of Bright Gamma Ray Bursts

G. Ghirlanda, A. Celotti, and G. Ghisellini

[astro-ph/0206377 v1](#)

24. On the Variety of the Spectral and Temporal Behaviors of Long Gamma-Ray Burst Pulses

Felix Ryde and Roland Svensson

[astro-ph/0110196 v1](#)

25. Spectral Aspects of the Evolution of Gamma-Ray Bursts

Felix Ryde

[astro-ph/9910204 v1](#)

26. On the Optical and X-ray Afterglows of Gamma Ray Bursts

Shlomo Dado, Arnon Dar and A. De Rujula

[astro-ph/0107367 v4](#)

27. Iron K Lines from Gamma Ray Bursts

T. R. Kallman, P. Meszaros & M.J. Rees

[astro-ph/0110654 v1](#)

28. THE THREAT TO LIFE FROM ETA CARINAE AND GAMMA-RAY BURSTS

Arnon Dar and A. De Rujula

[astro-ph/0110162 v2](#)

29. On the Radio Afterglow of Gamma Ray Bursts

Shlomo Dado, Arnon Dar and A. De Rujula

[astro-ph/0204474 v2](#)

C) ROTSE ve Optik Gözlemler

30. The ROTSE-IIIa Telescope System

D. Smith, C. Akerlof, M. C. B. Ashley, D. Casperson, G. Gisler, R. Kehoe, S. Marshall, K. McGowan, T. McKay, M. A. Phillips, E. Rykoff, W. T. Vestrand, P. Wozniak and J. Wren

[astro-ph/0204404 v1](#)

31. An Untriggered Search for Optical Bursts

Robert Kehoe, Carl Akerlof, Richard Balsano, Je Bloch, Don Casperson, Sandra Fletcher, Galen Gisler, Brian Lee, Stuart Marshall, Timothy McKay, Eli Ryko, Donald Smith, Tom Vestrand and Jim Wren

[astro-ph/0205008 v1](#)

32. Prompt Optical Observations of Gamma-ray Bursts

Carl Akerlof, Richard Balsano, Scott Barthelmy, Je Bloch, Paul Butterworth, Don Casperson, Tom Cline, Sandra Fletcher, Fillippo Frontera, Galen Gisler, John Heise, Jack Hills, Kevin Hurley, Robert Kehoe, Brian Lee, Stuart Marshall, Tim McKay, Andrew Pawl, Luigi Piro, John Szymanski and Jim Wren

[astro-ph/0001438 v1](#)

33. Light Curves of GRB Optical Flashes

Shiho Kobayashi

[astro-ph/0009319 v1](#)

34. Detection of an optical transient following the 13 March 2000 short/hard gamma-ray burst ?

A.J. Castro-Tirado, J.M. Castro Cerón, J. Gorosabel, P. Páta, J. Soldán, R. Hudec, M. Jelinek, M. Topinka, M. Bernas, T.J. Mateo Sanguino, A. de Ugarte Postigo, J. A. Berná, A. Henden, F. Vrba, B. Canzian, H. Harris, X. Delfosse, B. de Pontieu, J. Polcar, C. Sánchez-Fernández, B.A. de la Morena, J.M. Mías-Hesse, J. Torres Riera, and S. Barthelmy

[astro-ph/0206201 v1](#)

35. Light Curves of GRB Optical Flashes

Shiho Kobayashi

[astro-ph/0009319 v1](#)

36. GRB 010921: Discovery of the First HETE Afterglow

P. A. Price¹, S. R. Kulkarni, E. Berger, S. G. Djorgovski, D. A. Frail, A. Mahabal, D. W. Fox, F. A. Harrison, J. S. Bloom, S. A. Yost, D. E. Reichart, A. A. Henden, G. R. Ricker, R. van der Spek, K. Hurley, J.-L. Atteia, N. Kawai, E. Fenimore & C. Graziani.

[astro-ph/0201399 v1](#)

D) Kuramsal

37. Theories of Gamma-Ray Bursts

P. Meszaros

[astro-ph/0111170 v2](#)

38. The Central Engines of Gamma-Ray Bursts

S. E. Woosley, Weiqun Zhang and A. Hegert

[astro-ph/0206004 v1](#)

39. Quark Stars and Color Superconductivity: A GRB connection ?

Rachid Ouyed

[astro-ph/0201408 v1](#)

40. Afterglow lightcurves, viewing angle and the jet structure of gamma-ray bursts

Elena Rossi, Davide Lazzati & Martin J. Rees

[astro-ph/0112083 v3](#)

41. The role of photon scattering in shaping the lightcurves and spectra of -ray bursts

Davide Lazzati

[astro-ph/0206305 v1](#)

42. Kinematics of Gamma-Ray Bursts and their Relationship to Afterglows

Jay D. Salmonson

[astro-ph/0206498 v1](#)

43. GRBs in the Cannonball model: an overview

A. De Rújula

[astro-ph/0207033 v1](#)

44. On the Progenitors of Collapsars

A. Heger and S. E. Woosley

[astro-ph/0206005 v1](#)

45. *The expected thermal precursors of gamma-ray bursts in the internal shock model*

Frederic Daigne and Robert Mochkovitch

[astro-ph/0207456 v1](#)

46. *RELATIVISTIC JETS IN COLLAPSARS*

Wei-qun Zhang, S. E. Woosley, and A. I. MacFadyen

[astro-ph/0207436 v1](#)

E) X-ışın ve Gamma-ışın Gözlemleri

47. BATSE Observations of Gamma-Ray Burst Tails

Valerie Connaughton

[astro-ph/0111564 v1](#)

48. OBSERVATIONS OF THE X-RAY AFTERGLOWS OF GRB 011211 AND GRB 001025 BY XMM-NEWTON

Konstantin N. Borozdin, Sergey P. Trudolyubov

[astro-ph/0205208 v1](#)

49. GRB010921: LOCALIZATION AND OBSERVATIONS BY THE HETE SATELLITE

G. Ricker K. Hurley D. Lamb S. Woosley J-L Atteia N. Kawai, R. Vanderspek G. Crew J. Doty J. Villasenor G. Prigozhin G. Monnelly N. Butler M. Matsuoka, Y. Shirasaki, T. Tamagawa K. Torii T. Sakamoto, A. Yoshida, E. Fenimore M. Galassi T. Tavener T. Donaghy C. Graziani M. Boer J-P Dezalay M. Niel J-F Olive G.Vedrenne T. Cline J.G. Jernigan A. Levine F. Martel E. Morgan J. Braga R. Manchanda G. Pizzichini K. Takagishi M. Yamauchi

[astro-ph/0201461 v1](#)

50. XMM-NEWTON AND WIDE FIELD OPTICAL IMAGING TO CRACK THE MYSTERY OF UNIDENTIFIED GAMMA-RAY SOURCES

P.A. Caraveo, A. De Luca, N. La Palombara, R. Mignani, E. Hatziminaoglou, R. Hartman, D.J. Thompson, and G.F. Bignami

[astro-ph/0202479 v1](#)

51. Soft X-ray emission lines in the afterglow spectrum of GRB 011211: a detailed XMM-Newton analysis

J.N. Reeves, D. Watson, J.P. Osborne, K.A. Pounds, P.T. O'Brien

[astro-ph/0206480 v1](#)

52. Spectral analysis of 24 GRBs/XRFs observed with HETE-2/FREGATE

C. Barraud, J-F. Olive, J.P. Lestrade, J-L. Atteia, K. Hurley, G. Ricker, D. Q. Lamb, N. Kawai, M. Boer, J-P. Dezalay, G. Pizzichini, R. Vanderspek, G. Crew, J. Doty, G. Monelly, J. Villasenor, N. Butler, A. Levine, A. Yoshida, Y. Shirasaki, T. Sakamoto, T. Tamagawa, K. Torii, M. Matsuoka, E. E. Fenimore, M. Galassi, T. Tavener, T. Q. Donaghy C. Graziani and J.G. Jernigan

[astro-ph/0206380 v1](#)

53. HETE-2 LOCALIZATION AND OBSERVATIONS OF THE SHORT, HARD GAMMA-RAY BURST GRB020531

D. Q. LAMB, G.R.RICKER, J.-L.ATTEIA, K.HURLEY, N. KAWAI, Y. SHIRASAKI, T. SAKAMOTO, T.TAMAGAWA, C.GRAZIANI, J.-F.OLIVE, A.YOSHIDA, M. MATSUOKA, K. TORII, E. E. FENIMORE, M. GALASSI, T. TAVENNER, T.Q.DONAGHY, M. BOER, J.-P. DEZALAY, R.VANDERSPEK, G.CREW, J.DOTY, G.MONNELLY, J. VILLASENOR, N. BUTLER, J. G. JERNIGAN, A.LEVINE, F.MARTEL, E. MORGAN, G. PRIGOZHIN, S.E.WOOSLEY, T.CLIN, I.MITROFANOV, D.ANFIMOV, A. KOZYREV, M. LITVAK, A. SANIN, W. BOYNTON, C.FELLOWS, K.HARSHMAN, C. SHINOHARA, R. STARR, J. BRAGA, R. MANCHANDA, G. PIZZICHINI, K. TAKAGISHI, AND M. YAMAUCHI

[astro-ph/0206151 v1](#)

54. X-ray spectral diagnostics of the immediate environment of GRB 991216
David R. Ballantyne, Enrico Ramirez-Ruiz, Davide Lazzati and Luigi Piro
[astro-ph/0206116 v1](#)

55. Statistical Re-examination of Reported Emission Lines in the X-ray Afterglow of GRB 011211
Robert E. Rutledge and Masao Sako
[astro-ph/0206073 v1](#)

56. The Broadband Afterglow of GRB980329
S. A. Yost, D. A. Frail, F. A. Harrison, R. Sari, D. Reichart, J. S. Bloom, S. R. Kulkarni, G. H. Moriarty-Schieven S. G. Djorgovski, P. A. Price, R. W. Goodrich, J. E. Larkin, F. Walter D. S. Shepherd, D. W. Fox G. B. Taylor, E. Berger, T. J. Galama
[astro-ph/0204141 v2](#)

57. Afterglows of gamma-ray bursts with X-ray features and GRB990705
X. Y. Wang, Z. G. Dai and T. Lu
[astro-ph/0207439 v1](#)

EK – 5 : GIP KURAMLARI HAKKINDA ÖZET EK BİLGİLER

GAMA IŞIN PATLAMALARI İÇİN KURAMSAL MODELLER

Astrofizikçiler Gama Işın Patlaması (GIP) olaylarını 30 yılı aşkın süredir araştırmaktadırlar. Ancak, bu kısa ve enerjetik foton yağmuruna yol açan kozmik süreçlerin anlaşılmasında büyük boşluklar ve eksiklikler vardır. Bu eksiklikleri gidermede en önemli bilimsel programlardan biri de GIP'ını takip eden x-ışın, optik veya radyo ardıl ışımaları incelemeyi hedefleyen çalışmalardır. Ardıl ışımaların, patlamalar tarafından 'aydınlatılan' maddenin sıcaklığı, iyonlaşma derecesi, kimyasal kompozisyonu ve diğer özellikleri hakkında ayrıntılı bilgiler sağlaması, beklentiler arasındadır.

Geçtiğimiz Nisan ayında, 11 Aralık 2001 tarihli (ve bu nedenle GRB011211 olarak isimlendirilen) olayın *BeppoSAX* uydusu tarafından ayrıntılı bir x-ışın ışın spektrumu alındı ve sonuçlar yayınlandı (Reeves et al., 2002, *Nature*, 416, 512). Bu makale, GIP kuramları konusunda çalışan teorisyenler için pek çok yeni soru'nun ortaya atılmasına ve bu verinin 'gözde' durumdaki kuramlarla uyumunda ortaya çıkan bilmecelelere yanıt aranmasına yol açtı.

İlk GIP olayı, 2 Temmuz 1967'de, o sırada Sovyetler Birliği ile imzalanan *Atmosferde Nükleer Denelerin Yasaklanması* anlaşmasını denetlemek için ABD tarafından yörüngeye yerleştirilmiş olan *Vela* (Gözcü) uydularınca kaydedildi. Takip eden yıllarda, GIP olaylarının uzay dağılımları, süreleri, enerji ayrışmaları (spektrum) ve diğer kimi özellikleri hakkında elde edilen bilgiler bilmeceyi sadece derinleştirdiler ve olayların çözümüne giden yolu aydınlatamadılar. Bize olan uzaklıkları, bilinmeyenlerin başında geliyordu.

Geçenlerde, GIP'ların keşfinden hemen hemen 30 yıl sonra, İtalyan-Hollanda ortak bilimsel uydusu *BeppoSAX*'ın, kızıla kayma değeri $z=0.8$ olan bir GIP **ardıl ışınması** (*afterglow*) kaydetmesi ile, bu olayların (en azından bazılarının) kökeninin kozmolojik uzaklıklarda olduğu ve Samanyolu dışında yaratıldıkları kesin şekilde kanıtlanmış oldu. Bu durumda bir GIP olayı sırasında çok büyük miktarlarda (belki 10^{44} - 10^{45} *joule* mertebesinde) enerjiler salınmış olmaktadır. Genelde, bu enerjinin bir çift huzme şeklinde salındığı kabul edilmektedir. Bu ise, Evren'de her gün ortaya çıkmakta olan GIP olaylarının ancak ufak bir kesrinin dünyadan gözlenebildiği anlamına gelmektedir. GIP olaylarının gerçekte hangi sıklıkta ortaya çıktıklarının hesaplanabilmesi ise, bu huzmelerin, kaynaklarından bakıldıklarında hangi büyüklükte bir uzay açısını kapladıklarının bilinmesini gerektirmektedir. Tipik kuramsal modeller, bu uzay açısı için $\Omega=0.1$ ila 0.01 steradyan (yarı-açı değeri 0.5° ile 5° arasında olan bir uzay açısı) değerlerini vermektedir. Bunu GIP'ların bilinen günlük kayıt sayıları (yaklaşık, günde 1 olay) ile birleştirenince, hergün yüzlerce patlamanın olduğu sonucuna varabilmekteyiz.

Bir GIP olayında, hızlı gama-parlak dönemin süresi 0.001 ile 1000 saniye arasında olabilmektedir. Patlama sürelerinin sayısal dağılımına bakıldığında, GIP'ların, 'kısa süreli' ve 'uzun süreli' olarak 2 sınıfa ayrıştığı görülmektedir. 2 saniyeden kısa süreler **kısa**, 2 saniyeden uzun süreler ise **uzun**

olarak sınıflandırılmaktadırlar. Ardıl ışınması keşfedilenler sadece uzunlar (2 saniyeden uzun süreli olanlar) olmuştur. Kısa ve uzun GIP'ların enerji ayrışmaları arasında ciddi nicel (*qualitative*) farklılıklar vardır. Mesela, spektrumları daha sert (yüksek enerjili gama ışın fotonlarının toplam fotonlar içindeki sayısı daha fazla) olmaktadır. Bu ayrışimsal (*spectral*) farklar ve farklı zaman ölçekleri, kısa ve uzun GIP'lardan, farklı fiziksel mekanizmaların sorumlu olduklarını düşündürmektedir.

Hasan'dan yanıt:

(Şölen ile tartışma sonraya bırakıldı...)

(1) Değişen yıldızlar Türk astronomlarınca uzun yıllardır çalışılmaktadır, küçükten büyüğe doğru genliklerine göre özetle:

- 1- yaklaşık **ondalık mertebesinde kadir** değişimlerinden **yakın çift yıldızların** fotometresi, son zamanlarda tayf çalışmaları da eklenerek,
- 2- **2-7 kadir** ve bazı alt gruplarında **10 kadir** kadar çıkabilen parlaklık değişimleriyle başta cüce novalar ve klasik novalar olmak üzere **kataklismik değişenler** ve
- 3- şimdi de parlaklık değişim aralığı yaklaşık **12 kadir** ulaşabilen **GIP'lerin optik bileşenleri**...

Yukarıda ismi verilmeyen alt gruplar dahil Değişen Yıldızların anlaşılmasında literatüre bu kadar katkı sağlayan Türk astronomlarına, muazzam sayıdaki yeni ROTSE verilerini de birinci elden kullanma fırsatı doğmuştur! Daha önemlisi Türk astronomları, geçmişte hemen hiç olamamış **ilk elden keşfedilen** değişen yıldızlarla tanışacak ve bunların üzerlerinde derinlemesine çalışılmasına devam edilebilecektir...

(2) Yukarıdaki çalışmalara ilaveten, genel olarak Değişen Yıldızlar ve bilhassa da kataklismikler üzerine ama genelleştirerek ROTSE verileri ile şunlar da Türk astronomlarınca gerçekleştirilebilir:

- 1- büyük olasılıkla kataklismik değişenler arasından her alt sınıfa ait çok sayıda yenileri keşfedilebilecektir... daha önce bilinmeyen yeni türlerinin keşfiyle de belki **yeni alt sınıflar** da ortaya çıkabilecektir... bu yaklaşım diğer değişen yıldızlar için de geçerlidir...
- 2- yeni değişenlerin keşfinde en etken, (i) tarama gözlemi yanında (ii) ROTSE III'ün serinin önkilerinden ve ROTSE dışındaki diğerlerinden çok daha sönüğe gidebilmesidir, (iii) bunu da en kısa sürede gerçekleştirebilmesidir...
- 3- çok sayıda yeni keşfedilenlerin de katılımıyla değişen yıldız katalogları hazırlanabilecek... kataklismikler için olanı ise bu kadar çok sayıdaki yeniyi içermesiyle bir **ilk** olabilecektir...
- 4- gök adamızdaki novaların ne zaman patlayacağı bu kadar geniş bir uzayda kimse tarafından bilinmiyor; bu sebepten dolayı novaların tam patlama anlarını gözleyememe problemi olagelmıştır... ROTSE sonrasında bu problemin aşılması beklenebilir: novaların tam patlama anları ve belki de hemen öncesi daha iyi anlaşılabilir...
- 5- ROTSE sayesinde Türk astronomlarının hemen hiç çalışmadığı, tek bir CCD karesine girebilmesi kolaylığı altında ilk kez keşfedilebilecek diğer gök adalardaki novaların çalışılması da söz konusu olabilecektir...
- 6- değişen yıldızların ışık eğrileri sürekli izlenebilecektir... yenileri ile birlikte çok sayıdaki değişenin uzun dönemli ve kesintisiz takibi başta gözlem zamanı problemi aşılmış olacağından önemlidir... ROTSE dışındaki gözlemcilere de büyük kolaylık getirecektir... **standart veri** kolaylığı ile birlikte...
- 7- zamana karşı alınan bu parlaklık değişimleri aynı zamanda onların periyodik, yarı-periyodik veya periyodik değil şeklindeki doğalarının da öğrenilmesini getirecektir...
- 8- değişen yıldızların alt sınıflarını dolduran üyelerin sayısındaki muazzam artış ve ışık eğrilerinin sürekli izlenmesi beraberinde alt sınıfların tanımlarını da kesine yakın kılacaktır,
- 9- ayrıca ROTSE, çok kısa süreli olayların ortaya çıkartılması için belki **hızlı fotometri** imkanını da verebilir...
- 10- ve önemlisi, ROTSE'nin tarama gözlemleriyle **seçim etkisi** belki de sınırlanabilecektir... hatta daha ilerisi kuzey yarıküre – güney yarıküre ayrımı bile olmaksızın!...