

## RADYO ATARCALARI İŞİNİM SÜREÇLERİ

Pekünlü, E. Rennan

E.Ü.F.F. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

İZMİR

## I. ÖZET

Radyo atarcalarının  $10^{26}$  K değerine ulaşan ışınım parlaklık sıcaklığını uyumlu (coherent) ışınım süreçleri açıklanmaktadır. Bu ışınım süreçlerinden eğrilik ışınımı (curvature radiation), relativistik plazma ışınımı ve serbest elektron maser ışınımı, uçlak bölgesi boş koni modeli (polar gap hollow cone) çerçevesinde ele alınmaktadır.

## II. GİRİŞ

Gökbilimde radyo kaynakları ısisal, ısisal olmayan (non-thermal), uyumlu veya uyumsuz (incoherent) olarak tanımlanır. ısisal kaynaklardan gelen ışınımın parlaklık sıcaklığı Maxwell hız dağılımı gösteren parçacıkların T sıcaklığından büyük olamaz. Bu nedenle, örneğin,  $10^6$  K sıcaklığındaki Güneş tacından gelen ve  $\sim 10^{18}$  K parlaklık sıcaklığındaki III. tür radyo patlamaları ısisal olmayan süreçlerle açıklanabilir.

$\text{OH}, \text{H}_2\text{O}, \text{SiO}$  gibi yıldızlararası molekül bulutlarından gelen ve maser (microwave amplification by stimulated emission of radiation) süreçlerle açıklanabilir.

ted emission of radiation) süreciyle salınan ışınınım parlaklık sıcaklığı  $\sim 10^{15}$  K ;atarca radyo ışınınımı parlaklık sıcaklığı  $\sim 10^{26}$  K değerlerine ulaşabildiğine göre bu ışınınım kaynakları da ancak ısisal olmayan,uyumlu ışınınım kaynaklarıdır.

Uyumlu ışınınım sürecinde,ortamdaki nokta kaynaklardan yayılan dalgaların aynı evrede salınması gerekdir.Uyum,maser, elektrik yüklü parçacık kümelenmesi (bunching) veya plazma dalgalarının elektromanyetik dalgalara etkin bir dönüşümüyle gerçekleşebilir.

Uyumlu süreçler,genel olarak,plazma kararsızlıklarını(instability) sonucunda ortaya çıkar.Plazmada,elektrik yüklü parçacıkların düzensiz deviniminden kaynaklanan ısisal erke,düzenli deviniminden gelen kinetik erke, elektrik erke ve manyetik erke depoları vardır. Bu erke depoları, uzay yük ayrimı ve bu ayrimdan kaynaklanan akım ve elektromanyetik alanlarla eşleşmiş(coupling)durumdadır.Bu erke depoları arasındaki geçişler eşit dağılımlı olabileceği gibi tek yönlüde olabilir. Tek yönlü erke akışı, ortamdaki özgür erkeyi ortaya çıkarır.Özgür erke kaynağı olarak,elektrik yüklü parçacıkların kümelenmesi, Maxwell hız dağılımindan sapma,iki akım kararsızlığı(two\_stream instability) gibi süreçler önerilmektedir. Bu özgür erke, erke dağıtıçı çarpışmalar sonucunda ortamda soğurulabilir, Landau sönükleşmesine (damping) uğrayabilir veya plazma kararsızlığına

neden olur.

Radyo atarcalarının ıshınım süreçlerinin kaynağı plazma kararsızlıklarıdır.

### III. İSHİNİM SÜREÇLERİ

**1.Uyumlu Eğrilik Isınımı:** Atarcanın manyetik alanının(gradient,diverjans ve shear terimlerinin yanısıra varolan) eğrilik bileşeninin elektrik yüklü parçacıklara kazandırdığı ivmelenme sonucunda relativistik elektron veya pozitronların bir de evre uzayda (phase\_space) kümelenmeleri bu ıshınima neden olur. Salınan ıshınımın toplam yoğunluğu, ıshınima katılan parçacık sayısı  $N$  olmak üzere, bir tek parçacığın aldığı ıshınımın yoğunlığının  $N^2$  katıdır. Evre uzayındaki kümelenmenin hacim boyutları salınan ıshınımın dalga boyundan daha küçükse parçacıklar uyumlu ıshınım yaparlar.

Ginzburg ve Zhelenzyakov(1975), Buschauer ve Benford(1976,1983), Kirk(1980) tarafından önerilen ve ayrıntılı olarak incelenen bu ıshınım sürecinin zayıf yanları vardır. Kuram, hız dağılmasını(velocity dispersion)dikkate almamak tadır. Ayrıca parçacık kümelenmesi, bu kümenin manyetik alan eğriliğindeki tutumu iyi açıklanamamıştır.

**2.Relativistik Plazma Isınımı:** Güneş radyo patlamaları ve atarca radyo ıshınımı için önerilen bu süreç iki aşamalıdır:a)Plazma tedirginlikleri(turbulence)sonucunda elektrostatik Langmuir dalgaları üretilir,b)Langmuir dalgalarının

bir kısmı elektromanyetik dalgalara dönüşür. Plazma ortamından kurtulabilen bu dalgalar gözlemciye radyo dalgaları olarak ulaşır. Uyum, birinci aşamada, plazma tedirginliğinin yüksek etkinlik sıcaklığı nedeniyle ortaya çıkar. Relativistik  $e^+e^-$  plazmasının atarca ortamındaki dağılma özelilikleri (dispersion properties) Canuto ve Ventura (1972), Hardee ve Rose (1976, 1978), Melrose ve Stoneham (1977), Arons ve Barnard (1986), Beskin ve ark. (1986, 1988) tarafından incelenmiştir.

Beskin ve arkadaşlarının sunduğu en gelişmiş modelde manyetik alan eğriliği, bu eğriliğin dağılma bağıntısında (dispersion relation) ortaya çıkardığı kararsız dalga biçimleri ve bu dalgaların doğrusal olmayan süreçlerle ortamdan kurtulan ışınımı dönüşmesi ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır.

3. Serbest Elektron Maser Işınımı: Bu modelde dış manyetik alana koşut bir elektrik alanın relativistik parçacıkları ivmelendirdiği ve ışınımı neden olduğu önerilmektedir. [Cocke (1973), Melrose (1978), Kroll ve McMullin (1979)]. Zamanla değişen elektrik alan parçacıkların devinimini düzenler ve serbest elektron maser düzeneğinde olduğu gibi plazma ortamında ters topluluk (inverted population) yaratır. Maser ışınımı da eğrilik ışınımı gibi dolaysız bir ışınım sürecidir. Relativistik plazma ışınımının tersine, ortamdan kurtulmadan önce dönüşüme uğramazlar. Bu ışınım süreci için

gerekli olan serbest erke kaynağı ve maser'in doyuma ulaşması(saturation) sorunları iyi anlaşılmış olmasına karşın, kuram gereklili elektrik alanı üretmekte zorlanmaktadır.

#### IV. SONUÇ

Radyo atarcalarının parlaklık sıcaklığı,uçlaşma (polarisation) özellikleri,tayfi,uçlak bölgesi boş koni modeli çerçevesinde uyumlu işinim süreçleriyle açıklanabilemektedir.

NOT: Bu bildiri IAU'nun 128 no'lu Colloquium'unda sunulan bilgilerden derlenmiştir.

#### KAYNAKLAR.

- Arons,J. ve Barnard,J.J.(1986),Ap.J.302,120
- Beskin,V.S. ve ark.(1988),Astrophys.Space Sci.146,205
- Buschauer,R. ve Benford,G.(1976),MNRAS,177,109
- Buschauer,R. ve Benford,G.(1983),Astron Ap.118,358
- Canuto,V. ve Ventura,J.(1972),Astrophys.Space Sci.18,104
- Cocke,W.J.(1973),Ap.J.184,291
- Ginzburg,V.L. ve Zheleznyakov,V.V.(1975),Ann.Rev.Astron.Aophys.13,511
- Hardee,P.E. ve Rose,W.K.(1976),Ap.J.210,533
- Hardee,P.E. ve Rose,W.K.(1978),Ap.J.219,274
- Kirk,J.G.(1980),Astron Ap.82,262
- Kroll,N.M. ve McMullin,W.A.(1979),Ap.J.231,425
- Melrose,D.B.(1978),Ap.J.225,557
- Melrose,D.B. ve Stoneham,R.J.(1977),Proc.Astron.Soc.Australia.3,120

