

TEKNOLOJİK UYGULAMA YAPAY UYDUSU İLE ANTEN ÖRÜNTÜ ÖLÇME DENEYİ

H.ÖNER YURTSEVEN

UDK: 621.396.67.012.12

ÖZET

Bu yazıda, 30 Mayıs 1974'de Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesi'nin Çapa Canaveral'dan uzaya fırlattığı ATS-F adlı yapay uydusu tanıtılmakta ve uydunun eğitim ve sağlık alanlarındaki uygulamaları anlatılmaktadır. Şimdiye kadar uzaya atılmış en güçlü iletişim uzay aracı olan ATS-F ile yapılan konum saptama, trafik denetim, uzay aracı izleme ve veri iletim gibi yirmi teknik ve bilimsel deneyden biri olan anten örüntü ölçme deneyi ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

SUMMARY

The article introduces ATS-F, the satellite launched from Cape Canaveral by NASA on May 30, 1974 and discusses its use in education and public health. Among the twenty scientific and technological experiments such as position finding, traffic control, space vehicle tracking and data communication performed with ATS-F, the most advanced communication spacecraft ever launched) one, the experiment on antenna pattern measurements is discussed in some detail.

1. GİRİŞ

30 Mayıs 1974'de Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesi şimdiye dek geliştirilen en güçlü ve değişik amaçları içerisinde toplayan iletişim (komünikasyon) uzay aracını Cape Canaveral'dan uzaya attı. Teknoloji uygulama yapay uydusu veya kısa adı ile ATS-F (Applications Technology Satellite-F) olarak bilinen uzay aracı şu anda dünyadan 35,680 kilometre uzaklıkta Ekvator yakınlarındaki Galapagos adası Üzerinde, 94 derecelik batı boylamında dünya ile zamandaş olarak dönmektedir. Yörüngesinde ATS-6 olarak yeniden adlandırılan araç önümüzdeki yıllarda birçok yeni uzay iletişim deneylerinde kullanılacak ve ABD'de Maryland eyaletinde Goddard Uzay ve Uçuş Merkezi tarafından denetlenecektir.

H. Öner Yurtseveri, Y.Prof.Dt., ODTÜ

6. teknik kongre

Yörüngesinde en az iki yıl kalması beklenen ATS-F, teknoloji uygulama yapay uyduları sınıfında bulunan uydulardan yedincisidir. Diğer altı uydudan ATS-F'i ayıran özelliklerden biri Amerikan Uzay ve Havacılık Dairesinin ilk kez kullandığı 3-eksenli, dengelenmiş zamandaş uydu dizgesi (3-axis stabilized synchronous satellite system) ile yapılması, diğeri de başından beri çok amaçlı olarak planlanmasındır. Ana amaçlar kabaca şöyle sıralanabilir.

- Dokuz metre çaplı parabolik antenin uzayda açılabilmesini kanıtlamak,
- Duyarlı manevra, sapma, gösterge ve izleme yetenekleri sağlamak,
- Zamandaş (senkron) yükseklikte daha önceden saptanan deneyler için dengeli bir yörünge düzeyi bulabilmek.

Uzay aracının yapacağı deneyler iletişim, teknik, meteorolojik ve bilimsel olmak üzere dört ayrı sınıfta toplanabilir. Bu yirmiyeye yakın deney arasında eğitim ve sağlık konulu televizyon yayınlarının doğrudan doğruya uzak ve ulaşımın güç olduğu bölgelerdeki basit alıcılara verilmesi, hava ve deniz iletişimine konum saptama ve trafik denetimi (kontrolü) yoluyla yardım edilmesi ve uzay aracı izleme, bilgi (data) toplama ve yayma bulunmaktadır.

2. UYDUNUN TANIMI ve DENEYLER

ATS-F uzay aracı Titan III-C aracı ile fırlatıldı. 1402 kilogram ağırlığında ve 34 metre yüksekliğindedir ve dört parçadan yapılan Titan III-C aracı 11 milyon kilogramlık toplam itiş gücü vermiştir, önce 152 kilometreye 871 kilometrelik bir yörüngeye oturtulan ATS-F, 75 dakika sonra yerden 35,680 kilometre yükseklikteki yörüngeye geçirilmiş ve yaklaşık 6,5 saat sonra da Ekvator üzerindeki zamandaş yörüngesine ulaşmıştır. Bu yörüngede önce güneşsel anten dizileri (solar arrays), ardından 9 m çaplı yansıtıcı anten açılmıştır. Daha sonra güneş, dünya ve kuzey yıldızı konumlarının duyurularıyla araca ulaşması ile araç yörüngede istenilen noktaya getirilmiştir. Haziran 1974 sonlarına doğru da deneylere başlanmıştır.

Araç yer gözleme ögesi (elemanı) ve açılabilen yansıtıcı antenden oluşmuştur. Yer gözleme ögesi, araç denetim, iletişim ve deney dizgelerini (sistemlerini) taşımaktadır. En önemli öğeler, de-yansıtıcı anten ve iletişim dizgesidir. Bu iki öğe yoluyla dünyadaki denetim merkezleri, yüksek nitelikteki iletişim imlerini (işaretlerim) 500 vatlık güce ulaşan düzeyde ve çok düzeyli sıklıkta (multiple frequency) kara, hava ve denizdeki çeşitli alıcılara ulaştırabilmektedirler. Yapay uydunun atılmasından ve yörüngesine başarıyla oturtulmasından sonra şimdi uzayda bulunan ATS-1 ve ATS-3 yapay uyduları ile birlikte sağ-

lık ve eğitim uziletişim deneylerine başlanmıştır. Bu hem eğitim ve hem de iki yönlü uzaktan danışmalı (teleconferencing) sağlık deneylerine yardım edecek ve gelecekte uzaya atılacak özel yapay uydu dizgelerinin ön hazırlığı niteliğinde olacaktır.

ABD Eğitim ve Sağlık Bakanlığının hazırladığı sağlık ve eğitim yayınları batıda Kayalık Dağları, Washington ve Alaska eyaletlerini, doğuda ise Virginia ve Batı Virginia eyaletlerini kapsamına almaktadır. Bu amaçla her birinin maliyeti 3000 doların altında olan 300 istasyon kurulmuş ve bu istasyonlar televizyon alıcısı, özel çevirici ve basit bir antenle donatılmışlardır. İstasyonların çıkışları ise ya özel tek tip alıcılara verilecek ya da şimdi kullanılmakta olan genel yayın dizgesine bağlanacaktır.

ATS-F aynı anda iki değişik renkli televizyon imini dört ayrı ses kanalı ile verebilmektedir. Bölgelere göre yayınlar İngiltere, İspanyolca ve Amerikan yerlilerinin dillerinden ikisi ile yapılacaktır. ATS-1 ve ATS-3 yapay uyduları iki yönlü ses ve veri ulaşımında ATS-F uydusunu destekleyeceklerdir. Sağlık alanında ise ATS-F uydusundan yansıtılacak televizyon yayınları ülkenin her yerindeki sağlık personelinin eğitmek ve özellikle ulaşımın güç olduğu Alaska gibi bölgelerdeki sağlık sorunlarının uzaktan danışma ile gelişmiş sağlık merkezlerince çözümlenmesini amaçlamaktadır.

1975 Haziran'da ATS-F Doğu Afrika'da Viktorya gölü üzerinde bir noktaya kaydırılacaktır. Bu konumda uzay aracı Hindistan hükümeti tarafından bir yıl süreyle her gün dört saatlik televizyon eğitim deneme yayınları yapmak üzere kullanılacaktır. Yaklaşık 5000 köy ve kent in alabileceği yayınlar, ülkedeki değişik diller sorunu yüzünden dört ayrı dilde yapılacak ve tarım, aile planlaması, sağlık ve eğitim, öğretmen yetiştirme sorunlarına yardımcı olacaktır. Alıcı istasyonlar basit televizyon alıcısı, 3 metrelik kümes teli anten ve değiştiriciden oluşacak ve 600 dolardan daha aza çıkabilecektir. Gene 1975 yaz aylarında atılması düşünülen Apollo-Soyuz, Sovyet-Amerikan ortak uzay aracının atılması ve yörüngeye oturması ATS-F tarafından gözlenecek ve dünyaya televizyon yayını ile gösterilecek ve ayrıca ATS-F, Apollo-Soyuz uzay aracı yörüngesinin yaklaşık yarısını sürekli izleyebilecektir.

Yapay uydu ABD üzerindeyken L-Bant deneyi yapılacak, iletişim ve yer saptama deneyleri yerdeki gözleme istasyonları ile uçak ve gemiler arasında oluşturulacaktır. Havada ve denizdeki kuştarma işlemlerinin daha çabuk ve kolay yapılabilmesi umulmaktadır ATS-F ile. Diğer önemli deneyler arasında da şunlar yer almaktadır,

- Ucuz ve basit alıcılara daha iyi nitelikte renkli televizyon yayını sağlamak,

6. teknik kongre

- b) Dünyanın yaklaşık beşte birini gece ve gündüz kaplayan bulut tabakasının kızılötesi görüntülerini saptamak,
- c) Uzay araçları ve yeryüzündeki iletişim dizgeleri tarafından paylaşılan 6 gigahertzlik taşıyıcı sıklığındaki (frekansındaki) karışımları incelemek,
- d) Dünyayı çevreleyen atmosferin özellikle yağmur, dolu ve sulu kar koşulları içinde uzay ve dünya arasındaki (20 ile 30 gigahertz arasında) iletişim imleri üzerindeki etkilerini araştırmak,
- e) Yer istasyonlarında yağmuruların uzay araçları imlerinde sebep olduğu güçsüzlenme ile ilgili bilgileri toplamak,
- f) Gelecekteki yer ve uzay aracı arasındaki tüm denetimi bilgisayarlara bırakmak için gerekli ön deneyleri yapmak,
- g) Uzay »racı çevresinden bilgi toplayıp dünyaya göndermek.

Teknoloji uygulama yapay uyduları (ATS) sınıfında bundan önce atılmış diğer altı uydunun da kısa tanımlamaları ve amaçları şöyle sıralanabilir.

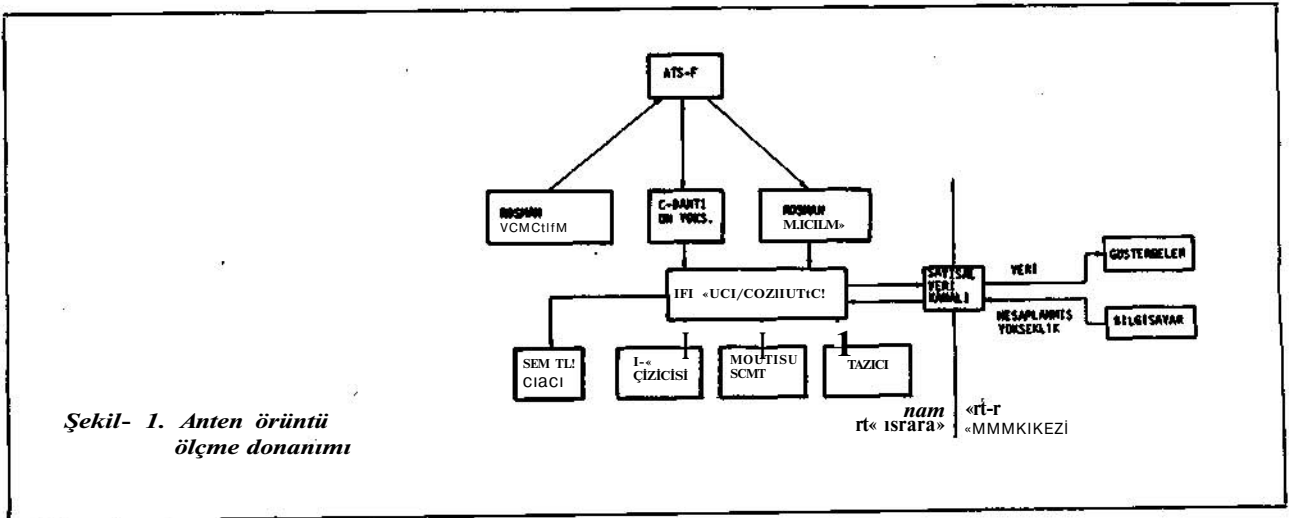
- i) ATS-1 (atılmadan önce ATS-B) bu dizinin ilk yapay uydusudur ve 7 Aralık 1966 da fırlatılmıştır, şimdiye dek yörüngesinde başarıyla dönmektedir. Bazı bilimsel ve teknik deneylere ek olarak, ATS-1, Apollo ay dönüşünü, Avustralya'da yapılan EXPO 67 dünya fuarını televizyonla yayınlamak, özel veri (data) taşınması, güneş tutulması sırasındaki anten denetimleri ve Alaska sel baskınında öncelik gerektiren iletişimin sağlanması alanlarında kullanılmıştır.
- ii) ATS-2 (atılmadan önce ATS-A) 6 Nisan 1967 de uzaya atıldı ve dünya çevresinde dairesel yörüngeye oturtulmak istendi. Ancak yarıkt dizgesinde ortaya çıkan düzensizlikler

nedeni ile eliptik yörüngeye kaydı ve 2 Eylül 1969 da parçalandı.

- iii) ATS-3 (atılmadan önce ATS-C) 5 Kasım 1967 de Atlantik Okyanusundaki bir istasyon üzerinde yörüngeye konuldu ve o tarihten bu yana kullanılmaktadır. En önemli deneylerden birinde 21 Kasım 1967 de Fan Amerikan şirketinin uçaklarından biri, uzay ve yer istasyonu arasında New York-Londra uçuşu sırasında üçlü bir bağlantı sağlanmıştır.
- iv) ATS-4 (atılmadan önce ATS-D) 10 Ağustos 1968 de atıldı. Ancak ATS-2 gibi başarısızlıkla sonuçlandı ve 17 Ekim 1968 de parçalandı.
- v) ATS-5 (atılmadan önce ATS-E) bir yıl sonra 12 Ağustos 1969 da atıldı, yörüngesinde dönmesini ve veri göndermesini sürdürmektedir. En önemli amacı da dünyadaki bir istasyon ve uydu arasında L ve C bantlarındaki taşıyıcı sıklığında yararlı ölçümler yapabilmek ve bu ölçümlerin duyarlılığını saptamaktır.

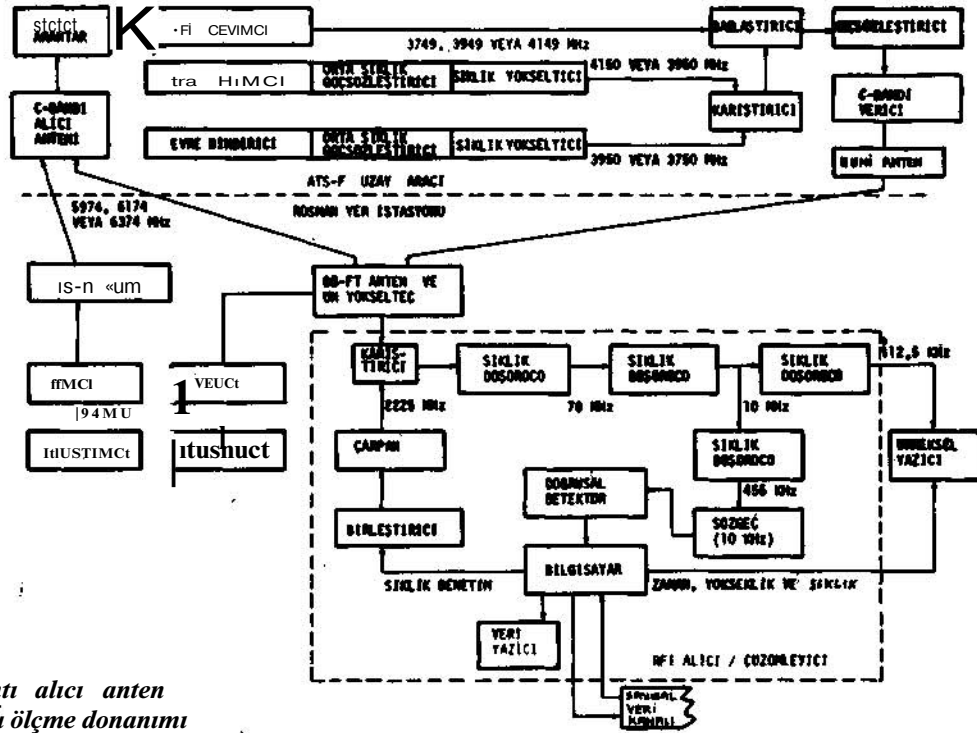
ATS çalışmasının merkezi ABD Maryland eyaletinde başkente 40 km. uzaklıktaki Goddard Uzay ve Uçuş Merkezidir, tki yer istasyonu Kuzey Carolina ve California eyaletlerindedir. Üçüncü gezici istasyonun İspanya'da Madrit yakınlarında kurulması düşünülmektedir. Hindistan üzerinde kaydıği zaman uzay aracı Ahmedabad, Bombay ve Delhi'deki istasyonları kullanacaktır. Her istasyon parabolik antenler, C,S,L bantlarında sıklık bindirimli (Frekans Modülasyonlu-FM) verici ve alıcılar ile donanmıştır. Çeşitli bantlarda kullanılacak sıklık düzeyleri aşağıda gösterilmiştir.

C-Bantı :	3,9 x 10 ⁹ - 6,2 x 10 ⁹ Hertz,
S-Bantı :	1,55 x 10 ⁹ - 3,9 x 10 ⁹ Hertz,
L-Bantı :	3,9 x 10 ⁸ - 1,55 x 10 ⁹ Hertz.

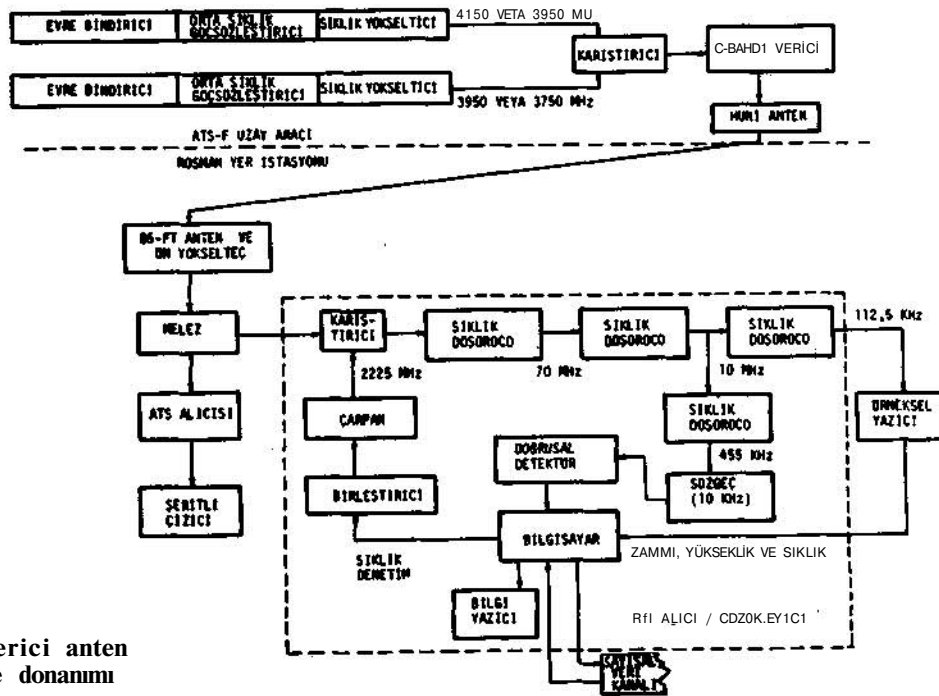


Şekil- 1. Anten örüntü ölçme donanımı

6. teknik kongre



Şekil 2. C-bantı alıcı anten özün tü ölçme donanımı



Şekil 3. C-bantı verici anten ötürüntü ölçme donanımı

6. teknik kongre

3. ANTEN ÖRÜNTÜ (PATTERN) ÖLÇME DENEYİ

Bu deney ATS-F radyo sıklık karışım (Radio Frequency Interference) deneyi içerisinde planlanmış ve özellikle uzay aracının denetlendiği üç yer istasyonundan biri olan North Carolina eyaletindeki Rosman istasyonu 10 metre çaplı antenin örüntülerini ölçmek için düzenlenmiştir. Radyo sıklık karışımı deneylerinin araçlarından yararlanan anten örüntü ölçme deneyi (kısaca "APM-antenna pattern measurement" denilmektedir) yöntem olarak örüntüleri bağıl kazançlar (relative gain) olarak saptamakta, diğer bir deyişle salt kazanç yerine bağıl kazanç kullanılmaktadır. Bulunan bu kazançlar uzay aracının ve dolayısıyla antenin konumuna bağlı olacaktır. Deney sırasında elde edilen bilgiler sayısal birikim (storage) aygıtlarına gönderilmekte, bilgisayar bunları yazıcılara aktarmaktadır. Bilgi inceleme, çözümlenme ve azaltma ise istenildiğinde elle yapılabilen ve elde edilen yeni bilgiler çizimsel şekle dönüştürülmektedir. Aynı zamanda uzay aracından gelen imlerin düzeyleri denetlenmekte ve bilgi kayıplarını önlemek için de örneksel birikim aygıtlarında bütün bilgiler yeniden kullanılmak üzere biriktirilmektedir. Örüntü ölçmeleri antenin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin, anten demet konumunu saptayacak uzay aracı yüksekliğinin bulunmasında yararlı olmaktadır.

Şekil 1'de anten örüntü ölçme deneyinin (APM) işlevsel (functional) çizimi gösterilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi deneyde kullanılan donatım RFI deneyi ile aynıdır. APM uzay aracı yüksekliğinin denetimini gerektirmektedir, çünkü ölçmesi yapılacak anten örüntüsünün taranması, uzay aracının Rosman yer istasyonu antenlerine dönük önceden saptanan bir konuma getirilmesi gerekmektedir. ATS çalışmaları merkezi Goddard'da her üç saniyede bir uzay aracının konumu özboyutları ile saptanır ve Rosman yer istasyonuna iletilir ve buradan da RFI alıcı ve çözümleyici dizgesine verilir. İstasyon antenlerine uzay aracından doğrudan gelen imlerin güç ölçümleri de aynı alıcıya gider. Yükseklik ve güç bilgileri bu alıcıda ilişkilendirilerek (correlation) anten örüntüleri tanımlanır. İm gücünün anten örüntü ölçmelerine dönüştürülmesi de aynı öge içerisinde bağıl (on-line) olarak yapılır. Ölçme sonuçları RFI alıcı ve çözümleyici dizgesinden üç biçimde çıkar:

- i) Ham bilgi sayısal birikim aygıtında deney süresince toplanan bilgidir ve deneyden sonra anten örüntü ölçme çözümlemesinde kullanılır. Bilgi; ölçülen güçleri, yükseklik, deneyin yapıldığı tarih ve seçme telemetre öğelerini içine alır.
- ii) Azaltılmış veya kısaltılmış bilgiler bilgisayar tarafından her üç saniyede bir yazıcıya gönderilir ve örüntü çözümlemesinde geçici olarak yapılan çözümlemede kullanılır.

Bilgiler arasında bağıl anten kazancı, yükseklik, tarih ve seçme telemetre öğeleri bulunur.

- iii) Bu tür bilgi de X-Y çizicisine gönderilir ve deneyin başarılı olup olmadığını hemen saptamak için kullanılır. Bilgi yalnız bağıl anten kazancını ve zamanı içerir. Buna ek olarak uzay aracı alıcı anten ölçmelerinde aracın orta sıklık (intermediate frequency), özdevimsel kazanç denetim (automatic gain control-AGC) gerilimi, verici anten ölçmelerinde de yer istasyonu alıcısının AGC gerilimi yer alır.

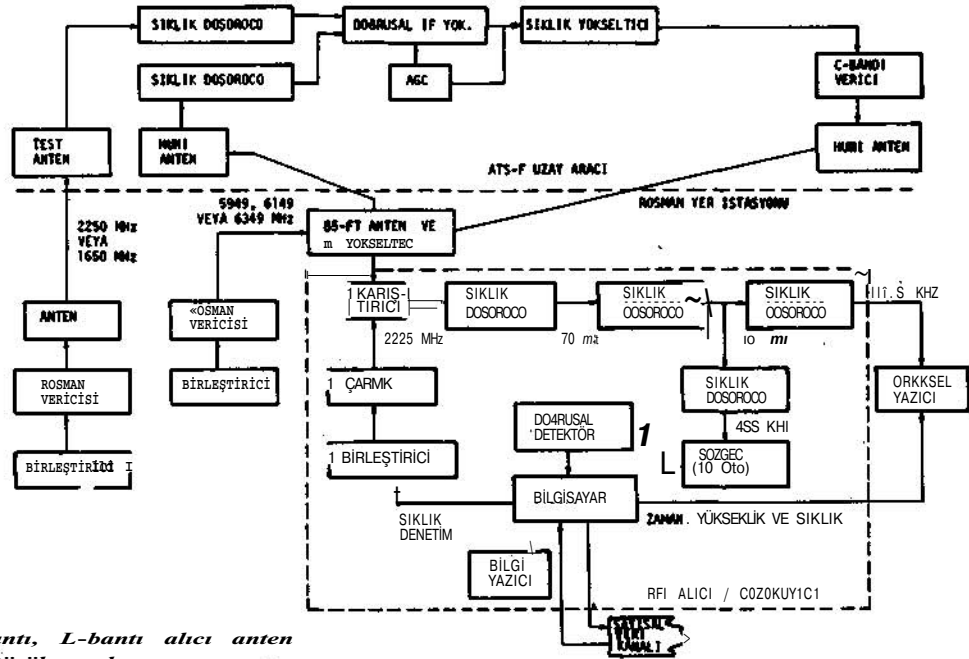
ATS-F ile yapılan anten ölçmeleri dört grupta toplanabilir.

- a) C-Bantı alıcı anten örüntüleri
- b) C-Bantı verici anten örüntüleri
- c) S-L Bantı alıcı anten örüntüleri
- d) S-L UHF Bantı verici anten örüntüleri

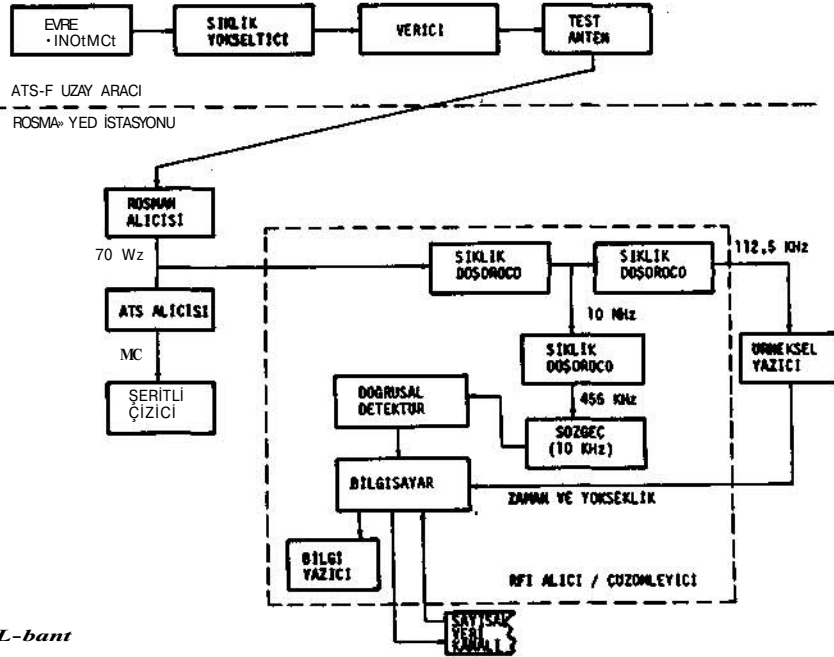
Bu ölçmelerin kısa tanımları aşağıda verilmiştir.

- a) C bantı alıcı anten örüntü ölçmeleri için 5974 MHz, 6174 MHz veya 6374 MHz de iki C-Bantı taşıyıcı Rosman yer istasyonundan uzay aracına gönderilir. Araç bunları 3749 MHz, 3949 MHz veya 4149 MHz sıklığındaki taşıyıcılara dönüştürür ve 3750 MHz, 3950 MHz veya 4150 MHz sıklığındaki 3 taşıyıcıdan ikisi ile birleştirir. RFI alıcı ve çözümleyicisi bilgisayar denetimi altında bu taşıyıcıların güçlerini ölçer. İki taşıyıcının güçleri arasındaki fark yükseklik değişikçe C-Bantı alıcı anten kazanç farklarıyla doğru orantılı olacaktır (Şekil 2).
- b) C-Bantı verici anten örüntü ölçmeleri için uzay aracından 200 veya 400 MHz aralıkta iki bindirilmemiş güç taşıyıcı gönderilir. Aynı anda iki sıklıkta anten örüntü ölçmeyi amaçlayan yöntemde çıkışlar uzay aracı ara sıklık evre bindiricisinden (IF faz modülatörü) alınır ve Rosman yer istasyonu antenine C-Bantında girer. Burada bilgisayarla denetlenen salınmaç (oscillator) bu iki taşıyıcıyı doğrusal detektör bantma yerleştirir ve güç ölçümü yapılır. Yükseklik değişikçe taşıyıcı imlerin güçlerindeki değişme uzay anteninin verici anten kazancı ile doğru orantılı olacaktır (Şekil 3).
- c) Diğer bütün uzay aracı alıcı anten örüntü ölçmelerinde C-Bantı alıcı anten ölçme yöntemi kullanılır. Rosman yer istasyonundan gönderilen iki bindirilmemiş taşıyıcıdan biri C-Bantından, diğeri de uygun bir vericiden alınır. C-Bantmdan gelen taşıyıcı uzay aracında yer gözleme birimi tarafından alınır, diğeri de ölçme yapılacak antene gider. İki taşıyıcı alçaltılıp doğrusal araç ara sıklık birimine bağlanır. C-Bantı vericisine gönderilen ara sıklık doğrusal birim çıkışı daha sonra Rosman yer istasyonuna gönderilir (Şekil 3).

6. teknik kongre



Şekil 4. S-bantı, L-bantı alıcı anten örüntü ölçme donanımı



Şekil 5. UHF, S-bant, L-bant verici anten örüntü ölçme donanımı

d) Diğer bütün verici anten örüntüleri yalnız bir taşıyıcı kullanarak ölçülür. Bu taşıyıcı yer istasyonu alıcısı tarafından önce 70 MHz sıklığına ve daha sonra 455 KHz sıklığına düşürülür ve doğrusal detektörde imlerin güç ölçümü yapılır. Güçle anten kazancı arasında diğer ölçmelerdeki aynı bağıntılardan yararlanır (Şekil 4).

4. APM YAZILIM GELİŞMELERİ

Bu bölümde anten örüntü ölçme deneyinde kullanılan PDP-11/40 minibilgisayarın yazılım (software) gelişmeleri incelenmektedir. Bu yazılım daha önce sözü edilen dört ayrı ölçmeyi (C-Bantı alıcı, C-Bantı verici, S-L Bantı alıcı ve S-L-UHF verici) kapsayacak şekildedir. Her ölçme için birbirinden farklı bazı yöntemler kullanılmaktaysa da burada hem yer darlığı ve hem de tek düzelikten kurtulma amacıyla yalnız dört ölçmeye ortak olan yanlar gözönüne alınacaktır.

APM yazılımı aşağıda belirtilen koşulların yanı sıra deney sırasında örneksel birikim aygıtından (analog tape) verilecek imleri çözümlenebilecek, deney sonrası ise davullu çizici (drum plotter) ve yazıcıya sayısal birikim aygıtındaki bilgileri aktarabilecek nitelikte olmaktadır. Rosman yer istasyonunda geliştirilen bu yazılım aynı anda bu tür bilgileri Goddard merkezine iletebilecektir.

Uzay aracında ölçme öncesi donanım (hardware) hazırlıkları yapılır. Bunlar ölçmenin türüne göre bazı ara sıklık yükselticilerini devreye sokmak, gerekli düşürücüleri bağlamak, aracın antenlerini Rosman yer istasyonu doğrultusuna yöneltmek gibi hazırlıklardır. Yer istasyonunda da RFI alıcı ve çözümlenici ölçme türüne göre hazırlanır.

PDP-11/40 minibilgisayarın kullanıldığı yazılım isterleri ise genel olarak şöyle sıralanabilir.

- İşletmen (operatör) beklenen telemetre türünü yazıcı ile bildirir ve bildirilmediğinde daha önceki telemetre isteniyor varsayılır.
- İşletmen taşıyıcı sıklıklarından (3750 MHz, 3950 veya 4150 MHz)/ikisini deney sırasında seçerek yazıcı ile bildirir.
- Uzay aracından gelen telemetre değerleri daha önceden saptanıp biriktirilmiş değerlerle karşılaştırılır ve yanlışlıklar yazıcıya açıklanmalı olarak aktarılır.
- Bilgilerin sınıflandırması için başlık hazırlanır. Ölçme yapılan bantın simgesi, taşıyıcı sıklıklar, telemetre değerleri ve yıl, ay, gün, saat, dakika, saniye ve saniyenin onda biri birimlerle tanımlanan zaman yer alır bu başlıkta.

- Başlık bilgisi sayısal ve örneksel birikim aygıtlarına gönderilir. Aynı şekilde bu bilgiler Goddard merkezi bilgisayar yazıcısı tarafından alınır ve basılır.
- Uzay aracı yüksekliği Goddard Merkezinden Rosman yer istasyonuna her üç saniyede bir iletilir ve sayısal birikim aygıtlarına toplanır. Aynı bilgi örneksel birikim aygıtına da ulaştırılır.
- Uzay aracı yüksekliğinin her üç saniyede bir yenilenmesi sırasında, birleştirici gelen taşıyıcıyı doğrusal dedektör sıklığı olan 455 KHz'e dönüştürür, örneklerden sayısala çevirgeç (analog-to-digital converter, A/D) çıkışları her yüzde bir saniyelik sürede 39 kez örneklenir (sampled), ortalaması ve kareleri toplamı sayısal ayırıcıda (buffer) biriktirilir.
- Yukarıdaki işlem her ölçme için kullanılan gerekli taşıyıcı sıklıkları için yenilenir. Zaman saniyenin onda birine Uadar saptanarak ayırıcıya konur. Bütün bu bilgiler belirli bir biçimde sayısal biriktirme aygıtında toplanır.
- Örneklenmiş 39 değer ilişkilendirir ve ilişki katsayısı 0,8459 dan büyük olan taşıyıcı sıklık değerleri doğru olarak alınır. Eğer daha önceden beklenen taşıyıcı sıklığı ile bulunan sıklık çelişirse minibilgisayar yazıcı ve basıcısında bunlar mesajlar olarak yazılır ve bu her yarım dakikada bir yenilenir.
- Bilgisayar yazıcısı her sıklık için ilişki (correlation) katsayısı, örnekleme yapılmış değerlerin karelerinin ortalaması, araç yüksekliği ve zamanı bağlı olarak yazar.
- İşletmen dilerse vereceği zaman süresince 512 kare ortalamaları değerlerinin X-Y çizicisinde çizilmesini sağlayabilir ve aynı değerler Goddard merkezine gönderilerek çizimin orada da yapılması sağlanır.

KAYNAKLAR

- Applications Technology Satellite-F, Nasa Publication, Mayıs 1974
- The ATS-F and - 6 Data Book, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, Eylül 1972
- Baldrige R.L., Proposed Method For ATS-F In-Orbit Antenna Pattern Measurement, GSFC Internal Memo, Eylül 1973
- Baldrige R.L., ATS-F Antenna Pattern Measurement Software Requirements, Westinghouse Internal Memo, Eylül 1973
- Yurtsever H.Ö., ATS-F Telemetry Interface Test (Functional Design Document), Nasa Contract NAS5-11981, 1974.