

ASELSAN Kompakt Alan Anten Ölçüm Sistemi

Erhan Halavut
ASELSAN A.Ş. Radar, Elektronik Harp ve İstihbarat Sistemleri Grubu
Anten Teknolojileri Müdürlüğü
Ankara
ehalavut@aselsan.com.tr

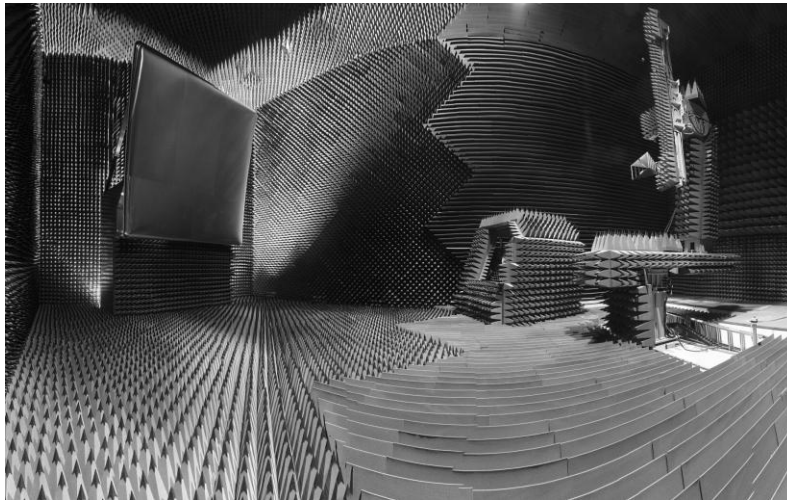
Özet: Bu makalede ASELSAN Kompakt Alan (Compact Range) Anten Ölçüm Sistemi özelinde kompakt alan anten ölçüm sisteminin elektriksel özellikleri detaylı olarak incelenmiştir. Kompakt alan anten ölçüm sisteminin diğer sistemlere göre önemli avantajları, malzeme ve ekipman seçim kriterleri belirtilmiş ve sistemin önemli teknik parametreleri verilmiştir. Bunun yanında teknik parametreleri doğrulamak amacıyla gerçekleştirilen, ölçüm sistemi değerlendirme testleri kapsamında yapılan çalışmalar detaylı olarak anlatılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları, gereksinimlerle karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Ayrıca, ölçümlerde elde edilen sonuçların genel olarak anten ölçüm performansına etkileri değerlendirilmiştir.

1. Giriş

Sistem ile ortam arasındaki arayüz olmaları nedeniyle, antenlerin performansı, sistemin tümünün performansında etkili olmaktadır. Sistem performansını bu ölçüde belirleyen antenlerin, kendi performanslarını en doğru ve hassas şekilde ölçmek kritik önem arz etmektedir. Bu nedenle anten ölçüm altyapıları, anten tasarımında oldukça önemli bir yere sahiptir.

Antenlerin performanslarını sistem seviyesinde değerlendirmek için kullanılan en önemli parametreler uzak alan parametreleridir. Uzak alan mesafesi anten boyutunun karesiyle ve frekansla doğru orantılıdır [1,2]. Bu nedenle, büyük boyutlu anten sistemleri için, yüksek frekanslarda uzak alan mesafesi çok büyüktür.

Kompakt alan anten ölçüm sistemi, uzak alan mesafelerinin sağlanması pratikte mümkün olmayan anten sistemlerinin testlerinin yapılmasında kullanılır. Bu sistem küresel dalgalar yayan bir kaynak anten ve bu küresel dalgaları düzlemsel dalgaya yönlendiren bir yansıtıcı kullanmaktadır. Bu sistemde, küresel dalgalar kısa mesafelerde düzlemsel dalgaya dönüştürüldüğü için, uzak alan kıstasları klasik uzak alan ölçüm sistemlerine göre çok daha kısa mesafelerde sağlanmaktadır. Tablo 1’de 2,4 m boyutunda bir anten için kaynak ile ölçülen anten arası mesafe klasik uzak alan ve ASELSAN Kompakt Alan Sistemi (Şekil 1) için karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Buna göre 110 GHz’de 2,4 m boyutlarında bir anteni ölçebilmek için gerekli uzak alan mesafesi 4,224 km’dir. Bu mesafeyi sağlayacak bir uzak alan yankısız odanın maliyeti (inşaat, RF sistemi, RF sönümleyici malzeme vb.) çok yüksek olacaktır. Bir açık alan test sahası söz konusu olduğunda ise maliyetin çok yüksek olmasının yanında, ölçüm alanının çevresinde yer alması muhtemel engellerden kaynaklanacak yansımalar ve kırınımalar nedeniyle bu altyapı ile hassas ölçüm kabiliyeti sınırlı olacaktır. Bunlara ek olarak mevsim ve iklim şartlarına duyarlılık gibi nedenlerle açık alanda kısıtlı zaman dilimlerinde ölçüm yapabilme durumu ortaya çıkacaktır.



Şekil 1. ASELSAN Kompakt Alan Anten Ölçüm Sistemi.

Frekans	Klasik Uzak Alan ($2D^2/\lambda$)	ASELSAN Kompakt Alan
1 GHz	38 m	10,4 m
10 GHz	384 m	
50 GHz	1920 m	
110 GHz	4224 m	

Tablo 1. 2.4 m boyutunda bir anten için kaynak ile ölçülen anten arası mesafe.

Makalenin bir sonraki bölümünde ASELSAN Kompakt Alan Anten Ölçüm Sistemi'nin teknik özellikleri verilmiştir. Bölüm 3'te ise yapılan değerlendirme testlerinin içeriği anlatılmış ve elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Bu testlerde elde edilen sonuçlar Bölüm 4'te değerlendirilmiştir.

2. ASELSAN Kompakt Alan Sistemi Özellikleri

ASELSAN Kompakt Alan Anten Ölçüm Sistemi çalışma frekans aralığı 1-110 GHz'dir. Kompakt alanlarda performansı (çalışma frekans aralığını) etkileyen en önemli unsurlardan biri yansıtıcıların kenarlarından kırınım oluşmasıdır. Kenarlardan kırınımı azaltmak için tırtıklı kenar (serrated edge) ve yuvarlatılmış kenar (rolled edge) yansıtıcılar kullanılmaktadır. Bu iki tip yansıtıcının performansları karşılaştırıldığında yuvarlatılmış kenar yansıtıcıların performansının daha iyi olduğu rapor edilmiştir [3]. Bu nedenle, ASELSAN Kompakt Alan Sistemi'nde yuvarlatılmış kenar yansıtıcı tercih edilmiştir. Çalışma frekans aralığını, özellikle frekans üst sınırını etkileyen bir diğer önemli faktör ise yansıtıcının yüzey üretim toleransıdır. ASELSAN'da kurulan sistemin yüzey üretim hassasiyetinin 50µm'nin altında olması, 110 GHz'e kadar yüksek doğrulukla ölçüm yapılabilmesine imkan tanımaktadır.

Sessiz bölge boyutları, bu sistemle ölçülebilecek anten boyutlarını belirlediğinden, ölçüm sisteminin en önemli değer göstergelerinden biridir. Söz konusu sistemde sessiz bölge boyutları 2,4mx2,4mx2,4m'dir. Sistemde yer alan döndürme mekanizmaları 500kg ağırlığa kadar sistemleri taşıyacak kapasitededir.

Bu ölçüm sistemi, bir havalandırma/iklimlendirme sistemi kullanılması ve yankısız oda içinde bulunan RF emici malzemelere uygulanan özel bir işlem sayesinde 100.000 sınıfı temiz oda özelliklerine sahip olmuştur.

Uzun süre kullanım ömrü olan bu sistemin idamesi için ısı ve nem kontrollü bir ortamın oluşturulması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak kompakt alan yankısız odasında sıcaklık 21°C±1°C, nem ise %50±%5 değerlerinde tutulmaktadır. Bu değerler sürekli olarak kaydedilmekte ve periyodik olarak kontrol edilmektedir.

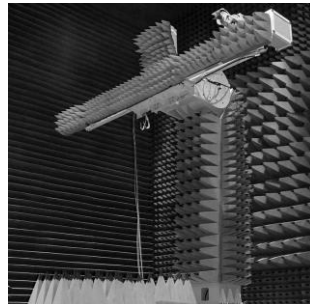
ASELSAN Kompakt Alan Sistemi'nin en önemli özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

Çalışma Frekans Bandı:	1-110 GHz
RF Sızdırmaz ve Yansımaz Oda	
Temiz Oda:	100.000 sınıfı
Sessiz Alan:	2,4m x 2,4m x 2,4m
Ölçülebilen Sistem Boyutları (maks.):	2,4m x 2,4m x 2,4m & 500 Kg
Sıcaklık ve Nem Kontrollü Ortam:	21°C±1°C Sıcaklık, %50±%5 Nem

3. Değerlendirme Testleri

Ölçüm sisteminin belirli parametrelerini doğrulamak için alan inceleme (field probing) ve huzme karşılaştırma (patern comparison) yöntemleri kullanılmıştır.

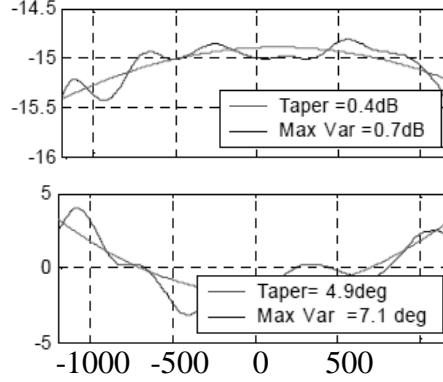
1-50 GHz frekans bandında kullanılan alan inceleme yönteminde, bir inceleme anteni ve bir doğrusal kaydırıcı kullanılarak (Şekil 2), sessiz bölgenin merkezinde, "test edilen anten" (AUT) düzleminde dikey ve yatay hatlar boyunca genlik ve faz değerleri ölçülmüştür. Ölçümler 1-50 GHz frekans aralığında 12 noktada, ±1300 mm'lik hat boyunca 5 mm aralıklarla ve tüm polarizasyonlar için (HH, VV, VH, HV) yapılmıştır. Bu ölçümlerle Tablo 2'de verilen parametrelerin doğrulaması yapılmıştır. Ölçümlerde elde edilen örnek sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 2. ASELSAN Alan inceleme testleri düzeneği.

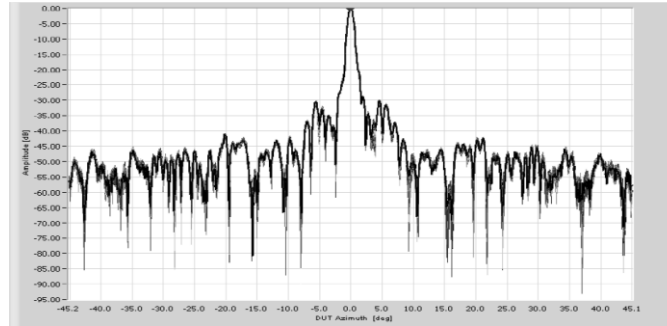
	Frekans	Azalma (Taper)	Dalgalanma (Ripple)	Değişme (Variation)
Genlik	1-2GHz	<1 dB	±0,4 dB	1,9 dB
	2-50GHz	<1 dB	±0,4 dB	1,5 dB
Faz	1-2GHz	<4°	±5°	15°
	2-50GHz	<4°	±5°	15°

Tablo 2. Kompakt alan parametreleri.



Şekil 3. Genlik ve faz değişimleri (1 GHz, HH, yatay hat).

Huzme karşılaştırma testlerinde ise bir test anteninin yanca huzmesi, 90 ve 110 GHz frekanslarında, sessiz bölge içinde, yatay ve dikey hatlar boyunca 5 mm aralıklarla 41 noktada ölçülerek, elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. 110 GHz’de dikey hat boyunca alınan ölçüm sonuçları Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Test anteni huzmeleri (110 GHz, dikey hat).

4. Değerlendirme

1-50 GHz frekans bandında yapılan alan inceleme ölçümleri sonuçları değerlendirildiğinde, bu ölçüm sistemi ile sessiz bölge içinde oldukça iyi düzlemsel dalga elde edilebildiği, dolayısıyla bu bölge içinde yüksek doğrulukla ölçüm yapılabileceği görülmektedir. Bu sonuçlara göre, kompakt alan ölçüm sistemi ile klasik uzak alan mesafeleri kısaltılmakla kalmayıp, $2D^2/\lambda$ kıstasından çok daha iyi genlik ve faz dağılımına sahip düzlemsel dalga oluşturulmaktadır.

Bölüm 3’te ölçümlerin yatay ve dikey polarizasyonların tüm kombinasyonları için gerçekleştirildiği belirtilmişti. Bu ölçümlerden elde edilen sonuçlara göre çapraz polarizasyon seviyelerinin -30 dB’den düşük olduğu görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre yapılan analizlerle gerçek sinyal, istenmeyen sinyal seviyeleri ve bunun yarattığı belirsizlikler hesaplanabilmektedir. Bu analizler sonucunda, 48 GHz’de istenmeyen sinyal seviyelerinin, ana huzmeden 8° uzakta -65 dB seviyelerinde olduğu ve bunun da -30 dB seviyesindeki yan huzmelerde ±0,15 dB’lik bir belirsizliğe sebep olacağı hesaplanmıştır.

90 ve 110 GHz frekanslarında yapılan ölçümler için de benzer analizler yapıldığında örneğin 90 GHz’de -30 dB seviyesindeki yan huzmelerde ±0,2 dB’lik; -40 dB seviyesindeki huzmelerde ise ±0,5 dB’lik belirsizlikler olacağı öngörülmektedir.

5. Sonuç

ASELSAN Kompakt Alan Anten Ölçüm Sistemi anlatılmıştır. Değerlendirme testleri sonuçlarına göre kompakt alan ölçüm sistemi ile 2,4m sessiz bölge içinde elde edilen düzlemsel dalganın faz ve genlik dağılımının oldukça iyi

olduğu görülmüştür. Ayrıca çapraz polarizasyon seviyelerinin de düşük olduğu ölçümlerle anlaşılmıştır. İstenmeyen sinyal seviyelerinin düşük olması nedeniyle düşük yan huzme seviyelerinin yüksek doğrulukla ölçülebildiği gösterilmiştir.

Sonuç olarak, bu ölçüm sistemi ile 1-110 GHz frekanslarında, 2,4 m büyüklüğünde anten sistemleri, temiz oda özelliklerine sahip kontrollü bir ortamda, oldukça yüksek hassasiyetle ölçülebilmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Gary E. Evans, “Antenna Measurement Techniques” Artech House, Boston, 1990.
- [2]. Constantine A. Balanis, “Antenna Theory Analysis and Design” John Wiley and Sons, New Jersey, 2005.
- [3]. Teh-Hong Lee ve Walter D. Burnside, “Performance Trade-Off Between Serrated Edge and Blended Rolled Edge Compact Range Reflectors” IEEE Transactions on Antennas and Propagation, cilt 44, sayfa 87–96, Ocak 1996.