



TÜBİTAK BİLİŞİM VE BİLGİ GÜVENLİĞİ
İLERİ TEKNOLOJİLER ARAŞTIRMA MERKEZİ



Antenler Arası Girişim Etkilerini Azaltma Amaçlı Platform Üzeri Optimizasyon Çalışması

İÇİNDEKİLER

- **Laboratuvar Tarihçesi ve Yürütülen Çalışmalar**
- **Örnek Analiz Çalışması ve Çıktıları**

Kuruluş: EMC TEMPEST Test Merkezi (ETTM) olarak 1995-1999 yılları arasında gerçekleştirilen ARGE-951 projesi (Gnkur. MEBS Bşk.lığı) kapsamında kuruldu.

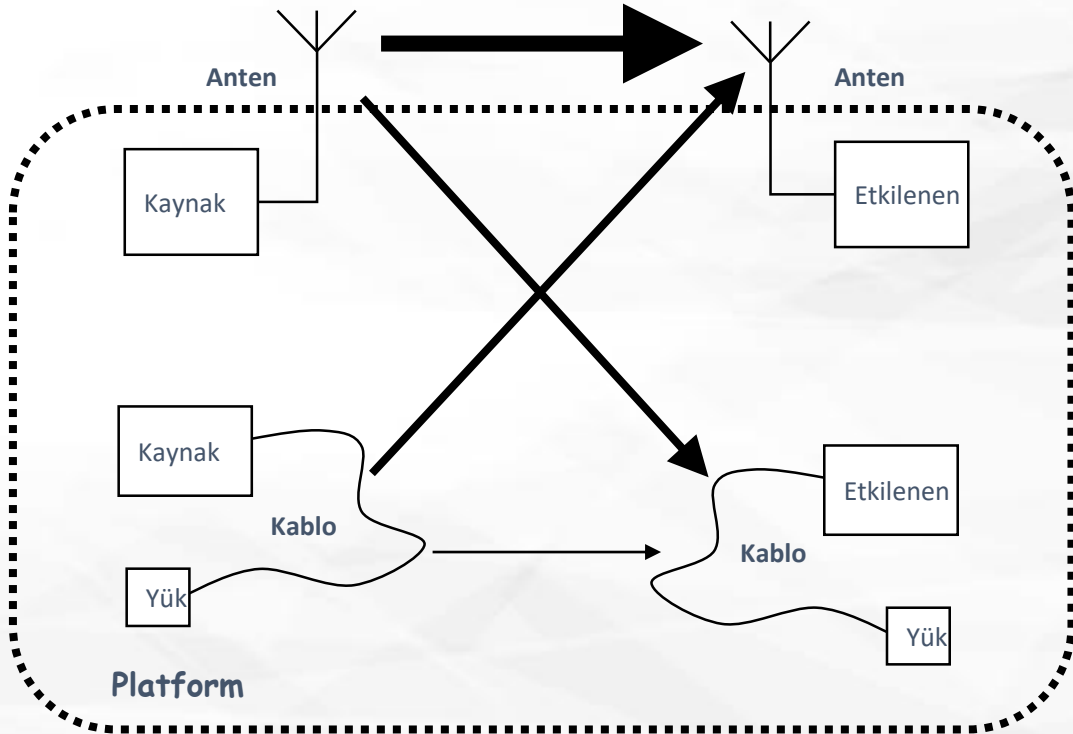
Adım-1: 1999 yılından itibaren cihaz seviyesinde MIL-STD-461 standardı testlerine başlanmış ve daha sonra MIL-STD-464 standardı çerçevesinde platform seviyesinde elektromanyetik uyumluluk konusunda ayrıntılı çalışmalara devam edilmiştir.

Adım-2: 2005 yılında SSM ile imzalanan MİLGEM projesi kapsamında ilk kez büyük ölçekli bir platformun tüm elektromanyetik uyumluluk faaliyetleri yürütülmeye başlanmıştır.

Adım-3: 2012 yılının başında, TÜBİTAK UME bünyesine EMC-2 Laboratuvarı olarak dahil olmuş ve platform seviyesindeki proje çalışmalarını 2014 yılı sonuna kadar orada sürdürmüştür.

Adım-4: 2015 yılı başı itibariyle platform seviyesindeki proje çalışmalarına TÜBİTAK BİLGEM Test ve Değerlendirme Başkan Yardımcılığına bağlı EMI/EMC Test ve Değerlendirme Laboratuvarı olarak devam etmektedir.

- Uçak, gemi ve benzeri askeri platformlarda Elektromanyetik Girişim (EMI) problemlerinin azaltılmasıdır. Bu problemlerin kökeni platform üzerinde bulunan **antenli alıcı/verici** sistemlerdir.

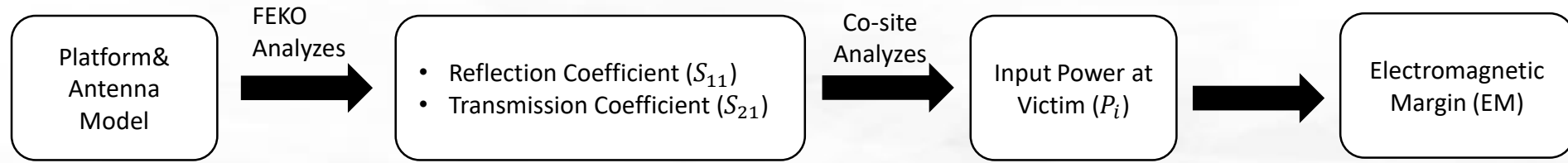


- Elektromanyetik Girişim (EMI) problemlerinin önceden kestirimi (**Analiz**)
- Elektromanyetik Uyumluluk (EMC) için gerekli önlemleri belirlemek/önermek
- Alınan önlemlerin doğrulanması (**Test**)



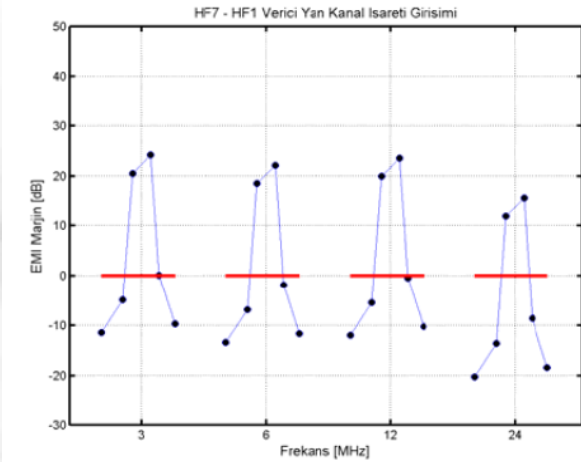
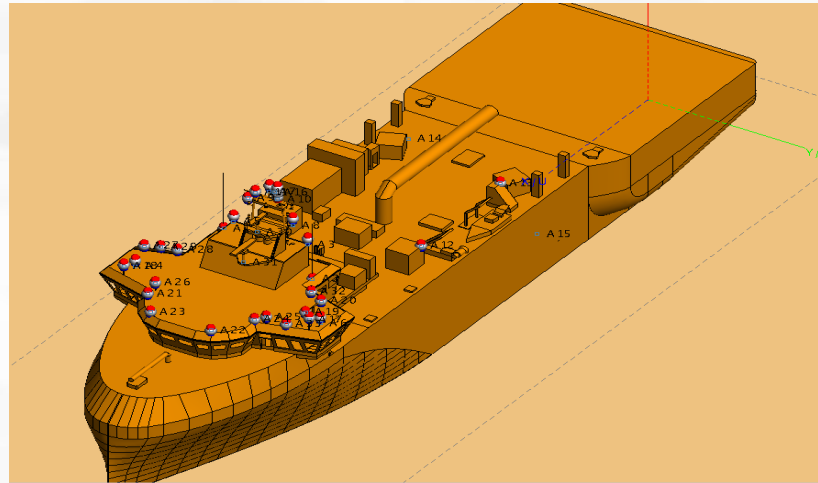
Girişim Analizi

ALTAIR FEKO gibi nümerik analiz yazılımları kullanılarak deniz, hava ve kara platformlarında kullanılacak olan antenli sistemler arasındaki Elektromanyetik Girişim problemlerinin önceden kestirimi çerçevesinde kuplaj analizleri yapılır.



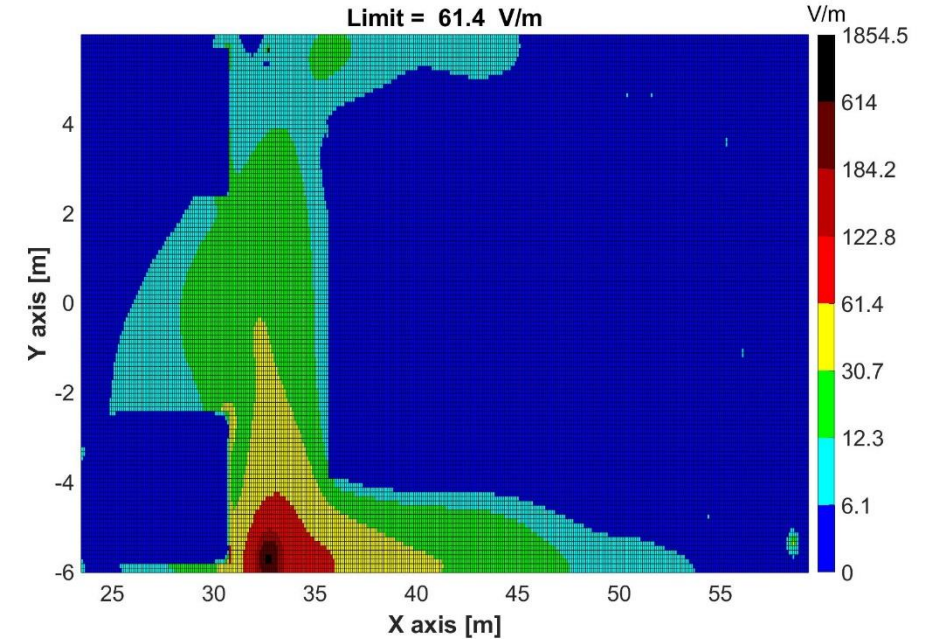
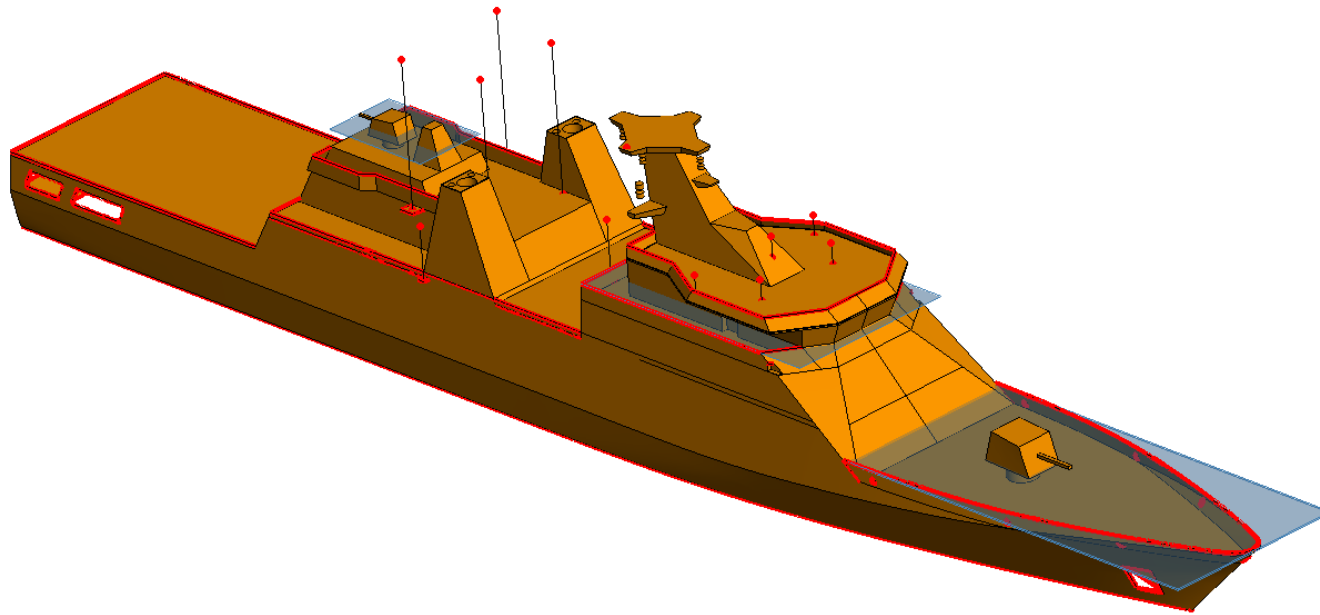
Co-site Analizleri;

- Ön Giriş Yakma Analizi
- Harmonic Girişim Analizi
- Yan Kanal Girişim Analizi



RADHAZ Analizi

Antenli sistemlerden yayılan elektromanyetik alanın personel, mühimmat ve yakıt üzerinde probleme yol açabilmektedir. Bu problemleri ön görebilmek için belirlenen bölgelerde elektrik alan analizi yapılmaktadır. Analiz sonuçlarını ilgili standartlarla (STANAG 2345, Directive 2013/35/EU, MIL-STD-464C, NAVSEA OP3565 vb.) karşılaştırarak sonuçlar değerlendirilir.

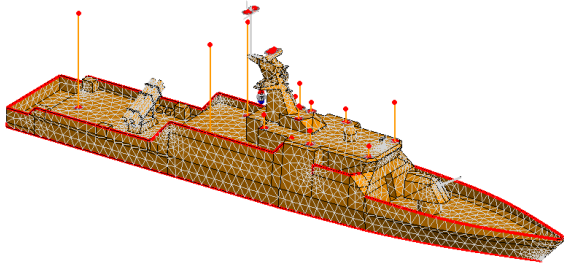


- RF-4E Anten Yerleşim Analizi, ASELSAN (2003)
- MİLGEM EMI/EMC, SSM (2005 – 2012)
- SOM EMI/EMC, SAGE (2008 – 2011)
- KMS IFF Anten Analizi, ASELSAN (2008)
- Sahil Güvenlik Botları EMI/EMC, YONCA-ONUİK (2010)
- SGAK Gemisi EMI/EMC, ASELSAN (2010 - 2011)
- LCT Gemisi EMI/EMC, ADİK, (2010 – 2012)
- F-16 Pod Entegrasyonları, Hv.K.K'lığı (2010 – 2012)
- AZMİM EMI/EMC, FNSS (2011-2012)
- KGK EMI/EMC Projesi, SAGE (2011 – 2013)
- MİLGEM 2.gemi EMI/EMC Projesi, STM (2013)
- Barış Kartalı GSC Anten Yerleşim Analizi Projesi, HAVELSAN (2008 – 2013)
- YHT EMI/EMC, TCDD (2014)
- Barış Kartalı GSC EMI/EMC Test ve Analizi Projesi, HAVELSAN (2008 – 2015)
- GÖKTUĞ EMI-EMC Test ve Analizi Projesi, TÜBİTAK SAGE (2015 – 2016)
- MTA SAG EMI-EMC Test ve Analizi Projesi, İSTANBUL SHIPYRAD (2014 – 2017)

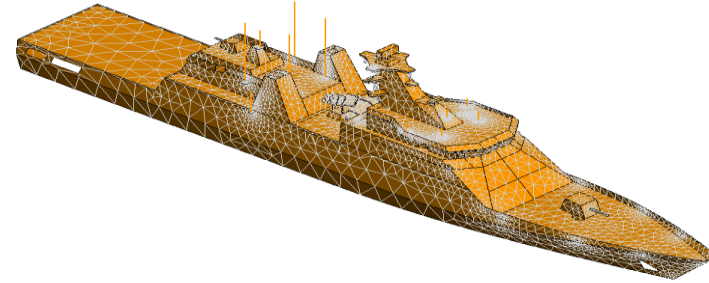
- ALTAY Sistem EMI-EMC Testleri Danışmanlık Projesi, OTOKAR (2014 – 2017)
- MOSHIP ve KURYED Gemileri EMI/EMC Projesi, ASELSAN (2012 – 2017)
- LST Gemisi EMI/EMC Test ve Analizi Projesi, ADİK (2013 – 2017)
- SOM-J EMI-EMC Anten Analizleri Projesi, TÜBİTAK SAGE (2017 – 2018)
- PHSFS EMI-EMC Danışmanlık, Test ve Analizi Projesi, ROKETSAN (2016 – 2020)
- AKYA EMI-EMC Danışmanlık Projesi, ROKETSAN (2020 – 2022)
- CTS EMI-EMC Test ve Analiz Projesi, ADİK Tersanesi (2020 – 2022)
- LCT EMI-EMC Test ve Analiz Projesi, ADİK Tersanesi (2021 – 2022)
- EHPOD EMI-EMC Test Faaliyetleri Projesi, TÜBİTAK İLTAREN (2021 – 2022)
- KARAOK EMI-EMC Danışmanlık Projesi, ROKETSAN (2018 – 2023)
- EDPOD EMI-EMC Test Faaliyetleri Projesi, TÜBİTAK İLTAREN (2022 – 2023)
- AKBABA EMI-EMC Anten Analizleri Projesi, ROKETSAN (2019 – 2023)

PROJELER (DEVAM EDENLER)

KRC 60M Hücumbot EMI/EMC Analiz Projesi, **TESCO**
Indomaritim, **ENDONEZYA (2022 – devam)**



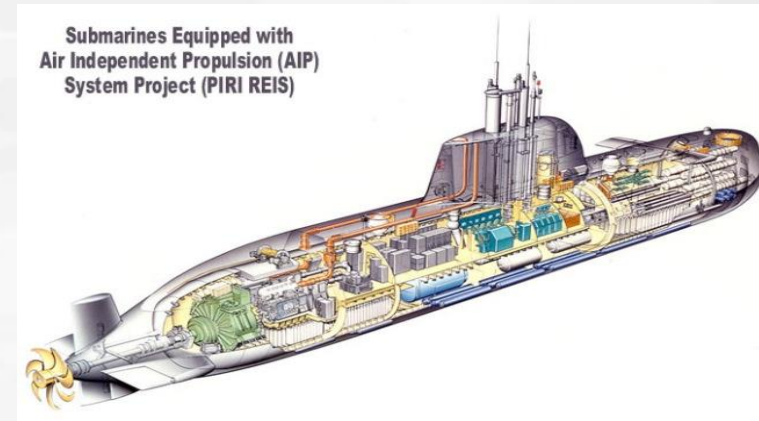
OPV 90M Karakol Gemisi EMI/EMC Analiz ve Test Projesi, **HAVELSAN, ENDONEZYA (2022 – devam)**



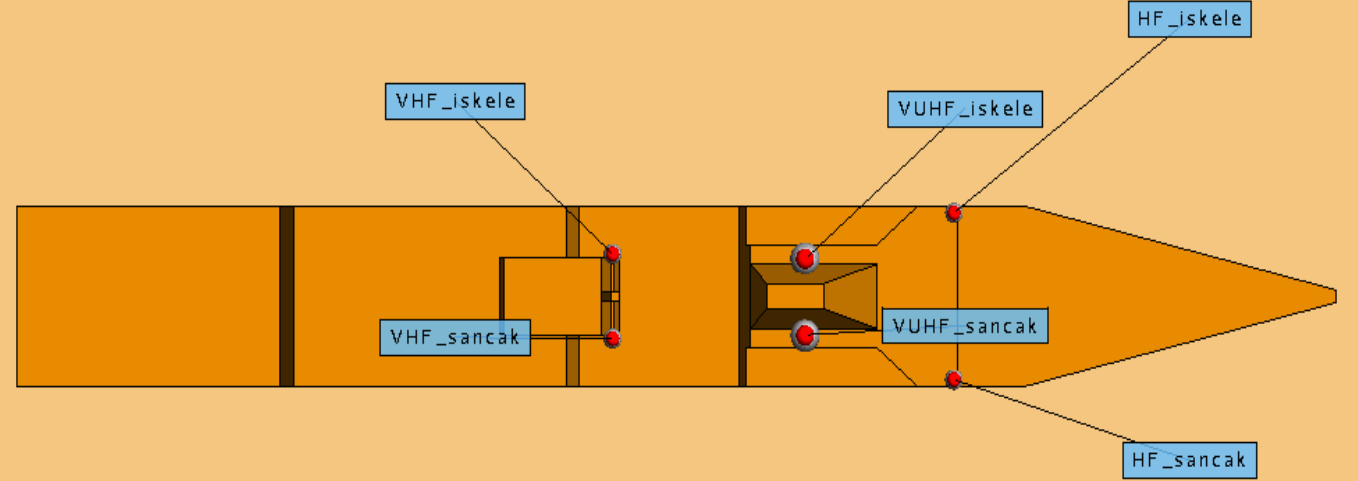
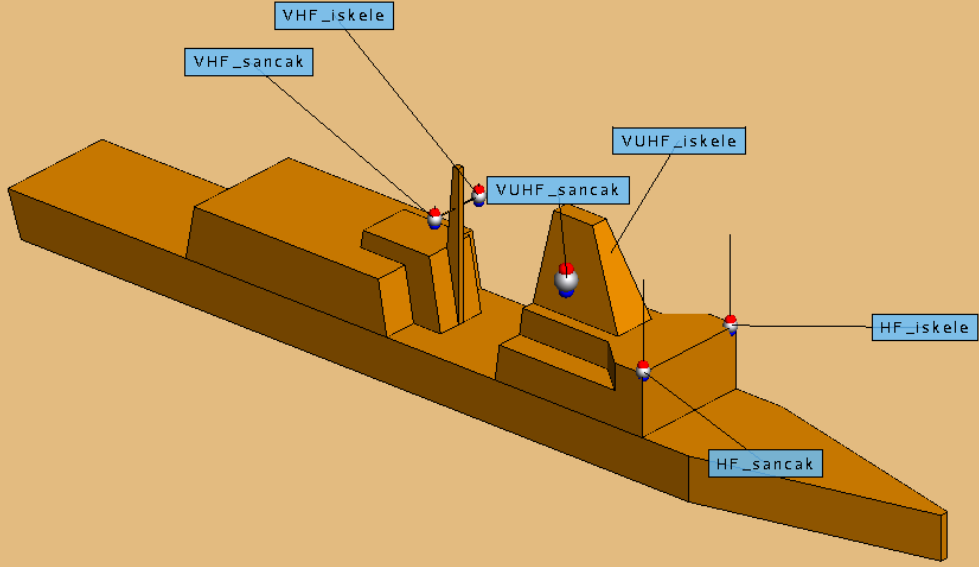
MÜREN-PREVEZE Denizaltı EMI-EMC Test Faaliyetleri Projesi, **TÜBİTAK BİLGEM-BTE (2021 – devam)**



REİS SINIFI Denizaltı EMI-EMC Test Faaliyetleri Projesi, **THYSSENKRUPP (2022 - devam)**



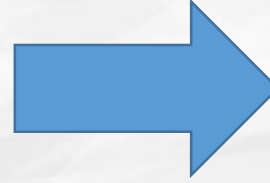
ÖRNEK ÖN GİRİŞ YAKMA ANALİZİ



Anten	Frekans (MHz)	Güç (W)	Ön Giriş Yakma Seviyesi (dBm)
HF İskele	2-30	1000	50
HF Sancak	2-30	1000	50
VHF İskele	150-165	25	20
VHF Sancak	150-165	25	20
V/UHF Sancak	135-210	100	30
V/UHF İskele	135-210	100	30

ÖRNEK ÖN GİRİŞ YAKMA ANALİZİ SONUÇLARI

Kaynak Verici	Kurban Alıcı	Frekans Aralığı [MHz]	Verici Gücü [dBm]	Kurban Kuplaj Seviyesi (dBm)	Kurban Ön Giriş Yakma Seviyesi (dBm)
HF_Iskele	HF_Sancak	2 - 30	60	48,611	50
HF_Iskele	VHF_Iskele	2 - 30	60	21,762	20
HF_Iskele	VHF_Sancak	2 - 30	60	26,642	20
HF_Iskele	VUHF_Sancak	2 - 30	60	-0,624	30
HF_Iskele	VUHF_Iskele	2 - 30	60	7,049	30
HF_Sancak	HF_Iskele	2 - 30	60	48,611	50
HF_Sancak	VHF_Iskele	2 - 30	60	26,654	20
HF_Sancak	VHF_Sancak	2 - 30	60	21,765	20
HF_Sancak	VUHF_Sancak	2 - 30	60	7,066	30
HF_Sancak	VUHF_Iskele	2 - 30	60	-0,649	30
VHF_Iskele	HF_Iskele	150 - 165	43,98	-4,425	50
VHF_Iskele	HF_Sancak	150 - 165	43,98	-13,701	50
VHF_Iskele	VHF_Sancak	150 - 165	43,98	12,15	20
VHF_Iskele	VUHF_Sancak	150 - 165	43,98	-12,297	30
VHF_Iskele	VUHF_Iskele	150 - 165	43,98	2,477	30
VHF_Sancak	HF_Iskele	150 - 165	43,98	-13,419	50
VHF_Sancak	HF_Sancak	150 - 165	43,98	-4,452	50
VHF_Sancak	VHF_Iskele	150 - 165	43,98	12,141	20
VHF_Sancak	VUHF_Sancak	150 - 165	43,98	2,519	30
VHF_Sancak	VUHF_Iskele	150 - 165	43,98	-12,195	30
VUHF_Sancak	HF_Iskele	135 - 210	50	-1,432	50
VUHF_Sancak	HF_Sancak	135 - 210	50	17,352	50
VUHF_Sancak	VHF_Iskele	135 - 210	50	-4,268	20
VUHF_Sancak	VHF_Sancak	135 - 210	50	8,065	20
VUHF_Sancak	VUHF_Iskele	135 - 210	50	-4,252	30
VUHF_Iskele	HF_Iskele	135 - 210	50	17,358	50
VUHF_Iskele	HF_Sancak	135 - 210	50	-1,419	50
VUHF_Iskele	VHF_Iskele	135 - 210	50	8,096	20
VUHF_Iskele	VHF_Sancak	135 - 210	50	-4,231	20
VUHF_Iskele	VUHF_Sancak	135 - 210	50	-4,275	30



Frekans [MHz]	S11 [dB]	MM [dB]	S21 [dB]	Seviye [dBm]	Yakma Seviyesi [dBm]
2	-0,015	-24,484	-76,724	7,759	20
3	-0,1	-16,419	-61,698	14,721	20
4	-0,177	-13,985	-53,456	20,529	20
5	-1,046	-6,694	-48,469	18,225	20
6	-9,99	-0,459	-49,201	11,258	20
7	-6,915	-0,988	-54,215	6,773	20
8	-5,018	-1,643	-55,897	5,746	20
9	-4,466	-1,922	-59,107	2,815	20
10	-3,334	-2,709	-57,125	5,585	20
11	-2,085	-4,187	-54,447	9,74	20
12	-1,388	-5,629	-52,545	13,084	20
13	-1,064	-6,629	-53,433	13,197	20
14	-0,847	-7,514	-55,986	11,527	20
15	-0,717	-8,174	-58,276	9,898	20
16	-0,683	-8,374	-60,012	8,361	20
17	-0,731	-8,097	-49,841	18,255	20
18	-0,91	-7,235	-46,85	20,385	20
19	-1,37	-5,678	-46,664	19,014	20
20	-2,573	-3,497	-46,217	17,279	20
21	-6,063	-1,235	-44,098	17,137	20
22	-13,077	-0,219	-41,64	18,579	20
23	-7,705	-0,807	-40,173	20,635	20
24	-4,097	-2,142	-40,38	21,762	20
25	-2,697	-3,347	-42,199	21,148	20
26	-2,086	-4,185	-43,455	20,731	20
27	-1,745	-4,803	-44,68	20,123	20
28	-1,497	-5,353	-46,342	19,012	20
29	-1,323	-5,806	-47,921	17,885	20
30	-1,213	-6,13	-49,428	16,703	20



Mücahid Taha MERSİN

mucahid.mersin@tubitak.gov.tr