

GÜVEN VEREN TEKNOLOJİ

SAYI 122 / ŞUBAT 2026

aselsan DERGI

ISSN 1300-2473



ASELSAN Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir kuruluşudur.



Profesyonel Haberleşme Sistemleri



Birliktelik

Birliktelik değerimizin
ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Her durumda birlikte sorumluluk üstleniriz.
- Birbirimizle her durumda dayanışma içinde oluruz.
- Ortamda bulunmayanın hakkını koruruz.
- Ekip amaçları için birbirimizi cesaretlendiririz.
- İş sonuçlarına katkı sağladığınızı düşündüğümüz davranışları takdir ederiz.
- Bölümler arası iş süreçlerinin uyumu için bilgiyi ve deneyimi paylaşır, iş birliği yaparız.
- Farklılıklara saygı gösterir, farklılıklardan sinerji yaratırız.



Güven

Güven değerimizin
ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Söylediğimizi yapar, yaptığımızı söyleriz.
- Açık, net ve şeffaf iletişim kurarız.
- Verdiğimiz sözleri tutarız.
- İşleri zamanında ve tam olarak teslim ederiz.
- Hatayı kimin yaptığına değil, sorunun çözümüne odaklanırsınız.



Gelişim

Gelişim değerimizin
ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Sürekli öğrenir ve kişisel gelişimimizin sorumluluğunu alırız.
- Potansiyelimizi zorlayıcı hedeflerle keşfeder ve geliştiririz.
- Gelişim için geri bildirim alırız ve yapıcı geri bildirim veririz.
- İç ve dış paydaşlarımızın gelişimine katkı sağlarız.



Mükemmellik

Mükemmellik değerimizin
ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Süreçlere uygun çalışır, süreçlerin etkinliğini sürekli izler ve iyileştirme önerileri sunarız.
- Kaynaklarımızı verimli kullanırız.
- Daha iyisi için bir işin nasıl yapılmayacağını değil nasıl yapılabileceğini konuşuruz.
- İşimizin izlenebilir, tekrar edilebilir olmasını sağlarız.
- Paydaşlarımızın ihtiyaç ve beklentilerini doğru analiz ve tespit eder, karşılıklı teyit ederiz.



Yenilik

Yenilik değerimizin
ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Rutini sorgular, yeni fikirler üretir, yaratıcı çözümler deneriz.
- Değişim ihtiyacını anlar, destekler ve değişime öncülük ederiz.
- Hata yapmaktan korkmayız ve hataları bir öğrenme fırsatı olarak görürüz.
- Bireylerin farklı fikirlerini ifade etmelerini destekleriz.
- Dünyadaki yenilikçi yaklaşımları takip eder, proaktif bir anlayışla işlerimize yansıtırız.

GÜCÜMÜZ **DEĞER** LERİMİZ



Birliktelik



Güven



Gelişim



Mükemmellik



Yenilik

aselsan

1975'TEN BUGÜNE



TAM BAĞIMSIZLIK İÇİN VARIZ!

Türkiye'nin ASELSAN'ı olarak, alanında en iyileri üretiliyor ve oyun değıştirici teknolojiler geliştiriyoruz.

Dünyanın en büyük savunma şirketleri arasında gururla yükselirken, attığımız her adımla insanımıza ve ülkemize güven vermeye devam ediyoruz.

aselsan

ÇAĞIN ÖTESİNE GEÇEN TEKNOLOJİLER

Haberleşme sistemleri, tarih boyunca egemenliğin ve bağımsızlığın en kritik unsurlarından biri oldu. Günümüzde ise haberleşme altyapıları, ülkelerin stratejik dayanıklılığını belirleyen temel güç çarpanı olarak öne çıktı.

Ülkemizin karşı karşıya kaldığı ambargolar ve tedarik kısıtlamaları, dışa bağımlılığın haberleşme alanında ne kadar büyük riskler barındırdığını açık şekilde ortaya koydu.

1974 Kıbrıs Barış Harekatının ardından ülkemize yönelik başlatılan ambargolar, Türkiye için güçlü bir dönüşüm iradesinin can suyu oldu.

ASELSAN'ın teknoloji serüvenini başlatan ambargolar, yalnızca bir atılımı değil; aynı zamanda ulusal bağımsızlık hamlesinin filizlenmesini sağladı.

ASELSAN, tamamen milli imkanlarla geliştirdiği haberleşme sistemleriyle teknolojik bağımsızlık mücadelesinin simgesi haline geldi.

Yerli ve millî imkânlarla geliştirilen telsizler, kriptolu haberleşme sistemleri, taktik saha iletişim çözümleri, uydu ve uzay tabanlı haberleşme

projeleri ile kritik altyapılara yönelik güvenli ağ mimarileri; ASELSAN'ın yarım asırlık hikayesinin kilometre taşları oldu.

Haberleşme alanında 1970'li yılların en büyük ihtiyacı olan VHF/FM telsizlerini üreterek yola çıkan ASELSAN, 50 yıllık bağımsızlık hikayesinde her zaman ilklerin ve en iyi teknolojilerin merkezi oldu.

Bugün ASELSAN'ın uzmanlaştığı teknolojik kabiliyetlerin temellerinin atıldığı yıllar, geleceği tasarlamak için kuluçka dönemini oluşturdu.

Gerçek zamanlı data haberleşmesini sağlamak amacıyla Taktik Saha Muhabere Sistemini (TASMUS) geliştiren ASELSAN, yıllar içinde dönemin en son teknoloji ürünü cihazı olarak görülen Türk malı ilk GSM telefonu olan ASELSAN 1919'u da üretmeyi başardı.

En kritik zamanlarda kesintisiz iletişim sağlayan JEMUS Projesini tamamen milli imkanlarla geliştirdi.

Haberleşme sistemlerinde ülkemizin ana aktörü olan ASELSAN, başarısını yıllar içinde katlayarak dünyaya açıldı.

ASELSAN'ın haberleşme teknolojilerindeki bu güçlü deneyimi, ülkemizi baştan başa saran ÇELİKKUBBE mimarisinin de omurgası olacak. Çağın ötesine geçen haberleşme teknolojilerimiz, ÇELİKKUBBE'yi oluşturan tüm sistemlerin anlık ve kesintisiz iletişimini sağlayacak.

Geleceğe damga vuracak LEO haberleşme uyduları, askeri 6G haberleşme sistemleri ve kuantum şifreleme gibi kritik teknolojiler üzerinde de çalışmaya devam ediyoruz.

Bu dergiyle ASELSAN'ın haberleşme alanındaki yarım asırlık dönüşüm yolculuğunu ortaya koymaya çalıştık.

Yerli ve milli haberleşme sistemlerinin güçlenmesi yalnızca günümüzün ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayacak, ASELSAN'ı küresel ölçekte teknoloji üreten ve ihraç eden devler ligine taşıyacak.

Bu vizyondan hareketle ASELSAN'ı global bir markaya dönüştürmeye, çağın ötesine geçen haberleşme teknolojilerini geliştirmeyi sürdüreceğiz.



Ahmet AKYOL
Genel Müdür

aselsanDERGİ

ISSN 1300-2473
YIL: 37, ŞUBAT 2026, SAYI: 122

ASELSAN Elektronik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
Adına Yayın Sahibi
Ahmet AKYOL

Genel Yayın Yönetmeni
Mehmet ARTAR

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
İbrahim BİLEKLİ

Yayın Kurulu
Hüseyin Ada ACUN
Kadir Emre AKCI
Serhat BELEN
Esra ERKAN
Mustafa ERKEK
Rana ERMIŞ
Fırat DADAŞ
Sevcan DAŞDAN
Ecem Gözde KARABULUT
İdil Erol KIRIK
Övünç ÖZDEMİR
Mehmet Burak SAAT
Mustafa SAYIN
Barkın SEYDİOĞULLARI
Aybüke TUFAN
Aybeniz YİĞİT

Haber Merkezi
Erdiç ÇELİKKAN
Miray VURMAY
Simge KALKAN

Fotoğraf
İbrahim ÖZTÜRK
Cem TAŞKIN

Dağıtım
Osman ARDOĞAN

Tasarım
ARMAPRGROUP
100. YIL MAHALLESİ HATIR SOKAK 27/5 Gaziosmanpaşa Ankara
06700 ÇANKAYA / ANKARA
www.armaprgroup.com

Yayın Tarihi
Sayı 122 - 24 ŞUBAT 2026

Yayın İdare Adresi
ASELSAN Elektronik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
Mehmet Akif Ersoy Mahallesi
İstiklal Marşı Caddesi, No: 16
Yenimahalle 06200, Ankara

Baskı Cilt
24 ŞUBAT 2026
BAŞAK MATBAACILIK VE TANITIM HİZMETLERİ İTHALAT İHRACAT A.Ş
Macun Mah. Anadolu Bulv. Meka Plaza 5/7 Yenimahalle/Ankara
0312 397 16 17 Matbaa Sertifika No: 51529

Yayının Türü
Yerel Süreli Yayın

Dergide yayımlanan yazılardan, kaynak adı gösterilerek alıntı yapılabilir. Dergide yayımlanan yazılar yazarların kişisel görüşüdür. ASELSAN Elektronik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketini sorumlu kılmaz. ASELSAN Dergisi, Basın Ahlak Yasasına uymayı taahhüt eder.



ASELSAN Elektronik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme
Vakfının bir kuruluşudur.



KAMU GÜVENLİĞİ VE KURUMSAL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ S/7



4G VE 5G'NİN KAMU GÜVENLİĞİ HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE KULLANIMI S/37



GENİŞ BANT ÜRÜN VE SİSTEMLERİMİZ S/77

İÇİNDEKİLER

HABERLEŞME TARİHÇESİ

KAMU GÜVENLİĞİ VE KURUMSAL HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE MİLLİ TEKNOLOJİ HAMLESİ	7
TELSİZ İLE GEÇEN BİR ÖMÜR	17
AFETLERE DAYANIKLI SİSTEM JEMUS'UN 20. YILI	27

KAMU GÜVENLİĞİNDE GENİŞ BANT HABERLEŞME

4G VE 5G'NİN KAMU GÜVENLİĞİ HABERLEŞME SİSTEMLERİNDE KULLANIMI	37
TÜRKİYE'DE BİR İLK: DAR BANT - GENİŞ BANT (4.5G) KETUM ADANA HİBRİT TELSİZ SİSTEMİ	47
GENİŞ BANT ÖZEL MOBİL ŞEBEKELER	57
GELECEĞİN DEMİR YOLU MOBİL HABERLEŞME SİSTEMİ	65

ÜRÜNLER

GENİŞ BANT ÜRÜN VE SİSTEMLERİMİZ	77
DAR BANT ÜRÜN VE SİSTEMLERİMİZ	85





01

ASELSAN KAMU GÜVENLİĞİ VE GÖREV KRİTİK TELSİZ TARİHÇESİ

KAMU GÜVENLİĞİ VE
KURUMSAL HABERLEŞME
SİSTEMLERİNDE MİLLİ
TEKNOLOJİ HAMLESİ

Dilek AFYONLUOĞLU, Güldehan BATMAZ, Ahmet EROL



Türk Silahlı Kuvvetlerinin haberleşme ihtiyaçlarının milli imkânlarla karşılanması amacıyla 1975 yılında kurulan ASELSAN, kuruluşundan bir süre sonra lisans transferi ile yerli telsiz üretimine başlamıştır. Takip eden yıllar içinde, kamu güvenliği telsiz haberleşmesi alanında milli tasarım yeteneğini kazanarak; önce **kristalli analog** telsizler, ardından **sentezörlü analog** telsizlerle gelişim yolculuğuna devam etmiştir. Ülke kurumlarının ihtiyaçlarını milli ürünlerle karşılama ve daha iyiye ulaşma motivasyonu ile birçok ürün ailesi peşi sıra tasarlanmaya ve geliştirilmeye başlamıştır. Bu dönemde analog direk mod, analog geniş alan, MPT analog trunk **telsiz cihazları ile sistemler** birbiri ardına tamamen milli imkânlarla geliştirilmiş ve sahada kullanılmaya başlamıştır. Belediyeler, taksi durakları, dağıtım şirketleri gibi sivil profesyonel kullanıcılar; Polis, Jandarma, İtfaiye ve Ambulans gibi görev kritik haberleşme ihtiyacı duyan kullanıcılar ile Türk Silahlı Kuvvetleri ASELSAN telsiz ve sistemleriyle haberleşir hale gelmiştir.

Efsane olarak anılan 4000 serisi telsizlerin geliştirildiği yıllarda, artan ihtiyaç karşısında Kara Kuvvetleri Komutanlığının elindeki analog telsizlere kriptoya desteğinin eklenmesi talebi oluşmuş, ihtiyacın karşılanabilmesi için **sayısal dünyaya geçiş için ilk adımlar** atılmıştır. Önce analog telsizler sayısal kriptolu telsizlere dönüştürülmüş, hemen ardından bu telsizlerin sistem yaklaşımıyla yönetimi, kriptoya anahtar dağıtımı, uzaktan yasaklama gibi yetenekleri kazanabilmesi için yönetim yazılımları ve sayısal dünyanın getirdiği konum takip, mesajlaşma, sorgulama yapabilen veri uygulama yazılımları geliştirilerek **anahtar teslim sistem** yaklaşımına geçilmiştir. Analog sistemlerde olduğu gibi tek **röleli** sayısal haberleşme sistemlerinden sayısal kriptolu çok **röleli** ve çok siteli geniş alan sistemler geliştirilerek güvenli ve güvenilir kamu güvenliği haberleşme ihtiyacına yönelik özgün ürünler kullanıcılara sunulmuştur.

Bu hamlenin ilk ürünü olarak havadan operasyonel yetenekleriyle tek röleli kapsama sağlayan SK4000 Sayısal Kriptolu Telsiz Sistemi özel kullanıcılar için hazırlanmıştır. Kapsama artırıcı röle (tekrarlayıcı) cihazlarından, kullanıcının üzerinde kullandığı el telsizi, taşıtlarda kullandığı araç telsizi, binalarında kullandığı sabit merkez telsizleri geliştirilerek noktadan çok noktaya kriptolu haberleşme sağlanmıştır. Tüm kuvvetlerin terörle mücadele ve iç güvenlik operasyonlarında bu cihazları devreye almasıyla kısa sürede kriptolu haberleşmenin sahada olumlu geri dönüşleri alınmaya başlanmıştır. 2000'li yıllara doğru SAGE2000 – Sayısal Geniş Alan Kaplama Sistemi ile geniş alan kapsama sistemlerine geçiş yapılmış İzmir NATO Karargâhı, Kıbrıs Emniyet birimlerinin kullanımına sunulmuştur.





ASELSAN'ın kendi kriptosunu tasarlama ve uygulama yeteneği kazanmasıyla sahadaki 4000 serisi SK cihazlara güncelleme yapılarak Sayısal Kriptolu ikinci nesil (SK2) telsiz sistemine erişilmiştir. Pratik kullanımlı ve kriptolu haberleşme sağlayan SK2 Telsiz Sistemi önce yurtiçi sonra yurtdışında, çok sayıda kullanıcı grubuna on binlerce adet teslim edilmiştir. SK2 Telsiz Sistemi, ASELSAN'da haberleşme cihazları alanında önemli bir ihracat hamlesi olmuştur.

Haberleşme teknolojilerinin dünyada birinci nesilden ikinci nesle geçtiği o dönemde GSM operatörleri ile hücresel haberleşme ağları yaygınlaşmaya başlamıştır. Tasarım birikiminin gittikçe artmasıyla ASELSAN **ilk yerli cep telefonu 1919'u** tasarlamış ve üretimine geçmiştir. 1920 ile rekabetçi yeteneklerle ikinci milli cep telefonu piyasaya arz edilmiştir.

Cep telefonunda kazanılan kullanıcı arayüzü ve kullanım konsepti sayısal tabanlı 4400 el telsizlerine temel oluşturulmuştur. Bu seri kullanıcı arayüzü, akıllı batarya teknikleri ile kendi sınıfında dünya çapında ilklere imza atmış, küçük ebatla yüksek çekim gücü ve donanım kriptoyaklaşımıyla **profesyonel telsiz ailelerinde yeni bir dönemi** başlatmıştır. Önceki se-

rilerde elde edilen geri beslemenin yansıtıldığı, Avrupa ve Amerika yanında artık Uzakdoğu ürünlerle de rekabetin başladığı bu dönemde **ASELSAN, tasarım gücünün uluslararası pazarda yarışabilirliği** açısından önemli bir rol üstlenmiştir.

Jandarma Genel Komutanlığının 2003 yılında JEMUS Projesi kapsamında açık standart **APCO25 standardında haberleşme sistemi** ihtiyacıyla 4700 Serisine geçiş yapılmıştır. JEMUS projesi kapsamında geliştirilmeye başlanan ve ASELSAN'ı bir başarıdan diğerine sürükleyen 4700 Serisi Telsizler, 2006 yılında ülkemizin ilk Amerika **normlarında açık standart telsizleri olup ABD'de satılan ilk ASELSAN** ürünü olma ünvanını taşımaktadır. Aynı yıl Amerika'da APCO Fuarında TIA tarafından dünyanın "en küçük ebatlı ve en hafif APCO25 Telsizi" olarak da işaretlenmiştir. ASTELA 4700 serisi Türkiye'nin en büyük görev kritik telsiz haberleşme sistemi olan JEMUS Projesi kapsamında geliştirilen, uluslararası profesyonel seri telsizlerin üretim teknoloji transferlerinde lokomotif rolü üstlenmiş cihazlardır. Yazılım tabanlı yapısıyla müşteri idamesini kolaylaştıran, pratik, kolay kullanımlı ve güvenilir olması nedeniyle devam ettirilmesi için müşterilerden gelen yoğun talep üzerine, ASELSAN'da beşinci





kez yeni tasarımıyla ürün ömrü uzatılan tek telsiz serisidir. ASELSAN'ın uluslararası sahada açık ihaleyle alınan işlere imza atmasıyla, öncesinde yüz binli satış adetlerinin 25 yılda üç katına çıkmasına imkân vermiştir. Bu süreçte ASELSAN'ın üretim kapasitesi ve teknolojileri yanında artan ekosistem kullanımıyla yerli imalat sektörüne katkıları büyük olmuştur. Bu serinin yurtdışından alınan antenleri, tekrarlayıcı almaç çoklayıcı ve güç birleştirici RF yan birimlerinin tamamı yerli imalata aktarılmıştır.

2011'de Emniyet Genel Müdürlüğü'nün milli kriptolu **DMR Telsiz Sistemi** ihtiyacı için emsali görülmemiş bir hamleyle altı ay gibi bir sürede temel işlevsellik kazanılmış, zorlu coğrafyaya sahip, güvenliğin kritik öneme haiz olduğu illerde sistemin hayata geçirilmesi sağlanmıştır.

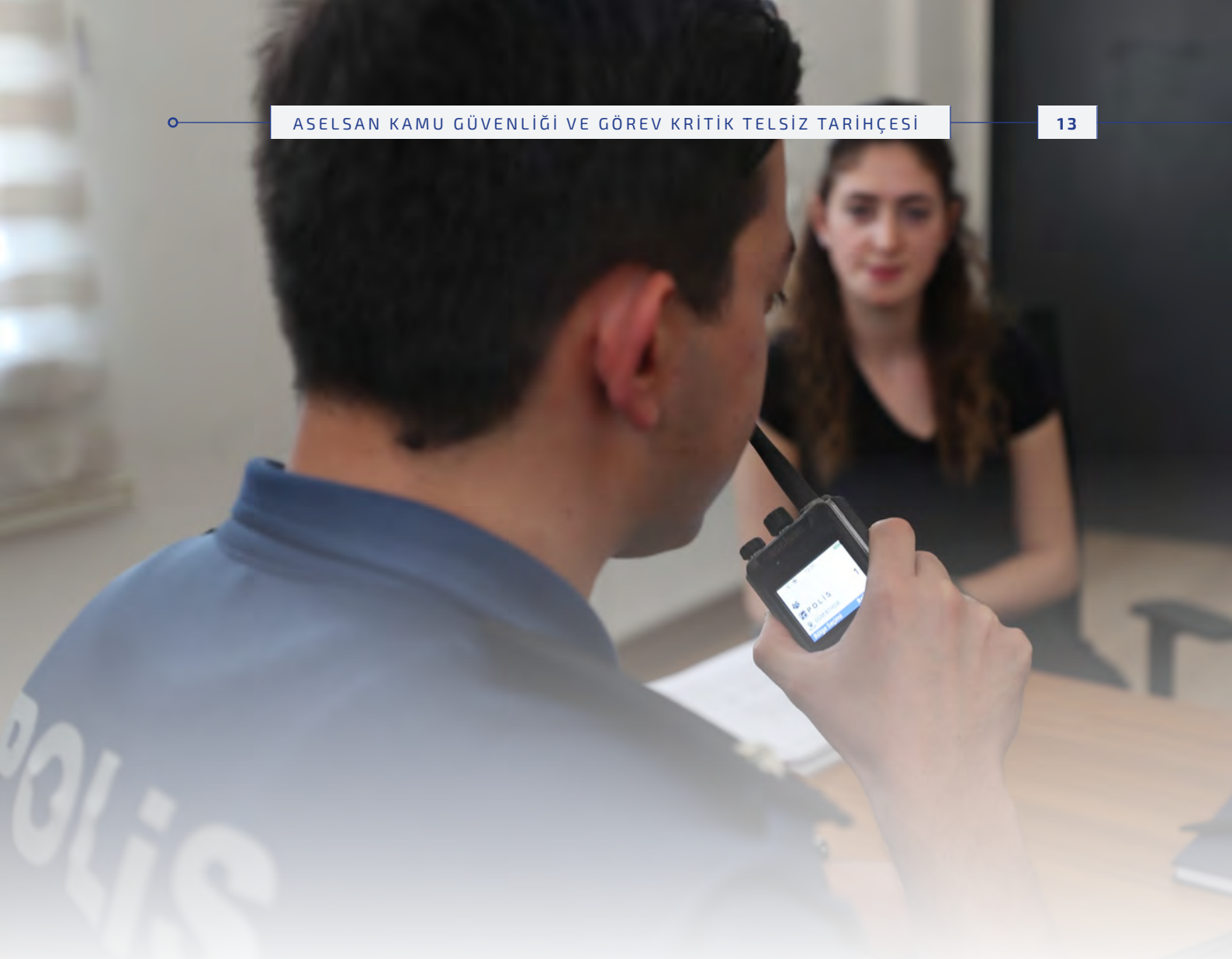
Bu çalışmaların paralelinde **dünyada ilk APCO tabanlı sayısal haritalı telsiz** 4900 ATLAS serisi 4912 geliştirilmiştir. ASELSAN 4900 ATLAS El Telsizi ismiyle 2012 Yılı TESİD Yenilikçilik Ödülünü kazanan ASTELA 4912 El Telsizi, aynı cihazda çoklu sistem, çoklu krypto, çoklu bant, çoklu mod gibi yetenekleri ile ilk çoklu görev işletim sistemli telsiz ünvanına sahiptir.



Kullanıcı gereksinimlerinin karşılanabilmesi amacıyla açık standart sistemlerde standartların üstüne yeni yeteneklerin kazandırılması ihtiyacı ortaya çıkmış ve bunlara patent ve faydalı model alınmaya başlanmıştır. APC025 ve DMR sistemlerinde standardın belirlediği konum belirleme özelliği için **dakikada toplanabilecek konum değerinin beş katı kapasitede** GPS konum sorgusu yapabilmek yeteneği uluslararası arenaya taşınmıştır. **Yazılım Tabanlı Telsiz Anahtarlama Biriminin** geliştirilmesiyle dönemin dünyada tüm sistem bileşenlerini anahtar teslim sağlayabilen beş firma arasına girilmiştir.



Mobil haberleşme sektöründeki hızlı değişimlere ve yerli ürün ihtiyacına yönelik Dördüncü Nesil(4G/LTE) Haberleşme Sistemi Geliştirme (ULAK) Projesi kapsamında Uzak Radyo Birimi (RRU) geliştirmeleri yapılmıştır. Türkiye'nin ilk 4,5G Makro Cell İstasyonu için ARENA ürün ailesinde 450, 700, 800, 1800 ve 2600 MHz frekans bantlarında ürünler geliştirilmiştir. Ticari operatör, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından işletilen evrensel hizmet sahalarında, yaklaşık 3000 baz istasyonunda geliştirilen ürünler kullanılmakta; yurt dışı satışlar için çalışmalar yürütülmektedir.



Ülkemizin doğal afetler açısından oldukça risk taşıması nedeniyle kurumlar arası ortak haberleşme amacıyla farklı çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalardan en önemlisi Savunma Sanayi Bakanlığı tarafından yürütülen KETUM Projesi kapsamında Adana İl Emniyet Müdürlüğüne kurulmakta olan Dar Bant-Geniş Bant Entegre Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemidir. Sistemde çalışmak üzere Görev Kritik HYBRA 3810 El Terminalleri geliştirilmektedir. Android işletim sistemine ve dokunmatik geniş ekrana sahip olan bu akıllı el terminalleri VHF veya UHF bandında; APCO veya DMR olarak hizmet verebilecektir. HYBRA El Terminalleri Görev Kritik LTE sisteminde 700 MHz'de; ticari LTE sistemlerinde ise 800, 1800 ve 2600 MHz'de çalışabilecek yetenektedir. Adana'da kurulmuş olan, LTE ve DMR sistemlerini entegre bir şekilde kullanıma sunan haberleşme sistemi, Türkiye'nin teknoloji tarihinde milli tasarımla gerçekleştirilen kendi alanındaki ilk uygulama olarak yer alacaktır.

Her tasarım bir öncekinden daha olgun ve ihtiyacı en iyi karşılar, güncel teknolojileri barındıran, rekabetçi, kolay üretilebilir, maliyet etkin, kolay bakım-onarım yapılabilir yani kısaca daha profesyonel hale gelmektedir. 2025 Yılı ile birlikte bu ürün grubu, ASELSAN Telsiz Ailesi ASTELA olarak isimlendirilmiştir. Güncel ürün ASTELA 3700 serisi telsizler, sahip oldukları teknolojik birçok özellik yanında aynı telsizde APC025 ve DMR özelliği ile rakipleriyle arayı ciddi anlamda açabilmiştir. ASELSAN'ın Design Turkey yarışmasında Tasarım Ödülü de aldığı bir telsiz olup, tek seferde 20 bin adet teslimat rekoruna sahiptir.

Kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde **IHA'lara ASTELA 4942 tekrarlayıcı telsiz** eklenerek kapsama alanının kuvvetlendirilmesi yanında bina ve tünel içlerinde haberleşmeyi sağlayan EXTENDAS cihazları gibi alan özel ürünlerin gelecekte ticarileşecek yeni haberleşme teknolojileri izlenmekte ve yerli imkanlar dahilinde çalışılmakta, ülke yararına geliştirmeler sürdürülmektedir.

Ülke çapında her dönemde farklı ihtiyaçları karşılayacak şekilde ASELSAN'ın tecrübe ve bilgi birikiminin yansıtan, yeni geliştirmeler ve ürünlerle zenginleştirilerek birçok kullanıcıya hizmet veren telsiz

sistemleri kamu güvenliği kurumlarımızın gurur kaynağı olmuştur. Bugün proje yönetimi, ürün yönetimi, cihaz tasarım, sistem tasarım, sistem yedekliliği, modülerliği, esnekliği, veri yedekliliği, kapsama planlaması, frekans planlaması, kurulum yetenekleri, işletmeye alma, konfigürasyon yönetimi, kalite kontrol, çok adetli üretim yeteneği, entegre lojistik ve idame desteği, bakım-onarım servis hizmetleri açısından büyüme-gelişim grafiğiyle birçok firmaya emsal haline gelmiştir.

ASELSAN kamu güvenliği haberleşme sistemleri projeleri bu amaç için özelleşmiş nitelikli bir ekibin, şirket misyon ve vizyonuna uygun değerlerle, ülkesindeki tüm kurumların ve sanayinin desteğini alarak büyük oyuncuların arasına girdiği bir gelişim ve ilerleme hikayesidir. ASELSAN, aynı zamanda lisansla yerli üretim cihazların kutu satışını yapan bir firmanın, yurtdışına kendi geliştirdiği teknolojinin üretim transferini yapan açık/kapalı standarta sistem tasarımı, geliştirme, üretim ve entegrasyonu ile uluslararası platformda anahtar teslim birçok sistem sağlayabilen sayılı markaya dönüşüm yolculuğudur.





Yıl: 1992



Yıl: 2024



Yıl: 2002



Yıl: 2025

02

TELSİZ İLE GEÇEN BİR ÖMÜR

Ali BÜKE
Tunç TEKELİOĞLU

Arif Burak ORDU, Yaşar KALAY, Talip KÜÇÜKKILIÇ

Nice başarılar ve ürünler ile dolu 50 senelik ASELSAN destanının ilk sayfalarında bolca "haberleşme" ve "telsiz" kelimeleri geçmektedir. Şu an heybetli bir volkan alevi gibi güçlü yanan ASELSAN fabrikasının bacasının doğuşu, telsiz üretimi ve tasarımı ile başlayan bir çoban ateşi ile doğmuştur desek yeridir.

Rahmetli Hacim KAMOY başta olmak üzere; teknisyeninden şoförüne, çaycısından mühendisine nice ASELSAN'ının emekleri ve fedakarlıkları ile yazılmış olan bu destanın ilk hikayesi lisans transferi ve yerli telsiz üretimi olmuştur.

O günlerden bu günlere, profesyonel haberleşme alanındaki ürünler çeşitlenerek artmış; polisinden jandarmasına, sağlıkçısından itfaiyecisine tüm kamu güvenliği kurumlarının ihtiyacını karşılayabilen ürünler ve sistemler ASELSAN çalışanlarının emekleri ile var olabilmektedir.

Profesyonel haberleşme ürün ailesinde yer alan telsiz ve yazılımların birçoğunda imzası olan iki kıymetli ASELSAN çalışanı ile gerçekleştirdiğimiz sohbetten bazı kesitleri bu yazı aracılığı ile sizlere ulaştırmaktan mutluluk duyuyoruz.



Yıl: 1992



Yıl: 2024

Ali BÜKE

1964 Bursa doğumlu Ali Büke (E), 1986'da ODTÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünden Kontrol ve Bilgisayar alanında mezun olduktan sonra şirketimizde tasarım mühendisi olarak göreve başladı. 2024'te emekli olana dek, kamu güvenliği için telsiz sistemleri alanında 38 yıllık birikimiyle sayısız projeye imza atarak ASELSAN'ın unutulmaz isimlerinden biri oldu.

1986 yılında ilk işe başladığınızdaki hisleriniz nelerdi? ASELSAN'dan haberdar mıydınız? Nasıl bir çalışma ekibiniz vardı? Kaç kişilik bir ekiptiniz?

ASELSAN'dan işe başlamadan önce haberdardım; ODTÜ'de bölüm arkadaşlarımdan bazıları 4. sınıfta ASELSAN'da çalışıyordu. Ancak ben Telekom alanında ek dersler alarak programımı oldukça yoğunlaştırmıştım, bu yüzden mezuniyetimi bekledim ve 1986'da ASELSAN'da işe başladım. İlk günler heyecan vericiydi; büyük bir sorumluluk aldığımı hissediyordum.

İşe başladığımda, 4811/4815 El Telsizi Projesi henüz projelendirme aşamasındaydı. Ekibimiz yetkin isimlerden oluşuyordu: Müdürümüzün liderliğinde, mikroişlemci konusundaki uzmanlığıyla müdür yardımcımız ekibin önemli bir parçasıydı. Ben tasarım mühendisi olarak ekibe katıldım. Kısa süre sonra telsiz parametre programlamaya ihtiyaç duyuldu ve Pascal dilinde PC programlama bilen bir uzman ekibimize dahil oldu. Böylece dört kişilik bir çekirdek ekip haline geldik.

Ayrıca, 4200 serisi kristalli telsizler ile deneyim kazanmış bir RF donanım ekibiyle yakın çalışıyorduk. O dönemdeki telsizler, her kanal için ayrı kristal gerektiriyordu ve üretim sonrası elektromekanik müdahale olmadan frekans değişikliği yapılamıyordu. Bu, o dönemin teknolojisini çarpıcı bir şekilde yansıtan bir detaydı. Ekibimizin üzerinde çalıştığı 4800 serisi, mikro denetleyici ve sentezörle donatılan ilk telsiz ailesi olarak bu sınırlamaları aşmayı hedefliyordu.

1980'lerin sonunda ve 1990'ların başında çalışma ortamınız nasıldı, çalışmalarınızı nasıl yürütüyordunuz? Günümüze kıyasla o dönemin zorlukları nelerdi?

İşe başladığımızda tüm fabrikada sadece 4-5 bilgisayar vardı: İki tanesi IBM, diğerleri ise DEC Rainbow 100 modelleriydi. Yazılım geliştirme ortamımız oldukça kısıtlıydı; bir diskette MSDOS, bir diğerinde derleyici, üçüncü diskette ise derlenmiş yazılımlar bulunuyordu. Veriler disketlerle yönetiliyor, bilgisayarlar dış dünyayla RS232 protokolü üzerinden iletişim kuruyordu. Bilgisayarlar ekipçe ortak kullanılıyordu; bazen üç kişi tek bir bilgisayarın başında çalışıyorduk.

4811/4815 El Telsizinde kullandığımız RCA-6805 mikroişlemcisinin ROM'u yalnızca 4KB idi ve bu alan Assembly dilinde yazdığımız kodlarla %100 doluluk oranına ulaşıyordu. Kodları yazdıktan sonra maskeleye için işlemci firmasına gönderiyorduk; firma maskeleye işlemini tamamladıktan sonra işlemcileri bize geri yolluyordu. Bu, kodda düzenleme şansımızın olmadığı anlamına geliyordu. Hata yapma lüksümüz yoktu ve kodların çok iyi test edilmesi gerekiyordu. Kodları yazmadan önce kâğıt üzerinde dikkatlice hazırlıyor, bilgisayara aktardıktan sonra üzerinde çalışıp gerektiğinde yazıcıdan çıktı alıyor ve tekrar kâğıt üzerinde titizlikle inceliyorduk. Bilgisayar ekranlarında sadece 25 satır kod görülebiliyordu. Tüm bu süreçler, günümüze kıyasla tasarım süreçlerini büyük ölçüde zorlaştırıyordu.

4800 serisi Araç (4821/4825) ve Sabit Merkez (4831/4835) Telsizlerinde 8031 işlemci mimarisi kullanıldı. Kod harici parametreler flash bellekte tutulabiliyordu. Bu mimariye geçişin temel motivasyonu, daha geniş kod

belleği ve yeniden programlanabilme olanağı sunmasıydı; kodlar ise Pascal'a benzeyen bir programlama dili olan PL/M-51 ile yazıldı.

O dönemde ASELSAN

sivil telsizlerinde analog

modülasyonun sınırlarını

sonuna kadar zorladığınızı

ve dünya standartlarıyla

rekabet ettiğinizi görüyoruz.

Bu başarının ardında şüphesiz

ekibinizin yoğun çabaları yatıyor.

Analog modülasyondan sayısal

modülasyona geçiş sürecinde

neler yaşadınız, bu değişim

hakkında bize neler anlatmak

istersiniz?

1990'lı yılların başında Nokia, araç telefonları ve MPT 1327 Analog Trunk Sistemi üreticisiydi. Analog Trunk sistemde santral ve baz istasyonu ürünleri bulunuyordu ancak taşınabilir el telsizleri yoktu. Biz de ticari taksiler için geliştirdiğimiz Analog-Trunk telsizleri Finlandiya'ya götürüp Nokia ile birlikte çalışabilirlik testleri yaptık. Testler başarılı geçti; sonuçlar memnuniyet vericiydi. Ne var ki, bu görüşmeler ticari bir ilişkiye dönüşmedi.

İlk kriptolu telsizimiz, 4800 serisinin mekanik paketi içinde bir opsiyon kartı olarak tasarlandı ve analog kriptolama tekniği olan «Time Division Multiplexing Encryption» (TDM) kullanıldı. Ancak analog modülasyonun kriptoyetenekleri oldukça sınırlıydı. Bu durum, daha güçlü bir kriptoyeteneği için sayısal modülasyona geçişte önemli bir motivasyon kaynağı oldu.

4000 serisi telsizlerde ilk kez "self-programming" yapısı hayata geçirildi. Daha önceki modellerde yazılım güncellemeleri, cihaz açılarak yapıliyordu. C programlama dili, ilk olarak 4000 serisi telsizlerde kullanıldı ve günümüze kadar sivil telsiz projeleri bu dilde yazılmaya devam etti. Bu seri, yenilikçi özellikleriyle dikkat çekerken, ilerleyen süreçte SK4000 modellerinin temelini oluşturdu. Sayısal Sinyal İşleme ekibi ise ilk kez SK4000 telsiziyle kuruldu; bu modelde Texas Instruments'ın DSP'leri kullanıldı ve DSP kodları "assembly" dilinde yazıldı.

4000 serisinde sorunsuz bir tedarik hedefiyle Uzak Doğu'dan bir firma tercih edildi. Başlangıçta Hitachi işlemcileriyle çalışmalar sürdürülüyordu. Ancak, tedarik ve fiyatla ilgili son anda bir aksilik ortaya çıkınca Mitsubishi firmasının işlemcilerine geçiş kararı alındı. Bu durum, kodların Mitsubishi işlemcilerine uyarlanıp taşınması gerekliliğini doğurdu. Ekiplerimizle birlikte bu sorunu gece gündüz çalışarak, büyük emeklerle aştık.

ASELSAN'ın 90'lı yıllarda en

popüler projelerinden biri,

1919 model numaralı cep

telefonlarıydı. Türkiye'nin ilk yerli

cep telefonu olarak dikkat çeken

bu projede sizin de bir katkınız

oldu mu, bu süreçte nasıl bir

rolünüz vardı?

Evet, Model 1919 ASELSAN cep telefonu projesine katkılarım oldu. Telsiz platformunda mikro denetleyici konu-

sundaki tecrübelerimi bu projeye destek vermek için kullandım. Telsiz tarafında daha çok hava arayüzü kontrolü üzerine yoğunlaşmış olmama rağmen, cep telefonu projesinde "board support package" (BSP) konularında çalıştım. Bu kapsamda yazılım güncelleme, kendi kendine programlama, çevresel birimlerin okunması ve kontrolü gibi işleri gerçekleştirdim.

4000 Serisinden bugüne ASELSAN

sivil telsizlerinde sizin için öne

çıkan dönüm noktaları nelerdi?

2000'li yıllarda günümüze

bu süreci başarıyla nasıl

yürütebildiniz?

2000'li yıllarda cep telefonu teknolojisindeki gelişmeler, bileşenlerin ve bataryaların küçülmesini beraberinde getirdi. ASELSAN da bu doğrultuda, 4000 Serisinden 4400 Serisine geçiş yaparken en büyük değişimi batarya teknolojisinde gerçekleştirdi. Nikel-kadmiyum pillerin yerine lityum-iyon piller kullanılmaya başlandı. Bu dönüşüm, telsizlerin hem daha hafif hem de daha kompakt hale gelmesini sağladı.

4400 Serisi'nden 4700 Serisine geçişin en büyük motivasyonu, Jandarmanın APCO dalga formunu benimsemesi ve bu doğrultuda bir talepte bulunmasıydı. Ancak, 4400 Serisi'nin işlemci kaynakları bu ihtiyaca yeterli gelmediği için 4700 Serisi geliştirildi. 2003 yılı civarında, JEMUS projesi öncesinde, askere gidenler ve işten ayrılanlar nedeniyle ekip sayısı azaldı. Buna rağmen, kalan ekip üyeleri yoğun bir çalışma temposuyla süreci başarıyla tamamladı ve 4700 Serisi'ni hayata geçirdi.

DMR 4700 ve 4900 Serilerinin tasarımı süreçlerinin çakışması, ekibin yoğun mesailer harcadığı zorlu bir dönemdi. 4900 Serisi, ASELSAN'ın işletim sistemi bulunan ilk telsizi oldu ve birçok yeniliği beraberinde getirdi: İlk renkli ekran, ilk navigasyon yazılımı, ilk çift bant (dual-band) desteği, ilk USB arayüzü ve ilk çoklu sistem desteği... 4900 Serisinin başarısı, dönemin en güncel teknolojilerini hızlı bir şekilde kullanabildiğimiz bir ispatı oldu. Şirket, geçmişte olduğu gibi bugün de kamu güvenliğinde kullanılan sivil telsiz teknolojilerinde 3700 ve 3800 Serileri ile dünya çapında rekabet edebilecek, üst seviye çözümler geliştirmeye devam ediyor.

Genç ASELSAN mühendislerine

ve mühendis adaylarına

tavsiyeleriniz nelerdir?

Mühendislik temellerine sağlam bir şekilde hâkim olmak her mühendis için esastır. Ancak, sizi gerçekten öne çıkaracak olan şey, bir alanda derinlemesine uzmanlaşmaktır. Bu uzmanlık, sadece teknik bilgiyle sınırlı kalmamalı, aynı zamanda yenilikçi düşünme ve problemleri yaratıcı bir şekilde çözme becerilerini de içermelidir. Genç mühendislerin, kendi ilgi alanlarında tutkulu olmaları ve bu tutkuyu daha da derinleştirerek kariyerlerine yön vermeleri, onları diğerlerinden farklı kılacaktır.



Yıl: 2002

Tunç TEKELİOĞLU



Yıl: 2025

1966 Ankara doğumlu Tunç Tekelioğlu, 1989'da ODTÜ Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünden Anten ve Mikrodalga alanında mezun oldu. 1990'da şirketimizde tasarım mühendisi olarak kariyerine adım atan Tekelioğlu, kamu güvenliği için telsiz sistemleri üzerine 35 yıllık derin bir uzmanlık geliştirdi. Sayısız yenilikçi projeye liderlik eden Tunç Bey, bugün ASELSAN'da aktif olarak çalışmaya devam ediyor ve ASELSAN'ın unutulmayacak isimleri arasında yer alıyor.

1990 yılında ilk işe başladığınızdaki hisleriniz nelerdi? ASELSAN'dan haberdar mıydınız? Nasıl bir çalışma ekibiniz vardı? Kaç kişilik bir ekiptiniz?

Üniversiteye başladığımızda bilgisayar mühendisliği henüz çok yeni bir alandı, bu yüzden ben elektronik mühendisliğini hedeflemiştim. ASELSAN'ı ise o dönemde herkesin bildiği kadar tanıyordum. Mezun olduğumda mühendislik yolumu tam olarak çizmiş değildim; tek bildiğim, yazılımı sevdiğimdi. 1990'da işe başladığımda oldukça heyecanlıyım. İlk yılımda gömülü yazılım mühendisi olarak Ali Buke'nin telsiz yazılım ekibine katıldım. Daha sonra telsiz parametrelerini programlama ihtiyacı doğunca PC yazılımlarına yöneldim. 4-5 kişilik küçük ama dinamik bir ekiptik. Ekipte telsiz parametre programlama konusunda tecrübeli bir mühendis vardı; hatta ilk "object-oriented" programlama bilgimi ondan aldım. Bu mühendis bir yıl sonra ekipten ayrıldı, ancak prog-



ramlama altyapısını o başlatmıştı, ben de üzerine inşa ederek devam ettirdim. O günlerden bugüne, telsiz sistemleri için bilgisayar yazılımları geliştirmeye devam ediyorum.

1990'lı yıllarda çalışma ortamınız nasıldı ve çalışmalarınızı nasıl yürütüyordunuz? Geçmişten bugüne, sorumluluğunu üstlendiğiniz yazılımlardaki öne çıkan dönüm noktaları nelerdi?

1990'ların başında ASELSAN'da işe başladığımda, çalışma ortamımız oldukça sade ama bir o kadar da sınırlıydı. O dönemde herkese IBM PC'ler verilmeye başlanmıştı; ancak bu bilgisayarların kaynakları çok kısıtlıydı: 20 MB sabit disk, 1 MB RAM ve 12 inçlik monitörlerle çalışıyorduk. İlk işlerimden biri, 4800 serisi analog cihazlar için parametre programlayıcılar geliştirmekti. Günümüz telsiz sistemlerine kıyasla çok az veriyle işlem yapan bu programlayıcıları Turbo C++ diliyle kodluyorduk.

Zamanla daha karmaşık projelere yöneldim. İlk büyük yazılımım, Analog-Trunk sistemleri için bir veritabanı yönetim yazılımıydı. MSDOS ortamında, Paradox veritabanı sisteminin kendine özgü diliyle yazılmıştı. Ardından SK4000 serisiyle birlikte Borland C++'a geçtik; bu ortam Paradox veritabanını destekliyordu. SK4000 uygulama yazılımları açısından birçok ilkin yaşanmasına sebep olmuştu. 4000 serisi için üretime yönelik test-ayar yazılımları da bu dönemde geliştirildi. SK4000'ün sistem mimarisine, özellikle telsiz hava arayüzü tanımlamalarına ciddi katkılarım oldu; bu, telsiz sistemleri için PC uygulamalarının

ötesine geçip daha geniş bir sorumluluk aldığım bir dönüm noktasıydı."

O yıllarda "IP" ağ teknolojisi henüz yaygın değildi ve uygun donanımlar bulmak zordu. Gerçek zamanlı ağ altyapıları için "Asynchronous Transfer Mode" (ATM) kullanıyorduk, çünkü o dönemde yalnızca bu teknoloji yeterli hızı sağlayabiliyordu. Dönemin öncül sayısal geniş alan telsiz sistemi olan "SAGE2000" in ATM ağ mimarisinin kurulmasında da önemli bir rol oynadım.

2005-2006 yıllarında JEMUS projesiyle birlikte büyük bir değişim yaşandı. Geliştirme ortamı olarak RAD Studio'ya (Borland'ın devamı) geçtik ve veritabanında MSSQL'e yöneldik. Bu dönemde telsiz sistemleri IP tabanlı iletişime geçiş yaptı; bu da hem altyapı hem de yazılım geliştirme açısından önemli bir dönüm noktası oldu. Geçmişten bugüne, sınırlı kaynaklarla başlayan bu yolculuk, IP tabanlı modern sistemlere evrilerek telsiz teknolojilerindeki gelişimi yansıttı.

35 yıllık kariyeriniz boyunca ASELSAN'ın neredeyse tüm sivil telsiz serisi ve sistem projelerinde yer aldınız. Onlarca telsiz modeli ve farklı sistem için geliştirdiğiniz yüzlerce uygulama yazılımıyla kamu güvenliği telsiz sistemlerinde ekibiniz ile büyük başarılar elde ettiniz. Bu başarıyı nasıl elde ettiniz? Böylesine geniş bir yazılım yelpazesini geliştirmek ve yönetmek sizin için ne kadar zorlayıcı oldu?



Herhangi bir işte başarılı olmanın ilk şartı yaptığınız işi sevmektir. Ben işimi hobi seviyesinde seven bir insanım. Bunun yanında birlikte çalıştığınız kişiler ile ilişkileriniz, bu kişilerin bilgi ve yetkinlik seviyeleri, çalışma şartları da bir o kadar önemlidir. Belki de en önemli şansım, mükemmel insanlarla çalışmış olmam. Gerçekten inanılmaz bir çekirdek kadro vardı. Donanımcılar, gömülü yazılımcılar, PC yazılımcıları hep bir aradaydık. Toplantılarımızda bir tasarım çözümü ararken veya bir sorun düzeltmeye çalışırken hiç kimsenin ağzından *"sorun bizde değil"* lafını duymamışımdır. Herkes *"ben nasıl çözüm üretebilirim, sorun/çözüm bizde olabilir mi, sorun bizde olmasa bile acaba bizim tarafta çözebilir miyiz"* diye yaklaşırdı. Bu sayede tüm çözümler doğru yerde, doğru şekilde uygulanırdı. Daha sonraki yıllarda da hep bu yaklaşıma uygun arkadaşları işe almaya dikkat ettim. Bu kadrodaki arkadaşlarımla sonsuz sabırları, yetenekleri ve çalışkanlıkları sayesinde tüm projelerin üstesinden geldik. Ancak bu kısıtlı kadro, zamanla bilgi birikiminin daha az kişide yoğunlaşmasına ve dokümantasyon ile test gibi süreçlerin yeterince önceliklendirilememesine yol açtı. Şu anda tüm gücümle bu eksiklikleri kapatmaya çalışıyorum.

**Genç ASELSAN mühendislerine
ve mühendis adaylarına
tavsiyeleriniz nelerdir?**

Herhangi bir işte başarılı olmanın ilk şartı, yaptığınız işi sevmektir. ASELSAN mühendisleri olarak sizler zaten seçilerek alındığınız için yetenek konusunda fazla bir sorununuz olmayacaktır. Önemli olan, sevdiğiniz alanı bulmanız. Sevmediğiniz bir işi yaparken iyi para kazansanız bile

mutlu olamazsınız; kısa sürede sıkılır ve ilerleme kaydedemezsiniz.

İşinizi yaparken 'ben artık oldum' ya da 'bu işi tamamen biliyorum' gibi düşüncelere kapılmamaya özen gösterin. Özellikle teknoloji alanında her an çok sayıda yenilik ortaya çıkıyor. Araştırmayı, okumayı ve denemeyi bırakmak, gelişimin gerisinde kalmak anlamına gelir. Bu nedenle, bir yandan alanınızda derinleşirken diğer yandan güncel gelişmeleri de yakından takip etmeniz büyük önem taşır.

Ne yazık ki günümüzde sosyal medya kültürü, gençleri hızlı çözümler aramaya, konuların tamamı yerine özetlerine yönelmeye teşvik ediyor. Ancak bu yaşam tarzı, ASELSAN gibi bir kurumda çalışan ve işinde gerçekten başarılı olmak isteyen kişiler için uygun değildir. Sosyal medya kullanımını mümkün olduğunca sınırlandırmak; odaklanmayı, derinlemesine düşünmeyi ve araştırma alışkanlığını yeniden kazanmak açısından oldukça önemlidir.

Ayrıca çevrenizdeki deneyimli kişilerden mümkün olduğunca çok şey öğrenmeye çalışın. Ancak öğrendiklerinizi birebir uygulamak yerine, çağın gereklerine uygun yeni yöntemlerle zenginleştirerek kendinize özgü bir tarz geliştirmeniz, sizi bir adım öne taşıyacaktır.

1975'TEN BUGÜNE



TAM BAĞIMSIZLIK İÇİN VARIZ!

Türkiye'nin ASELSAN'ı olarak, alanında en iyileri üretiliyor ve oyun değıştirici teknolojiler geliştiriyoruz.

Dünyanın en büyük savunma şirketleri arasında gururla yükselirken, attığımız her adımla insanımıza ve ülkemize güven vermeye devam ediyoruz.

aselsan



03

JEMUS TELSİZ SİSTEMİ

AFETLERE DAYANIKLI
SİSTEM JEMUS'UN
20. YILI

Volkan ÖZER, Mustafa Buğra GÜZ, Ahmet EROL, Cüneyt KAYRAN



Jandarma Genel Komutanlığının Türkiye çapındaki birlik ve karargâhlarında kullanılan Jandarma Entegre Muhabere ve Bilgi Sistemi (JEMUS) Telsiz Sistemi, telli ve telsiz entegrasyonunu gerçekleştirerek hem hareketli ve hem de sabit ortamlarda bilgiye süratli ve zamanında ulaşılmasını sağlıyor. JEMUS, böylece koordinasyonu hızlandırırken, emniyet ve asayiş hizmetlerinin süratli bir şekilde yapılmasına olanak tanıyor.

Sistem için açık standart ara yüz ve birim baz istasyonu başına coğrafi kapsama verimliği değerlendirilerek

APCO Telsiz Standardına karar verildi. 2003 yılında altı ili kapsayan ilk faz sözleşmesi imzalandı. Böylece 2005 yılında Denizli İl Jandarma Komutanlığı bünyesinde ilk telsiz sistemi devreye alındı.

ASELSAN tarafından APCO Telsiz Sistemi standartlarına uygun olarak tasarlanan, müşteri ihtiyaçlarına göre geliştirilen, üretimi, montaj ve entegrasyonu yapılan kriptolu JEMUS Telsiz Sistemi, Türkiye'nin en büyük sayısal telsiz haberleşme sistemi olarak dikkat çekiyor.



Jandarma Genel Komutanlığı ve Savunma Sanayii Başkanlığı ile imzalanan 10 sözleşme (JEMUS 1-JEMUS 10) kapsamında 81 ilde de JEMUS Telsiz Sistemi kurulumları tamamlanırken, sistem yedi gün 24 saat esasına göre çalışıyor. Projenin her fazında sisteme yeni özellikler eklenmiştir. En son eklenen Genel Çağrı özelliği sayesinde Merkezden yapılan bir ses çağrısı tüm Türkiye'de %95 kapsama ile kanalı dinleyen ekiplere ulaştırılabilir.

JEMUS Telsiz Sistemi Vizyonu

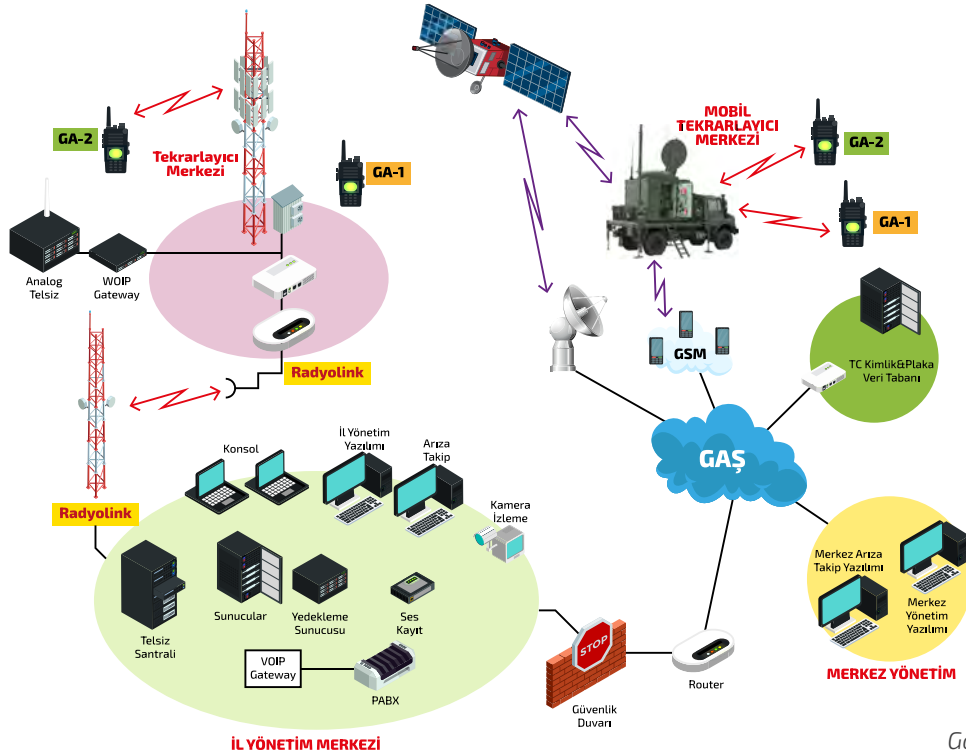
JEMUS Telsiz Sisteminin ilk fazının imzalandığı 2003 yılında yayınlanan 68 Sayılı ASELSAN dergisinde Hüseyin Ayaröz kendisine ait yazısında *"... artan trafik kazaları, yaygınlaşan dağcılık ve kayak sporları ile deprem, sel ve çığ gibi doğal afetler ve orman yangınlarında kurtarma, tahliye ve halka yardım hizmetlerinin önemi daha da artmıştır."* ifadeleri ile sistemden beklentileri ifade etti.

Bu yazıda da açıkça ifade edildiği üzere 1998 yılında projelendirme aşaması başlayan JEMUS Telsiz Sistemi mimarisi belirlenirken afetlere dayanıklılık hedeflendi.

Proje kapsamında 81 İl Merkezi, 1200+ Tekrarlayıcı Merkezi, 38 Mobil Tekrarlayıcı Merkezi, 26 Portatif Tekrarlayıcı Merkezi, 17 İHA Tekrarlayıcı Merkezi ve 7 Drone Tekrarlayıcı Merkezi kurulumu/teslimi gerçekleştirildi.



Sistem Mimarisi



Görsel 2

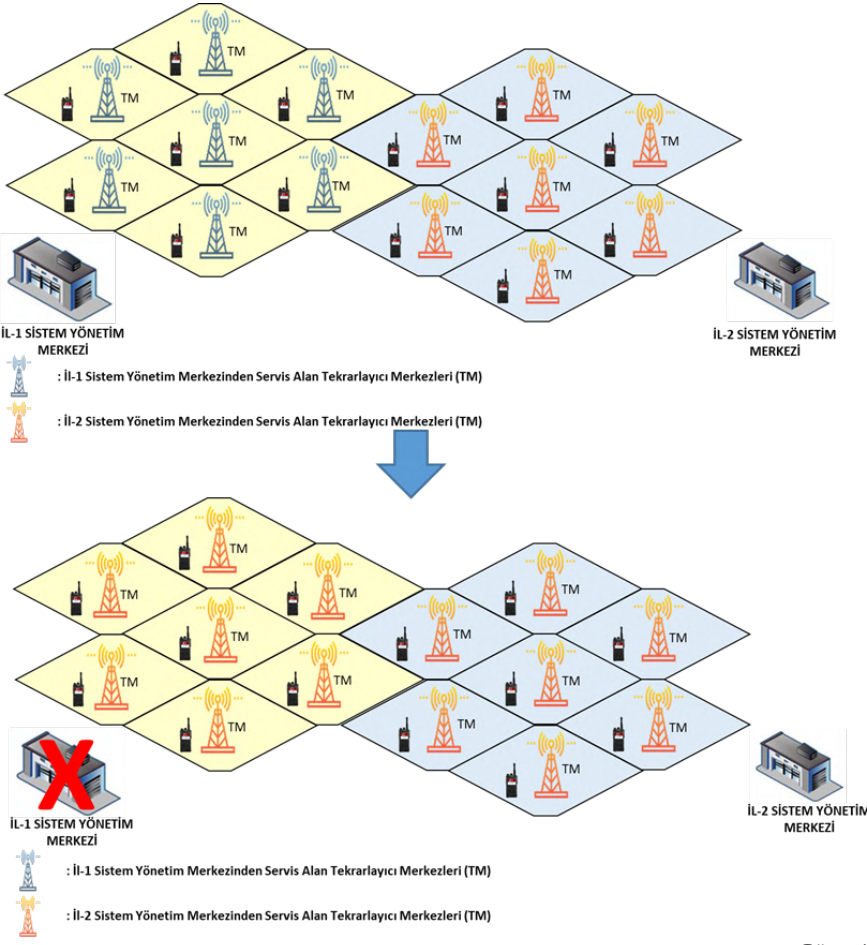
Sistem mimarisi İl Jandarma Komutanlığında bulunan bir adet merkez ve il kapsama ihtiyacına göre değişen miktarlarda tekrarlayıcı merkezinden oluşuyor.

Merkezde bulunan telsiz santrali sayesinde tekrarlayıcı merkezlerinin tamamı tek bir kanal gibi çalışabilirken, il çapında kapsama sağlanabiliyor. Tekrarlayıcı merkezlerinin merkeze erişimi radyolink, uydu veya TTPVN altyapıları kullanılarak sağlanıyor.

Sistem altyapısında afetlere karşı dayanım ön planda tutularak her konuda farklı seviyelerde yedeklilik planlandı. İl merkezindeki telsiz santalleri farklı sunucularda çalışacak şekilde yedekli olarak tasarlandı. Yine il merkezinde uygulamaların çalıştığı sunucu altyapısı yedekli olarak Failover Cluster yapısında kuruldu. Bir sunucunun fiziksel arızalanması du-

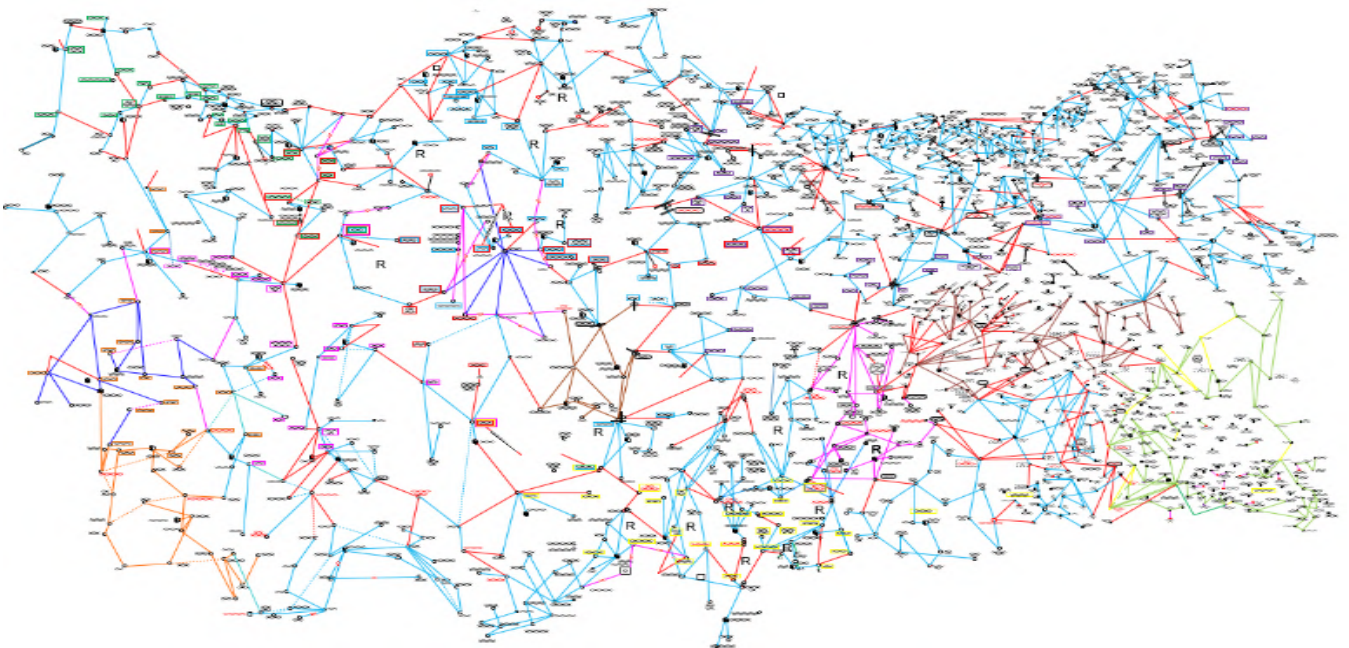
rumunda uygulamalar yedek sunucu
üstünden çalışmaya devam edebiliyor.

Tekrarlayıcı merkezleri arasındaki radyolink planlaması yapılırken sivil il merkezlerine bağlantısı yanında illerin birbirleri ile bağlantıları da incelenerek, bu konuda gerekli radyolink planlamaları yapıldı. İki il birbirlerine bağlayan radyolink ağı ve telli GAŞ bağlantısı sayesinde iller birbirinin yedeği olarak tasarlandı. Bir il merkezinin, enerji kesintisi, il merkez binasının hasar görmesi gibi sebeplerle sistemin devre dışı kalması durumunda diğer il merkezi komşu ilin tekrarlayıcı merkezlerini de yönetebiliyor. Bu sayede hasar gören ildeki telsizlere sistem servisi verilebiliyor. Kahramanmaraş depreminde iki kentin Jandarma Komutanlığı binası hasar görürken, depremden etkilenen kente ait telsizler yedek il merkezleri üstünden hizmet almaya devam etti.



İllerin radyolink topolojisi kurgulanırken tekrarlayıcı merkezlerinin en az iki yol üstünden il merkezine ve yedek il merkezine erişebilmesi sağlanabiliyor. Bu sayede bir radyolink güzergahında kesinti olması durumunda tekrarlayıcı merkezi otomatik olarak yedek rota üstünden sisteme bağlanıyor. Ülke çapında kurulan bu radyolink ağında yedek rotaların sayısı ve rota önceliklendirmesi Sistem Yönetim Merkezi üzerinden değiştirilebiliyor.

Görsel 3



Görsel 4

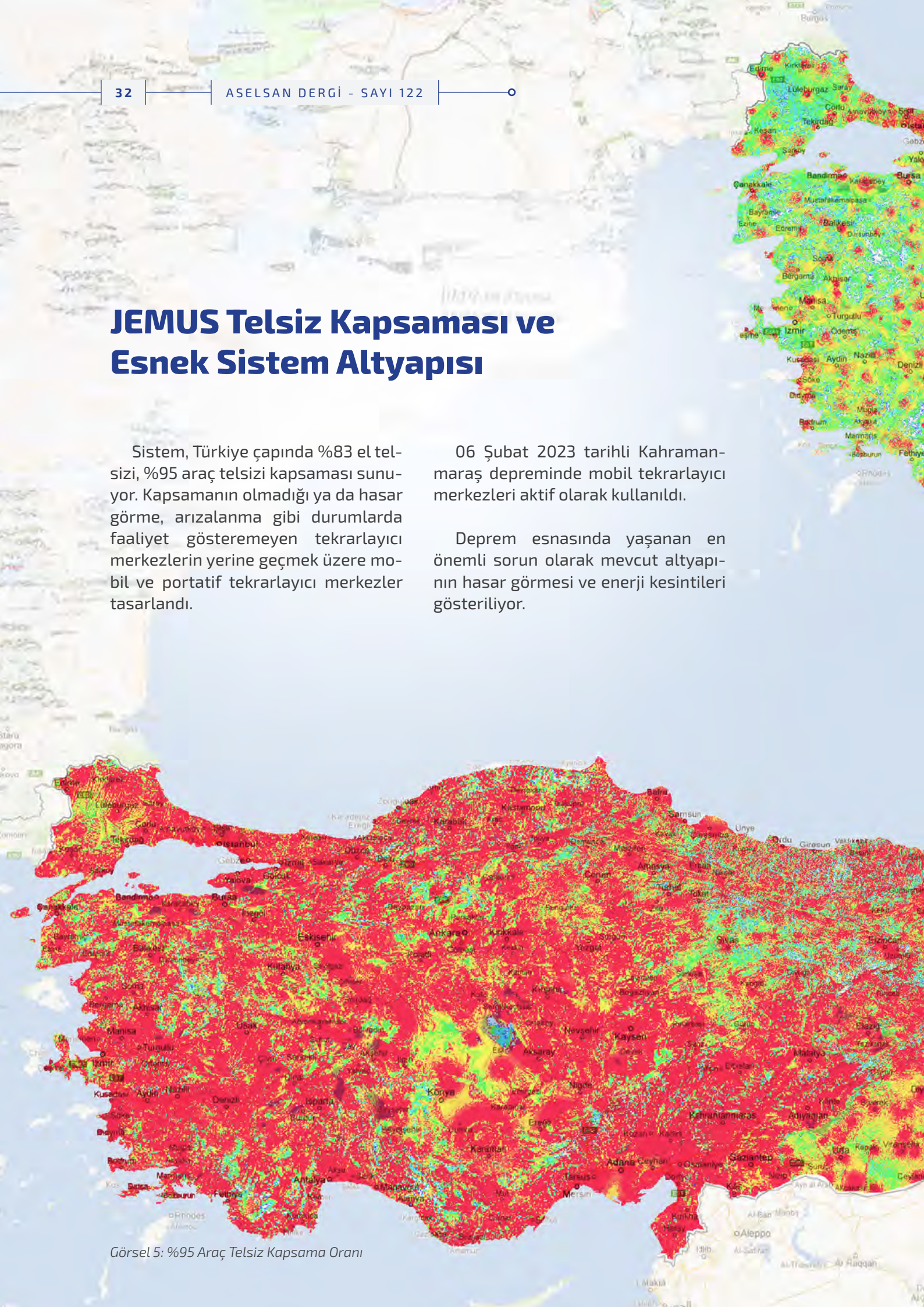
JEMUS Telsiz Kapsaması ve Esnek Sistem Altyapısı

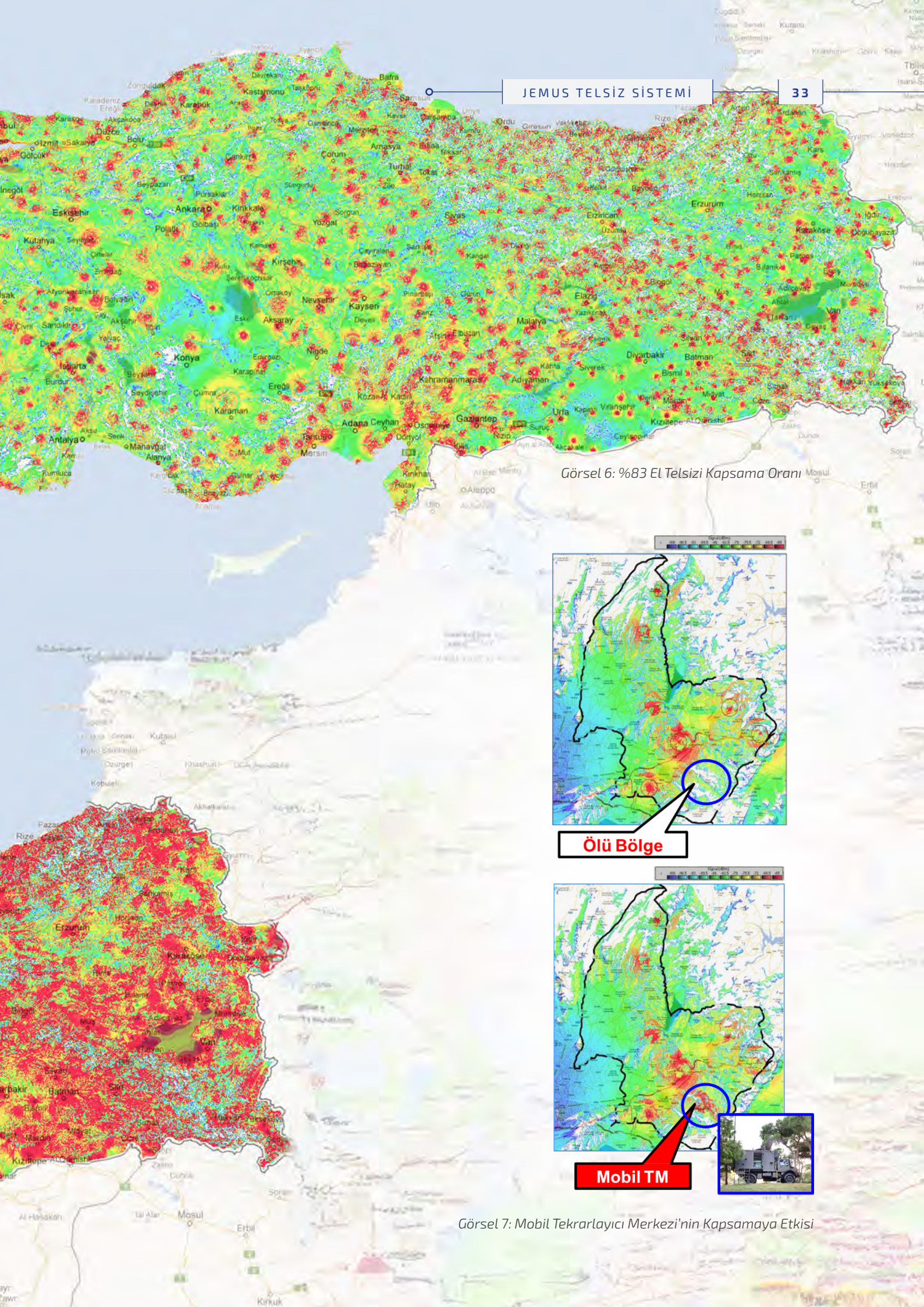
Sistem, Türkiye çapında %83 el telsizi, %95 araç telsizi kapsamı sunuyor. Kapsamanın olmadığı ya da hasar görme, arızalanma gibi durumlarda faaliyet gösteremeyen tekrarlayıcı merkezlerin yerine geçmek üzere mobil ve portatif tekrarlayıcı merkezler tasarlandı.

06 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş depreminde mobil tekrarlayıcı merkezleri aktif olarak kullanıldı.

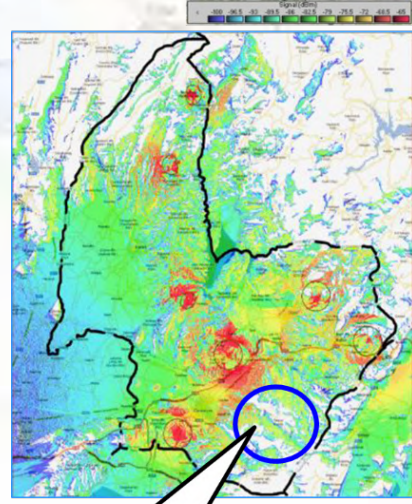
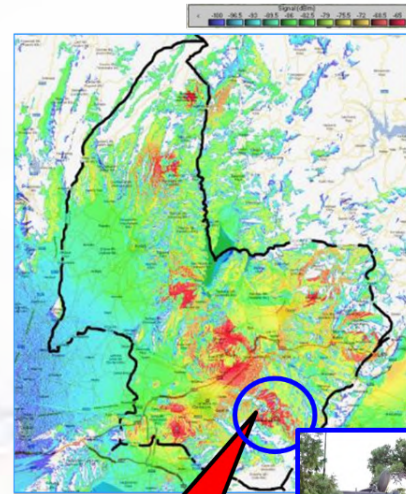
Deprem esnasında yaşanan en önemli sorun olarak mevcut altyapının hasar görmesi ve enerji kesintileri gösteriliyor.

Görsel 5: %95 Araç Telsiz Kapsama Oranı





Görsel 6: %83 El Telsizi Kapsama Oranı

**Ölü Bölge****Mobil TM**

Görsel 7: Mobil Tekrarlayıcı Merkezi'nin Kapsamaya Etkisi

JEMUS tekrarlayıcı merkezlerinde bulunan kuleler ve konteyner altyapısı dokuz şiddetinde depreme ve 160 km/h hızında rüzgâra dayanıklı şekilde üretiliyor.

Tekrarlayıcı merkezi enerji altyapısı ani ve uzun süreli elektrik kesintilerine karşın yedekli jeneratöre ve kesintisiz güç kaynağına sahip bulunuyor.

Sistem, herhangi bir enerji kesintisinde yakıt ikmali yapılmadan 21-90 güne kadar hizmet verebiliyor.

Kahramanmaraş depreminde bölge illerindeki tekrarlayıcı merkezlerinin tamamı deprem sonrasında hizmet vermeye devam etti.



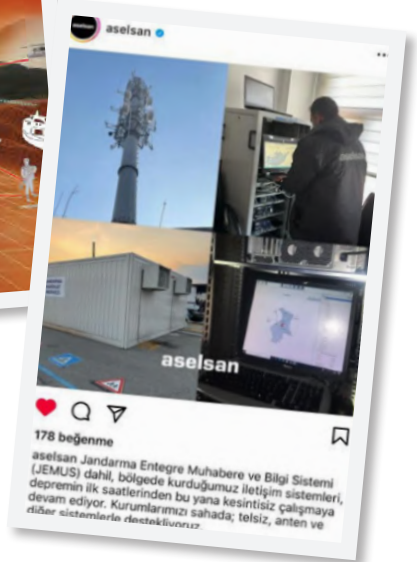
JEMUS Telsiz Sistemi Altyapısından Faydalanan Kurumlar

JEMUS Telsiz Sistemi altyapısı Jandarma Genel Komutanlığının yanı sıra afet durumlarında aktif görev alan AFAD ve Sağlık Bakanlığı personeli tarafından da kullanılıyor.

Kahramanmaraş depreminde kurtarma ekipleri ve ambulanslar JEMUS Telsiz Sistemi altyapısı üstünden haberleşti.

19 Mayıs 2011 tarihinde Simav'da, 26 Eylül 2019'da İstanbul'da ve yüz yılın afeti olarak nitelendirilen Kahramanmaraş merkezli depremlerde GSM altyapısının da devre dışı kalması nedeniyle bölge hakkındaki bilgi JEMUS Telsiz Sistemi üzerinden alınabildi.

ASELSAN tarafından Kahramanmaraş depreminin hemen ardından afet bölgesine personel sevk edilerek JEMUS, Emniyet Genel Müdürlüğü ve diğer kurum sistemlerinin bakım onarım faaliyetleri gerçekleştirildi. ASELSAN personeli, iki ay boyunca deprem bölgesinde görev yaparak, hasar gören diğer kamu kurumlarının telsiz sistemlerinin devreye alınması aşamasında servis desteği sağladı.





04

HABERLEŞMEDE KAMU GÜVENLİĞİ

4G VE 5G'NİN KAMU
GÜVENLİĞİ HABERLEŞME
SİSTEMLERİNDE KULLANIMI

Burak GÜNVAR, Sefa CEBE

Kamu güvenliği haberleşme sistemleri; acil durum yönetimi, afet koordinasyonu ve kolluk vazifeleri gibi kritik öneme sahip amaçlar için kullanılan özel iletişim altyapılarıdır. Geleneksel telsiz sistemleri (DMR, TETRA, P25) uzun yıllardır kullanılıyor olsa da artan veri ihtiyacı ve mobil geniş bant çözümlerinin teknolojiyle birlikte gelişimi, 4G ve 5G gibi yeni nesil hücreli teknolojilerin kamu güvenliği haberleşmesine entegrasyonunu kaçınılmaz hale getirmiştir.

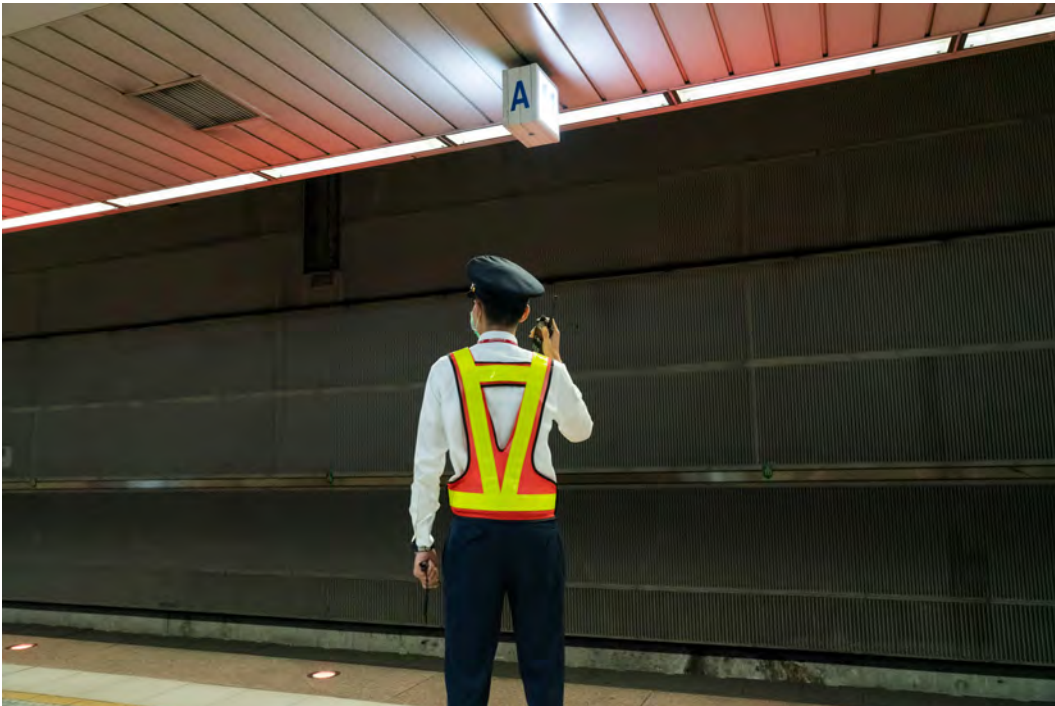
3GPP standartlarıyla tanımlanan MCX (Görev Kritik PTT, Video ve Veri), HPUE (Yüksek Güçlü Kullanıcı Ekipmanı), IOPS (Kamu Güvenliği için İzole Operasyon) gibi kritik iletişim özellikleri sayesinde LTE ve 5G sistemlerinin kamu güvenliği amacı için de kullanılmasını anlamlı kılmıştır. LTE ve 5G ağları, sağlamış olduğu birçok imkânın (gerçek zamanlı video, multimedya mesajlaşma, yüksek veri hızları, konum hizmetleri vb.) yanı sıra bugüne kadar geleneksel telsiz sistemleri ta-

rafından sunulan PTT (push-to-talk/bas-konuş) servisinin geniş bant muadili olan MCPTT (Görev Kritik PTT) servisi ile sunabilmektedir.

Mobil Geniş Bantın Kamu Güvenliği İletişimindeki Rolü

Mobil Geniş Bant şebekesi, ilk müdahale ekiplerinin ihtiyacı olan görev kritik ses iletişimleri için, birincil ortam olarak kullanılan dar bant LMR (Land Mobile Radio) sistemleri üzerinden karşılanamayan yüksek bant ihtiyacı sağlayarak, video ve veri uygulamaları için tamamlayıcı rol olacaktır.

Mobil Geniş Bant şebekesi, LTE ve 5G NR standartlarıyla MCX grup ses iletişiminden gerçek zamanlı video gözetimine kadar çeşitli görev kritik hizmetlerin sunulması için kapsamlı bir kritik iletişim şebekesi olarak görülmektedir.



4G Teknolojisinin Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemlerindeki Kullanımı

Hızlı Veri İletimi

4G teknolojisi, yüksek hızlı veri iletimi sağlayarak, acil durum ekiplerinin gerçek zamanlı veri paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Bu, özellikle afet durumlarında ve acil müdahalelerde kritik öneme sahiptir. Örneğin; kriz anında olay yerinden komuta merkezlerine anlık görüntü aktararak, karar alma veya ekipler arası koordinasyon hızlandırılabilir.

Kapsama Alanı

Afet durumlarında ticari operatör şebekelerinde meydana gelen kesintiler, iletişim altyapısının kırılganlığını gözler önüne sermektedir. Bu tür kriz anlarında, kamu güvenliği açısından kesintisiz haberleşme, hayati önem taşımaktadır.

Afet durumlarına dayanıklı alt yapıyla kurulacak kamu güvenliği odaklı bir 4G/5G şebekesi, ticari iletişim altyapısının zarar gördüğü senaryolarda bile kamu güvenliği kullanıcılarına servis vererek internet ve ses hizmetinin sürekliliğini sağlayabilecektir.

Gelişmiş Güvenlik Önlemleri

4G ağları, gelişmiş şifreleme ve kimlik doğrulama protokolleri ile güvenli iletişim sağlamaktadır. Bu sayede, iletişim için hassas bilgiler korunmakta, yetkisiz erişim engellenmektedir.



5G Teknolojisinin Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemlerindeki Devrimsel Etkileri

Ultra Düşük Gecikme Süresi

5G teknolojisi, milisaniyeler düzeyinde gecikme süresi ile gerçek zamanlı iletişimi mümkün kılmaktadır. Bu özelliği sayesinde uzaktan kontrol edilen dron ve robot gibi yüksek teknolojiye sahip ekipmanlar gerçeğe yakın hızlarda kullanılabilir. Böylece tehlikeli bölgelerdeki operasyonlarda insan hayatını riske atmadan etkili müdahalelerin yapılması sağlanacaktır.

Yüksek Bağlantı Yoğunluğu

5G, birim alanda çok daha fazla cihazın mobil şebekeye aynı anda bağlanabilmesini sağlamaktadır. Bu, büyük çaplı afetlerde veya toplu etkinliklerde çok sayıda kullanıcının aynı anda iletişim kurmasını mümkün kılmaktadır. 5G'nin bu özelliği, akıllı şehir

uygulamalarında da büyük bir avantaj yaratmaktadır. 5G daha az baz istasyonu ile çok sayıda mobil cihaz, sensör ve kamera gibi sistemlerin veriyi, aynı anda sorunsuz iletebilmesine imkan tanımaktadır.

Yapay Zekâ ve Nesnelerin İnterneti (IoT) Entegrasyonu

5G, yapay zekâ ve IoT cihazları ile entegre çalışarak, akıllı şehir uygulamalarında kamu hizmetlerinde kullanılabilecektir. Örneğin; akıllı şehir sistemlerinde trafik sensörlerinden alınan veriler yüksek hızlı bağlantıyla AI (Yapay zeka) algoritmalarında işlenerek otonom sürüş yardımcı olacak ya da trafik lambalarının daha verimli kullanılmasına imkân sağlayacaktır.

4G ve 5G'nin Karşılaştırmalı Analizi

Performans ve Kapasite

5G; 4G'ye kıyasla çok daha yüksek hız, düşük gecikme ve daha fazla bağlantı yoğunluğu sunmaktadır. Bu sayede, özellikle büyük çaplı afetler ve toplu etkinlikler gibi yoğun iletişim gerektiren durumlarda büyük bir avantaj sağlanabilir.

Maliyet ve Altyapı

5G altyapısının kurulumu ve bakımı, 4G'ye göre daha maliyetlidir. Bu yüzden 4G hala geniş kapsama alanı ve düşük maliyetli altyapısı ile önemli bir rol oynamaktadır.

Geçiş Süreci

5G'nin yaygınlaşması zaman alacak olsa da 4G ve 5G'nin birlikte kullanıldığı hibrit modeller, geçiş sürecinde etkili bir çözüm sunmaktadır.

Örneğin; bir şehirde, 5G altyapısının henüz tam olarak kurulmadığı bölgelerde, 4G ağları kullanılarak iletişim sürekliliği sağlanabilir. Bu, 5G'nin yaygınlaşması sürecinde, kamu güvenliği haberleşme sistemlerinin kesintisiz çalışmasını sağlamaktadır.

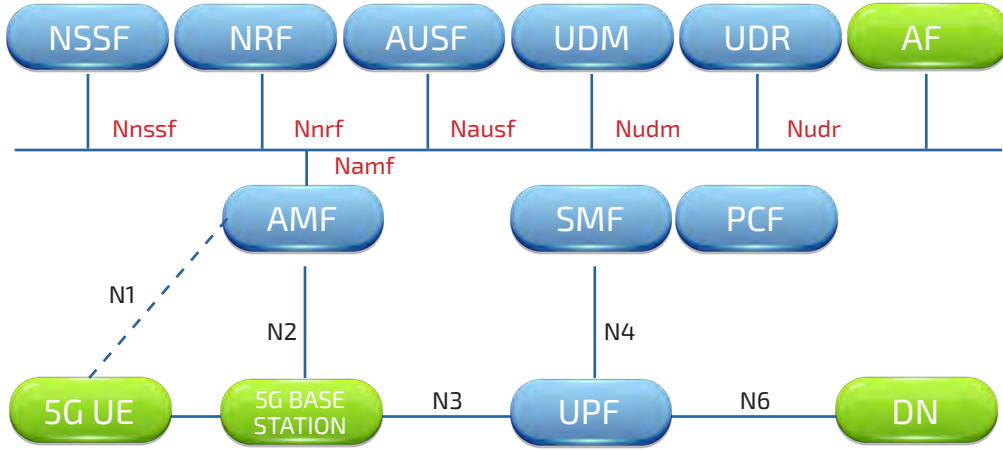
Teknik Altyapı

Kamu güvenliği haberleşmesi için kullanılabilecek 4G ve 5G tabanlı mobil ağlar, standart iletişim ağlarına kıyasla daha yüksek güvenilirlik, düşük gecikme süresi ve özelleştirilmiş hizmetler sunacak şekilde optimize edilmiştir.

Çekirdek Şebeke (Core Network) ve IP Tabanlı Mimariler

EPC (Evolved Packet Core): 4G/LTE ağlarının temel çekirdek mimarisidir ve tamamen IP tabanlıdır.

5G Core (5GC): 5G'nin gelişmiş çekirdek mimarisi olup, ağ dilimleme (network slicing), ultra düşük gecikme (URLLC) ve güvenilirlik gibi özellikler sunmaktadır.



Görsel 1: 5G SA Çekirdek Ağ Mimarisi

IMS (IP Multimedia Subsystem): IP tabanlı sesli ve görüntülü iletişim hizmetlerini yönetir. VoLTE ve VoNR teknolojileri sayesinde kamu güvenliği ekipleri kesintisiz haberleşme sağlayabilir.

Radyo Erişim Şebekesi (RAN)

4G LTE: Geniş kapsama alanı ve yüksek veri hızı sunar.

5G NR (New Radio): Milisaniye seviyesinde gecikme ve daha fazla cihaz kapasitesi sağlar.

Yüksek Frekans Bantları: mmWave (24 GHz ve üzeri) teknolojisi ile yüksek bant genişliği sunarken, düşük bantlar (700 MHz, 800 MHz) kırsal alanlarda geniş kapsama imkânı sağlar.

Kamu Güvenliğine Özel Teknolojiler

Mission Critical Services (MCX); MCPTT (Push-to-Talk), MCVideo, MCData hizmetleri ile anlık ve güvenilir iletişim sağlamaktadır.

Dünyadaki Örnekler

Dünyada kamu güvenliği haberleşmesi için kullanılan 4G/5G tabanlı çözümlerden bazıları şöyle sıralanmaktadır:

ABD – FirstNet: ABD'deki FirstNet ağı, yalnızca kamu güvenliği çalışanlarının kullanabileceği özel bir LTE ağından oluşmaktadır. Bu ağ; polis, itfaiye, acil sağlık hizmetleri ve diğer kamu güvenliği birimlerinin afetler veya büyük olaylar sırasında kesintisiz iletişim kurmalarını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. FirstNet, ülke çapındaki kamu güvenliği geniş bant iletişim platformu için Band 14 (700 MHz) kapsama hedefinin %99'una ulaşmıştır.

Birleşik Krallık – ESN (Emergency Services Network): ESN (Emergency Services Network), LTE teknolojisiyle kamu güvenliği ekiplerine hizmet vermek amacıyla geliştirilmiştir. Geleneksel TETRA sisteminin yerini almak

üzere tasarlanan bu ağ, 2020 yılından itibaren kullanıma sunulmuştur. ESN; ekiplere canlı video akışı, biyometrik veri paylaşımı ve gerçek zamanlı harita erişimi gibi imkanlar sunmaktadır.

Güney Kore – Safe-Net: Güney Kore, 2018 yılında LTE tabanlı Safe-Net'i devreye alarak, Asya'daki en gelişmiş kamu güvenliği ağlarından birini kurmuştur. 5G ile Safe-Net, otonom araçlar ve yapay zekâ destekli analiz sistemlerini entegre ederek daha akıllı bir güvenlik ağı oluşturmayı hedeflemektedir. 5G'nin sunduğu düşük gecikme süresi ve yüksek hız sayesinde, kamu güvenliği çalışanlarına anlık veri iletimi, video iletişimi ve IoT tabanlı izleme çözümleri sunulmaktadır. Bu sayede, acil durumlar sırasında güvenlik birimlerinin daha hızlı ve etkin kararlar alabilmesi sağlanmaktadır.

Fransa – RRF (Réseau Radio du Futur): Kamu güvenliği için geliştirilen yeni nesil LTE ve 5G tabanlı haberleşme ağıdır. Başlangıçta 2024 Olimpiyatlarına ev sahipliği yapan bölgelere hizmet vermek için kullanılmıştır.

Avrupa Birliği Ülkeleri Genel Projeleri/Uygulamaları: 2017 yılında Avrupa Birliği tarafından yayınlanan rapora göre, Avrupa Birliği ülkelerinde ihtiyaç duyulan kamu güvenliği ağının bant genişliği ihtiyacı, hibrit ya da özel ağ olmasından bağımsız olarak, 10MHz + 10MHz olacağı belirtilmiştir. Ayrıca 700MHz bandının en iyi seçenek olduğu raporda belirtilmiştir.

Fransa, 2017 yılında 700MHz bandındaki kamu güvenliği için frekans bandı tahsis etmiştir. İsveç'te hibrit ağ kurulması planlanmaktadır. Finlandiya'da kamu güvenliği ağının 700MHz'de tüm ticari frekans bantlarında erişim sağlaması planlanmaktadır.

Almanya'da, TETRA ağının IP'ye çevrilmesi çalışmalarının sürdüğü bilinmektedir.

BroadWay Projesi: BroadWay projesinin amacı; Kamu Güvenliği ve Afet Yardım Kuruluşu'nun (PPDR) Avrupa vatandaşlarına sunduğu hizmeti iyileştirmek, sınırlar arasında birlikte çalışabilirliği geliştirmek ve kamu güvenliği için yeni nesil geniş bant radyo iletişim sistemlerini etkinleştirmek için ilk adımları atmaktır.

Şu anda Avrupa genelinde 1,4 milyon kamu güvenliği personeline mobil iletişim hizmetleri sağlamaktadır. BroadWay PCP'ye dâhil olan ülkeler şunlardır: Belçika, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, İtalya, İrlanda, Hollanda, Romanya ve İspanyadır. Bu grub, Belçika'daki acil durum ve güvenlik iletişim hizmetleri operatörü ASTRID tarafından yönetilmektedir.

Belçika: ASTRID, Belçika kamu güvenliği için TETRA ağının operatörlüğünü yapmak adına kurulmuştur. 2014 yılında ASTRID Blue Light Mobile (BLM) adında bir servis ile Belçika'nın tüm GPRS/Edge ve 3G mobil şebeke operatör ağlarını kamu güvenliğinin kullanımına sunmuştur.

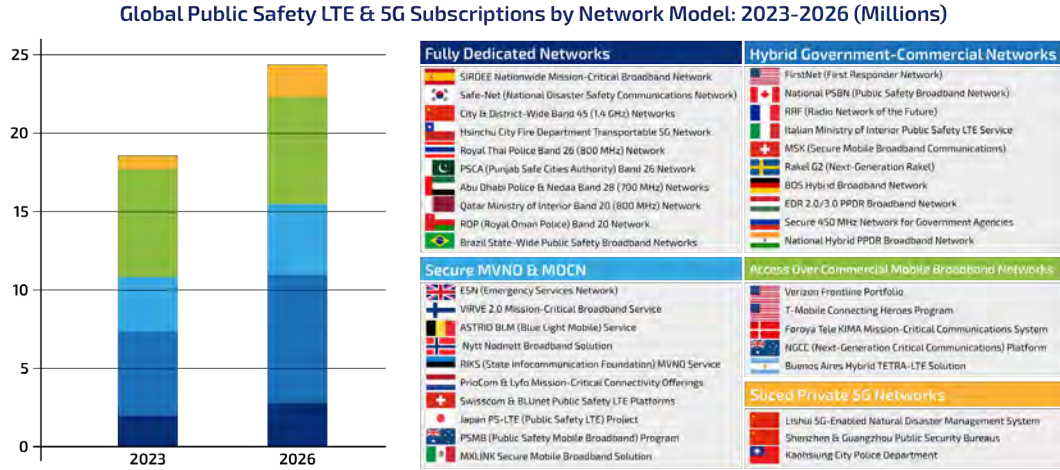
Kanada-PSBN: Kamu güvenliği geniş bant için 758MHz ile 768MHz ve 788MHz ile 798MHz spektrum aralıklarında 10+10 MHz'lik özel bir blok tahsis edilmiştir (Spektrumun ticari kullanımına izin verilmektedir).

Hindistan: Mevcut durumda, Hintli PPDR (Public Protection and Disaster Relief) ajansları, sahadaki iletişimle-ri için öncelikle sesli iletişim amaçlı olan TETRA ve P25 sistemleri gibi dar

bantlı dijital kanal teknolojisini veya eski analog sistemleri kullanmaktadır. PPDR ajanslarına, Telekomünikasyon Departmanı (Department of Telecommunications-DoT) tarafından Captive Mobile Radio Trunking Service (CM-RTS) kategorisi altında lisans verilmiştir. Buna göre spektrum, 300MHz, 400MHz veya 800MHz bantlarında DoT'nin Kablosuz Planlama ve Koordinasyon Kanadı (Wireless Planning & Coordination Wing) tarafından tahsis edilmiştir. Bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

En çok dikkat çeken diğer geniş bant kamu güvenliği projeleri olarak; **Yeni Zelanda**'nın NGCC (Yeni Nesil

Kritik İletişimler) kamu güvenliği ağı, İtalya'nın kamu güvenliği LTE hizmeti, İspanya'nın SIRDEE kritik görev geniş bant ağı, **Finlandiya**'nın VIRVE 2.0 geniş bant hizmeti, İsveç'in Rakel G2 güvenli geniş bant sistemi ve **Macaristan**'ın EDR 2.0/3.0 geniş bant ağı, İsviçre'nin MSK (Güvenli Mobil Geniş Bant İletişim) sistemi, **Norveç**'in Nytt Nødnett'i, **Almanya**'nın BOS (Alman Kamu Güvenliği Örgütleri) için planlanan hibrit geniş bant ağı, **Hollanda**'nın NOOVA (Ulusal Kamu Düzeni ve Güvenlik Mimarisi) programı, **Japonya**'nın PS-LTE (Kamu Güvenliği LTE) projesi, **Avustralya**'nın PSMB (Kamu Güvenliği Mobil Geniş Bant) programı yer almaktadır.



Görsel 2: Küresel Kamu Güvenliği Kurum Örnekleri

Kamu Güvenliği LTE ve 5G Ağları için Frekans Bant Örnekleri

Kamu Güvenliği geniş bant ağları için özellikle kapsama alanı daha verimli olan düşük bant spektrumunda 200-900 MHz ve yüksek veri ihtiyacı-

nı karşılamak için 6GHz'nin altındaki orta bant spektrumu ve mmWave frekanslarına kadar kamu güvenliği için lisanslı ve lisanssız frekans bantları mevcuttur.

200 – 400 MHz: Birçok ülke 3GPP spesifikasyonlarında resmi olarak standartlaştırılmamış olan 200MHz ile 400MHz aralığındaki frekans bantlarının kamu güvenliği mobil geniş bant ağlarının işletimine ayırmıştır.

170 – 202,5 MHz: Japonya, kamu güvenliği mobil geniş bant iletişim sistemlerine tahsis için ayırmıştır.

380 – 400 MHz PPDR Bandı: Birçok Asya, Afrika ve Güney Amerika ülkesindeki özel spektrum tahsisi yapılmaktadır.

Bant 31, 72 ve 73 (450 – 470MHz): Avrupa, Asya ve diğer bölgelerde halihazırda kamu güvenliği mobil geniş bant iletişimi için ayrılmıştır.

Bant 14 (758 – 798MHz): ABD ve Kanada'da kamu güvenliği mobil geniş bant ağları için tahsis etmiştir.

Bant 28 (703 – 803MHz): Avrupa başta olmak üzere birçok ülkede hem ticari şebekelerde hem de kamu güvenliği mobil geniş bant ağları için tahsisi yapılmıştır.

1.4 – 1.9GHz: Çin hükümeti ve kamu güvenliği mobil geniş bant ağları için Band 45, 1.447-1.467MHz arasında frekans spektrumu tahsis etmiştir.

2.3 – 2.4 GHz: Birleşik Arap Emirlikleri'nde, Band 40/n40 (2.3GHz) TDD spektrumunun bir bölümü kamu güvenliği mobil geniş bandı için tahsis etmiştir.

3.3 – 3.8 GHz: Almanya 5G kam-püs ağları için 3.7-3.8GHz'de 100 MHz'lik frekans tahsisi ve İsveç 3.760-3.800MHz yerel lisansları yapmaktadır.

5 – 6GHz: Avrupa'da, CEPT (Avrupa Posta ve Telekomünikasyon İdareleri Konferansı) kamu güvenliği mobil geniş bant sistemlerinin çalışması için 5.150-5.250MHz frekans bandındaki spektrumu uyumlu hale getirmeye çalışmaktadır.

Kamu Güvenliği LTE/5G Senaryoları

Kamu Güvenliği LTE ve 5G sistemleri için bazı temel uygulama senaryo başlıklarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Acil Durum Çağrıları
- AR, VR ve MR (Artırılmış, Sanal ve Karma Gerçeklik)
- Gerçek Zamanlı Video ve Yüksek Çözünürlüklü Görüntüleme
- 5G MBS/5MBS Çoklu Yayın Hizmetleri
- VR/MR Tabanlı Eğitim
- Görev Açısından Kritik HD Ses ve Grup İletişimleri
- Vücut Kamerasından UHD (Ultra Yüksek Çözünürlüklü) Video İletimi
- Sabit Kameralardan Video İletimi
- Kolluk Kuvvetleri için Akıllı Gözlükler
- Ağ Destekli GPS/GNSS
- Multimedya Mesajlaşma
- Havadan Video Gözetimi
- Konum Hizmetleri ve Haritalama

4G ve 5G teknolojileri, kamu güvenliği haberleşme sistemlerine birçok avantaj getirmektedir. Yüksek veri iletim kapasitesi, düşük gecikme süresi ve güvenilir haberleşme altyapıları sayesinde, acil durum yönetimi, afet koordinasyonu ve kolluk kuvvetleri için daha güçlü bir haberleşme ortamı sağlanmaktadır.

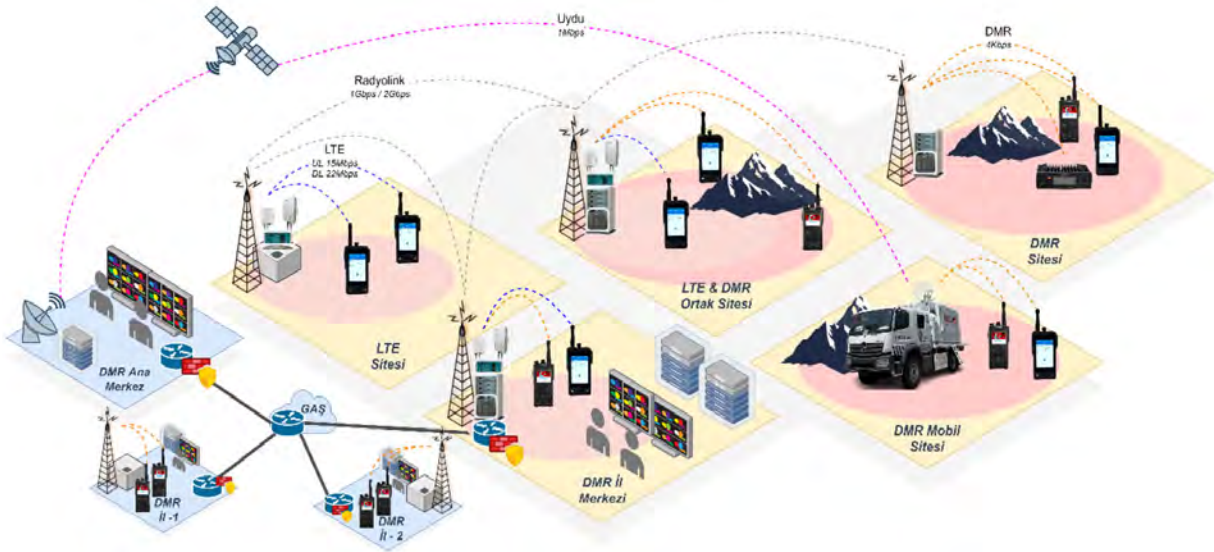


05

HİBRİT TELSİZ SİSTEMİ

TÜRKİYE'DE BİR İLK:
DAR BANT - GENİŞ BANT
(4.5G) KETUM ADANA
HİBRİT TELSİZ SİSTEMİ

Erol Yağız AYDIN, Mehmet Özgen ÖZDOĞAN, Talip KÜÇÜKKILIÇ



Görsel 1: Adana Hibrit Dar Bant Geniş Bant Telsiz Sistemi Örnek Çizimi

Adana'da, Emniyet personelinin güvenilir ve kesintisiz bir şekilde haberleşebilmesi adına, ASELSAN tarafından geliştirilen sayısal telsiz sistemi "KETUM" 2022 yılında devreye alınmıştır. Adana Emniyeti, DMR tabanlı KETUM sistemi sayesinde üç yıldır güvenli, kesintisiz ve il genelinde haberleşme imkânı sunan bir altyapıya kavuşmuştur.

Sürekli gelişen teknoloji ve Emniyet güçlerinin artan ihtiyaçları kapsamında 2022 yılında, Adana'da kurulan sistemi, yeni teknolojilerle donatmak üzere çalışmalara başlanmıştır. Bu kapsamda, 2025 yılında mevcut dar bant sistemlerle birlikte çalışabilecek ve daha yüksek veri hızı sağlayacak geniş bant LTE (4.5 G) altyapısı Emniyet güçlerine kazandırılmıştır. Geniş bant sistemi tam anlamıyla bir mobil operatör şebekesi gibi planlanmış ve sisteme dışarıdan bağlantının olmadığı özel bir 4.5G ağı tasarlanmıştır.

4.5G alt yapısı sayesinde sisteme, videolu görüşme, büyük dosya transferi gibi birçok yeni özellik kazandırılmıştır.

Sistem, herhangi ticari bir ürüne bağlı kalmaksızın, tüm uç birimleri ASELSAN tarafından geliştirilen çözüm/cihazlar ile tasarlanmıştır. Kullanıcılar 4.5G LTE hizmetini, ASELSAN 3810 Hibrit EL Terminali ile kullanabilir haldedir. Sistemin kablosuz bir şekilde çalışabilmesi için Adana'nın kritik noktalarına yerleştirilen radyo birimleri de (baz istasyonu) ASELSAN ve iştirakleri tarafından geliştirilmiş, bu sayede tamamen yerli ve milli 4.5G sistemi Türkiye'de bir ilk olarak toplam 26 geniş bant saha devreye alınmıştır.

Proje kapsamında geliştirilen ve müşteriye teslim edilen 3810 Hibrit El Terminali, içerisinde hem geniş bant (LTE) hem de dar bant (DMR) sistemleri bulunduran bir terminaldir. Bu terminal sayesinde Emniyet güçleri tek bir cihaz aracılığı ile hem geniş bant hem de dar bant servislerini kullanabilmektedir.



- Görsel 2: 3810 Hibrit El Terminali

Proje kapsamında geliştirilen alt-yapı sayesinde, dar bant teknolojisi ile geniş bant teknolojisi birbirine entegre edilmiştir. Bu sayede dar bant ve geniş bant sistemleri, büyük tek bir sistem olarak Adana Emniyetine hizmet verecektir. Teslimatı devam eden sistemde; 3700 Zafer Telsizi, 3810 Hibrit El Terminali, 4700 Tekrarlayıcı Telsizi, ULAK Baz İstasyonları, LTE Çekirdek Şebekesi, IMS Çekirdeği, Görev Kritik Haberleşme sunucuları ve tamamlayıcı nitelikteki uygulama yazılımları birbirlerine tam uyumlu şekilde hizmet verebilmektedir.

Sistemde hizmet veren baz istasyonu siteleri Adana projesi kapsamında üç tip olarak belirlenmiştir: Sistemde sadece dar bant baz istasyonları olan siteler, sadece geniş bant baz istasyonu olan siteler ve her ikisinin aynı site-de bulunduğu hibrit siteler bulunmaktadır. Bu siteler yüksek hızlı radyolink bağlantıları ile birbirine bağlanmıştır. Sitelere ek olarak, istenildiği takdirde KETUM dahilindeki diğer illere de bağlanabilen mobil siteler de bulunmaktadır. Bu mobil siteler sadece dar bant çalışmakla birlikte uydu veya ticari mobil hatlar aracılığı ile sisteme entegre edilebilmektedir.



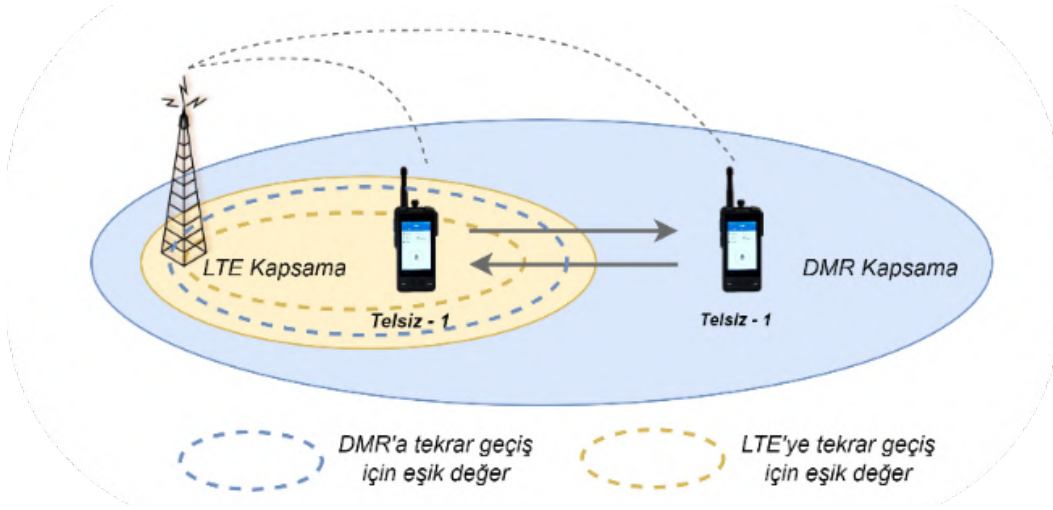
Görsel 3: Örnek LTE Sahası

3810 Hibrit El Terminali Özellikleri

- Tek bir uygulamada Darbant-Genişbant Kullanım
- LTE üzerinden ses (Voice over LTE) ve video (Video over LTE) gönderimi
- LTE üzerinden Konferans Çağrı
- LTE üzerinde MC (Mission Critical – Görev Kritik) Haberleşme
- Grup Ses Çağrı
- Grup Video Çağrı
- Bireysel Sesli Çağrı
- Görüntülü Bireysel Çağrı
- Acil Çağrı Özelliği
- Anlık Mesajlaşma
- Çoklu Ortam Dosyalarının Gönderilmesi
- Multicast Ses ve Video Gönderimi
- Uzaktan geçici ve kalıcı yasaklama
- Uzaktan yetki değişikliği
- SK2, APC025, DMR sistemleriyle entegrasyon
- DMR – LTE (Dar Bant – Geniş Bant) Otomatik Sistem Geçiş Özelliği

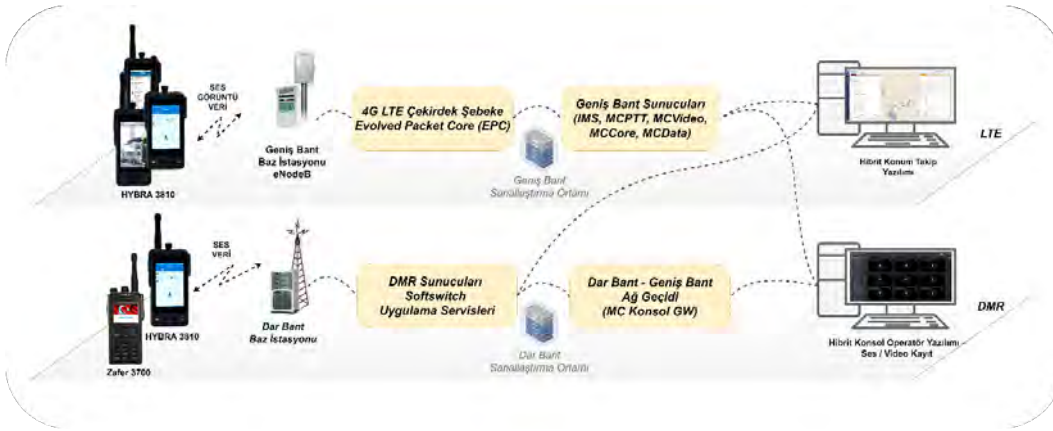


Görsel 4: 3810 Genel Bakış



Görsel 5: DMR-LTE Otomatik Sistem Geçiş Diyagramı

Dar Bant ve Geniş Bant Hibrit Sistemde Bulunan Temel Özellikler



Görsel 6: Dar Bant Geniş Bant Hibrit Uygulamalar

Grup Ses, Grup Video Çağrı, Acil Grup Çağrı ve Öncelik Yönetimi

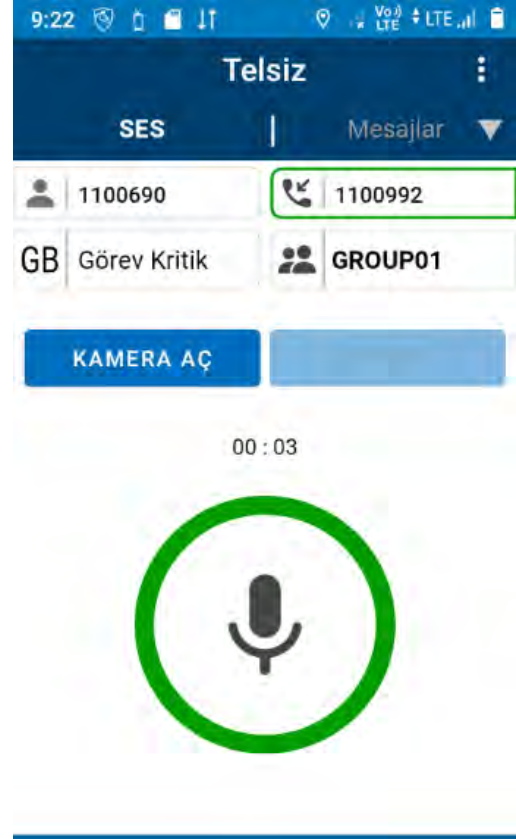
Grup ses çağrıları genel olarak bir kullanıcının gönderim yaptığı ve bu gruba dahil olan kullanıcıların bu sesi dinlediği servis tipidir. Bu servis tipinde; kullanıcıların önceliği, acil çağrı ve çağrı kesme yetkileri ön plana çıkmaktadır. Çağrı kesme yeteneği sayesinde gruptaki öncelikli kullanıcıların sesi diğer aktif kullanıcının sesinin kesilip

öncelikli kullanıcının sesinin sistemde yayınlanmasını sağlamaktadır. Benzer şekilde acil modunda yapılan çağrılar da kullanıcının önceliğini yükselten bir durum olup, bu gruptaki diğer kullanıcılara ve operatör ekranlarına acil uyarısı çıkarılmasını sağlar. Bu özellik, kritik durumlarda olaylara hızlı müdahale edilmesini mümkün kılar.

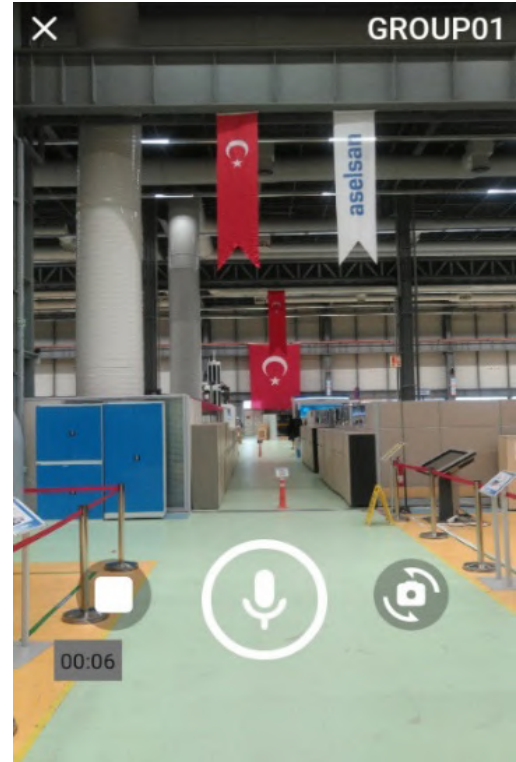
Dar bant haberleşme sistemlerinde var olan bas-konuş (push-to-talk) servisine benzer şekilde geniş bant sistemlerde de 3GPP tarafından tanımlanmış görev kritik bas-konuş (Mission Critical Push-to-Talk veya MCPTT) servisi bulunmaktadır. MCPTT servisi sayesinde 4G veya 5G ağları üzerinden kamu güvenliği kurumlarının grup ses haberleşmesi ihtiyacı karşılanabilmektedir.

Grup ses çağrısının DMR ve LTE sistemlerinde entegre ve eş zamanlı (hibrit tabiri kullanılmaktadır) çalışması için dar bant DMR sistemi ile geniş bant görev kritik servisler arasına yine ASELSAN tarafından bir ortam ağ geçidi (gateway) tasarlanmış ve sisteme konumlandırılmıştır. Bu sayede geniş banttan gelen grup ses çağrısı aynı şekilde dar bantta da yayınlanmaktadır. Aynı şekilde dar banttan gelen grup ses çağrısı da geniş bantta yayınlanmaktadır.

ADANA LTE sistemindeki Grup Video çağrı servisi ise geniş bant sistem ile birlikte sisteme kazandırılan en kritik özelliklerden birisidir. Bu özellik sayesinde kullanıcılar bulunduğu gruptan video gönderimi yaparak gruptaki diğer kullanıcılara görüntülerinin aktarılmasını sağlamaktadır. Ayrıca aynı grupta birden fazla video gönderimi yapılabilir. Hibrit operatör konsolu yazılımında ise bilgisayar üzerinden gruptan gelen tüm video gönderimleri otomatik olarak izlenebilmektedir.



Görsel 7: 3810 Grup Çağrı Örneği



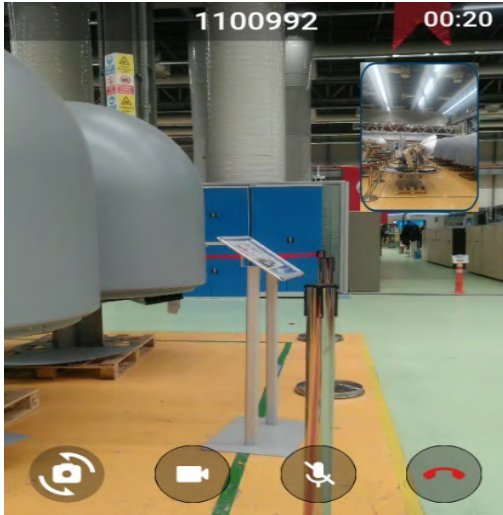
Görsel 8: 3810 Grup Video Çağrı Örneği

Bireysel Ses ve Bireysel Video Çağrı

Çoklu gönderimin yanı sıra bireysel bir görüşme, kaynak telsizin hedef telsizin kimlik bilgisini tuşlayarak sadece o kullanıcı ile görüşmesidir. Burada eğer her iki telsiz geniş bant sisteme kayıtlı ise burada iki ayrı opsiyon sunulmaktadır. Birincisi normal bir telefon çağrısı gibi karşılıklı görüşme yeteneğidir. VoLTE adı verilen bu servis günümüzde ticari mobil şebekelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. İkincisi ise aynı anda tek kişinin konuşabildiği bas konuş mantığına dayanan arama tipleridir. Ayrıca dar bant modunda olan bir telsiz ile geniş bant modunda olan bir telsiz birbirleri ile bas konuş mantığı sayesinde bireysel görüşebilmektedir.

Bireysel video görüşme özelliği ise aynı diğer ticari uygulamalar gibi hem görüntü hem de sesin aynı anda çift yönlü aktığı bir çağrı tipidir.

Hibrit operatör konsolu yazılımı aracılığı ile hem bireysel ses (çift yönlü/tek yönlü) hem de bireysel video çağrısı yapılabilir.

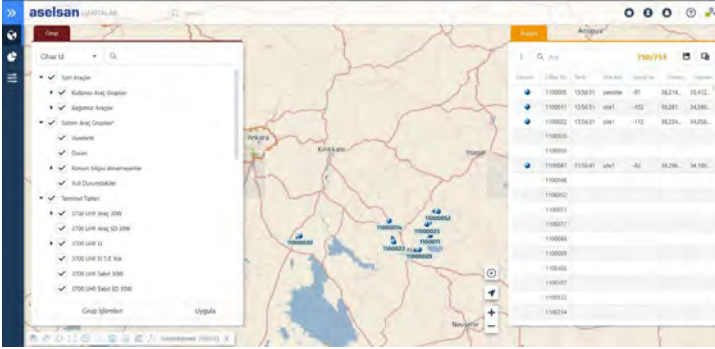


Görsel 9: 3810 Bireysel Video Çağrı Örneği

VoLTE, ViLTE, Konferans ve Geniş Bant PSTN Çağrı

Teslimatı devam etmekte olan sistem aracılığı ile herhangi bir uygulama ve/veya ek sunucuya ihtiyaç olmadan da kullanıcılar arası görüşme sağlanabilmektedir. Bu kapsamda:

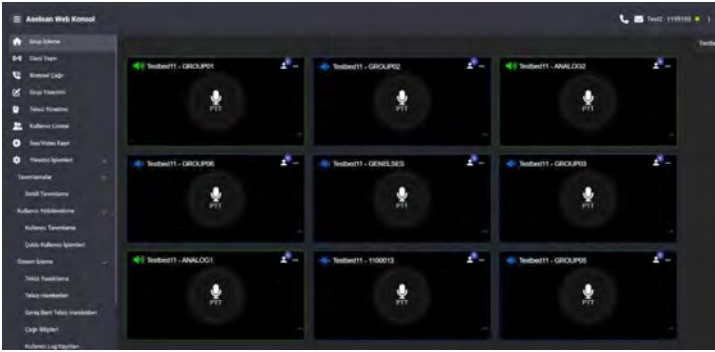
- **VoLTE (Voice over LTE – LTE üzerinden ses):** Ticari telefonlardaki gibi, LTE sistemi üzerinden aranacak kişinin numarasının çevrilmesi ile kurulan ses çağrısına verilen isimdir. Teslim edilen sistemde iki geniş bant kullanıcısı birbirlerini telefon numaraları aracılığı ile sesli görüşme sağlayabilmektedir.
- **ViLTE (Video over LTE – LTE üzerinden video):** Ticari telefonlardaki gibi, LTE sistemi üzerinden aranacak kişinin numarasının çevrilmesi ile kurulan video çağrısına verilen isimdir. Teslim edilen sistemde iki geniş bant kullanıcısı birbirlerini telefon numaraları aracılığı ile görüntülü görüşme sağlayabilmektedir. Ek olarak mevcut sesli çağrıyı, görüntülü çağrıya geçirme yeteneği de mevcuttur.
- **Konferans Çağrı:** Birden fazla kullanıcı ses çağrısına verilen isimdir. Teslim edilen sistemde kullanıcılar, ticari operatörlerde yapıldığı gibi, telefon numaraları kullanılarak konferans ses çağrısı kurabilmektedir.
- **PSTN (Public Switched Telephone Network – Genel Aktarmalı Telefon Şebekesi) Çağrı:** Sistem üzerinden, geniş bant (LTE) üzerinden hizmet alan bir telsiz, dünyaya açılabilir ve herhangi bir ticari telefon ile ses çağrısı kurabilmektedir.



GörSEL 10: Web Tabanlı Hibrit Konum Takip Uygulaması Örnek Ekranı

Web Tabanlı Hibrit Konum Takip Uygulaması

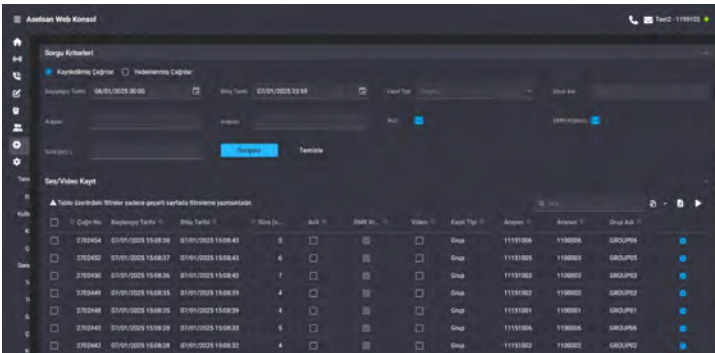
Kapsama alanı içerisinde bulunan dar bant ve geniş bant terminallerden toplanan konumların canlı olarak izlenebildiği uygulamadır. Bu uygulama sayesinde terminallere görev bölgesi ataması yapılabilmektedir. Ayrıca terminallerden gelen acil durum uyarısı ve hız alarmı gibi bilgiler anlık ve geçmişe yönelik izlenebilmektedir.



GörSEL 11: Web Tabanlı Hibrit Konsol Uygulaması Örnek Ekranı

Web Tabanlı Hibrit Konsol, Ses/Video Kayıt Uygulaması

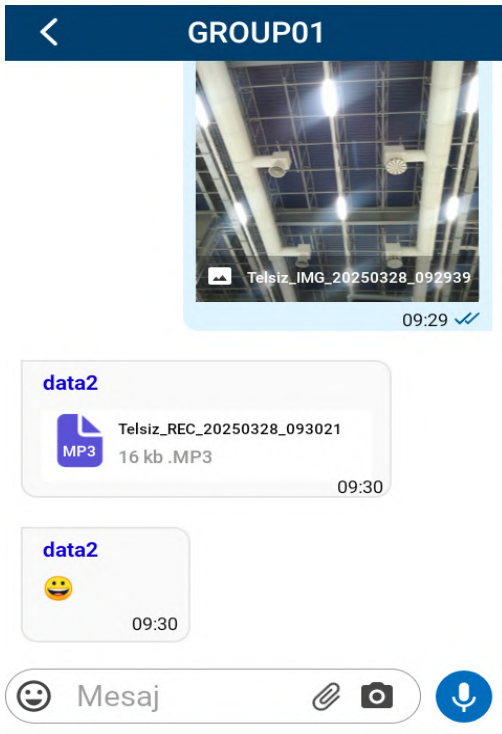
Web Tabanlı Hibrit Konsol Uygulaması sistem geneli yapılan tüm grup/bireysel ses/video çağrılarının bir merkezden takip edilebilmesine olanak sağlar. Bu ekrandan grup çağrıları anlık olarak eş zamanlı dinlenip cevap verilebilmektedir. Sistem genelinde yapılan tüm çağrı tipleri hibrit ses ve video kayıt uygulamasında kaydedilmektedir. Grup çağrı, bireysel çağrı, VoLTE, ViLTE ve PSTN çağrılarının tamamı bu uygulama ile kaydedilmektedir. Bu uygulama sayesinde geçmişe yönelik kayıtlar izlenebilmekte ve dinlenebilmektedir.



GörSEL 12: Web Tabanlı Hibrit Ses/Video Kayıt Uygulaması Örnek Ekranı

Mesajlaşma, Sorgulama ve Eklenti Gönderimi

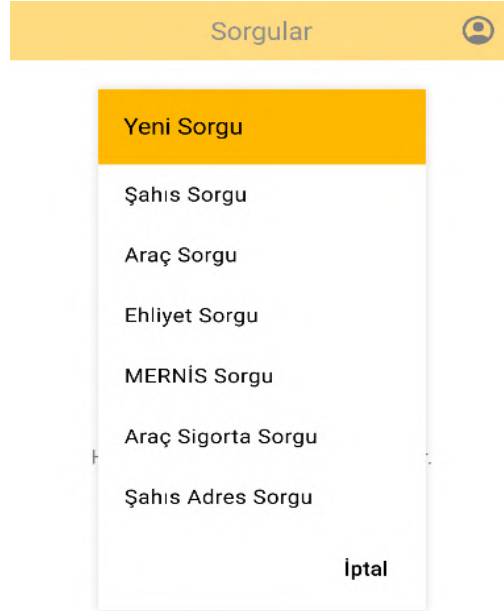
Ses ve video çağrılarının yanı sıra sistemin bir diğer özelliği ise mesajlaşma yetenekleridir. Dar bant sistemlerde 140 karaktere kadar mesajlaşma çözümü bulunmaktadır. Geniş bantta ise böyle bir sınır bulunmamaktadır. Bununla beraber, eklenti (fotoğraf, video, ses kayıt ve doküman) gönderimi hem tekil bir kullanıcıya hem de belirli bir kullanıcı grubuna sağlanabilmektedir. Fotoğraf, video ve ses kayıt gönderimi mesajlaşma ekranında iken canlı olarak çekilip gönderilebilir ya da daha önce depolama alanında bulunan kayıtlar da uygulama üzerinden telsize veya gruba gönderimi sağlanabilmektedir. Burada gönderilen tüm mesajlar ve eklentiler uygulamalar aracılığı ile izlenebilmekte ve kaydedilmektedir.



Görsel 13: 3810 Grup Mesajlaşma Ekranı

Dar bant modundaki telsizler ile geniş bant modundaki telsizler bireysel mesajlaşma yapmak suretiyle birbirlerine mesaj atabilmektedir.

Sorgulama uygulaması ise dar bant sistem üzerinden hem 3700 hem de 3810 üzerinden yetkili kullanıcı girişi ile sağlanabilmektedir. 3810'a özel olarak NFC sayesinde kimlik kartı, pasaport gibi çip taşıyan kimliklerin okunup doğrulanması sağlanabilmektedir. Okunan bilgiler sisteme gönderip istenen sorunun cevabı alınabilmektedir.

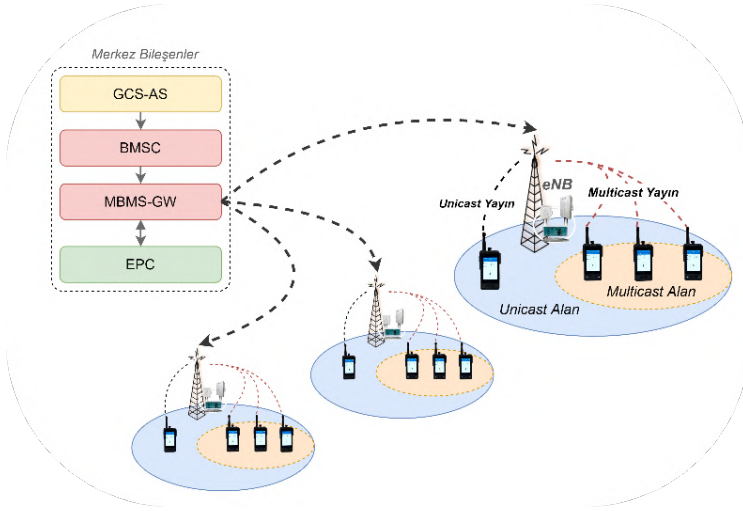


Görsel 14: 3810 Sorgulama Uygulaması Ekranı

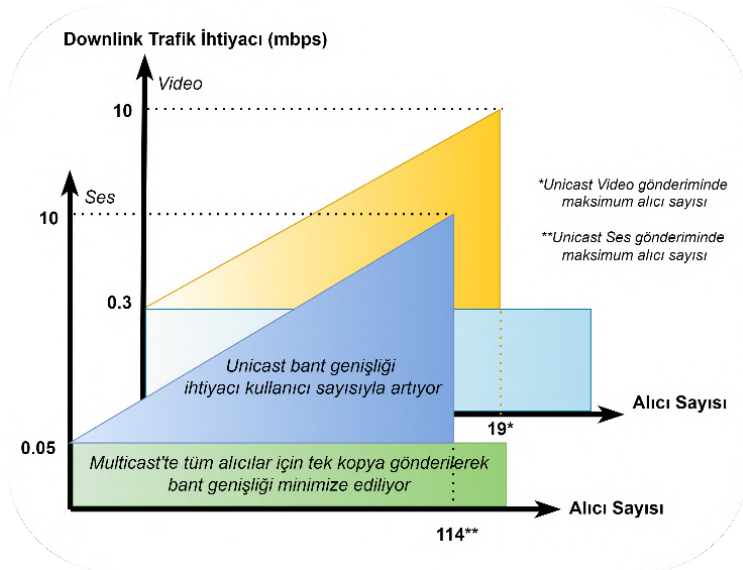
eMBMS (Evolved Multimedia Broadcast Multicast Services)

Evolved Multimedia Broadcast Multicast Services (eMBMS), sınırlı bant genişliğine sahip alanlarda, mevcut frekans kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak amacıyla geliş-

tirilmiş, 3GPP standartlarında tanımlı bir toplu medya aktarım çözümüdür. Bu teknoloji, özellikle kullanıcı yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde, aynı hizmeti talep eden çok sayıda cihaza eş zamanlı medya içeriği iletilmesini hedefler.



Görsel 15: MBMS Yayının Genel Akış Diyagramı



Görsel 16: MBMS ve MBMS Olmayan Durumlarda Tahmini Trafik Analizi Karşılaştırması

eMBMS ile sunulması amaçlanan hizmetler, görev kritik grup ses ve grup video aramaları gibi gerçek zamanlı iletişim gerektiren uygulamaları kapsamaktadır. Cihazların eMBMS multicast kapsamı dışında bulunması durumunda, bu hizmetler tekil bağlantılar üzerinden (unicast) devam eder. Ancak unicast iletişim, her bir terminal için ayrı bant genişliği tahsis edilmesini gerektirdiğinden, baz istasyonunun toplam kaynak tüketimini artırır.

Buna karşılık, multicast iletişimde, medya içeriği tüm kapsama alanındaki cihazlara tek bir yayın üzerinden ulaştırılır. Bu yöntemde, baz istasyonları eMBMS için ortak bir bant ayırır ve cihazlara özel ek kaynak tüketimi gerekmez. Çağrı kuruluncaya kadar gerçekleşen tüm sinyalleşme işlemleri ise unicast mantık ile gerçekleştirilir. Sinyalleşme tamamlandıktan sonra, sunucu servisleri, terminalin bulunduğu hizmet alanına ve yayın kalitesine bağlı olarak medya akışının unicast mı yoksa multicast mı devam edeceğine karar verilir.

Bu yapı, hibrit ve dinamik çalışmaya olanak tanıyan bir mimariye sahiptir. Bir terminal multicast kapsama alanına girip çıksa dahi, mevcut medya oturumlarını kesintisiz olarak sürdürebilir. Böylece eMBMS, görev kritik uygulamalar için hem kaynak verimliliği sağlayan hem de esnekliği yüksek bir çözüm sunar.

Adana Emniyetine teslim edilen sistemde, bahsi geçen eMBMS özelliği de sisteme kazandırılmış ve aktif hale getirilmiştir. eMBMS sayesinde, Emniyet güçlerine tahsis edilen frekansın çok daha verimli kullanılması mümkün hale gelmektedir.



06

YENİ NESİL HABERLEŞME

GENİŞ BANT
ÖZEL MOBİL ŞEBEKELER

Burak GÜNVAR, Sefa CEBE

Geniş bant özel mobil şebekeler (Mobile Private Network) kuruluşlara ve kamu kurumlarına özel, güvenli ve yüksek performanslı iletişim altyapıları sunan yeni nesil haberleşme sistemleridir. Özellikle sanayi, kamu güvenliği, ulaşım, enerji ve sağlık gibi kritik sektörlerde kullanılmak üzere geliştirilen bu şebekeler, kamuya açık ticari mobil ağlardan bağımsız çalışarak, daha yüksek güvenilirlik ve veri güvenliği sağlamaktadır. Geniş bant özel mobil şebekeler, kuruluşların kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmektedir.

Geniş Bant Özel Şebekelerin Özellikleri

Güvenlik ve Gizlilik

Veri Güvenliği: Özel şebekeler, kamuya açık şebekelerden izole olduğu için veri güvenliği daha yüksek olmaktadır. Hassas veriler, kuruluşun kontrolü altında kalmaktadır.

Erişim Kontrolü: Şebeke erişimi tamamen kuruluş tarafından yönetilmektedir. Böylece sadece yetkilendirilmiş kullanıcılar ve cihazlar ağa erişebilmektedir.

Özelleştirilmiş Performans

QoS (Quality of Service): Kuruluşlar, ağ üzerinde özel hizmet kalitesi

politikaları uygulayarak, kritik uygulamaların performansını optimize edebilmektedir.

Düşük Gecikme Süresi: Özel şebekeler, düşük gecikme süresi gerektiren uygulamalar için optimize edilebilmektedir. Bu da özellikle endüstriyel otomasyon ve IoT uygulamaları için önem taşımaktadır.

Yüksek Kapasite ve Bant Genişliği

Atanmış Spektrum: Kuruluşlar, kendi özel spektrumlarını kullanarak kamuya açık şebekelerde yaşanan bant genişliği tıkanıklığından etkilenmemektedir.

Yüksek Veri Hızları: Özel şebekeler, yüksek veri hızları sunarak video, veri toplama ve gerçek zamanlı analiz gibi bant genişliği yoğun uygulamaları desteklemektedir.

Güvenilirlik ve Süreklilik

Kesintisiz Hizmet: Özel şebekeler, kamuya açık şebekelerde yaşanan kesintilerden etkilenmemekte, böylece iş sürekliliği sağlamaktadır.

Yerel Yönetim: Ağ yönetimi tamamen yerel olduğundan, bakım ve sorun giderme hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir.



Esneklik ve Kontrol

Ağ Yapılandırması: Kuruluşlar, ağlarını kendi ihtiyaçlarına göre yapılandırmakta ve yönetmektedir. Bu, ağın ölçeklenebilirliğini ve performansını optimize etmeyi sağlamaktadır.

Yeni Teknolojilerin Entegrasyonu: Özel şebekeler, yeni teknolojilerin (örneğin, 5G) kolayca entegre edilmesine ve test edilmesine olanak tanımaktadır.

Endüstriyel ve Kurumsal Uygulamalar

Akıllı Fabrikalar: Endüstriyel IoT cihazları ve otomasyon sistemleri için güvenli ve düşük gecikmeli bağlantıya imkan vermektedir.

Enerji ve Kamu Hizmetleri: Uzaktan izleme ve yönetim sistemleri için güvenilir bağlantı sunmaktadır.

Sağlık Hizmetleri: Kritik sağlık uygulamaları için güvenli ve kesintisiz iletişim sağlamaktadır.

Maliyet Avantajları

Kontrollü Yatırım: Uzun vadede, kamuya açık şebekenin kullanım ücretlerinden kaçınılmakta ve yatırım getirisini kazandırmaktadır.

Daha Az Bağımlılık: Kuruluşlar, kamuya açık şebeke sağlayıcılarına daha az bağımlı hale gelmekte, bu da maliyet kontrolünü artırmaktadır.

Yüksek Erişilebilirlik ve Kesintisiz Hizmet

Geniş Kapsama: Özel şebekeler, büyük kampüsler veya tesisler için geniş kapsama alanı sağlayabilmektedir.

Kesintisiz Hizmet: Kuruluş içindeki mobil cihazlar, sürekli olarak güçlü ve güvenilir bağlantı ile çalışmaktadır.

Özelleştirilmiş Uygulamalar ve Hizmetler

Özel Uygulamalar: Kuruluşlar, özel şebekeler üzerinde kendi uygulamalarını ve hizmetlerini çalıştırmakta, bu da performans ve güvenliği artırmaktadır.

Yeni Hizmetler: Kuruluşlar, kendi şebekeleri üzerinde yenilikçi hizmetler geliştirmekte ve test etmektedir.



Kullanım Alanları



Sanayi ve Üretim (Endüstri 4.0)

Geniş bant özel mobil şebekeler, endüstriyel otomasyon uygulamalarında büyük bir potansiyel sunar. Yüksek hızda veri iletimi ve düşük gecikme süresi ile üretim hatlarındaki makinelerin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve kontrol edilmesini mümkün hale gelir.

5G tabanlı özel mobil şebekeler, endüstriyel IoT cihazlarının birbirleriyle ve merkezi sistemlerle iletişimini kolaylaştırarak, akıllı fabrikaların gelişimini hızlandırmaktadır.



Ulaşım ve Lojistik

Havalimanları, limanlar ve demiryolları için yüksek hızlı veri akışı ve akıllı trafik yönetimi sağlamaktadır. 5G hizmetiyle bir liman vinç operatörü, yüzlerce metre öteden güvenli ve gecikmesiz şekilde konteyner taşıyabilmektedir.



Enerji ve Madencilik

Elektrik şebekesi yönetimi, akıllı sayaçlar ve uzaktan kontrol edilen madencilik operasyonları için kullanılır. Daha az yönetim maliyetiyle operasyonların yürütülmesi sağlanabilmektedir.



Kamu Güvenliği

Kamu güvenliği haberleşme sistemlerinde geniş bant özel mobil şebekeler, acil durum müdahaleleri, afet yönetimi ve güvenlik operasyonlarında etkili bir iletişim altyapısı oluşturmaktadır.



Akıllı Şehirler

Akıllı şehir uygulamalarında geniş bant özel mobil şebekeler, trafik yönetimi (örneğin kaza ya da yol çalışması gibi durumlarda trafiğin yönlendirilmesi), çevre izleme (örneğin çöp konteyner doluluk oranı) veya kamu güvenliği gibi alanlarda kullanılır. Yüksek bağlantı yoğunluğu ve düşük gecikme süresi, şehir altyapısının daha etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar.



Sağlık Hizmetleri

5G tabanlı özel mobil şebekelerde 1ms'ye kadar düşük gecikme sayesinde uzaktan ameliyat senaryolarını mümkün hale getirebilmektedir.

Frekans Spektrumu ve Lisanslama

Geniş bant özel mobil şebekeler, lisanslı ve lisanssız frekans spektrumlarını kullanabilir. Lisanslı spektrum, daha güvenilir ve kesintisiz bir iletişim sağlarken, lisanssız spektrum daha düşük maliyetli bir çözüm sunar.

3.5 GHz ve 4.9 GHz gibi frekans bantları, 5G geniş bant özel mobil şebekelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu frekanslar, yüksek hızda veri iletimi ve dengeli kapsama alanı sağlar. Bunun yanında kapsama açısından verimli olan 700 MHz de kamu güvenliği için LTE şebekelerinde değerlendirilmektedir.

Frekans Bandı (MHz)	450		700				2600		2600
LTE Bant No	Bant 31		Bant 68 (PPDR-A)		Bant 28 (PPDR-C)		Bant 7		Bant 41
Bant Genişliği (MHz)	5 MHz	5 MHz	5 MHz	5 MHz	3 MHz	3 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz
Yön	UL	DL	UL	DL	UL	DL	UL	DL	
MHz	452-457	462-467	698-703	753-758	733-736	788-791	2560-2570	2680-2690	2610-2620

Görsel 1: BTK'nın Milli Frekans Planında Kamu Güvenliği İçin Belirttiği Frekanslar

Dünyadaki Örnekler

Almanya – Endüstri 4.0 Fabrikaları: Çeşitli fabrikalarda 5G tabanlı özel mobil şebekeler ile üretim süreçleri optimize edilmiştir.

ABD – CBRs (Citizens Broadband Radio Service): Paylaşımlı spektrum modeli ile özel mobil LTE ve 5G ağları oluşturmaktadır.

Çin – Akıllı Limanlar: Özel mobil 5G ağı ile otonom konteyner taşımacılığı yapılmaktadır.

Çalışma Örnekleri

- DRZ (Alman Kurtarma Robotik Merkezi): Almanya'nın Dortmund kentinde özel mobil 5G şebekesi kullanarak kurtarma operasyonları için 5G donanımlı dronlar ve mobil robotik denemeleri yürütmektedir.
- Dubai Polisi, aranan suçluları ve hakkında yakalama emri bulunan sürücülerini tanımlamak için hücresel bağlantı ve yapay zekâ (AI) destekli analizlerle birlikte başa takılan ekranların kullanımını araştırmaktadır.
- Çin polis kuvvetleri, kamusal alanlarda ve kalabalıkta potansiyel şüphelilerin ve suçluların tespitine yardımcı olmak için gömülü yüz tanıma yeteneklerine sahip AR gözlükleri test etmeye başlamıştır.

- Dublin İtfaiyesi, Dense Air ile iş birliği yaparak, özel mobil LTE/5G ağları ve komuta destek araçlarını da barındırılan sistemleri acil durum olaylarını koordine etmek için değerlendirilmektedir; dronlar tarafından yakalanan gerçek zamanlı hava durumunu ve ilk müdahale ekiplerinin vücuda takılan kameralarından gelen video akışlarının görüntülenmesine test etmektedir.
- İspanyol sivil muhafızları, kırsal veya ulaşılması zor alanlarda güvenlik ve gözetlemeyle ilgili görevler için İHA'lar kullanmaktadır. İHA'ların uzaktan kontrolü ve yönetimi için 5G mobil ağların kullanımını denemektedir.
- Leuven Polisi, Belçika'nın Leuven kentinde Telenet'in ilk özel mobil 5G ağ kurulumunu kullanarak polis güçlerine 5G bağlantılı mobil kameralar vasıtasıyla acil durum olaylarına mücadele için denemeler yapmaktadır.
- Yeni Zelanda polisi, Vodafone 5G NR ağı üzerinden hücresel donanımlı İHA'ları ve polis arabalarından gelen gerçek zamanlı UHD video akışlarını, tehditlerin ve suçluların anında tespiti ve trafiğin daha hızlı hareket etmesini sağlamak için kullanmaktadır.

Geniş bant özel mobil şebekeler, kritik görev iletişimi ve sanayi uygulamaları alanlarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Geniş bant özel mobil şebekeler kuruluşlara güvenlik, performans, esneklik ve maliyet avantajları sağlayarak, özellikle endüstriyel ve kurumsal uygulamalar için ideal bir çözüm sunmaktadır. Bu tür şebekeler, modern iş gereksinimlerine uygun olarak yüksek düzeyde özelleştirilebilmekte ve yönetilebilmektedir.

Önümüzdeki yıllarda, yapay zekâ destekli ağ yönetimi, daha esnek spektrum tahsis modelleri ve özel mobil 6G ağları ile bu alanda büyük yenilikler beklenmektedir.





07

GELECEĞİN DEMİR YOLU MOBİL HABERLEŞME SİSTEMİ

RAYLI SİSTEMLERDE
HABERLEŞME

Ercan ERYILMAZ, Yasemin YELTEKİN, Melih IŞIKEL



Demiryolu trafiğindeki sabit yolda düşük sürtünme ve engellerden kaçınamama durumları sebebiyle frenleme kabiliyetleri çok zayıftır. Bu nedenle bir demiryolu sinyalizasyon sisteminin (veya tren kontrol sisteminin) en temel amacı trenlerin çarpışmasını ve raydan çıkmasını önlemek ve güvenli bir yolculuk sunabilmektir.

Raylı sistemler için sinyalizasyon ve haberleşme altyapısı, bu sistemlerin en kritik parçalarından biridir. Ülkemizde de çeşitli raylı sistemler için yatırımlar devam etmektedir. Bu sistemlerin sinyalizasyon ve haberleşme altyapılarının yerleştirilmesi de önemli bir faaliyet olarak görülmektedir. Bu yazıda mevcut uygulanan yöntemler ile yeni nesil raylı sistem mobil

haberleşmesi olan 5G FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) teknolojisinin raylı sistemlerin sinyalizasyon ve haberleşme altyapısında kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

Raylı sistemlerin haberleşme altyapısında, radyo haberleşmesi aracılığıyla araçlar ve hat boyu iletişimi sağlanmaktadır. Bu iletişim için kullanılacak teknolojinin sahip olması gereken bir takım yetenek ve özellikler bulunmaktadır. Düşük gecikme, çok düşük seviyede paket kaybı, el değiştirme (handover) operasyonlarının hem hızlı hem de paket kayıpsız şekilde gerçekleştirilmesi, bu yetenekler arasında göze çarpanlar olarak ifade edilebilir.

GSM-R

Tren sinyalleşme teknolojisi European Rail Traffic Management System (ERTMS) kullanıma alındığı zaman haberleşme teknolojisinde kullanılacak olan teknolojiye karar verilmesi gerekiyordu. Süre kısıtından dolayı, hali hazırda kullanılan bir teknolojinin seçilmesi kararlaştırıldı. Ticari alanda kullanımı olan bir teknolojinin seçimi, GSM-R'in yaygınlaştırılmasını kolaylaştırdı. GSM-R (2G-Railway), GSM (2G)'in farklılaştırılmasıyla oluşturulmuş bir sistemdir. Yapılan farklılaştırmalar aşağıda verilmiştir.

- Önceliklendirme ve öncelikli çağrı başlatma,
- Ses grup çağrısı kurabilme
- Fonksiyonel adresleme,
- Lokasyon bazlı adresleme,
- Hızlı çağrı kurulumu ve
- Raylı Sistem Acil Çağrı Kurulumu.

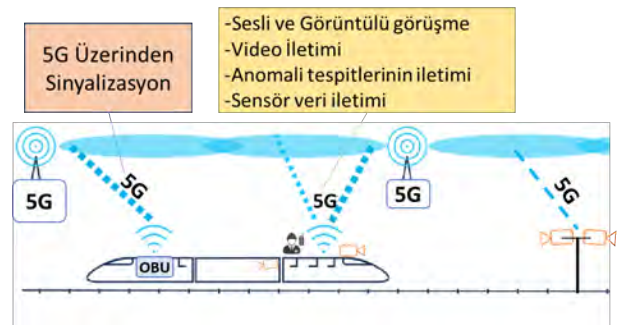
İlk GSM-R altyapılı ülke geneli haberleşme sistemi 2004 yılında kurulmuştur. Şu an günümüzde Avrupa'da 150,000 km'de, dünya genelinde, Türkiye de dahil olmak üzere, 250,000 km'den fazla alanda GSM-R kullanılmaktadır. Hem Avrupa'da hem de ülkemizde hizmet vermekte olan GSM-R sistemleri, yukarı yönlü (Uplink) hatta 876-880 MHz'de ve aşağı yönlü (downlink) hatta 921-925 MHz'de çalışmaktadır. Artan raylı sistem haberleşme ihtiyacı ve GSM-R sistemlerin ömrünü tamamlamasından dolayı, 30'dan fazla ülkede 20 yıldan fazla süredir kullanılan GSM-R teknolojisinin 2035 yılından sonra kullanımının sonlanması planlanmaktadır.

FRMCS Nedir?

Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC), ERTMS sistemlerin haberleşme birimi olarak kullanılan GSM-R teknolojisinin yerine geçmek üzere FRMCS'yi öne sürmüştür. FRMCS özünde yeni nesil 5G tabanlı görev kritik mobil haberleşme sistemidir. GSM-R'ye göre daha yüksek veri hızları, gelişmiş güvenlik özellikleri ve daha esnek bir yapı sunmaktadır.

GSM-R teknolojisi 2035 yılı civarında ömrünü tamamlamış olacak ve artık ekipman üreticileri tarafından destek alınmasında zorluk çekilecektir. Bu yüzden en geç bu yıllardan itibaren FRMCS altyapısının ve bu standardı destekleyen ekipmanların raylı sistemlerde kullanılması gerekmektedir.

Trenlerde bulunan sinyalizasyon sistemlerinin verilerin ve kameralar tarafından kaydedilen görüntülerin sinyalizasyon merkezlerine iletilmesi ve işlenmesi gerekmektedir. Bunun için düşük gecikmeli ve yüksek veri hızını destekleyen bir haberleşme altyapısına ihtiyaç bulunmaktadır. Gerçek zamanlı olarak verilerin iletilmesi ve işlenmesini sağlamak için böyle bir altyapıya sahip olmak zaruridir.



Görsel 2: FRMCS Haberleşmesi

Yükselen ihtiyaçları karşılamak için ana hat raylı sistemlerde altyapı olarak 5G temelli FRMCS teknolojisinin kullanılması hedeflenmektedir. FRMCS ile şimdi ve gelecekte ihtiyaç duyulacak düşük gecikme değerleri, yüksek veri hızı, yüksek erişilebilirlik ve güvenilirliğin sağlanabilmesi amaçlanmaktadır.

FRMCS'nin ilk versiyon standartları, Avrupa Demiryolu Ajansı (ERA) ve Uluslararası Demiryolu Birliği (UIC) önderliğinde çıkarılmıştır. Bu kapsamda, Avrupa Birliği destekli ve UIC liderliğinde, FRMCS'nin ilk versiyon testlerinin gerçekleştirildiği ve gelecekteki versiyonlarının geliştirileceği projeler yürütülmektedir. Standartların ikinci versiyonları 2024 yılında yayınlanmıştır.

Frekans Bantları

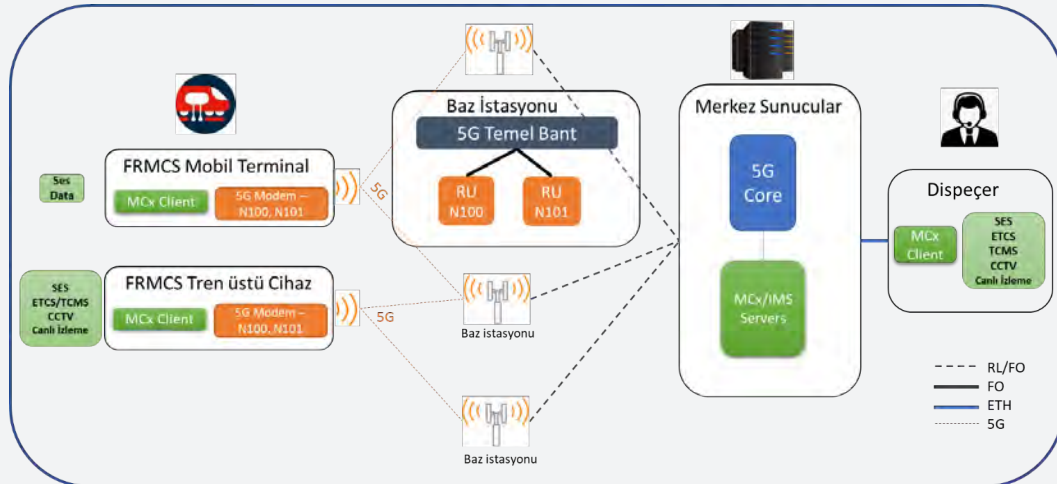
GSM-R teknolojisinde 900 MHz kullanılırken, FRMCS için CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) kararları doğrultusunda Demiryolu Mobil Radyo Frekansı (RMR) olarak 900 MHz ile 1900 MHz frekansları belirlenmiştir. RMR için 2022 yılında N100 ve N101 bantlarının 5G 3GPP standardına (TS 38.104 R.17) girdiği görülmektedir. GSM-R ile FRMCS'in bir süre birlikte çalışması gerekeceği için başlangıçta bandın tamamının FRMCS için kullanılması mümkün olmayacak, zaman içinde bandın tamamı FRMCS'e dedike edilecektir.

Dupleks Modu	Frekans Aralığı (MHz)
FDD	UL: 874.4 - 880 DL: 919.4 - 925

Görsel 3: FRMCS Frekansları

Sistem Mimarisi

FRMCS uçtan uca sistem mimarisi aşağıdaki görselde verilmiştir.



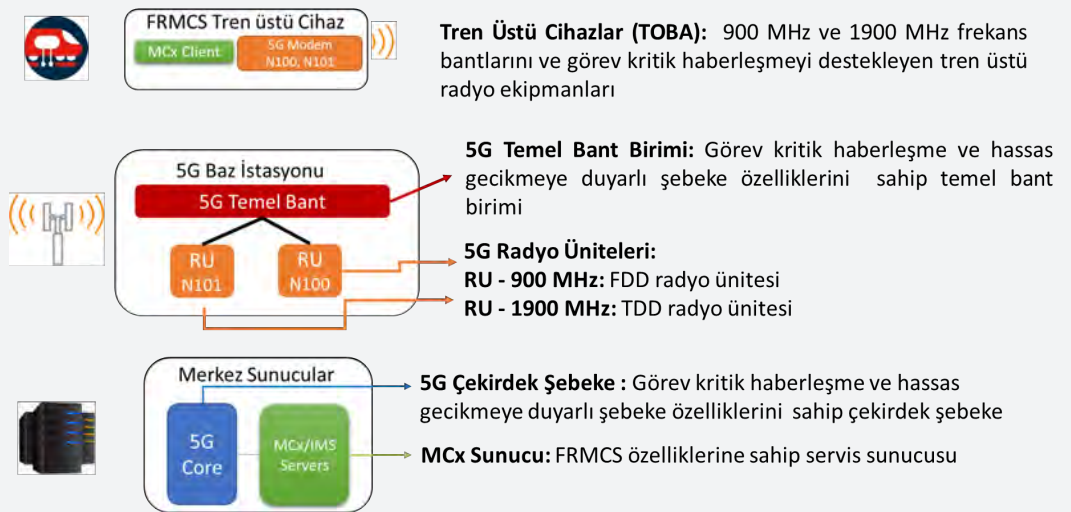
Görsel 4: FRMCS Mimarisi

FRMCS sistemi, trenlerde ve mobil terminalde yer alan cihazlar, 5G modemler aracılığıyla 5G üzerinden baz istasyonları ile iletişim kurar. Bu modüller, hem ses hem de veri iletişimini sağlayan MCx Client (Görev Kritik Haberleşme Kullanıcı) yazılımını kullanır. Tren üstü cihazlar sayesinde, sesli iletişim, ETCS (European Train Control System), TCMS (Train Control and Management System), CCTV ve canlı izleme fonksiyonlarını 5G üzerinden iletilmesi sağlanır.

Baz istasyonları, trenlerden ve mobil terminallerden gelen bu verileri toplar ve işler. Baz istasyonlar N100 ve N101 bantlarında çalışan radyo ünitesi (RU) birimlerine sahiptir ve bu birimler, Temel Bant Birimi tarafından desteklenir. Bu şekilde, baz istasyonları ile tren ve mobil terminaller arasında kesintisiz ve yüksek hızlı bir iletişim sağlanır.

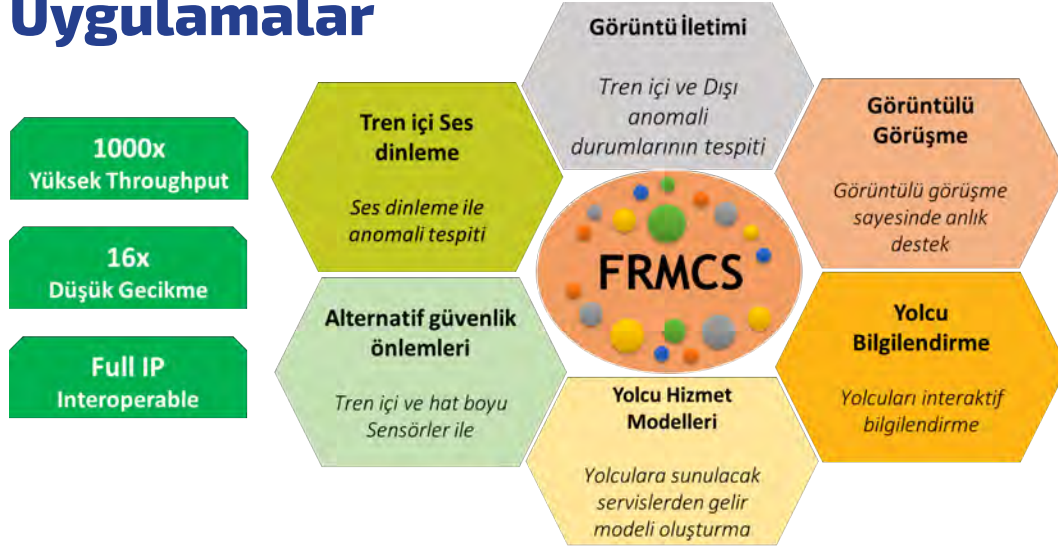
Baz istasyonları, radyo linkleri (RL) veya fiber optik (FO) bağlantılar kullanılarak merkezde bulunan 5G çekirdek şebekesine bağlanır. 5G çekirdek şebekesi (5G Core), tüm iletişim trafiğini yönetir ve veri akışını optimize eder. Çekirdek şebekeye bağlı olan MCx/IMS sunucuları, görev kritik servisleri (MCx) ve IP tabanlı multimedya hizmetleri (IMS) sağlar. Bu sunucular hem veri iletiminde güvenilirliği artırır hem de çeşitli multimedya hizmetlerini destekler.

Dispeçer ve merkezde bulunan birimler, MCx Client yazılımını kullanarak sesli iletişim, ETCS, TCMS, CCTV ve canlı izleme fonksiyonlarını yönetir. Dispeçer birimi, merkez sunucular ve baz istasyonları aracılığıyla tren ve mobil terminallerle iletişim kurar. Bu sayede operasyonel verimlilik ve güvenlik sağlanır.



Görsel 5: FRMCS Birimleri

Uygulamalar



Görsel 6: Servisler

Görev Kritik Servisler:

Demiryolu personeli arasında anında ve güvenilir ses iletişimini sağlar. Tren operatörleri, sinyalizasyon merkezleri ve bakım ekipleri arasındaki iletişim hayati önem taşır.

Bu kapsamda görev kritik direkt çağrı, grup çağrı ve raylı sistemler acil arama (REC) senaryoları oluşturulmuştur. Hem tren üzerinden hem de merkezden çağrı başlatılması sağlanmaktadır.

Görüntülü haberleşme gereksinimi olan acil bir durumda, ses iletişimi

minin yanı sıra görüntülü konuşma başlatılarak trendeki makinist ya da diğer çalışanların acil durumlarına merkezi birimlerden destek sağlanabilecektir.

Bu kullanım senaryosunun amacı trendeki arızaların ya da olası kaza/hastalık gibi sağlık durumlarında demiryolları çalışanlarının karşılaşılan sorunları daha iyi şekilde çözmesini amaçlar. Örneğin tren üzerinde teknik bir arıza meydana geldiğinde, merkezde bulunan teknik ekip görüntülü görüşme ile tren içindeki personele destek olarak soruna çözüm sağlanması hedeflenmektedir.



Görsel 7: MCx Uygulamalar

Tren Kontrol ve Sinyalizasyon Sistemleri:

ETCS (European Train Control System)

Sinyalizasyon sistemi özellikle Avrupa çapında kullanılan trenlerin güvenliğini garanti ederek trafiğinin yönetilmesini sağlayan sinyalizasyon ve kontrol sistemidir. FRMCS'in gelmesi ve ETCS verilerinin daha hızlı ve düşük gecikmeyle gönderilmesi sayesinde, daha yüksek seviyelere erişilebilecek ve demiryolu trafiğinin verimliliği artacaktır. Örneğin, hatta kullanılabilecek tren sayısı artacaktır.

ATO (Automatic Train Operation)

Tren hareketlerini otomatik olarak kontrol eder. Seviyelerine göre trenin hızını, ivmelenmesi, frenlemesi gibi işlemleri otomatik gerçekleştirebilir. ETCS ile birlikte çalışabilir. FRMCS sayesinde ATO ve ETCS daha yüksek seviyelere çıkarak tam otonom sürüş seviyesinde kullanımın önü açılacaktır.

TCMS (Train control and monitoring system)

Trenin tüm alt sistemlerini (Kapı, aydınlatma, klima, yolcu bilgilendirme sistemler) izler ve yönetir.

ETCS, ATO ve TCMS sistemleri, tren, hatboyu ve merkez arasında sürekli haberleşme halinde olan sistemlerdir. FRMCS'in gelmesiyle haberleşme kabiliyetleri artırılacak, kontrol ve sinyalizasyon seviyeleri yükseltilecektir. Bu sayede demiryolu hat kapasitesinin artırılması, daha güvenli ve tam otonom tren kontrolü sağlanabilecektir.

Görüntüleme: Görüntüleme Sistemleri

Uçta yapılacak olan anomali tespitlerinin gerekli birimlere iletilmesi 5G FRMCS sistemi üzerinden sağlanacaktır. Gerektiğinden merkezden bağlanarak canlı kontroller yapılarak durum teyidi yapılabilecektir.

- Makinist odalarının gerçek zamanlı gözetimi: İhlallerin tespiti. Örnek: sigara içme, yerinden ayrılma
- Lokomotiflerin gerçek zamanlı gözetimi: Tren için güvenlik ihlallerinin tespiti. Örnek: Trene zarar verme, yolcular arası kavgaya, sağlık olayların tespiti

Sensör Haberleşmesi:

Sensör verilerinin 5G üzerinden iletilebilmesi ile durumsal farkındalık artırılarak güvenlik tedbirleri artırılmaktadır.

- Tren Durumu: Motor ve fren sistemlerinin sıcaklık durumu sıcaklık sensörleri ile ölçülerek bozulma tespiti yapılır.
- Yol Durumu: Menfezdeki su yoğunluğunu kontrol ediyor. Su baskını tehlikesi tespit edilir. Hassas konum değişikliği kontrol edilerek hat boyu için toprağın kayma tehlikesi takip edilir.
- Ray Durumu: Rayın sıcaklık durumuna bakılarak bozulma kontrolü. Ultrasonik sensörler ile raydaki bozulmanın kontrolü
- Demir Yolu Çalışan Güvenliği: Çalışanları yaklaşan tren hakkında uyarı gönderilmesi.

GSM-R ve FRMCS'in Birlikte Çalışması

10 Ağustos 2023 tarihinde Avrupa Birliği'nin yayınladığı 2023/1695 sayılı Commission Implementing Regulation (EU) yönetmeliğin Raylı Sistemlerin sinyalizasyon sistemlerinin birlikte çalışabilirlik ile ilgili teknik şartnamesinde (2016/919) FRMCS kullanımını yaygınlaşmasına sağlayacak girdiler verilmiştir. Baseline-4 standartlar listesinde FRMCS'in de yer aldığı görülmektedir.

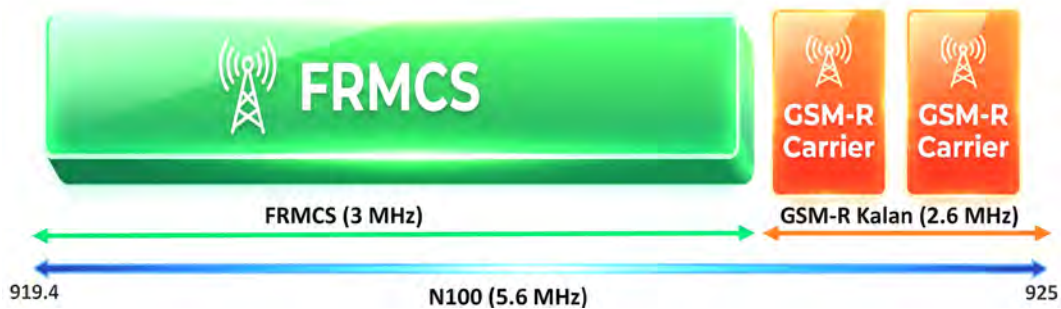
Bu yönetmelikte yapılan girdiler ile Avrupa Birliği'nde bulunan trenlerin FRMCS altyapısını da destekleyen ekipmanlar ile yenilenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Buna istinaden araç üstü TOBA (Telecom On-Board Architecture) birimi ile hibrit bir çözüm ile geçiş sağlanması planlanmaktadır.

FRMCS ve GSM-R'in 900 MHz'de Birlikte Kullanımı

Günümüzde GSM-R networkleri 2 x 4 MHz (876- 880 MHz uplink / 921-925 MHz downlink – R-GSM

900) bant genişliğinde çalışmakta ve buna göre frekans planları yapılarak operasyonlar devam etmektedir. GSM-R'in yerine geçecek 5G FRMCS haberleşme sistemi için yapılan çalışmalarda 900'de FDD 874.4-880 MHz uplink / 919.4-925 MHz downlink, 1900'de TDD 1900-1910 MHz frekans bantları belirlenmiştir. Görüleceği üzere 900 MHz'de hali hazırda kullanılan GSM-R bandının 1.6 MHz bant genişliği uzatılarak FRMCS'de kullanılmasına yönelik karar alınmıştır. Dolayısıyla GSM-R operasyonlarının sonlanmasına (~2035) kadar FRMCS ve GSM-R'in 900 MHz frekans bandında birlikte çalışabilirliğinin sağlanması gerekmektedir.

Bunun için 900 MHz bandı 2.6 MHz'lik kısmının GSM-R'ye; 3 MHz'lik kısmının da FRMCS'ye ayırmak üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu durumda 4 MHz bant genişliğine dağılmış, GSM-R'in frekans planı yeniden yapılarak 2.6 MHz bant genişliğine sığacak şekilde bandın sonuna veya başına kaydırılması gerekmektedir. Bu sayede 5G FRMCS kullanımı için 2 x 3 MHz'lik temiz bir bant genişliği sağlanmış olmaktadır.



Görsel 8: Frekans Düzenleme

Bu konuda iki temel dezavantaj söz konusudur. İlk olarak, GSM-R'nin mevcutta kullandığı 2x4 MHz frekans aralığından daha dar olan 2x2.6 MHz bandına geçilmesi, yeni bir planlama ihtiyacını beraberinde getirirken, enterferans riskini de artırmaktadır. İkinci olarak, 5G NR sistemlerin ilk versiyonlarında desteklenen en küçük kanal bant genişliği 5 MHz'tir. Bu nedenle, 5 MHz'ten daha dar bantlarda 5G hizmeti sunabilmek için 3GPP tarafından dar bantlı 5G-NR konsepti üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda özellikle PBCH (Physical Broadcast Channel) ve PDCCH (Physical Downlink Control Channel) gibi kontrol kanallarında bazı düzenlemeler gerekmiştir. Söz konusu güncellemeler, 3GPP'nin yeni sürümlerinde tanımlanmaktadır.

Avrupa Birliği FRMCS Projeleri

FRMCS Standartlarının oluşturulması ve gerçek saha koşullarındaki raylı sistem haberleşmesinde kullanılmasına yönelik olarak UIC önderliğinde Avrupa Birliği demiryolu işletmecilerinin dahil olduğu 5G RAIL ve MORANE-2 ismiyle iki adet önemli proje bulunmaktadır.

Bunların yanında öne çıkan diğer projeler ShiftoRAIL, 5G-PICTURE ve 5GVICTORI'dir. ShiftoRAIL projesi, en uygun yeni nesil kablosuz haberleşme ağını bulmak için analizler yapma hedefi ile başlatılmıştır. 5G-VICTORI projesi, kritik haberleşme ihtiyaçlarına yoğunlaşmış ve bu konuda analizler yapmıştır. 5G-PICTURE kapsamında

İspanya'da bir lab ve deneme sahası kurularak, firmaların ürünlerinin denenmesi sağlanmıştır.

5G RAIL Projesi

5G RAIL isimli Horizon projesi ile erken versiyon FRMCS 5G standartlarının doğrulanması hedeflenmiştir. Bu proje kapsamında ilk defa 1900 MHz tren üstü cihaz geliştirmesi yapılmış olup bu sayede 1900 MHz saha ve laboratuvar koşullarında test edilmiştir.

FRMCS'in ilk sürümünün teknik olarak doğrulanmasına yönelik en kapsamlı çalışma olan 5G RAIL projesi, Avrupa Birliği Horizon 2020 çerçevesinde finanse edilmiş ve UIC koordinatörlüğünde yürütülmüştür. Proje kapsamında, 3GPP Release 16 ve 17 standartları temel alınarak FRMCS'e özgü görev kritik uygulamaların (MCX servisleri, ETCS sinyalizasyon verisi, tren kontrol komutları vb.) 5G NR teknolojisi üzerinden işletimi test edilmiştir. Bu proje kapsamında ilk defa 1900 MHz tren üstü cihaz geliştirmesi yapılmış, bu sayede 1900 MHz saha ve laboratuvar koşullarında test edilmiştir. Birçok farklı frekans ve üretici ekipmanları ile laboratuvar ortamında yapılan kapsamlı testlerin ardından, Avrupa'da çeşitli demiryolu hatlarında gerçek trenler üzerinde saha denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Proje, FRMCS'in ilk versiyonunun işlevselliğini doğrulayarak, demiryolu haberleşme ihtiyaçlarını karşılayabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, proje çıktıları yalnızca uygulama düzeyinde kalmamış, aynı zamanda 3GPP standartlarına ve UIC tarafından tanımlanan FRMCS teknik spesifikasyonlarına doğrudan katkı sağlamıştır. Bu çerçevede 5G RAIL, FRMCS'in operasyonel uygulamalara geçiş sürecinde önemli bir proje olarak görülmektedir.

MORANE-2 Projesi ile Farklı Saha Koşulları Test Ediliyor

2024 yılında hazırlık çalışmaları başlayan MORANE-2 projesinin 2027 yılında FRMCS-V3 spesifikasyonlarının tamamlanmasıyla sonlanması beklenmektedir. MORANE-2 projesi ile FRMCS-V2 spesifikasyonlarının sahada gerekli fonksiyonlarının test edilmesi, hizmet kalitesinin ve performansının doğrulanması ve V3 spesifikasyonlarının oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu açıdan FRMCS süreci için çok önemli bir projedir. İlk MORANE projesinde de GSM-R teknolojisinin gereksinimleri ve performansı test edilmiş ve sistem kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Proje Konsorsiyumu; UIC, ERA, 13 üretici firma, 13 demiryolu firması ve 2 mobil operatörden oluşmaktadır. İlk defa mobil operatörlerinin böyle bir çalışmada yer alması dikkat çekmektedir.

MORANE-2 Projesinde UIC, 3GPP ve ETSI isterlerinde yer alan fonksiyonların test edilmesi planlanmaktadır.



Görsel 9: MORANE-2 Projesi

Proje kapsamında üç laboratuvar ve beş gerçek saha koşullarında testler gerçekleştirilecektir. Tüm test alanlarında ana amaç olan senaryoların testleri gerçekleştirilirken, test alanlarına özel odak noktaları farklılık göstermektedir.

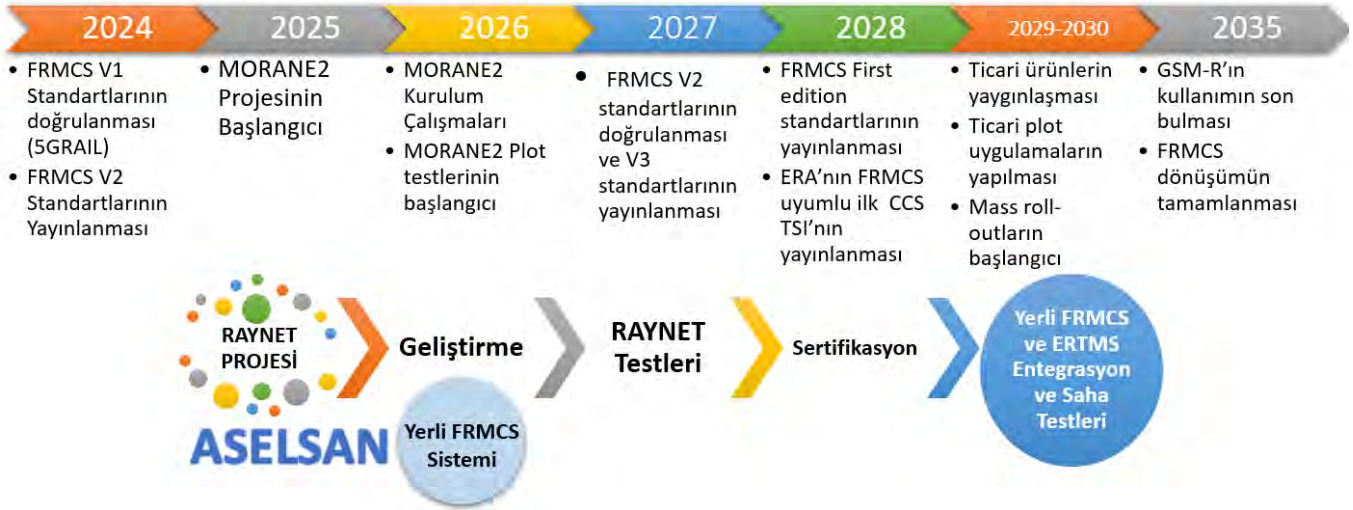
- İspanya'da 900 MHz ve 1900 MHz birlikte kullanımı odağında testler yapılacaktır. Ayrıca ilk defa Kontron'nun ortaya koyduğu 900 White space metodu (900 MHz de GSM-R ve FRMCS'in birlikte kullanımına yönelik bir metod) denecektir.
- İspanya'da yapılacak testlerin odağında, hızlı tren hatlarında FRMCS servislerinin denenmesi ve bu servislerin QoS (Hizmet Kalitesi) üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi yer alacaktır.
- Almanya'daki test alanında ise iki ayrı FRMCS ağı ile bir GSM-R ağı bulunacaktır. Bu alandaki testler, iki FRMCS ağı arasındaki geçişler, FRMCS ile GSM-R ağları arasındaki geçişler ve bu sistemler arasındaki birlikte çalışabilirliğe odaklanacaktır.
- İsveç'te hattın kaspanamayan bir bölümünde Mobile Network Operator (MNO) (Telias) üzerinden 700 MHz MOCN (Multi Operator Core Network) ile kapsama sağlanması planlanmaktadır. Bu test hattının odağında, MNO 700 MHz ile birlikte çalışabilirlik ve geçiş senaryoları olup, MNO'nun gerekli kalite değerlerini yakalayıp yakalayamayacağına bakılacaktır.
- Hollanda test hattının ana odağı RMR ve MNO hibrit network çalışma şeklinin kontrolü olacaktır.

Ülkemizdeki Durum ve ASELSAN Çalışmaları

Ülkemizde tren yollarında kısmi olarak GSM-R kullanımı mevcuttur ve giderek yeni projelerle kapsama alanı arttırılmaktadır. Bu projeler hem yeni kurulum hem de modernizasyon çalışmaları olarak yürütülmektedir. ASELSAN'ın bu kapsamda TCDD ile yürürlükte olan projeleri mevcuttur.

5G teknolojisinin yaygınlaşması ve TOBA cihazlarının piyasaya çıkmasından sonra ülkemizde de FRMCS kullanımının yaygınlaşması öngörülmektedir. ASELSAN olarak bu vizyonda uçtan uca yerli ürün geliştirme odağı ile çalışmalarımız sürmektedir.

FRMCS gereksinimlerinin tamamlanma takvimine uyumlu şekilde ASELSAN ürünlerinin geliştirilmesi planlanmaktadır.



Görsel 10: FRMCS Geliştirme Takvimi



08

HER ALANDA HABERLEŞME

GENİŞ BANT
ÖRÖN VE SİSTEMLERİMİZ

ARENA IMS IP ÇOKLU MEDYA ALT SİSTEMİ

IMS, IP tabanlı ağlarda ses, video ve diğer medya türlerini entegre etmeyi amaçlayan bileşendir. Kullanıcılara sesli arama, video konferans, anlık mesajlaşma gibi çeşitli iletişim hizmetlerini sunar. IMS ve EPC, VoLTE'de (Voice over LTE) IP telefon ile veri iletişimini birleştirmek için birlikte çalışır. 4.5G ağlarında sesli aramaları ve diğer iletişim hizmetlerini etkinleştirmek için SIP protokolünün kullanımına olanak sağlar.

Multimedya Telefon Hizmetleri

- LTE Üzerinden Ses (VoLTE): LTE ağı üzerinden yüksek kaliteli sesli aramalar
- LTE Üzerinden Video (ViLTE): LTE ağı kullanarak video görüşme hizmetleri

Zengin İletişim Hizmetleri (RCS)

- Gelişmiş mesajlaşma: Grup sohbeti, dosya transferi ve varlık bilgisi gibi gelişmiş mesajlaşma özellikleri
- Geleneksel SMS ve MMS hizmetleri ile entegrasyon

Oturum Yönetimi

- Oturum kontrolü ve sinyalizasyon için SIP (Oturum Başlatma Protokolü)
- Ses, video ve mesajlaşma dahil olmak üzere multimedya oturumlarını destekler.



Hizmet Kalitesi (QoS)

- Trafiği önceliklendirerek ve ağ kaynaklarını yöneterek yüksek kaliteli multimedya hizmetlerini sağlar.
- Bant genişliği yönetimi ve düşük gecikme için mekanizmalar destekler.

Güvenlik

- Şifreleme ve kimlik doğrulama kullanarak multimedya verilerinin güvenli iletimi.
- Dinlemeye ve yetkisiz erişime karşı koruma

Uyumluluk

- Mevcut telekom ağları ve hizmetleri ile sorunsuz entegrasyon
- 2G ve 3G gibi eski sistemlerle uyumluluk sağlayarak kesintisiz hizmet geçişi ve sürekliliği

Hizmet Sunumu

- Çok çeşitli multimedya hizmetleri ve uygulamaları oluşturma ve sunma imkânı
- Açık API'ler ve standartlar aracılığıyla üçüncü taraf hizmet sağlayıcıları ve geliştiricilerini destekler.

Ölçeklenebilirlik ve Esneklik

- Aynı anda çok sayıda multimedya oturumunu yönetmek için tasarlanmıştır.
- Yeni hizmetler ve gelişen teknolojilere kolayca uyarlabilir.

Teknik Özellikleri

- Yüksek kaliteli ses ve video görüşme altyapısı (VoLTE ve ViLTE)
- Konferans Çağrı
- Destekleyici Servisler (Çağrı Yönlendirme, Çağrı Bekletme)
- IP altyapısıyla SMS Desteği
- Harici Şebekelerle Bağlantı Desteği
- Çoklu ve Yüksek Kaliteli Kodek Desteği
- Yüksek Performanslı Sistem Altyapısı
- MC Servislerle Tam Entegrasyon
- IMS Altyapısı üzerinden Acil Çağrı Desteği
- Topoloji Gizleme ve Oturum Kontrolcü Destekleri
- 3GPP TS 23.228 IP Multimedia Subsystem (IMS)

ARENA
4003RRU, 4007RRU, 4020RRU,
4028RRU, 4031RRU

ARENA RRU ÜRÜN AİLESİ

4G Remote Radio Unit (RRU), baz istasyonlarının önemli bir bileşenidir ve uzak radyo ünitesi anlamına gelir. RRU, baz istasyonunun merkezi biriminden (Baseband Unit, BBU) uzakta, antenlerin yakınında bulunan bir radyo frekansı (RF) modülüdür ve yüksek frekanstaki sinyallerin yayılımı için gereken işlemleri gerçekleştirir. RRU'nun temel işlevleri ve avantajları aşağıda verilmiştir.

- RRU, RF sinyallerinin işlenmesinden ve iletiminden sorumludur. Gelen ve giden RF sinyallerini alır, yükseltir ve filtreler.
- Antenden gelen analog sinyalleri dijital sinyallere dönüştürür. Kullanıcıdan gelen veriyi baz istasyonuna iletir. Aynı şekilde, baz istasyonundan gelen dijital sinyalleri analog sinyallere dönüştürür ve antenler üzerinden Kullanıcılara iletir
- RRU, antenlere yakın bir konumda olduğu için sinyal kaybını minimize eder ve daha güçlü sinyal iletimi sağlar.
- Çoklu giriş ve çoklu çıkış (MIMO) teknolojilerini destekler, bu da daha yüksek veri hızları ve daha iyi sinyal kalitesi sağlar.
- Taşıyıcı birleştirme (Carrier Aggregation) desteği sayesinde daha yüksek veri hızları sağlar.
- RRU, baz istasyonunun merkezi birimi ile senkronize çalışır. Bu, verimli spektrum kullanımı ve daha iyi performans sağlar.

Kapsama Alanı ve Kapasite

- RRU'ların antenlere yakın yerleştirilmesi, sinyal kayıplarını azaltır ve daha geniş kapsama alanı sağlar.
- MIMO ve taşıyıcı birleştirme gibi gelişmiş anten tekniklerini destekleyerek ağ kapasitesini artırır.



Esneklik ve Ölçeklenebilirlik

- RRU'lar, baz istasyonlarının merkezi biriminden uzakta yerleştirilebilir, bu da ağ tasarımında daha fazla esneklik sağlar.
- Ağ operatörleri, RRU'ları ihtiyaçlara göre ölçeklendirebilir ve yerleştirebilir, böylece ağ kapasitesini ve kapsama alanını optimize edebilir.

Kolay Kurulum ve Bakım

- RRU'lar, modüler yapıları sayesinde kolayca kurulabilir ve bakımı yapılabilir.
- Merkezi birimden uzakta oldukları için, yerinde bakım ve onarım işlemleri daha kolaydır.

Uygulama Alanları

Şehir İçinde;

- Şehirler, kasabalar ve geniş alanlar gibi yüksek kapasiteli ve geniş kapsama alanı gerektiren yerlerde kullanılır.

Kapalı Alan Kapsama;

- Büyük binalar, alışveriş merkezleri ve stadyumlar gibi iç mekanlarda kapsama alanı sağlamak için kullanılır.

Kırsal Alanlar;

- Uzun mesafeli kapsama gereksinimlerinin olduğu kırsal bölgelerde kullanılır.

Sanayi ve İşletme Alanları;

- Özel ağ ihtiyaçlarına uygun çözümler sunar, özellikle endüstriyel otomasyon uygulamaları için kullanılabilir.

Yoğun bölgeler;

- Şehir merkezleri, alışveriş merkezleri, stadyumlar gibi yüksek yoğunluklu kullanıcı bölgelerinde ek istasyonlar ile kapasite artırımına olarak sağlar

Teknik Özellikler

- 3GPP Standartlarına Uyumlu
- Diğer üretici firma ürünleri ile uyumlu çalışabilirlik
- 450MHz, 700MHz, 800MHz, 1800MHz, 2600MHz Frekans Desteği
- Çoklu Anten Teknolojileri (MIMO) Desteği (2T2R, 4T4R)
- Çoklu Taşıyıcı Birleştirme (Carrier Aggregation) (2CA, 3CA)
- Askeri Çevre Koşulları Standartları (MILs) uyumluluk; Çalışma Sıcaklığı, Nem, Toz, Vibrasyon, Yağmurlama

BiGA LTE LTE/4G ÖZEL ŞEBEKE

4G Özel Şebekeler, belirli bir kuruluş veya endüstri için özel olarak tasarlanmış ve yönetilen hücresel ağlardır. Bu tür ağlar, kamuya açık şebekelerden bağımsız olarak çalışır ve kuruluşların kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir.

Güvenlik ve Gizlilik

- Veri Güvenliği: Özel şebekeler, kamuya açık şebekelerden izole olduğu için veri güvenliği daha yüksektir. Hassas veriler, kuruluşun kontrolü altında kalır.
- Erişim Kontrolü: Şebeke erişimi tamamen kuruluş tarafından yönetilir, böylece sadece yetkilendirilmiş kullanıcılar ve cihazlar ağa erişebilir.

Özelleştirilmiş Performans

- QoS (Quality of Service): Kuruluşlar, ağ üzerinde özel hizmet kalitesi politikaları uygulayarak kritik uygulamaların performansını optimize edebilir.
- Düşük Gecikme Süresi: Özel şebekeler, düşük gecikme süresi gerektiren uygulamalar için optimize edilebilir, bu da özellikle endüstriyel otomasyon ve IoT uygulamaları için önemlidir.

Yüksek Kapasite ve Bant Genişliği

- Adanmış Spektrum: Kuruluşlar, kendi özel spektrumlarını kullanarak kamuya açık şebekelerde yaşanan bant genişliği tıkanıklığından etkilenmezler.
- Yüksek Veri Hızları: Özel şebekeler, yüksek veri hızları sunarak video gözetim, veri toplama ve gerçek zamanlı analiz gibi bant genişliği yoğun uygulamaları destekler.

4.5G LTE

Güvenilirlik ve Süreklilik

- Kesintisiz Hizmet: Özel şebekeler, kamuya açık şebekelerde yaşanan kesintilerden etkilenmez, böylece iş sürekliliği sağlanır.
- Yerel Yönetim: Ağ yönetimi tamamen yerel olduğundan, bakım ve sorun giderme hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Esneklik ve Kontrol

- Ağ Yapılandırması: Kuruluşlar, ağlarını kendi ihtiyaçlarına göre yapılandırabilir ve yönetebilir. Bu, ağın ölçeklenebilirliği ve performansını optimize etmeyi sağlar.
- Yeni Teknolojilerin Entegrasyonu: Özel şebekeler, yeni teknolojilerin (örneğin, 5G) kolayca entegre edilmesine ve test edilmesine olanak tanır.

Endüstriyel ve Kurumsal Uygulamalar

- Akıllı Fabrikalar: Endüstriyel IoT cihazları ve otomasyon sistemleri için güvenli ve düşük gecikmeli bağlantı sağlar.
- Enerji ve Kamu Hizmetleri: Uzaktan izleme ve yönetim sistemleri için güvenilir bağlantı sağlar.
- Sağlık Hizmetleri: Kritik sağlık uygulamaları için güvenli ve kesintisiz iletişim sağlar.

Maliyet Avantajları

- Kontrollü Yatırım: Uzun vadede, kamuya açık şebeke kullanım

ücretlerinden kaçınılabilir ve yatırım getirisi optimize edilebilir.

- Daha Az Bağımlılık: Kuruluşlar, kamuya açık şebeke sağlayıcılarına daha az bağımlı hale gelir, bu da maliyet kontrolünü artırır.

Yüksek Erişilebilirlik ve Kesintisiz Hizmet

- Geniş Kapsama: Özel şebekeler, büyük kampüsler veya tesisler için geniş kapsama alanı sağlayabilir.
- Kesintisiz Hizmet: Kuruluş içindeki mobil cihazlar, sürekli olarak güçlü ve güvenilir bağlantı ile çalışabilir.

Özelleştirilmiş Uygulamalar ve Hizmetler

- Özel Uygulamalar: Kuruluşlar, özel şebekeler üzerinde kendi uygulamalarını ve hizmetlerini çalıştırabilir, bu da performans ve güvenliği artırır.
- Yeni Hizmetler: Kuruluşlar, kendi şebekeleri üzerinde yenilikçi hizmetler geliştirebilir ve test edebilir.

4G özel şebekeler, kuruluşlara güvenlik, performans, esneklik ve maliyet avantajları sağlayarak, özellikle endüstriyel ve kurumsal uygulamalar için ideal bir çözüm sunar. Bu tür şebekeler, modern iş gereksinimlerine uygun olarak yüksek düzeyde özelleştirilebilir ve yönetilebilir.



09

**GÜVENLİK
GÜÇLERİMİZİN
SUSMAYAN SESİYİZ**

DAR BANT
ÜRÜN VE SİSTEMLERİMİZ

GÖREV KRİTİK TELSİZ AİLESİ

Kamu Güvenliği ekiplerimizin yoğun olarak kullanmakta olduğu bu telsiz Ailesinde El, Araç ve Sabit Merkez Telsizi bulunmaktadır. Kullanım senaryosu özelinde farklılaşan bu telsizlerimiz, El Telsizi 5W, Araç ve Sabit Merkez Telsizi VHF'de 40W ve UHF'de 30W çıkış gücüne sahiptir.

DMR direkt mod, APCO P25 direkt mod, SK2 direkt mod telsiz protokollerinden birinde haberleşebilen böylece haberleşme alanı ve verimliliğini arttıran telsizlerdir.

ASTELA 3700 serisi telsizler diğer ASTELA serisi APCO, DMR, SK2 telsizlerle birlikte çalışabilir. Mükemmel haberleşme mesafesi, pil ömrü ve ses kalitesinin yanında, sayısal ya da analog sistemlerde güvenlik ve emniyeti arttıran özelliklerle haberleşebilmeyi sağlar. Dahili GNSS alıcısı, bluetooth, donanım veya yazılım kriptolama mevcuttur. MIL STD 810G standartlarını destekler.

Bas ve Konuş

Görev kritik operasyonlarda, grup haberleşmesini hızlıca sağlar ve push-to-talk (PTT) özelliğiyle sayı sınırı olmaksızın anında yetkilerine göre ilgili herkese ulaşır.

Veri Kapasitesi

SMS metin mesajlaşması, önceden tanımlanmış mesajlar, durum çağırısı, çağrı uyarısı, konum bilgisi ve SMS sorgulaması mevcuttur ve ASTELA ATLAS veri uygulamalarıyla IP paket veri gönderebilir.



ASTELA 3700

Çağrı Modları

Konvansiyonel, trunk, talk-around, telsizden telsize, telsizden gruba, telsizden herkese, telsizden konsola ve acil çağrı yapabilir.

Gerçek Zamanlı Konum Takibi

Dahili GNSS modülü sayesinde telsiz, GPS, GLONASS ve GALILEO uydularından alınan sinyallerle mevcut konumunu tespit edebilir. Kullanıcılar konumlarını sayısal modda manuel veya otomatik olarak gönderebilir.

Ergonomi

El telsizinin tutuşu kolay kavranabilir, ince, hafif ve küçüktür.

Özelleştirme Esnekliği

Telsiz sistemi operatörleri, organizasyonları ve görevlerine göre telsiz kullanıcılarına farklı türde yetkilendirmeler verebilir. Telsizlerin parametrelerini programlayarak/güncelleyerek, tüm kullanıcıların telsizlerinde farklı menülerin/seçeneklerin olması sağlanabilir. Telsiz, çoklu dil desteği sağlayan esnek donanım ve yazılım yapısına sahiptir

Dayanıklılık

Çevresel koşullar zorlaştığında da haberleşir. Çok yüksek veya çok düşük sıcaklıkta, yüksek nemde, düşük basınçta, kum ve toz gibi zorlu koşullar altında kullanılabilir.

Amaca Yönelik Aksesuarlar ve Yardımcı Parçalar

Çeşitli kılıflar, kulaklıklar ve bluetooth aksesuarları gibi pek çok amaca yönelik aksesuarlar mevcuttur. Aşağıdaki özellik ve opsiyonları sunar:

- Akıllı pil alternatifleri
- Masaüstü veya araç şarj cihazı
- Dahili GPS opsiyonu
- Renkli ekran
- Titreşim opsiyonu
- 3700 Serisi UX kullanım benzerliği
- Ayırık veya birleşik montaj opsiyonu
- Konuşan kimliği
- Bilgilendirici uyarılar gibi özellikleri de mevcuttur.



GÖREV KRİTİK TEKRARLAYICI TELSİZ AİLESİ

ASTELA 4941 Tekrarlayıcı Telsizi, kamu güvenliği haberleşmesinde birçok senaryoda kullanılan çok bantlı rölelerdir.

ASTELA 4941 tekrarlayıcı telsiz, tek bantta yüksek güçte çalışır. Analog, sayısal temiz veya sayısal kriptolu sinyallerin alma ve göndermesinde sinyali çözmez. Tekrarlayıcı telsizin işletim sistemi Linux'tur.

ASTELA 4941 tekrarlayıcı telsiz olarak yerel bir kapsama alanı sağlar veya geniş alan haberleşme sisteminin bir parçası olarak çalışır. BİGA 50V VE BİGA 100V telsiz haberleşme sistemlerinde APC025, DMR protokollerinde konvansiyonel ve trunk modlarında, SK2 sisteminde tek röle modunda kullanılır.

Kamu güvenliğinden sorumlu kurumlar, bu telsizleri çok yüksek veya çok düşük sıcaklık, yüksek nem, düşük basınç ve toz gibi zorlu ortamlarda kullanabilir. ASTELA 4941 bu gereksinimler göz önünde bulundurularak MIL STD 810E standartlarını destekler.



ASTELA 4940

DAR BANT GENİŞ BANT HİBRİT SAYISAL TELSİZ HABERLEŞME AĞI

BiGA 100, hava arayüzü DMR (Digital Mobile Radio), APCO ve LTE (Long Term Evolution) standartlarına uygun; dar ve geniş bant teknolojilerinin entegre edildiği güvenilir, esnek ve değişik uygulama imkanları ile anahtar teslim sayısal telsiz haberleşme ağı çözümüdür.

BiGA 100, kamu güvenliği ve acil yardım kuruluşlarının görev kritik operasyonlarında vazgeçilmez bir altyapıdır. Zor koşullarda bile dayanıklı olacak şekilde, 7/24 sürekli çalışma gereksinimi ile tasarlanmış sistemler; güvenlik seviyesi müşteri ihtiyaçlarına belirlenen kript sistemlerimiz ve ölçeklendirilebilir bir yapıya sahiptir.

Dar ve geniş bant sistemler birbirleri ile tam entegre çalışmaktadır. BiGA 100, dar bant sistemlerin kapsama yeteneğinin yanı sıra geniş bant sistemlerin büyük veri aktarımını sağlar. Günümüzde özellikle olaylara müdahaleler için hayati önem taşıyan kanıt tabanlı gerçek zamanlı görüntünün aktarılması vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. BiGA 100 altyapısında çalışan uygulamalar ile hareketli birimlerden video aktarımları ve dağıtımları yapmak mümkündür.

Konsol (yazılımsal telsiz uygulaması), ses ve görüntü kayıt, konum ve personel takip ve alarm & arıza yönetim uygulamaları ile; uzaktan yetkilendirme ve kript anahtar dağıtımı yetenekleri ile zengin bir kullanım senaryosu sunmaktadır. Kullanıcı dostu veri uygulamaları, entegre çözümler ve kullanım kolaylığı ile öne çıkmaktadır.



BiGA 100

VHF BİNA İÇİ TEKRARLAYICI

Tünel içi, gemi içi, bina içi gibi kapalı yeraltı alanlarda, RF sinyali duvardan geçerken zayıflar. EXTENDAS ürün ailesi RF sinyalinin girmediği bu alanlarda sinyali güçlendirip tekrarlayarak kapsamayı genişletir.

Fiber üzerinden de çoklu cihaz bağlantısı ile EXTENDAS 3791, RF-RF ve RF-FO bağlantıları sayesinde telsiz haberleşme sistemlerinde yayınların alınamadığı kapalı bölgelerde kapsama sağlar. EXTENDAS 3791 VHF Bina İç Kapsama Cihazı APC025, TETRA, DMR veya SK2 gibi birçok telsiz sistemini destekler.



EXTENDAS
3791

UÇTAN UCA HABERLEŞME ÇÖZÜMLERİ

Uçtan uca hem dar bant (VHF/UHF) hem geniş bant (LTE) hem de hibrit haberleşme çözümleri sunan 3810, özelleşmiş LTE sistemlerinin yanı sıra ticari mobil şebekelerde de çalışabilecek yetenektedir.

Dar bant (VHF/UHF) yüksek çıkış gücü(5W) ile uzun mesafelerde kesintisiz; LTE ile yüksek veri hızı sağlar. Dar bant haberleşmesinde DMR, P25 ve SK2 dalga şekillerini tek bir donanımda destekler. ASELSAN geleneğinin devamı olarak MIL-STD-810G ve IP67 ile yüksek çevresel dayanıma sahiptir. Tek elde kullanıma odaklanan bu telsiz; Android işletim sistemi, Renkli Ekranı, Ön ve Arka Kamerası, Wi-Fi, Bluetooth, NFC, GNSS gibi özelliklerinin yanı sıra Cihaz Yönetimi Uygulaması (MDM), telsiz ve mesajlaşma uygulamaları ile zengin kullanım sağlar.



HYBRA
3810

JEMUS JANDARMA ENTEGRE MUHABERE VE BİLGİ SİSTEMİ

Türkiye'nin İlk ve En Büyük Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemi

Jandarma Entegre Muhabere ve Bilgi Sistemi (JEMUS), Jandarma'nın Birlik ve Karargâhlarında telefon, telsiz, bilgisayar ve kamera sistemlerinin entegrasyonunu gerçekleştiren, hareketli ve sabit ortamlarda bilgiye hızlı ve zamanında ulaşılmasını sağlayan, emniyet ve asayiş hizmetlerinin süratli bir şekilde yapılmasına olanak veren haberleşme sistemidir. Proje, 2002 yılında başlamış olup 1100+ tekrarlayıcı merkezleri ile hizmet vermektedir. Projenin, 2025 yılında 81 ilde tamamlanması hedeflenmektedir.

JEMUS İmkân ve Kabiliyetleri

Emniyet ve Asayiş Hizmetlerinin İcrası İçin Geliştirilen Haberleşme Altyapısı

Sistem ile merkezi veri tabanlarından, suçlu, kayıp malzeme, sürücü belgesi, araç ruhsat, plaka ve yüz sorgulama gibi uygulamalar gerçekleştirilmekte, İl Jandarma Harekât Merkezlerinde kullanılan Mesajlaşma, Araç Takip, Coğrafi Analiz Bilgi Sistemi, Telsiz Çağrı Takip gibi yazılımlarla etkin şekilde asayiş hizmetleri sürdürülmektedir.

Hızlı Müdahale Uygulamaları İçeren Haberleşme Altyapısı JEMUS Uygulamaları

- Mesajlaşma Sistemi sayesinde operatörler ve sahadaki kullanıcılar arasında mesajlaşma ve dosya gönderimi yapılmaktadır.
- Araç Takip Sistemi sayesinde Harekât Merkezindeki bir operatör sahadaki tüm araçların mevcut konumlarını görüntülemekte, bu sayede araçların sevk ve idaresi gerçekleştirilmektedir.
- Coğrafi Analiz Bilgi Sistemi (CAS) harita yazılımı ile karar vericilere emniyet ve asayiş ile ilgili özel veriler katmanlı yapılar ile gösterilmektedir.
- Telsiz Çağrı Takip Sisteminde herhangi bir olay ile ilgili bilgiler toplanmakta, izlenemez ve dinlenemez kriptolu yayınlara tamamen güvenli bir şekilde sahadaki devriyelere telsiz üzerinden aktarılabilir.
- Sorgulama Sisteminde devriyeler aracılığıyla sahada T.C. kimlik, araç plaka sorgulamaları yapılmakta; suçlu ve çalıntı araç tespitleri gerçekleştirilmektedir.
- Plaka Tanıma Sistemiyle yol üzerinde bulunan sabit veya mobil kameralardan geçen araç plakaları sorgulanarak, aranan ve çalıntı araçlar tespit edilmektedir.

- Jandarma Akıllı Devriye Uygulaması (JADU), yapay zekâ temelli yüz tanıma algoritmaları ile desteklendiği, hızlı ve etkin sorgulama teknikleri ile vatandaşa ve asayiş hizmetlerine zaman verimliliği sağlamaktadır.

Kurumlar İçin Ortak Haberleşme Altyapısı

JEMUS, Türkiye'nin önemli kamu kurum ve kuruluşlarına da hizmet vermektedir. Bugün Jandarma Genel Komutanlığı'nın yanı sıra Sahil Güvenlik Komutanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Genel Kurmay Başkanlığı, Sağlık Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, AFAD ve T.C. Devlet Demir Yolları Genel Müdürlüğü gibi kritik öneme sahip kurumlar JEMUS alt yapısından faydalanmaktadır.

Hızlı, Güvenilir ve 7/24 Kesintisiz Haberleşme

JEMUS, en son haberleşme ve bilgi teknolojilerinin gücünü kullanarak, Jandarma Genel Komutanlığı Harekât Merkezinden sahada en uçtaki Jandarma birimlerine kadar 7/24 kesintisiz, güvenilir ve hızlı haberleşme alt yapısı (ses, veri, devriye konum takip) sunmaktadır.

Geniş Kapsama Alanı Sağlayan Haberleşme Altyapısı

JEMUS, el telsizinde Türkiye yüzölçümünün yüzde 83'ünde, araç telsizinde ise yüzde 95'inde kapsama alanına sahiptir.

Doğal Afetlerden Etkilenmeyen Haberleşme Altyapısı

JEMUS tekrarlayıcı merkezleri, her türlü doğal afet, terör olayı ve siber saldırı gibi olayların yol açabileceği zararlar göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Tekrarlayıcı merkezlerinde yer alan haberleşme anten kule altyapıları 160 km saat rüzgâra ve 9 büyüklüğünde depreme dayanıklıdır. Olağüstü bir durumda, herhangi bir yakıt sorunu olmadan en az 90 gün hizmet verebilecek güçlü bir enerji altyapısına sahiptir.

İl Merkezlerinin Yedekli Yapıları Sayesinde Aralıksız Haberleşme

İl Jandarma Komutanlıklarında bulunan ve sistemin kalbi olan sistem odaları coğrafi olarak yedekli yapıda kurulmaktadır. Sistemin tüm altyapısı ayrıca yedekli yapıdadır.

Teknoloji İle Paralel Yenilenen Haberleşme Altyapısı

JEMUS projesinde her daim teknolojik gelişmeler doğrultusunda sisteme yeni ürünler ve özellikler kazandırılmıştır. Kapsama alanlarını genişletme amacı ile zırhlı araç, römork, taşınabilir çanta, dron ve insansız hava aracına entegre edilen tekrarlayıcı merkezi çözümleri ve bina içi kapsama teçhizatı geliştirilerek kullanıma alınmıştır.



KETUM KRİPTOLU EMNİYET TELSİZ VE MUHABERE SİSTEMİ

Kriptolu Milli DMR- Trunk Kamu Güvenliği Haberleşmesi

Kriptolu Emniyet Telsiz ve Muhabere Sistemi (KETUM), Emniyet Genel Müdürlüğünün (EGM) telsiz haberleşmesini sağlayan; asayiş, trafik, terörle mücadele, kaçakçılık ve organize işlerle mücadele gibi hizmetlerinin süratli ve güvenli bir şekilde yapılmasına olanak veren haberleşme sistemidir. KETUM projesi ilk olarak 2011 yılında sistemin Doğu ve Güneydoğu illerinde kurulmasıyla başlamış olup, aşama aşama tüm ülkeye yaygınlaştırılmaktadır.

EGM için Geliştirilen Özel Haberleşme Altyapısı

Sistem altyapısı üzerinden EGM'ye ait veri tabanından kimlik, araç ruhsat, plaka gibi sorgulamalar yapılmakta; illerdeki KETUM sistem merkezi sunucuları ile Telsiz Çağrı Takip, Mesajlaşma, Araç Takip vb. yazılımlar üzerinden etkin şekilde emniyet ve asayiş hizmetleri sürdürülmektedir.

Doğal Afetlerden Etkilenmeyen, Hızlı, Güvenilir ve 7/24 Kesintisiz Haberleşme

KETUM baz istasyonları, her türlü doğal afet, terör saldırısı gibi ola-

ğanüstü durumlarda yaşanabilecek olumsuz koşullar göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Telsiz ve radyolink antenleri için kurulmuş kulelerin deprem dayanıklılığı ve rüzgâr yükü kapasiteleri, beton imalatlarının gerekli standartlara uygunluğu, konteynırların haberleşme cihazları için uygun iklimlendirme ve sızdırmazlığının sağlanması, jeneratör, kesintisiz güç kaynağı gibi birimlerle güçlü bir enerji altyapısı sağlanması KETUM sisteminin olağanüstü koşullarda sorunsuz çalışmasını sağlamaktadır.

Nüfus Yoğun Merkezlerde Yüksek Kapasiteye Sahip Kapsama Alanı

Türk Polis Teşkilatının sorumluluk sahası göz önünde bulundurulduğunda il ve ilçe merkezi ile bu merkezler arası otoyollarda telsiz kapsamı sağlanması büyük önem taşımaktadır. KETUM, merkezi lokasyonlarda yoğunlaşan baz istasyonu sayısı ve kapasitesi ile etkin bir kapsama alanı sağlamakta ve çok fazla kullanıcıya aynı anda haberleşme imkânı sunmaktadır.

Frekans Verimliliği Sağlayan DMR Trunk Sistem (Tier 3)

KETUM, TDMA tabanlı DMR Trunk teknolojisi ile frekans verimliliği sağ-

lamakta ve kullanıcı için çok fazla sayıda haberleşme grubu oluşturulmasına imkân tanımaktadır. Bu kabiliyeti ile KETUM Türkiye'de Kamu Güvenliği Haberleşme Sistemlerinde en çok kullanıcıya sahip olan EGM için güçlü bir görev arkadaşı konumundadır.

Yeni Nesil Telsizlerin Kullanıldığı Öncü Sistem

ASELSAN tarafından geliştirilen ASTELA 3700 Serisi DMR Telsiz Ailesinin ürünleri Türkiye'de ilk defa KETUM projesinde kullanılmıştır. Mekanik tasarımı, ergonomisi ve kullanıcı dostu arayüzü Türk Polisi'nin ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmış olan ZAFER 3710 EL Telsizi kısa süre içerisinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve emniyet güçlerinin haberleşmesinde vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir.

Türkiye'nin İlk Geniş Bant Kamu Güvenliği Haberleşmesi

KETUM kapsamında Adana ilinde dar bant BiGA DMR Trunk sistemine ilave olarak geniş bant servisleri sağlayacak Görev Kritik LTE sistemi kurulmuştur (BiGA DMR LTE). Böylelikle Türkiye'de ilk defa bir Kamu Güvenliği Haberleşme Sisteminde geniş bant teknolojisi kullanılacaktır. Sistemin telsiz erişim ağında ARENa 700 MHz Baz İstasyonu ve HYBRA 3810 Hibrit EL Terminalleri yer alacaktır. Anahtarlarma çekirdek ağında tamamı milli imkanlarla geliştirilmiş olan ÇINAR (4,5G Çekirdek Şebeke) ve MİLAT Ağ Yönetim ve Analiz yazılımları kullanılmaktadır. Bu özellikleri ile Adana BiGA DMR LTE sistemi birçok ilki ve yeniliği bünyesinde bulundurmakta, Türkiye'nin kamu güvenliği geniş bant haberleşmesinin temel taşı olacaktır.



1975'TEN BUGÜNE



TAM BAĞIMSIZLIK İÇİN VARIZ!

Türkiye'nin ASELSAN'ı olarak, alanında en iyileri üretiyor
ve oyun değıştirici teknolojiler geliştiriyoruz.

Dünyanın en büyük savunma şirketleri arasında gururla
yükselirken, attığımız her adımla insanımıza ve ülkemize
güven vermeye devam ediyoruz.

aselsan

1975'TEN BUGÜNE



TAM BAĞIMSIZLIK İÇİN VARIZ!

Türkiye'nin ASELSAN'ı olarak, alanında en iyileri üretiyor
ve oyun değiştirici teknolojiler geliştiriyoruz.

Dünyanın en büyük savunma şirketleri arasında gururla
yükselirken, attığımız her adımla insanımıza ve ülkemize
güven vermeye devam ediyoruz.

aselsan

BİZİM HİKAYEMİZ, BÜYÜK TÜRK MİLLETİNİN BAĞIMSIZLIK AŞKININ, BİRLİK VE BERABERLİĞİNİN, TEKNOLOJİ VE İNOVASYONLA HARMANLANMIŞ DESTANSI BİR YOLCULUĞUDUR.

MİMARİ SİZ.

TEMİNATI BİZ.



**TÜRK SİLAHLI KUVVETLERİNİ
GÜÇLENDİRME VAKFI**

aselsan

TÜRK HAVACILIK
UZAY SANAYİ

ROKETSAN

HAVELSAN

İSBİR

aspilsan

BAĞIŞ İÇİN
OKUTUNUZ



DÖVİZ İLE NAKİT BAĞIŞ HESAPLARI

TÜRKİYE İŞ BANKASI - SWIFT ISBKTRIS - USD
TR85 0006 4000 0024 2383 9100 00

TÜRKİYE İŞ BANKASI - SWIFT ISBKTRIS - EURO
TR28 0006 4000 0024 2384 0800 00

T.C. ZİRAAT BANKASI - SWIFT TCZBTR2A - USD
TR44 0001 0017 4506 0317 4150 52

T.C. ZİRAAT BANKASI - SWIFT TCZBTR2A - EURO
TR81 0001 0017 4506 0317 4150 65

TÜRK LİRASI İLE NAKİT BAĞIŞ HESAPLARI

GARANTİ BANKASI - TL
TR71 0006 2000 1140 0006 2970 83

HALK BANKASI - TL
TR37 0001 2009 4520 0016 0019 87

TÜRKİYE İŞ BANKASI - TL
TR84 0006 4000 0014 2380 8100 00

T.C. ZİRAAT BANKASI - TL
TR07 0001 0017 4506 0317 4150 39

VAKIF KATILIM BANKASI - TL
TR68 0021 0000 0001 9870 0000 01

ZİRAAT KATILIM BANKASI - TL
TR13 0020 9000 0005 7968 0000 01