




NATO VE KOALİSYON DIŞI ÜLKELERE AİT MİLLİ TAKTİK DATA LİNK SİSTEMLERİ



İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.

 Seyide DOĞRU

1. GİRİŞ

Dünyada kullanılmakta olan mevcut Taktik Data Link (TDL) sistemleri belli garantilere sahip belli trafik servisleri sağlamak için tasarlanmış sistemlerdir. Bunların yeni servislere uyarlanabilecek esnek bir yapıları yoktur. Mevcut TDL ağları ile başka ağlar (karasal ağlar, uydu ağları, mevcut başka tür TDL ağları vb.) arasında trafik geçişleri ancak özel protokol dönüştürücüler varsa mümkün olmaktadır. Her sistem kendi içinde kapalı bir kutu gibi tasarlanmıştır. Bu nedenle çeşitli ülkeler, mevcut TDL ve haberleşme sistemlerinin kullanımındaki kısıt ve zafiyetleri gidermek, milli kriptu kullanmak, elektronik karıştırmalara ve bölgesel tehditlere karşı direnç kazanmak, geleceğin harekât alanında farklı bilgi ihtiyaçlarını ve milli talepleri karşılamak gibi gereksinimlerle milli TDL sistemleri geliştirmek üzere çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Bu doküman kapsamında, NATO dışı ülkeler tarafından geliştirilen ve kullanılmakta olan milli TDL sistemlerine ve bunların genel özelliklerine yer verilmiştir.

2. LINK-ZA

Güney Afrika Ulusal Savunma Kuvveti (South African National Defence Force (SANDF)) tarafından ulusal Stratejik Savunma Tedarik Paketi kapsamında 1999 yılında geliştirilmeye başlanan Link-Za TDL sistemi ulusal bir platformdur^[1]. Link-Za, Thales Advanced Engineering isimli bir Güney Afrika firması tarafından geliştirilmiştir. Tamamen ulusal bir firma tarafından geliştirilmiş olduğu için, uluslararası firmalara olan bağımlılığı azaltmıştır ve

SANDF sistem üzerinde tamamen kontrol sahibidir. Veri güvenliği anlamında da ulusal kriptu kullanılmıştır^[2].

KULLANIM

a. Harekât Ortamı ve Platformlar

Güney Afrika Silahlı Kuvvetleri kapsamında hava kuvvetlerine ait savaş uçakları (örn. HAWK MK 120) ile deniz kuvvetlerine ait helikopter, denizaltı ve gemilere Link-ZA TDL yeteneği kazandırılmıştır. Yeni kurulacak sistemlere de bu yeteneğin kazandırılması planlanmaktadır. HAWK MK 120 platformları arasındaki pozisyon bilgilerinin Link-Za üzerinden sorunsuz bir şekilde paylaşılabilirdiği belirtilmektedir^[2].

b. Birlikte Çalışabilirlik

Sistemin geliştirilmesiyle Link-Za yeteneğine sahip olacak tüm platformlar arasında Birlikte Çalışabilirliğin (BÇ) doğal bir şekilde sağlanacağı düşünülmekteydi, ancak beklenenin tersine BÇ yalnızca benzer tipteki platformlar arasında sağlanabildi. Bu sorunun temel sebepleri olarak şunlar belirlendi:

- *BÇ stratejisinin olmayışı.* Stratejik Savunma Tedarik Paketi kapsamında ele alınan platform gereksinimlerinde, spesifikasyonlarda ve geliştirme aşamalarında platform tek bir sistem olarak ele alınmış, ağ merkezli bir yetenek ortaya koyacak bir strateji ile geliştirilmemiştir^[1]. Bunun sonucunda benzer platformlar kendi aralarında Link-Za mesajlarını paylaşabilirken, farklı

platformlar arasında veri değiş tokuşu sırasında sorunlar ortaya çıkmıştır.

- **Gelişmekte olan standart.** Link-ZA sisteminin yazılımını tanımlamayan tek bir standart olmasının platformlar arasında BÇ sağlanmasını garantileyeceği düşünülmektedir. Ancak Link-ZA şu an olgunlaşmış olmayan, üzerinde hâlâ birçok geliştirme yapılan bir dokümandır ve bu sebeple yoruma açık yapısı farklı tip platformlar arasında farklı uygulamalara yol açmaktadır^[1].
- **Yetersiz BÇ testleri.** Link-ZA yazılımının entegratör firmaları, geliştirmekte oldukları yazılımları Data Link Reference System (DLRS) isimli bir referans araçla test etmekle yükümlüdür. Ancak bu sistem de henüz olgunlaşmadığından BÇ testleri doğru sonuçları vermemektedir.

c. Standardizasyon

Link-ZA için tanımlı Tactical Radio Data Communications standardı vardır^[2] ancak henüz yeterli olgunluğu sahip

değildir, geliştirilmesi devam etmektedir. Bu da platformlar arasında farklı uygulamalara yol açmaktadır.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Link-ZA üç farklı frekans bandında çalışır:

- HF (2-30 MHz)
- VHF (30-225 MHz)
- UHF (225-420 MHz)

Link-ZA sisteminde CSMA (Carrier Sense Multiple Access) veya TDMA olarak iki farklı ortam erişim metodu vardır. Link-ZA katılımcılarına zaman dilimi ataması blok şeklinde yapılır ve bir platforma bir adet zaman dilimi düşer. Bir zaman diliminin uzunluğu 70-1000 ms arasında değişir. Bant genişliği de teorik olarak aşağıdaki değerlerle belirtilir:

- HF: 2400 bps
- VHF/UHF: 16000 bps

	LINK-ZA	LINK-11	LINK-16	LINK-22
Frekans Bandı	HF (2-30 MHz), VHF (30-225 MHz), UHF (225-420 MHz)	HF (2-30 MHz) UHF (225-400 MHz)	UHF (969-1206 MHz)	HF (2-30 MHz), UHF (225-400 MHz)
Frekans Sayısı/Net	1	1	51	1
Medya Erişim Metodu	CSMA TDMA	Half Duplex	TDMA	TDMA
Ağ Yapısı	Dynamic Ring	Star	Fixed Ring	Adaptive/Dynamic Ring
Ağ Yönetimi	Adaptive	Merkezi Yönetim	Merkezi Yönetim	Adaptive
Çoklu-Net Yapısı	Var (3 Net + Arttırılabilir)	Yok	Var (128 Net)	Var (4 Net)
Zaman Dilimi Yapısı (TDMA)	Sabit Zaman Dilimi	Yok	Çoklu Zaman Dilimi Atama	Değişken Zaman Dilimi Ataması
Zaman Dilimi/Platform	1	Yok	Çoklu Zaman Dilimi	1
Zaman Dilimi Uzunluğu	70-1000 ms arası	Yok	7,8125 ms	Değişken
Bant Genişliği	HF: 2400 bps VHF/UHF: 16000 bps	HF: 1090-1800 bps	UHF: 26880-107520 bps	HF: 1493-4053 bps UHF: 12666 bps
Katılımcı Sayısı	TDMA: 16 (1 Nette) CSMA: 8190 (1 Nette)	62 (1 Nette)	255 (1 Nette) 32766 (128 Nette)	125 (1 Nette)
İz Numarası Aralığı	1-16382	1-4092	1-524284	1-524284
Pozisyon Referansı	Worldwide Geodetic System 84 (WGS84)	Data Link Reference Point	WGS84	WGS84
Mesaj Formatı	Değişken Mesaj Formatı	Sabit Formatlı Mesaj	Sabit Formatlı Mesaj	Sabit Formatlı Mesaj
Sayısal Ses	Yok	Yok	Var	Yok
Diğer TDL Mesaj Setlerine Uygunluğu	Yok	Limitli	Link-22 Mesaj Setine Uygun Formatlı	Link-16 Mesaj setine uygun formatlı
Mevcut Uygulamalar	Kara, Hava, Deniz	Kara, Deniz	Kara, Hava, Deniz	Deniz

Tablo 1: Link-ZA, Link-11, Link-16 ve Link-22 Karşılaştırması^[1]

a. Ağ Yapısı

Link-ZA ağ yapısı dinamik bir döngü şeklinde tasarlanmıştır ve harekât esnasında değiştirilebilir özelliğindedir. Bir Link-ZA ağında üç farklı net oluşturulabilir ve her bir nette bir adet frekans kullanılır. TDMA erişim metodunun kullanıldığı durumlarda bir nette 16 adet platform, CSMA erişim metodunun kullanıldığı durumlarda ise 8.190 adet platform katılabilir.

b. TDL'ler ile Kıyaslama

Tablo 1'de Link-ZA ile Link-11, Link-16 ve Link-22 TDL'leri arasındaki teknik özellikler karşılaştırılmaktadır.

Donanım Yapısı

Link-ZA sisteminin çalışabilmesi için bir telsiz ve platforma özel bir Link-ZA yazılımı gerekmektedir. Telsiz olarak Reutech Communications adlı Güney Afrika firmasının HF/UHF/VHF telsizleri kullanılmaktadır. Örnek olarak Güney Afrika Hava Kuvvetleri envanterinde bulunan HAWK MK 120 savaş uçaklarında ACR500 U/VHF telsizleri vardır^[3].

3. SMART DATA LINK (SDL)

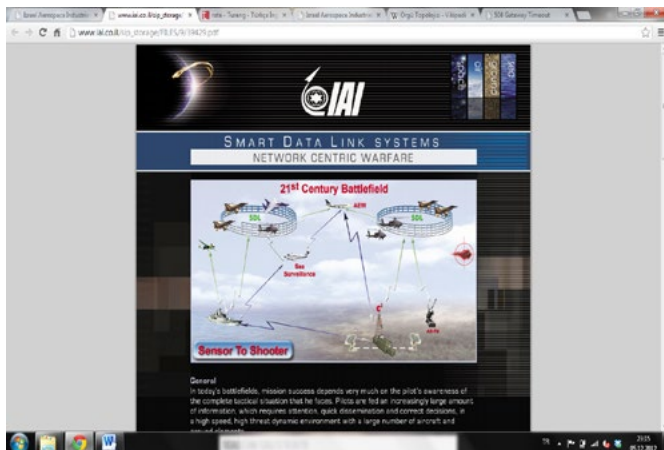
İsrail'in ulusal platformları arasında kullanılmak üzere geliştirmiş olduğu SDL sistemi, devlete bağlı çalışan Israel Aerospace Industries (IAI) firmasının Sistemler, Füzeler ve Uzay grubuna bağlı MLM bölümü tarafından geliştirilmiştir^[4]. SDL sistemini geliştirmede temel amaç uçaklarda eksiksiz durumsal farkındalık sağlayarak operatörlerin ve uçakların eğitimlerini ve harekât kabiliyetlerini artırmaktır.

KULLANIM

Eksiksiz durumsal farkındalık sağlamak amacıyla tasarlanan SDL'in genel özellikleri şunlardır^[5]:

1. Fonksiyonel

- Durumsal Farkındalık
- Etkin Angajman
- Kimliklendirme
- Otomatik Röleleme



Şekil 1: İsrail SDL ve Ağ Merkezli İletişim Yapısı^[4]

2. Güvenlik

- Gerçek-zamanlı çarpışmayı önleme uyarıları
- Dost-dost angajman önlenmesi

3. Eğitim

- Hava-Hava Füzeleri
- Hava-Kara Bombaları
- Hava-Hava & Hava-Kara Silahları

4. Raporlama

- Uçuş kaydı
- Uçuşun tekrar oynatılması
- Sanal "Kara Kutu"

Uçaklar ve yerdeki komuta-kontrol birimleri arasında kullanılmakta olan SDL, yukarıda belirtilen özellikler dâhilinde eğitimlerini tamamlayarak pilotları harekâta hazır duruma getirmeyi amaçlamaktadır.

TEKNİK ÖZELLİKLER

SDL sisteminin teknik özellikleri şunlardır^[5]:

- Dinamik ve kendiliğinden oluşan (ad hoc) yapı,
- Örgü (meshed) topolojisinde; her bir platform röle görevinde ve herhangi bir platform yönetici rolünde değil,
- Kara konuşlu birimlere bağımlılık olmaması,
- Görev-öncesi planlama gereksinimi olmaması,
- Katılımcı sayısına göre uyarlanabilen veri güncelleme sıklığı,
- Otomatik röle,
- Yazılım tarafından kontrol edilen Data Link parametreleri,
- Çoklu-net yapısı,
- Bant genişliği: 600 Kb/s,
- Frekans: V/UHF, L veya S bandı,
- Çıkış gücü: 50 W,
- Menzil: Görüş hattı içerisinde 60 nmi.

4. TARAS

İsveç NATO üyesi olmadığı için 1990'lı yıllarda İsveç Silahlı Kuvvetleri için ulusal bir TDL geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıktı. Bunun üzerine Rockwell Collins firmasının ürettiği Mark Radio 90 (MR90) ve Flight Radio 90 (FR90) terminalleri kullanılarak TARAS adlı sistem geliştirilmeye başlandı. Sistemin Link 16 ile birlikte çalışabilir olması amaçlanmıştı, bu sağlanamadığı için daha sonra proje sonlandırıldı^[6].

KULLANIM

a. Harekât Ortamı ve Platformlar

TARAS sisteminin İsveç Hava Kuvvetleri bünyesindeki hava ve kara platformlarına entegre edilmesi planlanmıştı. Buna göre TARAS sistemi JAS 39 (Gripen), S 100B (Argus AEW&C), 102B S (Gulfstream), Tp 84 (C-130) uçaklarına ve kara-konuşlu komuta birimi olan StriC birimlerine entegre edilecekti.

TARAS üzerinden iletilecek mesajların uçaklar arasında ve uçaklar ile komuta birimleri arasında değiş tokuşu söz konusu olabilecekti.

b. BÇ Durumu

TARAS yetenekli platformların kendi aralarında ve Link 16 ile birlikte çalışabilirliğe sahip olması amaçlanıyordu, böylece NATO ile birlikte yapılacak bir harekâta veri paylaşımı yapabilecekti^[7]. Ancak istenilen BÇ sağlanamadığı için proje durduruldu^[6].

TEKNİK ÖZELLİKLER

TARAS sisteminin teknik özellikleri Link 16 ile birçok benzerliğe sahiptir^[7]:

- Frekans Bandı: 960-1216 MHz (Link 16 ile aynı),
- 51 Frekans Atlama (Link 16 ile aynı),
- Saniyede 77000-78000 frekans atlama (Link 16 ile aynı),
- 1 Epoch=1 dk.=7680 Time Slot (Link 16'da 1 Epoch=12,8 dk.=98304 Time Slot),
- 1 Time Slot=7,8125 ms. (Link 16'da 1 Time Slot=7,8125 ms),
- Teoride 256'ya, pratikte 20'ye kadar Stacked Net (Link 16: 127),
- Ağa giriş işleminde System Time Reference (STR) birimi kullanılması (Link 16'da NTR birimi),
- 4,2 Kbps Sayısal Ses (Link 16'da 2,4 ve 16 Kbps),
- Veri şifreleme var (Link 16'da var),
- Röle Fonksiyonu var (Link 16'da var),
- Çıkış Gücü: 1W, 20W, 200W (Link 16 terminallerine benzer),
- Göreceli Seyrüsefer fonksiyonu var (Link 16'da var),
- Veri güvenliği için Error Detection (Cyclic Redundancy Check), Error Correction (Reed-Solomon), Interleaving, Jitter gönderimi (Link 16'da var),

a. Ağ Yapısı

Link 16'da mesajların mantıksal olarak gruplandırıldığı NPG denilen ağ katılımcı grupları söz konusudur. TARAS sisteminde de benzer bir mantıkla 6 adet Servis bulunmaktadır^[7]:

- *Servis TD*: Hava-hava ve hava-kara platformları arasında ses ve text bilgilerinin gönderilmesi için kullanılan çift-yönlü sayısal bir servistir.
- *Servis S*: Kara platformlarında hava platformlarına tek yönlü veri gönderimi için kullanılır.
- *Servis D*: Havadan karaya veri gönderimi için kullanılan tek yönlü sayısal servistir. Pilot, D kanalını değiştirmez, gerektiğinde yerdeki komuta birimi kanalı değiştirerek farklı uçaklar ile iletişime geçer.
- *Service F*: Savaş uçakları arasında bilgi değişimi için kullanılır.
- *Service SU*: Uçak pistte iken, kara birimi ile uçağın haberleşmesini sağlayan çift-yönlü ses, text ve veri iletiminde kullanılır.
- *Service A*: Uçak havada iken, kara birimi ile analog veri paylaşımını sağlayan çift yönlü servistir. Hava trafiğinin kontrolü için kullanılır.

Bir birim toplamda en fazla sekiz adet Servis grubuna dâhil olabilmektedir.

Bunun dışında, TARAS sistemine dâhil platformlarda Link 16'daki fonksiyonlara benzer şekilde röle kabiliyeti vardır; bununla görüş hattının genişletilmesi amaçlanmıştır. Nispi seyrüsefer (relative navigation) sayesinde de diğer TARAS birimlerinden gelen mesajlara dayanarak alıcı platformun konumunu belirlemede kullanılan bir fonksiyondur^[7].

Bunların yanı sıra RA90 telsizlerinde bulunan Built-In Exercise fonksiyonu sayesinde, üretilen hata mesajlarıyla pilot eğitimlerinin yapılması planlanmıştır^[7].

RA90'da bulunan Noise Detector'la, frekans bandında belli bir sınırın üzerinde RF enerjisi olması durumunda pilotun uyarılması hedeflenmiştir^[7].

b. Mesaj Seti

TARAS linkinde 300-Serisi olarak adlandırılan mesaj seti kullanılmıştır. Bu mesajların 3 farklı paketleme yöntemiyle iletilmesi planlanmıştır. Aşağıda bu paketleme biçimleri ve her bir zaman diliminde kaç bit gönderilebileceği belirtilmektedir^[7]:

- *Normal Capacity (NC) Interference Protection*: Bu paketlemede üç farklı veri iletim seçeneği vardır:
 - NC-IP1 = 160 bits/time slot,
 - NC-IP2 = 160 bits/time slot (mesaj başka bir zaman diliminde tekrar gönderilir),
 - NC-IP3 = 160 bits/time slot (mesaj 3 parça halinde iki zaman diliminde tekrar gönderilir).
- *Double Capacity (DC)*
 - 320 bits/time slot
- *Quad Capacity (QC)*
 - 640 bits/time slot

c. Donanım Yapısı

TARAS TDL sisteminde Rockwell Collins firmasının ürettiği Mark Radio 90 (MR90) ve Flight Radio 90 (FR90) terminalleri kullanılmıştır.

5. LINK-K

Kore'nin yerli olarak geliştirilmiş bir TDL sistemi olmadığı için yabancı TDL sistemlerine bağımlı olması, silah sistemlerinin arayüzlerine yüksek bütçeler ayrılmasını getirmektedir. Mevcut TDL sistemlerinin verimliliğini artırma-ya yönelik TDL sistem iyileştirmeleri için de aynı şey söz konusu olduğu için Kore milli bir TDL sistemi geliştirmek üzere yola çıkmıştır.

Diğer ülkeler tarafından geliştirilen TDL'lerin Kore'de kullanımı sırasında oluşabilecek problemler şu şekilde sıralanabilir^[8]:

- Yabancı TDL'lerin Kore Silahlı Kuvvetleri'nin konseptleri ve taktik bilgileriyle olan uyumsuzluğu,
- Özellikle sensör ve silah sistemlerinde artan BÇ ihtiyacı,
- TDL standartları benimsenen ülkelerle işbirliği içinde olmak zorunluluğu,
- Yeni silah ve sensör sistemlerinin TDL'lerle

entegre edilmesi için sürekli ödenmesi gereken yüksek bedeller,

- Ülke ihtiyaçlarının değişmesi durumunda, yeni maliyetlerin ve donanımsal sorunların ortaya çıkması,
- Güvenli ekipmanların tedarik maliyetlerinin çok yüksek olması,
- Yabancı sistemlere bağımlı olunması.

Ayrıca, Kore Silahlı Kuvvetlerinin görev kabiliyetlerinin geliştirilebilmesi için milli bir "Joint TADIL" sistemine de ihtiyaç duyulmuştur^[9].

KULLANIM

Kore'de deniz platformları için Link 16, Link 11/11B TDL'lerinin aktif olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, hava platformlarında Link 16 entegrasyonu mevcut iken, kara platformlarında KVMF (Korea Variable Message Format) kullanılmaktadır. Kore'deki harekât yapısı göz önüne alındığında Link 16 entegrasyonu olmayan platformlar (TACP, HELOs, KA-1) için daha hafif bir TDL yapısına ihtiyaç duyulmuştur. Gemiler, karadaki birlikler ve hava savunmasında yer alan kontrol ve raporlama birimleri (MCRC) için yurt genelinde görüş hattı ötesi haberleşmenin sağlanması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, hava, kara ve deniz platformlarında kullanılan farklı TDL'ler arasında bilgi paylaşımının (ağ geçidi) gerekliliği üzerinde de durulmuştur^[9]. Bu nedenle, müşterek bir harekât düzenlenmesi durumunda hava, kara ve deniz platformları arasında bilgi paylaşımını gerçekleştirmek ve bu ortamlarda aktif olarak kullanılmak üzere Link K TDL'i geliştirilmektedir. Müşterek bir harekâta planlanan TDL yapısı Şekil 2'de gösterilmektedir^[9].

Harekâta kullanılması planlanan Link K TDL'inin bağlantı şeması Şekil 2'de görülmektedir. Link K TDL'inin telsiz haberleşmesi, kara hattı ve uydu haberleşmesi olmak üzere üç farklı iletişim ortamı mevcuttur.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Link K, komuta kontrol yeteneğine sahip gözetleme birimleri ile silah sistemleri arasında gerçek/gerçek olmayan zamanlı taktik bilginin paylaşılmasını sağlayan

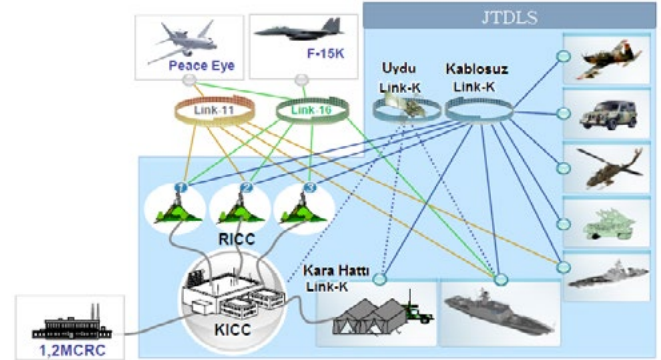
bir TDL sistemidir. Hava, kara ve deniz platformlarına entegre edilebilir olması için çoklu data link kullanımına (JREAP-C, VMF, Link 11, Link 16) imkân verir. Link K ile ilgili sistem mimarisi Şekil 4'te gösterilmektedir^[9].

Link K Telsiz Haberleşmesi

Link K sistemi, 25 KHz bant genişliğine sahip olup UHF/VHF frekans kanallarını kullanmaktadır. Geniş çaplı bir görüş alanı içinde ağ erişim yapısı olarak TDMA protokolü kullanılırken, kısıtlı görüş alanı söz konusu olduğunda CSMA protokolü kullanılmaktadır. Sadece data iletiminin mümkün olmasının yanı sıra, ses ve data iletimi arasında geçiş de yapılabilmektedir. Bunun için "Go-to-Voice" fonksiyonu geliştirilmiştir. Ayrıca, Link 16 sisteminde pozisyon bilgisi periyodik olarak raporlanmakta iken, Link K sisteminde pozisyon bilgisinin yayınlanma sıklığı izin dinamiğine göre değişmektedir. Bu durumda, iz hareket halinde değilse raporlama periyodu artarken, izin konumunun değişmesi durumunda raporlama periyodu kısaltmakta böylece pozisyon bilgisi daha sık raporlanabilmektedir. İz bilgisini alan birimler tarafından bir sonraki raporun alınmasına kadar iz ile ilgili pozisyon bilgisi için ekstrapolasyon yapılır^[9].

Link K Uydu Haberleşmesi

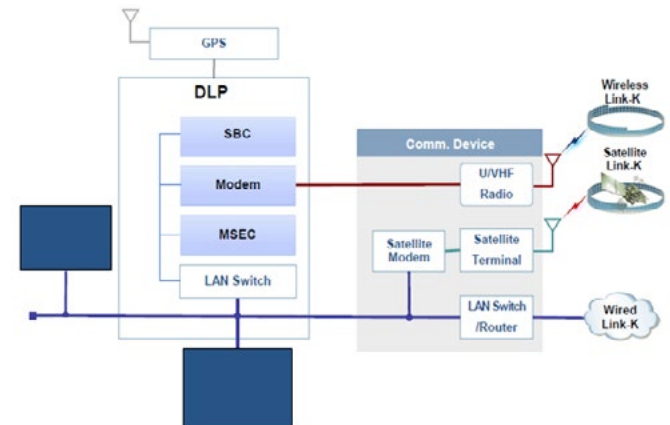
İletişim protokolü olarak TDMA yapısı kullanılmaktadır. Bütün Kore coğrafyasının kapsanmasını sağlayan omurga ağ konumundadır. Sabit ve hareketli kara birimleri ile



Şekil 3: Müşterek bir harekâta Link K kullanımı^[9]



Şekil 2: Müşterek harekâttaki TDL yapısı^[9]



Şekil 4: Link K Sistem Mimarisi^[9]

deniz platformlarının Link K uydu haberleşmesine dâhil olabilmektedir. Bunun için sabit SATCOM terminallerine uydu haberleşmesi için gerekli olan ilgili Link K modemi yüklenmesi gerekir^[9].

Link K Kara Hattı Haberleşmesi

IP tabanlı bir kara hattı iletişimi sağlamaktadır. "Multicast" yapısı sayesinde çoklu erişim mümkündür^[9].

6. MULTILINK-S

Farklı jenerasyondan SAAB savaş uçakları (Draken, Viggen ve Gripen) ve kara-konuşlu komuta kontrol birimleri tarafından kullanılmakta olan Multilink-S TDL teknolojisinin gelişimi 1960'lara dayanmaktadır. Multilink-S sistemi bu gelişimin son halidir. Bu ulusal TDL sistemi, kullanıcıya ulusal hava sahasında güvenli haberleşme ve ağ yönetimi sunmaktadır.

KULLANIM

Multilink-S TDL komuta kontrol birimleri ve komuta kontrol birimi olmayan hava, kara ve su üstü platformları tarafından kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Multilink-S, hava platformları arasında durumsal farkındalık bilgilerinin, kara platformları ile de komuta kontrol bilgilerinin paylaşılması için kullanılmaktadır^[10].

TEKNİK ÖZELLİKLER

Multilink-S sistemiyle gelişmiş durumsal farkındalık ve taktik kontrol sağlanmaktadır. Ayrıca, Multilink-S sistemi komuta kontrol yeteneği sayesinde karadaki ve havadaki komuta kontrol operatörlerine hava harekâtını gerçek zamanlı olarak ve kesin bir şekilde kontrol etme imkânı vermektedir. Multilink-S data linkinin temel teknik özellikleri şunlardır^[11]:

- VHF ve UHF (225-400 MHz) bandında iletişim,
- TDMA ağ yapısı,
- Frekans Atlaması,
- Güvenli Ses Haberleşmesi,
- Görüş Hattı > 200nm,
- Çoklu net (Multi net) yeteneği,
- Ulusal algoritmalar ve kriptografi anahtarları (COMSEC ve TRANSEC),
- MX3R ailesinin Rohde&Schwarz terminalinin kullanımı.

Durumsal Farkındalık

Multilink-S sisteminin sahip olduğu durumsal farkındalık yeteneği uçuş ekibini hava-hava harekâtında destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu durum, platformların kendi sistemlerinden elde ettikleri taktik veriyi diğer taktik birimlerle düzenli olarak paylaşabilmesini sağlamaktadır. Uçuş ekibi ayrıca koordinasyon mesajlarıyla da desteklenmektedir. Ağdaki diğer birimlerden alınan taktik veriler, platformun kendi sensörleriyle elde ettiği verilerle birleştirilerek ortak bir hava sahası resminin oluşturulması sağlanır. Ayrıca, uçuş ekibine kendi gerçek ihtiyaçları ve öncelikleri doğrultusunda gerekli

bilgi akışını seçme imkânı verilirken, koordinasyonun desteklenmesi için de ilgili konularda karar verme yetisi sunulmaktadır.

Komuta kontrol yeteneğine sahip olmayan bazı platformlarda görüntü sensörleri bulunabilmektedir. Bu durumda, yüksek çözünürlükteki elektro optik görüntüler ile sensör görüntüleri gözetleme bilgisi olarak Multilink-S sistemi üzerinden paylaşılabilir.

Komuta Kontrol

Multilink-S sisteminin sahip olduğu K2 yeteneği havadaki ya da karadaki komuta kontrol birimlerinin, ağdaki diğer birimler üzerinde K2 yeteneğine sahip olmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda, kontrol "Forward Link" ve "Back Link" üzerinden yapılmaktadır^[10].

Forward Link, komuta kontrol yeteneğine sahip birimlerin bu yeteneğe sahip olmayan birimlere komuta ve kontrol bilgilerini iletmesini sağlamaktadır. Burada paylaşılan bilgiler genellikle kabul görmüş durum resimleri ile kontrol mesajlarıdır^[12].

Back Link ise ağdaki komuta kontrol yeteneğine sahip olmayan birimlerden K2 birimlere bilgi gönderilmesi için kullanılır. Paylaşılan bilgiler arasında o anda icra edilen görev bilgisi, hedef raporları, durum raporları, radar ve elektronik harp bilgileri yer alır^[12].

K2 yeteneği için geliştirilen mesaj setleri Link-K kullanıcılarının harekâta yönelik kurallarına ve mevcut düzenlerine uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır^[12].

Multilink-S sistemi DLP, terminal ve ilgili ekipmanlardan oluşur. Bu sistem mimarisi Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5: Link-S sistemi^[12]

Data Link İşlemcisi (DLP)

Multilink-S data link işlemcisi data link mesajlarının işlenmesini ve yukarıda anlatılan şekilde sunulmasını sağlayan bir yazılımdır. Ayrıca, DLP yazılımında platformun kendi aviyonik sistem ve sensörleri arasında da bilgi alışverişine imkân verir. DLP üzerinde SAAB aviyonik donanımlarının en son versiyonları kullanılmakta olup ARINC 653 ve 661 standartlarına uygun olarak tasarlanmıştır^[10]. DLP ayrıca MIL-STD-1553B veri yolu üzerinden aviyonik sistemlerle haberleşebilir^[12].

UHF bandında iletişim kuran Multilink-S sistemi yazılım tabanlı telsizlerin en son versiyonu olan ve TDMA ağ yapısını destekleyen MX3R ailesinin Rohde&Schwarz terminallerini kullanmaktadır. Ayrıca, güvenli haberleşmeyi sağlamak amacıyla kullanıcı tarafından kontrol edilebilen COMSEC ve TRANSEC kriptolarından yararlanmaktadır^[12].

7. JAPONYA MİLLİ DATA LINKİ

Japonya Hava Kuvvetleri'ne bağlı F-15J tipi savaş uçaklarında kullanılmaktadır. Bu linkin temel amacı kara konuşlu Ground Control Intercept (GCI) birimleri ile F-15J savaş uçakları arasında çift yönlü haberleşmeyi sağlamaktır. Bu link çoğunlukla önleme uçuşlarında kullanılmaktadır; burada silah kontrolöründen savaş uçağına iletilen mesafe ve azimut bilgileri yalnızca harflerle gösterilir^[13].

8. LINK BR2

Brezilya Hava Kuvvetleri (FAB), gelişmiş bir milli TDL sağlamak amacıyla Mectron adlı Brezilya firmasıyla Aralık 2012'de bir sözleşme imzalamıştır^[14]. Bu projeye geliştirilecek olan protokol Link BR2 adını alacak ve bu yetenek 2016 yılında 4 adet muharip F-5M uçağı ile 4 adet Embraer A-29 Super Tucano uçağına entegre edilecektir. Ayrıca E-99 erken ihbar ve kontrol uçaklarına Embraer firması tarafından modernize edilirken Link BR2 yeteneği kazandırılacaktır. Bu yeteneğin gelecekte Brezilya Hava Kuvvetleri'ne ait helikopterler, karakol uçakları ve tanker uçaklarına, bunlara ek olarak Brezilya Kara ve Deniz Kuvvetleri'ne ait platformlara da entegre edilmesi planlanmaktadır^[15].

Brezilya Silahlı Kuvvetleri bünyesinde şu an F-5EM muharip uçakları ile A-29 muharip uçakların yalnızca kendi aralarında konuşabildikleri data linklerinin yanı sıra E-99 ve R-99 uçaklarının kara konuşlu birimlerle iletişimini sağlayan Link BR1 veri linkleri kullanılmaktadır. Bu veri linklerinin kullanımından elde edilen deneyim ile Link BR2'nin uçakların yakın-gerçek zamanlı, yüksek kapasitede ve güvenli bir şekilde veri paylaşımını desteklemesinin sağlanması amaçlanmaktadır^[15].

A-1M uçaklarına şu an için Link BR2 yeteneği kazandırılmış bulunuyor, ancak bu Link BR2'nin ilk versiyonudur. Link BR2 üzerinden görüntü ve metin iletimi mümkün olacaktır. Böylece elde edilen bir görüntü verisi komuta kontrol platformları ve diğer uçaklarla paylaşılacaktır^[15].

Link BR2 ağına katılması planlanan platformlar Şekil 6'da gösterilmektedir:



Şekil 6: Link BR2 Ağı ve Muhtemel Platformlar^[16]

9. JSIDLS (JOINT SERVICE INTEGRATED DATA LINK SYSTEM)

Çin Deniz Kuvvetleri platformları için geliştirilmiş Link 11 A/B benzeri bir TDL sistemi olan HN-900'ün yerine geliştirilen JSIDLS (Joint Service Integrated Data Link System) sistemi, Link 16 benzeri bir TDL sistemidir. Geliştirilmesi 2012 yılında tamamlanan JSIDLS, Type 052D destroyer platformlarında taktik veri paylaşımı için kullanılmaktadır. JSIDLS, TDMA tabanlı, karıştırmaya karşı dayanıklı, yüksek hızlı ve 960-1.215 MHz frekans bandını kullanan bir sistemdir. Ayrıca, SNTI-240 SATCOM ve AKD5000S Ku band altyapısını desteklemektedir^[17]. J-16D Elektronik Harp ve Bombardıman uçağına bu TDL sisteminin kullanılması planlanmaktadır^[18].

10. LINK II

Link II HF, VHF ve UHF telsizlerini kullanabilen, Bharat Electronics Ltd (BEL) tarafından Hindistan savaş gemilerinde, denizaltılarda, helikopterlerde, uçaklarda ve kıyı konuşlu sistemlerde kullanılmak üzere geliştirilmiş, hızlı ve güvenli veri alışverişi imkânı sağlayan bir TDL'dir. Link II radar, sonar ve elektronik harp sensörlerinden alınan verileri birleştirerek taktik resim oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Link II üzerinden hava, suüstü ve sualtı iz verileri, tehdit uyarıları, elektronik harp verileri, platform durumu ve hedefleme bilgileri paylaşımı yapılabilmektedir^[19].

11. LINK Y MK2

Link Y MK2 sistemi Thales (Hollanda) tarafından geliştirilmiş güvenli bir TDL'dir. NATO üyesi olmayan ülkelerdeki suüstü, hava ve karada konuşlu birimler arasında görevin icra edilebilmesi için geliştirilmiştir. Dinamik TDMA yapısını desteklemektedir ve gelişmiş Link 11 sistemi fonksiyonlarına sahiptir. Link Y MK2 sistemi, 31 adete kadar aktif katılımcının olduğu bir nette 4,8 kbps veri hızını desteklemektedir^[20].

Farklı ortam ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için Link Y MK2 sisteminin "Naval, Airborne ve Ruggedized housing" gibi farklı versiyonları vardır. Savaş Yönetim Sistemleri ve Hava Yönetim Sistemleri arasında 10'dan fazla değişik sisteme Naval ve Fully Airborne versiyonları entegre edilmiştir^[20].



Şekil 7: Link Y MK2 Sistem Versiyonları^[20]

NATO tarafından kontrol edilmeyen milli bir kriptu kullanılmakta ve HF, UHF ve VHF’de harici haberleşme sistemleri kullanılarak haberleşme yapılabilmektedir. Bu nedenle birçok askeri telsiz sistemiyle uyumludur^[21].

Röle modunu da destekleyen Link Y MK2 sistemi tarafından desteklenen arayüzler şu şekilde sıralanabilir^[20]:

- TCP/IP
- RS232 ve RS422 seri veri linki
- MIL-STD 1553B
- ARINC 419 ve 429

12. NATIONAL TDL NETWORK (NTDL)

NTDL, ISI Hellas (Yunanistan) firması tarafından gözetleme ve komuta kontrol bilgilerinin birimler arasında paylaşımı için geliştirilmiş taktik data link sistemidir. Sistem, video ve görüntü paylaşımına olanak sağlayan açık mimari yapıya sahiptir. Sistem:

Askeri birimler ve yer istasyonlarının birbirleriyle entegrasyonunu sağlayarak taktik bilgi paylaşımını,

Ortak Taktik Resim (Common Tactical Picture) oluşturulması ve durumsal farkındalığın artırılması amacıyla taktik, operasyonel ve stratejik seviyedeki tüm ağ katılımcıları arasında paylaşımını ve

Açık mimari yapı sayesinde kara, hava ve suüstü platformlarının ağa katılımını desteklemektedir.

NTDL sistemi aşağıdaki taktik harekâtları desteklemek üzere geliştirilmiştir:

- Gözetleme
- Elektronik Harp
- İstihbarat
- Komuta Kontrol
- Silah Yönetimi ve Koordinasyonu
- Bilgi Yönetimi

13. SONUÇ

Rapor kapsamında, farklı ülkeler tarafından geliştirilen ve kullanılmakta olan TDL’lerden bahsedilmiştir. Bugün birçok ülke milli TDL geliştirme çabası içindedir. Burada amaç; mevcut TDL ve haberleşme sistemlerinin kullanım kısıt ve zafiyetlerinin giderilmesi ve milli kriptu kullanımını mümkün kılacak, elektronik karıştırmalara ve bölgesel tehditlere karşı dirençli olacak ve milli harekât gereklilerini karşılayacak bir sisteme sahip olmaktır. Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) da benzer gereksinimlere sahip olduğu için milli bir TDL sistemi geliştirilmesi kritik önem arz etmektedir. Benzer motivasyonlarla geliştirilmesi gereken Milli Taktik Data Link Sistemi’nin, TSK’nın orta ve uzun vadede ihtiyaçlarına cevap vermesi, değişen tehdit ortamında TSK’nın harekât yapma kabiliyetini ve etkinliğini artırması ve kritik alt sistem ve teknolojiler bakımından dışa bağımlılığı azaltması gibi kritik ihtiyaçlar söz konusudur.



KAYNAKÇA

- [1] C. J. Smith ve J. P. Venter, A Case Study Of The Development Of A SANDF Tactical Data Link Network Enabling Capability, 2011.
- [2] «Africa's defence and security news portal,» 18 January 2010. [Çevrimiçi]. Available: http://www.defenceweb.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=6184:zz&catid=79:fact-files&Itemid=159. [Erişildi: 2013].
- [3] «The South African Air Force,» 2013. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.saaiforce.co.za/the-airforce/aircraft/40/hawk-mk-120>.
- [4] «Israel Aerospace Industries, MLM Division,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.iai.co.il/2013/34257-22830-EN/Groups_SystemMissileandSpace_MLM_Products_SpaceAwareness.aspx. [Erişildi: Aralık 2018].
- [5] «IAI - Smart Data Link Systems,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.iai.co.il/sip_storage/FILES/9/39429.pdf. [Erişildi: 2019].
- [6] «Defence Talk,» 2009. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.defencetalk.com/military/forums/t/gripen-ng-superacruz-in-for-a-bruzin.8695/page-8>. [Erişildi: 2018].
- [7] Major Mikael Hagenbo , «Interoperabilitet, administration och ledning av radiosambandsystem TARAS relativt JTIDS/MIDS,» 2002.
- [8] C. Gyoo-Pil, «Asia Pacific Center for Security Studies,» 2013. [Çevrimiçi]. Available: www.apcss.org/Publications/Edited%20Volumes/BytesAndBullets/CH11.pdf. [Erişildi: 2019].
- [9] M. Y. Lim, *Joint Tactical Data Link System*, 2011.
- [10] SAAB, «Multilink-S,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.yumpu.com/en/document/read/31041630/multilink-s-product-sheet-saab>. [Erişildi: 2019].
- [11] «Link-S Tactical Data Link For the Air Domain,» *Link-S Tactical Data Link For the Air Domain*, 2011.
- [12] «Link-S Tactical Data Link For the Air Domain,» 2011.
- [13] [Çevrimiçi]. Available: http://www.joebaugher.com/usaf_fighters/f15_15.html. [Erişildi: 5 Ocak 2019].
- [14] «Air Force Technology,» 10 Ocak 2013. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.airforce-technology.com/news/newsembraer-to-modernise-brazilian-air-forces-e-99-aewc-fleet/>. [Erişildi: 2019].
- [15] «Defense Industry Daily,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.defenseindustrydaily.com/elbit-enhancing-amx-aircraft-avionics-for-brazil-05151/>.
- [16] V. Júnior, «Defesanet,» 11 Nisan 2014. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.defesanet.com.br/ho/noticia/14888/A-Melhor-Pequena-Forca-Aerea-e-feita-de-Grandes-Profissionais/>. [Erişildi: 2019].
- [17] [Çevrimiçi]. Available: <https://tiananmenstremendousachievements.wordpress.com/tag/chinese-aegis/>. [Erişildi: 2019].
- [18] [Çevrimiçi]. Available: <https://plarealtalk.com/j-16d-electronic-warfare-strike-aircraft-146a0cbb74>. [Erişildi: 2019].
- [19] P. Donaldson, 16 Şubat 2009. [Çevrimiçi]. Available: www.shephardmedia.com/news/defence-helicopter/bel-data-link-iff-systems-mandated-for-in/. [Erişildi: 2019].
- [20] Thales, «Link Y MK2,» [Çevrimiçi]. Available: http://www.thales7seas.com/html5/products/187/LINK_Y_Mk2_HR.pdf. [Erişildi: 2019].
- [21] [Çevrimiçi]. Available: http://www.thales7seas.com/html_2014/product188.html.



thinktech
STM Teknolojik Düşünce Merkezi
<http://thinktech.stm.com.tr>

