

TAKTİK VERİBAĞLARININ MÜHİMMAT SİSTEMLERİ İLE KULLANIMI

A. Güray PEHLİVANOĞLU¹
TÜBİTAK SAGE, Ankara

ÖZET

Taktik veribağları, istenilen hareket veya platform durum bilgilerinin iki veya daha fazla sayıda askeri unsur arasında paylaşılabilmesi için kullanılan sistemlerdir. İlgili platformun operasyona devam edip etmediği veya operasyon esnasında güncellenen hareket bilgilerinin platformlar tarafından alınıp paylaşılması günümüz modern hareket kavramının temelini oluşturmaktadır. Burada bahsi geçen platformlar Kara, Hava ve Deniz Kuvvetleri tarafından operasyona iştirak eden tüm unsurlar şeklinde genellenebilmekle birlikte, taktik veribağlarının en yoğun olarak kullanıldığı unsurların hava platformları olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, taktik veribağlarının hareketin seyrini değiştirebilecek önemli bir katkıları mühimmat sistemleri ile birlikte kullanılmaları sayesinde ortaya çıkmaktadır. Veribağları açısından mühimmat sistemleri at-unut ve at-kontrol et olmak üzere iki temel kategori altında ele alınabilmektedir. Veribağına sahip olmayan at-unut mühimmatlar, atıldıktan sonra hedefe önceden planlandığı şekilde ulaşan ve uçuş sırasında kullanıcı müdahalesi bulunmayan sistemlerdir. Diğer taraftan, at-kontrol et mühimmatlar, sahip oldukları veribağları sayesinde platformlarla iletişim kurabilen sistemlerdir. Veribağları, kullanıcıya hedefin planlandığı şekilde vurulup vurulmadığı gibi çok önemli bir hareket bilgisi başta olmak üzere, mühimmatın uçuşu esnasında hedef veya görev değişikliği, görev iptali, farklı uçuş durumlarına geçmesi, düzenli hedef konum güncellemesi ile hareketli hedeflere taarruzu gibi önemli yetenekler sağlayabilmektedir. Bu çalışmada, taktik veribağlarının mühimmatlar ile hangi şekillerde kullanılabileceği ve harekate ne gibi katkılar sağlayabileceği açıklanmaktadır. Bunun için ilk olarak veribağına sahip mühimmatlar haberleşme menzillerine göre iki kategoriye ayrılacak ve her kategori altında kullanılması olası veribağları sunulacaktır. Daha sonra bu veribağlarının hangi durumlarda kullanılmasının harekate en fazla katkısı sağlayacağı taslak hareket senaryoları üzerinden avantaj-dezavantaj karşılaştırmaları ile irdelenecektir. Son olarak, elde edilen değerlendirmeler ışığında veribağlarının optimum kullanım önerileri ve gelecek kullanım alanları hakkında öngörüler sunulacaktır.

GİRİŞ

Mühimmatlar; en genel tanımıyla bir faydalı yüke ve güdüm sistemine sahip, bir hedefi imha etmek veya hareket dışı bırakmak için kullanılan hava platformlarıdır. Bir önceki cümlede belirtilenlere ilave olarak itki sistemine de sahip olan mühimmatlar füze olarak isimlendirilmektedir. Uçak, gemi, denizaltı, kamyon gibi çeşitli platformlardan fırlatılabilen mühimmatlar; menzillerine, harp başlıklarının çeşidine, güdüm tiplerine ve daha pek çok farklı özelliklerine göre kategorize edilebilmektedir. Diğer taraftan, bu çalışmada mühimmatların veribağı özellikleri ele alındığından mühimmatların gruplanması buna göre yapılacaktır. Buna bağlı olarak veribağına sahip olmayan at-unut tipindeki mühimmatlar inceleme dışında tutulacak, sadece veribağına sahip at-kontrol et tipindeki mühimmatlar kapsam içine alınacaktır.

Mühimmatlar, sahip oldukları veribağı sistemlerini kullanarak çeşitli askeri unsurlar ile haberleşebilmektedir. Haberleşmenin yapıldığı menzil değeri, mühimmat veribağı tipini ve buna

¹ Dr., TÜBİTAK SAGE, E-posta: guray.pehlivanoglu@tubitak.gov.tr

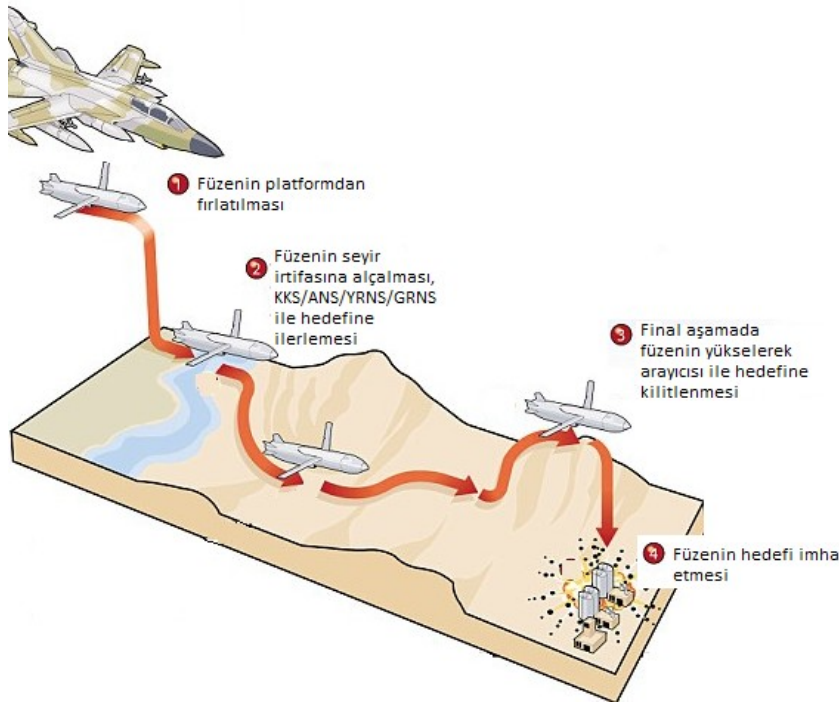
bağlı olarak bütün operasyonu etkilediğinden, bu çalışmada mühimmatların ayırımında veribağı haberleşme menzili temel alınacaktır. Buna göre mühimmatlar, görüş hattı içi (İng. line-of-sight, LOS) menzilde haberleşen ve görüş hattı dışı (İng. beyond line-of-sight, BLOS) menzilde haberleşen tipte olmak üzere iki temel grup altında toplanacaktır.

Çalışma kapsamında her bir grup altındaki mühimmatlar, veribağı üzerinden hangi bilgileri hangi platformlarla paylaştıklarına göre ayrıca incelenecektir. Bu inceleme, veribağı mühimmatların operasyona nasıl katıldıklarının açıklanması açısından gerekmektedir.

Elde edilen tüm bilgiler ortaya konduktan sonra, veribağı mühimmatlar kendi içlerinde kıyaslanacak, avantaj ve dezavantajları ortaya konacak ve hangi askeri unsurlarla operasyona katılmalarının en uygun çözüm olacağı hakkında değerlendirmeler sunulacaktır. Son olarak veribağlarının gelecek kullanım kavramları hakkında öngörüler sunulacaktır.

AT-UNUT VE AT-KONTROL-ET TİPİNDEKİ MÜHİMMATLAR

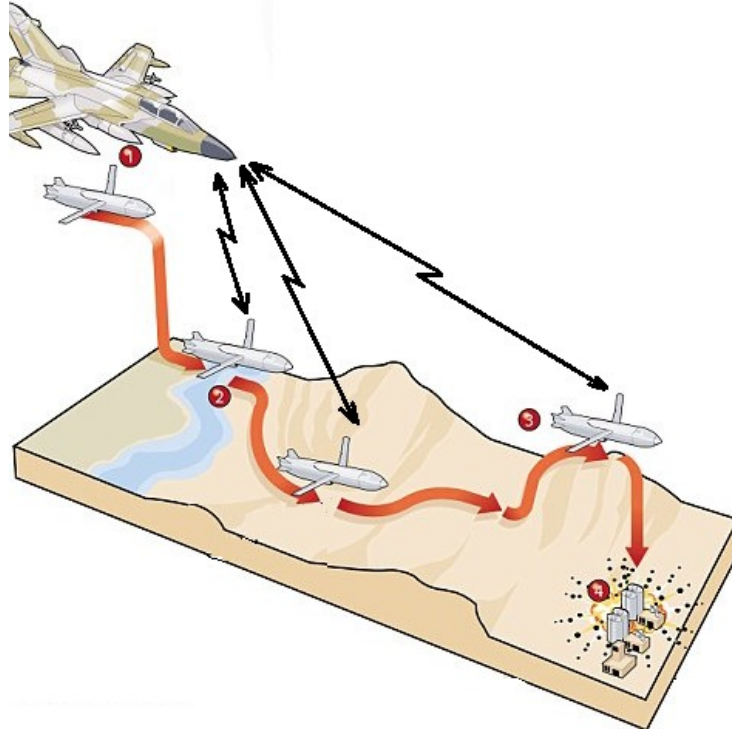
At-unut kavramına örnek bir mühimmat uçuşu Şekil 1 ile verilmiştir [<http://i.dailymail.co.uk/>]. Burada örnek olması açısından uçaktan atıldığı gösterilen mühimmatın, başka platformlardan da atılabileceği göz önüne alınmalıdır. Şekil 1’de KKS Küresel Konumlama Sistemi’ni, ANS Ataletsel Navigasyon Sistemi’ni, YRNS Yeryüzü Referanslı Navigasyon Sistemi’ni, GRNS ise Görüntü Referanslı Navigasyon Sistemi’ni ifade etmektedir. Burada mühimmat uçuşu için gereken seyir bilgisi, KKS için uydular kullanılarak, ANS için platformdaki ivmeölçerler ve dönüölçerler kullanılarak, YRNS için bilinen yeryüzü yükseltileri kullanılarak, GRNS için ise bilinen referans görüntüler kullanılarak hesaplanmaktadır. Mühimmat bu navigasyon araçlarından ANS’yi ve ANS’ye destek olarak diğer navigasyon özelliklerinden birini veya birkaçını kullanarak kendisi dışındaki herhangi bir unsur ile veri haberleşmesi yapmadan yani dışarıdan kullanıcı müdahalesi olmadan hedefine ulaşmaktadır.



Şekil 1: At-Unut Kavramına Örnek Bir Mühimmat Uçuşu

Şekil 2 ile ise at-kontrol et kavramına örnek bir mühimmat uçuşu gösterilmektedir. Giriş bölümünde belirtildiği gibi, mühimmatların veribağı kullanılarak farklı şekillerde kontrol edilebilmeleri mümkündür. Şekil 2 ile görüş hattı içi menzilde atıldığı platform ile noktadan noktaya çift yönlü haberleşerek kontrol edilen bir veribağı mühimmat alternatifi sunulmuştur. Bu mühimmat, Şekil

1'dekine benzer bir uçuş yapmaktadır. Fakat ondan farklı olarak atış sonrasında hedef güncelleme, görev iptali, havada bekleme ve en önemlisi hedefin planlandığı şekilde vurulup vurulmadığı gibi önemli ilave hareket yeteneklerine de sahip olabilmektedir.

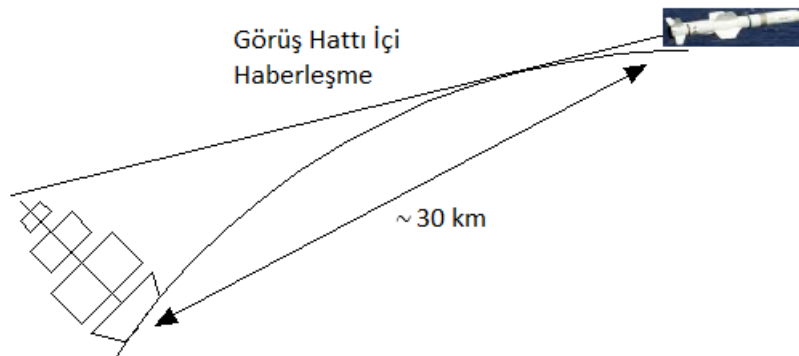


Şekil 2: At-Kontrol Et Kavramına Örnek Bir Mühimmat Uçuşu

GÖRÜŞ HATTI İÇİ MENZİLDE HABERLEŞEN MÜHİMMATLAR

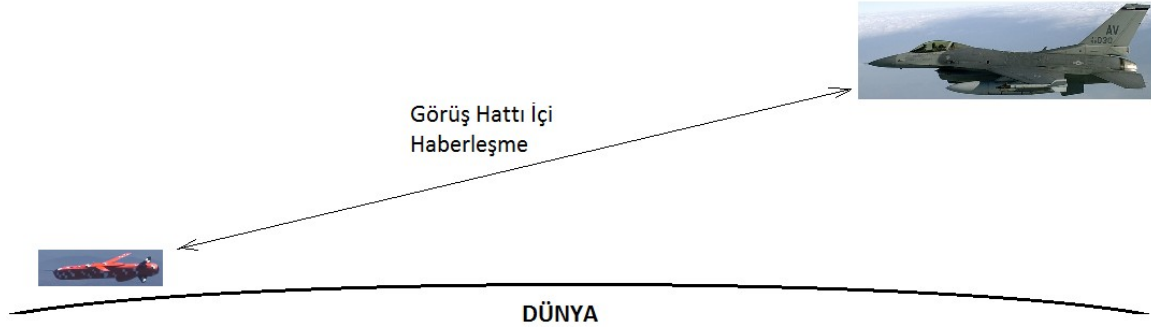
Görüş hattı içi (İng. line-of-sight, LOS) haberleşme menzili, adından da anlaşılabilir olduğu gibi mühimmat ile haberleşeceği platformun birbirini doğrudan gördüğü mesafeyi ifade etmektedir. Bu haberleşme menzili, mühimmat ile haberleşeceği platformun, dünyanın eğriliği, yeryüzü yükseltileri vb. nedenlerle birbirlerini fiziksel olarak görememe durumları yoktur.

Deniz hedeflerine karşı kullanılan mühimmatların denize oldukça yakın irtifada uçtukları da göz önüne alındığında, haberleşecek geminin mühimmat ile doğrudan haberleşmek istemesi durumunda dünya eğriliğinden dolayı haberleşme menzili yaklaşık 30 km ile sınırlı olmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3: Gemi ile Mühimmat Arasında Görüş Hattı İçi Menzilde Haberleşme Durumu

Uçaktan atılan mühimmatlar ise, haberleşecek uçağın gemiye kıyasla oldukça yüksek olan irtifasından dolayı çok daha uzun görüş hattı içi haberleşme menziline sahip görünmektedir (Şekil 4). Diğer taraftan, hava platformlarındaki boyut, güç vb. kısıtlardan dolayı genelde bunlara büyük veribağı üniteleri ve antenleri takılması imkanı bulunmamaktadır. Bu nedenle, uzun menzilde haberleşme sağlayacak mühimmatların, haberleşecekleri uçaklar ile görüş hattı içinde genelde 100 km ila 400 km menzil değerleri arasında iletişim kurabildikleri bilinmektedir.



Şekil 4: Uçak ile Mühimmat Arasında Görüş Hattı İçi Menzilde Haberleşme Durumu

İzleyen alt başlıklarda görüş hattı içi menzilde haberleşmeyi sağlayan veribağı alternatifleri ve bunların bazı örnekleri sunulmaktadır.

Noktadan Noktaya Haberleşen Veribağları

Noktadan noktaya (İng. point-to-point) haberleşmeyi sağlayan veribağları, mühimmat sistemleri ile uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Bu haberleşme şeklinde, mühimmat ile haberleşeceği platform (uçak, gemi vb.) görüş hattı içinde doğrudan birbirleri ile veri alışverişinde bulunmaktadır. Kısacası bir mühimmat ile bir platform, Şekil 2'dekine benzer şekilde herhangi bir aracı unsur olmadan doğrudan haberleşmektedir.

Popeye füzesi: Noktadan noktaya veribağına sahip füzelere verilebilecek birinci örnek Popeye füzesidir. Üretimine 1989 yılında başlanan Popeye, eski nesil bir füze olarak tanımlanabilir. Füze görünümü Şekil 5 ile, füze temel özellikleri Tablo 1 ile sunulmaktadır. Tablo 1'deki TV gündüz kullanılan arayıcıyı, IIR (İng. imaging infrared) ise gece kullanılabilen kızılötesi görüntülemeli arayıcıyı ifade etmektedir. Füze aynı anda sadece ya TV ya da IIR arayıcı kullanılabilmektedir [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3779-jalw>].

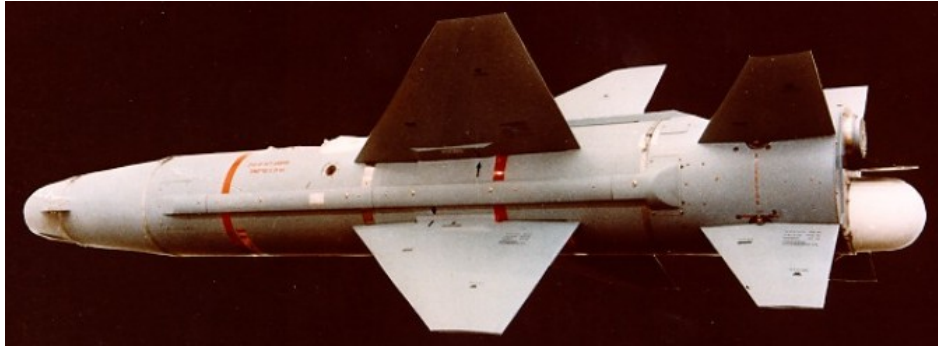


Şekil 5: Popeye Füzisinin Önden Görünüşü [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3779-jalw>]

Uzunluk	4820 mm
Gövde Çapı	533 mm
Toplam Ağırlık	1360 kg
Harp Başlığı Ağırlığı ve Tipi	350 kg, Parçacık Etkili
Maksimum Menzil	80 km
Vuruş Hassasiyeti	3 m
Güdümlü Tipi	ANS, TV, IIR
İtki Tipi	Katı Yakıtlı

Tablo 1: Popeye Füzesi Temel Özellikleri [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3779-jalw>]

Popeye, sahip olduğu katı yakıtlı roket motoru nedeniyle nispeten kısa bir menzile ve manevralar anlamında kısıtlı bir uçuş yeteneğine sahiptir. Füze, TV veya IIR kamerasından aldığı hedef görüntülerini, kendisini fırlatan uçağa aktarmakta, böylece uçuş esnasında pilot tarafından yönlendirilerek hassas vuruş yapma imkanı sağlamaktadır. Çift taraflı haberleşme için, Şekil 6'da füzenin arka ucunda görülen kubbe şeklindeki radom içerisinde bulunan veribağı anteni ile Şekil 7'de gösterilen uçağın kanadı altındaki AN/ASW-55 veribağı podunda bulunan veribağı antenleri kullanılmaktadır. [<http://www.airspacepower.net/TE-AGM-142-SOW.html>]



Şekil 6: Popeye Füzesinin Yandan Görünüşü [<http://www.airspacepower.net/TE-AGM-142-SOW.html>]



Şekil 7: AN/ASW-55 Veribağı Podu [<http://www.airspacepower.net/APA-F-111-Imagery.html>]

JASSM füzesi: Noktadan noktaya veribağına sahip füzelere verilebilecek bir diğer örnek de JASSM füzesidir. 2000 yılında üretilmeye başlanan JASSM, sahip olduğu turbojet motoru, uzun menzili ve esnek uçuş yeteneği ile yeni nesil bir füzedir. Füze görünümü Şekil 8 ile, füze temel özellikleri Tablo 2 ile sunulmaktadır [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3784-jalw>].

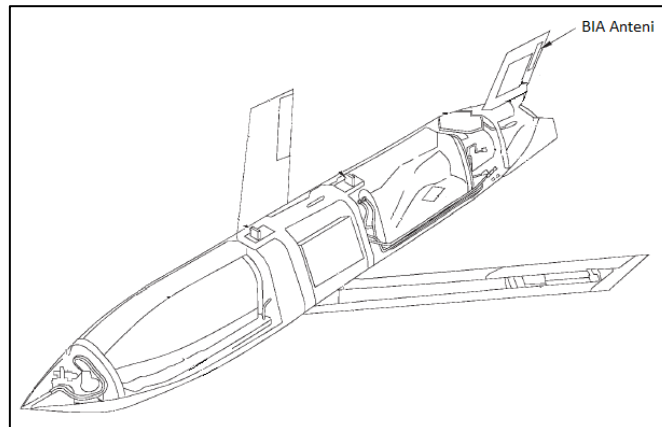


Şekil 8: JASSM Füzesi Görünüşü [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3784-jalw>]

Uzunluk	4267 mm
Gövde Genişliği	550 mm
Gövde Yüksekliği	450 mm
Toplam Ağırlık	1021 kg
Harp Başlığı Ağırlığı ve Tipi	454 kg, Delici ve Parçacık Etkili
Maksimum Menzil	370 km
Vuruş Hassasiyeti	3 m
Güdüm Tipi	ANS, KKS, IIR
İtici Tipi	Turbojet Motor

Tablo 2: JASSM Füzesi Temel Özellikleri [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3784-jalw>]

Şekil 9’da BIA (İng. Bomb Impact Assessment) anteni olarak gösterilen füze veribağı anteninin füze kuyruk kanatçığına monte edildiği görülmektedir. JASSM’de, haberleşilen platforma görüntü aktarılmamakta, füzenin terminal fazındaki hedef angajman bilgisi ile füze durum bilgisi tek yönlü olarak operasyona katılan ilgili uçağa iletilmektedir [USAF, 2006]. Bu şekilde veri boyutunun küçültülerek verinin daha uzun bir menzilde iletilmesinin hedeflendiği değerlendirilmektedir.



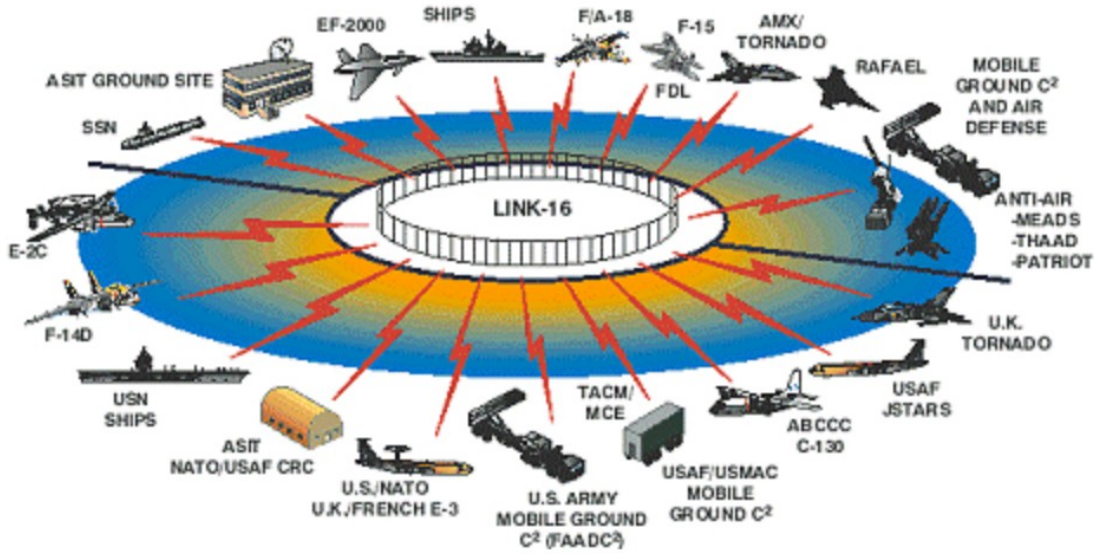
Şekil 9: JASSM Füzesi Veribağı Anteni [USAF, 2006]

Noktadan Çok Noktaya Haberleşen Veribağları

Askeri harekatlarda operatörlerin yani sistem kullanıcılarının, sistemlerin, askeri kuvvetlerin ve bu kuvvetlerin alt birliklerinin operasyona birlikte iştirak etmesi kavramına “Birlikte Çalışabilirlik (İng. Interoperability)” denmektedir [Hoekstra, W. E., 2000]. Askeri uçak, gemi ve kara platformları arasında noktadan çok noktaya yani ağ ortamında haberleşme sağlayan veribağları bu amaç için uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Örneğin, gemiler arasında ağ ortamında haberleşme için geliştirilmiş olan Link-10 temelli veribağlarının mesajlaşma formatlarının yer aldığı NATO STANAG 5510 Maritime Tactical Data Exchange standardı 1979 yılında yayınlanmıştır [DoD, 1985].

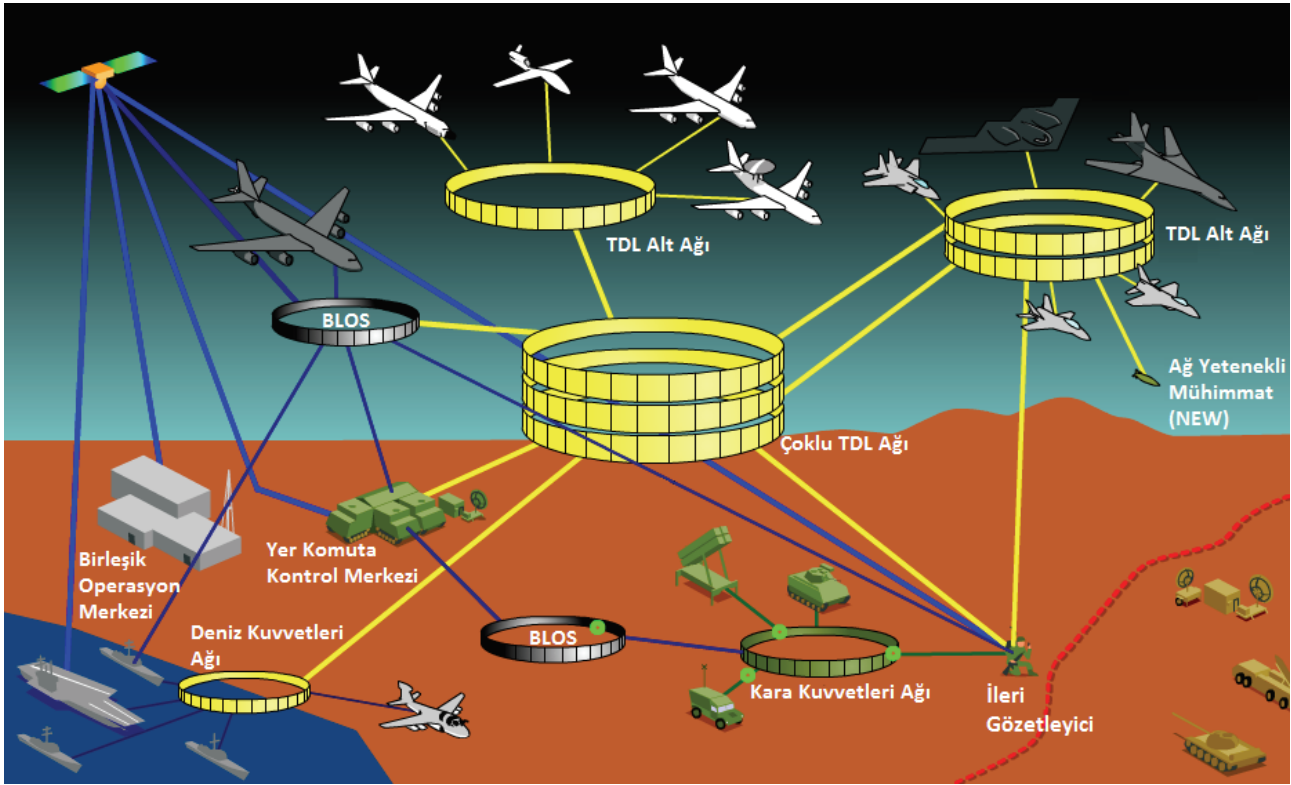
Diğer taraftan, ağ temelli veribağlarının mühimmat sistemleri ile kullanımı düşüncesi ilk olarak 2003 yılında hareketli hedeflere angajman sağlanabilmesi için ortaya atılmış, daha sonra genişletilerek mühimmatların yeteneklerinin en üst düzeyde kullanılabilmesi amacıyla Ağ Yetenekli Mühimmat (İng. Network Enabled Weapon, NEW) kavramı olarak netleştirilmiştir. Böylece NEW mühimmatların, kontrolcü platformun da dahil olduğu bir ağ içerisinde kullanılarak, mühimmat uçuşu sırasında hedef bilgilerinin güncellenmesi, havada bekleme, görev iptali, vuruş öncesi hedef bilgilerinin iletilmesi gibi yeteneklerin sisteme dahil edilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ağ ortamında haberleşilerek, ağa dahil ilgili platformlar tarafından mühimmat kontrol işlevinin devralınabilmesi ve böylelikle operasyonel esnekliğin en üst seviyeye çıkarılması amaçlanmıştır [https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Enabled_Weapon].

NEW mühimmatların mesaj formatları, farklı askeri platformlar tarafından halihazırda kullanılmakta olan Link-16 ağını tarifleyen NATO STANAG 5516 Tactical Data Exchange standardına mühimmat ile ilgili gerekli ilavelerin yapılması ile belirlenmiştir. Böylelikle NEW yeteneğine sahip mühimmatların, Link-16 ağına dahil olabilen tüm platformlar ile haberleşebilmesinin sağlanması hedeflenmiştir. Link-16 ağına bağlanabilen bazı platformlar Şekil 10 ile gösterilmektedir [https://defence.pk/pdf/].



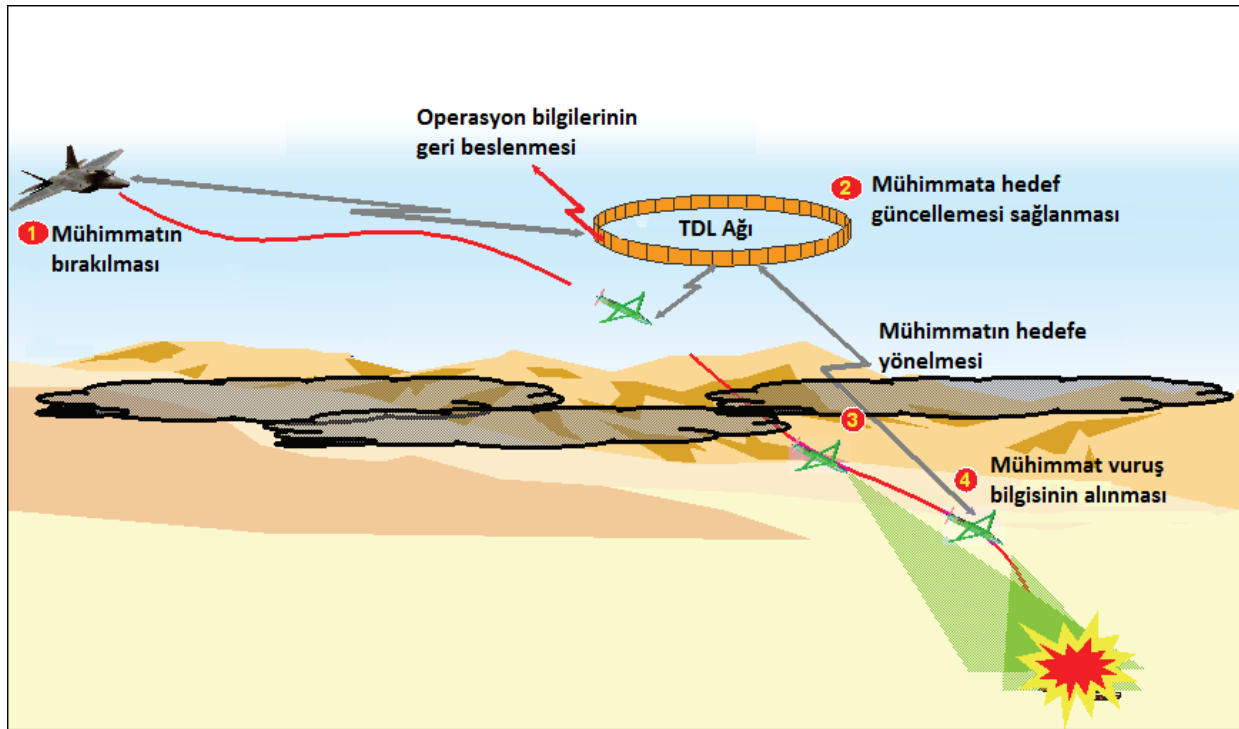
Şekil 10: Link-16 Ağına Bağlanabilen Bazı Platformlar

NEW mühimmatların da dahil olduğu Ağ Merkezli Harekat (İng. Network-centric Operations) kavramı genel olarak Şekil 11 ile gösterilmektedir [Koudelka, B. F., 2005]. Burada TDL (İng. Tactical Data Link), Link-16 vb. bir taktik veribağını ifade etmektedir. BLOS ise görüş hattı dışı (İng. beyond line-of-sight) anlamını taşımakta olup, detayları bir sonraki bölümde açıklanacaktır. Buradan da görülebileceği gibi ağ merkezli harekat kavramı sayesinde, kara, hava ve deniz kuvvetlerinin ellerindeki sistemler ile operasyona birlikte katılabilmeleri ve gerçek zamanlı bilgi paylaşımı sayesinde üst düzey operasyonel verimlilik ve esneklik elde edilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 11: Ağ Merkezli Harekat Kavramı

Şekil 12 ise, bir mühimmatın NEW kavramı içerisinde ne şekilde kullanılabileceğini göstermektedir [Koudelka, B. F., 2005]. Burada basitçe mühimmatın ağ ortamında tek bir uçak ile haberleştiği gösterilmiştir. Diğer taraftan, Şekil 11’de gösterildiği gibi ağı bağlı daha fazla sayıda uçak ve hatta başka platformlar da bulunabileceği unutulmamalıdır.



Şekil 12: NEW Kavramı

JSOW C-1 güdümlü bombası: NEW kavramına uygun olarak geliştiren ilk mühimmat havadan karaya atılan JSOW C-1 güdümlü bombasıdır. Envanterde olan JSOW C temel alınarak geliştirilen JSOW C-1'in, NEW özelliği ile sabit kara ve hareketli deniz hedeflerine karşı kullanılması amaçlanmıştır. 2010 yılında üretilerek testlerine başlanılan JSOW C-1, tam operasyonel kabiliyete Ekim 2017'de ulaşmıştır [https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_670499-JMR]. Açık kaynaklarda mühimmatın yakın zamanda ABD envanterine girmesinin beklendiği belirtilmektedir. Mühimmat görünümü Şekil 13 ile, mühimmat temel özellikleri Tablo 3 ile sunulmaktadır [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jmr72478-jmr-2011>, <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3658-jalw>].



Şekil 13: JSOW C-1 Mühimmatı Görünüşü [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jmr72478-jmr-2011>]

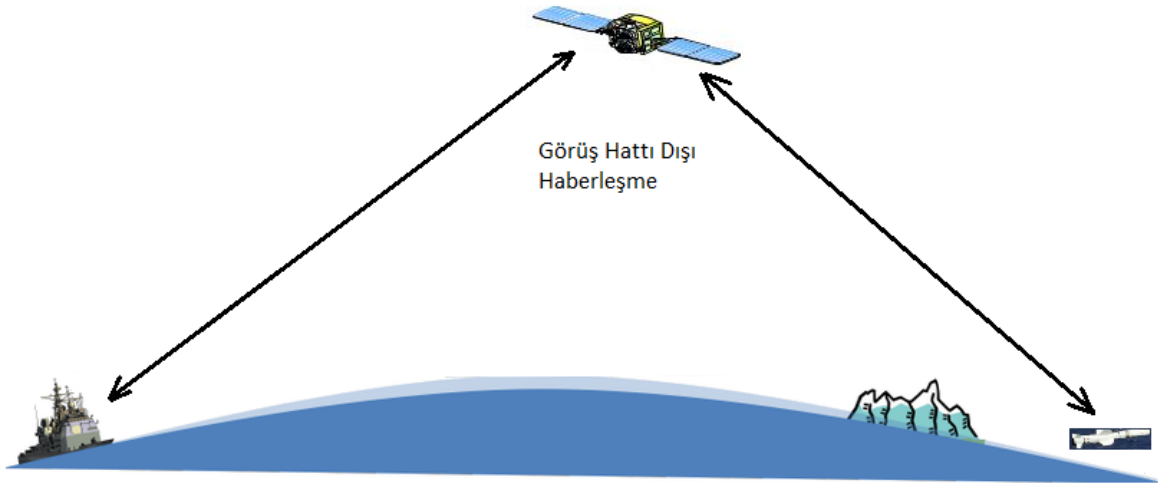
Uzunluk	4100 mm
Gövde Genişliği	337 mm
Gövde Yüksekliği	442 mm
Toplam Ağırlık	468 kg
Harp Başlığı Ağırlığı ve Tipi	254 kg, İki Kademeli Ardışık Delici
Maksimum Menzil	134 km
Güdümlü Tipi	ANS, KKS, IIR
İtici Tipi	- (İtkisiz)

Tablo 3: JSOW C-1 Mühimmatı Temel Özellikleri [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3658-jalw>]

JSOW C-1'in hareket ortamında Şekil 12'dekine benzer şekilde kullanılması beklenmektedir. Fakat burada gösterilenden farklı olarak, Link-16 ağına farklı roller tanımlanan birden fazla uçak dahil olabilecektir.

GÖRÜŞ HATTI DIŞI MENZİLDE HABERLEŞEN MÜHİMMATLAR

Görüş hattı dışı (İng. beyond line-of-sight, BLOS) haberleşme menzili, temelde mühimmat ile haberleşeceği platformun birbirini fiziksel olarak göremedikleri oldukça uzun mesafeyi ifade etmektedir. Diğer taraftan, platformlar arasındaki mesafe kısa olmasına rağmen yeryüzü engelleri nedeniyle platformlar arasında doğrudan görüş olmadığı veya platformlar arasında doğrudan görüş olsa bile tasarım kısıtları nedeniyle haberleşmenin sağlanamadığı nispeten uzun menzil durumları da görüş hattı dışı menzilde haberleşme olarak ele alınmaktadır. Örnek bir görüş hattı dışı menzilde haberleşme durumu Şekil 14 ile gösterilmektedir. Buradaki gibi uyduların kullanıldığı BLOS haberleşmede binlerce kilometre uzaklıktaki platformlar arasında haberleşme sağlanabilmektedir.



Şekil 14: Gemi ile Mühimmat Arasında Görüş Hattı Dışı Menzilde Haberleşme Durumu

Veribağına sahip sistemlerin görüş hattı dışı menzilde haberleşebilmesini sağlayan aracı unsurlar temel olarak uydu, röle ve Müşterek Menzil Artırımı (İng. Joint Range Extension, JRE) olarak sıralanabilir. Bu araçlar, mühimmat ile mühimmatın haberleşeceği platform arasında noktadan noktaya veya noktadan çok noktaya haberleşme sağlayacak şekilde kullanılabilirler. İzleyen alt başlıklarda uydu, röle ve Müşterek Menzil Artırımı aracı unsurlarının veribağı haberleşmesinde nasıl kullanılabileceklerine dair değerlendirmeler sunulacaktır.

Uydu Üzerinden Haberleşen Veribağları

Bir veya birden fazla platformun, görüş hattı dışı menzildeki bir veya birden fazla mühimmatla haberleşmek istemesi durumunda sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri gelip giden verilerin uydular üzerinden iletilmesidir. Uydunun bir röle gibi kullanıldığı bu yöntemin örnek gösterimi Şekil 15 ile verilmiştir [<http://en.alalam.ir/>]. Bunun için en temel ihtiyaç, dünya yörüngesinde bu amaçla kullanılabilir en az bir haberleşme uydusunun bulunmasıdır. Bunun yanı sıra, platform ve mühimmat haberleşme terminallerinin ve antenlerinin, uydu üzerinden haberleşmeye uygun şekilde geliştirilmesi de gerekmektedir. Uydular üzerinden haberleşme işlemleri genel olarak SATCOM (İng. Satellite Communication) başlığı altında ele alınmakta ve detaylandırılmaktadır. Uydu üzerinden yapılan mühimmat haberleşmelerinde, haberleşilen platform genelde yer istasyonu olarak tercih edilmektedir.



Şekil 15: Uydu Üzerinden Haberleşme

Tomahawk füzesi Block IV varyantı: Uydu üzerinden veribağı haberleşmesi yapan sistemlere verilebilecek bir örnek Tomahawk füzesi Block IV varyantıdır. 1983 yılında operasyonel olarak kullanılmaya başlanan Tomahawk Block I varyantı ile sonraki yıllarda geliştirilen Block II ve Block III varyantlarında veribağı bulunmamakta ve bu füzeler hedeflerine at-unut kavramı ile ulaşmaktadır. Diğer taraftan, 1991 ve 1996 yılları arasında yürütülen modernizasyon çalışmaları sonrasında ortaya konan Block IV varyantı, iki yönlü UHF uydu haberleşme veribağı sistemini içerecek şekilde geliştirilmiştir. Veribağı sistemi, kullanıcı kontrolüne ve güncellemelerine, ikincil hedeflere taarruza, önceden yüklenen farklı görevler arasından seçim yapmaya, havada beklemeye ve son hedef görüntüsü ile savaş alanı hasar tespitine (İng. battle damage indication, BDI) imkan sağlamaktadır [http://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_].

Tomahawk Block IV'ün yüksek maliyetinden dolayı, 2200 adet füzenin siparişi ancak füzeler için maliyet azaltımı çalışması yapıldıktan sonra 2004 yılında verilebilmiştir. 2009 yılında ise, Block IV'ün hareketli deniz hedeflerine karşı da kullanılabilmesi için veribağı güncellemesi yapılmasına başlanmıştır. 2010 yılında yapılan denemede füzenin rotası, hedefe 8000 km mesafedeki bir üstün kontrol edilerek güncellenmiş ve füzenin hareketli bir deniz hedefini imha etmesi sağlanmıştır [http://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_]. 2013 yılında ise füze üzerinde, füzenin radar yayını yapan hareketli veya sabit kara radar istasyonlarına karşı kullanılabilmesi için gerekli iyileştirmelerin yapıldığı açıklanmıştır [<https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdw53548-jni-2013>]. 2014 yılında da füze kontrolünün, haberleşmenin sağlandığı yer kontrol istasyonundan bir başka yer veya hava kontrol istasyonuna devredilebilmesi için gerekli iyileştirmelerin gösterisi yapılmıştır [<http://janes.ihs.com/Janes/Display/idr16485-idr-2014>]. 2015 yılında, havadaki birden fazla füzenin, dünya üzerindeki farklı üslerde konuşlanmış birden fazla kontrolcü tarafından aynı anda kontrol edilebilmesi ve yeni hedeflere yönlendirilebilmesi test edilmiştir [<https://www.prnewswire.com/>]. Bu test ile Block IV varyantının ağ ortamında da kullanılabileceği gösterilmiştir. 2019 yılından itibaren başlayacak modernizasyon faaliyeti ile birlikte, mevcut füzelere giriş engelleme/alan reddine karşı (İng. counter anti-access/area denial, A2AD) yetenek kazandırılacağı açıklanmıştır [https://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_].

Füze görünümü Şekil 16 ile, füze temel özellikleri ise Tablo 4 ile sunulmaktadır. [<http://janes.ihs.com/Janes/Display/idr16485-idr-2014>, http://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_].



Şekil 16: Tomahawk Block IV Füzesi Görünüşü [<http://janes.ihs.com/Janes/Display/idr16485-idr-2014>]

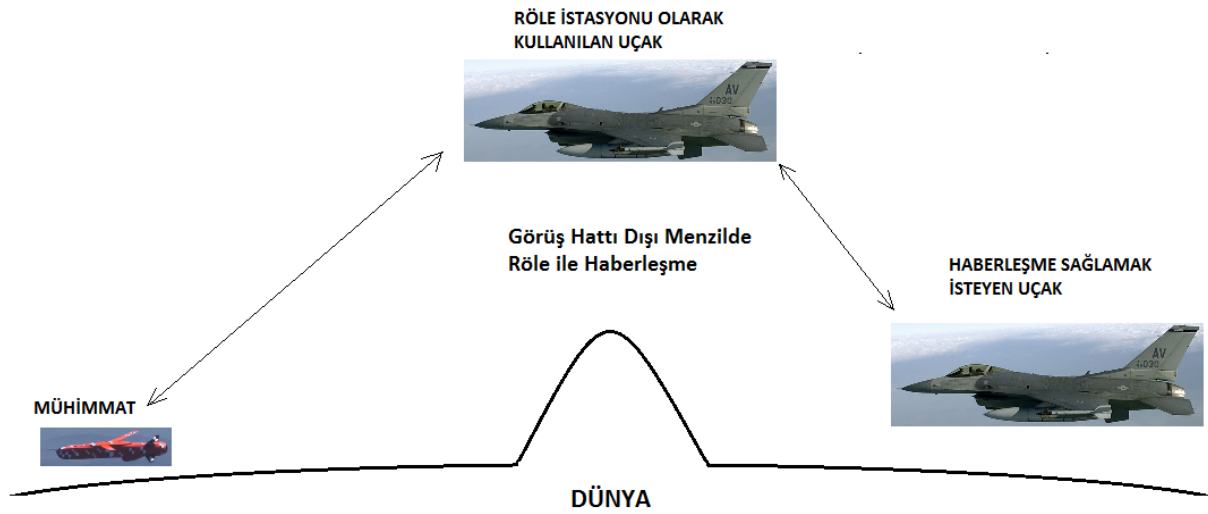
Uzunluk	5567 mm
Gövde Çapı	518 mm
Toplam Ağırlık	1246 kg
Harp Başlığı Ağırlığı ve Tipi	313 kg, Kısmi Delici
Maksimum Menzil	1610 km
Güdümlü Tipi	ANS, KKS, YRNS, IIR
İtici Tipi	Turbofan

Tablo 4: Tomahawk Block IV Füzesi Temel Özellikleri
[http://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_]

Röle Üzerinden Haberleşen Veribağları

Aslında görüş hattı dışı menzilde haberleşme yapan tüm veribağlarında bir anlamda röle ihtiyacı bulunmaktadır. Bir önceki bölümde bu röle işlevinin haberleşme uyduları tarafından karşılandığı belirtilmişti. Bu bölümde ele alınan aracı unsur olan röleler ise, mühimmatlar veya diğer platformlar için geliştirilen veribağlarının röle olarak kullanılması şeklinde çalışmaktadır.

Açık kaynaklarda füzelerin haberleşmesi için bu tip rölelerin kullanımına pek rastlanamasa da, pratikte, örneğin uydu üzerinden haberleşme yeteneği bulunmayan iki platformun görüş hattı dışı menzilde haberleşmek istemesi durumunda, bu iki platform arasındaki üçüncü bir platformun röle işlevi üstlenerek bu iki platformu BLOS menzilde haberleştirmesi mümkündür. Buna örnek olarak gösterilebilecek taslak bir uygulama Şekil 17 ile verilmektedir.



Şekil 17: Görüş Hattı Dışı Menzilde Röle ile Haberleşme Taslak Örneği

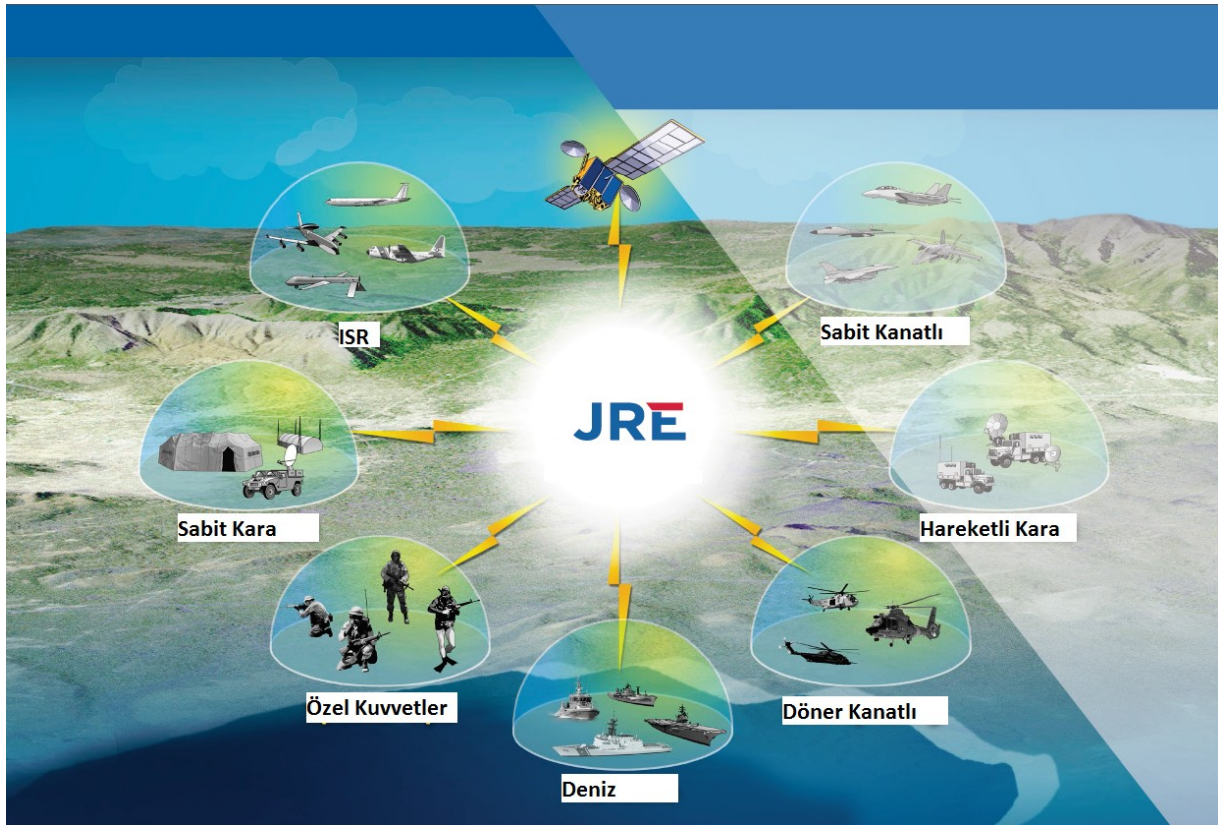
Daha önceki bölümlerde ağ ortamında noktadan çok noktaya haberleşen veribağları hakkında bazı bilgiler paylaşılmıştı. Link-16 ağına dahil olarak, bu ağı bağlanabilen diğer platformlarla haberleşme yeteneği kazandırılması hedeflenen mühimmatlar için geliştirilen veribağı terminalleri incelendiğinde, bu terminallerde esasen röle fonksiyonu da bulunduğu görülmektedir. Örneğin, Viasat firması tarafından geliştirilen Small Tactical Terminal KOR-24A ile Rockwell Collins firması tarafından geliştirilen TacNet terminallerinin özellikleri arasında bunların röle yetenekleri olduğu yazılıdır [<https://www.viasat.com/>, <https://www.rockwellcollins.com/>]. Ayrıca yine Rockwell Collins firması tarafından, başta savaş uçakları olmak üzere kontrolcü platformlar için geliştirilen MIDS LVT 1'de de röle yeteneği bulunduğu belirtilmiştir [<https://www.rockwellcollins.com/>]. Yani Link-16 ağı röle mantığına dayandığından, terminallerde röle özelliği bulunmaktadır.

Diğer taraftan, Link-16 ağı için geliştirilen bu terminaller, ağ bağlantısını TDMA (İng. Time Division Multiple Access) tekniğini kullanarak sağlamaktadır [<http://www.datalinksolutions.net/>]. Bu yöntem ise, terminalin röle olarak kullanılması durumunda, aynı zaman dilimi içinde iletilen verilerin boyutunun yarı yarıya azalması anlamına gelmektedir.

Müşterek Menzil Artırımı Üzerinden Haberleşen Veribağları

Müşterek Menzil Artırımı (İng. Joint Range Extension, JRE), birbirinden oldukça uzak askeri kuvvetlerin operasyonunu sağlamak üzere geliştirilmiş bir kavramdır. JRE, bir hava röle istasyonu bulunmaması fakat SATCOM yeteneğinin mevcut olması durumunda, kara, hava ve deniz birlikleri arasındaki BLOS iletişimini sağlayabilmektedir. JRE, Müşterek Menzil Artırımı Uygulama Protokolü (İng. Joint Range Extension Application Protocol, JREAP) temeli üzerine kurulmuştur.

JREAP yazılımı referans olarak MIL-STD-3011A / NATO STANAG 5518 standartlarını kullanmaktadır. JREAP, BLOS menzilde birbirinden ayrı olarak kurulmuş farklı mesaj yapılarına sahip taktik veri ağlarının verilerinin, birbirleri arasında veri kaybı ve gecikme olmadan paylaşılabilmesi için geliştirilmiş bir altyapıdır. Taktik verilerin bu şekilde değiş tokuş edilmesi geniş bir coğrafyada icra edilen operasyonlardaki durum farkındalığını artırarak, operasyonların planlanması ve karar verilmesi konularında önemli destek sağlamaktadır. Bu altyapı, standart formattaki TDL mesajlarının alınıp verilebilmesi için gerekli mesaj yapısını ve protokolü tanımlamaktadır. JREAP esasen bir yazılım olduğundan, TDL donanımına sahip olmayan platformların da TDL ağına bağlanabilmesini sağlamaktadır. JREAP, TDL mesajlarını mevcut SATCOM ağ yapısını kullanarak iletebilmektedir. Bunun yanı sıra JREAP tarafından, karaya konuşlu ve TDL ağları ile arayüzü bulunan komuta kontrol sistemleri arasında karasal hat üzerinden de mesaj alışverişi yapılabilmektedir. Halihazırda dünya üzerinde yaklaşık 1500 JRE sistemi kullanımdadır. JRE sistemi özetle Şekil 18'deki gibi gösterilebilir [<https://www.engility.com/>]. Burada ISR istihbarat, gözetleme ve keşif (İng. intelligence, surveillance, reconnaissance) anlamına gelmektedir.



Şekil 18: JRE Sistemi

NEW özelliğine sahip mühimmatlar Link-16 ağına bağlanarak veri paylaşımında bulunabildiklerinden, JRE sistemi kullanılarak bu verilerin de BLOS menzile iletilmeleri mümkün görünmektedir.

VERİBAĞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE GENEL DEĞERLENDİRME

Önceki bölümlerde, görüş hattı içi menzilde ve görüş hattı dışı menzilde haberleşen veribağları hakkında açıklamalar yapılmış ve bu veribağı uygulamalarını kullanan mühimmatlara örnekler verilmiştir. Bu kısımda ise farklı mühimmat veribağı uygulamaları karşılaştırılacak, avantaj ve dezavantajları ortaya konarak genel bir değerlendirme sunulacaktır.

Veribağlarının uzun menzilde haberleşebilmeleri için ilk akla gelen tasarım kısıtları, mühimmat ve haberleşilecek platforma konulması gereken veribağı antenlerinin boyutu ve RF çıkış gücüdür. Anten boyutu büyüdükçe ve RF çıkış gücü arttıkça daha uzun mesafelerde daha büyük boyutlu verilerin daha hızlı iletilmeleri mümkün olmaktadır. Diğer taraftan, bu parametrelerin rahatça artırılması önünde özellikle mühimmat kaynaklı engeller bulunabilmektedir. Örneğin, anten boyutunun büyümesi mühimmat aerodinamiğini ve görünürlüğü olumsuz etkileyebilecektir. RF çıkış gücünün artırılması ise mühimmattan çekilecek güç ihtiyacını artıracak ve aşırı ısınma ile ilgili sorunlara yol açabilecektir. Dolayısıyla bu parametrelerin optimum bir noktaya göre belirlenmesi gerekmektedir.

Görüş hattı içi menzilde noktadan noktaya haberleşen veribağı mühimmatların en güçlü tarafının yüksek veri hızı olduğu değerlendirilmektedir. Bu da arayıcı görüntüsü gibi büyük boyutlu verilerin kontrolcü platforma yüksek çözünürlüklü olarak iletilmesine imkan sağlamaktadır. Yüksek veri hızına imkan sağlayan en önemli parametre ise bu tip çözümlerde genelde yönlü antenler yani belirlenmiş nispeten dar bir açı aralığında yayın yapan veribağı antenleri kullanılmasıdır. Fakat mühimmat ve uçak tarafında yönlü anten kullanılmasının en önemli sakıncası, serbest uzayda birbirinden bağımsız hareket edebilecek iki hava aracının, anten hüzmelerinin dışına çıkılması durumunda haberleşemeyecek olmalarıdır. Bu da uçak ve mühimmat rotalarının, anten hüzmeleri tüm uçuş boyunca birbirini görebilecek şekilde ayarlanmasını gerektirmekte ve ciddi bir operasyonel kısıt oluşturmaktadır. Bu kısıt, uçak ve mühimmat tarafında birbirine kilitlenen ve tüm uçuş boyunca birbirini takip eden mekanik yönlendirmeli antenler kullanılması yoluyla çözülebilir. Fakat bu da mekanik yönlendirme sistemi için gerekli ciddi bir hacim ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Olası bir diğer çözüm ise elektronik olarak yönlendirilebilen faz dizili antenlerin kullanılmasıdır. Fakat mühimmat üzerinde kullanılabilecek faz dizili anten teknolojisi henüz yeterli olgunluk seviyesine ulaşmamıştır.

Görüş hattı içi menzilde noktadan çok noktaya haberleşen veribağı mühimmatlar, ağ merkezli hareket kavramı içerisinde geniş bir kullanıcı kümesi ile bilgi paylaşımında bulunarak operasyon esnekliğinin üst seviyeye çıkarılmasına yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan bu mühimmatlar, ağ ortamının bir gereği olarak çevrelerindeki herhangi bir yerde bulunabilecek platformlarla haberleşebilir olmak durumundadırlar. Bu ise hem mühimmatlar hem de haberleşecekleri platformlar üzerinde bulunacak veribağı antenlerinin geniş açılarda veya her yöne yayın yapar nitelikte olmasını gerektirmektedir. Aynı anten boyutu ve aynı RF çıkış gücü için, dar düzmede gönderilebilecek yüksek yoğunluklu veri, çepeçevre tüm yönlere yayın yapılması durumunda daha düşük yoğunlukla iletilbilecektir. Dolayısıyla bu yöntem, genelde mühimmat tarafından iletililecek verilerin hızının daha düşük olmasına neden olabilecektir. Her yöne yayın yapmanın bir diğer sakıncası da mühimmatın düşman radarlarınca tespitine neden olabilmesidir.

Görüş hattı dışı menzilde haberleşen veribağı mühimmatlar için, veribağı ünitesinin kendisinin röle olarak kullanılmasının, zaten düşük olan veri yoğunluğunu daha da azaltacak olmasından dolayı çok avantajlı görünmediği daha önce belirtilmişti. Müsterek Menzil Artırımı (JRE) altyapısı da, mühimmatlar özelinde kullanılma potansiyeline sahip olmakla birlikte, temelde bütünleşik hareket resminin dünya üzerindeki farklı bölgelerde bulunan operatörler arasında paylaşılması amacıyla oluşturulmuştur. Buna göre görüş hattı dışı menzil için en uygun seçimin uydu üzerinden haberleşme olduğu değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, uydu üzerinden yapılan haberleşme

tasarımında, özellikle uzun menzilli füze tehditlerine karşı geliştirilen giriş engelleme/alan reddi (İng. anti-access/area denial, A2AD) sistemlerine karşı önlem alınması ihtiyacı bulunduğu değerlendirilmektedir. A2AD sistemleri, kapsama alanı içerisine giren düşman askeri unsurlarını çeşitli yöntemlerle tespit ederek bertaraf etmek üzere görev yapmaktadırlar. A2AD kavramına karşı tedbir geliştirebilmek için son yıllarda ciddi çalışmalar yapılmaktadır [Jackman, M., 2015].

SONUÇ

Bu bildiride, taktik veribağlarının mühimmat sistemleri ile birlikte kullanımı hakkında bazı bilgiler sunulmuştur. Buna göre veribağı üzerinden haberleşme yeteneğine sahip mühimmatlar, haberleşme menzillerine göre görüş hattı içi menzilde haberleşen ve görüş hattı dışı menzilde haberleşen olarak iki grup altında incelenmiştir. Görüş hattı içinde noktadan noktaya ve noktadan çok noktaya; görüş hattı dışında uydu, röle ve Müşterek Menzil Artırımı üzerinden haberleşen veribağlı mühimmatlar örnekleriyle açıklanmıştır.

Bütün bu değerlendirmelerin sonrasında, seçilecek veribağı sisteminin, ilgili ülkenin askeri teknolojik altyapısına en uyumlu sistem olması gerektiği söylenebilir. Söz gelimi, görüş içinde ağ ortamında haberleşmek üzere geliştirilen mühimmat sistemlerinin en verimli şekilde kullanılabilmesi için, yüksek irtifada uçarak gelişmiş sensörleri sayesinde tüm hareket ortamına hakim olan AWACS (İng. Airborne Warning and Control System) benzeri bir Havadan Erken İhbar ve Kontrol Uçağı'nın operasyona iştirak etmesi gerekmektedir. Örneğin, böyle bir uçağın mevcut olmaması durumunda görüş içinde noktadan noktaya haberleşen veribağı sistemleri tercih edilebilir. Benzer olarak, ilgili ülkenin askeri haberleşmeye uygun bir uydusu bulunmaması durumunda, menzil dışında haberleşme için röle sistemlerinin kullanımı değerlendirilebilir.

Önümüzdeki dönemde Ağ Merkezli Harekat (İng. Network-centric Operations) kavramının, içinde bulunduğumuz iletişim çağının da bir gereği olarak hareket yönetiminde yaygınlaşarak kullanılacağı değerlendirilmektedir. Bu şekilde bölgesel olmaktan çıkıp küresel hale gelen operasyonların, askeri operatörler tarafından dünyanın herhangi bir yerinden yönetilmesi sağlanabilecektir. Buna bağlı olarak veribağlı mühimmatların, hareket bilgilerinin palaşıldığı bu ağlara dahil olarak kullanımlarının da artacağı değerlendirilmektedir. Ağ ortamında kullanılmak üzere geliştirilen veribağı terminallerinin de, teknolojik gelişmeler doğrultusunda daha küçük boyutlarda daha fazla yeteneğe sahip olacak şekilde modernize edileceği öngörülmektedir.

Son olarak, gelecek hareketlerde mühimmatların daha akıllı ve otonom olacağı, şu anda yaygın olmayan mühimmatların kendi arasında haberleşebilme yeteneğinin sistemlere dahil edileceği ve bu sayede mühimmatların aralarında haberleşerek hedef angajmanını ve imhasını kullanıcı müdahalesi olmadan veya en az kullanıcı müdahalesi ile sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2011/03/20/article-1368028-0B41BA6E00000578-960_472x711.jpg, Erişim Tarihi: 26 Haziran 2018.

<http://en.alalam.ir/news/1831014/russia-plans-to-reveal-free-database-on-us-military-satellites-in-space>, Erişim Tarihi: 2 Temmuz 2018.

<http://janes.ihs.com/Janes/Display/idr16485-idr-2014>, International Defence Review, Upgrade Update, 25 Mart 2014.

http://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0162-jnw_, Weapons: Naval, Missiles, 21 Haziran 2018.

<http://www.ousairpower.net/APA-F-111-Imagery.html>, Erişim Tarihi: 26 Haziran 2018.

<http://www.ousairpower.net/TE-AGM-142-SOW.html>, Erişim Tarihi: 26 Haziran 2018.

<http://www.datalinksolutions.net/products/index.php>, Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2018.

<https://defence.pk/pdf/threads/paf-vs-iaf-command-and-control-systems.82343/page-25>, Erişim Tarihi: 2 Temmuz 2018.

https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Enabled_Weapon, Erişim Tarihi: 28 Haziran 2018.

- https://janes.ihs.com/Janes/Display/FG_670499-JMR, Jane's Missiles & Rockets, Air-to-Surface, 23 Ekim 2017.
- <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3658-jalw>, Jane's Air-Launched Weapons, Bombs - Precision and Guided Munitions, 19 Nisan 2018
- <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3779-jalw>, Jane's Air-Launched Weapons, Air-to-Surface Missiles - Stand-off and Cruise, 22 Mayıs 2018.
- <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jalw3784-jalw>, Jane's Air-Launched Weapons, Air-to-Surface Missiles - Stand-off and Cruise, 19 Nisan 2018.
- <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jdw53548-jni-2013>, Jane's Navy International, Signals, 10 Ekim 2013.
- <https://janes.ihs.com/Janes/Display/jmr72478-jmr-2011>, Jane's Missiles & Rockets, Air-to-Surface, 11 Mayıs 2011.
- https://www.engility.com/downloads/events/jre2017/JRE_Battlespace.pdf, Erişim Tarihi: 5 Temmuz 2018.
- <https://www.prnewswire.com/news-releases/us-navy-raytheon-demonstrate-network-enabled-tomahawk-cruise-missiles-in-flight-300154203.html>, Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2018.
- <https://www.rockwellcollins.com/-/media/Files/Unsecure/Products/Product-Brochures/Communcation-and-Networks/Communication-Radios/TacNet-Tactical-Radio-data-sheet.pdf?lastupdate=20170927185455>, Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2018.
- <https://www.rockwellcollins.com/-/media/Files/Unsecure/Products/Product-Brochures/Communcation-and-Networks/Data-Links/MIDS-LVT/MIDS-LVT-data-sheet.pdf?lastupdate=20171013181358>, Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2018.
- https://www.viasat.com/sites/default/files/media/documents/stt_datasheet_069_web.pdf, Erişim Tarihi: 3 Temmuz 2018.
- Hoekstra, W. E., 2000. *Tactical Data Links and Interoperability, The Glue between Systems*, RTO SCI Symposium on System Concepts for Integrated Air Defense of Multinational Mobile Crisis Reaction Forces, Valencia-İspanya, 22-24 Mayıs.
- Jackman, B., 2015. *Understanding the Anti-Access and Area Denial Threat: An Army Perspective*, School of Advanced Military Studies, United States Army Command and General Staff College, Kansas-ABD, 4 Ocak.
- Koudelka, B. F., 2005. *Network-enabled Precision Guided Munitions*, Center for Strategy and Technology, Air War College, Air University, Alabama-ABD.
- United States Air Force (USAF), 2006. *Aircrew Weapons Delivery Manual (Nonnuclear) B-52/AGM-158 JASSM, T.O. 1B-52H-34-2-8*, 1 Haziran.
- United States Department of Defense (DoD), 1985. *Selection Guide for Published Telecommunications-Related Standards, Specifications and Handbooks, MIL-HDBK-188*, 31 Temmuz.