

## OPERATİF HAVA HAREKATININ PLANLAMASINDA GÖRSEL MODELLEME DİLİ ALTYAPISI

**Hakan ÇANLI**

Hv.Hrp.Akd.K.lığı, Yenilevent-İstanbul,  
hcanli@harpak.tsk.mil.tr, hakancanli@hotmail.com

### ÖZET

*Bu çalışma operatif hava hareket planlama sürecinin son ürünü olan Hava Görev Emrinin (HGE) tam otomatik olarak üretilmeyeceği, insan girdisine mutlaka ihtiyaç olacağı düşüncesine dayanmaktadır. Bu çerçevede, insanın problem çözme sürecini kolaylaştıracak bir görsel modelleme dilinin kullanımı önerilmektedir. Hava Harekat Planlaması için Görsel Modelleme Dili (HHP-GÖRMOD) adı verilen dilin üç temel amacı bulunmaktadır: Birincisi, görselleştirme ve harici kavrama teknikleri ile planlamacının hafıza ve işlem kaynaklarını artırarak problem çözümüne destek olmaktır. İkincisi, planlama süreci içerisindeki alt problemlerin çözümünde karar destek algoritmalarının kullanılmasına olanak sağlayacak bir altyapı oluşturmaktır. Böylece planlamacı detaylar yerine kritik noktalara odaklanarak strateji geliştirecektir. Üçüncüsü, HGE'ni görselleştirerek planlamacılar ve uygulayıcılar arasındaki iletişimi kolaylaştırmaktır. HHP-GÖRMOD tespit edilen prensiplere göre dizayn edilmiş ve üç durum çalışmasıyla belirlenen kriterlere göre uygulanabilirlik değerlendirilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Görsel Modelleme Dili, Operatif Hava Harekatı, Hava Görev Emri (HGE), Karar Destek, Zamanlama, Senkronizasyon.

### ABSTRACT

*This study is based on the belief that Air Tasking Order (ATO), the final product of air force operational level planning process, cannot be produced automatically. A visual modeling language is proposed to help planners' problem solving process. The language named Visual Modeling Language for Air Operations Planning (VIMLAOP) has been designed for three purposes. First is to help problem solving by means of external cognition and increasing the memory and processing resources available to the planners. Second is to provide a framework for decision support algorithms of the sub-problems of ATO production process. So, planners will focus on the critical points of strategy development by delegating the details to decision support algorithms. Third is to ease communication among planners and executors by visualizing the ATO. Within this context, VIMLAOP has been designed according to established principles and usability of it has been surveyed against the established criteria.*

**Keywords:** Visual Modeling Language, Air Operations Planning, Air Tasking Order (ATO), Decision Support, Timing, Synchronization.

### 1. GİRİŞ

Modern teknolojiyle desteklenen hava gücü çok kısa yeniden hazırlık süreleri ile yüksek sorti oranlarına ulaşabilmektedir. 1991 Körfez krizinde koalisyon hava gücü günde 2000'in üzerinde sorti üretmiştir. Bu yoğunluk ve zaman baskısı sonucu hava hareket sisteminin planlama sürecinde sıkışmalar ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır. Planlamacılar, problemin zorluğunun yanında, zaman ve bilgi yoğunluğu baskısı ile de karşı karşıya kalmaktadır.

Hava hareket planlaması, temelde belli bir etkiye maruz bırakılacak hedefler ile bu etkiyi yaratacak kaynakların (uçak/mühimmat, seyir füzeleri vb.) eşleştirilmesine dayanmaktadır. Bu bakış açısıyla hava hareketinin planlama problemlerine cevap arayan çalışmalar ve rota planlaması, havada yakıt ikmal planlaması gibi sürecin mekanik alt problemleri için etkin çözümler bulunmaktadır [1-5]. Ancak detaylı planlamanın ön koşulu ve bir strateji geliştirme faaliyeti olan hareketin tasarımının

oluşturulmasında insana ihtiyaç devam etmektedir. Bu çerçevede sağlanacak görsel bir altyapı üzerinde insanın hareket tasarısı geliştirilmesi ve aynı altyapı vasıtasıyla planlama sürecinin alt problemlerine ilişkin mevcut çözüm yöntemlerinin Hava Görev Emri (HGE) üretimi sürecine entegrasyonu mümkün görülmüştür.

Hava hareketinin planlamasında daha az bir kuvvetle daha fazla etkiyi yaratmak ve daha az, hatta sıfır kayıpla hareket icra etmek arzusunun bir sonucu olarak “*paket kol konsepti*” ortaya çıkmıştır. Paket kol; verilen bir görevi yerine getirmek amacıyla, farklı tip, rol ve fonksiyonlara sahip uçaklardan oluşan ve bir liderin komutası altında görev yapan koldur [6]. Genel konsept olarak amaç; kullanılacak olan silahların dar bir zaman aralığında, belirli hedeflere karşı birbirlerini olumsuz şekilde etkilemeden, riski en alt, silah etkinliğini en üst düzeye çıkaracak şekilde uyum içinde kullanılmasını sağlamaktır. Çok sayıda uçağın kısıtlı bir zaman dilimi içinde kullanılması ile düşman erken ihbar sistemine en düşük seviyede ikaz verilecek, düşman savunmasına en az seviyede maruz kalınarak nüfuz edilebilecektir.

Hava gücünün hedefleri süratle etki altına alma kabiliyeti ve paket kol konsepti ile öngörülen yoğun hareket ortamı planlamada zamanlama ve senkronizasyonu önemli hale getirmektedir. *Zamanlama* kuvvetlerin kapasitelerinin kullanılabilmesi ve düşmanın engellenebileceği en uygun zamanda harekate iştirak etmesi gerektiğini belirten bir kavramdır. Böylece *inisiyatif* elde bulundurulabilecektir [7]. *Senkronizasyon*, kesin sonuç noktalarında en iyi koşulların oluşması için faaliyetler ve etkilerinin zaman, mekan ve imkan açısından uyumlu bir şekilde düzenlenmesidir. Böylece hareket esnasında kazanılan avantaj kullanılarak hareketin genelinde daha büyük etkiler yaratılmış olacaktır [8].

Bu çalışma hareket planlama sürecinin son ürünü olan HGE'nin tam otomatik olarak üretilemeyeceği, strateji geliştirmede insan girdisine mutlaka ihtiyaç olacağı düşüncesine dayanmaktadır. Bu çerçevede, insanın problem çözme sürecini kolaylaştıracak bir görsel modelleme dilinin kullanımı önerilmektedir. Hava Harekat Planlaması için Görsel Modelleme Dili (HHP-GÖRMOD) adı verilen dilin tespit edilen prensiplere göre tasarımı ve üç durum çalışmasıyla belirlenen kriterlere göre uygulanabilirlik değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın üç temel amacı vardır:

a. HHP-GÖRMOD planlamacının farklı tip ve miktarlardaki uçakların bir araya gelerek görev icra ettiği paket kol konseptinin uygulamasında hem paket kol içerisinde hem de hareket planındaki paket kollar arasındaki *zamanlama* ve *senkronizasyon* üzerine odaklanmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir. Bu

görsel dil vasıtasıyla planlamacının kritik karar noktalarına odaklanması ve kullandığı hafıza ve işlem kaynaklarının harici kavrama ile artırılması amaçlanmıştır.

b. HHP-GÖRMOD'un hava hareket planlama sürecini belirli bir metodolojiye oturarak alt problemlerin çözümünde karar destek algoritmalarının kullanılmasına olanak sağlayacak bir altyapı oluşturması hedeflenmektedir. Böylece planlamacı; hedef seçimi, zamanlama ve senkronizasyon içeren temel kararlarını ifade ettikten sonra HGE'nin detaylarını oluşturmak için çeşitli algoritmalarından faydalanabilecektir. Örneğin hedef seçimi, öncelikleri ve zamanlaması belirlendikten sonra bu hedeflere av bombardıman uçaklarının optimum tahsisi, kısıtlı kaynaklar olan Elektronik Harp (EH) ve Hava Savunma Baskısı (Suppression of Enemy Air Defence – SEAD) kabiliyetli uçakların tek elden hareket içerisindeki paket kollar tahsisi, detaylı rota planlaması, yakıt ikmal planlaması, kalkış/iniş zamanlarının hesabı gibi mekanik problemler için yazılım desteği sağlanabilir.

c. Mevcut durumda HGE uzun bir liste veya tablo halinde olduğundan görevi alan uçucu personelin kendilerine verilen görevleri, paket yapılarını ve hareket genelindeki yerlerini anlamaları zaman almaktadır. HHP-GÖRMOD ile HGE görsel hale gelmiş olduğundan dilin görsel yapılarını bilen planlamacılar ve uygulayıcılar arasındaki iletişim kolaylaşacaktır.

Bu dokümanın ikinci bölümünde mevcut literatür, üçüncü bölümde HHP-GÖRMOD'un tanımı, dördüncü bölümde uygulanabilirlik değerlendirmesi ve beşinci bölümde sonuç ve tartışma sunulmuştur.

## 2. TASARIMA İLİŞKİN LİTERATÜR

Bu bölümde hava hareket planlamasında kullanılması önerilen görsel modelleme dilinin tasarımına etkisi olan bilgi görselleştirme teknikleri, görsel modelleme dilleri ve süreç planlama modelleri konularında literatür araştırması bulunmaktadır.

### 2.1. BİLGİ GÖRSELLEŞTİRME

Card ve arkadaşları [9] insanın optik algı sistemi ve buna bağlı olarak bilgi görselleştirme tekniklerinin faydalarını ortaya koymuştur. Görsel yardımcıları temelde iki amaca hizmet ederler: Bunlardan birincisi düşüncenin iletişimi, ikincisi ise görsellik vasıtasıyla yeni fikirlerin keşfedilmesidir. Bilgi görselleştirme teknikleri altı yolla kavramayı artırmaktadır [9]:

- a. Kullanıcıların hafıza ve hesaplama kaynaklarını artırarak,
- b. Bilgi arama süresini kısaltarak,
- c. Patern tespitini kolaylaştıran görsel ifadeler kullanarak,
- ç. Algısal çıkarımları mümkün kılarak,
- d. İzlemek için algısal dikkat mekanizmaları kullanarak,
- e. Kolay kullanılabilir bir ortamda bilgiyi kodlayarak.

Harici görsel yardımcıları ile desteklendiğinde insanın düşünme, hafıza ve yorumlama kapasitesi artar. Örneğin, hafızadan üç basamaklı sayının çarpımı ne kadar zor olsa da kalem ve kağıt ile çok daha büyük sayıların çarpılmasına imkan sağlayan bir algoritmamız mevcuttur. Bu örnekte aslında harici görsel yardımcı olarak kullanılan kağıt ve kalem hafıza kapasitesini artırmaktadır. İnsan düşünme esnasında zihinsel (dahili) modeller kullanır. Harici görsel yardımcıların kullanımı ile ortaya çıkan kavrama eylemi, “harici kavrama” olarak isimlendirilmektedir. Harici kavramada harici yardımcıyı kullanan insan düşünme süreci içerisinde dahili ve harici modeller arasında sürekli geçiş yapar [9]. Scaife ve arkadaşları [10], harici kavramanın nasıl fayda sağladığı konusunda çalışmış, tasarımcıların grafik gösterimler ve bilgi görselleştirmede aşağıdaki prensipleri kullanmalarını önermişlerdir:

**Açıklık ve Görünürlük:** Tasarımcılar gizli yapıların varlığına dikkat etmeli, yapıların açık olarak tanımlanması ve grafik görünürlük ile iletişim ve anlama düzeyini yükseltmeyi amaçlamalıdır.

**Etkileşim ve Kavrama:** Tasarımcılar kullanıcıların düşünme sürecine uyumlu kavrama yöntemleri ve insan-model etkileşimini dikkatle kullanmalıdır. Tasarlanan görsellik kullanım ve problem çözme kolaylığı sağlamalıdır.

**Üretim Kolaylığı:** Tasarımcılar grafiksel ifade üretiminin kolay olmasına dikkat etmelidir.

**Harici Gösterimlerin Birleştirilmesi:** Tasarımcılar yazılı ifadelerden, sembollere kadar farklı harici gösterim şekillerini yerine göre kullanmalıdır.

**Dağıtık Grafik Gösterim Uygulamaları:** Grafik gösterimlerin çok kullanıcıli uygulama ortamında kullanımı değerlendirilmelidir.

## 2.2. GÖRSEL MODELLEME DİLLERİ

Bu bölümde görsel modelleme dillerinin tasarım, değerlendirme ve formal spesifikasyonuna yönelik literatür açıklanmıştır.

### 2.2.1. Modelleme, Nesne Yönelimli Yaklaşım ve Görsel Diller

Model söz konusu sistemin önemli noktalarını yakalayıp çalışmaya uygun bir ortamda temsil eder ve analizcilerin üzerinde hesaplamalar yapabildiğini sağlar. Modeller anlam (semantik) ve söz diziminden (sentaks) meydana gelir. Söz dizimi kuralları aynı bir dilin gramer kuralları gibi dil nesnelere doğru kullanımı için gerekli kurallardır. Anlam, ise modelleme yaklaşımının söz dizim kuralları çerçevesinde kullanılan simgelerin taşıdığı bilgidir.

Yazılım alanında 1970’lerde önerilen “nesne yönelimli programlama” yaklaşımı ile birlikte “nesne yönelimli modelleme” ortaya çıkmıştır. 1990’lara geldiğinde 50’den fazla nesne yönelimli programlama metodu gelişmiştir. Bu farklılıklar nesne yönelimli yaklaşımın gelişimini yavaşlatmış, daha güçlü metodlar 1990’ların sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. Önde gelen metodların James Rumbaugh, Ivar Jacobson ve Grady Booch [11] tarafından birleşmesiyle Birleştirilmiş Modelleme Dili (Unified Modeling Language – UML) ortaya çıkmıştır. Kısa sürede ticari standart haline gelen UML, yazılım ve bilgi sistemleri firmalarının desteklediği Nesne Yönetim Grubu (Object Management Group – OMG) tarafından sürekli olarak geliştirilmektedir [12]. Nesne yönelimli yaklaşım, ilgi alanındaki anahtar nesnelere ve bu nesnelere arasındaki ilişkilerin tespitine dayanan bir problem çözme yaklaşımıdır. Yazılımın kendine ait veri yapıları ve davranışları olan bağımsız nesnelere oluşan bir yapı içerisinde düzenlenmesi anlamına gelir [13]. Bu nesnelere problemi çözmek amacıyla etkileşimli olarak kullanılır.

Kullanılan simge ve işaretler sistemi aynı zamanda bir iletişim aracı olduğundan, modelleme yöntemi aynı zamanda “modelleme dili” olarak da adlandırılır. Modelleme dilleri yazılı veya görsel olabilir. Marriot ve Meyer [14] görsel dilleri iki veya üç boyutlu ortamdaki sembollerden meydana gelen diyagramlar kümesi olarak tanımlamaktadır. Görsel dillerin grup tartışmalarında kullanılması için önerilen Sorular, Alternatifler, Kriterler (Questions, Options, Criteria – QOC) [15], grafik arayüzünün tanımlanması amacıyla önerilen Programlanmış Grafik Yeniden Yazma Sistemleri (Programmed Graph Rewriting Systems – PROGRES) [16], yazılım mühendisliğinde kullanılan UML [11] örnekleri yanında hava yolu haritalarından [17],

işaret diline kadar çok geniş kullanım alanları mevcuttur.

### 2.2.2.Tasarım Prensipleri

R.F. Paige ve arkadaşları [18] programlama dillerinde olduğu gibi modelleme dillerinin de pratik, kullanılabilir ve kabul edilebilir olması için bir tasarım sürecinden geçmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu tasarım süreci tecrübelerden doğan ve geçerliliği ortaya koyulmuş prensipler ile yönlendirilmelidir. R.F. Paige ve arkadaşları [18] modellemenin dört temel görevi olduğunu belirtmiştir. Bunlar: (a) yapısal tanımlama, (b) davranışsal tanımlama, (c) dokümantasyon ve (ç) ileri-geri üretimdir (görsel dil ile yazı dil arasında karşılıklı transformasyon). oluşan dört temel görevi olduğunu belirlemiş. Tasarlanan görsel dilin bu görevleri yerine getirebilmesi için aşağıdaki dizayn prensiplerinin kullanımı önerilmiştir:

**Basitlik:** Görsel dil semboljisi kağıt kalem ile çizilebilecek kadar basit olmalıdır. Böylece kullanıcılar modellerini yazı tahtası üzerinde çizerek daha hızlı iletişimde bulunabilirler. Bunun yanında dilin öğrenilmesi ve yazılım halinde uygulanması da kolay olmalıdır.

**Biriciklik:** Bir olgu sadece bir yöntem ile modellenebilmeli, modelleme dili belirsiz modellerin üretilmesine yol açmamalıdır.

**Tutarlılık:** Modelleme dili tutarsız modellerin ortaya çıkmasına yol açmamalıdır.

**Gerçek Hayattaki Olguları Karşılatabilme:** Modelleme dili ilgi alanında gerçek hayatta var olan tüm olguları kapsamalıdır.

**Büyük Ölçekte Etkinlik:** Modelleme dili küçük modellerde olduğu kadar büyük modellerin üretilmesinde de etkin olarak kullanılabilir olmalıdır.

**Desteklenebilirlik:** Dil yazılım haline getirilebilecek bir yapıya sahip olmalıdır.

**Güvenilirlik:** Görsel dil, kaliteli modeller üretebilmek amacıyla otomatik tutarlılık kontrolü yapılmasına müsait bir yapıya sahip olmalıdır.

**Tekrar Kullanılabilirlik:** Dil kullanılarak ortaya koyulan modeller tekrar kullanılabilir olmalıdır.

**Mekan Tasarrufu:** Görsel dil mekandan mümkün olduğunca tasarruf edebilmelidir. Böylece ekran veya yazı tahtasında aynı mekanda daha fazla bilgi görselleştirilebilir.

Bu prensipler birbirinden tamamen bağımsız değildir. Diğer mühendislik problemlerinde olduğu gibi tasarımcılar bu prensipler arasında tercihlerde bulunmak durumunda kalacaktır.

### 2.2.3.Değerlendirme Kriterleri

F.Harmelen ve arkadaşları [19] bilgi tabanlı sistemler (knowledge-based systems) için giderek önem kazanmakta olan modelleme dilleri üzerinde çalışmıştır. Bu diller bilgi tabanlı sistemler için anlaşılabilirlik ve belirsizliği azaltmakta, tutarlılık ve bütünlüğü sağlamaktadır. Ancak kullanılabilirlik problemleri ile karşılaşmaktadır. F.Harmelen ve arkadaşları [19] örnek bir bilgi tabanlı sistem modelleme dilini durum çalışması olarak ele almış ve değerlendirmiştir. Bu değerlendirmede kullandıkları aşağıda gösterilen değerlendirme kriterlerinin genel olarak modelleme dillerinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

**İfade Edebilirlik:** Görsel dil ile hiç ifade edilemeyen bir olgu oldu mu? İfade edilmesi zor olgular var mı?

**Hata Sıklığı:** Kullanıcıların en çok nerede hata yapıyor, bu hataların sıklığı nedir? Bu hataların kaynağı nedir? Önlenebilirler mi?

**Fazlalık:** Modellerde gereksiz ve fazla unsurlar var mı? Farklı fazlalık tiplerini ayırt etmek mümkün müdür? Fazlalıklardan nasıl kaçınılabilir?

**Değişikliğin Bölgeselliği:** Model üzerindeki bölgesel değişiklikler modelin diğer yapılarına etkide bulunuyor mu? Etkide bulunuyorsa sebepleri nelerdir ve bu durumdan kaçınılabilir mi?

**Tekrar kullanılabilirlik:** Geliştirilen modeller tekrar kullanılabilir mi?

**Prensipier:** Daha önceki araştırmalar ile ortaya koyulan prensipler faydalı olmuş mudur?

### 2.2.4. Formal Spesifikasyon

Görsel dil yapılarının resmi bir tanımını sağlamak ve dili kullananlar arasındaki (insan-insan, insan-bilgisayar vs.) iletişim ve etkileşimin nasıl olacağını netleştirmek amacıyla formal spesifikasyon yapılmaktadır. Yazılı dillerde dil nesnelere (kelimeler) ardışık olarak düzenlenmektedir. Görsel dillerde çizimler ve çizimlerin algılamasında ardışıklık aranmamaktadır. Yazılı dillerin gramer yapılarında nesnelere arasında (kelimeler) sadece “hemen ardındaki” ilişkisi mevcut iken; diyagramlardan oluşan görsel dillerde nesnelere arasında “altında”, “üstünde”, “bitişğinde” gibi nispi pozisyonla ilgili ilişkiler de söz konusu olabilmektedir. Bu farklar göz önüne alındığında görsel dillerin spesifikasyonu kolay olmamaktadır. 30 yıllık zaman zarfında görsel dillerin spesifikasyonu için önerilen yöntemleri inceleyen Marriott ve arkadaşları [20] bu yöntemleri genel olarak üç gruba ayırmıştır:

**Gramatik Yaklaşımlar:** Yazılı dillerin gramatik tanımları temel alınmaktadır. Ancak görsel dillerdeki geometrik ilişkiler, yazılı dillerdeki ardışık diziler yerine küme yöntemi ile tanımlanmaktadır.

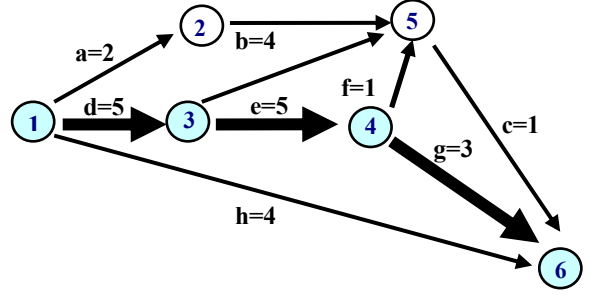
**Mantıksal Yaklaşımlar:** Matematiksel mantık kuralları kullanılmakta olup yapay zekadan esinlenilmiştir. Bu yaklaşımlar genellikle muhtemel geometrik ilişkilerin aksiyonlar halinde ifadesi ve uzaysal mantığa dayanmaktadır. Bu yöntemlerin faydası hem sözdizimi (sentaks) hem de anlam (semantik) spesifikasyonunda kullanılabilirliğidir.

**Cebirsel Yaklaşımlar:** Cebirsel yaklaşımlarda spesifikasyonlar küçük grafik elemanlarından daha karmaşık grafikler çizilmesini sağlayan bileşim fonksiyonları vasıtasıyla yapılır. Bu yaklaşımda grafik model uygun bileşim fonksiyonları dizisinden meydana gelmektedir.

Görsel dillerin spesifikasyonunda uygun yaklaşımın tercihi eldeki probleme ve tasarlanan çözüm yöntemine bağlı olup bir standart mevcut değildir.

### 2.3. SÜREÇ PLANLAMA MODELLERİ

Süreç planlama modelleri bir faaliyetin alt faaliyetlerine çözümlenerek, modellenen alt faaliyetler arasındaki öncelik ilişkilerinin grafik bir model ile ifade edilmesine dayanır. Geliştirilen grafik model üzerinde planlamaya ilişkin çeşitli hesaplamalar yapılabilmektedir. Bu modellerde faaliyetler çizgilerle faaliyetlerin başlangıç ve bitişleri ise dairelerle gösterilmektedir. Bu gösterim şeklinin tersi, yani dairelerin faaliyetler, çizgilerin öncelik ilişkileri olduğu gösterim şekli de kullanılabilir. Bu gösterim şekli de kullanılabilir. Bu gösterim şekli de kullanılabilir.



Şekil - 1. Kritik Yol

Mühendislikte proje planlaması ve projenin uygulama esnasında takibi amacıyla Kritik Yol Metodu (Critical Path Method – CPM) ve Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Teknikleri (Project Evaluation And Review Technique – PERT) 1950’li yıllarda birbirinden bağımsız olarak gelişmiştir. CPM’de her faaliyet bir süre ile birlikte tanımlanır. Faaliyet sürelerinin sabit olduğu kabul edildiğinden, CPM, deterministik bir yöntemdir. Projenin başlangıcından sonuna kadar giden ayrı ayrı yollar arasında en uzun olanına “kritik yol” (Şekil - 1’de d-e-g yolu) denir. Kritik yol üzerinde olacak herhangi bir gecikme bütün projenin tamamlanmasını geciktirecektir. PERT’te CPM’deki faaliyetlere ilişkin sürelerin “olasılıklı” verilmesi esastır. Böylece elde edilen kritik yola da “olasılıklı kritik yol” adı verilir [21, 22].

Bu teknikler zaman içerisinde birleşerek ve gelişerek varlığını sürdürmüştür. Günümüz yazılım paketlerinde her iki tekniğin önemli temel noktalarının alındığı yeni yaklaşımlar mevcuttur [22].

### 3. ÖNERİLEN GÖRSEL MODELLEME DİLİNİN TASARIM VE UYGULAMASI

Bu bölümde HHP-GÖRMOD’un tasarımı ve gerçekleştirilen uygulamalar açıklanmıştır

#### 3.1. TASARIM

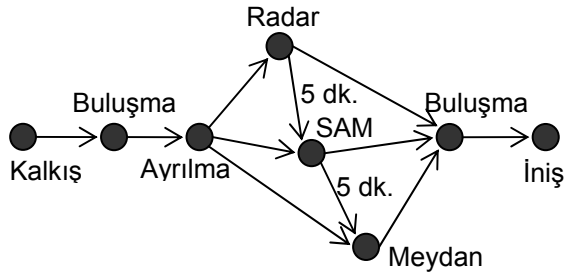
HHP-GÖRMOD [10] ve [18]’in yönlendirmesi ile basitlik, biriciklik, tutarlılık, gerçek hayattaki olguları karşılayabilme, büyük ölçekte etkinlik, desteklenebilirlik, güvenilirlik, tekrar kullanılabilirlik ve mekan tasarrufu prensipleri doğrultusunda tasarlanmıştır.

##### 3.1.1. Modelleme Dilinin Yapıları

Aynı paket kol içerisinde uçaklar, kalkışlarından itibaren kabaca; farklı meydanlardan kalkan uçakların belirli bir noktada bir araya gelmesi olan “buluşma”, bir süre “seyrüsefer”i (S/S) takiben,

“ayrılma” ve “taarruz”, “tekrar buluşma” ve “iniş” gibi faaliyetler icra ederler. Bu faaliyetler (daire) ve aralarındaki öncelik ilişkileri (yönlü çizgiler) süreç planlama yaklaşımı ile Şekil - 2’deki gibi gösterilebilir. Şekil - 2’de görüldüğü gibi faaliyet önceliklerine süre kısıtları uygulanabilir (Yerden Havaya Füze Sistemine [Surface to Air Missile – SAM], radardan 5 dakika sonra taarruz edilecek gibi). Paket büyüdükçe, pakete farklı rol ve görevlerdeki uçaklar eklendikçe icra edilen faaliyetler çeşitlenerek sayıca artacaktır. Görevin başarısı için, arasında öncelik ilişkileri mevcut olan bu faaliyetlerin zamanlaması ve senkronizasyonu belirginleştirilmeli ve planlamacı tarafından dikkatle ele alınmalıdır. Böylece etkin planlama sonucu elde edilen zamanlama ile inisiyatif elde bulundurulabilecek [7], senkronizasyon ile kesin sonuç noktalarında en iyi koşulların oluşturulmasıyla sinerji yaratılmış olacaktır [8].

Kuvvetleri Bilgi Sistemi [HVBS] veya NATO’nun Entegre Komuta ve Kontrol Sistemi [Integrated Command and Control System – ICC]) uygulama platformuna göre yapılması gerektiğinden bu aşamada kavramsal tasarım ile yetinilmiştir.



Şekil - 2. Paket Kol Faaliyetleri ve Öncelik İlişkileri

Bu süreç içerisinde planlama açısından iki temel faaliyet grubu tespit edilmiştir. Birinci gruba giren ve “kritik faaliyet” olarak isimlendirilen faaliyetler nispeten kısa sürelidir ve planlamacı bu faaliyetlere özel dikkat sarf etmektedir. Örneğin kritik bir faaliyet olan “buluşma” için planlamacı randevu noktası ve zamanını tanımlar. İkinci gruba giren ve “kritik olmayan faaliyet” olarak isimlendirilen faaliyetler nispeten uzun sürelidir ve planlamacının bu faaliyetlere özel dikkat sarf etmesi gerekmez. Örneğin kalkıştan sonra buluşma noktasına kadar gerçekleşen seyrüsefer faaliyeti için planlama esnasında zaman ayrılması gerekmez.

Bu ayırmadan hareketle HHP-GÖRMOD yapılarının tanımında kritik faaliyetler için daire, kritik olmayan faaliyetler ile kritik faaliyetler arasındaki ilişkiler için çizgi sembollerinden faydalanılmıştır.

Açıklanan yaklaşım çerçevesinde hava hareketindeki kritik faaliyet ve ilişki çeşitleri için semboloji geliştirilmiştir (Tablo 1, Tablo - 2). Her bir kritik faaliyet ve ilişki tipi veri yapıları ile desteklenmiştir. Ancak, detaylı tasarımın HHP-GÖRMOD’un yazılım halinde hareket planlama sistemine entegre edilme kararı verildiği takdirde (Türk Hava Kuvvetlerinin Hava

Tablo - 1. Modelleme Dilindeki Kritik Faaliyetler

SEMBOL	FAALİYET ADI	VERİ YAPILARI	SEMBOL	FAALİYET ADI	VERİ YAPILARI
	Bombardıman Kolu Hedefe Taarruz	• Hedef • Zaman		Hedef Bilgisi Aktarımı	• Hedefler • Zamanlar
	Av Taraması Beklemesi	• Bölge • Zaman aralığı		Kalkış/İniş	• Meydan • Zaman
	Av Taraması Başlangıcı	• Bölge • Zaman		Farklı Meydana İniş	• Meydan • Zaman
	Av Taraması Bitişi	• Bitiş zamanı		Keşif	• Hedefler • Zamanlar
	Bekleme	• Bölge • Zaman aralığı		Hava Savunma Baskısı	• Görev Tipi • Zaman
	Ayrılma/Çıkış Kapı Noktası	• Her yol için paket ayrımı		Hava Savunma Baskısı Bitişi	• Bitiş zamanı
	Birleşme/Giriş Kapı Noktası	• Birleşen paketler		Hat Geçiş	• Hat tipi • Zaman
	Uzak ET (Elektronik Taarruz) Başlangıcı	• Hedef • Zaman		Av Taraması Hat Geçiş	• Hat tipi • Zaman
	Uzak ET Bitişi	• Bitiş zamanı		Muharebe Arama Kurtarma (MAK)	• Bölge • Zaman
	Refakatte ET Başlangıcı	• Hedef • Zaman		Atma	• Bölge • Zaman • Birlik
	Refakatte ET Bitişi	• Bitiş zamanı		Atlasma	• Bölge • Zaman • Birlik
	Havada Yakıt İkmali (HYİ)	• Bölge • HYİ görevi • Zaman aralığı		Atma/Atlasma	• Bölge • Zaman • Birlik

Tablo - 2. Modelleme Dilindeki İlişkiler

SEMBOL	İLİŞKİ ADI	VERİ YAPILARI
→	Seyrüsefer ve Öncelik	Paket yapısı, zaman, S/S bacakları, sürat gibi süre hesaplamasına ve bu eylemi gerçekleştiren paket yapısına ilişkin veri yapılarını bulundurur. Görsel olarak çizgi kalınlığı ile uçak adedini ifade edilebilir. Çizgi üzerine paket yapısı ve süre bilgisi yazılmalıdır.
-- →	Öncelik	Süreye ilişkin veri yapısını barındırmalıdır. Süre referans olarak verilirken en az, en çok ve aralık olarak kısıtlanabilir (3, [0,3], [3, ∞ ], [3,5] gibi).
----	Senkron Faaliyet	-

Modelleme yaklaşımında hareketin zamanlaması

- Hat geçişi,
- Hedef Üzerinde Bulunma Zamanı (Time Over Target – TOT) veya,
- Kalkış saati referansına göre ayarlanabilir. Harekatın zamanlamasına ilişkin referans “kritik karar noktaları” belirgin olarak işaretlenir ve gerçekleştirilecek zaman belirtilir.

Hat geçişi referansına göre uçakların belli bir hattı geçiş zamanı planlamacı tarafından verilecektir. Bu referans zamana göre paket kolun hedefe taarruz, kalkış ve iniş gibi diğer zamanları uçak performans verileri ve standart usullere göre otomatik hesaplanacaktır.

Hedef TOT’si referansına göre paket içerisindeki hedeflerden birine taarruz zamanı planlamacı tarafından verilecektir. Bu referans zamana göre paket kolun hat geçiş, kalkış ve iniş gibi diğer zamanları uçak performans verileri ve standart usullere göre otomatik hesaplanacaktır.

Kalkış saati referansına göre paket elemanlarının kalkış zamanları planlamacı tarafından verilecektir. Bu

referans zamana göre paket kolun diğer faaliyetlerinin zamanlar uçak performans verileri ve standart usullere göre otomatik hesaplanacaktır.

HHP-GÖRMOD sözdizimi kuralları aşağıda listelenmiştir.

- Her faaliyet en az bir ilişki ile diğer bir faaliyete ilişkilendirilmelidir.
- İlişkiler askıda kalmaz ve aynı faaliyet üzerine dönemez.
- Faaliyetler arasında döngüsel öncelik ilişkileri kurulamaz.
- İki kritik faaliyet arasında birden fazla ilişki kurulamaz.

Bu sözdizimi kuralları HHP-GÖRMOD’un yazılım haline getirilmesi durumunda otomatik tutarlılık kontrolünün yapılmasına olanak sağlar. Böylece kullanıcı hatası en aza indirilerek hem modellerin hem de modellerin üzerinde çalışan algoritmalar için güvenilirlik elde edilir.

### 3.1.2. Modelleme Sırası

Durum çalışmaları esnasında HHP-GÖRMOD kullanan planlamacıların aşağıdaki sırayı uyguladığı gözlenmiştir:

- Harekat tasarısı kapsamında üzerinde çalışılan sorti için hedef seçiminin gerçekleştirilmesi.
- Hedef önceliklerinin belirlenmesi, hedeflerin coğrafi olarak gruplandırılması.
- Hedef seçiminin yapılması ve paket ayrımlarına karar verilmesi.
- Paketlerin EH ve SEAD desteğine karar verilmesi.
- Faaliyet önceliklerinin belirlenmesi.
- Detaylı planlamanın yapılması.

Bu planlama sırası çerçevesinde son maddede gerçekleştirilen detaylı planlamada karar destek algoritmalarının kullanılması mümkündür.

### 3.2. UYGULAMA

HHP-GÖRMOD, Hava Harp Akademisi Komutanlığı’nın eğitim programı içerisindeki Müşterek Harekat Alanı Simülasyonu (Joint Theater Level Simulation – JTLS) yazılımı ile desteklenen operatif seviye harp oyunu olan YILDIZ-05 esnasında ve 3’üncü Ana Jet Üs Komutanlığı



tarafından uçuşlu olarak gerçekleştirilen Anadolu Kartalı Tatbikatı 05/01’de uygulanmıştır. YILDIZ serisi tatbikatlarda, oyuncu ve kontrol karargahları dahil, yaklaşık 400 personel ile harp karargahları açılmakta, operatif planlama süreci işletilmekte ve planın uygulaması JTLS vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Anadolu Kartalı ise taktik seviyede planlamayı müteakip uçuşlu bir tatbikattır. Bu süreçte HHP-GÖRMOD’un uygulaması planlama faaliyetleri paralelinde önerilen dilin kullanımının belirlenen kriterler çerçevesinde gözlemlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. YILDIZ-05 harp oyunu esnasında gerçekleştirilen iki durum çalışması operatif seviyede, Anadolu Kartalı Tatbikatı 05/01’de gerçekleştirilen bir durum çalışması taktik seviyededir. Bu üç durum çalışması hem potansiyel kullanıcılar ile mülakatlar ve aksaklıkların tespiti ile dilin geliştirilmesi, hem de uygulanabilirlik değerlendirmesi için ihtiyaç duyulan ortamı sağlamıştır. Durum çalışmalarında beyaz saç pano, mıknatıslı simgeler ve kalemden oluşan model geliştirme ortamı kullanılmıştır. Bu çalışmalardan alınan bir örnek aşağıda gösterilmiştir.

### 3.2.1.Senaryo ve Harekat Planı

YILDIZ-2005 Harp Oyunu Kara, Deniz ve Hava Harp Akademileri ile Silahlı Kuvvetler ve Milli Güvenlik Akademilerinin katılımıyla stratejik ve operatif seviyelerde gerçekleştirilen eğitim amaçlı ve bilgisayar destekli müşterek bir tatbikattır. YILDIZ-2005 senaryosunda Çelik ve Demir ülkelerinin anlaşmazlıkları harbe dönüşmektedir.

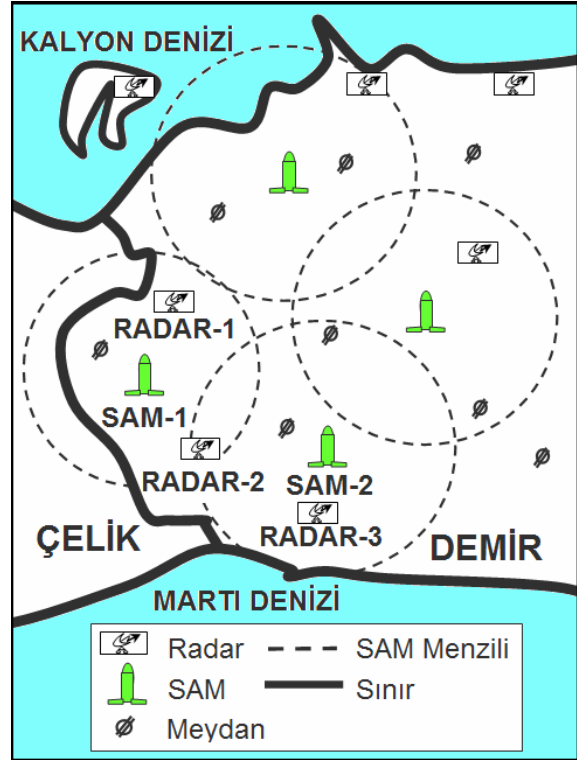
Harekat planlama süreci sonunda Çelik karargahı, harekatın gün doğumundan bir saat önce gece baskın tarzında paket kollar halinde icra edilmesine karar vermiştir. Birinci safhada düşmanın ileri hat radarları, destek uçakları, SAM (Surface to Air Missile - Satıhtan Havaya Füze) ve komuta-kontrol sistemlerine taarruz edilerek hava üstünlüğü mücadelesine başlanacaktır. Bu kapsamda ilk sortinin ilk iki paketine ilişkin ast birlik görev çizelgesi Tablo - 3, hedefler Şekil - 3’de gösterilmiştir [23].

**Tablo - 3.** Ast Birlik Görev Çizelgesi [23]

No	Filo	Uçak Tipi Adedi	Görev	Hedef	TOT
1	423	1xEA-6B	EH	SAM-1	
2	312	6xF-16	SEAD	SAM-1	
3	361	2xF-16	HYT	SAM-1	04:54
4	361	2xF-16	HYT	RADAR-1	05:00
5	363	4xF-16	HİM	-	
6	361	2xF-16	HYT	RADAR-2	05:07

7	423	1xEA-6B	EH	SAM-2	
8	331	6xF-16	SEAD	SAM-2	
9	361	2xF-16	HYT	SAM-2	05:19
10	361	2xF-16	HYT	RADAR-3	05:25
11	382	6xF-16	HİM	-	

**HİM:** Himaye      **EH:** Elektronik Harp  
**HYT:** Havadan Yere Taarruz



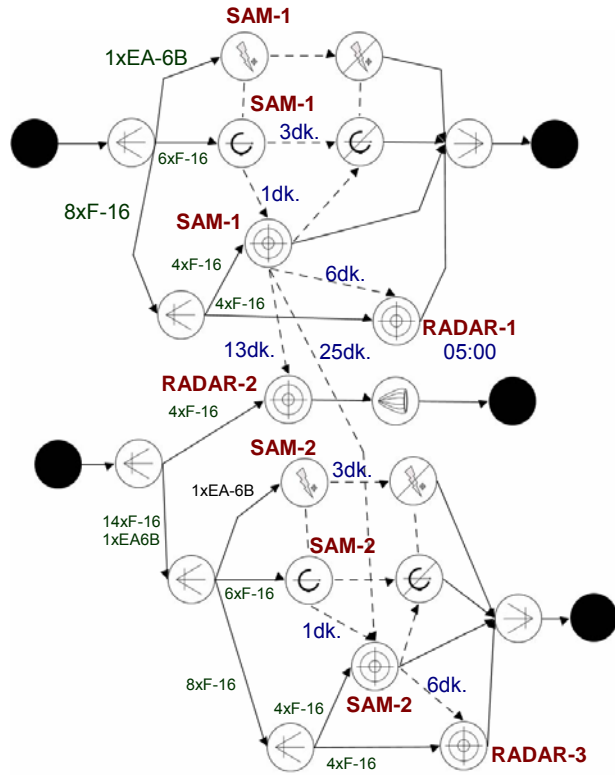
**Şekil - 3.** Yıldız-05 Demir Ülke Hedefleri [23]

### 3.2.2.Planın HHP-GÖRMOD İle İfadesi

Bu planın HHP-GÖRMOD ile ifade edilen görsel modeli Şekil - 4’te gösterilmiştir. Modelleme dili öğrenildikten sonra ast birlik çizelgesindeki sıralı algılama yerine grafik gösterimin sağladığı paralel algılama ile paketler yapıları, hedefler, hedeflerin ve paket unsurlarının zamanlaması ve her bir hedefin plan içerisindeki yeri rahatça kavranabilmektedir. Ayrıca bu model ile ast birlik görev çizelgesinde gizli kalan ilişkiler ortaya çıkmaktadır. Bu “öncelik” ilişkileri ilk pakette yer alan SAM-1 hedefinin önemini göstermektedir. SAM-1 tahrip edilmediği takdirde, aynı paketteki RADAR-1’e taarruz eden kolların SAM-1 tehdidi dolayısıyla riski artacak başarı olasılığı azalacaktır. Aynı şekilde ikinci paket de hedeflerine giden yolda SAM-1’in etkili menzili içerisinde geçtiğinden ilk paketin başarısından etkilenmektedir. Ast birlik görev çizelgesinde (Tablo

- 3) bu ilişkiler gizli iken görsel modelde (Şekil - 4) açıktır.

Görsel modelde sadece RADAR-1'e taarruz zamanının tespit edilmesi ve öncelik ilişkilerinin veri yapılarındaki zaman kısıtlarının belirlenmiş olması tüm hareketin zamanlaması için yeterlidir. Örneğin RADAR-1'in 05:00 olarak verilmiş TOT'si ve öncelik ilişkilerindeki zamanlar sayesinde SAM-1 taarruz kolunun TOT'si 04:54 ve SAM-1'e taarruz eden kola sağlanacak SEAD ve EH desteği 04:52-04:55 arasında hesaplanabilecektir. Bu gösterim ile gizli öncelik ilişkileri açıklığa kavuşturulmuş için uçucular senkronizasyonu daha kolay algılayacak, planlamacılar ise düşünce süreçlerine uygun olarak senkronizasyona odaklanabilecektir. Ayrıca planlama esnasında ortaya çıkabilecek değişikliklerde sadece RADAR-1 TOT'sinin değiştirilmesi ile tüm hareketin zamanlaması arka planda otomatik olarak düzenlenmiş olacaktır.



Şekil - 4. Birinci Sorti Planının Görsel Modeli

#### 4. UYGULANABİLİRLİK DEĞERLENDİRMESİ

HHP-GÖRMOD'un uygulanabilirlik değerlendirmesi bahsedilen üç durum çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede [19] ile önerilen kriterlere ilave olarak aşağıda tanımlanan "detay/seviye uyumu" kriteri kullanılmıştır.

**Detay/Seviye Uyumu:** Modelleme dili operatif seviyede kullanıldığı etkinlikle taktik seviyede de kullanılabilir mi? Modelleme dilinin diğer değerlendirme kriterleri çerçevesinde taktik seviyede uygulanabilirliği ne seviyededir?

##### 4.1. İfade Edebilirlik

Kullanıcılar kritik faaliyetleri ifade eden simgelerin oldukça kullanışlı olduğunu ifade etmiş ve modelleme dilinin kolayca öğrenildiği gözlemlenmiştir. Çizgilerle ifade edilen ilişkilerin (S/S, öncelik, senkronizasyon) anlaşılması nispeten güç olmuştur. S/S ilişkisi veri yapısı olarak S/S noktalarını barındırmakta, fakat kullanıcıların alıştığı gibi bu noktaları harita üzerinde göstermemektedir. Kullanıcıların bu alışkanlığı dilin öğrenilmesini olumsuz etkilemiştir. Ancak model yazılım haline geldiği takdirde paket kolun HHP-GÖRMOD, ast birlik görev çizelgesi ve harita görünümü gibi farklı görünümlemlerle incelenme imkanı tanınması durumunda kullanıcıların oryantasyonu kolaylaşacaktır.

Kullanıcılar, soldan sağa modelleme akışı içerisinde yatay düzlemin "zaman" birimine ayarlı bir boyut olarak kullanılmasını önermişlerdir. Böylece simgelerin görece konumları vasıtasıyla zamanlama belli bir skalada görselleştirilmiş olacaktır. Ancak S/S gibi belki 1 saat alacak bir faaliyet ile elektronik taarruz gibi 2-3 dakika alacak bir faaliyetin aynı homojen zaman düzleminde gösteriminde problem yaşanması muhtemeldir. Oldukça kısa süren elektronik taarruza ilişkin başlangıç ve bitiş simgelerinin birbiri üstüne binmesi ile model görsel olarak bozulacaktır. Mekanın etkin kullanımı prensibi gereği bu yaklaşım tercih edilmemiştir. Modelde simgelerin yanına zamanların yazılması ile ihtiyaç giderilmektedir.

Operatif seviyede gerçekleştirilen harp oyunu uygulamalarında HHP-GÖRMOD ile ifade edilemeyen bir olgu ile karşılaşmamıştır. Ancak bu noktada HHP-GÖRMOD'un kavramsal tasarımının yapıldığı hatırlatılmalıdır. Uygulanacak planlama sisteminin (HVBS veya ICC) veri yapılarına uygun olarak gerçekleştirilecek detaylı tasarım esnasında bir takım değişiklikler ve geliştirmelere ihtiyaç duyulması muhtemeldir.

HHP-GÖRMOD ile standart unsurlar içeren (Av bombardıman, himaye, SEAD, EH, keşif gibi) paket kol planlamalarının çok seri olarak üretilebildiği gözlemlenmiştir. Bu planlama paternlerinin kullanıcılar tarafından hızlı kavranabildiği gözlemlenmiştir.

#### 4.2. Hata Sıklığı

Dilin kullanımında en sık hata yapılan nokta ilişkilerin kullanımında ortaya çıkmaktadır. Bu problemin hazır ast birlik görev çizelgesinden görsel modelin üretilmesi esnasında karşılaşıldığı gözlenmiştir. Ast birlik görev çizelgesinden hareketle görsel modeli hazırlayan planlamacı uçuş rotalarına, düşman hava savunma sistemine ve hedeflerin coğrafi konumlarına vakıf olmadığı takdirde kritik faaliyetler arasındaki ilişkileri belirleyememektedir. Durum çalışmalarında ortaya çıkan bu hata görsel modelleme yapan kişinin hareketi planlayan grup içerisinde yer alması gereğini ortaya çıkarmıştır.

#### 4.3. Fazlalık

Modellerde gereksiz nesne ve ilişkilerin bulunması tamamen planlamacı veya modeli hazırlayan kişinin tecrübesine bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Tecrübesiz uygulayıcıların gereğinden fazla nesne ve ilişki kullanımının tespiti zordur. Fazlalıklardan ancak kullanıcı eğitimi ve tecrübesi ile kaçınılabılır.

#### 4.4. Değişikliğin Bölgeselliği

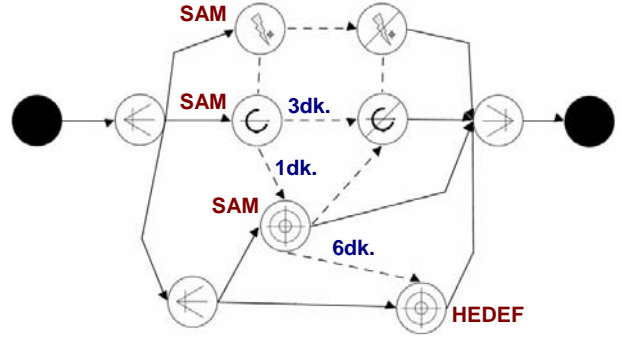
HHP-GÖRMOD ile yaratılan modellerde bağımsız veya ilişkili paketler (ayrı paketlerdeki hedefler arasındaki öncelik ilişkileri) ortaya çıkmaktadır. Bağımsız paketlerin modellenmesi esnasında gerçekleştirilen değişikliklerin diğer paketlere etkisi olmayacak ve değişiklik bölgesel kalacaktır. Geliştirme esnasında bir paketin içerisinde diğer paketlerle ilişkili bir unsurun değiştirilmesi durumunda bu değişiklik diğer pakete zamanlama açısından etkide bulunabilecektir. Şekil - 4'deki SAM-1 hedefine av bombardıman taarruzunu ifade eden sembolün silinmesi durumunda bu sembolden RADAR-1, RADAR-2 ve SAM-2 av bombardıman taarruz sembollerine çizilen öncelik ilişkileri tutarsız duruma düşecektir.

Modelleme dili temelde ilişkişel olduğundan değişikliklerin ilişkili diğer model unsurlarına yayılması söz konusudur. Modelde tutarsızlıklar yaratma potansiyeline sahip bu durumlardan uygulama yazılımı ile tutarlılık kontrolünün yapılması ve kullanıcı eğitimi ile kaçınılabılır.

#### 4.5. Tekrar kullanılabilirlik

Üretilen görsel modellerdeki bazı patemlerin tekrar kullanılması mümkündür. Şekil - 5'de gösterilen paket kol modeli Şekil - 4'den alınmıştır. Bu modelde bir SAM, SEAD ve EH desteğinde tahrip edilmesi ve SAM'ın tahribini müteakip SAM savunma halkasında kalan hedefin tahribi öngörülmektedir. Bu modeldeki uçak tip ve adetleri, hedefler ve zamanlamalar değişse de modelleme patemlerinin uyumlu olabileceği başka hedef grupları olabilecektir. Bu gibi tekrar kullanılabilir patemler uygulama yazılımı ile şablon

olarak saklanarak ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanılması sağlanabilir.



Şekil - 5. Modellerin Tekrar Kullanılabilirliği

#### 4.6. Detay/Seviye Uyumu

HHP-GÖRMOD operatif seviyede ifade edilebilirlik, hata sıklığı, fazlalık, değişikliklerin bölgeselliği, tekrar kullanılabilirlik ve güvenilirlik kriterlerini yeterli seviyede karşılamaktadır. Taktik seviyede ise paket kolun taktikleri ve zamanlama usulleri operatif seviyeden farklı ve çeşitlidir. Anadolu Kartalı Tatbikatı 05/01'de gerçekleştirilen taktik seviye durum çalışması ifade edilebilirlik ve buna bağlı olarak hata sıklığı ve fazlalık kriterlerinin arzu edilen seviyede karşılanmadığını ortaya çıkarmıştır. HHP-GÖRMOD taktik seviyede yetersiz kalmıştır.

### 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

HHP-GÖRMOD, planlamacının problem çözümüne destek olmak, planlama sürecinde kullanılacak karar destek algoritmalarına altyapı sağlamak ve görselleştirilmiş planın planlamacılar ve uygulayıcılar arasındaki iletişimini kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştır.

Hava hareket planlaması sürecinde harici görsel yardımcı olarak kullanılması önerilen HHP-GÖRMOD'un uygulanabilirlik değerlendirmesi sonucunda;

a. [9] ile belirtilen genel görsellik avantajlarıyla planlamayı kolaylaştırma,

b. Tablolar halindeyken satır satır ve seri algılama ile kavranan HGE'nin paralel algılama ve ortak bir terminoloji ile iletişimini hızlandırma,

c. HGE'nin tablo halinde gösteriminde gizli olan ilişkileri belirginleştirme,

ç. Planlamacının zamanlama ve senkronizasyona odaklanmasını sağlama,

d. Yazılım halinde planlama sürecine entegre edildiği takdirde,

(1) Karar destek algoritmaları için gerekli altyapıyı,

(2) Şablonlar vasıtasıyla tekrar kullanılabilirliği,

(3) Otomatik tutarlılık kontrolleri ile güvenilirliği sağlama potansiyeli olduğu görülmüştür.

HHP-GÖRMOD'un harici görsel yardımcı olarak büyük hareketlerde önemli bir destek sağlama potansiyeli mevcuttur. Ancak planlamacılar tarafından iyi bilinen basit planlama paternlerinde, dilin kullanımı için harcanan süre elde edilen faydadan büyük olabilecektir. Bu zafiyet dilin yazılım uygulamasında tekrar kullanılabilirlik sağlayan şablonlar ile nispeten giderilebilir.

Görsel model ile modelin entegre edildiği planlama yazılımının (HVBS) veri yapıları arasında transformasyon otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Böylece yazılım, planlamacının standart planlama aracını kullanımı esnasında, arka planda HHP-GÖRMOD modellerini oluşturabilecektir. Modelleme dili, "kritik faaliyetler" arasındaki "ilişkiler" ile HGE'nin tablo gösteriminde ifade edilenden daha fazla bilgi içermektedir. Dolayısıyla görsel modelden planlama sisteminin (HVBS) veri yapısına geçiş, ters yönde geçişe göre nispeten kolay olacaktır.

Modelleme dilinin karar destek sistemi altyapısını oluşturma potansiyeli bu metodolojiyi dar kapsamlı problem tanımıyla yola çıkan ve mekanik alt problemleri çözen diğer yaklaşımlardan farklı kılmaktadır. Bu altyapı üzerine karar destek algoritmaları ile sırasıyla;

a. Hedef seçimi ve kaba kuvvet tahsisi yapılan basit model üzerinde optimum av bombardıman uçak ve mühimmat tahsisi,

b. Paketlere paylaşımı merkezi olarak planlanması gereken ve kısıtlı kaynakların olan SEAD, EH ve HAYIK planlamasının en etkin şekilde gerçekleştirilmesi,

c. Öngörülen tehdit ve risk analizine bağlı olarak paketlere hava savunma uçaklarının tahsisi,

ç. Optimum rota ve irtifa planlamaları gerçekleştirilebilir.

HHP-GÖRMOD'un kullanımını öngöreceğ bir yazılımın geliştirme sürecinde;

a. Sözdizimi kuralları ile otomatik tutarlılık kontrolünün gerçekleştirilmesi,

b. Şablonlar vasıtasıyla tekrar kullanılabilirlik sağlanması,

c. Harekat planının görsel model yanında, ast birlik görev tablosu ve harita görünümü gibi farklı görünümüleriyle kullanıcı oryantasyonunun sağlanması,

ç. Veri yapılarının detaylı tasarımı aşamasında hem kullanılacak karar destek algoritmalarının, hem de entegrasyonu öngörülen planlama sisteminin veri ihtiyaçlarının dikkate alınması önerilir.

Son olarak, HHP-GÖRMOD tasarımında kullanılan süreç planlama yaklaşımının hava hareket planlaması gibi "eylemler" ve "eylemlerin" öncelik ilişkilerine dayanan modelleme alanları için görsel modelleme dili tasarımı amacıyla kullanılması mümkündür.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] CALHOUN, M. Kevin. A Tabu Search for Scheduling and Rescheduling Combat Aircraft (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Ohio, Department of the Air Force Air University, 2000.
- [2] CASTRO, D. R. D. S. Optimization Models for Allocation of Air Strike Assets with Persistence (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Monterey, Naval Postgraduate School, 2002.
- [3] İkiz, Ali İhsan, A Weapon Target Allocation Problem In An Offensive Counter Air Operation (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Middle East Technical University, 2004.
- [4] Weaver, Paul R., Development and Evaluation of an Automated Decision Aid for Rapid Re-Tasking of Air Strike Assets in Response to Time Sensitive Targets, (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Monterey, Naval Postgraduate School, 2004.
- [5] Tuğrul GÜRDAL, Kemal LEBLEBİCİOĞLU, Harekat Alanı Muharip Jet Uçaklarının Hava Görev Emrinin Modellenmesi, USMAK, ODTÜ/ANKARA, 2005.
- [6] Hava Harp Akademisi Hrk.İsth.ABD.Bşk.lığının "Hava Harekatında Paket Kol Uygulaması" konulu değerlendirmesi, Hava Harp Akademisi, İstanbul, 2003.
- [7] HKY 368-1 Harekat Planlama Esasları Yönergesi, Hv. Bas. Ve Neş. Md. Lüğü, Ankara, 2002.
- [8] Hava Harp Akademisi Harekat Planlama Süreci Bilgi Notu, Hava Harp Akademisi, İstanbul, 2004.

- [9] Card, Stuart K., Jock D.Mackinlay, Ben Shneiderman, Readings In Information Visualization, Using Vision To Think, Morgan Kaufman Publishers Inc, 1999, San Francisco, California
- [10] Scaife, Mike, Yvonne Rogers, "External Cognition: How Do Graphical Representations Work?," International Journal of Human-Computer Studies, Vol 45, pages 185-213, August 1996, United Kingdom
- [11] Rumbaugh, James, Ivar Jacobson, Grady Booch, The Unified Modeling Language Reference Manual, Addison Wesley Longman, 1999, Massachusetts.
- [12] Object Management Group (OMG), UML Specification, Online Document, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>.
- [13] Rumbaugh, James, Michael Blaha, William Premerlani, Frederick Eddy, William Lorensen, Object-Oriented Modeling and Design, Prentice Hall, 1991, USA.
- [14] Marriot, Kim, Bernd Meyer, Visual Language Theory, Articles of Workshop on Theory of Visual Languages (TVL '96), 1998, Spring-Verlag New York, USA.
- [15] Shum, Simon J. Buckingham, Allan Maclean, Victoria M. E. Bellotti, Nick V. Hammond, "Graphical Argumentation and Design Cognition," Human Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Vol 12, pages 267-300, No 3, 1997.
- [16] Jager, D., "Generating Tools From Graph-Based Specifications," Information and Software Technology, Vol-42, pages 129-139, No 2, 2000, Spring-Verlag New York, USA
- [17] ICAO Annex 4. Aeronautical Charts, Annex 4 to the Convention on International Civil Aviation, 10th edition, July 2001.
- [18] Paige, R.F., J.S. Ostroff, P.J. Brooke, "Principles For Modeling Language Design," Information and Software Technology, Vol 42, pages 665-675, July 2000, UK.
- [19] Harmelen, Frank van, Manfred Aben, Fidel Ruiz, Joke van de Plassche, "Evaluating a Formal KBS Specification Language," IEEE expert, Vol 11, pages 56-62, February 1996.
- [20] Marriot, Kim, Bernd Meyer, Kent B. Wittenburg, "A Survey of Visual Language Specification and Recognition," Visual Language Theory (Book after Workshop on Theory of Visual Languages - TVL '96 edited by Kim Marriot and Bernd Meyer, pages 5-85, Spring-Verlag New York, 1998, USA.
- [21] HALAÇ, Osman, Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması), Evrim Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1991.
- [22] Hillier, Frederick, Lieberman, Gerald, Introduction to Operations Research, 7th Edition, 2001, NY, US.
- [23] YILDIZ-05 Harp Oyunu "Harekat Planı" Briefing ve Dokümanları (1'inci Sınıf), Hava Harp Akademisi, İstanbul, Nisan 2005.

## ÖZGEÇMİŞ

### Hv.Plt.Yzb. Hakan ÇANLI

1974 yılında İzmir'de doğdu. İlk öğrenimini İzmir'de tamamladı ve Maltepe Askeri Lisesi'nden 1992, Hava Harp Okulu'ndan 1996 yıllarında mezun oldu. 1996-1998 yılları arasında 2'nci Ana Jet Üs Uç. Eğt. Mrk. K. lığında pilotaj eğitimini tamamladı. 1998-2002 yılları arasında 2'nci Hv. K. K. lığı 202'nci A/K Filo K. lığında kol uçucusu olarak görev yaptı. Bu görevi esnasında 2000-2002 yılları arasında ABD Hava Kuvvetleri Teknoloji Enstitüsü'nde (AFIT - Air Force Institute of Technology) Bilgisayar Mühendisliği yüksek lisans eğitimini tamamladı.

2002-2004 yılları arasında Hv. K. K. Kur. Bşk. lığı Bilimsel Karar Destek Ş. Md. lüğü'nde görev yapmış olup bu sürede Hava Kuvvetleri Komutanlığının stratejik ve operatif seviye problemlerine yönelik hareket araştırması çalışmaları yaptı. Halen HHA K. lığında 2'nci sınıf öğrenci subaydır.

İleri düzeyde İngilizce bilen Hv. Plt. Yzb. Hakan ÇANLI, evli olup 5 yaşında bir oğlu vardır. Eşi MEB bağlı Türk Dili ve Edebiyatı öğretmeni olarak çalışmaktadır.

#### Akademik Faaliyetleri:

1. NOTAM sistemi veri tabanı (2000)
2. Yüksek Lisans Tezi "A Visual Meta-Language for Visual Modeling" (ODTÜ'nün 2003 Genelkurmay Bşk. lığı ile ortak yapılan MODSİM Çalıştay'ında takdim edilmiştir)
3. Harici Yakıt Tankı İhtiyaç Analizi (Entegre Simülasyon ve Analitik Model)
4. KADAMO (Analitik Mühimmat Muvazene ve Hüristik Kaynak Dağıtım Modeli)
5. CN-235/C-295 uçakları maliyet etkinlik analizi
6. EO-IR Keşif Podu maliyet etkinlik analizi.
7. Hedef önceliklendirme.
8. Otomatik/Yarı otomatik ATO üretimi çalışması.
9. NC3A (NATO Command Control and Communications Agency) SAS-45 (Simulation and Studies) Doğal Afetlerde Helikopter Görev Planlaması çalışması.
10. JTLS (Joint Theater Level Simulation) simülasyonuna entegre gerçek zamanlı nispi hava gücü mukayese modeli geliştirme ve uygulama.