

Modelleme ve Simülasyon Teknolojilerinin Tedarik Süreç Yönetiminde Kullanılması ve Simülasyon Tabanlı Tedarik Yöntemi

1. Giriş

Soğuk Savaş'ın sona ermesi, dünya jeopolitik sistemini ve doğal olarak askeri taktik ve stratejileri, organizasyonları ve sistem ihtiyaçlarını kökünden değiştirmiştir. Çift kutuplu dünyanın belirgin tehditlerinden, tek kutuplu dünyanın belirsizlik ortamına bu geçişte, daralan savunma bütçeleri, gelişen teknoloji ve iletişim olanakları, sosyo – ekonomik olgulara paralel olarak artan yerel çatışma ve terör eylemleri, 21. Yüzyılın başında askeri planlamacılara, bir önceki yüzyılkinden tamamen farklı bir meydan okuma sunmuştur.

1991 yılındaki 1. Körfez Savaşı'ndan 11 Eylül sonrası döneme kadarki süreçte büyük bir ivme ile gelişen askeri teknoloji, bu döneme kadarki tüm plan, taktik ve stratejilerin de evrim geçirmesini zorunlu kılmıştır. Bilgi – işlem ve elektronik gibi alanlardaki hızlı gelişim; daha uzun menzillerden daha hassas saldırılar yapmayı, askeri unsurlar arasında daha etkin ve süratli iletişim kurmayı, iş yükünü daha az personele yükleyerek etkin otomasyon sağlamayı ve personeli daha fazla korumayı mümkün kılabilmıştır. Soğuk Savaş sonrası yok olan çift kutuplu dünya ve bunun sonucu olarak daralan savunma bütçeleri ile birleştiğinde bu durum, orduların maliyet – etkin ve modern güçleri idame ettirme hedefine yöneltmiştir.

Maliyet – etkinlik ve teknolojik üstünlük kıstasları, 21. Yüzyılın değişen tehdit ortamı ile birleşince, stratejik seviyeden taktik seviyeye tüm katmanlarda yeniden yapılanmayı zaruri kılmıştır. Bu yeni yapılanma, tüm unsurların birbiriyle ve merkezle daimi ve çift yönlü iletişim halinde bulunduğu, bilgiyi paylaşarak bir kuvvet çarpanına dönüştüren ve sonuç olarak muharebe görevini, nicel olarak görece daha küçük bir yapı ile daha etkin biçimde yerine getirme kabiliyetini haiz bir güç tasarımı içermektedir. "Muharebe uzayı" (Battlespace) olarak da adlandırılan ve kara, deniz, hava, uzay unsurlarını birbirine bağlayan bu yapı, Ağ Merkezli Muharebe'nin (Network Centric Warfare) temelini oluşturur. Ağ Merkezli Muharebe ve birlikte çalışabilirlik (interoperability) konseptleri, gerek ulusal gerekse uluslararası hareketlerin icrasında kullanılacak her türlü sistem ve alt sistemin konsept belirleme, kavramsal ve nihai tasarım ile tedarik süreçlerinde ölçülebilir, süratli ve etkin bir yöntem izlenmesini gerektirmektedir. Bu zaruret, klasik deneme – yanılma ve test yöntemlerini etkisiz kılmaktadır. Zira tedarik edilecek hiç bir sistem münferit değil, bir ekosistemin entegre bir parçası olarak çalışmak mecburiyetindedir.

Özelde işlemci genelde ise bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, birim zamanda gerçekleştirilebilecek hesaplama sayısının

artmasını sağlamıştır. Bu kabiliyet artışı, kompleks sistemlerin matematik modellerinin daha süratli ve daha kesin modellenmesine olanak sağlamıştır. İşlem kapasitesindeki bu geometrik artış ise, modelleme ve simülasyon teknolojilerinin büyük bir hızla gelişerek eğitim ve karar verme süreçlerinin kılınmasını mümkün kılmıştır. Simülasyon Tabanlı Tedarik (STT) vizyonu bu şekilde ortaya çıkmıştır.

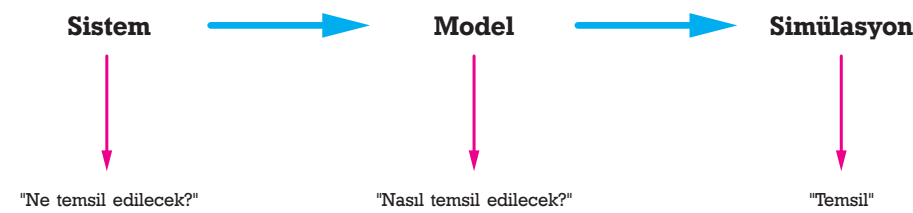
2. Modelleme ve Simülasyon

Simülasyon kavramı genel olarak, bir sistem, süreç ya da durumun taklit edilmesi olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla simülasyon, söz konusu sistem, süreç ya da durumu temsil edecek bir modeli içerir. Bu model, temsil edilen sistem ile ilgili, gerçek hayatta gerçekleştirilmesi riskli, pahalı ya da zaman gerektiren deneme, inceleme ve çalışmaların gerçekleştirilmesine olanak sağlar.

Başka bir deyişle simülasyon, risk, maliyet ve zaman etkenleri açısından tasarruf edici bir kuvvet çarpanı olarak öne çıkmaktadır.

Bir diğer tanıma göre simülasyon, gerçek bir sistemin modelinin inşa edilmesi vasıtası ile söz konusu sistemin çalışma ve davranış prensiplerinin anlaşılması ve bu sistemin kullanılacağı taktik ve stratejilerin belirlenmesi için deneyler yürütülmesi sürecidir. Şekil 1'de bu sürecin akışı gösterilmiştir.

Modelleme ve simülasyon, karmaşık bir sistemin matematik ve / veya mantıksal modelinin oluşturulması esasına dayandığı için, bilgisayar ve elektronik teknolojilerinin gelişimi ile paralel bir evrim geçirmektedir.



Şekil 1 Simülasyon, model ve sistem ilişkisi



Şekil 2: Çeşitli simülasyon sistemi uygulamaları

Artan işlemci kapasitesi, çok daha karmaşık sistemlerin daha hassas bir biçimde modellenmesi ve diğer modellerle etkileşimlerinin daha yüksek bir hassasiyet ile benzetilmesine olanak sağlamıştır. Bu ise, modelleme ve simülasyon teknolojilerinin geniş bir yelpazede daha yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Günümüzde modelleme ve simülasyon teknolojilerinin başlıca kullanım alanları şu şekilde özetlenebilir (bkz: Şekil 2):

- Araştırma ve geliştirme: Yeni tasarım ve teknolojilerin sanal ortamda modellenmesi, ortam ve diğer sistemlerle etkileşimlerinin incelenmesi (örnek: sanal tasarım odaları).
- Tasarım: Konsept tasarım, tasarım optimizasyonu, sanal prototipleme (örnek: Sistem Entegrasyon Laboratuvarları).

- Eğitim: Bir sistemi kullanacak operatör ya da ekibin kullanıma yönelik olarak eğitimi (örnek: uçak/helikopter simülörleri).
- Karar destek: Tedarik, süreç optimizasyonu ve strateji geliştirme gibi süreçlerde destek olmak üzere senaryo ve süreç simülasyonu (örnek: 3D sanal kum sandığı uygulamaları).
- Eğlence: Görsel, işitsel vb teknolojiler ile birlikte etkileşimli eğlence araç ve ortamları hazırlanması (örnek: hareketli platform üzerinde 3D sinema salonu uygulamaları).

Her ne kadar çok çeşitli amaç ve kapsamda kullanılabilirler de, modelleme ve simülasyon teknolojilerinin sundukları avantajlar şu şekilde genellenebilir:

Maliyet – etkin öğretim olanağı sunmaları: Simülör sistemleri, senaryo tamamen sanal ortamda gerçekleştirildiği için gerçek sistemlere nazaran çok daha düşük maliyetli bir eğitim imkanı sunarlar.

Koşuturabilecek senaryo sayısı ve çeşidinin sınırsız olması: Süreç ve sistem tamamen sanal bir ortamda ve matematik ve/veya mantık modeline dayalı olarak oluşturulduğu için yapılacak deney sayısı da sınırsız olacaktır.

Gerçek hayatta oluşturulması riskli ya da pahalı senaryoların istenen şekilde gerçekleştirilebilmesi: Deney yapılması ya da eğitim alınması gerekli, ancak gerçek hayatta oluşturulması çok zor, riskli ya da pahalı ortam ve koşullar, modelleme ve simülasyon teknolojileri ile sınıra yakın risk ve düşük maliyet ile teşkil edilebilir.

Dış etkenlerden bağımsızlık: Simülasyon sistemi ile yapılan deneyde tüm girdi ve çıktılar, kullanıcının kontrolindedir. Kontrol edilemeyen harici etken ve bozucular sistem dışıdır.

Kontrol edilebilirlik, ölçülebilirlik: Simülasyonun tüm işleyişi, inşa edilen modele bağlıdır.

Bir simülasyon sisteminin anılan bu özellikleri, onu karar verme sürecinde etkin bir araç olarak öne çıkarmaktadır.

3. Simülasyonun Karar Destek Aracı Olarak Kullanılması

Simülasyon özünde, bir problem çözme aracıdır. Sistem modeli iyi oluşturulmuş bir simülasyon uygulaması, yapılan deney ve eğitimlerin kalitesini artırır. Bu sonucu elde etmek ise,

- Model hangi maksatla kullanılacaktır?
- Modelin içereceği detay / hassasiyet (fidelity) seviyesi ne olacaktır?

sorularına verilecek cevaplara doğrudan bağlıdır.

Amaç – detay dengesini optimum şekilde sağlamış bir model, sistem ya da sürecin simülasyonunun kalitesini belirler.

Modelin hangi amaçla kullanılacağına belirlenmesi için, modelin gösterdiği davranışlar üzerinde etkili olan etkenleri belirlemek gerekir. Modelin içereceği detay seviyesini belirlemek için ise aslında simülasyonun ne olmadığına belirlenmesi gerekmektedir. Unutulmaması gerekir ki, simülasyon, modellenen sistemin birebir kopyasının oluşturulacağı bir araç değildir. Başka bir deyişle simülasyon ile emülasyon arasındaki sınır geçilmemelidir. Bu ise ancak

iyi oturtulmuş bir amaç – araç uyumu ile mümkündür.

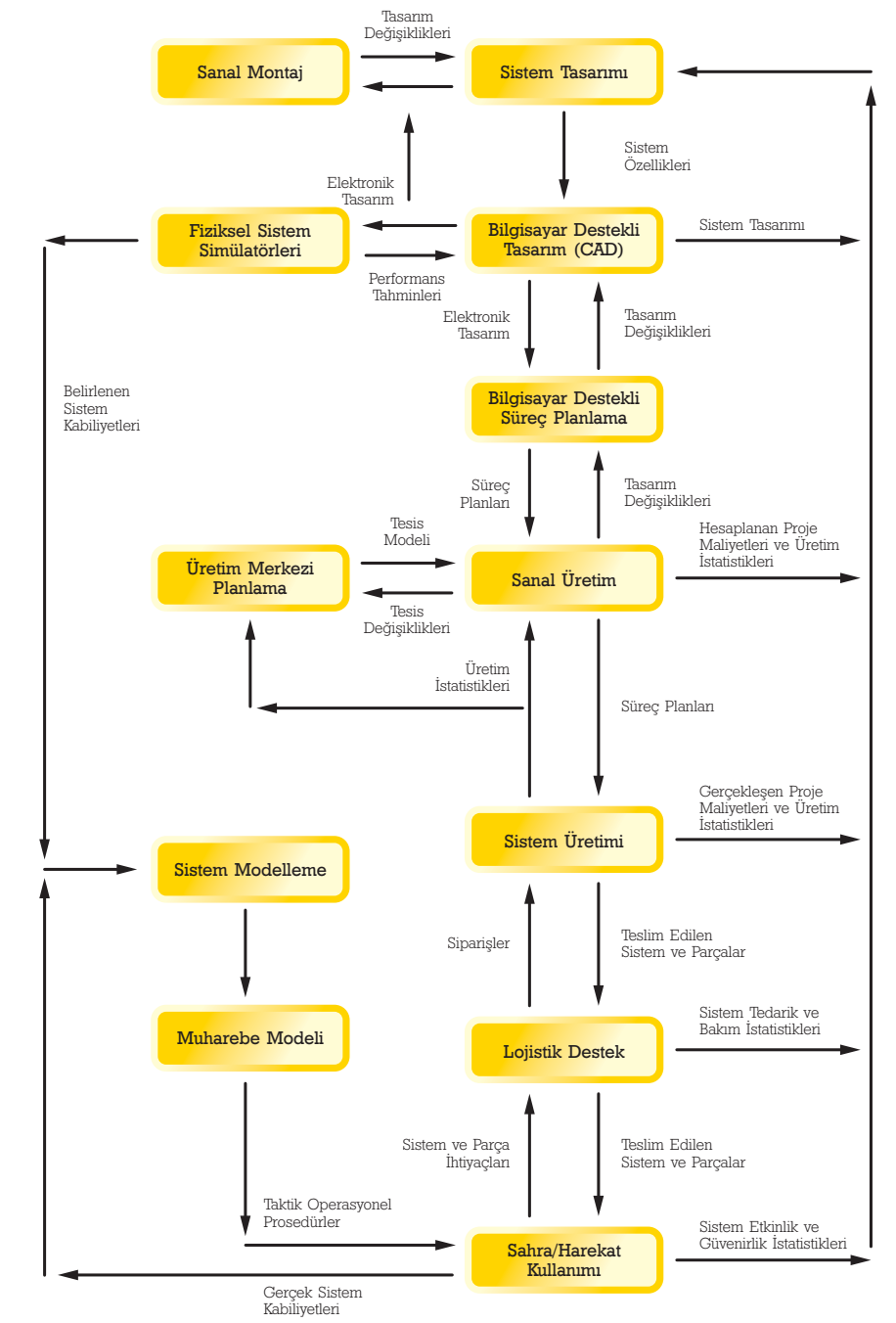
Simülasyon, halihazırdaki bir sistemin geliştirilmesinde veya yeni bir sistemin oluşturulması konusunda diğer araçlardan üstündür. İyi bir yapıya sahip olan model; sistemin performansını, toplam üretimi, kaynak kullanımını, üretim zamanları cinsinden çıkartacaktır. Bilgisayar üzerinde modelin animasyonunun yapılmasıyla sistemdeki parçaların veya insanların hareketleri canlı

olarak görülebilir.

4. Simülasyon Tabanlı Tedarik (STT) Sistemi

Klasik sistem tedarik süreci, ihtiyaç tanımından işletme / idameye kadar ilerleyen münferit aşamalardan müteşekkildir. Bu aşamalar şu şekilde özetlenebilir:

Safha 0 (Konsept belirleme): Tedarik edilecek savunma sisteminin hangi kabiliyetlere sahip olacağı, savaş alanında hangi



Şekil 3: STT Konseptine Uygun Olarak Modellenmiş Tedarik Süreci
(Kaynak: "Simulation Based Acquisition: An Impetus For Change", Davis, W., Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference)

maksatlarla kullanılacağı ve bu sistemi kullanacak personelin hangi niteliklere sahip olmasının gerektiği belirlenir.

Safha 1 (Program tanımlama ve risk azaltma): Sistem gereksinimleri belirlenir ve ayrıntılı bir teknik isterler silsilesi ortaya çıkarılır. Bu safhada sistemin gerçek performans ve kabiliyet nitelikleri ortaya çıkmış olur. Safha 1 ayrıca sistemin işletme, idame ve ikmal için gerekli kaynakların tespiti için de kullanılır.

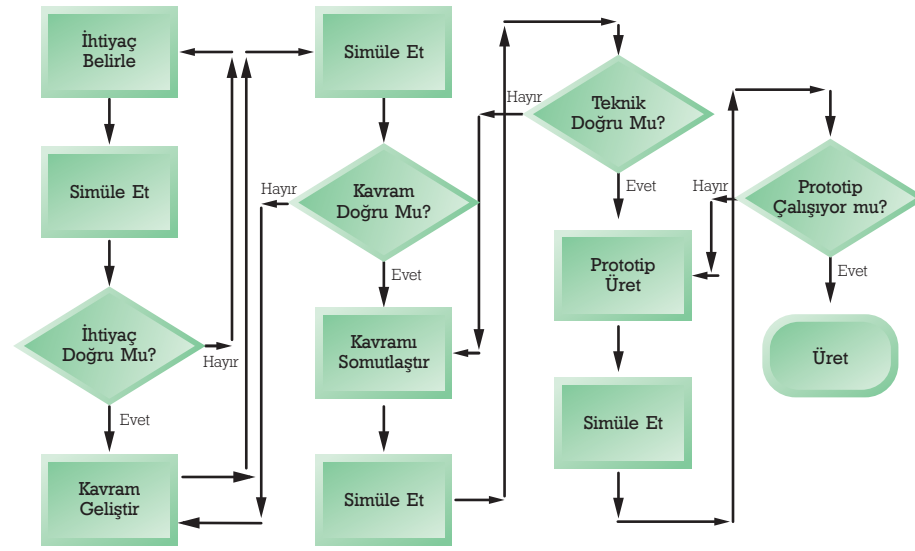
Safha 2 (Mühendislik, üretim ve teslimat): Konsepti belirlenmiş ve kağıt üzerinde tasarlanmış sistemin, seri üretime ve akabinde gerçek bir son ürün haline getirilmesini içerir. Bu aşamada seri üretim, üretim sonrası destek ve eğitime yönelik olarak gerekli süreç ve altyapılar teşkil edilir.

Safha 3 (İşletme, idame ve destek): Seri üretime geçmiş ve tedarik edilmiş sistemin kullanımı, bakımı ve kullanıcıya yönelik olarak gerekli eğitimlerin gerçekleştirildiği safhadır. Bu safhada sistemin mümkün olan en maliyet – etkin şekilde kullanımı ve ürünün ömür boyu desteği sağlanır.

Tedarik sürecinin tanımlandığı bu temel aşamalar, ancak sıra ile birleşerek bir süreci meydana getirirler ve etkileşim tek yönlüdür. Başka bir deyişle bir sürecin çıktısı sadece bir sonraki sürecin girdisi olmaktadır ve geribesleme (feedback) işlevine yönelik olarak manevra alanı geniş değildir.

Bu sorunlar, tedarik süreç yönetiminde daha parametrik ve ölçülebilir bir mimarinin geliştirilmesini gerektirmiştir. Şekil 3'te etkileşimli, geribeslemeli ve iteratif adımlardan oluşan bir tedarik süreç modeli örneği gösterilmiştir.

• Tedarik yönetiminde modelleme ve simülasyon teknolojilerinin bir araç olarak kullanılmasına ilişkin ilk teorik çalışmalar, 1990'lann ikinci yarısından itibaren olgunlaşmaya başlamıştır. Simülasyon Tabanlı Tedarik (STT) olarak adlandırılan bu konseptte duyulan ihtiyacı doğuran başlıca sebepler olarak şunlar sıralanabilir:



Şekil 4: Simülasyon Tabanlı Tedarik süreci (Kaynak: "Simülasyon Tabanlı Tedarik Yöntemi", Kiper, T. USMOS 2005)

- Savunma sistemlerinin giderek karmaşıklaşması, "sistemler sistemi" haline gelmesi,
- Ülkelerin savunmaya ayırdıkları bütçelerin küçülmesi ve daha sıkı denetimlerin etkin tedarik süreç yönetimini zorunlu kılması,
- Artan çokuluslu hareketlannın, birbiri ile çalışabilirlik ve uyumluluk (interoperability) hususlarını öne çıkarması,
- Bilgi teknolojilerinin savunma sistemlerinde daha yaygın kullanımı; "Ağ Merkezli Muharebe" kavramının teoriden pratiğe geçmesi,
- Askeri ve sivil teknolojilerin birbiri ile daha girift bir ilişki içine girmesi; hazır ticari ürünlerin (Commercial Off-the Shelf; COTS) savunma sistemlerinde daha yaygın kullanımı.

Etkileşimli adımlara ayrılmış bir tedarik süreci, STT yaklaşımının temelidir. Şekil 4'te temel bir STT süreci yaklaşımını gösterilmiştir.

Bu süreç, her aşamasında geribeslemeye sahip ve tekrarlanabilir bir mimariye sahip olacak şekilde inşa edilmiştir.

STT yaklaşımının en büyük avantajlarından biri, süreç boyunca oluşturulan ve çıktı olarak elde edilen modellerin, diğer tedarik program-

larında da kullanılabilir olmasıdır. Bu ise, tedarik sürecinde esneklik ve ölçülebilirlik artırlarını doğurduğu gibi, zaman ve maliyetten de büyük tasarruf sağlar. Ayrıca sistem ihtiyacının belirlenmesinden tedarige ve kullanıma kadar geçen sürenin kısalması, bu süre içinde sistemin teknolojik olarak demode kalması riskini düşürür.

5. Örnek Proje: Avustralya WedgeTail Havadan Erken İhbar ve Kontrol (HEİK) Uçağı Projesi

Avustralya, STT konseptini kurumsal olarak benimseyen ve modern savunma sistem tedarik projelerinde etkin olarak kullanan bir ülke olarak göze çarpmaktadır. Son 10 yılda çok sayıda modern savunma sistemi üretim ve tedarik projesini hayata geçiren Avustralya, savunma bakanlığına bağlı olan Defence Science and Technology Organisation (DSTO; Savunma Bilim ve Teknoloji Kurumu) aracılığı ile, STT çevrimini modern ve kompleks sistemlerin hareket planlama, konsept oluşturma, tedarik öncesi test ve değerlendirme süreçlerinde kullanmıştır.

Söz konusu projede, DSTO bünyesinde, ihtiyaç makamı Avustralya Kraliyet Hava

Kuvvetleri (Royal Australian Air Force; RAAF) ve sanayiden proje gruplarının bir araya gelmesi ile oluşturulmuş bir STT Çalışma Grubu, ihaleye katılan üç aday firmanın tekliflerini yaklaşık 2.5 yıl boyunca simülasyon ortamında teste tabi tutmuş; önerilen sistemlerin, proje isterlerini nasıl ve hangi şartlar altında karşıladığını ölçmüştür. Modelleme ve simülasyon teknolojilerinin yoğun bir şekilde kullanıldığı bu test ve değerlendirme sürecinde, her üç aday sistem, çeşitli farklı operasyonel senaryolarda ayrı ayrı denenmiş, etkinlikleri ölçülerek kaydedilmiş ve ayrıntılı raporlarla performansları belgelenmiştir. Simülasyonlarda yüksek hassasiyetin (fidelity) sağlanması, yinelenebilir, spiral mimari ile modellenmiş bir yapı ile sağlanmıştır. Bu sürecin bir başka getirisi, Avustralya Savunma Bakanlığı'nın normal koşullar altında firmalardan ulaşamayacağı bilgi ve



Şekil 5: Avustralya Hava Kuvvetleri WedgeTail HEİK Uçağı

donelere, yüksek hassasiyete ulaşmış simülasyon mimarisi sayesinde kendisinin ulaşmış olmasıdır.

Başlangıçta tedarik edilecek sistemin seçimi amacı ile yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen know how sayesinde DSTO, WedgeTail HEİK sisteminin işletme ve idamesinde kullanılmak üzere Wedegtail Capability Modelling Environment (WCME) adı verilen bir simülasyon ortamı inşa etmiş ve hizmete girecek olan sistemin üreticisi firmanın sunduğu sistemlerin operasyonel analiz çalışmalarına başlamıştır. Bu sayede tedarik öncesi test ve değerlendirme amaçlı kullanılan STT altyapısı, ömür boyu destek ve operasyonel analiz çalışmalar için bir altlık teşkil etmiştir.

WCME simülasyon ortamı, sistemler hizmete girdikten sonra, gözetleme, erken ihbar, hava savunma, filo kontrolü ve lojistik destek amaçlarına yönelik hareket planlama ve görev destek simülasyonlarında da kullanılacaktır.

WedgeTail Projesi geneli ve WCME özelinde kurumsal bir STT tecrübesi ve altyapısı kazanan DSTO, Avustralya'nın Tiger taarruz helikopteri, AWD Hobart hava savunma destroyeri, Canberra LHD amfibi taarruz gemisi tedarik projelerinde de STT yaklaşım ve

tecrübesini kullanmaktadır.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Savunma sistemlerinin giderek daha karmaşık teknolojiler içermesi tedarik, işletme ve idame maliyetlerinin yükselmesi sonucunu doğurmuştur. Soğuk Savaş sonrası daralan savunma bütçeleri ve değişen tehdit koşulları, tedarik planlama ve icrasında maliyet – etkin yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Gelişen teknoloji ve artan işlevci kapasitesine paralel olarak ağırlığı artan modelleme ve simülasyon teknolojileri, bu açıdan bir kuvvet çarpanı görevi görmektedir. Simülasyon Tabanlı Tedarik yaklaşımı, bu gelişmenin bir ürünüdür.

Simülasyon Tabanlı Tedarik sadece yenilikçi bir teknoloji ya da kavramlar bütünü değil, bir kurumsal kültür ve vizyon yansımasıdır. Bu yaklaşım her şeyden önce, tedarik makamı, kullanıcı, sanayi ve bilimsel kurum ve kuruluşların uyum ve eşgüdüm içinde hareket etmesini zorunlu kılmaktadır.

Modern savaş uzayı (battlespace) ortamında ulusal menfaatleri koruyacak bir savunma gücünü kurmak ve idame ettirmek için, bu ortamın gerektirdiği yenilikçi ve vizyoner yaklaşımların hayata geçirilmesi, yaşamsal önemi haizdir.

KAYNAKLAR

- 1) US. Department of Defense, Office of Force Transformation (2005), "The Implementation of Network Centric Warfare", pp. 3 - 20
- 2) Alberts, D., Hayes, R., (2005), "Power to the Edge", pp. 91
- 3) Gray, C. (2005), "Another Bloody Century – Future Warfare", pp. 143
- 4) Anderson, R. (2004), "Physical Vulnerabilities of Critical US Information Systems", Information Assurance: Trends in Vulnerabilities, Threats and Technologies, pp. 33
- 5) Conwin, K., Thomen, D. (2000), "Simulation Based Acquisition: An Overarching View", Simulation Interoperability Workshop
- 6) Kiper, T. (2005), "Simülasyon Tabanlı Tedarik Yöntemi", USMOS 2005, pp. 167 – 175

Arda MEVLÜTOĞLU

1980 yılında Çorum'da doğdu. 2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Uzay Mühendisliği Bölümü'nden ikincilik derecesi ile mezun oldu. 2004 – 2008 yılları arasında KaleTRON A.Ş.'de sırayla Sistem Mühendisi ve İş Geliştirme Mühendisi olarak çalıştı. 2008 yılından bu yana infoTRON A.Ş.'de Modelleme ve Simülasyon Uzman Yazılım Mühendisi olarak çalışmaktadır. Makina Mühendisleri Odası Uçak Havaçılık ve Uzay Mühendisliği Meslek Dalı Komisyonu Yönetim Kurulu Üyesidir. İlgi alanları Modelleme ve Simülasyon Teknolojileri, Simülasyon Tabanlı Tedarik, Ağ Merkezli Muharebe, savunma tedarik programları ve askeri tarihtir. İngilizce ve Almanca bilmektedir.

