

## Bileşen Tabanlı Yazılım Ürün Hattı Geliştirmeye Yönelik Alan Mühendisliği Çalışmaları

Evrım Kahraman<sup>1</sup> Tolga İpek<sup>2</sup> Barış İyidir<sup>3</sup> Cüneyt F. Bazlamaççı<sup>4</sup> Semih Bilgen<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> ASELSAN SST Yazılım Mühendisliği Müdürlüğü

<sup>4,5</sup> Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, ODTÜ

<sup>1</sup> e-posta: ekahraman@aselsan.com.tr <sup>2</sup> e-posta: tipek@aselsan.com.tr <sup>3</sup> e-posta: biyidir@aselsan.com.tr  
<sup>4</sup> e-posta: cuneytb@metu.edu.tr <sup>5</sup> e-posta: bilgen@metu.edu.tr

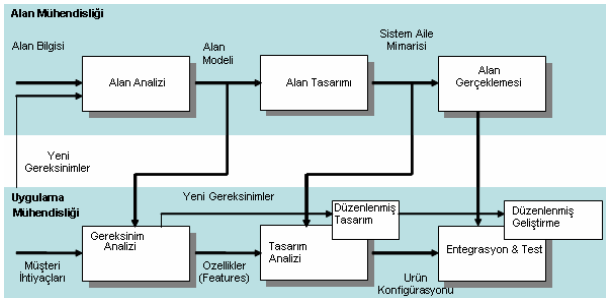
### Özetçe

Bu bildiri, ASELSAN A.Ş. Savunma ve Sistem Teknolojileri (SST) Grubunun, birbiri ile benzer fonksiyonel yeteneklere sahip silah sistemi projeleri için ortaya konulan bileşen tabanlı yazılım ürün hattı hedefine yönelik olarak gerçekleştirilen alan mühendisliği çalışmaları anlatılacaktır. Bu hedefe yönelik olarak gerçekleştirilen, özellik modellemeye dayalı alan analizi çalışmaları, alan analizinden referans mimariye geçiş ve referans mimari bileşenlerinin belirlenme kriterleri hakkında bilgi verecektir.

### 1. Giriş

Birçok mühendislik disiplininde sistemler diğer sistemlerde kullanılmakta olan yapıtaşlarının bir araya getirilmesiyle tasarlanır. Yazılım mühendisliği orijinal geliştirmeye daha çok odaklansa da, kısa zaman içerisinde ve düşük maliyetle iyi bir yazılım ürünü ortaya çıkarmak, yazılımın yeniden kullanımını sistematik olarak benimseyen bir tasarım yaklaşımıyla mümkündür.

Ortak ve kullanılabilir bir takım özellikleri paylaşan, belirli bir pazar kesiminin veya benzeri misyonun ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde, daha önceden tanımlanmış yollarla geliştirilmiş olan ortak varlıkları kullanmayı hedefleyen “Yazılım Ürün Hattı” süreci “Alan Mühendisliği” ve “Uygulama Mühendisliği” ana akışlarından oluşmaktadır.[1] “Alan Mühendisliği”nin amacı tekrar kullanılabilir varlıkların gerçekleştirilmesi iken, “Uygulama Mühendisliği” bu varlıklardan özel ürünlerin oluşturulduğu aşamadır. Yazılım Ürün Hattı ana adımları ve çıktıları aşağıdaki şekilde yer almaktadır.



Şekil 1 – Yazılım Ürün Hattı Yaklaşımı [2]

Alan mühendisliği sürecinin çıktıları bileşenler, özellik modelleri, analiz ve tasarım modelleri, mimariler, yapılar, iskeletler, alan-özel diller, üretim planları ve üreteçlerdir.

Literatürde, ürün hattı alan mühendisliği fazı için uygulanabilecek pek çok yöntem önerisi bulunmaktadır.[3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14] Bu yöntemlerin temel yapıtaşları nesne yönelimli modelleme, özellik modelleme, kullanım durumları olabilmekle beraber bu yapıtaşlarının birlikte kullanılmasına dayanan yöntemlerde mevcuttur.

ASELSAN SST Grubu Silah Sistemleri projeleri için, özellik modellemeye (*feature modeling*) dayalı yaklaşım benimsenmiş, daha sonra bu yaklaşım uyarınca alan analizi gerçekleştirilmiştir.

“Bileşen Tabanlı Yazılım Geliştirme” [15][16][17][18][19][20] çalışma zamanında tekrar kullanılabilen, bağımsız olarak planlanan, geliştirilen, yayınlanan, düzenlenen vb. taşınabilir yazılım yapı taşlarını (artifacts) ve bloklarını oluşturmayı ve bu yapıtaşlarını bir araya getirerek yazılım uygulamalarını en hızlı şekilde oluşturmayı hedefleyen bir yaklaşımdır.

“Bileşen Tabanlı Yazılım Geliştirme” yaklaşımında 2 temel süreç vardır: yeniden kullanım amaçlı bileşen oluşturma ve hazır bileşenlerden ürün oluşturma. Ürün hattı yaklaşımında da benzer şekilde “Alan Mühendisliği” aşamasında oluşturulan temel varlıkların “Uygulama Mühendisliği” aşamasında kullanılması hedeflenmektedir. “Bileşen Tabanlı Yazılım Ürün Hattı Geliştirme” ile ürün hattı alan mühendisliği aşamasında ürün ailesi için referans mimarinin ve ortak kullanılacak mimari uyumlu bileşenlerin oluşturulması, uygulama mühendisliği aşamasında da bu bileşenlerden ürün ailesi bireylerinin oluşturulması düşünülmüş ve ASELSAN SST Grubu bünyesinde yürütülecek çalışma bu eksende sürdürülmüştür.

Bu bildiri, özellik modellemeye dayalı alan analizi çalışmaları ve sonrasında gerçekleştirilen bileşen tabanlı alan tasarımı çalışmaları anlatılacaktır.

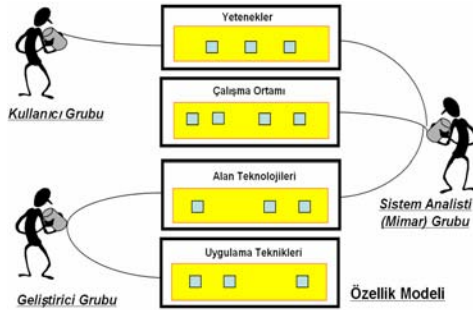
## 2. Silah Sistemleri için Alan Mühendisliği

Silah sistemleri alanı, makineli tüfekten, güdümlü füze sistemlerine kadar birçok ürün çeşidini içinde barındıran bir alandır. Bu çalışma kapsamında ASELSAN SST grubunun ilgi alanı göz önüne alınarak atış kontrol yazılımı içeren sistemlere odaklanılmıştır. Atış kontrol sistemleri birçok algılayıcıdan gelen verileri işleyerek, en doğru zamanda en doğru atışı yapabilmek için gerekli işlemleri yapan sistemlerdir. Bu sistemlerin amacı atılan mühimmatın (mermi, füze, top, vb.) hedefi vurma olasılığını artırmaktır. Bu işlemler otomatik hale getirilerek kullanıcı tarafından yapılabilecek hatalar en alt düzeye indirilmeye çalışılmaktadır.

Alan mühendisliği analiz ve tasarım olarak temel iki aşama içerir. Bu bölümde, Silah Sistemleri için Alan Analizi ve Alan Tasarımı fazları için benimsenen yaklaşımlar ve elde edilen çıktılardan bahsedilecektir.

### 2.1. Silah Sistemleri için Alan Analizi

Alan analizi metodu olarak, alanda yer alan uygulamalar arasındaki ortaklık ve farklılıkları “özellikler” cinsinden arayıp belirleyen ve bu analiz sonuçlarını alan mimarileri ve bileşenleri geliştirmek için kullanan sistematik bir metod olarak ön plana çıkan FORM[10] yaklaşımı benimsenmiştir. FORM metodu, “özellik” analizi tabanlı FODA[3] metodunu referans almakla beraber, özelliklerin “Yetenekler”, “Çalışma Ortamı”, “Alan Teknolojileri” ve “Uygulama Teknikleri” olarak dört kategoride / katmanda ele alınmasını önermektedir. FORM metodunda yer alan katmanlar ve bu katmanlarla ilişkili roller aşağıdaki şekilde yer almaktadır.



Şekil 2 - FORM Özellik Modeli

ASELSAN SST Grubu Silah Sistemleri alanı için ilk etapta FORM metodunun Yetenek katmanındaki özelliklerin belirlenmesi planlanmıştır. Alan tasarımı fazına geçiş için “Yetenek” katmanının modellenmesi ve Çalışma Ortamından gelen değişkenliklerin de tasarım fazında ele alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Alan Teknolojileri ve Uygulama Teknolojileri katmanlarındaki özelliklerin, kullanılan teknolojilerin ortak olması nedeniyle değişkenlik göstermeyeceği değerlendirilerek, ileriki aşamalara bırakılmıştır.

Silah sistemleri alanı için yetenek modelinin bir bütün olarak ifade edilebilmesi denenmiş, ancak alanının büyüklüğü nedeniyle bu işlemin oldukça kompleks olduğu görülmüştür.

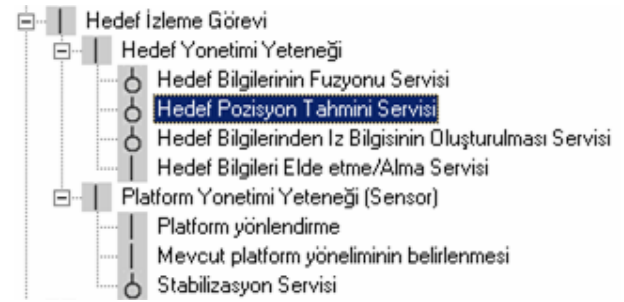
Bu karmaşayı azaltabileceği değerlendirilerek, FC-NET[21][22] çalışmasında olduğu gibi alanın alt alanlara bölünmesi ve her bir alt alanın ayrı ayrı incelenmesi planlanmış, ancak tüm alt alanlar belirlenmeden ve etkileşimleri ortaya konulmadan yapılan bu çalışmanın da başarılı olmadığı görülmüştür. Yetenek modelinin, silah sisteminin birbirinden bağımsız görevlerini çıkararak bu görevlerle ilişkili yetenekleri ve bu yeteneklerle ilgili servisleri belirleyerek daha sağlıklı olarak ortaya konulabileceği değerlendirilmiştir. Terminoloji konusunda netlik sağlayabilmek amacıyla Silah sistemleri alan analizinde kullanılan “Görev”, “Yetenek” ve “Servis” kavramları ile kastedilenler tanımlanmıştır.

“Görev”: “Yetenek”leri kullanarak belirli bir işlevi yerine getirebilen, projeden projeye değişiklik gösterebilen, senaryo işleticileridir. Bir projede tanımlı “Görev”lerin sayısı ve “Görev” senaryoları projeye özel olmakla beraber, bazı “Görev”ler projelerde ortak olabilir. Angajman, atış kontrolü, mühimmat yükleme, hedef izleme (sensör yönlendirme dâhil) “Görev” tanımına örnek olarak gösterilebilir.

“Yetenek”: “Yetenek”ler, “Görev”leri yerine getirmek için alt yapı sağlayan, silah sistemleri alanına göre tanımlanmış işlevselliği (“Servis”) yerine getiren yapılarıdır. “Silah yönetimi” ve “Platform yönetimi” “Yetenek” tanımına örnek olarak gösterilebilir. Yetenekler, verdikleri “Servis” açısından projeler arasında farklılık göstermez.

“Servis”: Bir işlevi yerine getirmek için verilen hizmet tanımıdır. Mantıksal olarak iki grup “Servis” tanımı vardır: “Veri Servisi”, “Komut Servisi”. “Servis” tanımları herhangi bir uygulama içermezler, sadece bir hizmeti almak için gerekli arayüz bilgilerini taşırlar.

Yetenek modelinde atış kontrol sistemine ait görev ve yetenekler gösterilmeye çalışılmış, yeteneklerle ilgili temel servisler örnek olarak verilmiştir; servislerin artırılması ve/veya detaylandırılması mümkündür, ancak analiz kapsamında yeteneklerin tamlığının sağlanmasının yeterli olacağı değerlendirilmiştir. Projeler kapsamında içerik ve sayı olarak değişkenlik gösteren görevlerin de bu aşamada tamamen tespit edilemeyeceği, yeni görev tanımlarının gelmesi durumunda, bu görevlerin gerçekleşmesinde altyapı sağlayan yeteneklerin tamlığının sağlanmasının daha önemli olduğu ve bu sayede yeni görevlerin kolayca yazılımlara eklenebileceği değerlendirilmiştir. Aşağıda örnek bir görev-yetenek-servis analizi yer almaktadır. Hedef İzleme Görevi, Hedef Yönetimi ve Platform Yönetimi yeteneği olmak üzere iki yetenek ile icra edilebilmektedir. Bu yeteneklere ilişkin servisler ilgili yetenek altında zorunlu (■) ve seçimli (○) olarak ayırt edilerek listelenmektedir.



Şekil 3 – Silah Sistemleri Alanından Örnek Bir Görev için Yetenek ve Servisler

Yetenek modelleme çalışmasına paralel olarak kurum içinde daha önce geliştirilmiş yazılımlar incelenerek ve referans mimaride kullanılabilir parçaların analizine yönelik olarak, farklı atış kontrol projelerine ait mevcut yapıtaşları listelenmiştir. Mevcut yazılımların yapıtaşları ile alan analizi sonucu oluşturulan yetenek modeli arasındaki ilişkinin, hem mevcut yapıtaşlarının gelecekteki kullanımına zemin oluşturmasını sağlamak hem de alan analizi aşamasında eksik kalmış olabilecek yeteneklerin ortaya çıkarılmasını sağlamak amacıyla gösterilmesine çalışılmıştır.

## 2.2. Silah Sistemleri Alan Tasarımı

Alan tasarımı, belirlenen alan ve uygulama ailesi için referans mimarinin tasarlanmasını kapsar. [1][2]Referans mimari terimi, ilgili alanda geçerliliği kanıtlanmış çözüm kalıplarını belirtmektedir. Genellikle bu, birtakım işlevlerin soyut düzeyde tanıtımını ve bunların birbirleriyle ve dış dünyayla etkileşimlerini gösteren arayüz tanıtımlarını içerir. Mimari, değişik görünümle gösterilmelidir. Genellikle çok daha somut düzeyde tanımlanan sistem mimarisinden farklı olarak referans mimari, uygulamalar arasındaki değişkenlikleri ifade etmelidir. Tekrar kullanılabilir varlıklar ve uygulamalarda gerçekleştirilecek değişkenlikler belirlenmelidir.

### 2.2.1. Silah Sistemleri Referans Mimarisi

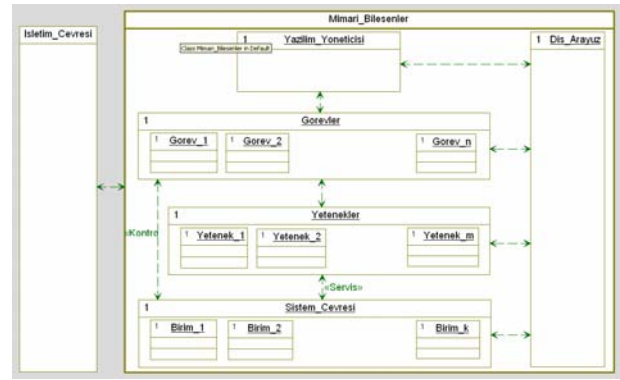
FODA, FORM gibi yöntemler alan analizi çıktısı olan özellikler ile mimari bileşenler arasında bağlantıyı sağlayabilmek için bir takım önerilerde bulunmaktadır. Bir yazılıma sonradan eklenebilecek veya çıkarılabilecek yeteneklerin ayrı bir bileşen olarak tasarlanması yazılımın modülerliğini arttıracığından önemli fayda sağlamaktadır. Ayrıca sürekli beraber kullanılan özelliklerin birlikte paketlenerek bileşen haline getirilmesi de konfigürasyon kontrolünü kolaylaştırması (bileşenlerin uyumluluk kontrolleri) ve yazılım mimarisini basitleştirmesi nedeniyle önerilmektedir.

Silah sistemleri alanının analizi için yapılan çalışmalar sırasında belirlenen görev ve yetenek ayırımının referans mimaride de kendisi göstereceği öngörülmektedir. Silah sistemleri alanındaki projelerde konulan, örneğin 'yönlendirme atış edilememesi' gibi kuralların soyutlanabilmesinin, görevlerin de projelerde ortak kullanılabilirliğini sağlayabileceği görüşü ve görevler arası senkronizasyonu sağlayacak bir yönetici ihtiyacından hareketle yazılım yöneticisi adı verilen bir birim referans mimari modeline eklenmiştir. Silah sistemlerinin yetenekleri yerine getirmek üzere ihtiyaç duyacağı çevre birimlere yönelik arayüzleri içeren sistem çevresi grubu ile haberleşme ve donanım erişimi için temel altyapıları sağlayan işletim çevresi ayrı ayrı gösterilmiştir. Örneğin, kullanılan meteorolojik algılayıcılara yönelik öğeler sistem çevresi içinde yer alırken, bu birimle haberleşmeyi sağlayan 'seri kanal', işletim çevresi içinde ele alınmaktadır. Bu mimari öğeler, daha önce benimsenmiş ve bugüne kadar kullanılagelen kurum içi mimaride de yer almaktaydı. Literatürde başka çalışmalarda da benzer ayırımların yapılmış olması benimsenen bu yaklaşımın yeni yapılan çalışmada da yer alması kararını desteklemiştir.

Silah sistemine veri sağlayan ve çeşitli çıktılara ihtiyaç duyan kullanıcı arayüzü, komuta kontrol arayüzü gibi bir gruba yönelik arayüzlerin ayrıca gruplanmasını sağlamanın yararlı olacağı değerlendirilerek, mimariye buna yönelik bir birim de dış arayüz adıyla eklenmiştir. Bu arayüz ile silah sisteminin birimlerden elde edebileceği pek çok verinin girişi sağlanabilmekte, yeteneklerin yerine getirilmesine yönelik komutlar alınabilmekte ve çıktılar sunulabilmektedir.

Tüm bu değerlendirmeler sonucunda aşağıdaki temel gruplar ortaya çıkmıştır;

- Görevler
- Yetenekler
- Yazılım yöneticisi
- Dış Arayüz
- Sistem Çevresi
- İşletim Çevresi



Şekil 4 – Silah Sistemleri Referans Mimari Modeli

Yapılan literatür araştırmasında gerçek zamanlı gömülü sistemlerde yeniden kullanılabilirlik ve idame ettirilebilirlik dikkate alındığında genel olarak oluşturulan mimarilerde veri ve kontrol ayırımının yapıldığı gözlemlenmiştir. Yazılım ürün hattı çalışmalarında servis yönelimli mimarilerin de önem kazandığı görülmektedir. Servis yönelimli mimari yaklaşımı ile veri-kontrol ayırımına dayalı klasik yaklaşımın birleştirilmesi sonucunda iki yaklaşımın da güçlü olduğu yönlerin kullanılabilirliği düşünülmüştür. Bu kapsamda ortaya konulan referans mimarinin "Servis" ve "Kontrol" ayrımı üzerine yapılması uygun görülmüştür. Bu yaklaşım ile "Sistem Çevresi" ve "Yetenekler" grupları için servis ve kontrol arayüzleri oluşturulmuştur. Servis ve kontrol arayüzlerinde de veri ve komutlar için mantıksal bir ayırım vardır.

Bileşen tabanlı yazılım tasarımının temel özellikleri doğrultusunda, referans mimaride tanımlanan temel bileşenler arasındaki haberleşme ve veri paylaşımı yöntemini tanımlayan 23 adet kural belirlenmiştir. Örneğin bir yetenek grubu bileşeninin yazılım ürününe eklenmesinden diğer yetenek grubu bileşenlerinin etkilenmemesi için yetenek grubu bileşenleri arasındaki ilişki yasaklanmıştır. Bu doğrultuda özellik modelinden bileşenlerin belirlenmesi aşamasında sürekli beraber kullanılan özelliklerin birlikte paketlenerek bileşen haline getirilmesi uygun olduğu değerlendirilmiştir.

##### 2.2.2. Silah Sistemleri Referans Mimari Bileşenleri

ASELSAN SST Grubu silah sistemleri referans mimarisinin bileşenleri belirlenirken mevcut ve gelecek ürün portföyü göz önünde bulundurulmuştur. Sistem çevresi katmanında bulunan servis ve kontrol arayüzleri belirlenirken ASELSAN projelerinde kullanılan birimlerin verdikleri servisler değerlendirilmiş ve buna göre bir gruplama yapılmıştır. Aynı şekilde ASELSAN projelerinde kullanılan birim tiplerinin kontrolleri için de bir ortaklama çalışması yapılmıştır.

Silah sistemleri özellik modeli, FORM metodunda yer alan yetenek (capability) seviyesi özellikleri kapsadığından silah sistemleri referans mimarisinde yer alan görev ve yetenek katmanlarındaki bileşenlerin silah sistemleri özellik modelinde yer alan özellikler ile örtüşeceği varsayılmış olmakla birlikte bileşen belirleme çalışmaları kapsamında bu öngöründen farklılaşmalar gerekebilmiştir. Buna göre birbiri ile etkileşimi yoğun olan yetenekler için tek bir bileşen ile çözümleme tercih edilmiştir.

Yetenek bileşenleri gereksinimlerinin hazırlığında, tüm proje aileleri göz önünde bulundurulmuştur. "Hedef Yönetimi", "Platform Yönetimi" "Araç Yönetimi" bileşenlerin gereksinimlerinin yazılması aşamasında projeler arası ortaklık sağlanabilirken, "Atış Alt Sistemi" bileşeni için değerlendirme bir miktar daha uzun sürmüş, sonuç olarak akıllı (stinger v.b) ve akılsız (top, makineli tüfek) mühimmatlar için ortaklama sağlanabildiği görülmüştür.

Sistem çevresi bileşenlerinin konfigürasyonlarının temel olarak kontrol arayüzlerinden yapılacağı öngörülmüştür. Fakat bileşenin konfigürasyon ihtiyaçlarının kontrol arayüzünden karşılanamaması durumunda bileşeni geliştirme sürecinde değişik yöntemlerin (Constructor, XML, vb.) kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

"İşletim Çevresi"nin yazılımların çalıştığı tüm ortamlar için ayrı bileşen olması gerekli görülmüştür ve işletim çevresi bileşeninden beklenen işlevselliğin ortaklanması için, işletim çevresi gereksinimleri belirlenmiştir. İşletim çevresi arayüzleri de bu gereksinimler doğrultusunda belirlenmiştir.

Yazılım Yöneticisi ve Dış Arayüz katmanlarında yer alacak bileşenler projeden projeye değişkenlik göstereceği için, bu katmanların bileşenlerinin belirlenmesi kapsam dışı tutulmuştur.

Bileşen belirleme işlemi tamamlandıktan sonra belirlenen bileşenlerin silah sistemleri referans mimarisinde alınan kurallar doğrultusunda arayüzleri de tanımlanmıştır.

Silah sistemleri alan analizi aşamasında FORM metodunda verilen dört katmandan sadece bileşenlerin belirlenmesi için gerekli iki katmandaki özellikler belirlenmiştir. Literatürde de yer alan, bileşenler içerisinde değişkenlik yönetiminin bileşenlerin içerisine değişkenlikleri ifade eden parametrelerin eklenmesi yoluyla yapılabileceği şeklindeki değerlendirmelere de dayanarak, değişkenliklerin, özellik modeli kullanılmadan bileşenlerin içerisindeki parametreler ile ifade edilebileceği düşünülmüştür. Bu parametrelerin alacağı değerler, derleme öncesinde veya çalışma zamanında belirlenebilmektedir. Derleme öncesinde bu işlemin yapılması ilgili parametrelerin

kod içerisinde istenilen değerlere eşitlenmesi ile gerçekleştirilebilmektedir. Her proje için ayrı parametre seti olacağı düşünüldüğünde derleme öncesi parametrelerin belirlenmesinin, bileşenin kaynak kodunda değişiklik anlamına gelmesi nedeniyle, parametrelerin açılış esnasında bileşen tarafından bu amaçla oluşturulmuş olan XML tabanlı bir konfigürasyon dosyasından okunarak belirlenmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir. Güvenlik Kritik sistemlerdeki genel yaklaşıma bakıldığında dinamik olarak çalışma parametrelerinin değiştirilmesi sistemin davranışlarının tam olarak test edilememesine neden olması dolayısıyla tercih edilmemektedir. Bu nokta göz önüne alınarak bileşenlerin çalışma parametrelerinin açılışta bir defa okunması ve bu parametreleri kullanmadan önce uygunluk kontrolü yapılması ile derleme öncesi parametre belirleme işlemi ile sağlanan güvenilirliğin elde edilmesi ve çalışma zamanı parametre belirleme işlemi ile sağlanan konfigürasyon kontrolü kolaylığının elde edilmesi hedeflenmiştir. Bir başka deyişle, statik konfigürasyonlarının XML dosyasından bileşen tarafından okunacak, dinamik olarak değişen konfigürasyon parametreleri için ise kontrol arayüzlerine fonksiyonlar tanımlanacaktır.

Kısa vadede hızlı bir çözüm olarak seçilen bu yöntemle birlikte ilerleme kaydedilirken, çalışmanın ileri aşamalarında bileşenler içerisindeki değişkenliklerin yönetimi için bileşenlere özel özellik modeli çıkarılabileceği düşünülmektedir.

##### 2.3. Gelecek Dönem Çalışmaları

Mimarinin tümünü kapsayan bir çalışma ile yapılacak tespitlerin geç olabileceği noktadan hareketle, bütün katmanları içeren bir görevin (örneğin hedef izleme) öncelikle tamamlanarak değerlendirilmesi ve gerçek zamanlılık analizinin yapılması sağlanacaktır. Bu çalışma sırasında yapılan tespitlerin kayıt altına alınması sağlanarak, mimaride gerekli düzenlemeler yapılabilecek veya gelecek dönem için eylem maddeleri çıkarılabilecektir.

### 3. Tartışma ve Sonuç

Geliştirilen referans mimarisi, yakın dönemde sonuçlandırılacak projelerde hızla kullanıma sokulacak, ürün doğrulama geçirme çalışmalarının yanı sıra, referans mimari ile uyumlu olarak tasarlanan yeniden kullanılabilir bileşenlerin sına ve doğrulama çalışmaları sürdürülecektir. Orta erimde elde edilecek hazır bileşen kitaplığı ile uzun erimde, ürün geliştirmede hız ve üretkenlikte ciddi artışların sağlanması beklenmektedir. Bu aşamaların ardından tümüyle yerleşmiş olacak ürün hattında, bir yandan alan mühendisliği çalışmaları, yeni proje ve ürünlerle ilgili olarak gelecek talepler doğrultusunda sürdürülürken, bir yandan da uygulama mühendisliği kapsamında, yüksek nitelik, güvenilirlik ve üretkenlik hedefleriyle uyumlu proje gerçekleştirmeleri sağlanmış olacaktır.

#### 4. Teşekkür

ASELSAN SST Grubu Silah Sistemleri Referans Mimari oluşturma çalışmalarında, katkılarından dolayı ASELSAN SST Grubu Yazılım Mühendisliği personeline teşekkür ederiz.

#### 5. Kaynakça

- [1] Clements, P., Northrop, L. *Software Product Lines: Practice and Patterns*, Addison Wesley (2002)
- [2] Loughran, N. "Software Variability, Generative Programming and Software Product Lines", Presentation at <http://www.comp.lancs.ac.uk/computing/research/mpg/reflection/readinggroup.php>
- [3] Kang, K.C., Cohen, S.G., Hess, J.A., Novak, W.E., Peterson, A.S., Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study, 1990
- [4] Holibaugh, R., "Joint Integrated Avionics Working Group (JIAWG) Object-Oriented Domain Analysis Method (JODA)" November 1993
- [5] Carnegie Mellon Yazılım Mühendisliği Enstitüsü (SEI) Web Sitesi, Organization Domain Modeling, "[http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/odm\\_body.html](http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/odm_body.html)", 2007
- [6] STARS, "STARS Conceptual Framework for Reuse Processes (CFRP), Vol. I: Definition, Version 3.0." Unisys (Lockheed Martin) STARS Technical Report STARS-VC-A018/001/00, STARS Technology Center, Arlington VA, October 1993
- [7] Reenskaug, T., "Working with objects The OOram Software Engineering Method", 2001
- [8] Griss M., Favaro J., d'Alessandro M., Integrating Feature Modelling with RSEB, Proceedings of Fifth International Conference on Software Reuse, Victoria, B.C., 1998
- [9] Frakes, W., Prieto-Diaz, R., Fox C., [DARE: Domain analysis and reuse environment](#), 1998
- [10] Kang, K.C., Kim, S., Lee, J., Kim, K., Kim, G.J., Shin, E., FORM: A Feature-Oriented Reuse Method with Domain-Specific Reference Architectures, 1990
- [11] Bayer, J., Flege, O., Knauber, P., Laqua, R., Muthig, D., Schmidt, K., Widen, T., PuLSE: A Methodology to Develop Software Product Lines
- [12] Atkinson, C., Bayer, J., Muthig, D., Component-Based Product Line Development: The KobrA Approach
- [13] Gomaa, H., Designing Software Product Lines with UML: From Use Cases to Pattern-Based Software Architectures, 2004
- [14] Ajila, S.A., Tierney, P.J., "The FOOM Method – Modeling Software Product Lines in Industrial Settings"
- [15] Robert Slagter, Henri ter Hofte, Frank Biemans, Margit Biemans, Hans Kruse, Component groupware: [The Coops reference architecture](#)
- [16] Nenad Medvidovic Sam Malek Marija Mikic-Rakic, [Software Architectures and Embedded Systems](#), Computer Science Department University of Southern California
- [17] Mark Collins-Cope, Ratio Group Ltd, [Component Based Development and Advanced OO Design](#), 2001
- [18] Ivica Crnkovic, [Component-based Software Engineering – New Challenges in Software Development](#), *Information Technology Interfaces*, 2003
- [19] Ivica Crnkovic, [Component-based approach for embedded systems](#), *Ninth International Workshop on Component-Oriented Software Design*, 2004
- [20] Kuljit Kaur, Parminder Kaur, Jaspreet Bedi, and Hardeep Singh, "Towards a Suitable and Systematic Approach for Component Based Software Development", *Proceedings of World Academy Of Science, Engineering And Technology Volume 21 May 2007 Issn 1307-6884*
- [21] Morrison, M., Sherrill, J., O'Guin, R., Butler, D.A., "A Fire Control Architecture for Future Combat Systems", *Crosstalk - The Journal of Defense Software Engineering*, pp. 9-14, 2003.
- [22] Sherrill, J., O'Guin, R., Butler, D.A., "Fire Control-Node Engagement Technology (FC-NET) - A Distributed Technical Fire Control Software Architecture", Presentation at <http://www.sstc-online.org/Proceedings/2005/PDFFiles/DAB10131.pdf>