# Yazılım Ürün Hatları için Otomatik İşlevsel Büyüklük Ölçümü Yaklaşımı

Önder Eren[1], Barış Özkan[2] ve Onur Demirörs[3]

[1] ASELSAN A.Ş Savunma Sistem Teknolojileri Grubu, Ankara
[2] Bilişim Sistemleri Mühendisliği, Atılım Üniversitesi, Ankara
[3] Enformatik Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

[1]oeren@aselsan.com.tr, [2]baris.ozkan@atilim.edu.tr,
[3]demirors@metu.edu.tr

**Öz.** Yazılım büyüklük ölçümünü doğru yapmak, düşük maliyetli gömülü sistemler geliştirmek için çok önemlidir. Ancak; yazılım büyüklük ölçümü çok yakın zamana kadar büyük çoğunlukla manuel, zaman harcayan ve hataya açık bir süreç olmuştur. Bu zaman ve para kaybıyla sonuçlanabilir. Bu sürecin otomatize edilmesi yazılım geliştiren şirketlerde projenin kalitesini ve bütçe planlamasını iyileştirmek için bir zorunluluktur. Bu çalışmada bileşen tabanlı yazılım ürün hatlarında gerekli olan bilgiyi UML diyagramlarından alarak işlevsel büyüklüğü hızlı ve yaklaşık bir şekilde ölçebilmek için bir otomasyon yaklaşımı önerilmektedir. Çalışmada yazılım işlevsel büyüklüğü yaklaşımı için bileşen tabanlı yazılım ürün hatları ortamlarında kullanılan UML modelleri esas alınmış, COSMIC işlevsel büyüklük yönteminde önerilen işlevsellik öğeleri ile UML modelleri öğeleri arasında eşleştirme yapılmıştır. Yapılan bir durum çalışmasıyla, arayüz tabanlı tasarım ile hazırlanmış bileşen tabanlı ürün hattında manuel olarak ölçülen işlevsel büyüklüğün tahmin edilebildiği gösterilmiştir. Bu çalışma tamamlandığında, yazılım işlevsel büyüklük ölçümü için gerekli olan zaman ve iş gücünün azaltılması, ölçümün doğruluğunun artırılması ve geriye dönük işlevsel büyüklük hesaplamaları mümkün olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** İşlevsel Büyüklük Ölçümü, Yazılım Ürün Hattı, Arayüz Tabanlı Tasarım

## 1 Giriş

Ölçme bilimin başlangıç noktası ve mühendisliğin en temel parçası olduğundan dolayı bir projenin bitirilebilmesi için öngörüde bulunabilmeye yardımcı olmaktadır. Yazılım büyüklük ölçümü kestirimi projenin tamamlanabilmesi için gerekli kaynakların belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Proje yöneticileri yazılım yönetimi ve planlama yapabilmek için yazılımın tahmini büyüklüğünü mümkün

olduğu kadar hızlı ve yaklaşık bir şekilde bilmelidir[1]. Yazılım ürün hatları, değişen müşteri isteklerine daha hızlı cevap verebilmek, daha önce yapılan işi tekrar yapmamak ve projeyi taahhüt edilen sürede tamamlamak için büyük ve yazılım odaklı projelerde kullanılır[2]. Yazılım büyüklüğü ölçümü bazı yazılım firmalarında göz ardı edildiği için yazılım projeleri genel olarak ya zamanında tamamlanamamakta veya projenin başlangıcında belirlenen maliyet aşılmaktadır[3]. Yazılım büyüklük ölçümünün göz ardı edilme nedeni bu yöntemlerin otomatize edilmemesi nedeniyle zaman alıcı olması ve deneyim gerektirmesidir[4].

Bileşen tabanlı yazılım ürün hattı yaklaşımında bileşen havuzu oluşturularak bileşenlerin tekrar kullanılabilmesi amaçlanır[5]. Yazılım ürün hattı yaklaşımında genel olarak UML (Unified Modeling Language) tabanlı yazılım geliştirme araçları kullanılır[6]. Model güdümlü yazılım geliştirme araçları platform bağımsızlığı ve görsel bir kompozisyon sağladığı için günümüzde yaygın olarak tercih edilir[7]. UML araçları özellikle arayüz tabanlı tasarıma elverişli olması sebebiyle yazılım ürün hattında bulunan bileşenlerin soyutlanması ve farklı projelerde tekrar kullanılmasında kolaylık sağlar. Arayüz tabanlı bileşen tasarımında bileşenlerde kullanılacak arayüzler bileşen yazılmadan önce belirlenmiş olduğundan yazılım büyüklük ölçümü her bir bileşen için otomatik hale getirilerek yazılım süreci başlamadan bileşenin büyüklüğünün hesaplanması ve dolayısı ile proje yönetimi sürecinin kolaylaştırılması mümkün olmaktadır. Bu çalışmada arayüz tabanlı ürün hatları için UML diyagramları kullanılarak bu sürecin otomatize edilmesi ve bu sayede ölçümün daha hızlı yapılması ve ölçümü yapan kişinin deneyiminden bağımsızlığının sağlanarak objektif bir bakış açısı elde edilmesi hedeflenmektedir. Günümüzde yaygın olarak kabul görmüş olan COSMIC yazılım büyüklük ölçüm yöntemi temel alınarak bu yöntemin arayüz tabanlı ürün hattı tasarımlarında otomatize edilmesi amaçlanmaktadır. COSMIC yöntemi ile UML araçları kullanılarak yapılan arayüz tabanlı ürün hattı tasarımları arasında bir ilişki kurulması ve bu ilişkiden otomatik büyüklük ölçümü yapılması halinde yazılım büyüklük ölçümünde harcanan iş gücünün azaltılması ve tahminin doğruluğunun artırılması düşünülmektedir.

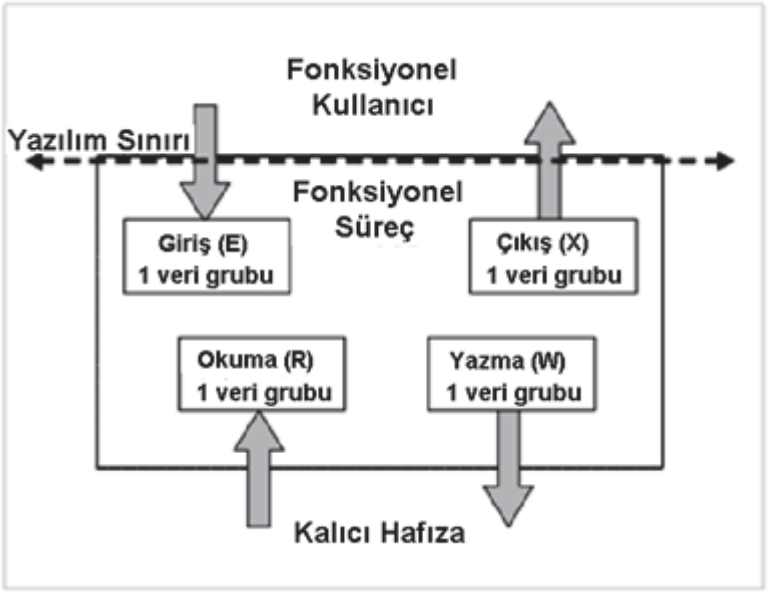
## 2 UML Modelleri ile İşlevsel Büyüklük Ölçümü

### COSMIC İşlevsel Büyüklük Ölçüm Metodu

COSMIC metodu yaygın şekilde kullanılan ve diğer yazılım büyüklük ölçüm metotlarının platform bağımlılığı, kodlayan kişiye bağımlılık vb. zayıf yönlerini barındırmayan güncel ve yenilenmiş bir işlevsel büyüklük metodudur[8]. COSMIC yönteminde sistem sınırlarından giren her giriş ve sistem sınırlarından çıkan her çıkış 1 fonksiyon puanı alır ayrıca veri tabanına giriş ve veri tabanından çıkışlar da 1 ‘er puan olarak hesaplanır. Şekil 1’de COSMIC yönteminde işlevsel büyüklük ölçümünde rol oynayan işlemler gösterilmiştir

- Giriş (E) bir veri grubunun fonksiyonel kullanıcıdan yazılım sınırlarından geçerek fonksiyonel süreçte kullanılacağı yere taşınması işlemidir.

- Çıkış (X) bir veri grubunun fonksiyonel süreçten yazılım sınırlarından geçerek fonksiyonel kullanıcıya taşınması işlemidir.




*Şekil 1 - Veri Hareket Tipleri*

- Okuma (R) bir veri grubunun kalıcı bellekten fonksiyonel süreçte kullanılacağı yere taşınması işlemidir.
- Yazma (W) bir veri grubunun fonksiyonel süreçten kalıcı belleğe taşınması işlemidir.

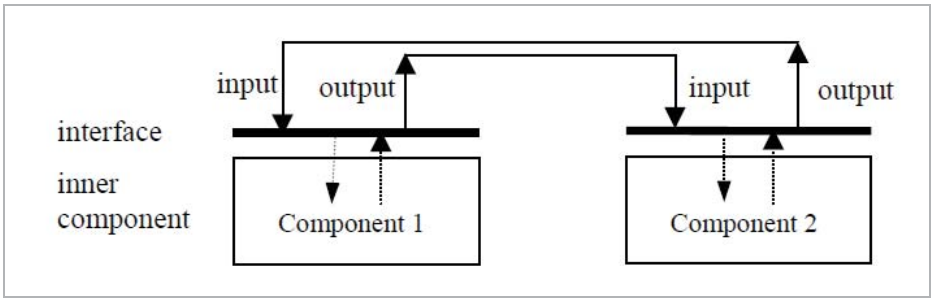
Toplam fonksiyon puanı her bir okuma, yazma, giriş ve çıkışların sayılarının toplamları toplanarak hesaplanır.

**Ürün Hattında Arayüz Tabanlı Tasarım**

Arayüz tabanlı tasarım, sağlayıcı ve kullanıcı bileşenler arasında arayüzler esas alınarak hazırlanan bir yazılım mimarisidir[9]. Bu tasarım nesne tabanlı yazılım mimarisi sınırları içerisinde kalarak bileşen tabanlı ürün hattı ile uyum içinde çalışması amacı ile yapılmıştır[10]. Ara yüz tabanlı tasarım UML tasarım kavramı ile de uyumludur. Bu metot sayesinde bileşenler Şekil 2'deki gibi belirli arayüzelere uygun olarak ortak bir amacı gerçekleştirmek üzere uyum içinde çalışan çevreden soyutlanmış kutular olarak tasarlanır[11].

Arayüz tabanlı tasarımda, bileşenin kullanıcısı önceden belirlenmiş arayüze uygun olarak bileşene istediği girdileri vererek, bileşen tarafından verilen çıktıları kullanabilmektedir.[9]. Kullanıcı bileşen sınırları içerisindeki işlemlerle

ilgilenmediğinden, bileşenler bir kere test edilerek onaylandıktan sonra sorunsuz olarak herhangi bir yazılıma entegre edilebilmektedir.[11].




*Şekil 2 - Bileşen Etkileşimi*

**Arayüz Tabanlı Tasarım ile COSMIC Yönteminin Birleştirilerek Otomatize Büyüklük Ölçüm Metodu Uygulama**

Ürün hatlarında yapılan arayüz tabanlı tasarımlarda arayüzler bileşeni kodlamadan önce belirlenmiş olduğundan yazılımın girdi ve çıktıları büyük oranda belirlidir. COSMIC metodu ile uyumlu olarak düşünüldüğünde bir bileşenin arayüzündeki eleman sayısı bileşenin büyüklüğü ile alakalı olmalıdır. Bu çalışmada bir ürün hattı bileşeninin sağlanmış ve gereksinilmiş arayüzlerini inceleyerek ve COSMIC yöntemi temel alınarak otomatize ve hızlı bir büyüklük tahmini yapılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar COSMIC yöntemiyle manuel olarak bulunan sonuçlar ile karşılaştırılmış ve bir ilgileşim bulunmaya çalışılmıştır. Bu analizden elde edilecek sonuç hazırlanan otomatize yöntemin ürün hattındaki arayüz tabanlı tasarımlarda büyüklük ölçümünün COSMIC bazında anlamlı sonuç çıkarıp çıkarmadığı açıklığa kavuşacaktır.

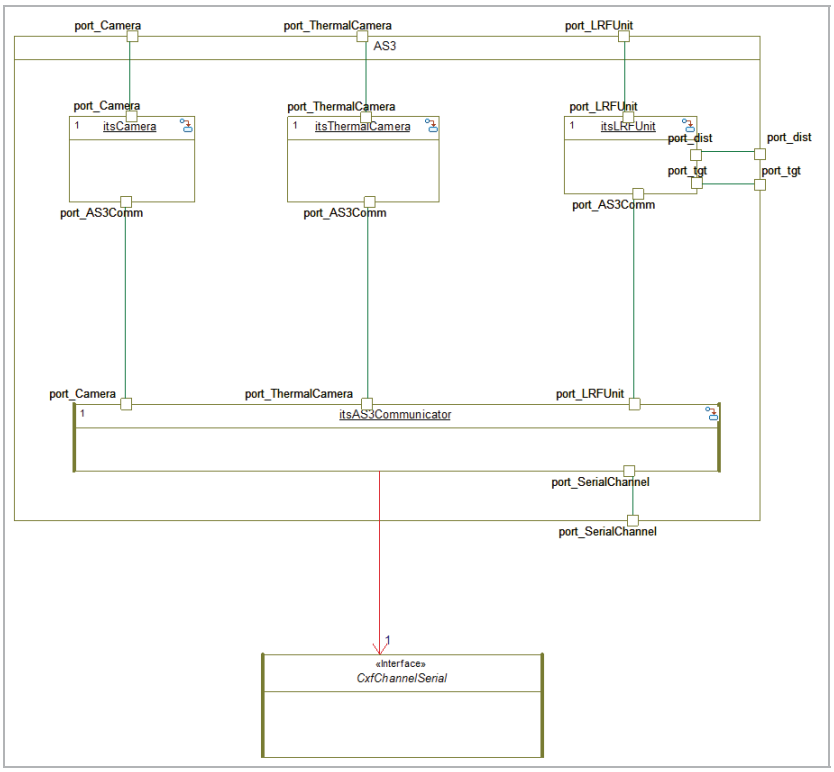
*Tablo 1- UML COSMIC İlişkisi*

| COSMIC Kavramı | UML Karşılığı | UML Elemanı |
|---|---|---|
| Yazılım Sınırı | Bileşen Diyagramı | Bileşenin sınırları |
| Fonksiyonel Kullanıcı | Kullanım Durumu Diyagramı ve Bileşen Diyagramı | Sisteme direkt olarak bağlanan harici bileşenler |
| Tetikleyen Olay | Bileşen Diyagramı | Harici bileşen tarafından gelen tetikleyici olaylar |
| Kalıcı Veri Grubu | Bileşen Diyagramı ve Sınıf Diyagramı | Sınıf |

| | | |
|---|---|---|
| Konuk Veri Grubu | Bileşen Diyagramı | Harici bileşenler tarafından gönderilen fonksiyonlar ve bu fonksiyon içerisindeki argümanlar |
| Süreç | Kullanım Durumu Diyagramı ve Akış Diyagramı | Akış diyagramında gösterilen süreç |
| Giriş Veri Hareketi | Akış Diyagramı | Harici yazılım bileşeninden gelen olay ve fonksiyonlar (Sağlanmış Ara yüz) |
| Çıkış Veri Hareketi | Akış Diyagramı | Harici yazılım bileşeninden gelen olay ve fonksiyonlar (Gereksinim Ara yüzü) |
| Okuma/Yazma Veri Hareketi | Akış Diyagramı | Sınıf içerisinde yer alan kalıcı değişkenler |

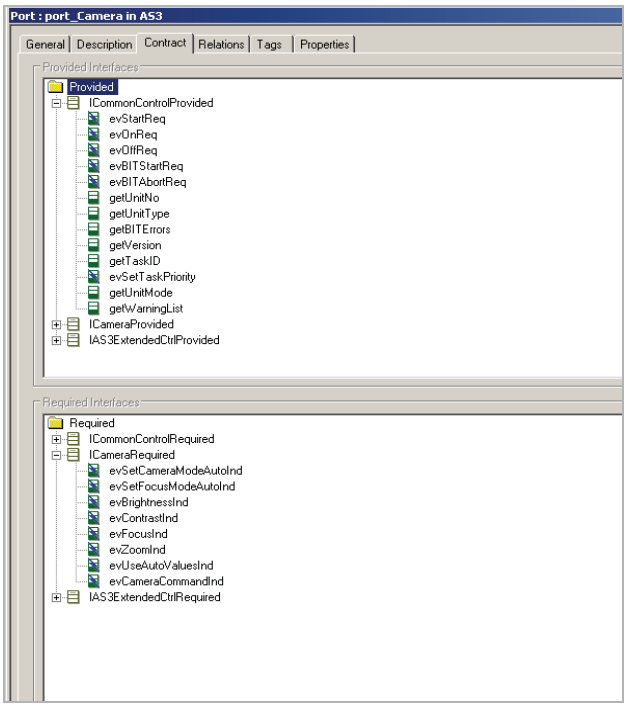
UML COSMIC İlişkisi tablosu göz önüne alındığında UML ve COSMIC metodu birleştirildiğinde arayüz tabanlı tasarım ile hazırlanmış ürün hatlarında bileşenlerin büyüklüğünü hesaplama işlemi otomatize edilebilir. ASELSAN Silah Sistemleri ve Modernizasyonları ekibinin ürün hattında yer alan bileşenler farklı projelerin ihtiyaçlarını karşılamak ve aynı bileşen için tekrar kodlama ve test faaliyeti yürütmemek için hazırlanmıştır. Bir projede kullanılacak birim kodu ürün hattında varsa projeden bu ürün hattına referans verilerek kod ortak havuzdan kullanılır.

Bileşen sınırlarını ve bileşen arayüzlerini daha iyi ifade edebilmek için bir bileşeninin (Bileşen_7) nesne model diyagramı Şekil 3'te gösterilmiştir. Bileşen_7 bir kamera bileşenidir. Bu kamera paket halinde termal, TV ve lazer içermektedir. Bileşen veri haberleşmesini seri kanal aracılığı ile yapmaktadır. Bileşen içerisinde yapılmış tasarıma göre TV, termal ve lazer işlemlerini yürütebilmesi için 3 adet sınıf ve bu sınıfların seri kanaldan veri gönderebilmesi ve alabilmesi için ortak bir haberleşme sınıfı hazırlanmıştır. Bileşen sınırlarında yer alan portlar bileşeni kullanan sınıflar ile haberleşebilmek için gerekli arayüzleri içermektedir. Bileşenin kullanıcısı bileşen sınırları içerisinde yapılan işlerden bağımsız olarak girdilerini bu kanallar üzerinden vererek çıktıları yine bu kanallardan almaktadır.




*Şekil 3 – Bileşen_7'nin Nesne Model Diyagramı*

Kamera bileşeni içerisindeki port Thermal portunda yer alan önceden tanımlanmış arayüz ve bu arayüzlerdeki fonksiyon ve olay elemanları Şekil 4'te gösteriliyor. Bu arayüzler daha önce de belirtildiği gibi önceden hazırlanmış arayüzlerdir. ICommonControlProvided arayüzü her bileşen için ortak olan ve her bileşende o bileşenin başlatılması kapatılması hatalarının iletilmesi vb. işlemlerin üzerinden yürütüldüğü arayüzdür. ICameraProvided arayüzü ise kamera bileşenleri için hazırlanan ve yalnızca bir kameranın sağlaması gereken temel fonksiyon ve olayları barındıran arayüzdür. Kamera bileşeninde tanımlanmamış bir fonksiyon sağlanıyorsa genişletilmiş (extended) bir arayüz eklenerek bu özellikler de dahil edilir.




*Şekil 4 – Bileşen_7'nin Arayüzleri*

# 3 Durum Çalışması

ASELSAN Silah Sistemleri ve Modernizasyonları ekibinde yazılım büyüklük ölçümü genel olarak geçmiş tecrübelerle elde edilen deneysel verilere dayandırılmıştır. Yeni bir bileşen yazılacağında geçmiş veri göz önüne alınarak bir büyüklük tahmini yapılmaktadır. Ürün hattındaki bileşen arayüzleri iyi tanımlanmış olduğundan yeni bir bileşen yazılacağında kullanılacak arayüzler önceden belirlenmiştir. Dolayısı ile arayüzlerde yer alan girdi ve çıktılar yazılım büyüklüğü ile COSMIC bazında ilişkilendirilebilir elemanlar olmaktadır. Bu çalışmada ihtiyaç duyulan veriyi toplamak için ASELSAN Silah Sistemleri ve Modernizasyonları yazılım ürün hattı kullanılmıştır. Ara yüzde bileşen tiplerine göre 15 adet bileşen seçilmiştir. Bileşenlerin isimleri gizlilik nedeni ile verilmeyerek numaralandırılmıştır.

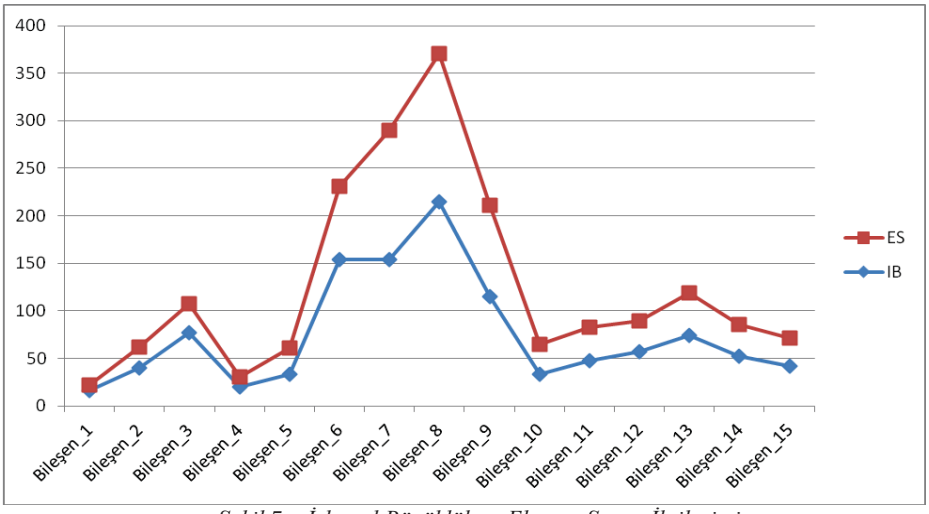
Öncelikle bileşenlerin büyüklüğü el yordamıyla COSMIC işlevsel büyüklük ölçüm metodu ile hesaplanmıştır. Daha sonra ürün hattındaki bileşenlerin arayüzlerindeki eleman sayıları göz önüne alınarak COSMIC ile arayüz elemanlarının sayısı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Tablo 2'de görüldüğü üzere İB kolonu her bir bileşen için el yordamıyla hesaplanan işlevsel büyüklükleri, FS arayüzdeki fonksiyon sayısını OS arayüzdeki olay sayısını ve ES ise arayüzdeki toplam eleman sayısını (FS + OS) göstermektedir. Kullanılan Rhapsody UML aracı için bir eklenti hazırlayarak bu bileşenlerin geçirgen (ing. non-behavioral) portlarından giriş ve çıkışlardaki

fonksiyon ve olayların toplamını bulan bir kod geliştirilmiştir. Burada daha önceden bahsedilen COSMIC kavramlarından yazılım sınırı olarak bu bileşenin sınırlarının alındığı ve giriş ve çıkışlar için de harici bileşen ve yazılımlarla haberleşmek için kullanılan olay ve fonksiyonların kullanıldığı görülebilmektedir.

*Tablo 2 – Ürün Hattı Bileşen Bilgileri*

| Bileşen Numarası | İB | FS | OS | ES |
|---|---|---|---|---|
| Bileşen_1 | 16 | 1 | 5 | 6 |
| Bileşen_2 | 40 | 14 | 8 | 22 |
| Bileşen_3 | 77 | 12 | 18 | 30 |
| Bileşen_4 | 20 | 5 | 5 | 10 |
| Bileşen_5 | 33 | 11 | 17 | 28 |
| Bileşen_6 | 154 | 50 | 27 | 77 |
| Bileşen_7 | 154 | 33 | 103 | 136 |
| Bileşen_8 | 215 | 32 | 124 | 156 |
| Bileşen_9 | 115 | 30 | 66 | 96 |
| Bileşen_10 | 33 | 9 | 23 | 32 |
| Bileşen_11 | 48 | 15 | 20 | 35 |
| Bileşen_12 | 57 | 17 | 15 | 32 |
| Bileşen_13 | 74 | 12 | 33 | 45 |
| Bileşen_14 | 52 | 10 | 24 | 34 |
| Bileşen_15 | 42 | 14 | 15 | 29 |

Şekil 5'te arayüzdeki toplam eleman sayısına göre değişen işlevsel büyüklük grafiği görülmektedir.




*Şekil 5 – İşlevsel Büyüklük ve Eleman Sayısı İlgileşimi*

Bileşenler için işlevsel büyüklük ve fonksiyon ve olay sayıları hesaplandıktan sonra bu bileşenler için arayüzdeki elemanların tip ve sayılarından yola çıkarak işlevsel büyüklüğü tahmin etmek amacıyla Çoklu Lineer Yaklaşım (ing. Multiple Linear Regression) analizi yapılmıştır. Çoklu Lineer Yaklaşım metodu bir değişkeni bağımlı diğer değişkenler bağımsız seçilerek yapıldığından bu yaklaşım yöntemi yapılacak işlevsel büyüklük tahmini için uygun bulunmuştur. Çoklu Lineer Yaklaşım metodu ile yapılan analizler sonucunda Tablo-3'te görüldüğü üzere FS ve OS bağımsız değişkenleri İB ile sırasıyla 0,859 ve 0,879 gibi yüksek bir ilgileşime sahiptirler.

*Tablo 3 - Pearson İlgileşimi*

| | | İB | FS | OS |
|---|---|---|---|---|
| Pearson İlgileşimi | İB | 1,000 | ,859 | ,879 |
| | FS | ,859 | 1,000 | ,609 |
| | OS | ,879 | ,609 | 1,000 |

Tahmini işlevsel büyüklüğün (TİB) arayüzdeki fonksiyon ve olay sayısı ile arasındaki ilişki, çoklu lineer yaklaşım ile elde edilen Tablo-4'teki katsayılara göre aşağıdaki fonksiyon ile ifade edilmektedir.

$$TİB = 3,588 + 2,313 * FS + 0,921 * OS$$

Tablo-4'te görüldüğü gibi FS ve OS bağımsız değişkeleri istatistiksel olarak anlamlıdır (Sig<0.05).

*Tablo 4 - Katsayılar Tablosu*

| | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Model | | B | Std. Error | Beta | t | Sig. |
| 1 | (Constant) | 3,588 | 6,960 | | ,516 | ,616 |
| | FS | 2,313 | ,404 | ,514 | 5,725 | ,000 |
| | OS | ,921 | ,146 | ,566 | 6,297 | ,000 |

Tablo 5'te görüldüğü gibi işlevsel büyüklüğü ölçmekte kullandığımız tahminin istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucu çıkmaktadır. ($F(2,12) = 92.563$, $p<.001$).

*Tablo 5 - ANOVA Analizi*

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 44716,771 | 2 | 22358,385 | 92,563 | ,000[b] |
| | Residual | 2898,562 | 12 | 241,547 | | |
| | Total | 47615,333 | 14 | | | |

Çoklu lineer yaklaşım sonucunda elde edilen Tablo 5'teki model özetine göre işlevsel büyüklüğü tahmin etmekte kullanılan fonksiyonda standart tahmin hatasının %15 olduğu görülmektedir. Tablo 5'te görüldüğü gibi "R Square" değeri 0,939'dur. Bu da işlevsel büyüklüğün değişiminin arayüzdeki elemanlar ile %93 oranında açıklanabildiğini göstermektedir.

*Tablo 6 - Model Özeti*

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ,969[a] | ,939 | ,929 | 15,542 |

ASELSAN Silah Sitemleri ve Modernizasyonları için yukarıda ifade edilen büyüklük tahmini ile elde edilen bileşenlerin tahmini işlevsel büyüklüklerinin hata yüzdeleri Tablo 7'de verilmiştir.

*Tablo 7 - İB ve Tahmini İB Karşılaştırması*

| Bileşen Numarası | İB | Tahmini İB | %Hata |
|---|---|---|---|
| Bileşen_1 | 16 | 11 | 52 |
| Bileşen_2 | 40 | 43 | 8 |
| Bileşen_3 | 77 | 48 | 61 |
| Bileşen_4 | 20 | 20 | 1 |
| Bileşen_5 | 33 | 45 | 26 |
| Bileşen_6 | 154 | 144 | 7 |
| Bileşen_7 | 154 | 175 | 12 |
| Bileşen_8 | 215 | 192 | 12 |
| Bileşen_9 | 115 | 134 | 14 |
| Bileşen_10 | 33 | 46 | 28 |
| Bileşen_11 | 48 | 57 | 15 |
| Bileşen_12 | 57 | 57 | 0 |
| Bileşen_13 | 74 | 62 | 20 |
| Bileşen_14 | 52 | 49 | 7 |
| Bileşen_15 | 42 | 50 | 16 |

## 4 Çalışma Kısıtları

Bu çalışma devam eden bir tez çalışmasına girdi sağlama amacı ile gerçekleştirilmiş bir keşif (ing. explorative) çalışmasıdır. Çalışma arayüz tabanlı tasarım ile hazırlanmış bileşen tabanlı ürün hatlarında yapıldığı için sonuçlar başka mimari tasarımlı ürün hatlarında genelleştirilemeyebilir. Çıkan tahmin fonksiyonu çalışmanın yapıldığı ürün hattına özeldir başka bir ürün hattında aynı katsayılar elde edilemeyebilir. Analiz için kullanılan veri kümesi küçüktür, dolayısı ile istatistiksel analizlerden elde edilen sonuçların gücü kısıtlıdır. Ürün hattında ele alınan bileşen sayısı artırılarak işlevsel büyüklük yaklaşımı daha doğru sonuçlar verebilir.

Başka bir çalışma kısıtı da işlevsel büyüklük ölçümlerinin bu çalışmanın ana yazarı tarafından yapılmış olmasıdır. Birden fazla kişi ile yapılması daha güvenli bir işlevsel büyüklük tahmini elde etmeye yardımcı olacaktır.

## 5 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

COSMIC işlevsel büyüklük ölçüm metodundan elde edilen işlevsel büyüklük arayüz tabanlı tasarımı ile hazırlanmış ürün hatlarındaki bileşenlerin arayüzlerindeki olay ve fonksiyon sayısı ile paralellik göstermektedir. İki bileşenden arayüzünde daha fazla fonksiyon ve olay bulunanın işlevsel büyüklüğünün daha fazla olduğu görülmektedir. Arayüz tabanlı tasarım yapılmış ürün hatlarında yeni bir bileşen hazırlanacağında bileşenin işlevsel büyüklüğü bileşen için önceden bilinen arayüzlere göre hazırlanacağından bileşenlerin işlevsel büyüklükleri önerilen yöntem ile hızlı ve doğruluk payı kabul edilebilir şekilde tahmin edilebilir. Bu şekilde geçmiş tecrübeye dayandırılan işlevsel büyüklük tahminleri bir metoda oturtularak geçmiş tecrübeye dayalı olmaktan çıkarılır. Geçmiş tecrübe ile yapılan tahminlerde hata payı istatistiki olarak %25 ile %30 civarında bulunmaktadır. Tasarım tabanlı arayüzlerde yer alan elemanlara bakılarak yapılan tahminde ise yapılan hatanın mutlak ortalaması %15 olarak bulunmaktadır. Tahminin doğruluğunun artırılması amacıyla UML'den elde edilebilecek başka girdiler araştırılarak işlevsel büyüklüğün tahminindeki doğruluk payının artırılması planlanmaktadır. UML şemaları ile COSMIC işlevsel büyüklük metodu konseptleri arasında hazırlanan ilişkilendirme detaylandırılarak tahmin yerine ölçümün yapılması planlanmaktadır.

## Kaynakça


1. Pressman, R. S. (2001). Software Engineering: A Practicioner's Approach. McGraw Hill. ISBN: 0-07-365578-3
2. Dikel, D., Kane, D., Ornburn, S., Loftus, W. & Wilson, J. (1997). Applying Software Product-Line Architecture.. IEEE Computer, 30, 49-55.
3. Moløkken, K. & Jørgensen, M. (2003). A Review of Surveys on Software Effort Estimation.. ISESE (p./pp. 223-231), : IEEE Computer Society. ISBN: 0-7695-2002-2

4. Verner, J. M. & Tate, G. (1992). A Software Size Model.. IEEE Trans. Software Eng., 18, 265-278.
5. Völter, M. & Groher, I. (2007). Product Line Implementation using Aspect-Oriented and Model-Driven Software Development.. SPLC (p./pp. 233-242), : IEEE Com- puter Society
6. Ziadi, T., H´elou¨et, L. & J´ez´equel, J.-M. (2003). Towards a UML Profile for Software Product Lines.. In F. van der Linden (ed.), PFE (p./pp. 129-139), : Springer. ISBN: 3-540-21941-2
7. Krajnc, A., Hericko, M., Gerlec, C., Goljat, U. & Polancic, G. (2012). Experimental investigation of the quality and productivity of software factories based develop- ment.. Comput. Sci. Inf. Syst., 9, 667-689.
8. COSMIC – Common Software Measurement International Consortium: The COS- MIC Functional Size Measurement Method - version 3.0.1 Measurement Manual (The COSMIC Implementation Guide for ISO/IEC 19761: 2003), May 2009.
9. Jezequel, J.-M. & Meyer, B. (1997). Design by Contract: The Lessons of Ariane. IEEE Computer, 30, 129-130
10. Garion, C. & van der Torre, L. (2005). Design by Contract Deontic Design Lan- guage for Multiagent Systems.. In O. Boissier, J. A. Padget, V. Dignum, G. Lin- demann, E. T. Matson, S. Ossowski, J. S. Sichman & J. V´azquez-Salceda (eds.), AAMAS Workshops (p./pp. 170-182), : Springer. ISBN: 3-540-35173-6.
11. Cheesman, J., Daniels, J. & Szyperski, C. (ed.) (2001). UML Components - A Simple Process for Specifying Component-Based Software. Addison-Wesley, M. Klein, and T. W. Malone, “Programming the Global Brain,” *Commun. ACM*, vol. 55, no. 5, pp. 41–43, May 2012.