

# Alana Özgü Dillerin Nitel Olarak Değerlendirilmesi için bir Çerçeve

Gökhan Kahraman<sup>1</sup> ve Semih Bilgen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aselsan,  
PK. 1, 06172 Yenimahalle, Ankara, Türkiye  
gokhank@aselsan.com.tr

<sup>2</sup> Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü,  
ODTÜ, Ankara  
semih-bilgen@metu.edu.tr

**Özetçe.** Alana özgü diller (AÖDler) kullanımı, yazılım geliştirmede hız, üretkenlik ve nitelik artışına yönelik olarak gittikçe yaygınlaşmaktadır. Ancak hedeflenen iyileştirmelerin ne ölçüde gerçekleştirilebildiği, irdelenmesi gereken önemli bir konudur. Bu bildiri AÖD'lerin Nitel olarak Değerlendirilmesi için bir Çerçeve sunulmuştur (ANDEÇ). ANDEÇ değerlendiricinin bakış açısını belirlemek, değerlendirmenin hedefini anlamak ve değerlendiriciye rehberlik etmek amacıyla temel AÖD kalite karakteristiklerini seçmek için kullanılır. Bu çerçeve, ISO/IEC 25010:2011 standardını, CMMI olgunluk seviyesi belirleme yaklaşımını ve DESMET içinde kullanılan derecelendirme yaklaşımını bakış açısı temelli bir değerlendirme için bir araya getirmektedir. AÖD'lerin kalite karakteristikleri ayrıntılı bir şekilde açıklanarak yeni bir değerlendirme yöntemi önerilmektedir. ANDEÇ'in olgunlaştırılması ve değerlendirilmesi için yapılan iki durum çalışması sunulmaktadır. Bu iki durum çalışmasının sonuçlarına göre paydaşlar ANDEÇ sürecini yararlı bulmuşlardır.

**Anahtar Kelimeler.** Alana Özgü Diller, Kalite Ölçütleri, Nitel Değerlendirme, ISO/IEC 25010, CMMI

## 1 Giriş

Alana Özgü Diller (AÖD'ler) kullanımı, yazılım geliştirmede hız, üretkenlik ve nitelik artışına yönelik olarak gittikçe yaygınlaşmakta, birçok kuruluştaki yazılım üretim hattı altyapısı olarak da AÖD'lerden yararlanıldığı gözlenmektedir. Ancak hedeflenen iyileştirmelerin ne ölçüde gerçekleştirilebildiği, irdelenmesi gereken önemli bir konudur [9]. Gabriel [4] AÖD'in değerlendirilmesi konusunda bir araştırma sunmuş ve dillerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesi konusundaki eksikliği işaret etmiştir.

AÖD'lerin sayısındaki ve karmaşıklığındaki artış sistematik değerlendirme gereğini daha da artırmaktadır [10, 20].

Bu bildiri, AÖD'in başarısı ile ilgili spesifik kalite karakteristiklerinin nasıl belirleneceğine ve bu karakteristiklerin AÖD değerlendirme sürecinde uygulanmasına odaklanmaktadır. Bir AÖD'in başarısını belirleme sürecinde karar vermeye destek olmak için kullanılan hiyerarşik değerlendirme yolları önerilmektedir. AÖD başarısı [1, 2], tanımlı bir amacı yerine getiren karakteristiklerin kümesi olarak ele alınmaktadır.

ANDEÇ, AÖD geliştirme sürecinin çıktısı olan dili değerlendirmenin yanı sıra AÖD geliştiricilerinin ihtiyaç duyduğu kalite karakteristiklerinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Tüm karakteristikleri sağlayan bir AÖD geliştirmek yerine sadece ihtiyaç duyulan kalite karakteristiklerine odaklanmak ihtiyaç duyulan çabayı azaltarak kaliteyi yükseltecektir.

Mevcut araştırmalar AÖD'leri kullanım yönünden değerlendirmekte, arzu edilen ve edilmeyen özelliklerini listelemektedirler. Bu bildiriye yaklaşımları bir çok diğerlerinden [5,6,9,11,13-15,16,21] ayıran özellikler ANDEÇ'nin değerlendirme amacının belirlenmesinden yola çıkması, değerlendiricinin bakış açısını belirlemesi ve sonrasında uluslararası sistem ve yazılım kalite standardı, ISO/IEC 25010:2011 [7] ile uyumlu kalite karakteristiklerine dayalı bir değerlendirme çerçevesi sunmasıdır. Bu çalışmanın amacı AÖD'in paydaşlarının AÖD ile ilgili memnuniyetlerini artırarak hedeflerini karşılayıp karşılamadığını belirlemektir. Karşılaştırmaya ya da paydaşların tüm bakış açılarını birleştirmeye dayalı değerlendirme yapmaktan bu çalışmada özellikle kaçınılmıştır. Çünkü bu çalışmada ayrı ve belki birbirinden farklı bakış açılarının değerlendirmedeki önemi ve ihtiyacı özellikle vurgulanmıştır.

ANDEÇ, yüksek teknolojiye sahip bir savunma sanayi şirketi olan ASELSAN'daki iki farklı yazılım geliştirme bölümünde geliştirilen iki AÖD bağlamında uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Bu durum çalışmaları ve sonuçları da bildiriye sunulmaktadır.

Bu bildiri kapsamında, [1]'de sunulan çalışmaya ek olarak ANDEÇ'in diğer AÖD'ler üzerinde uygulanabilmesi amacıyla, bir internet sayfası hazırlanmıştır [22]. İnternet sayfası aracılığıyla ANDEÇ çeşitli organizasyonlar ve kişilerle paylaşılarak daha fazla ülkeyi kapsayacak bir çalışma başlatılmıştır. Web sitesinde ANDEÇ'in detayları ve amacı anlatılmış, AÖD değerlendirmesinin yapılabilmesi için ANDEÇ'in sunduğu araçlar indirilebilir hale getirilmiş ve gönüllü olarak ANDEÇ'i kullanmak isteyenler için bir anket formu sunulmuştur. Bu web sitesi aracılığı ile ANDEÇ hakkında geri beslemeler alınmaya devam edilmektedir.

Aşağıda 2. Bölümde teorik altyapı ortaya konmuştur. 3. Bölüm ANDEÇ'i tanımlamakta ve AÖD değerlendirme sürecini ana hatlarıyla açıklamaktadır. Durum çalışmaları 4. Bölümde sunulmuştur. ANDEÇ'in anket yoluyla değerlendirilmesi bölüm 5'te özetlenmiştir. 6. Bölümde sonuçlar paylaşılmış ve devam eden ve gelecekte yapılması planlanan çalışmalar anlatılmıştır.

## 2 Teorik Altyapı ve Motivasyon

AÖD'ler için belirli kalite karakteristikleri çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Haugen ve ark. [5] AÖD'leri 3 boyutta (anlatım gücü, saydamlık ve biçimsellik) ele alan yapılandırılmış bir anket çalışmasını anlatmışlardır. Merilinn ve Parsinnen [16] geleneksel ve AÖD yaklaşımlarını deneysel çalışmalarla karşılaştırmışlardır. Kosar ve ark. [14]

genel amaçlı programlama dili ve AÖD kullanılarak geliştirilmiş programların anlaşılabilirlikleri arasındaki farkı bir deneyle raporlamış ve AÖD kullanan programcıların %15 daha başarılı oldukları sonucuna varmışlardır. Hermans ve ark. [6] belirli bir sayıda başarı faktörünü ele almış ve bir anket çalışması ile başarı faktörlerini değerlendirmiştir. Wu ve ark. [21] uygulama geliştirirken AÖD'leri kullanma sırasında harcanan işgücünü nicel olarak belirlemek için bir yaklaşım sunmuştur. İşgücünü sınıflandırdıktan sonra ilişkili metrikleri önermişlerdir. Kolovos ve ark. [13] bir AÖD için temel kalite gereklerini listelemişlerdir. Kahlaoui ve ark. [8] alana özgünlük ve kod üretme kabiliyetini AÖD'ler için önemli gerekler arasında göstermiştir. Gerçek AÖD geliştirme örneklerinden yola çıkan Kelly ve Pohjonen [11] alana özel modelleme (AÖM) dilleri geliştiricilerinin kaçınması gereken en kötü pratikleri tartışmışlardır. Karna ve ark. [9] AÖM çözümünü gerçek bir örnek üzerinde değerlendirmiştir. Yaklaşımlarında, bir AÖM çözümünün üretkenliği ve kullanılabilirliği üzerine yoğunlaşarak ilk olarak AÖM yaratılmasının amacı belirlenmiş, daha sonra kontrollü laboratuvar çalışmaları ile veriler toplamışlardır. McKean ve Sprinkle [17] bir sistemi geliştirirken AÖM ya da başka bir yaklaşımın seçiminde yardımcı olacak ölçütleri incelemişlerdir. Gabriel [4] AÖD'lerin değerlendirilmesi üzerine yaptığı sistematik araştırması ile kullanılabilirlik mühendisliğinin önemini vurgulamıştır. Frank [3] modelleme dilleri tasarlama sürecini desteklemek amacıyla bir AÖD'i değerlendirmek için AÖD'nin gereklerini incelemiştir.

Karşılaştırma tipindeki çalışmalar [9,14,16] AÖD kullanımının diğer yaklaşımlara göre sağladığı avantaj ve dezavantajları ortaya koyarak değerli sonuçlar elde etmişlerdir. Ancak bu çalışmalar tek bir perspektif (örn. kullanılabilirlik, üretkenlik) açısından AÖD'leri değerlendirmektedirler. Bizim çalışmamızda AÖD'ler daha geniş bir perspektiften değerlendirilerek başarının değerlendiricinin hedefleri ile paralel bir şekilde tanımlanması sağlanmıştır.

AÖD'leri oluşturmak ve çalışmak için dil tasarlama sürecinde harcanan işçiliği azaltmayı amaçlayan çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Modelleme araçlarını türeten bu araçlar metaCASE araçları olarak adlandırılır. Bunların en bilinenleri arasında: MetaEdit+, Obeo Designer, GMF gösterilebilir [15]. AÖD geliştirme araçlarının kalitesi elde edilen AÖD'i etkilemektedir. Ancak bu çalışmada sadece dilin başarısına odaklanmak amacıyla karakteristikleri değerlendirirken dili üretmek için kullanılabilen araçlar kapsam dışı bırakılmıştır.

AÖD'lerin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar [5,6,9,11,13-15,16,21] bilgisayar dillerinin değerlendirilmesi ile ilgili literatür temel alınarak oluşturulması açısından bizim çalışmamızla uyumlu bir yaklaşım sunmakla birlikte, bu çalışmaların hiçbirinde değerlendiricinin bakış açısı görünür hale getirilmemiştir. Diğer çalışmalarda belirli teknik konulara odaklanılırken bizim çalışmamızda farklı paydaşların ilgileri doğrultusunda değerlendirme yapılabilmesi amaçlanmıştır.

### **3 AÖD'lerin Nitel olarak Değerlendirilmesi için bir Çerçeve**

#### **3.1 AÖD Kalite Karakteristikleri**

Bu çalışmada ISO/IEC 25010:2011 standardının genel yapısı göz önünde bulundurularak, mümkün olduğunca bu kalite modeli kullanılmaya çalışılmış ve ihtiyaç duyulan

yerlerde değişikliğin nedeni belirtilerek yeniden biçim verilmiştir. ISO/IEC 25010, orijinal kapsamında referans olarak kullanmak yerine değişiklikler eklemeler ve silmeler yapılarak kullanılmıştır. Daha önceki bir çalışmamızda [1, 2], temel karakteristikleri rafine etmiş, AÖD'ler için özelleştirmiş ve bilgisayar dilleri değerlendirme literatürü ile ilişkilendirerek sunmuştuk. O çalışmada elde edilen AÖD kalite karakteristikleri, alt karakteristikler ve tanımları aşağıda verilmiştir.

1. Fonksiyonel yeterlik (Functional Suitability): Bir AÖD'in fonksiyonel yeterliği, uygulama alanının belirlenen ihtiyaçlarını karşılamak için çözüm geliştirirken AÖD'nin destek derecesi ile ilgilidir.
  - (a) Tamlık (Completeness): Alandaki tüm kavramlar ve senaryolar AÖD ile ifade edilebilir.
  - (b) Uygunluk (Appropriateness): AÖD alan içindeki belirli uygulamalar için uygundur. (örn. bir algoritmayı ifade etmek için)
2. Kullanılabilirlik (Usability): Bir AÖD'in kullanılabilirliği, belirli hedeflere ulaşmak için belirli kullanıcılar tarafından kullanılabilme derecesi ile ilgilidir.
  - (a) Anlaşılabilirlik (Comprehensibility): AÖD elemanları anlaşılabilir. (örn. tanımlarını okuduktan sonra AÖD elemanları anlaşılabilir; bu tanımlar ve dokümanlara erişilebilir)
  - (b) Öğrenilebilirlik (Learnability): Dilin kavramları ve sembolleri öğrenilebilir ve hatırlanabilir. (örn. AÖD dil elemanlarının öğrenilmesinin kolay olması, bir program geliştirmeyi öğrenmenin kolay olması, AÖD'in etkili bir dokümantasyona sahip olması)
  - (c) Bir işi tamamlamak için ihtiyaç duyulan aktivite sayısı (Number of activities for task achievement): AÖD'in, kullanıcılarının kabul edilebilir sayıda program geliştirme aktivitesi ile işlerini tamamlaması için yardım etme kabiliyeti vardır.
  - (d) Beğenilme düzeyi, Kullanıcı Algısı (Likeability, user perception): Kullanıcılar AÖD'in kendi ihtiyaçlarına uygun olup olmadığını algılayabilir.
  - (e) Çalıştırılabilirlik (Operability): AÖD'in dili çalıştırmak ve kontrol edebilmek için yardımcı dil elemanları vardır. (örn. dil elemanları kolayca seçilip pratiğe dökülebilir, yapılan işlemler geri alınabilir, düzeltme yöntemlerini açıklayan hata mesajları mevcuttur)
  - (f) Çekicilik (Attractiveness): AÖD iyi görünümlü/çekici sembolere sahiptir. (çekici etkileşim, çekici görünüm)
  - (g) Küçük boyutluluk (Compactness): AÖD, bir programı ifade eden modelin görünümünün küçük boyutlu olması için mekanizmalar sağlar.
3. Güvenilirlik (Reliability): Bir AÖD'in güvenilirliği, güvenilir programlar üretmeye yardım etmek için dilin sahip olduğu bir özelliktir. (model denetleme yeteneği/beklenmeyen bağlantıları önleme)
  - (a) Model denetleme (Model checking): AÖD kullanıcı hata oranlarını azaltır.
  - (b) Doğruluk (Correctness): AÖD doğru elemanları ve aralarındaki doğru bağlantıları içerir. (AÖD elemanları arasında beklenmeyen bağlantılar kurulmasını engeller)
4. İdame edilebilirlik (Maintainability): AÖD'in kolay bakım yapılabilme derecesidir.
  - (a) Değiştirilebilirlik (Modifiability): AÖD, mevcut fonksiyonelliğini azaltmadan farklı ya da yeni bir fonksiyon eklenebilecek şekilde tasarlanmıştır.

- (b) Düşük bağımlılık (Low coupling): AÖD, bir bileşenindeki değişiklik başka bir bileşenini minimum düzeyde etkileyecek ayrı bileşenlerden oluşur.
5. Üretkenlik (Productivity): AÖD'in programlama üretkenliğine verdiği katkının derecesi ile ilgilidir. Kullanıcının belirli hedeflere ulaşmak için harcadığı kaynağın miktarı ile ilişkili bir karakteristiktir.
- (a) Geliştirme zamanı (Development time): Program geliştirme zamanı iyileştirilmiştir.
- (b) İnsan kaynağı miktarı (Amount of human resource): Program geliştirmek için kullanılan insan kaynağında iyileşme sağlanmıştır.
6. Genişletilebilirlik (Extensibility): Kullanıcıların yeni yetenekler ekleyebilmesi için AÖD'in sahip olduğu mekanizmaların derecesidir.
- (a) Kullanıcıların yeni yetenek eklemesi için mekanizmalar (Mechanisms for users to add new features): AÖD kullanıcının yeni yetenekler ekleyebilmesi için mekanizmalara sahiptir.
7. Uyumluluk (Compatibility): AÖD'in alanla ve geliştirme süreci ile uyumlu olma derecesidir.
- (a) Alanla uyumluluk (Compatibility to the domain): AÖD alan ile uyumludur. AÖD alanın diğer elemanları ile çalışma kabiliyetine sahiptir.
- (b) Geliştirme süreci ile uyumluluk (Compatibility to the development process): Modelleri geliştirmek için AÖD kullanmak, AÖD fazları ve rolleri olan bir geliştirme sürecinin parçası olarak kullanıldığına göre, mevcut diğer geliştirme süreçleri ile uyumludur.
8. Anlatım gücü (Expressiveness): Bir problem çözme stratejisinin programa doğal olarak dönüştürülebilme düzeyidir.
- (a) Akıldan programa eşleme (Mind to program mapping): Bir problem çözme stratejisi bir programa kolayca dönüştürülebilir.
- (b) Teklik (Uniqueness): İlgili tüm kavramları ifade etmek için AÖD yalnızca tek bir yol sağlar.
- (c) Dikeylik (Orthogonality): Her AÖD elemanı, alandaki tek bir belirgin kavramı ifade etmek için kullanılır.
- (d) Önemli alan kavramlarına karşılık gelmek (Correspondence to important domain concepts): Dili oluşturan yapılar önemli alan kavramlarına karşılık gelmektedir. AÖD önemli olmayan alan kavramlarını içermemektedir.
- (e) Çelişen elemanlar (Conflicting elements): AÖD çelişen elemanları içermemektedir.
- (f) Doğru soyutlama seviyesi (Right abstraction level): AÖD doğru soyutlama seviyesindedir. İhtiyaç duyulandan daha karmaşık veya detaylı değildir.
9. Yeniden kullanılabilirlik (Reusability): Dili oluşturan yapıların birden fazla dilde kullanılabilir olmasının derecesidir.
- (a) Yeniden kullanılabilirlik (Reusability): AÖD'in sembolleri ya da diğer elemanları birden fazla AÖD'de kullanılabilir, ya da farklı bir dilin öğelerini oluştururken kullanılabilir. (örn. bir dilin tanımını yeni bir dil geliştirirken başlangıç olarak kullanmak)
10. Tümlenebilirlik (Integrability): AÖD'nin diğer dillerle entegrasyon için uygunluk derecesidir.
- (a) Tümlenebilirlik (Integrability): AÖD, geliştirme sürecinde kullanılan diğer dillerle entegre edilebilir. (örn. diğer dillerle tümlenebilirlik.)

## 4 ANDEÇ içinde Değerlendirme Yöntemi

Önerilen değerlendirme çerçevesi AÖD'lerin başarısını, değerlendiricinin hedeflerini de göz önünde bulundurarak uygulanan bir anketle sıralı seviyeler üzerinden nitel bir şekilde değerlendirir. Bu çalışmada CMMI'da [19] kullanılan olgunluk seviyesi belirleme yöntemi ve DESMET [12] içinde geliştirilen yetenek analiz yöntemi referans olarak alınmış, önemli değişiklikler yapılarak başarı seviyesi belirleme stratejisi tanımlanmıştır.

### 4.1 Değerlendirme Bileşenleri ve Yöntem

Değerlendirme, değerlendiricinin hedeflerini göz önüne alarak bir AÖD'in sahip olması gereken karakteristikleri açıklığa kavuşturur. Değerlendirici AÖD başarısını belirlemek için hedeflerini karakteristiklerle eşleştirir.

Değerlendirme bileşenleri aşağıda anlatılmıştır:

- AÖD başarısı: Bir AÖD'in başarısı AÖD'in içinde yer alan ilgili karakteristiklerin kümesidir, bu karakteristiklere sahip olduğunda AÖD için önemli olduğu düşünülen bir hedefe ulaşılır.
- Hedefin ifade edilmesi: Hedefin ifade edilmesi değerlendirmenin amacını tanımlar ve bilgi verici bir bileşendir.
- AÖD karakteristiği: Bir AÖD karakteristiği yüksek kalitede bir AÖD içinde yer alması gereken karakteristik olarak ifade edilir.
- AÖD alt-karakteristiği: İlişkili olduğu karakteristiği başarmak için önemli olduğu düşünülen kalite ölçütünü tanımlamak için kullanılır. Karakteristiğin başarımı için beklenen özellikleri yansıtır.

ANDEÇ içinde, bir AÖD'i değerlendirmek için mantıksal sıra şu şekildedir: Değerlendirici:

1. Değerlendirme profilini oluşturur:
  - (a) Hangi karakteristiklerin değerlendirileceğini seçer.
  - (b) Her karakteristik için önem derecesini seçer.
  - (c) Bu iki seçim sonucunda her karakteristik altında yer alan alt-karakteristikler için gerekli olan en düşük destek seviyesi elde edilir.
2. AÖD'i değerlendirir:
  - (a) Her bir alt-karakteristiği değerlendirir.
  - (b) Tüm alt-karakteristiklerin değerlendirme değerlerini AÖD başarı seviyesini belirlemek için gereken en düşük seviye ile karşılaştırır.
    - (i) Eğer herhangi bir alt-karakteristik, en düşük destek seviyesinin altında bir değer alırsa, AÖD başarı seviyesi = Eksik;
    - (ii) Eğer tüm alt-karakteristikler beklenen destek seviyeleri ile aynı değeri alırsa, AÖD başarı seviyesi = Tatmin Edici;
    - (iii) Eğer tüm alt-karakteristikler beklenen destek seviyeleri ile aynı ya da daha üst bir değer alırsa, AÖD başarı seviyesi = Etkin olarak saptanır.

## 5 Durum Çalışmaları

AÖD paydaşları kullandıkları AÖD'leri durum çalışmalarında ANDEÇ kapsamında değerlendirmiş ve elde edilen sonuçlardan sunduğumuz çerçeveyi iyileştirmek ve optimize etmek amacıyla yararlanılmıştır.

Durum çalışmaları [18]'de tanımlanan prensiplere uygun olarak planlanmış ve uygulanmıştır. İlk olarak durum çalışmalarının hedefi ifade edilmiş daha sonra durumların ve durumlarda çalışılacak kişilerin seçimi süreci anlatılmıştır. Son olarak verinin nasıl toplandığı ve analiz edildiği açıklanarak ardından sürecin geçerliliği tartışılmıştır.

### 5.1 Durum Çalışmalarının Hedefleri

**Durum Çalışması 1 (Araştırma):** Bu ilk durum çalışmasının önemi araştırma amaçlı olmasıdır. Bu durum çalışması ile AÖD kalite karakteristikleri listesinin son haline getirilmesi hedeflenmiştir. Gerçek bir ortamda daha önceki bölümlerde anlatılan süreci uygulayarak iyileştirmek ve rafine etmek amaçlanmıştır.

**Durum Çalışması 2 (Doğrulama):** Araştırma çalışmasının ardından bir durum çalışması daha planlanarak son haline getirilen çerçevenin test edilmesi ve doğrulanması amaçlanmıştır. Bu durum çalışması ile birlikte AÖD kalite karakteristikleri ve değerlendirme yöntemi nihai haline getirilmiştir.

### 5.2 Durum Çalışması ve Kişilerin Seçimi

İki farklı durum çalışması için 2 katılımcı grubu oluşturulmuştur. Katılımcılar AÖD'i geliştiren, kullanan ve ASELSAN'da çalışan uzmanlardan oluşmaktadır. Çalışmaya katılan tüm kişiler yazılım mühendisliği ve AÖD'ler konusunda deneyimlidir. Görüşülen kişilerin seçiminde AÖD geliştirme aşamalarına katılım durumları temel alınmıştır. AÖD değerlendirirken farklı bakış açılarını temsil etmektedirler (örn. yönetici, geliştirici).

**Durum Çalışması 1:** Çalışılan AÖD ASELSAN REHİS grubunda yazılım müdürlüğünde geliştirilmiştir. Değerlendirme sürecinin uygulandığı AÖD, bölümde kullanılan ve doğrulanmış yazılım modüllerinden biridir. AÖD'nin 2011 yılında ilk sürümü çıkarılmış ve değerlendirmenin yapıldığı sırada 3 sürüm duyurulmuştur.

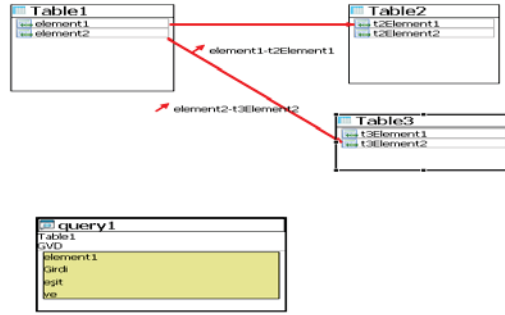
AÖD, geliştirilen gömülü yazılımlarda kullanılan veri yoğun modüllerin (Görev Veri Dosyası (GVD)) geliştirilmesi ve değiştirilmesini desteklemeyi amaçlamaktadır. Bir kavramsal modelden GVD yükleme yeteneğinin ve veri sorgulama arayüzlerinin otomatik olarak üretimini sağlar. AÖD kullanılarak oluşturulan bir modelin küçük bir parçası Şekil 1'de verilmiştir. Bu şekilde GVD yapısı Table1, Table2 ve Table3 tabloları ve bu tablolardaki elemanlarla ifade edilmiştir. Query1 içinde bir sorgulama tanımlanmış ve bu sorgulamanın kuralları da sorgulama içinde gösterilmiştir.

Bu durum çalışmasında AÖD geliştirme sürecini yürüten ekipten farklı aşamalarda farklı roller üstlenen 5 paydaş yer almıştır.

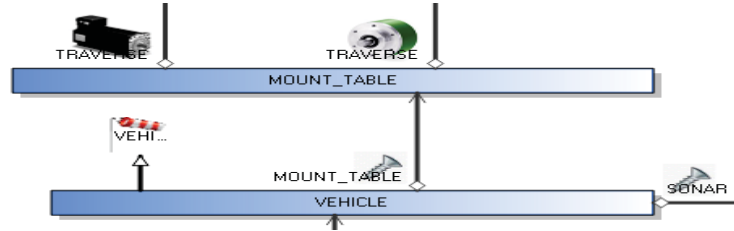
**Durum Çalışması 2:** Bu durum çalışması ASELSAN SST grubu yazılım müdürlüğü bölümünde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sürecinin uygulandığı AÖD bölüm tarafından doğrulaması yapılan yazılım modüllerinden biridir. AÖD 2010 yılında ilk sürümü çıkarılmış, değerlendirmenin yapıldığı sırada 7 sürüm duyurulmuştur.

Geliştirilmiş olan AÖD atış kontrol sistemlerinin belirli bir parçasını desteklemek amacıyla sensör ve sürücülerinin modellenmesi için kullanılmaktadır. Kavramsal bir modelden çalışır kodun otomatik olarak üretilmesi sağlanmıştır. Rüzgar sensörü, navigasyon cihazı, global konumlandırma sistemi anteni ve bağlantılar dil içinde kullanılan kavramlara örnek olarak verilebilir. AÖD atış kontrol sistemlerinde platformlar arası çevrimi gerçekleştiren kodu üretir. AÖD kullanılarak oluşturulan modelin küçük bir parçası Şekil 2’de verilmiştir.

Bu durum çalışmasında AÖD’yi geliştiren ekipte 3 kişi yer almıştır.



Şekil 1. Durum Çalışması 1’deki AÖD kullanılarak geliştirilen modelin örnek görünümü



Şekil 2. Durum Çalışması 2’deki AÖD kullanılarak geliştirilen modelin örnek görünümü

### 5.3 Veri Toplama ve Analiz

Durum çalışmalarında çoklu veri toplama teknikleri kullanılmıştır. Paydaşların kişisel tecrübelerini araştırmak için görüşmeler ve anketler yapılmıştır.

ANDEÇ, katılımcılara bir toplantı ile anlatılmıştır. Tüm toplantılar çalışılan organizasyonun binalarında gerçekleştirilmiştir. Toplantılarda çalışmaların amacı ve değerlendirme sürecinin aşamaları ile değerlendiricilerin yapacakları anlatılmıştır. Görüşmeler birebir olarak ve araştırmacı yönetiminde gerçekleştirilmiştir. Her görüşme yaklaşık



2 saat sürmüştür. Çerçeve içinde tanımlanan dokümanlar ve formlar katılımcılarla paylaşılmıştır.

**Durum Çalışması 1:** Tüm kalite karakteristikleri bir Word dokümanı içinde tanımlanarak e-posta ile 5 paydaşa gönderilmiştir.

**Durum Çalışması 2:** İkinci durum çalışması öncesinde ilk durum çalışmasının sonuçları dikkatli bir şekilde incelenerek yapılan eleştiriler ANDEÇ'e yansıtılmıştır. Dokümantasyon ile ilgili eleştirilerden biri değerlendirme için Word dokümanlarının kullanılmasının zaman kaybı yarattığı olmuştur. Bu nedenle Excel dokümanı kullanılarak ve yeni bir sayfada sonuçların Excel formülleri yardımıyla otomatik olarak gösterilmesi sağlanarak süreçte iyileştirme yapılmıştır.

Excel dokümanı içinde tanımlanan tüm karakteristikler e-posta ile 3 paydaşa gönderilmiştir.

#### 5.4 Doğruluğun Değerlendirilmesi

Ampirik çalışmaların kalitesi ile ilgili dört önemli konu şunlardır: yapısal doğruluk, içsel doğruluk, dışsal doğruluk, güvenilirlik [18]. Bizim çalışmamız kapsamında doğrulukla ilgili aşağıdaki konular ele alınmıştır:

- Yapısal doğruluk teorik yapıların yorumlanması ve ölçülmesi ile ilgili doğruluğa yoğunlaşır. Bu çalışmada durum çalışmalarında çoklu kaynak kullanılarak veri toplanmıştır. Anketlerin yanı sıra AÖD'lerle ilgili notlar ve dokümanlar da incelenmiştir. Araştırmanın amacı ile durum çalışması raporuna geçiş ve daha sonra ters yöndeki geçiş takip edilerek hedeften sapma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Dışarıdan bir gözlemci olan araştırma danışmanı bu amaçla rol üstlenmiştir. Halen kullanılan anketin araştırma hedefini yansıtmaması gibi bir tehlike kalmış olabilir. Anket hazırlanırken detaylı bir literatür araştırma yapılmış olmasına rağmen, hiçbir konunun gözden kaçırılmadığından emin olunamaz. Buna ek olarak katılımcıların verdiği cevaplar öznelidir. Bu tehlikeyi ortadan kaldırmak amacıyla görüşmeler sırasında elde edilen diğer dokümanlar kullanılarak tutarlılık kontrolü ile nesnellik sağlanmıştır.
- İçsel doğruluk çalışmanın tasarımına yoğunlaşır ve sonuçların elde edilen verilerle uyumunu kontrol eder. Bizim çalışmamız iki farklı durum çalışması ile ele alındığı için kontrollü bir deney gibi düşünülmemesi gerekmektedir. Ancak kalan önyargılar ilerideki durum çalışmaları ile elenebilir.
- Dışsal doğruluk sonuçların genelleme yapılabilirliği konusuna odaklanır. Durum çalışmalarının sayısı elde ettiğimiz sonuçları genellemek için kısıt oluşturmaktadır. Ancak, ANDEÇ'in daha fazla durum çalışmasında ve projede kullanılması ile sonuçların genelleştirilmesi konusunda gelişme sağlanabilir.
- Güvenilirlik elde edilen sonuçların başka araştırmacılar tarafından tekrarlanabilirliği konusuna odaklanır. Durum çalışmalarının planlanması ve uygulanması sistematik bir şekilde yapılmış ve raporlanmıştır. Bu sayede tekrarlanabilirlik güvencesi sağlanmıştır.

## 6 ANDEÇ'in Değerlendirilmesi

ANDEÇ'i değerlendirmek için bir değerlendirme stratejisi ve bir standart anket (değerlendirme şablonu) geliştirilmiştir. [12] içinde belirlenen değerlendirme kriterleri ANDEÇ'i değerlendirmek için uyarlanmıştır.

### Durum Çalışması 1 ANDEÇ'i Değerlendirme Sonuçları:

Katılımcıların durum çalışması 1 sonrasında ANDEÇ'i değerlendirme sonuçlarının özeti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Durum çalışması 1 değerlendirme şablonu ve sonuçlar

Doğrulama Seviyesi	Değerlendirme Kriterleri	Değerlendirme Sonuçları
Temel	Tam	Fonksiyonel yeterlik, Güvenilirlik, Genişletilebilirlik karakteristikleri daha fazla alt-karakteristik ile detaylandırılmalı
	Anlaşılabilir	Alt-karakteristikler için daha fazla detay verilmeli. Genel olarak çerçeve anlaşılır.
	Kendi içinde tutarlı	Evet
	İyi organize edilmiş	Evet
	Kullanıcı için uygun	Teknik terimler daha açık bir şekilde ifade edilmeli
	İyi yazılmış (okunabilir)	Evet
Kullanım	Beklenen sonuçları üretti	Sonuçlar çok katı. Bazı toleranslar sağlanabilir.
	Konu ile ilgili sonuçlar üretti	Evet
	Kullanılabilir sonuçlar üretti	Evet. Sonuçlar AÖD içindeki eksik noktaları gösteriyor.
	İçeriği yeterli	Öneri: Değerlendirme Excel içinde yapılarak sonuçlar otomatik olarak gösterilebilir.
	Prosedürler anlaşılabilir	Evet
	Prosedürler kolayca uygulanabilir.	Evet
Kazanım	Yapılan iş için uygun	Evet
	Daha önce kullanılan yöntemden daha iyi	Cevaplanmadı
	Karar vermek için iyi bir destek	AÖD'i iyileştirme adımlarının anlaşılması için sağlanan rehberlik iyi seviyede. Çerçeve iyileştirme başlıklarının anlaşılması için genel bir görünüm sağlıyor.
	Maliyet etkin	Evet

Katılımcıların yanıtlarına göre, alt-karakteristiklerin yorumlanması ile ilgili bazı zorluklara işaret edilmekle birlikte çoğunlukla AÖD değerlendirme süreci ve uygulanması ile ilgili olumlu görüşler ortaya konmuştur.

### **Durum Çalışması 2 ANDEÇ’i Değerlendirme Sonuçları:**

Katılımcıların durum çalışması 2 sonrasında ANDEÇ’i değerlendirme sonuçları değerlendirme şablonu kullanılarak elde edilmiştir. Değerlendirme tablosu ve verilen cevaplar [1] çalışmasında detaylı olarak sunulmaktadır.

Katılımcılar ANDEÇ’in açık ve anlaşılır bir süreç tanımladığını belirtmişlerdir. Yorumlar incelendiğinde alt-karakteristiklerin anlaşılmasında bir zorluk çekilmediği görülmüştür. Bu yorumlar ilk durum çalışması sonrasında yapılan iyileştirmelerin faydalı olduğunu göstermiştir.

Katılımcılar elde edilen sonuçların önemli gördükleri konularda düşüncelerini yansıttığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, bir katılımcı durum çalışması 1 sonrasında “idame edilebilirlik” karakteristiği altında yer alan “Yeniden kullanılabilirlik” alt-karakteristiğinin ayrı bir karakteristik olarak ele alınması yönünde görüşünü belirtmiştir. Bu iyileştirme önerisi dikkate alınarak bu konu hakkında yapılan incelemenin ardından önerilen iyileştirme ANDEÇ’nin nihai halinde uygulanmıştır. Diğer katılımcılar ANDEÇ’i çok faydalı bulmuşlardır.

Katılımcıların yanıtlarına göre çerçevenin uygulanma zamanlaması ile ilgili bazı zorluklar işaret edilmekle birlikte çoğunlukla AÖD değerlendirmesi süreci ve uygulanması ile ilgili olumlu görüşler ortaya konulduğu görülmektedir.

İlk durum çalışması ile çerçevede elde edilen iyileştirmelerin yanı sıra doğrulama durum çalışması sonucunda da bazı iyileştirmeler yapılmıştır. Doğrulama amacıyla yapılan durum çalışması ile nihai AÖD kalite karakteristikleri ve değerlendirme yöntemine ulaşılmıştır.

## **7 Sonuçlar**

Bu çalışmanın amacı, değerlendiricinin bakış açısı ile dengelenmiş kalite karakteristiklerini kullanarak AÖD’leri değerlendirmek için pratik, tutarlı ve sistematik bir çerçeve oluşturmak olarak belirlenmiştir. Bu karakteristiklerin AÖD’den beklenenlerle ve dolayısı ile AÖD’in belirli paydaşların ilgilerini yanıtlaya yeteneğiyle doğrudan ilişkisi vardır. Kalite karakteristikleri ve değerlendirme yöntemi tanımlanarak bir değerlendirme çerçevesi geliştirilmiş ve iki durum çalışması ile doğrulanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda ortaya çıkan çerçeve göstermiştir ki değerlendirme yapılırken ANDEÇ değerlendiricinin AÖD değerlendirme kapasitesini artırmaktadır.

**Katkılar:** Bu çalışmanın en önemli katkısı AÖD başarı değerlendirmesi için ayrıntılı bir çerçeve sunmasıdır. Çerçeve oluşturulurken AÖD değerlendirme, bilişim sistemleri değerlendirmeleri ve yazılım ürün kalitesi alanlarındaki tecrübeler bir araya getirilerek birleştirilmiştir. Bu çalışmanın kavram geliştirme konusundaki katkısı olarak AÖD kalite karakteristiklerinin detaylı listesinin sunulması ve yeni bir değerlendirme yönteminin önerilmesi gösterilebilir. İki detaylı durum çalışması ile AÖD kalite alanına katkı sağlanmıştır.

AÖD değerlendirme ihtiyacı duyan yöneticiler, AÖD geliştiricileri ve karar vericiler için pratik katkılar sunulmuştur. Araştırma çıktıları olarak AÖD kalite karakteristiklerini derin bir şekilde kavrama şeklinde fayda sağlanabilir.

Durum çalışmalarına katılanlardan alınan geri beslemeler pratik katkılar sağlandığının göstergelerindedir. İlk durum çalışmasında elde edilen sonuçlara göre değerlendirme yapanlar tarafından gerçekleştirilen çalışmada ANDEC'in tamamlayıcı bir rol oynadığı ifade edilmiştir. İkinci durum çalışmasında AÖD geliştiricileri için geliştirme öncesinde faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

**Kısıtlar:** Nitel araştırma çalışmalarının avantajlı yönleri olduğu gibi dezavantajları da vardır. Kullanılan araştırma yönteminin zayıf yönleri önleyici amaçlı çalışılarak daha önceki bu tür çalışmalardaki tecrübeler ve tavsiyeler dikkate alınarak bu dezavantajlar en alt seviyeye indirilmeye çalışılmıştır. Buna ek olarak araştırmanın tasarımı dikkatli bir şekilde detaylandırılmıştır.

Görüşmeler ve elde edilen sonuçlar göstermektedir ki değerlendirme işleminin doğasından kaynaklanan farklı bakış açıları bu tür çalışmaların en temel kısıtı olmaktadır. İnsan faktörü belirsizliğin sebebi ve yaratıcısı olmaktadır. Bu belirsizlikle başa çıkmak için farklı bakış açılarını görünür kılan bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.

Organizasyon ve görüşme yapılan kişiler dikkatli bir seçim sürecinin sonucunda belirlenmiş olsa da tüm durum çalışmaları başarılı durumlar olduğundan sonuçlar halen belli bir önyargı içerebilmektedir. Görüşülen kişiler bölümlerindeki AÖD deneyimi hakkında pozitif bir yaklaşım içinde olabilirler.

**Devam Eden Çalışmalar:** Önerilen ANDEC'in diğer AÖD'ler üzerinde uygulanması çerçeveye ilgili deneyimi artırmak ve çerçeveyi değerlendirmek için ilk adım olarak görülmektedir. Bu amaçla internet üzerinde bir sayfa hazırlanmış ve ANDEC çeşitli organizasyonlar ve kişilerle paylaşılarak daha fazla ülkeyi kapsayacak bir çalışma başlatılmıştır [22]. Web sitesinde ANDEC'in detayları ve amacı anlatılmış, otomatik değerlendirme için kullanılan form indirilebilir hale getirilmiş ve gönüllü olarak ANDEC'i kullanmak isteyenler için bir anket formu sunulmuştur. **Gelecek Çalışmalar:** Önerilen AÖD kalite karakteristikleri kullanılarak alternatif değerlendirme yaklaşımları denenebilir. Örneğin nicel araştırma metodolojileri uygulanabilir, benzer organizasyonlarda kalite karakteristiklerinin korelasyonları incelenebilir farklı organizasyonlarda elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu tür çalışmalar elde ettiğimiz sonuçların genellenmesi için ihtiyaç duyulan konuları işaret edecektir.

## 8 Teşekkür

Durum çalışmalarını gerçekleştirdiğimiz ASELSAN şirketinin REHİS ve SST Gruplarının Yazılım bölümlerindeki çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## 9 Referanslar

1. Kahraman, G., Bilgen, S.: A framework for qualitative assessment of domain specific languages. Software & Systems Modeling, Springer, November 2013
2. Kahraman, G., Bilgen, S.: A framework for qualitative assessment of domain specific languages. Dissertation, Electrical and Electronics Engineering Department, METU, 2013

3. Frank, U.: Domain-specific modeling languages-requirements analysis and design guidelines. In: Reinhartz-Berger, I., Sturm, A., Clark, T., Wand, Y., Cohen, S., Bettin, J. (eds.) *Domain Engineering: Product Lines, Conceptual Models, and Languages*. Springer, Berlin (2013)
4. Gabriel, P.H.N.: *Software Languages Engineering: Experimental Evaluation*. Dissertacao apresentada na Faculdade Ciencias e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtencao do grau de Mestre em Engenharia Informatica, Lisboa (2010)
5. Haugen, O., Mohagheghi, P.: A multi-dimensional framework for characterizing domain specific languages. In: *Proceeding of the 7th OOPSLA Workshop on Domain Specific Modeling* (2007)
6. Hermans, F., Pinzger, M., Deursen, A.V.: Domain specific languages in practice: a user study on the success factors. In: *MODELS09*, pp. 423–437. Springer, Berlin (2009)
7. ISO/IEC 25010:2011: *Systems and Software Engineering Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) System and Software Quality Models*, International Standards Organization/ International Electrotechnical Commission (2011)
8. Kahlaoui, A., Abran, A., Lefebvre, E.: DSML success factors and their assessment criteria. *Metrics News* 13(1), 43–51 (2008)
9. Kärra, J., Tolvanen, J.P., Kelly, S.: Evaluating the use of domain specific modeling in practice. In: *Proceedings of DSM09* (2009)
10. Kelly, S., Tolvanen, J.P.: *Domain Specific Modeling Enabling Full Code Generation*. Wiley, New York (2008)
11. Kelly, S., Pohjonen, R.: Worst practices for domain-specific modeling. *IEEE Softw.* 26(4), 22–29, (July/August 2009)
12. Kitchenham, B.A., Linkman, S., Law, D.: DESMET: a methodology for evaluating software engineering methods and tools. *Comput. Control Eng. J.* 8(3), 120–126 (1997)
13. Kolovos, D.S., Paige, R.F., Kelly, T.P., Polack, F.A.C.: Requirements for domain-specific languages. In: *Proceedings of the First ECOOP Workshop on Domain-Specific Program Development, Co-located with ECOOP06, Nantes, France* (2006)
14. Kosar, T., Oliviera, N., Mernik, M., Pereira, V.M.J., Crepinsek, M., Cruz, D., Henriques, P.R.: Comparing general purpose and domain specific languages: an empirical study. *ComSIS* 7(2), 247–264 (Special Issue) (2010)
15. Kouhen, A.E., Dumoulin, C., Gerard, S., Boulet, P.: *Evaluation of Modeling Tools Adaptation*, hal-00706701, version 2 (2012)
16. Merilinnä, J., Pärssinen, J.: Comparison between different abstraction level programming: experiment definition and initial results. In: *OOPSLA Workshop on Domain-Specific Modeling, Montreal, Canada* (2007)
17. McKean, D., Sprinkle, J.: Heterogeneous multi-core systems: UML profiles vs. DSM Approaches. In: *Proceedings of the 2012 Workshop on Domain Specific Modeling* (2012)
18. Runeson, P., Host, M.: Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empir. Softw. Eng.* 14–2, 131–164 (2009)
19. Software Engineering Institute, *CMMI for Acquisition, Version 1.3, Technical Report, CMU/SEI-2010-TR-032*, Carnegie Mellon (November 2012)
20. Strembeck, M., Zdun, U.: An approach for the systematic development of domain specific languages. *Softw. Pract. Exp.* 39, 1253–1292 (2009); John Wiley & Sons Ltd
21. Wu, Y., Hernandez, F., Ortega, F., Clarke, P.J., France, R.: Measuring the effort for creating and using domain specific models. In: *Proceedings of 10th Domain Specific Modeling Workshop* (2010)
22. <http://www.metu.edu.tr/~e160061/index.html>