

# Gömülü Sistem Mühendisliğinde Kullanılan Yazılım Modellemesi ve Model GÜdümlü Teknikler Anketi Türkiye Sonuçları

Deniz AKDUR<sup>1,2</sup>, Vahid GAROUSI<sup>3</sup>, Onur DEMİRÖRS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ASELSAN A.Ş., Ankara

<sup>2</sup>Bilişim Sistemleri Bölümü, Enformatik Enstitüsü, ODTÜ, Ankara

<sup>3</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara

denizakdur@aselsan.com.tr  
vahid.garousi@hacettepe.edu.tr  
demirors@metu.edu.tr

**Özet.** Gömülü sistemler gün geçtikçe hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. Bu sistemlerin performans ve kalite kriterleri diğer yazılım sistemlerinden farklı olduğundan, donanım ve yazılım alt parçalarının birlikte tasarlanmasını, geliştirilmesini ve sınanmasını gerektirir. Bu zorlukla artan karmaşıklığın daha iyi yönetilebilmesi için sıkça kullanılan bir yöntem, yüksek seviyede soyutlama ile kolaylık sağlayan yazılım modellemesidir. Farklı uygulama alanlarında farklı amaçlarla kullanılan modelleme yaklaşımları, bunların neden, nasıl ve hangi sıklıkla kullanıldığını da değiştirmektedir. Verimlilik, taşınabilirlik ve sürdürülebilirlik ve gibi birçok kazanımı birlikte getirdiği iddia edilen bu yaklaşımlar için kullanım sıklığı, amacı ve yaygınlığı gibi veriler yeterince bulunmamaktadır. Bu makalede anlatılan çalışma, gömülü sistemlerde kullanılan modellemenin şu anki durumunu anlayabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Böyle bir çalışma, sadece dünyada bu alandaki en son kullanımı ortaya çıkarmakla kalmayacak, ulusal anlamda bu alandaki ilk çalışma olacaktır. Bu çalışmadaki anket verimiz toplam 642 katılımcıdan Türkiye için aldığımız 261 cevabı içermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** gömülü sistem, gömülü yazılım geliştirme, modelleme, model tabanlı, model güdümlü, model güdümlü mühendislik (MGM), deneysel çalışma

## 1 Giriş

Gömülü sistemler gün geçtikçe hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. Arabadan havacılığa ya da savunma sanayinden, yüksek çözünürlüklü TV'lere ve akıllı telefonlara kadar etrafımızda sıklıkla karşılaştığımız bu sistemlerin tasarım, geliştirme ve test süreçleri diğer sistemlere göre daha karmaşıktır [1-3]. Farklı performans ve kalite kriterlerine sahip olan bu sistemler, hem donanım hem de yazılım alt parçalarının artması ve farklı işlevlerin tek bir sistemde toplanmasıyla diğer yazılım sistemlerine göre daha zorlu bir geliştirme faaliyeti gerektirmektedir [4]. Tüm bu zorluklar ve artan karmaşıklıkla başa çıkabildiği iddia edilen yazılım modelleme yaklaşımları [5] farklı uygulama alanlarında bunların neden, nasıl ve hangi sıklıkla kullanıldığını da değiştirebilir [6]. Uç bir örnek olarak, biri kâğıt üstünde ya da beyaz tahtada kabataslak diyagram çizip sadece fikir alışverişi yapmak isteyebilir. Bu durumda amaç, tanımlı bir spesifikasyondan çok, hızlı bir iletişim olduğundan bu diyagram ya atılır ya da

yazılan kodla uyumlu olmadığından bir süre sonra tutarsız hale gelebilir. Diğer uç bir örnekte ise, yazılım modellemesi programlama diline dönüştüğünden, programcılar kod yerine sadece modellerle ilgilenip, tüm yazılım geliştirme yaşam döngüsü (YGYD) çıktılarını (örneğin, kod, doküman, test simülatörü gibi) bu modeller aracılığıyla oluşturabilir.

Yazılım modellerinin kullanılması ile ilgili değişik terminolojiler bulunmakla birlikte bu çalışmada "model tabanlı" ve "model güdümlü" terminolojisi için Brambilla ve arkadaşlarının [7] tanımlamaları benimsenmiştir. Model Güdümlü Geliştirme (MGG) yönteminde genellikle kaynak kod modellerden otomatik olarak oluşturulur. Bu bağlamda, Model Güdümlü Mühendislik (MGM) kodlama dışında test ya da bakım gibi diğer tüm yazılım geliştirme süreçlerini de kapsadığından MGG'nin üst kümesidir. Diğer yandan, Model Tabanlı Mühendislikte (MTM) modeller yine önemli rol oynarken, geliştirme sürecinin anahtar çıktıları değillerdir. Örneğin, bir tasarımcı kâğıt üstüne ya da bir araç kullanarak bir model çizip bunu programcıya elle kodlaması için verdiğinde model-tabanlı bir yöntem izlenmiş, model ile kodun uyumluluğunun garantisi insan faktörüne (programcıya) bırakılmıştır.

Modelleri, sistematik olarak, yazılım mühendisliği süreçlerinin birincil çıktısı olarak kullanan MGM, yazılım soyutlamasının üst düzey bir tekniğidir [7]. Soyutlama yardımıyla MGM, YGYD çıktılarını otomatikleştirip [8] hataya ve kazara yanlışlıklara kapalı olup [9] gömülü sistem zorlukları ile başa çıkmaya yardımcı olmaktadır.

MGM hem endüstride hem de akademik ortamda önemli bir konu haline gelmiştir. Bu konu hakkında birçok kitap, araştırma makalesi ve rapor bulunmaktadır [10-12]. Ayrıca, zamanında markete girmek isteyen savunma ve havacılık, otomotiv, telekomünikasyon ve kullanıcı elektroniğindeki endüstriyel oyuncular, yazılım süreçlerinde MGM kullanmaktadırlar [13-15]. Dahası, birçok gömülü sistem üstüne yapılan çalışma, model güdümlü tekniklerin bu sistemlerdeki heterojenliği ve artan sistem karmaşıklığını azaltarak sistem test ve doğrulamasına da katkısı olduğunu göstermektedir [16]. Bir diğer taraftan, verimlilik, taşınabilirlik ve sürdürülebilirlik gibi birçok kalite kazanımını birlikte getirdiği iddia edilen MGM'yi destekleyici saha verisi yeterince bulunmamaktadır [17]. Bu deneysel kanıtlardan yoksun bir MGM kullanımında kaynakların verimli kullanılamaması, hatta boşa kullanılması tehlikesi vardır.

Bu makalede anlatılan çalışmanın amacı, gömülü sistemlerde kullanılan modellemenin şu anki durumunu anlayabilmek ve kimlerin ne amaçla, nasıl modelleme yaptığını belirlemektir. Endüstride kullanılan modellemeyi araştıran önceki anketler olmasına rağmen, bunlar ya modellemenin tek bir kavramına odaklanmış, (örneğin, Birleşik Modelleme Dili (İngilizcesi: Unified Modeling Language, UML) veya biçimsel (formal) model kullanımı) ya da ulusal seviyede kalmıştır (Bölüm 2). Bu çalışma, modellemeyi hiç kullanmayandan, kabataslak kullanana, bunun ötesinde model tabanlı kullanandan model güdümlü kullanana kadar geniş bir yelpazede incelemektedir. Burada amaçlanan, gömülü sistemlerdeki yazılım modellemesinin bireysel ve kurumsal olarak sınıflandırılması; tüm bunların ötesinde MGM kullananların kazanımlarının ve karşılaştıkları zorlukların belirlenmesidir. Gerçekleştirilen çalışma, sadece dünyada bu alandaki en son kullanım ve trendi ortaya çıkarmakla kalmamış, ulusal anlamda bu alandaki ilk çalışma olmuştur. Türk yazılım sektörünün değeri her geçen gün artmaktadır [18], ancak canlı bir yazılım sektörüne sahip olmasına rağmen bundan önceki herhangi bir yazılım modellemesi çalışmasında Türkiye ile ilgili herhangi bir veri bulunmamaktadır. Hızla karmaşıklaşan gömülü yazılım mühendisliğinin durumunu karakterize edebilmek ve bu karmaşıklığı çözmeye yardımcı olacak en iyi soyutlama yöntemi olan modellemenin Türkiye'deki durumunu görebilmek önemli bir gerek olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, hem endüstri hem de akademik şapkası olan bir araştırmacı ve iki ayrı üniversiteden akademisyenle birlikte Kasım 2014'te tasarlanmaya başlanmış; geri bildirimler ve pilot çalışmalarla son halini almıştır.

Bu makalenin devamı şu şekilde yapılandırılmıştır. İlgili çalışmaların incelemesi 2. bölümde sunulmuştur. 3. bölüm araştırma yönteminin detaylarını, anketin tasarımı ve uygulanmasını içermektedir. 4. bölüm ise anket sonuç ve bulgularını ham veri olarak vermektedir. Bulguların özeti ve geçerliliğe tehditlerini veren 5. bölüm sonunda sonuç ve gelecek çalışmalar hakkında bilgi verilmektedir.

## 2 İlgili Çalışmalar

Genel olarak UML ile birlikte modellemeyi inceleyen birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (**Tablo 2** ve **Tablo 3**). Ancak, gömülü sistem mühendisliği özelinde MGM yaklaşımlarının durumunu inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır [19-21]. Daha önceki bu çalışmalarda katılımcılar ya belli bir coğrafi alana / tek bir ulusa mensuptur veya belli bir projedeki zaten model tabanlı/güdümlü geliştirme yapanlardır. Dolayısıyla, kıtalararası katılımcıya sahip olup, gömülü sistem mühendisliğindeki modellemenin ve model güdümlü tekniklerin kullanımını, endüstrideki durumunu inceleyen; dahası Türkiye’de bu alandaki durumu gösteren ya da Türkiye adına katılımcı verisi içeren başka bir çalışma bulunmamaktadır.

**Tablo 1**’deki çalışmaların aksine, bizim çalışmamız kendini ne gömülü sistemlerin bir alt kolunu ne de belli bir coğrafi alanı / ulusu inceleyerek kısıtlandırmıştır.

**Tablo 1.** Gömülü Sistemlerdeki Model Güdümlü Yaklaşımlar ile İlgili Anketler

Yıl / Referans	Katılımcı Sayısı	Amaç / Hedef / Açıklama
2011/[19]	67	Araba endüstrisinde kullanılan model tabanlı geliştirmenin maliyet ve yararlarını incelemektedir. Gömülü sistemlerin bir alt kolu olan otomotiv sektörünü adresleyen çalışma, gömülü sistem mühendisliğinin sadece geliştirme kısmını irdelemektedir.
2013/[20]	209	UML ve model güdümlü yaklaşımları Brezilya gömülü yazılım sektörü özelinde incelemektedir.
2014/[21]	112	Model tabanlı yaklaşımın şu anki durumunu, etkilerini gömülü sistemler için inceleyen bu anket, katılımcılarını Avrupa Birliği destekli CRYSTAL (Critical System Engineering Acceleration) Projesinde yer alan ve model tabanlı yaklaşımı benimsemiş şirketlerden almıştır. Dolayısıyla, zaten bu yaklaşımı kullanan katılımcılar seçildiğinden gömülü sistemler için genel bir katılımcı profiline sahip değildir. Model-tabanlı ve model-güdümlü ayrımını da içermemektedir.

Gömülü sistemler özelindekiler dışında, UML ile modelleme ve doğrudan gömülü sistemlerden bahsetmeden model tabanlı/güdümlü teknikler üstüne olan anketler de bulunmaktadır. Bu anketler ile ilgili özetler Tablo 2 ve Tablo 3’te verilmiştir.

**Tablo 2.** UML özelindeki Modelleme Anketleri

Yıl / Referans	Katılımcı Sayısı	Amaç / Hedef / Açıklama
2005/[22]	131	UML kullanımını ve benimsenmesi incelenmiş, model güdümlü yaklaşım yoktur
2006/[23]	182	UML’nin nasıl ve neden kullanıldığı incelenmiş, model güdümlü yaklaşım yoktur
2006/[24]	80	UML kullanımını ve kalitesi incelenmiş, problemler çıkartılmıştır. Model güdümlü yaklaşıma odaklanılmamıştır.
2006/[25]	100+	Bulgaristan’daki UML kullanımını incelenmiş, model güdümlü yaklaşım yoktur
2008/[26]	80	Sadece yazılım geliştirme kalitesi ve üretkenliğe odaklanan anket, UML modelleme tarzlarının bu olgulara etkisini araştırmıştır. UML kullanımını ve model güdümlü yaklaşımlar arasında herhangi

		bir ilişki kurulmamıştır.
2014/[27]	91	Yunanistan'daki yazılım geliştirme faaliyetlerinde UML'nin rolünü inceleyen bu ankette model güdümlü yaklaşımdan bahsedilmiş ancak UML dışında bir yöntemle değinilmemiştir.

**Tablo 3.** Model Tabanlı/Güdümlü Yaklaşımlar ile İlgili Genel Anketler

Yıl / Referans	Katılımcı Sayısı	Amaç / Hedef / Açıklama
2008/[28]	113	Ağırlıklı olarak, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yazılım modellemesi deneyimlerini inceleyen bu anket, model tabanlı yaklaşımdaki sorunlara ve modelleme araçlarının nerelerde kullanıldığına odaklanmıştır.
2011/[29]	250	Model güdümlü yaklaşımların benimsenmesi ve uygulamalarını inceleyen bu anket, kalite faktörlerine bağlı olarak neden MGM tercih edilip edilmediğini incelemiştir.
2011/[30]	155	İtalyan yazılım sektöründe model güdümlü teknikleri ve araçları araştıran bu anket, katılımcıların neden model güdümlü bir teknik kullanmadıklarını, bu alandaki zorlukları çıkarmayı hedeflemiştir. Aynı yazarların 2013 yılında çıkardığı [31]'de ise [30]'da çıkardıkları verilerin yorumlanması ile beklenen ve elde edilen kazanımların bir değerlendirmesi yapılmıştır.

### 3 Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, farklı coğrafi bölge ve endüstriyel sektörden çokça ve hızlı bir şekilde veri alabilmek, bu verileri kolay bir şekilde tasnif ve analiz edebilmek için çevrimiçi anket yöntemi kullanılmıştır. Gömülü sistemlerde kullanılan modelleme etkinliklerinin şu anki durumunu anlamak ve kimlerin ne amaçla ve hangi sıklıkla kullandığını, hiç kullanmayandan, kabataslak kullanana, bunun ötesinde model tabanlı kullanandan model güdümlü kullanana kadar geniş bir yelpazede inceleyen bu ankette Hedef, Soru, Ölçüt (Goal Qestion Metric, GQM) [32] yaklaşımı kullanılmıştır. Aşağıdaki araştırma sorularını adresleyen 27 adet soru hazırlanarak 1 aylık çevrimiçi katılımcı kabulünden sonra erişime kapanmıştır [33]. Sorulara [34]'ten ulaşılabilir. Bu soruların anket soruları ile ilişkisi Bölüm 3.1'de verilmiştir.

1. Ankete katılan gömülü profesyonellerin demografik verileri nelerdir?
2. Gömülü sistemlerde kullanılan modelleme etkinliklerinin şu anki durumu nedir?
3. Gömülü sistemlerde kullanılan MGM'nin şu anki durumu ve benimsenmesi nedir?
4. Gömülü sistem MGM kullanıcılarının edindikleri yararlar ve karşılaştıkları zorluklar nelerdir?
5. Gömülü sistemlerdeki MGM kavramların farklı bakış açılarına göre etkileri nelerdir?

#### 3.1 Anket Tasarımı

Bu bölümde, tüm soruları endüstri açısından anlamlı ve en kullanışlı bilgileri katılımcıdan almak amacıyla sistematik olarak hazırlanan bu anketin süreçleri verilecektir.

##### Soru Hazırlama.

Modellemedeki en son bilgileri kapsamı için daha önceki benzer çalışmalar incelenerek (Bölüm 2), yazarların endüstrideki deneyimleriyle kendi gördükleri kazanım ve problemleri adresleyebilmek adına taslak bir soru kümesi oluşturulmuştur. Bu aşama, dikkatli bir gözden geçirme süreci gerektirdiğinden, birçok endüstri profesyoneliyle fikir alışverişi yapılmış ve en sonunda, araştırma sorularını adresleyen, üç ana parçalı bir küme ortaya çıkmıştır. Bu parçalar:

1. Demografik Veriler: Birinci araştırma sorusunu adreslemektedir. (Bölüm Demografik Veriler)
2. Modelleme Yaklaşımları: İkinci araştırma sorusunu adreslemektedir. (Bölüm Modelleme Yaklaşımları)
3. Model GÜdümlü Teknikler: Üçüncü, dördüncü ve beşinci araştırma sorularını adreslemektedir. (Bölüm Model GÜdümlü Teknikler)

### **Geçerleme.**

Bu amaçla, anket endüstride çalışan sekiz kişi tarafından pilot çalışmaya tabi tutulmuştur. İngilizce olarak hazırlanan bu ankette kullanılan kelimelerin herkes tarafından anlaşılır olması kaliteli veri toplamak adına çok önemli olduğundan, bu pilot çalışmada bulunan kişiler değişik uluslardan seçilmiştir (Dört Türk, iki İngiliz, bir Fransız, bir Tayvanlı). Alınan geri bildirimler ve anket doldurmada geçen zaman da dikkate alınarak sorular tekrar düzenlenmiştir. Güncellenen anket, ilk pilot çalışmaya katılmayan beş kişi ve ilk çalışmadaki iki kişi ile ikinci defa pilot çalışmaya girmiştir. Böylelikle, anket 13 endüstri profesyoneli tarafından gözden geçirilmiştir.

### **Anketin Yapısı**

Anket, çoktan seçmeli, radyo düğmesi ve 5-dereceli cevaplar içermekle birlikte bazı sorularda “Diğer” seçeneği ile katılımcıya özgür cevap imkânı da sunmaktadır. Anketin ilk 9 sorusu katılımcı profilini anlamaya yardımcı olmaktadır (“Demografik Veriler”). 10. soru katılımcının modellemeyi ne sıklıkla kullandığını sorgulamaktadır. Bu soruda modelleme kullanımına hem kabataslak diyagram hem de model kullanımı girdiğinden, bu soru modellemeyi hiç kullanmayan katılımcı oranını anlamaya yöneliktir. Hiç modelleme kullanmayanlar için bu noktada biten anket, modellemeyi kabataslak kullananlar, model tabanlı ve güdümlü kullananlar için devam etmektedir. Başka bir deyişle, anketin ikinci kısmı modellemedeki şu anki durumu anlamaya çalışmaktadır (“Modelleme Yaklaşımları”). 19. sorunun başında, model tabanlı ve model güdümlü için kabul ettiğimiz terminolojiden bahsedilerek model güdümlü tekniklerin ne derece kullanıldığı sorulup, MGM kullanmayanlar için anket sonlandırılmaktadır. Bundan sonraki 3. kısımda ise MGM’ye özel sorular ile şu anki durumu irdelenmektedir (“Model GÜdümlü Teknikler”).

### **Veri Toplama.**

Anketin hedef kitlesi gömülü yazılım mühendisliği alanında çalışan yazılımcıdan testçiye, iş analistinden proje yöneticisine kadar geniş bir yelpazeyi içermektedir.

Anketin hazırlanması için Google Form mekanizması seçilmiştir. Mart 2015’te Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Uygulamalı Etik Araştırma Merkezi’nden etik onayı alan anket 14 Nisan 2015 tarihinde çevrimiçi olarak yayınlanıp 1 ay süre ile katılımcı kabul etmiştir. Anket linki gömülü sistem ve modelleme profesyonellerine sosyal ağlardaki ilişkili grup ve forumlar aracılığı ile dağıtılmakla birlikte, dünyadaki değişik sektörlerde çalışan birçok gömülü sistem mühendisine de kişisel ağlar aracılığı ile iletilmiştir.

### **Veri Analizi.**

Anket sürecinin en son aşaması olan veri analizi, katılımcıların geliştirdikleri uygulamalar için verdikleri cevabın incelenmesidir. Her ne kadar, anketin başlığı, giriş kısmındaki açıklamalar, gönderilen davetler, gömülü sistem mühendisliği üstüne vurgu yapsa da, bazı katılımcılar sadece “Masaüstü Uygulama(lar)” ya da “Web” gibi seçenekleri işaretlemiştir (Bölüm 4.1. *Geliştirilen Ürünlerin Tipi (Tipleri) (soru 6)*). Bazı şirketler, farklı çeşit uygulamalar (hem gömülü hem

masaüstü gibi) geliştirebilmekte; bu yüzden, içinde “Gömülü Uygulama(lar)” geçen her cevap geçerlilik için yeterli kriter kabul edilmiştir. Dolayısıyla, çalışmadaki anket verimiz, Türkiye için aldığımız 261 ham verinin gömülü sistemler dışında uygulama geliştiren katılımcıların elenmesi ile elde edilen 253 cevabı içermektedir. Katılımcıya herhangi bir ödül verilmediği düşünüldüğünde, katılımcı sayısı oldukça iyi bir sonuç olarak görülmektedir.

## 4 Anket Sonuçları

Bu bölümde anket sonuçları ham veri olarak verilecektir. Bildirinin sayfa sınırlamasından dolayı tüm sorular ve veriler verilememiş, sadece dikkat çekici veriler paylaşılmıştır. Detaylı bilgiler için teknik bir rapor hazırlanmıştır [35].

### 4.1 Demografik Veriler

#### *Bölgesel Dağılım (soru 1.1)*

Uluslararası katılımcıları olan ankette eğer ülke olarak Türkiye seçilirse, ilk sorunun devamı olarak şehir seçimi gelmektedir. Anketimize Ankara (72 kişi), İstanbul (48 kişi), İzmir (38 kişi), Manisa (30 kişi), Kocaeli (26 kişi), Bursa (18 kişi), Eskişehir (13 kişi), Mersin (4 kişi), Antalya (3 kişi) ve Samsun (1 kişi)'dan katılım sağlanmıştır.

#### *En Yüksek Akademik Derece (soru 2)*

Katılımcıların en yüksek akademik dereceleri yüksek lisans (%58), lisans (%37), doktora (%4) ve lise ve altı (%1) olarak sıralanmaktadır [35].

#### *Akademik Branş(lar) (soru 3) ve Pozisyon(lar) (soru 4)*

Katılımcıların eğitimsel yetenek kümesini anlamak için akademik branş(lar)ı ve şu anki pozisyonları sorulmuştur. Çoktan seçmeli olan bu sorularda katılımcılar birden fazla seçenek seçebilmiştir. Sonuçlar **Tablo 4**'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Akademik Branş(lar) ve Pozisyon(lar)

Akademik Branş(lar)	Adet	Pozisyon(lar)	Adet
Bilgisayar Mühendisliği	131	Yazılım Geliştirici/Programcı	176
Elektrik/Elektronik Mühendisliği	99	Yazılım Tasarımcısı	65
Bilgisayar Bilimleri	23	Yazılım Mimarı	45
Bilişim Sistemleri	13	Yazılım Testçisi	43
İşletme/İktisat	11	Proje Yöneticisi	25
Yazılım Mühendisliği	6	Gereksinim Mühendisi	15
Endüstri Mühendisliği	6	Sistem Mühendisi	9
Makina/Mekatronik Mühendisliği	3	Üst Düzey Yönetici (CEO, CIO, CFO, vb..)	6
Matematik	3	İş Analisti	4
İstatistik	2	Akademisyen	4
Bilişsel Bilimler	1	Kalite Güvence Mühendisi/Lideri	3
		Danışman	2
		<b>Diğer:</b> Yazılım Bölüm/Grup Müdürü, test/takım lideri	4

#### *Yazılım Geliştirmedeki İş Tecrübesi (soru 5)*

Katılımcıların yazılım geliştirmedeki iş tecrübesi 10+ sene seçeneğinde en fazladır (115 kişi). Bunu 6-10 sene (107 kişi), 2-5 sene (24 kişi) ve 2 seneden az (7 kişi) iş tecrübesine sahip olanlar takip etmektedir [35].

#### *Geliştirilen Ürünlerin Tipi (Tipleri) (soru 6)*

Bu soru, anketin veri analizinde kullanılan tek sorusudur. Çoktan seçmeli olan bu soruda, “Gömülü Ugulama(lar)” cevabı içermeyen cevaplar elenmiştir. Bunlar, sadece “Masaüstü uygulama(lar)”, “Web uygulamaları” ve “Masaüstü uygulamalar ve Web uygulamaları”dır (8 adet). Kabul edilen cevaplar [35]'te verilmiştir.

#### *Geliştirilen Ürünlerin Hedef Sektörü (Sektörleri) (soru 7)*

Bir şirketin birden fazla hedef sektörü olabileceği cevaplar **Tablo 5**'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Geliştirilen ürünlerin hedef sektörleri

Hedef Sektör	Adet	Hedef Sektör	Adet
Kullanıcı Elektronik	106	Kamu	28
Savunma & Havacılık	74	Sağlık & Medikal	26
Finans & Bankacılık	51	Otomotiv & Ulaşım	25
IT & Telekomünikasyon	48	<b>Diğer:</b> Eğitim	1

## **4.2 Modelleme Yaklaşımları ve Model Güdümlü Teknikler**

Kullanım sıklığı ile ilgili olan sorularda cevaplar aralık değeri içerdiğinden, bu değerlerin alt ve üst değerleri bulunarak alabileceği değer hesaplanmış, kullanılan tablo ve şekillerde görselliği artırabilmek adına bu değerlerin de orta noktası gösterilmiştir [35].

#### *Yazılım Yaşam Döngüsünde Modelleme Kullanım Sıklığı (soru 10)*

Katılımcının modellemeyi ne sıklıkla kullandığını sorgulayan soru, modelleme kullanımına hem kabataslak diyagram hem de model kullanımını kabul ettiğinden modellemeyi hiç kullanmayan katılımcı oranını anlamaya yöneliktir. Anket, bu noktada, hiç modelleme kullanmayan katılımcılar (katılımcıların %9'u) için bitirken, yazılım modellemesi kullananlar %38 ile %67 arasına (“Sıklıkla (>=%50)”ye) düşmektedir [35].

### **Modelleme Yaklaşımları**

Anket, modellemeyi kabataslak kullananlar, model tabanlı ve model güdümlü kullananlar için devam etmektedir

#### *Modelleme Tecrübesi (soru 11) ve Modellemenin Nerede/Nasıl Öğrenildiği (soru 12)*

11. soruda göze çarpan nokta, iş tecrübelerinde yoğunluğun 10+ senede iken bu soruda 6-10 sene arasına inmesidir. Bu da, katılımcıların bir kısmının işe başladıktan sonra modellemeyi öğrenip uyguladığını göstermektedir. Katılımcıların çoktan seçmeli olarak cevap verdiği 12. soruda ise katılımcılar modellemeyi en çok üniversitede (154 cevap), kendi kendine (112 cevap) ve resmi/sertifikalı eğitimlerden (58 cevap) öğrendiklerini söylemişlerdir. 11. sorudaki cevapla örtüşen bu veriler, 6-10 sene modelleme tecrübesinin neden fazla olduğunu açıklamaktadır [35].

*Hangi Modelleme Dilinin (Dillerinin) Kullanıldığı (soru 14)*

Çoktan seçmeli bu soruya verilen cevaplar **Tablo 6**'da verilmiştir. Formal bir modelleme dili olan UML kullanım sıklığının kabataslak çizim yapanlarla çok yakın olması şaşırtıcıdır. Ayrıca, kullanıcıya hazır sunulan cevaplar dışında işaretlenen "Diğer" seçeneklerinin çokluğu da dikkat çekicidir.

**Tablo 6.** Hangi modelleme dilinin (dillerinin) kullanıldığı

Modelleme Dili	Adet	Modelleme Dili	Adet
UML	188	Systems Modeling Language (SysML)	12
Kabataslak Çizim/Formal bir dil kullanmadan	173	Service Oriented Architecture Modeling Language (SoaML)	8
Alana Özgü Dil (AÖD)	78	<b>Diğer:</b> AUTOSAR	6
MATLAB	22	Markov Chain Markup Language	5
Herhangi bir iş süreç modelleme dili (BPML)	21	AADL	3
Herhangi bir UML profili (MARTE gibi)	20	EMF, views & beyond	4

*Modelleme ile Hangi Programlama Dilinin (Dillerinin) Kullanıldığı (soru 15)*

Katılımcılar birden çok programlama dili işaretleyebilmiş ve sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir. "Diğer" seçeneğinde yine ayırt edici veriler girilmiştir.

**Tablo 7.** Modelleme ile kullanılan programlama dili (dilleri)

Programlama Dili	Adet	Programlama Dili	Adet	Programlama Dili	Adet
C++	118	MATLAB	28	<b>Diğer:</b> Python	11
C	105	BPEL	20	Objective-C	10
Java	97	Delphi	10	JavaScript	6
C#	28	Ada	6		

*Hangi Modelleme Aracının (Araçlarının) Kullanıldığı (soru 16)*

Birden çok modelleme aracının işaretlenebileceği cevaplar **Tablo 8**'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Kullanılan modelleme aracı (araçları)

Modelleme Aracı	Adet	Modelleme Aracı	Adet
Eclipse-tabanlı araç	130	<b>Diğer:</b> StarUML	11
Microsoft Visio	88	MaTeLo	8
IBM Rational Ailesi araçları	36	argoUML	7
Şirketiçi araç	35	Artop / Arctic Studio	6
Enterprise Architect	33	Borland	4
MATLAB/Simulink/Stateflow	29	Ocarina	3
Visual Paradigm	15	Parasız UML araçları	2
ARIS İş Süreç Analizi Platformu	9	Modelio	1
IBM WebSphere İş Modelleyecisi	4	Scade	1
Artisan Studio	3	Android Studio	1
Hiç	13	Umbrello	1



*Modellemede Hangi Diyagram(lar)ın Kullanıldığı (soru 17)*

5-dereceli kullanım sıklığı soran bu soruda her seçeneğe cevap vermek zorunlu tutulmamıştır; dolayısıyla her diyagram tipi için verilen toplam cevap farklılık göstermektedir. Kullanım sıklıklarına göre diyagramlar sırasıyla Ardıl Etkileşim (Sequence) (%59), Sınıf (Class) (%58), Durum (State machine/chart) (%50) ve Etkinlik (Activity) (%44) olarak çıkmıştır. Bunları Akış (Flowchart) (%28), Paket (Package) (%24), Kullanıcı Senaryosu (Use Case) (%22), AÖD tabanlı diyagramlar (%18), Dağıtım (Deployment) (%13) ve Nesne (Object) (%12) takip etmiştir. İş süreçlemesi modelleme diyagramlarının da belli bir oranda kullanılması (~%6) dikkat çekicidir [35].

*Modellemenin Yazılım Yaşam Döngüsünün Hangi Evrelerinde Kullanıldığı (soru 18)*

Modelleme en çok sistem/yazılım tasarımı (195 cevap), kodlama (161 cevap) ve sistem analizinde (143 cevap) kullanılırken, entegrasyon (5 cevap) ve teslimat (6 cevap) da oldukça az kullanılmaktadır [35].

*Model GÜdümlü Mühendisliğin Ne Sıklıkla Kullanıldığı (soru 19)*

Bu sorudan önce katılımcıya model güdümlü ve model tabanlı ile ilgili terminoloji hakkında bilgi verilip katılımcının MGM'yi ne sıklıkla kullandığı sorulmaktadır. Model güdümlü teknik kullanmayan katılımcılar için bu noktada biten anket (kabataslak çizim ya da model tabanlı yaklaşımdakiler, %66), MGM yaklaşımındakiler için devam etmektedir. Verilen sıklık cevaplarına göre MGM kullananlar %12 ile %24 arasına ("Bazen (<%50)") düşmektedir [35].

## Model GÜdümlü Teknikler

*Model GÜdümlü Mühendisliğin Ne(ler) İçin Kullanıldığı (soru 20)*

Çoktan seçmeli olan bu soruya verilen cevaplar **Tablo 9'**da verilmiştir.

**Tablo 9.** MGM'nin ne(ler) için kullanıldığı

MGM'nin ne(ler) için kullanıldığı	Adet
Bir problemi soyut bir seviyede anlamak için	54
Kod yaratmak için	53
Doküman yaratmak için	50
Tasarımı dokümante etmek için	38
İletişim için	31
Test durumu yaratmak için (model based/driven testing, MBT)	24
ModeldenModele (M2M) dönüşüm için	16
Model simülasyonu için	9

*Karşılaşılan Model GÜdümlü Mühendislik Zorlukları (soru 25)*

Çoktan seçmeli olan bu soruya en çok "Şirketteki modelleme uzmanlığı" ve "Araç desteği" cevapları verilmiştir. Tüm cevaplara [35]'ten ulaşılabilir.

*Model GÜdümlü Mühendislik İçin Kullanılan Aracın Sorunları (soru 26)*

Katılımcılar kullandıkları MGM aracının problemlerini öncelikli olarak, editöründeki kullanılabilirlik sıkıntıları, model seviyesinde hata ayıklama (debug) yapamama ve teknik destek

alma konusunda zorluklar olarak sıralamıştır. Model kontrol eksiklikleri, eğitimi için çok çaba harcama ve önceki/ileri sürüm uyumsuzlukları bunları takip etmektedir [35].

*Modellemedeki kişisel deneyim ve görüşler (soru 27)*

"Kesinlikle Katılıyorum:5"den "Kesinlikle Katılmıyorum:1"e kadar 5-dereceli cevaplar içeren bu soruda verilen cevaplara göre otomatik kod oluşturma, model tabanlı/güdümlü test için kişisel deneyim ve görüşler pozitif eğilimdedir. Bir başka deyişle, olumlu bir ifadeye verilen cevaplar "Nötr:3"den daha büyük bir değer çıkmıştır. Aynı durum modelleme karmaşıklığını adresleyen sorularda da geçerlidir. Ancak, genel yargı, modelleme ve bunları doğrulamak için ciddi anlamda zaman gerektireceğidir. Tüm cevaplara [35]'ten ulaşılabilir.

## 5 Tartışma

Bulgularımızın özeti Bölüm 5.1'de verilmiştir. Çalışmamızın geçerliliğine tehditleri ve bunları azaltmak ya da hafifletmek için attığımız adımlar 5.2'de ele alınmıştır.

### 5.1 Bulguların Özeti

Uluslararası bir anket olarak İngilizce hazırlanan ve dünyanın değişik ülke ve gömülü sektörlerinden 642 katılımcı alan çalışmamız, Türk şirketlerinde çalışan 253 gömülü sistem mühendisliği profesyonelinden geçerli cevap toplamıştır. Demografik verilerimize göre, anket verimizde farklı katılımcı ve şirket profillerinden bir karma oluştuğundan, bulgularımızın belli bir alan ya da sektörden bağımsız olmasına yardımcı olmuştur. Bu alandaki ilk olan bu çalışmamızda öne çıkanlar aşağıda listelenmiştir:

- Katılımcı sayısına baktığımızda sırasıyla Ankara, İstanbul, İzmir, Manisa, Kocaeli, Bursa, Eskişehir, Mersin, Antalya ve Samsun bulunmaktadır.
- En yüksek akademik dereceler incelendiğinde yüksek lisanslıların (%58) ve doktoralıların (%4) oranı dikkat çekicidir. Lise ve altı katılımcı oranı %1'dir. Akademik branşlar incelendiğinde Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik/Elektronik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri ilk 3 sıradadır. Endüstri, Makina/Mekatronik, İstatistik ve Matematik disiplinlerinin de listede bulunması ilgi çekicidir [35].
- Katılımcıların büyük çoğunluğu yazılım geliştirici/programcıdır. Bir kişinin birden çok pozisyon seçebildiği soruda, belli sektörlerde bir kişinin birden çok pozisyonda (örneğin, hem programcı hem tasarımcı hem gereksinim mühendisi hem de testçi) çalıştığı ortaya çıkmıştır. Daha detaylı bir çalışmada bu verilerin sektör, akademik branş vb. ile olan ilişkisinin analizi planlanmaktadır.
- Geliştirilen ürünlerin hedef sektörleri çok değişik bir yelpaze oluşturmuş, bu da anketin tek bir sektöre bağlı kalmadığını göstermiştir. Kullanıcı elektroniği ve savunma & havacılık başta olmak üzere bir çok sektörlerden ankete veri sağlanmıştır.
- Katılımcıların şirketlerindeki yazılım mühendisliği rolünde çalışan ve tipik yazılım ekibi sayısı incelendiğinde en yoğun 11-100 kişilik bir yazılım mühendisi çalışanı ve 5-9 kişilik tipik ekip sayısı olduğu görülmektedir.
- Katılımcıların %9'u asla modelleme yapmadığını (kabataslak kağıt üstüne çizim bile yapmadığını) belirtmiştir.
- Katılımcıların iş tecrübelerinde yoğunluk 10+ senede iken, modelleme tecrübelerinde 6-10 sene arası olması, katılımcıların bir kısmının işe başladıktan sonra modellemeyi öğrenip uyguladığını göstermektedir (örneğin, üniversiteden sonra, işte kendi kendine ya da

eğitimlerle). Bu da modellemenin nerede öğrenildiği sorusuna verilen cevapla uyumludur. Örneğin, elektrik/elektronik mezunu bir yazılım programcısı modellemeyi üniversiteden mezun olduğunda değil de iş sırasında ya da eğitimler aracılığıyla öğrenmiştir.

- Modelleme en çok masaüstü bilgisayarda yapılmaktadır; kâğıt ikinci sıradadır.
- Formal bir modelleme dili olan UML kullanım sıklığının kabataslak çizim yapanlarla çok yakın olması, ayrıca kullanıcıya hazır sunulan cevaplar dışında işaretlenen "Diğer" seçeneklerinin de çokluğu dikkat çekicidir (18 cevap) [35].
- Kullanılan programlama dilleri C++, C ve Java olarak sıralanmaktadır [35].
- Eclipse tabanlı araçların başı çektiği modelleme araçlarını Microsoft Visio takip etmektedir. Kullanıcıya hazır sunulmayan "Diğer" seçenekleri (45 cevap) dikkat çekicidir
- Kullanım sıklıklarına göre diyagramlar Ardıl Etkileşim (Sequence) (%59), Sınıf (Class) (%58), Durum (State machine/chart) (%50) ve Etkinlik (Activity) (%44) olarak çıkmıştır. Bir önceki modelleme çalışmalarının aksine, gömülü sistemler özelinde, Kullanıcı Senaryosu (Use Case) kullanımı (%22) çok gerilerdedir [35].
- Modelleme en çok sistem/yazılım tasarımı ve kodlamada kullanılırken, entegrasyon ve teslimatta oldukça az kullanılmaktadır [35].
- Modelleme yapanların %66'sı MGM kullanmamaktadır. Kullanıcıların da verdiği sıklık oranı %12 ile %24 arasına düşmektedir [35].
- Bir problemi soyut olarak anlamak; kod ve doküman yaratmak için MGM kullanımı yaygınken, model simülasyonu için oldukça az seviyede kullanılmaktadır [35].
- Şirketteki modelleme uzmanlığı ve araç desteği karşılaşılan MGM zorluklarının başında gelmektedir [35].

## 5.2 Geçerliliğe Tehditler

Bu bölümde, standart kontrol listesi temel alınarak [36], İngilizce olarak hazırlanmış çalışmamıza sınır teşkil edebilecek olası geçerliliğe tehditlerden ve bunları nasıl azalttığımız, ortadan kaldırmaya çalıştığımızdan bahsedilecektir.

Bu çalışmadaki yapısal geçerlilik, yapılan ölçümlerin genelleştirilebilmesi ve var olan modelleme yaklaşımlarını yansıtıp yansıtmadığıdır. Birçok kaynaktan veri toplanmış; yanlış cevap alınmaması adına anket anonim olarak yapılmıştır. Ölçüm yöntemi, birçok çalışmada kullanılan, her soru için oylar sayıp istatistiki çıkarımlar yapmaya dayanmaktadır. Dolayısıyla, sonuçların modelleme yaklaşım teknikleri, kullanım ve görüşlerini yansıttığına inanılmaktadır.

İç geçerlilik nedensel ilişkilerin ya da bilinmez faktörlerin anket sonucunu etkileyip etkilemediğini yansıtır. Uyguladığımız pilot çalışmalar buna karşı önlem amaçlıdır. İngilizce olarak hazırlanan bu ankette kullanılan kelimelerin herkes tarafından anlaşılır olması kaliteli veri toplamak adına çok önemli olduğundan, bu pilot çalışmada bulunan kişiler değişik uluslardan seçilmiştir (Dört Türk, iki İngiliz, bir Fransız, bir Tayvanlı). (Bölüm 3.1).

Dış geçerliliğe tehditlerden birisi katılımcıların demografik dağılımında yatmaktadır. Yazarların önceki ve şu anki iş tecrübeleri/ çalıştıkları sektörleri dolayısıyla bireysel gönderilen anket davetlerinin bu sektörlerden diğerlerine göre çok katılımcı alabileceği etkisini azaltmak adına çevrimiçi sosyal ve profesyonel ağlar (örneğin, LinkedIn ve Twitter), forumlar, yazılım mühendisliği ve üniversitelerin ilişkili email gruplarında duyurular yapıp anket 1 ay süre ile katılımcılara açık tutulmuştur.

Sonuç geçerliliği olarak, bu çalışma, hem endüstri hem de akademik şapkası olan bir araştırmacı ve 2 ayrı üniversiteden akademisyenle birlikte tasarlandığından, sonuçlardaki "fishing" riskini azaltmaktadır. Email daveti ve çevrimiçi ağlardaki profesyonellere yapılan

duyuru aynı link üstünden olduğundan güvenilirliğini de artırmıştır. Ölçümlerin güvenilirliği de gözden geçirme ve pilot çalışmalarla desteklenmiştir.

## 6 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Bu anket sayesinde, Türk gömülü sistem mühendisliğinde modellemenin yeri daha iyi anlaşılmış; modelleme kullanmayı değerlendirenler için yaygın görüş oluşturulmuştur. Bu katkılara ek olarak modelleme sırasında karşılaşılan zorluklar belirlenmiştir. Gelecekte yapılacak araştırmalar ile bu sorunlara çözüm aranılabilecektir.

Bu çalışmada, toplanan ham veriler sunulmuş, kapsamlı bir değerlendirme ve derinlemesine analiz yapılmamıştır. Buradaki ham verilerin katılımcı ve şirket/sektör bazında yapılması, hangi profillerin modellemenin neresinde olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Yazarlar böyle bir gelecek çalışmayı planlamışlardır.

**Teşekkür.** Ankete katılan tüm gömülü sistem mühendislerine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- [1] C. J. Ebert, Capers, "Embedded Software: Facts, Figures, and Future," *IEEE Computer Society*, vol. 42, pp. 42-52, 2009.
- [2] D. Akdur and V. Garousi, "Model-Driven Engineering in Support of Development, Test and Maintenance of Communication Middleware: An Industrial Case-Study," in *3rd International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development, MODELSWARD*, France, 2015.
- [3] B. Graaf, M. Lormans, and H. Toetenel, "Embedded software engineering: the state of the practice," *Software, IEEE*, vol. 20, pp. 61-69, 2003.
- [4] C. Walls, *Embedded Software*: Elsevier Inc., 2012.
- [5] D. Thomas, "MDA: revenge of the modelers or UML utopia?," *Software, IEEE*, vol. 21, pp. 15-17, 2004.
- [6] M. Petre, "UML in practice," in *Software Engineering (ICSE), 2013 35th International Conference on*, 2013, pp. 722-731.
- [7] M. Brambilla, J. Cabot, and M. Wimmer, "Model-driven software engineering in practice," *Synthesis Lectures on Software Engineering*, vol. 1, 2012.
- [8] R. France and B. Rumpe, "Model-driven Development of Complex Software: A Research Roadmap," presented at the Future of Software Engineering, 2007.
- [9] A. Gokhale, D. C. Schmidt, B. Natarajan, J. Gray, and N. Wang, "Model Driven Middleware," in *Middleware for Communications*, Q. Mahmoud, Ed., ed: Wiley, 2004.
- [10] B. P. Douglass, *Real Time UML: Advances in the UML for Real-time Systems*: Addison-Wesley, 2004.
- [11] G. M. Nicolescu, P. J., *Model-Based Design for Embedded Systems* CRC Press, 2009.
- [12] S. Gerard, J.-P. Babau, and J. Champeau, *Model Driven Engineering for Distributed Real-Time Embedded Systems*: Wiley-IEEE Press, 2010.
- [13] Eclipse.org. (2011). *EclipseCon 2011*. Available: [www.eclipsecon.org/2011](http://www.eclipsecon.org/2011)
- [14] Eclipse.org. (2012). *EclipseCon 2012*. Available: [www.eclipsecon.org/2012](http://www.eclipsecon.org/2012)
- [15] D. Frankel, *Model Driven Architecture: Applying MDA to Enterprise Computing*: John Wiley & Sons Inc., 2002.

- [16] G. Karsai, S. Neema, and D. Sharp, "Model-driven architecture for embedded software: A synopsis and an example," *Science of Computer Programming*, vol. 73, pp. 26-38, 9/1/2008.
- [17] E. Arisholm, L. C. Briand, and B. Anda, "First workshop on empirical studies of model-driven engineering," in *MODELS 2008*, 2008.
- [18] G. Tirpançeker, "Turkish software sector and value added by this sector (in Turkish: Türkiye Yazılım Sektörü ve Yazılımın Yarattığı Katma Değerler)," [http://www.sde.org.tr/userfiles/file/Gulara\\_Tirpanceker\\_SDE\\_2011Aral%C4%B1k-2.pdf](http://www.sde.org.tr/userfiles/file/Gulara_Tirpanceker_SDE_2011Aral%C4%B1k-2.pdf), *Turkish Software Industry Association (YASAD)*, 2011.
- [19] M. Broy, S. Kirstan, H. Krcmar, and B. Schätz, "What is the benefit of a model-based design of embedded software systems in the car industry?," in *Emerging Technologies for the Evolution and Maintenance of Software Models*, ed, 2011, pp. 343-369.
- [20] L. T. W. Agner, I. W. Soares, P. C. Stadzisz, and J. M. Simão, "A Brazilian survey on UML and model-driven practices for embedded software development," *Journal of Systems and Software*, vol. 86, pp. 997-1005, 4// 2013.
- [21] G. Liebel, N. Marko, M. Tichy, A. Leitner, and J. Hansson, "Assessing the State-of-Practice of Model-Based Engineering in the Embedded Systems Domain," in *Model-Driven Engineering Languages and Systems*. vol. 8767, J. Dingel, W. Schulte, I. Ramos, S. Abrahão, and E. Insfran, Eds., ed: Springer International Publishing, 2014, pp. 166-182.
- [22] M. Grossman, J. E. Aronson, and R. V. McCarthy, "Does UML make the grade? Insights from the software development community," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 47, pp. 383-397, 2005.
- [23] B. Dobing and J. Parsons, "How UML is used," *Commun. ACM*, vol. 49, pp. 109-113, 2006.
- [24] C. F. J. Lange, M. R. V. Chaudron, and J. Muskens, "In practice: UML software architecture and design description," *Software, IEEE*, vol. 23, pp. 40-46, 2006.
- [25] J. Peneva, S. Ivanov, and G. Tuparov, "Utilization of UML in Bulgarian SME - Possible Training Strategies," *Communication and Cognition-Artificial Intelligence*, vol. 23 (N 1-4), pp. 83 -88, 2006.
- [26] A. Nugroho and M. R. V. Chaudron, "A survey into the rigor of UML use and its perceived impact on quality and productivity," presented at the Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement, Kaiserslautern, Germany, 2008.
- [27] P. Fitsilis, V. C. Gerogiannis, and L. Anthopoulos, "Role of unified modelling language in software development in Greece ?? results from an exploratory study," *Software, IET*, vol. 8, pp. 143-153, 2014.
- [28] A. Forward and T. C. Lethbridge, "Problems and opportunities for model-centric versus code-centric software development: a survey of software professionals," in *International workshop on Models in software engineering*, Leipzig, Germany, 2008, pp. 27-32.
- [29] J. Hutchinson, J. Whittle, M. Rouncefield, and S. Kristoffersen, "Empirical assessment of MDE in industry," in *33rd International Conference on Software Engineering*, Waikiki, Honolulu, HI, USA, 2011, pp. 471-480.
- [30] M. Torchiano, F. Tomassetti, F. Ricca, A. Tiso, and G. Reggio, "Preliminary Findings from a Survey on the MD State of the Practice," in *Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2011 International Symposium on*, 2011, pp. 372-375.

- [31] M. Torchiano, F. Tomassetti, F. Ricca, A. Tiso, and G. Reggio, "Relevance, benefits, and problems of software modelling and model driven techniques—A survey in the Italian industry," *Journal of Systems and Software*, vol. 86, pp. 2110-2126, 8// 2013.
- [32] V. C. Basili, G.; Rombach, D.H. , "The Goal Question Metric Approach," in *Encyclopedia of Software Engineering*, ed: Wiley, 1994.
- [33] D. Akdur. (2015). *Survey on Software Modeling in Embedded Systems Engineering*. Available: <http://goo.gl/forms/1indq2jEPj>
- [34] D. Akdur. (2015). *Pre-filled URL: Survey on Software Modeling in Embedded Systems Engineering*. Available: <https://docs.google.com/forms/d/1MCTwspkHNizRvNE86wdqL4Bh1WbqGW6WK4x7DQvI5Fo/prefill>
- [35] D. Akdur, O. Demirörs, and V. Garousi, "Gömülü Sistem Mühendisliğinde Kullanılan Yazılım Modellemesi ve Model Güdümlü Teknikler Anketi: Türkiye Sonuçları Teknik Raporu," Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Enformatik Enstitüsü, ODTÜ/II-TR-2015-54, 2015.
- [36] R. Feldt and A. Magazinius, "Validity Threats in Empirical Software Engineering Research-An Initial Survey," in *SEKE*, 2010, pp. 374-379.