

Yazılım Mühendisliği Alanında Yayımlanan Tez ve Makalelerin SWEBOK'a göre Değerlendirilmesi ve Yazılım Mühendisliği Eğitiminin İyileştirilmesi için Öneriler

Murat Karakaya¹ Ali Yazıcı²

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara

² Yazılım Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara

{murat.karakaya, ali.yazici}@atilim.edu.tr

Özet. Yazılım Mühendisliği (YM) için rehber niteliğini taşıyan SWEBOK kılavuzunda YM'nde yürütülen faaliyetler 15 bilgi alanı altında toplanmıştır. Bu çalışmamızın amacı; SWEBOK'da belirtilen bu alanlarda yapılan yayınların niceliklerini inceleyerek YM ile ilgili bilgi birikiminin hangi YM alanlarında yoğunlaştığını ve hangi alanların ise daha çok araştırılmaya muhtaç olduğunu tespit etmektir. Diğer bir amacımız da, YM eğitiminde karşılaşılan sorunlar ile bu araştırma alanlarındaki ilişkiyi de değerlendirmektir. Bu incelemelerin yapılabilmesi için öncelikle SWEBOK kılavuzunda yer alan 15 ana bilgi alanından 10 alan seçilmiştir. Daha sonra, bu alanlar YÖK Ulusal Tez Merkezi tarafından sağlanan çevrimiçi arama motorunda anahtar kelime olarak kullanılarak Türkiye'de üretilen tezlerin sayıları derlenmiştir. Ayrıca dünyada aynı konularda yayımlanan makalelerle ilgili verilerin elde edilmesi için IEEE Xplore Digital Library'nin çevrimiçi arama motoru kullanılmıştır. Elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve yorumlanması sonucu; seçilen 10 ana alanda üretilen çalışmaların sayısı açısından ilk 3 sırayı “*Yazılım Tasarımı*”, “*Yazılım Testleri*” ve “*Yazılım Kalitesi*” temel alanlarının aldığı görülmüştür. En az üzerinde çalışılan alanlar olarak da “*Yazılım Yapılandırılması*”, “*YM Yönetimi*” ve “*YM Süreçleri*” konuları tespit edilmiştir. Çalışmanın son bölümünde elde edilen bu veriler ışığında YM eğitiminin daha verimli ve başarılı olması için öneriler paylaşılmıştır.

1 Giriş

Yeni bir eğitim programı başlatılma sürecinde veya var olan programların geliştirilmesin, iyileştirilmesi ve güncellenmesinde, genel olarak bu alandaki önemli meslek örgütlerinin yıllar içerisinde geliştirdiği kılavuzlar temel alınır. Bu yaklaşım, Yazılım Mühendisliği (YM) için de geçerlidir. IEEE/ACM YM Lisans Programları için Müfredat Kılavuzu [1-2], IEEE/ACM YM Yüksek Lisans Programları için Müfredat Kılavuzu [3] ve SWEBOK YM Bilgi Tabanı Kılavuzu 3.0 [4] Yazılım Mühendisliği alanı için önerilen önemli kılavuz belgelerdir. Bunlardan ilk üçü,

müfredat detaylarını, ders kredilerini, saatlerini ve içerikleri ile mesleğin bilgi tabanı alanlarını tanımlarken, SWEBOK yalnızca YM mesleğine temel olan bilgi tabanı alanlarını kapsamlı olarak tanımlamaktadır.

Türkiye'nin bilişim altyapısı ve olanakları, Yazılım Mühendisliğinin ülke için önemli bir ekonomik kaynak olabileceğini işaret etmektedir. Bunu destekleyecek bir çalışma olan "Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı" (2016-209) [5], Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın (BSTB) öncülüğünde, üniversiteler, ilgili STK'lar ve Bilişim Sisteminin önde gelen özel şirket temsilcilerince hazırlanmıştır. Bu taslak belgede, YM Sektörünün gelişmesi için gerekli stratejiler ve eylem planı ortaya konulmuştur.

Bu çalışmamızın temel amacı; SWEBOK kılavuzundan seçilen 10 bilgi alanında yapılan yayınların niceliklerini incelemek ve bilgi birikiminin hangi YM alanlarında yoğunlaştığını ve hangi alanların ise daha çok araştırılmaya muhtaç olduğunu tespit etmektir. Bir diğer amaç da, YM eğitiminde yapılandırılmasında ve yürütülmesinde karşılaşılan sorunlar ile bu araştırma alanlarındaki ilişkiyi değerlendirmektir. Buna yönelik olarak, SWEBOK bilgi alanları başlık ve alt başlıkları anahtar alınarak, Türkiye'de Yazılım Mühendisliği alanında yapılan tezler ile IEEE Xplore veri tabanına göre üretilen makale sayıları tespit edilmiş ve gerek YM eğitiminde verilen dersler ile yapılan araştırma sonucunda bulunan veri arasında bir bağ olup olmadığı üzerine yorum getirilmeye çalışılmıştır.

Makalenin bundan sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2'de literatürde YM ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir. Bölüm 3'de SWEBOK alanları ile ilgili tezler ve makalelerin çevrimiçi arama motorları ile yapılan tarama sonuçları sunulmuş ve bu veriler YM eğitimi ve YM proje yönetimi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Son bölümde ise bu değerlendirmeler ışığında varılan sonuçlar verilmiştir.

2 İlgili Literatür

Bu bölümde ilk önce, SWEBOK 3.0 kılavuzundaki Yazılım Mühendisliği (YM) alanları verilecektir. Daha sonra, ilgili çalışmalar ve Türkiye'deki YM eğitim ve araştırma altyapıları gözden geçirilecektir.

2.1 SWEBOK Bilgi Alanları

SWEBOK YM Bilgi Alanı kılavuzunun 2014 yılındaki son sürümünde (3.0) belirtilen alanlar Tablo 1.'de verilmiştir [4]. Bu çalışmada ilk 10 alan değerlendirmeye alınmış ve bu alanlar çevrimiçi arama motorlarında anahtar kelimeler olarak kullanılarak ilgili araştırmaların sayıları belirlenmiştir. Diğer 2 uzmanlık alanı olan YM uzmanlık uygulaması ve YM ekonomisi alanları da YM için büyük önem arz etmekle birlikte makale sayısı açısından yeterli veri toplanmadığından bu çalışmada ele alınmamıştır.

2.2 İlgili Ulusal Faaliyetler

Türkiye’de YM alanında üç ulusal bilimsel toplantı düzenlenmektedir. Bunlar: her yıl yapılan Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu (UYMS) [6], iki yılda bir düzenlenen Ulusal Yazılım Mimarisi Konferansı (UYMK) [7], ve yine iki yılda bir düzenlenen Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu’dur (YKGS) [8].

Tablo 1. SWEBOK 3.0 YM Temel Alanları

#	Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Temel Alanlar (Türkçe Karşılıkları)
1	Software requirements	Yazılım gereksinimleri
2	Software design	Yazılım tasarımı
3	Software construction	Yazılım inşası
4	Software testing	Yazılım sınama
5	Software maintenance	Yazılım bakımı
6	Software configuration management	Yazılım yapılandırma yönetimi
7	Software engineering management	YM yönetimi
8	Software engineering process	YM süreçleri
9	Software engineering models and methods	YM modelleri ve yöntemleri
10	Software quality	Yazılım kalitesi
11	Software engineering professional practice	YM uzmanlık uygulaması (profesyonellik)
12	Software economics	YM ekonomisi
13	Computing fundamentals	Hesaplama temelleri
14	Mathematics fundamentals	Matematik temelleri
15	Engineering fundamentals	Mühendislik temelleri

2.3 Türkiye’deki Lisans Programları

Türkiye ve KKTC’deki üniversitelerde YM eğitime verilen önem son yıllarda belirgin olarak artmaktadır. 2011 yılında 11 olan YM Lisans programı sayısı, 2015-2016 Akademik Yılında 18 olmuş ve aynı yıl için, bu bölümlere yerleşen öğrenci sayısı 1000’e yaklaşmıştır [9]. Her yıl bu programlardan 400 kadar yazılım mühendisinin mezun olduğu tahmin edilmektedir. Ancak, bu sayı yazılım sektörünün gereksiniminin bir hayli altındadır. Sektörün talepleri, halen, ilgili diğer bölüm mezunları ve özel sektörün sertifika programları ile karşılanmaktadır. Bu açığın kapatılması ve sektörün taleplerine uygun yazılım uzmanlarının/mühendislerinin yetişmesi için, Yazılım sektörü strateji belgesi taslağında da vurgulandığı üzere [5], Bilgisayar Mühendisliği müfredatlarına yazılımla ilgili daha fazla ders konulması, ya da yeni YM programlarının açılması gerekmektedir.

2.4 İlgili Araştırmalar

SWEBOK 3.0 sürümünün geniş bir değerlendirmesinin yapıldığı bir çalışmada [11], yeni sürümün akademik dünyada ve sektörde yaratacağı potansiyel etkiler tartışılmıştır.

Üniversite Yazılım Mühendisliği programları müfredatının SWEBOK kılavuzu kullanılarak değerlendirme ve iyileştirilmesi ilgili bir çalışmada [11], sistematik vaka çalışması yaklaşımı ile bir YM programında yer alan derslerdeki YM konularının saat bazında nicel analizleri ve SWEBOK'un 15 bilgi alanına uyumu incelenmiştir. Türkiye'deki 11 YM bölümünün mercek altına alındığı bir çalışmada [12], bölümlerin web sayfalarında belirtilen müfredatların SWEBOK'a uyumları incelenmiştir.

Birden fazla YM programın SWEBOK'a göre değerlendirilmesi ve yazılım sektörünün gereksinimlerine göre alınacak tedbirler üzerine yapılan bir araştırmada [13], en son teknolojilerin kullanımının, sektörün taleplerinin değerlendirilmesinin ve SWEBOK'a uyumun, YM müfredatlarını geliştireceği raporlanmıştır. Bir başka çalışmada [14] SWEBOK kılavuzunun yazılım sistemlerindeki hataların nedenleri ve genelde yazılım hataları ile ilgili ipuçları barındırmadığı eleştirilmiş ve kılavuzun bu yönde gelişmeye gereksinimi olduğu vurgulanmıştır.

Çalışmamızla en çok benzer amacı güden bir araştırma 2011 yılında Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu (UYMS) sunulmuştur [15]. İlgili çalışmada, Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu (UYMS), Ulusal Yazılım Mimarisi Konferansı (UYMK) ve Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu (YKGS) gibi ulusal platformlarda 2003-2010 yıllarında sunulan 290 bildiri SWEBOK belgesinde verilen yazılım mühendisliği ana alanları temel alınarak incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada sunulan veriler ile çalışmamızda toplanan verilerin karşılaştırılması Bölüm 3'de verilmiştir.

3 Yazılım Mühendisliğinde Yapılan Araştırmaların Seçilen SWEBOK Alanlarına göre Değerlendirilmesi

3.1 Ulusal Tezlerin Seçilen SWEBOK Alanlarına göre Değerlendirilmesi

Bölüm 2'de bölümde verilen çalışmalar değerlendirildiğinde YM alanında ulusal platformlarda yapılan araştırmaların giderek yoğunlaştığı gözlemlenmektedir. Bu alanda bilgi birikiminin artması öncelikle bu alanlarda yapılan araştırmaların nitelik ve nicelik olarak artması ile doğru orantılı olarak gerçekleşecektir. Bu nedenle biz öncelikle YM ana bilgi alanlarında ülkemizde yapılan tezleri inceledik. SWEBOK belgesinde verilen ilk 10 alan isimlerinin İngilizceleri kullanılarak YÖK Ulusal Tez Merkezi tarafından sağlanan çevrimiçi arama motoru üzerinden aramalar yapılmıştır [16]. Çevrimiçi arama motoru aramaları belirli alanlar ile yapılmasına olanak tanımaktadır. Bunlar; *Tez Adı, Yazar, Danışman, Konu, Dizin, Özet ve Tüm Alanlar*'dir. Araştırmamızın amacına en uygun olduğunu düşündüğümüz *Tez Adı, Özet ve Tüm Alanlar* üzerinde Tablo 2'de verilen İngilizce terimleri arattığımızda elde edilen tez sayıları bu konular üzerinde şimdiye kadar yapılan tezlerin dağılımını

vermiştir. Bu dağılım Tablo 2’de incelendiğinde *Tez Adına* göre 60, *Özete* göre 231 ve *Tüm Alanlarda* yapılan taramaya göre ise 261 adet tezin yayımlandığı görülmüştür.

Bu üç tarama alanından *Tüm Alanlarda* yapılan tarama sonrası gelen sonuçlar incelendiğinde bulunan birçok tezin doğrudan YM SWEBOK belgesinde geçen konular ile ilgili olmayabildiği görülmüştür. Dolayısıyla, elde edilen tarama sonuçları içinde en sağlıklı kabul edilebilecek sonuçların *Tez Adı* ve *Özet* alanları üzerinde yapılan tarama sonuçları tarafından üretilen sonuçlar olabileceği değerlendirilmiştir. Ancak, genel bir fikir vermesi ve ana akımların gözlemlenebilmesi için tüm sonuç tablolarında *Tüm Alanlar* üzerinde yapılan sonuçlar verilmiştir.

Tablo 2 içerisinde verilen bilgilerde; SWEBOK belgesinden seçilen 10 ana alan için bulunan tez sayıları ile bunların yapılan toplam tezler içerisinde yüzdeleri sunulmuştur. Koyu olarak işaretlenen *Software design*, *Software quality* ve *Software testing* alanlarının tezlere en çok konu olan alanlar olduğu tespit edilmiştir. Bu üç alan üzerinde yapılan çalışmalar yaklaşık olarak tüm alanlarda yapılan tez çalışmalarının %80’ini oluşturmaktadır. Buna karşılık, *Software construction*, *Software engineering management* ve *Software engineering process* gibi alanlarında ise hemen hemen hiç çalışma yapılmadığı görülmüştür. Burada üzerinde durulması gereken bir nokta üzerinde en az çalışıldığı düşünülen bu üç alanın isimlerinin doğrudan tez adında, özette ve diğer tarama alanlarında bulunmaması bu başlıklar altında yer alan alt konularda araştırma yapılmadığını kesin olarak göstermeyebilir. Ancak, yapılan tezlerin arama yapılabilen bilgilerinde bu anahtar kelimelere diğer konu başlıklarında olduğunun aksine hiç karşılaşılmaması önemli bir farktır.

Tablo 2. Ulusal Tezler - YÖK Ulusal Tez Merkezi sonuçları

Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Tez Adına Göre		Özet		Tüm Alanlarda	
Software requirements	6	10%	25	11%	28	11%
Software design	23	38%	78	34%	96	37%
Software construction	0	0%	2	1%	2	1%
Software testing	8	13%	33	14%	35	13%
Software maintenance	2	3%	13	6%	14	5%
Software configuration management	2	3%	5	2%	5	2%
Software engineering management	0	0%	0	0%	0	0%
Software engineering process	1	2%	3	1%	3	1%
Software engineering models and methods	2	3%	2	1%	3	1%
Software quality	16	27%	70	30%	75	29%
			23			
Toplam	60	100%	1	100%	261	100%

3.2 Bazı Ulusal Konferanslarda Sunulan Makalelerin Seçilen SWEBOK Alanlarına göre Değerlendirilmesi

İlgili Araştırmalar başlığında da bahsedildiği üzere Demir, Mut, Okçu ve Alpyavuz tarafından yapılan bir araştırmada [15], Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu (UYMS), Ulusal Yazılım Mimarisi Konferansı (UYMK) ve Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu (YKGS) gibi ulusal konferanslarda 2003-2010 yıllarında sunulan 290 bildiri SWEBOK belgesinde verilen yazılım mühendisliği ana alanları temel alınarak incelenmiştir. Söz konusu çalışmadaki veriler incelenerek Tablo 3 hazırlanmıştır. Kaynak çalışmada bazı bildirimler birden fazla kategoride değerlendirildiğinden toplam makale sayısı 290 bildirden fazla görünmektedir.

Kaynak çalışmanın verileri dikkate alındığında sırasıyla *Software engineering models and methods*, *Software design*, *Software engineering process* ve *Software construction* alanlarında en çok bildiri sunulduğu görülmektedir. Bu konularda sunulan bildiler tüm sınıflandırılan bildirimlerin %70'den fazlasına karşılık gelmektedir. Bu sonuçların Ulusal Tez veritabanı ile karşılaştırılması Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Ulusal Konferanslarda Sunulan Makaleler – [15] numaralı çalışmanın sonuçlarından derlenmiştir

Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Bildiri Sayısı	
Software requirements	14	3%
Software design	81	19%
Software construction	58	14%
Software testing	22	5%
Software maintenance	3	1%
Software configuration management	7	2%
Software engineering management	20	5%
Software engineering process	63	15%
Software engineering models and methods	102	24%
Software quality	48	11%
Toplam	418	100%

Tablo 3 incelendiğinde, iki farklı kaynakta yapılan taramaların sonuçlarının birbir örtüşmediği görülmektedir. *Software design* konusunun her iki kaynakta da yapılan taramalarda üzerinde en çok araştırma yapılan alanlardan biri olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Tez başlıklarında en az geçen *Software construction*, *Software engineering process* ve *Software engineering models and methods* konularının ise Ulusal Konferans Bildirilerinde yapılan taramada en çok geçen konular arasında olduğu görülmektedir. Bu farklılaşmanın bir kaynağı, [15] numaralı çalışmada izlenen yöntem ile çalışmamızda izlenen yöntem arasındaki farktan kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. [15] numaralı çalışmada makaleler iki ayrı kişi tarafından incelenerek sınıflandırılıp daha sonra bu sınıflandırmalar birleştirilmiştir. Çalışmamızda ise arama motorları üzerinde farklı alanlar üzerinde yapılan anahtar

kelime taraması yapılmıştır. Diğer taraftan her iki çalışmada da *Software maintenance*, *Software configuration management*, *Software engineering management* alanlarının üzerinde en az araştırma yapılan alanlar olduğu konusunda veriler mevcuttur.

Tablo 4. Ulusal Tezler ile Ulusal Konferanslarda Sunulan Makalelerin karşılaştırılması

Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Ulusal Tezler (Tez Adına Göre)	Ulusal Konferans Bildirileri
Software requirements	10%	3%
Software design	38%	19%
Software construction	0%	14%
Software testing	13%	5%
Software maintenance	3%	1%
Software configuration management	3%	2%
Software engineering management	0%	5%
Software engineering process	2%	15%
Software engineering models and methods	3%	24%
Software quality	27%	11%
Toplam	100%	100%

3.3 Uluslararası Makalelerin Seçilen SWEBOK Alanlarına göre Değerlendirilmesi

Ulusal Tezler üzerine yapılan ve sonuçları yukarıda özetlenen taramanın bir benzeri de uluslararası dergilerde ve konferanslarda yayımlanan makaleler üzerinde yapılmıştır. Bu maksatla IEEE Xplore Sayısal Kütüphanesinin sunduğu çevrimiçi arama motoru kullanılmıştır [17]. Arama motoru, 20 farklı alan üzerinden arama yapılmasına imkan tanımaktadır. Yukarıda sonuçları verilen taramalarda kullanılan alanların benzeri olan *Document Title*, *Abstract* ve *Full Text* alanlar seçilerek Tablo 1’de kullanılan SWEBOK belgesinde verilen konu başlıkları taranmıştır.

Tablo 5’de sunulan sonuçlar incelendiğinde, üzerinde en çok makale hazırlanan konuların ulusal tezlerde de tespit ettiğimiz *Software design*, *Software quality* ve *Software testing* alanlarının olduğu görülmektedir. Makale Başlığında geçme oranlarına baktığımızda bu üç alan yayımlanan tüm makalelerin %70’den daha fazla yayın aldığı görülmektedir. Benzer şekilde üzerinde en az yayın yapılan alanların *Software construction*, *Software configuration management*, *Software engineering management* ve *Software engineering process* alanları olduğu görülmektedir.

Tablo 6 şimdiye kadar üzerinde veri toplanan 3 farklı kaynağa göre araştırmaların SWEBOK belgesinde geçen alanlara göre dağılımını sunmaktadır. İlk olarak belirtilmesi gereken husus oranları değişmekle beraber Ulusal Tezlerin dağılımı ile Uluslararası Makalelerin dağılımlarının büyük benzerlik gösterdiği görülmektedir. Her iki veritabanı üzerinde yapılan taramada üzerinde en çok yayın yapılmış görünüm alanlar olarak *Software design*, *Software quality* ve *Software testing* konuları görülmektedir. Benzer şekilde de üzerinde en az çalışma yapılan alanlar olarak *Software*

maintenance, Software configuration management, Software engineering management, Software engineering process, ve Software engineering models and methods konuları tespit edilmektedir.

Tablo 5. IEEE Xplore Digital Library sonuçları

Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Makale Başlığı		Özet		Tüm Metin	
Software requirements	839	9%	20254	13%	426593	11%
Software design	3099	33%	59373	38%	723095	18%
Software construction	136	1%	3729	2%	167322	4%
Software testing	2177	23%	28813	18%	553564	14%
Software maintenance	730	8%	5855	4%	134272	3%
Software configuration management	114	1%	1347	1%	101856	3%
Software engineering management	183	2%	3106	2%	285393	7%
Software engineering process	269	3%	8204	5%	563693	14%
Software engineering models and methods	395	4%	10756	7%	605597	15%
Software quality	1398	15%	16428	10%	358908	9%
Toplam	9340	100%	157865	100%	3920293	100%

Tablo 6. Ulusal Tezler, Ulusal Konferanslarda Sunulan Bildiriler ile Uluslararası Makalelerin karşılaştırılması

Temel Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Ulusal Tezler (Tez Adına Göre)	Ulusal Konferans Bildirileri	Uluslararası Makaleler (Makale Başlığın a Göre)
Software requirements	10%	3%	9%
Software design	38%	19%	33%
Software construction	0%	14%	1%
Software testing	13%	5%	23%
Software maintenance	3%	1%	8%
Software configuration management	3%	2%	1%
Software engineering management	0%	5%	2%
Software engineering process	2%	15%	3%
Software engineering models and methods	3%	24%	4%
Software quality	27%	11%	15%
Toplam	100%	100%	100%

Üzerinde hem ulusal tezlerde hem de uluslararası makalelerde en çok çalışıldığı tespit edilen üç konu alanını daha yakından incelemek için her bir ana konu başlığının altında önemli yer tutan 4 alt başlık SWEBOK belgesinden seçilerek arama motorunda aynı taramalar bir kez daha yapılmıştır.

Tablo 7, *Software Design* ana başlığı altında seçilen *Software Architecture*, *User Interface Design*, *Software Design Tools* ve *Software Design Strategies* alt başlıklarına göre yapılan tarama sonuçlarını vermektedir. Bu sonuçlardan dikkat çekici olan bir nokta 4 alt başlık içerisinde *Software Architecture* konusunun diğer tüm konularda yapılan yayınlardan daha fazla yayın yapılan alan olduğunun tespit edilmesidir. Diğer önemli bir nokta ise, *Software Design Strategies* konusunun diğer 3 konuya göre üzerinde çok az çalışma yapılan alt başlık olduğudur.

Tablo 7. *Software Design* alt başlıkları IEEE Xplore Digital Library sonuçları

Alt Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Makale Başlığına Göre		Özet		Tüm Metin	
Software Architecture	1197	66%	26051	52%	364152	28%
User Interface Design	417	23%	10473	21%	355589	27%
Software Design Tools	176	10%	11231	22%	360748	27%
Software Design Strategies	18	1%	2624	5%	236638	18%
Toplam	1808	100%	50379	100%	1317127	100%

Tablo 8 *Software Testing* ana başlığı altında seçilen *Software Test Process*, *Software Test Techniques*, *Software Testing Tools* ve *Software Test Measure* alt başlıklarına göre yapılan tarama sonuçlarını vermektedir. Bu sonuçlardan dikkat çekici olan bir nokta 3 alt başlık üzerinde (*Software Test Process*, *Software Test Techniques*, *Software Testing Tools*) benzer oranda yayın yapıldığıdır. Ancak, *Software Test Measure* konusunun diğer 3 konuya göre üzerinde neredeyse hiç çalışma yapılmayan bir konu olduğudur.

Tablo 8. *Software Testing* alt başlıkları IEEE Xplore Digital Library sonuçları

Alt Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Makale Başlığına Göre		Özet		Tüm Metin	
Software Test Process	84	34%	8444	43%	492600	43%
Software Test Techniques	79	32%	5579	29%	367177	32%
Software Testing Tools	83	34%	5483	28%	286285	25%
Software Test Measure	1	0%	29	0%	2738	0%
Toplam	247	100%	19535	100%	1148800	100%

Son olarak Tablo 9'da *Software Quality* ana konusu için seçilen 4 alt başlığın taraması sonucu elde edilen veriler paylaşılmıştır. *Software Quality Assurance* konusunun, Makale Başlığında yapılan tarama sonuçları dikkate alındığında, diğer üç konuda yayımlanan makale sayısından daha fazla makalede konu edildiği görülmektedir. Ancak Özet alanı üzerinde yapılan taramada ise *Software Quality Tool* alt başlığının benzer bir sonuç vererek üzerinde en çok makale yazılan konu olduğu görülmektedir. Bu iki sonuç bir arada düşünüldüğünde her iki alt alanın

Software Quality ana alanın da önemli araştırma konuları olduğu söylenebilir. *Software Quality Verification Validation* alt konusunun ise bu alanda göreceli olarak daha az ilgi çektiği iddia edilebilir.

Tablo 9. Software Quality alt başlıkları IEEE Xplore Digital Library sonuçları

Alt Alanlar (Anahtar Kelimeler)	Makale Başlığına Göre		Özet		Tüm Metin	
Software Quality Assurance	136	51%	943	13%	27826	6%
Software Quality Management	72	27%	2281	32%	183379	37%
Software Quality Tools	49	18%	3062	42%	192845	39%
Software Quality Verification Validation	10	4%	948	13%	89500	18%
Toplam	267	100%	7234	100%	493550	100%

4 Değerlendirmeler

Öncelikle bu çalışmada kullanılan yöntemin kısıtlarını ortaya koymak gerekir. Arama motorlarından verilen arama anahtar kelimelerine göre bulunan makale sayıları, seçilen alanlarda yapılan çalışmaların niteliklerini tam olarak belirleyemese de, sözkonusu SWEBOK alanının ne kadar ilgi çektiğinin bir ölçütü olarak bu sayılar kullanılabilir. Ayrıca seçilen bu arama motorları tüm yayınları kapsamayabilir. Ancak, bu arama motorlarından elde edilen sayıların kullanılması, konular arasında karşılaştırma yapmaya imkan verdiği düşünülmektedir.

Bölüm 3'deki bulgularla ilgili değerlendirmeler ve daha önceki çalışmalarla bu verilerin karşılaştırılması aşağıda özetlenmiştir:

- Tablo 5 incelendiğinde, *Software design*, *Software quality* ve *Software testing* alanlardaki çalışmaların, hem ulusal tezlerde hem de uluslararası makalelerde ilk üç sırada olduğu gözlenmiştir.
- Yine aynı tablolardan, *Software maintenance*, *Software configuration management*, *Software engineering management*, *Software engineering process*, ve *Software engineering models and methods* alanlarındaki çalışmaların hem ulusal tezlerde hem de uluslararası makalelerde düşük sayıda gerçekleştiği görülmektedir. Bu alanlarda az oranda çalışma yapılması nedeniyle bu alanlarda YM için bilgi birikiminin de yetersiz olabileceği bunun da geliştirilen yürütülmekte olan YM projelerine olumsuz etkilerde bulunabileceği değerlendirilmektedir.
- 2011 yılında Türkiye'deki 11 YM programı üzerindeki çalışma sonuçları [12], müfredatlarda *Software Construction*, *Software Economics*, *Software Process* ve *Software Evolution* alanlarının yeterli düzeyde kapsamadığını raporlamıştır. Bu sonuçlar kısmen Tablo 2-4'deki verilerle örtüşmektedir.

- *Software maintenance* uluslararası makalelerinin sayısının kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen, bu konuda ulusal düzeyde yeterli oranda tez çalışmasının yapılmadığı görülmektedir. Bu sonuç 2011’de müfredatlarla ilgili çalışmayı [12] teyit eder durumdadır.
- *Software design* alanının alt başlıklarına inildiğinde, *Software design strategies* konusundaki makale sayısı göreceli olarak düşüktür.
- *Software testing* alanının *Software test strategies* alt alanında sadece 1 uluslararası yayın olması dikkate değerdir.
- *Software quality* alanının, *Software Quality Verification Validation* alt alanındaki uluslararası makale sayısının diğer alt alanlardan bir hayli az olduğu tespit edilmiştir.

5 Sonuç

Bu çalışma ile ulusal tezler, ulusal konferanslarda sunulan bildiriler ve IEEE Xplore sayısal kütüphanesinde listelenen makaleler SWEBOK 3.0’da belirlenen 10 alan için nicelik olarak değerlendirilmiş ve daha sonra, tarama sonuçlarında sayısal olarak ilk üç sırayı alan, *Software design*, *Software quality ve Software testing* alanlı için alt alanlar (anahtar sözcükler) belirlenerek makalelerin yoğunlaştığı alanlar raporlanmıştır. Uluslararası makale sayıları ile ulusal tezler karşılaştırıldığında, YM alanlarına göre yapılan yayınların dağılımlarının büyük benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu benzerlik, yurt içinde yapılan çalışmalar ile yurd dışında yapılan çalışmaların benzer konulara odaklandığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular, yazılım mühendisliğinde yapılan araştırmaların, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde yapılan araştırmaların yoğunluğunun en az olduğu alanların, *Software Configuration Management*, *Software Construction ve Software Engineering Management* olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlara YM müfredatlarında da karşılaşılmaktadır. Bu tespitlerin, yazılım mühendisliği eğitim müfredatlarının iyileştirmesine yönelik bir ipucu olduğu değerlendirilmiştir.

Benzer biçimde, bulguların yazılım projelerinin başarısızlığında bir etken olup olmadığının da kapsamlı bir biçimde araştırılması gerekmektedir.

Kaynakça

1. ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula, Software Engineering 2004: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering, August 2004. <http://www.acm.org/education/curricula.html>
2. Software Engineering 2014 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering A Volume of the Computing Curricula Series 23.2.2015. Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society and ACM
3. GSWE2009, Graduate Software Engineering 2009, Curriculum Guidelines for Graduate Degree Programs in Software Engineering, Stevens Institute of Technology, 2009

4. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK®), Version 3.0, IEEE Computer Society, Ed. Pierre Bourque, Richard E. Fairley, 3rd. Edition, 2014.
5. Türkiye Yazılım Sektörü Stratejisi ve Eylem Planı 2016-2019, BSTB, Bilgi ve Teknoloji Genel Müdürlüğü, http://www.keyofchange.com/UPLOAD/URUN/FILES/turkiye_yazilim_sektoru_s_3062015152542-131005313.pdf, Son erişim: 4.6.2016
6. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu (UYMS), <http://uyms.org>, Son erişim: 4.6.2016
7. Ulusal Yazılım Mimarisi Konferansı (UYMK), <http://uymk2016.iku.edu.tr/>, Son erişim: 4.6.2016
8. Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu (YKGS), <http://ykgs.org/>, Son erişim: 4.6.2016
9. ÖSYM, Merkezi Yerleştirme ile Öğrenci alan yükseköğretim Lisans Programları, Tablo 4., <http://osym.gov.tr/>, Son erişim: 9.6.2016
10. R.E. Fairley, P. Bourke ve J. Keppler, “The Impact of SWEBOK Version 3 on Software Engineering Education and Training”, Proceedings of IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training, Ed. A. Bollin, E. Hochmuller, R. T. Mittermeir, T. Cowling ve R. LeBlanc, 2014
11. V. Garousi, A. Mishra ve A. Yazıcı, “Üniversite Yazılım Mühendisliği programları müfredatının SWEBOK kılavuzu kullanılarak değerlendirme ve iyileştirilmesi”, UYMS 2015 Bildiri Kitabı, Yaşar Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 9-11 Sept, 2015, Ed. by: Tugkan Tuğlular, Murat Komesli, Cilt.1483, s.479-489.
12. A. Mishra ve A. Yazıcı, “An Assessment of the Software Engineering Curriculum in Turkish Universities: IEEE/ACM Guidelines Perspective”, Croatian Journal of Education, Cilt.13, No:1, s.188-219, 2011
13. A. Alarifi, M. Zarour, N. Alomar, ve diğerleri “SECDEP: Software engineering curricula development and evaluation process using SWEBOK”, Information and Software Technology, Cilt: 74, s.114-126, 2016
14. I. Monarch, “Understanding Software Engineering Failure as Part of the SWEBOK”, Proceedings of the 14th Conference on Software Engineering Education and Training, Ed. D. Ramsey, P. Bourke ve R. Dupois, s.191-194, 2001
15. K. A. Demir, A. Mut, H. Okçu & O. Alpyavuz, “Türkiye’deki Yazılım Mühendisliği Konferansları Üzerine Bir İnceleme”, UYMS 2011 Bildiriler Kitabı, s. 225-228
16. YÖK Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, Son erişim: 4.6.2016
17. IEEE Xplore Sayısal Kütüphanesi, <http://ieeexplore.ieee.org/>, Son erişim: 7.6.2016.