

# Sistem Projelerinde Elektrik & Elektronik Mühendisleri ve Bilgisayar Mühendislerinin İşbirliklerinin İyileştirilmesi

Mustafa DEĞERLİ<sup>1</sup> ve Pınar KAYGAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TÜBİTAK – İleri Teknolojiler Araştırma Enstitüsü & ODTÜ – Enformatik Enstitüsü  
Ankara, Türkiye

MD@mustafadegerli.com

<sup>2</sup> ODTÜ – Mimarlık Fakültesi

Ankara, Türkiye

pkaygan@metu.edu.tr

**Özet.** Sistem projelerinde başarılı olunabilmesi için disiplinlerarası ve bazen de disiplinlerötesi bir yaklaşım ve işbirliği gerekmekte ve bu projelerde özellikle elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin etkili ve verimli bir şekilde işbirliği yapmaları gerekmektedir. Bu nedenle, sistem projelerinin analiz, tasarım, geliştirme, entegrasyon ve test fazlarında elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirlikleri, sağlanması ve sürekli iyileştirilmesi gereken bir husustur. Bu araştırmada, sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesi kapsamında kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle bir literatür araştırması gerçekleştirilmiş ve olası kritik başarı faktörleri saptanmıştır. Ardından, daha derinlemesine ve deneyimlerden damıtılmış bilgilere ulaşmak için iki adet elektrik & elektronik ve iki adet bilgisayar mühendisi olmak üzere toplam dört deneyimli mühendis ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Literatür araştırması ve mülakatlar sonucunda elde edilen bilgiler esas alınarak işbirliği açısından kritik başarı faktörlerini belirlemek üzere toplam 44 sorudan oluşan özgün bir anket hazırlanmıştır. Hazırlanan anket kullanılarak 73 kişiden veri toplanmıştır. Toplanan veri betimsel ve çıkarımsal istatistik yoluyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirlikleri açısından şu altı kritik faktör belirlenmiştir: Süreç yönetimi, kültür, organizasyonel karakteristikler, eğitim deneyimleri, iletişim & takım çalışması yetkinlikleri ve teşvik & ödüllendirme. Ayrıca bu faktörlere ilişkin, bu faktörleri açıklayan 32 maddelik bir kontrol listesi geliştirilmiştir. Öte yandan, toplanan veriler üzerinde yapılan analizler sonucunda işbirliği bağlamında dikkate değer çeşitli ilave sonuçlara ulaşılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarının hem işbirliği açısından süreç ve performans iyileştirmek isteyen endüstrinin ilgili profesyonellerine hem de bu bağlamda işbirliği alanında çalışmalar yapan akademisyenlere faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** ·İşbirliği ·Süreç ve performans iyileştirme ·Kritik başarı faktörleri ·Mühendislik ·Sistem projeleri

# Improving Collaborations of Electrical & Electronics Engineers and Computer Engineers in Systems Projects

**Abstract.** In order to be successful in systems projects, an interdisciplinary and sometimes a transdisciplinary approach and collaboration is needed, and in such projects, specifically electrical & electronics engineers and computer engineers are required to collaborate effectively and efficiently. For this reason, collaborations of electrical & electronics engineers and computer engineers in analysis, design, development, integration, and test phases of systems projects is an issue which must be ensured and continuously improved. In this research, it was aimed to determine the critical success factors for improving collaborations of electrical & electronics engineers and computer engineers in systems projects. In this context, primarily, a literature review was conducted and possible critical success factors for collaboration were determined. Subsequently, semi-structured interviews were conducted with two electrical & electronics engineers and two computer engineers, in total four experienced engineers, to gather deeper and distilled from experience information. Based on the information gathered from literature review and interviews, an authentic questionnaire with 44 questions in total was prepared to determine critical success factors for collaboration. By using the prepared questionnaire, data was collected from 73 people. Collected data was analyzed with respect to descriptive and inferential statistics. As a result of analysis, these six critical success factors were determined: Process management, culture, organizational characteristics, educational experiences, communication & teamwork competencies, and incentives & rewards. Additionally, related with these factors, a checklist with 32 items explaining the factors were developed for collaborations of electrical & electronics engineers and computer engineers in systems projects. Furthermore, as a result of the analysis applied on the collected data, further significant results were drawn. It is evaluated that results of this research will be beneficial for both related professionals in the industry who want to improve processes and performances regarding the collaboration and academicians researching in the field of collaboration on behalf of this context.

**Keywords:** ·Collaboration ·Process and performance improvement · Critical success factors ·Engineering ·Systems projects

## 1 Giriş

Makro ölçekte devletlerin mezo ölçekte ise organizasyonların birbirlerine karşı rekabetlerinin her zamankinden fazla ve büyük çaplı olduğu günümüz dünya koşullarında, kritik sistem projeleri stratejik önem taşımaktadır. Bu tür projeler, genellikle büyük miktarlarda yazılım ve donanım öğelerinin belirli maliyet, kalite, takvim ve kapsam hedefleri çerçevesinde tasarlanmasını, gerçekleştirilmesini ve entegrasyonunu gerektirmektedir. Dolayısıyla sistem projelerinde başarılı olunabilmesi için disiplinlerarası ve bazen de disiplinlerötesi bir yaklaşım ve işbirliği gerekmektedir.

Bu tür projelerde, özellikle elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin analiz, tasarım, geliştirme, entegrasyon ve test fazlarında işbirliği içerisinde çalışmaları organizasyonlar için bir tercih değil zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda yapılan işler ve ortaya çıkarılan projeler, ancak bu iki disiplinden profesyonellerin disiplinlerarası takımlar hâlinde etkili ve verimli çalışması sonucunda takvim, maliyet, kapsam ve kalite açısından başarıya ulaşabilmektedir.

Bu noktadan hareketle bu çalışmayla, sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesi üzerine birtakım tespit, öneri ve sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Çalışmada cevap aranılan temel araştırma sorusu şudur: Sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesi bağlamında kritik faktörler (ana unsurlar) ve bu kritik faktörleri oluşturan maddeler (öğeler, özellikler ve/veya durumlar) nelerdir?

## 2 Literatür Araştırması

Disiplinlerarası işbirliği, farklı disiplinlerden kişilerin bir takım oluşturarak ortak bir iş üzerinde birlikte çalışmaları veya birbirlerine anlamlı ve önemli bir şekilde destek olmaları ile kurulur. İyi kurgulanmamış ve kötü nitelikli bir işbirliği, hiç işbirliği yapılmaması durumu ile kıyaslandığında daha olumsuz ve başarısız sonuçlara yol açar [1].

Disiplinlerarası takım çalışması açısından belirleyici unsurlar organizasyon yapısı, iş ve aktiviteler, liderlik, takım dinamikleri, problemler, olanak sağlayıcı faktörler, araçlar, beceriler ve modellerdir. Organizasyonlar bu hususları yöneterek ve şekillendirerek disiplinlerarası takım çalışmalarını istedikleri kıvam ve olgunluğa getirebilirler [2]. Öte yandan, farklı disiplinlerin işbirliğini gerektiren çalışmalar ile ilgili başarı için stratejiler geliştirilirken iç ve dış çevrenin özellikle dikkate alınması; iç çevre ile ilgili olarak da yönetim, insan, teknoloji ve süreç boyutlarının özellikle dikkate alınması önerilmektedir. Dış çevre açısından, organizasyonun içinde yer aldığı ekosistemin özellikleri, bağlam, fırsatlar ve tehditler işbirliğini önemli ölçüde şekillendirebilmektedir [3].

İşbirliğini sekteye uğratan dört temel bariyerden bahsedilebilir [1]. Bunlar çalışanların kendi disiplinleri veya birimleri dışından girdi/destek almak istememeleri; çalışanların istendiğinde diğerlerine bilgi vermek/yardım etmek istememeleri; çalışanların bilgi veya diğer çalışanlara kolaylıkla erişememeleri ve çalışanların bir birim veya disiplinden başka bir birim veya disipline karmaşık bilgileri transfer edememeleridir.

Disiplinlerarası özellik gösteren başarılı takımlar açısından iletişim, kişiler arası ilişkiler, takım yapısı ve organizasyonel faktörler belirleyici olarak nitelendirilmektedir. Öte yandan, iletişim sorunları, hiyerarşik yapılar, takım üyelerinin net olmayan rolleri ve sisteme dair sorunlar, disiplinlerarası takımların performanslarını olumsuz yönde etkileyen hususlar olarak not edilmektedir [4]. Başarılı bir disiplinlerarası takımın temelinde şu on özelliğe sahip olması gerektiği önerilmektedir: pozitif liderlik ve yönetim özellikleri; iletişim stratejileri ve yapıları; kişisel ödüller, eğitim ve gelişim; uygun kaynaklar ve prosedürler; uygun yetenek karması; destekleyici takım ortamı; disiplinlerarası takım çalışmasını destekleyen kişisel özellikler; vizyonun netliği; işlemlerin kalite ve çıktıları; saygı ve anlayış rolleri [5].

Eğitim deneyimlerinin de disiplinlerarası işbirliğinde etkili ve önemli olduğuna dair çeşitli çalışmalar mevcuttur [6,7,8,9,10,11]. Lisans veya lisansüstü eğitim sũrelerinde, öğrencilerin pratiğe dnũk farklı disiplinlerin işbirliğini ve ortak çalışmasını gerektiren sistem projeleri yapmaları da, öğrencilerin işbirliği açısından daha olgun ve elverişli bir hle gelmelerinde önemli ve etkili bir unsur olarak not edilmiştir [6]. ˘niversite yıllarında disiplinlerarası takım çalışmasının derslere entegre edilerek ele alınması ve by-lece öğrencilerin disiplinlerarası çalışmaya yönlendirilmesi işbirliği konusunda gelişimleri açısından olumlu sonuçlar doğurabilmektedir [7].

Ayrıca bilgi yönetimi de insan, sũre ve teknoloji temelli olarak farklı disiplinlerin işbirliğine önemli ve olumlu katkı sağlayan bir husus olarak tespit edilmiştir [12]. Diğer bir çalışmaya [13] göre, takım oluşturma, uzmanlık doğrulama ve tanınma, uzlaşmaya ulaşılması, insan-merkezli uygulama, iletişim, saygılı davranma, kolaylaştırma/arabuluculuk, ortak karar alma ve ortak bir eylem planının kabul edilmesi hususları disiplinlerarası toplantılarda istenen sonuçlara ulaşabilmek için özellikle kollarınması gereken noktalar dır. Çalışma alanı da disiplinlerarası mũhendislik takımlarının tasarım faaliyetleri aşamasındaki işbirliklerini şekillendiren bir husus olarak ortaya konmuştur [14]. Çalışma alanlarının ihtiyaç ve istekleri karşılayan nitelikte olması işbirliğini olumlu etkilemektedir. İlaveten, farklı disiplinlerin sahip oldukları mesleki kũltürler ve eğitim deneyimleri de, disiplinlerarası takım çalışmasını önemli şekilde şekillendirebilen ve hatta bazen önemli bariyerler oluşturan hususlar olarak karşımıza çıkmaktadır [15].

Sonuç olarak, her ne kadar disiplinlerarası takım çalışması literatũrde sıklıkla ele alınan bir konu olsa da, doğrudan sistem projelerinde elektrik & elektronik mũhendisleri ve bilgisayar mũhendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesine odaklanan bir araştırma bulunmamaktadır. Bu alışma, literatũrdeki bu boşluğu hedefleyerek mũhendislik alanında işbirliği konusuna katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

### 3 Uygulanan Metodoloji ve Analiz Sonuçları

Bu araştırmada temel olarak, sistem projelerinde elektrik & elektronik mũhendisleri ve bilgisayar mũhendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesi bağlamında kritik faktörler ve bu kritik faktörleri oluşturan maddelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, öncelikle kapsamlı bir literatũr araştırması gerçekleştirilmiş ve olası kritik başarı faktörleri belirlenmiştir. Ardından, daha derinlemesine ve profesyonel deneyimlerden damıtılmış bilgilere ulaşmak için iki elektrik & elektronik ve iki bilgisayar mũhendisi olmak üzere toplam dört deneyimli mũhendis ile yarı yapılandırılmış mũlakatlar gerçekleştirilmiştir. Literatũr araştırması ve mũlakatlar sonucunda elde edilen bilgiler esas alınarak işbirliği açısından kritik başarı faktörleri ve bu kritik faktörleri oluşturan maddeleri belirlemek üzere toplam 44 sorudan oluşan zgũn bir anket\* hazırlanmıştır. Bu alışma kapsamında zgũn olarak hazırlanan ankette yer alan maddelerin (geler, özellikler ve/veya durumlar) tanımlayıcıları ve kaynakları Tablo 1'de verilmiştir. Hazırlanan anket kullanılarak dokuz gũnlũk bir veri toplama sũreci sonucunda çoğunluğu savunma sanayiinden olan 73 kişiden veri toplanmıştır.

---

\* Ankete <https://goo.gl/ckeR5y> adresinden erişilebilir.

**Tablo 1.** Ankette Yer Alan Öğeler, Özellikler ve/veya Durumlar, Tanımlayıcıları ve Kaynakları

<b>Öğeler, Özellikler ve/veya Durumlar - (Tanımlayıcı) – [Kaynaklar, M: Mülakatlar]</b>
Organizasyonda tanımlı olan iş süreçleri ve ilgili süreç varlıkları – (MD1) – [3,5,12,M]
Organizasyon veya proje düzleminde kullanılan kılavuzlar veya şablonlar – (MD2) – [3,5,M]
Organizasyonda politikaların, süreçlerin, planların veya ilgili diğer düzenlemelerin işbirliğini özendirerek şekilde kurgulanmış olması – (MD3) – [3,M]
Temel kuralları göz ardı etmemeyi sağlayacak kontrol listelerin varlığı ve kullanılması – (MD4) – [13,M]
Süreçlerde farklı disiplinlerin görev, sorumluluk ve etkileşimlerinin iyi tanımlanmış olması – (MD5) – [4,5,M]
Farklı disiplinlerden kişilerin ortak çalışması gerektiği durumlarda ortak veya üzerinde uzlaşmış terminoloji ve prensiplerin var olması – (MD6) – [15,M]
Projelerin gerçekleştirildiği organizasyonun organizasyon şeması – (MD7) – [2,4]
Organizasyonun veya projenin işbirliği ile ilgili beklentileri – (MD8) – [M]
Çalışanların cinsiyet (kadın, erkek, diğer) açısından birbirlerine bakışları – (MD9) – [M]
Görev alan organizasyonun geçmiş tecrübeleri ve olgunluğu – (MD10) – [M]
Süreçlere ve pratiklere ilişkin olarak bir organizasyon hafızasının oluşturulması ve bunların çalışanların istifadesine sunulması – (MD11) – [12]
Çalışmalarda gösterilen işbirliği performanslarının çalışanların performans değerlendirmelerinde veya terfilerinde hesaba katılması – (MD12) – [M]
Uygulanan proje yönetimi pratikleri – (MD13) – [3,5,M]
Kullanılan bilgisayar programları veya araçlar – (MD14) – [3]
Yöneticilerin ve/veya liderlerin tutum ve davranışları – (MD15) – [3,4,5]
Çalışanların görev aldıkları bölümlerin mesleklere göre (yazılım bölümü, donanım bölümü, sistem bölümü, vb.) değil ilgili teknolojilere göre (X teknolojisi, Y fonksiyonu, Z bölümü) isimlendirilmesi ve yaşıtlması – (MD16) – [2]
Zaman baskısı veya zamanla ilgili sıkıntılar – (MD17) – [M]
İşbirliğinde başarılı olan personelin ödüllendirilmesi – (MD18) – [5,M]
Disiplinlerdeki kavramlar, terminoloji ve/veya prensipler arasındaki farklılıklar – (MD19) – [15,M]
Çalışanların sahip olduğu tecrübe ve birikimler – (MD20) – [3]
Daha önce benzer projelerin ilgili süreçlerinde aktif rol almış olmak – (MD21) – [M]
Takım liderlerinin bilgi ve deneyimleri – (MD22) – [2,5]
İlgili ekibin daha önce işbirliği gerektiren proje veya işlerde birlikte çalışmış olmaları – (MD23) – [M]
Bireysel kültür (kişilerin ait oldukları statü/sınıf dolayısıyla oluşturdukları ve sürdürdükleri kültür) – (MD24) – [3,M]
Organizasyon kültürü (organizasyonda her türlü tutum ve davranışın arkasında yer alan gerekçeler veya değerler) – (MD25) – [3,M]
Mesleki kültür (çalışanların eğitimini aldıkları bölüm dolayısıyla edindikleri & sürdürdükleri kültür) – (MD26) – [3,15,M]
Kişilerin takım çalışmasına yatkınlıkları – (MD27) – [3,5,13]
Kişilerin iletişim yetenekleri – (MD28) – [3,5,13]
Kişilerin süreçler veya faaliyetler ile ilgili almış oldukları teorik veya pratik eğitimler – (MD92) – [5,M]
Ekibin motivasyonu, ilgisi ve isteği – (MD30) – [3,14,M]
Üniversite veya lisansüstü eğitim sırasında disiplinler arası çalışmayı gerektiren zorunlu derslerin var olması – (MD31) – [6,7,8,9,10,11,M]
Üniversite öğrenimi sırasında (lisans veya lisansüstü eğitim sürecinde) farklı disiplinlerden kişilerin bir araya gelerek disiplinler arası veya disiplinler ötesi projeler veya çalışmalar yapmış olmaları – (MD32) – [6,7,8,9,10,11,M]
Üniversite veya lisansüstü eğitim sürecinde gerçek hayatta karşılaşılan disiplinler arası veya ötesi çalışmalara benzer nitelikli tasarım çalışmalarının yaptırılması ve öğrencilerin gerçek hayata hazırlanması – (MD33) – [6,7,8,9,10,11,M]
Gerekli olan fiziksel alan veya koşulların varlığı ve yeterliliği – (MD34) – [14,M]
Özel işlerinin yapıldığı alanlar ile masa başı işlerin yapıldığı ofislerin ayrı tutulması – (MD35) – [14,M]

Veri toplanan kişilere dair tanımlayıcı bilgiler ve dağılım yüzdeleri Tablo 2, 3, 4 ve 5'te verilmiştir.

**Tablo 2.** Araştırmaya Katılanların Deneyim Açısından Dağılımları

Deneyim	Sıklık	Yüzde	Kümülatif %
5 - 10 Yıl	34	46,6	46,6
15+ Yıl	19	26,0	72,6
10-15 Yıl	13	17,8	90,4
3 - 5 Yıl	6	8,2	98,6
1 - 3 Yıl	1	1,4	100,0
Toplam	73	100,0	

**Tablo 3.** Araştırmaya Katılanların Mezuniyet Bölümleri Açısından Dağılımları

Mezun Olunan Bölüm	Sıklık	Yüzde	Kümülatif %
Elektrik & Elektronik Mühendisliği	30	41,1	41,1
Bilgisayar Mühendisliği	29	39,7	80,8
Bilgisayar Mühendisliği türevi bir bölüm	7	9,6	90,4
Elektrik & Elektronik Mühendisliği türevi bir bölüm	5	6,8	97,3
Fizik	1	1,4	98,6
Kimya Mühendisliği	1	1,4	100,0
Toplam	73	100,0	

**Tablo 4.** Araştırmaya Katılanların Yürüttükleri Görevler Açısından Dağılımları

Görev	Sıklık	Yüzde	Kümülatif %
Sistem mühendisliği	19	26,0	26,0
Bilgisayar mühendisliği	14	19,2	45,2
Yazılım tasarımı ve gerçekleştirme	12	16,4	61,6
Elektrik & elektronik mühendisliği	9	12,3	74,0
Yazılım mühendisliği	9	12,3	86,3
Donanım tasarımı ve gerçekleştirme	7	9,6	95,9
Kalite ve süreç yönetimi	2	2,8	98,6
Test	1	1,4	100,0
Toplam	73	100,0	

**Tablo 5.** Araştırmaya Katılanların Öğrenim Seviyesi Açısından Dağılımları

Öğrenim Seviyesi	Sıklık	Yüzde	Kümülatif %
Yüksek Lisans	47	64,4	64,4
Lisans	21	28,8	93,2
Doktora	5	6,8	100,0
Toplam	73	100,0	

Veri toplama çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiş ve katılımcılar araştırmacının LinkedIn, Twitter, Facebook, Google+ ve çeşitli e-posta grupları üzerinden gönderdiği davete istinaden anketi doldurmuşlardır.

Toplanan veriler IBM SPSS 23 aracı kullanılarak betimsel ve çıkarımsal istatistik yoluyla, açımlayıcı faktör analizi, tanımlayıcı tablolar ve t-testler kullanılarak analiz edilmiştir.

Bu araştırma kapsamında, uygulanan açımlayıcı faktör analizi 11 temel öğeden oluşmuştur. Bu öğeler:

1. Örnek büyüklüğü yeterliliğinin kontrolü,
2. Anti-görüntü korelasyon matrisinin kontrolü,
3. Kaiser-Meier-Olkin (KMO) ve Bartlett testinin uygulanması,
4. Çıkarılan toplumluluk değerlerinin kontrolü,
5. Faktör analizi çıkarma metodunun belirlenmesi ve uygulanması,
6. Döndürme metodunun belirlenmesi ve uygulanması,
7. Maddelerin ana yüklenmelerinin kontrolü,
8. Döndürülmüş bileşen/faktör matrisinin oluşturulması,
9. Faktör sayısının belirlenmesi,
10. Açıklanan toplam varyansın değerlendirilmesi ve
11. Faktörler ve faktörlerle ilişkili maddelerin belirlenmesi.

Ankette yer alan MD9, MD16 ve MD17 tanımlayıcı maddelerin, alınan cevaplara göre ortalama değerleri dördün altında olduğu ve ankette dördün altındaki değerler etkiler veya bütünüyle etkiler anlamına gelmediği için bu maddeler açımlayıcı faktör analizine dâhil edilmemiştir. Bu araştırma kapsamında uygulanan açımlayıcı faktör analizinde örnek büyüklüğü 73 olmuş ve bu kapsamda önerilen en küçük 50 değeri [16] olumlu anlamda aşılmıştır. Araştırmada anti-görüntü korelasyon matrisi de kontrol edilmiş ve bu matriste köşegende yer alan değerlerin tamamının önerilen 0,50 değerini [17] olumlu anlamda aştığı görülmüştür. Veriler üzerinde yapılan Kaiser-Meier-Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonucunda 0,808 ve 0,000 sonuçlarına ulaşılmış ve bu bağlamda önerilen değerler de [18,19] uygun bir şekilde sağlanmıştır. Uygulanan açımlayıcı faktör analizinde çıkarılan toplumluluk değerlerinin her bir madde için önerilen 0,4 değerini [20] olumlu anlamda aştığı tespit edilmiştir. Bu araştırmada faktör analizi çıkarma metodu olarak temel bileşenler analizi yolu ve döndürme metodu olarak varimax metodu kullanılmıştır [18]. Maddelerin hesaplanan ana yüklenmelerini gösteren döndürülmüş faktör matrisi Tablo 6'da verilmiştir. Bu araştırma kapsamında uygulanan açımlayıcı faktör analizinde mutlak değeri 0,4 değerinin altında olan madde ana yüklenmelerinin bastırılması tercih edilmiştir [18]. Faktör sayısının belirlenmesinde Kaiser kriteri dikkate alınmıştır [19] ve optimum faktör sayısını belirlemek üzere özdeğerlerin korelasyon matrisinde bir değeri ayrılma noktası olarak belirlenmiştir. Sonuçta, optimum bileşen/faktör sayısı yedi olarak belirlenmiştir. Belirlenen faktörler için özdeğerler Tablo 7'de yer almaktadır.

Açıklanan toplam varyans değeri tespit edilen yedi faktör için birikimli olarak toplamda %77,041 olmuş ve önerilen %50 [21] alt değeri olumlu anlamda aşılmıştır. Öte yandan, analizler sonucunda, 3 ve 4 numaralı faktörlerde toplanan maddeler bağlam ve içerik olarak birbirlerine yakın oldukları için bu iki faktör birleştirilerek tek bir faktör gibi ele alınmıştır.

**Tablo 6.** Döndürülmüş Faktör Matrisi

Maddeler	Faktörler						
	1	2	3	4	5	6	7
MD1	0,853						
MD2	0,813						
MD3	0,856						
MD4	0,756						
MD5	0,755						
MD6	0,878						
MD7			0,819				
MD8				0,450			
MD10			0,757				
MD11	0,686						
MD12							0,780
MD13				0,430			
MD14				0,710			
MD15				0,772			
MD18							0,743
MD19	0,646						
MD20			0,561				
MD21			0,721				
MD22				0,565			
MD23			0,491				
MD24		0,751					
MD25		0,807					
MD26		0,820					
MD27						0,747	
MD28						0,756	
MD29			0,483				
MD30				0,441			
MD31					0,602		
MD32					0,657		
MD33					0,505		
MD34			0,538				
MD35				0,723			

**Tablo 7.** Açıklanan Toplam Varyans

Faktör	İlk Özdeğerler			Kare Yüklenmelerin Çıkarılan Toplamları			Kare Yüklenmelerin Döndürme Toplamları		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	13,214	41,294	41,294	13,214	41,294	41,294	6,223	19,447	19,447
2	3,163	9,883	51,177	3,163	9,883	51,177	3,837	11,990	31,437
3	2,289	7,152	58,329	2,289	7,152	58,329	3,665	11,453	42,890
4	1,913	5,979	64,308	1,913	5,979	64,308	3,381	10,566	53,456
5	1,620	5,062	69,371	1,620	5,062	69,371	2,815	8,796	62,252
6	1,254	3,918	73,289	1,254	3,918	73,289	2,405	7,514	69,766
7	1,201	3,752	77,041	1,201	3,752	77,041	2,328	7,274	77,041



## 4 Bulgular

Toplanan veriler üzerinden, ankette yer alan maddeler (Tablo 1) açısından katılımcıların bölümlerine, deneyimlerine, görevlerine ve öğrenim seviyelerine göre istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bir şekilde farklılaşıp farklılaşmadığını tespit etmek üzere t-testler uygulanmıştır. Uygulanan t-testler, maddelere verilen cevapların katılımcıların bölümlerine, deneyimlerine, görevlerine ve öğrenim seviyelerine göre istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını ortaya koymuştur.

Katılımcılara yöneltilen “Görev aldığımız projelerde diğer disiplinlerle en çok işbirliği yaptığımız süreç veya aşama” sorusuna, katılımcıların %71,2’si “Tasarım”, %12,5’i “Entegrasyon” ve %8’i “Analiz” cevabını vermiştir. Öte yandan, katılımcılara yöneltilen “Görev aldığımız projelerde diğer disiplinlerle işbirliği yaparken en çok sorun yaşadığımız süreç veya aşama” sorusuna, katılımcıların %74’ü “Entegrasyon”, %17,7’si “Tasarım” ve %8,2’si “Analiz” cevabını vermiştir. Ayrıca, katılımcılara yöneltilen “Farklı disiplinlerin işbirliğini gerektiren projeler veya çalışmalar için sizce en ideal alanlar” sorusuna katılımcıların %90,4’ü “İşbirliğine özel tahsis edilmiş alanlar” cevabını vermiştir. Dolayısıyla işbirliği açısından en çok işbirliği yapılan süreç/aşamının “Tasarım”, en çok problem/sorun yaşanan süreç/aşamının “Entegrasyon” ve en ideal alanın “İşbirliği için özel tahsis edilmiş alanlar” olduğu tespit edilmiştir.

Analizler sonucunda sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirlikleri açısından altı kritik faktör (süreç yönetimi, kültür, organizasyonel karakteristikler, eğitim deneyimleri, iletişim & takım çalışması yetkinlikleri ve teşvik & ödüllendirme) belirlenmiş ve bu faktörlere ilişkin 32 maddelik bir kontrol listesi geliştirilmiştir. Tespit edilen bu faktörler için ilgili maddeler dikkate alınarak yapılan tanımlamalar aşağıda verilmiştir:

**Süreç Yönetimi:** Organizasyonda süreç yönetimi ve tanımlı süreçler ve ilgili süreç varlıkları ile ilgili faktördür. Bu faktörü oluşturan unsurlar organizasyonda süreç yönetimi, tanımlı süreçler ve ilgili süreç varlıkları ile ilgili birtakım öğeler, özellikler ve/veya durumlardan oluşmaktadır.

**Kültür:** Bu faktör mesleki kültür, organizasyon kültürü ve bireysel kültürden oluşur.

**Organizasyonel Karakteristikler:** Bu faktör organizasyonun ve onu oluşturan öğelerin temel karakteristiklerini, pratiklerini ve özelliklerini ifade eden öğeler, özellikler ve/veya durumlardan oluşmaktadır.

**Eğitim Deneyimleri:** Çalışanların lisans veya lisansüstü eğitim sırasında disiplinlerarası bağlamda edindikleri teori ve pratikler ile ilgili öğeler, özellikler ve/veya durumlardan oluşan faktördür.

**İletişim ve Takım Çalışması Yetkinlikleri:** Çalışanların özellikle disiplinlerarası takım çalışması bağlamında önemli ve gerekli olan iletişim ve takım çalışması yetkinliklerinden oluşan faktördür.

**Teşvik ve Ödüllendirme:** Çalışanların özellikle disiplinlerarası takım çalışması bağlamındaki performanslarının teşvik edilmesi ve ödüllendirilmesi ile ilgili faktördür.

Sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirliklerinin iyileştirilmesi bağlamında saptanan bu faktörlere ilişkin, bu faktörleri açıklayan kontrol listesi Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** İşbirliği için Kritik Başarı Faktörleri ve İlgili Ögeler, Özellikler ve/veya Durumlar

<b>Faktörler</b>	<b>+</b>	<b>-</b>
<b>Süreç Yönetimi</b>		
Farklı disiplinlerden kişilerin ortak çalışması gerektiği durumlarda ortak veya üzerinde uzlaşmış terminoloji ve prensiplerin var olması		
Organizasyonda politikaların, süreçlerin, planların veya ilgili diğer düzenlemelerin işbirliğini özendirecek şekilde kurgulanmış olması		
Organizasyonda tanımlı olan iş süreçleri ve ilgili süreç varlıkları		
Organizasyon veya proje düzleminde kullanılan kılavuzlar veya şablonlar		
Temel kuralları göz ardı etmemeyi sağlayacak kontrol listelerin varlığı ve kullanılması		
Süreçlerde farklı disiplinlerin görev, sorumluluk ve etkileşimlerinin iyi tanımlanmış olması		
Süreçlere ve pratiklere ilişkin olarak bir organizasyon hafızasının oluşturulması ve bunların çalışmaların istifadesine sunulması		
Disiplinlerdeki kavramlar, terminoloji ve/veya prensipler arasındaki farklılıklar		
<b>Kültür</b>		
Mesleki kültür (çalışanların eğitimini aldıkları bölüm dolayısıyla edindikleri & sürdürdükleri kültür)		
Organizasyon kültürü (organizasyonda her türlü tutum ve davranışın arkasında yer alan gerekçeler veya değerler)		
Bireysel kültür (kişilerin ait oldukları statü/sınıf dolayısıyla oluşturdukları ve sürdürdükleri kültür)		
<b>Organizasyonel Karakteristikler 1</b>		
Projelerin gerçekleştirildiği organizasyonun organizasyon şeması		
Görev alınan organizasyonun geçmiş tecrübeleri ve olgunluğu		
Daha önce benzer projelerin ilgili süreçlerinde aktif rol almış olmak		
Çalışanların sahip olduğu tecrübe ve birikimler		
Gerekli olan fiziksel alan veya koşulların varlığı ve yeterliliği		
İlgili ekibin daha önce işbirliği gerektiren proje veya işlerde birlikte çalışmış olmaları		
Kişilerin süreçler veya faaliyetler ile ilgili almış oldukları teorik veya pratik eğitimler		
<b>Organizasyonel Karakteristikler 2</b>		
Yöneticilerin ve/veya liderlerin tutum ve davranışları		
Özel işlerinin yapıldığı alanlar ile masa başı işlerin yapıldığı ofislerin ayrı tutulması		
Kullanılan bilgisayar programları veya araçlar		
Takım liderlerinin bilgi ve deneyimleri		
Organizasyonun veya projenin işbirliği ile ilgili beklentileri		
Ekibin motivasyonu, ilgisi ve isteği		
Uygulanan proje yönetimi pratikleri		
<b>Eğitim Deneyimleri</b>		
Üniversite öğrenimi sırasında (lisans veya lisansüstü eğitim sürecinde) farklı disiplinlerden kişilerin bir araya gelerek disiplinler arası veya disiplinler ötesi projeler veya çalışmalar yapmış olmaları		
Üniversite veya lisansüstü eğitim sırasında disiplinler arası çalışmayı gerektiren zorunlu derslerin var olması		
Üniversite veya lisansüstü eğitim sürecinde gerçek hayatta karşılaşılan disiplinler arası veya ötesi çalışmalara benzer nitelikli tasarım çalışmalarının yaptırılması ve öğrencilerin gerçek hayata hazırlanması		
<b>İletişim ve Takım Çalışması Yetkinlikleri</b>		
Kişilerin iletişim yetenekleri		
Kişilerin takım çalışmasına yatkınlıkları		
<b>Teşvik ve Ödüllendirme</b>		
Çalışmalarda gösterilen işbirliği performanslarının çalışanların performans değerlendirmelerinde veya terfilerinde hesaba katılması		
İşbirliğinde başarılı olan personelin ödüllendirilmesi		

## 5 Sonuç

Bu araştırma sonucunda, sistem projelerinde elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirlikleri açısından altı kritik faktör (süreç yönetimi, kültür, organizasyonel karakteristikler, eğitim deneyimleri, iletişim & takım çalışması yetkinlikleri ve teşvik & ödüllendirme) ve bu faktörlere ilişkin, bu faktörleri açıklayan 32 maddelik bir kontrol listesi (Tablo 8) geliştirilmiştir. Tespit edilen faktörler sayesinde işbirliğini iyileştirme bağlamında temelde hangi alanlara odaklanılabileceği ortaya konulmuş ve faktörlerle ilgili olarak ortaya konan ilgili ögeler, özellikler ve/veya durumlar ile de özelden bu genel alanların nasıl ince bir şekilde ayarlanabileceği ve adreslenebileceği açığa çıkarılmıştır. İşbirliği bağlamında tespit edilen bu faktörler ve faktörlere ilişkin ögeler, özellikler ve/veya durumların, organizasyonlarda özellikle yönetsel kadrolar olmak üzere ilgili tüm çalışanlar tarafından dikkate alınması ve bu bağlamda sürekli iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılması, organizasyonlarda işbirliğinin ve dolayısıyla performansın olumlu bir şekilde artmasına önemli katkılar sağlayabilecektir.

Bu araştırmanın sonuçları, işbirliği bağlamındaki ögeler, özellikler ve/veya durumların (Tablo 8) katılımcıların bölümlerine, deneyimlerine, görevlerine ve öğrenim seviyelerine göre istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerinin işbirliği ile ilgili önemli ve etkili ögeler, özellikler ve/veya durumlar hakkında benzer tutumlara/düşüncelere sahip oldukları ve dolayısıyla işbirliği bağlamında homotetik kaygı ve görüşlere sahip oldukları şekilde yorumlanabilir. Fakat bu durumun daha büyük bir örneklem kitlesinden toplanacak veri seti ile tekrar doğrulanmasına ve ayrıca davranışta da böyle olup olmadığının tespit edilmesine ayrıca ihtiyaç bulunmaktadır.

Disiplinlerarası bağlamda en çok işbirliği yapılan alan açısından, bu araştırmanın sonuçları katılımcıların en çok tasarım fazında işbirliği yaptıklarını ortaya koymuştur. Bu durum, sistem projelerinde genellikle tasarım fazında gündeme gelen farklı alternatifler, mimariler, çözüm yolları ve denemelerin yoğun olarak işbirliğini gerekli kılmamasından kaynaklanıyor olabilir. Farklı disiplinlerin, ortak bir amacı yerine getirecek birden fazla ögenin birbirleri ile etkileşimli bir şekilde ortaya çıkarılmasında, sistem mimari tasarımı ve diğer tasarım süreçlerinin yoğun bir işbirliği gerektirmesi oldukça normaldir. Öte yandan, disiplinlerarası bağlamda işbirliği yapılırken en çok sorun yaşanan alan bakımından bir değerlendirme yapıldığında, bu araştırmanın sonuçları katılımcıların en çok entegrasyon fazında işbirliği açısından sorun yaşadıklarını göstermiştir. Bu bulgu, entegrasyon fazının ürünlerin birleştirilmesi ve anlamlı bir şekilde birlikte çalıştırılmasının gösterilmesini gerektirmesinden dolayı, farklı disiplinlerin işbirliği açısından en çok zorlandıkları alan olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca bu durum, projenin önceki aşamalarında (analiz, tasarım, geliştirme, vb.) yeterli seviyede işbirliği yapılmaması nedeniyle, proje çıktılarının ilk kez bu aşamada somut olarak ortaya çıkmasıyla birlikte etkisi hissedilen, daha önceki aşamalarda yeterli olgunluk ve derinlikte yerine getirilmeyen işbirliği pratiklerinin bir faturası olarak da izah edilebilir. Bununla birlikte, bu araştırmanın sonuçları farklı disiplinlerin işbirliğini gerektiren projeler veya çalışmalar için en ideal alanın işbirliğine özel tahsis edilmiş alanlar olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre, mekân, atmosfer ve altyapı olarak işbirliği ihtiyaçları ve isteklerine özel ve yeterli alanların tesis edilmesi ve yaşatılması gerekmektedir.

Her ne kadar bu bağlamda önerilen minimum değeri aşıyor olsa da, bu araştırma kapsamında toplanan 73 veri üzerinden ulaşılan sonuç ve çıkarımların, gelecekte daha fazla kişiden veri toplanarak daha da temellendirmesi uygun ve gerekli olacaktır. Bununla birlikte, daha fazla kişiden toplanacak veri açımlayıcı faktör analizine ek olarak doğrulayıcı faktör analizi için de kullanılabilir. Bu sayede, bu araştırma kapsamında tespit edilen faktörlerin aralarındaki olası istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı ilişkilerin tespiti ve yorumlanması, sistem projelerinde başarılı işbirliği konusunda daha detaylı bilgi edinilmesine yarayacaktır. Dahası, bu araştırma kapsamında işbirliği bağlamında disiplin olarak özellikle odaklanılan elektrik & elektronik mühendisleri ve bilgisayar mühendislerine ek olarak sistem nitelikli projelerde görev alan diğer disiplinlerden kişilerden de veri toplanarak ve araştırmanın çapı genişletilerek daha kapsamlı ve kapsayıcı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Diğer taraftan, daha yoğun olarak nicel metodlarla yapılan bu araştırmada tespit edilen hususlar konusunda daha derinlikli ve detaylı bilgi sahibi olmak üzere, araştırmanın nitel metodlarla zenginleştirilmesi ve geliştirilmesi ilerde yapılması önerilen çalışmalar arasında yer almaktadır.

## Referanslar

1. Hansen, M. T. (2009). *Collaboration: How Leaders Avoid the Traps, Create Unity, and Reap Big Results*. Boston, Massachusetts, Harvard Business Press.
2. Klein, J. T. (2005). Interdisciplinary teamwork: The dynamics of collaboration and integration. In S. J. Derry, C. D. Schunn, & M. A. Gernsbacher (Editörler), *Interdisciplinary Collaboration: An Emerging Cognitive Science* (pp. 23–50). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
3. Emmitt, S. & Ruikar, K. (2013). *Collaborative Design Management*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
4. Youngwerth, J. & Twaddle, M. (2011). Cultures of interdisciplinary teams: How to foster good dynamics. *Journal of Palliative Medicine*, 14(5), 650-654.
5. Nancarrow, S. A., Booth, A., Ariss, S., Smith, T., Enderby, P., & Roots, A. (2013). Ten principles of good interdisciplinary team work. *Human Resources for Health*, 11(19), 1-11.
6. Schultz, R. & Johnson, A. (2005, June), Practicing real world design, teamwork, and communications through multidisciplinary systems engineering projects. American Society for Engineering Education. Paper presented at 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference, Portland, Oregon.
7. Zhu, H. & Meuth, R. J. (2015, June), Assessment of communication, teamwork, and engineering motivation in inter-disciplinary projects implemented in an introduction to engineering course. American Society for Engineering Education. Paper presented at 2015 American Society for Engineering Education Annual Conference, Seattle, WA.
8. Schneider, W., Scheib, K., & Ihsen, S. (2012). Interdisciplinary collaboration as important success factor of technical innovations in Adaptable Ambient Living Assistance. SEFI 40th Annual Conference, 23-26 September 2012, Greece.
9. Kövesi, K. (2015). A case study of teaching interdisciplinary collaboration for engineering students. SEFI 40th Annual Conference, June 29-July 2, 2015, France.
10. Mcalpine, L. , Gandell, T., Winer, L., Gruzleski, J., Mydlarski, L., Nicell, J., & Harris, R. (2005). A collective approach towards enhancing undergraduate engineering education, *European Journal of Engineering Education*, 30:3, 377-384.

11. Larsen, P. G., Fernandes, J. M., Habel, J., Lehrskov, H., Vos, R. J. C., Wallington, O., & Zidek, J. (2009) A multidisciplinary engineering summer school in an industrial setting, *European Journal of Engineering Education*, 34(6), 511-526.
12. Shelby, K. R. (2014). Systems engineering knowledge asset (SEKA) management for higher performing engineering teams: People, process and technology toward effective knowledge-workers (Doctoral dissertation). Retrieved from ProQuest LLC. (UMI 3611730).
13. Careau, E., Vincent, C., & Swaine, B. R. (2014). Observed interprofessional collaboration (OPIC) during interdisciplinary team meetings: Development and validation of a tool in a rehabilitation setting. *Journal of Research in Interprofessional Practice and Education*, 4(1), 1-19.
14. Kim, K. (2013). Developing guidelines for collaborative spaces supporting interdisciplinary engineering design teams (Unpublished doctoral dissertation). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
15. Hall, P. (2005). Interprofessional teamwork: Professional cultures as barriers. *Journal of Interprofessional Care*, 19(1), 188-196.
16. Winter, J. C. F., Dodou, D., & Wieringa, P. A. (2009). Exploratory factor analysis with small sample sizes. *Multivariate Behavioral Research*, 44, 147-181.
17. Pett, M. A., Lackey, N. R., & Sullivan, J. J. (2003). *Making Sense of Factor Analysis: The Use of Factor Analysis for Instrument Development in Health Care Research*, Thousand Oaks, CA: SAGE.
18. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis - A Global Perspective (7th Edition)*, Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
19. Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics (4th Edition)*, Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
20. Costello, A. B. & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment Research & Evaluation (PARE)*, 10(7), 1-9, 2005.
21. Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J. & Esquivel, S. L. (2013). Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(6), 1-13.

## İthaf

Bu araştırma ve bildiri, Mustafa DEĞERLİ tarafından, 14 Nisan 2015'te ebediyete intikal eden çok kıymetli babası "Hacı DEĞERLİ (1958-2015)"ye ithaf edilmiştir. Aziz ruhu şad olsun...