

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE BENZETİM KULLANIM
ANALİZİ: TÜRKİYE İÇİN BİR DEĞERLENDİRME**

AYŞE CEYDA BAŞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2019

**DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE BENZETİM KULLANIM
ANALİZİ: TÜRKİYE İÇİN BİR DEĞERLENDİRME**

**SIMULATION IN TURKEY AND THE WORLD:
AN EVALUATION FOR TURKEY**

AYŞE CEYDA BAŞAR

Başkent Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
ENDÜSTRİ Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2019

“DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE BENZETİM KULLANIM ANALİZİ: TÜRKİYE İÇİN BİR DEĞERLENDİRME” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından, 25/01/2019 tarihinde, **ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan (Danışman) : Prof. Dr. Berna DENGİZ

Üye : Doç Dr. Yusuf Tansel İÇ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ayyüce AYDEMİR KARADAĞ

ONAY

..../01/2019

Prof. Dr. Faruk ELALDI
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 01 / 02 / 2019

Öğrencinin Adı, Soyadı : Ayşe Ceyda BAŞAR

Öğrencinin Numarası : 21520172

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği

Programı : Yüksek Lisans

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı : Prof.Dr. Berna DENGİZ

Tez Başlığı : Dünyada ve Türkiye'de Benzetim Kullanım Analizi: Türkiye İçin Bir Değerlendirme

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 161 sayfalık kısmına ilişkin, 01/ 02/ 2019 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9'dur.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Onay

01 / 02 / 2019

Prof. Dr. Berna DENGİZ

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının ortaya çıkmasında büyük emeği olan, tecrübe ve zamanını benimle paylaşarak yol gösterici olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Berna DENGİZ'e,

Tez çalışmam sırasında ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Sayın Doç. Dr. Kumru Didem ATALAY'a ,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde görev alan tüm hocalarıma,

Sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek beni bu yaşa getiren, çalışmamda bana olan desteklerini ve güvenlerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bu hayatta ki en büyük şansım olan çok değerli anne ve babama, her daim katkılarını ve tecrübelerini paylaşan abim ve ablama;

İlgisini ve güvenini her an hissettiğim eşime,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE BENZETİM KULLANIM ANALİZİ: TÜRKİYE İÇİN BİR DEĞERLENDİRME

Ayşe Ceyda BAŞAR

Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Benzetim modelleme tekniği, sağlık sektörü, askeri sistemler, enerji sistemleri, iletişim, ulaştırma gibi daha birçok sistemin analizinde ve tasarımında yaygın bir şekilde güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır.

Bilgisayar teknolojilerinde ve benzetim yazılımlarındaki gelişmelere paralel olarak özellikle son yirmi yılda sistemlerin modellemesinde benzetim tekniği önemli bir araç haline gelmiştir. Bu çalışmada benzetim kullanımı farklı alanlar için 1997 – 2007 ve 2008 – 2017 aralıkları ele alınarak ayrı ayrı değerlendirilmiş, dünya ve Türkiye’deki durumun karşılaştırılması amaçlanmıştır. Diğer bir amaç ise benzetim tekniğinden yararlanma bakımından Türkiye’deki 2002 ve 2018 yılları arasındaki değişim ve gelişimin düzenlenen bir anket aracılığı ile ortaya konulmaya çalışılmasıdır.

Dünyada ve Türkiye’de akademik yayınlar “Web Of Science” veri tabanı üzerinden bu tezde belirtilen sınıflandırmaya göre incelenerek son 20 yıl için ve 10’ar yıllık dönemler için değerlendirilmiştir.

Ayrıca Türkiye için değerlendirme anket yoluyla yapılmıştır. Anketin oluşturulmasında “Google Forms” kullanılmıştır.

Anket uygulama evrenini çeşitli üniversitelerde çalışan akademik personel, endüstri mühendisliği öğrencileri ve endüstrideki özel sektör çalışanları oluşturmuştur.

Benzetim tekniğinin Türkiye’de akademi ve endüstride bugünkü kullanım düzeyini görmek amacıyla 2002 yılında uygulanan anket yeniden kullanılarak bu alandaki değişim ve gelişim ortaya konmuştur.

Tez kapsamında uygulanan anket ve kaynak taraması analiz sonuçları detaylı olarak analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.



ANAHTAR SÖZCÜKLER: Benzetim, Literatür Taraması, Sınıflandırma, Anket.

Danışman: Prof. Dr. Berna DENGİZ, Başkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü.

ABSTRACT

SIMULATION USAGE IN TURKEY AND THE WORLD: AN EVALUTION FOR TURKEY

Ayşe Ceyda BAŞAR

Başkent University, Institute of Science

Department of Industrial Engineering

Simulation modelling methods are used as a tool for analyzing and designing systems in various fields such as health, military, energy systems, communication and transportation.

Simulation models have become an important tool for system modelling in the last two decades in accordance with new developments in IT fields and simulation softwares. In this study, for the scenario of the simulation consist 1997-2007 and 2008-2017 years. Time periods have been evaluated seperately for each field to analyze the situation in Turkey and the rest of the World under extensive comparison. In order to expose the recent developments of the practical use of the simulation method in Turkey between the years of 2002 and 2018 a survey was implemented for this study.

Academic studies in Turkey and the rest of the World in the database of “Web of Science” have been compared in the way of last two decades and 10 year period by analysing with mentioned classification in the thesis. In addition, another evaluation for Turkey was made using the survey. Google Forms has been used to create the survey.

The sample participants were chosen among academicians in various universities, industrial engineering students and private sector employees. In order to measure prevelance of simulation method in academy and industry in Turkey with acomperative perspective, a survey dated 2002 was re-implemented.

Literature review and analysis results of the past survey with current data have been analysed with details. The results obtained have been evaluated.



KEY WORDS: Simulation, Literature Classification, Survey.

Thesis Advisor: Prof.Dr. Berna DENGİZ, Başkent University, Department of Industrial Engineering.

İÇİNDEKİLER LİSTESİ

Sayfa

ÖZ	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
1 GİRİŞ	1
2 BENZETİM	4
2.1 Benzetim Nedir?.....	4
2.2 Benzetim Ne zaman Kullanılır?	4
2.3 Benzetim Ne Zaman İyi Bir Fikir Değildir?	6
2.4 Benzetimin Tarihçesi	6
2.5 Benzetimin Amaçları	9
2.6 Benzetim Yazılımlarının Sınıflandırılması.....	10
2.6.1 Benzetim dili	10
2.6.2 Bazı benzetim yazılımları	10
2.7 Benzetimin Ekonomik Yönü.....	12
2.8 Benzetime Neden İhtiyaç Duyulur?	14
2.9 Benzetimin Avantajları.....	14
2.10 Benzetimin Dezavantajları	15
2.11 Benzetim Modelleri	15
2.11.1 Benzetim modellerinin sınıflandırılması	16
2.11.2 Bir benzetim çalışmasının adımları	17
2.12 Benzetimin Kullanım Alanları.....	20
2.12.1 Endüstri mühendisliğinde benzetim	23
3 KAYNAK TARAMASINA DAYALI DETAYLI ANALİZ: DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUM.....	26
3.1 Kullanılan Yöntem	26
3.2 Benzetim Kullanımının Analizi	29
3.2.1 Dünyada “benzetim”den yararlanma düzeyi	30
3.2.2 Türkiye’de “benzetim”den yararlanma düzeyi	32
3.3 Benzetim Kullanımının Konu Dağılımına Göre Analizi	33
3.3.1 Dünyada benzetim kullanımının konu dağılımına göre analizi	33

3.3.2 Türkiye’de benzetim kullanımının konu dağılımına göre analizi	36
3.4 Endüstri Mühendisliği Alanında Benzetim Kullanımının Analizi	38
3.4.1 Dünyada endüstri mühendisliği alanında benzetimden yararlanma düzeyi	40
3.4.2 Türkiye’de endüstri mühendisliği alanında benzetimden yararlanma düzeyi	41
3.5 Endüstri Mühendisliği Alanında Benzetim Kullanımının Konulara Göre Analizi	43
3.5.1 Dünyada benzetimin endüstri mühendisliği alanında kullanımının konulara göre analizi	45
3.5.2 Türkiye’de benzetimin endüstri mühendisliği alanında kullanımının konulara göre analizi	50
3.6 Benzetim Eniyilemesi ve Meta-model Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler..	55
3.6.1 Dünyada benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının analizi.....	56
3.6.2 Türkiye’de benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının analizi ..	57
3.7 Benzetim Eniyilemesinde Kullanılan Yöntemler	58
3.7.1 Dünyada benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin analizi	58
3.7.2 Türkiye’de benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin analizi	59
3.8 Benzetim Eniyilemesinde Kullanılan Meta-Model Yöntemlerin Analizi	61
3.8.1 Dünyada kullanılan meta-model yöntemlerinin analizi.....	62
3.8.2 Türkiye’de kullanılan meta-model yöntemlerin analizi	63
4 TÜRKİYE’DE AKADEMİ VE ENDÜSTRİDE BENZETİM KULLANIMI: ANKET UYGULAMASI	65
4.1 Anketin Avantajları	66
4.2 Anketin Dezavantajları.....	67
4.3 Pilot Test	67
4.4 Web Tabanlı Anket.....	68
4.5 Yöntem	68
4.5.1 Kullanılan altyapı	68
4.6 Evren ve Örneklem.....	68
4.7 Veri Toplama Araçları.....	69
4.8 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	69
4.9 Anket Soruları.....	70
4.10 Anket Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Yorumlanması.....	71
4.10.1 Anketin demografik verilerinin incelenmesi	71
4.10.2 Anket sonuçlarının yıllar bazında endüstri ve akademi alanlarına göre değerlendirilmesi	73

4.10.3 2018 yılına ait anket sonuçlarının endüstri ve akademi alanlarına göre değerlendirilmesi	109
4.10.4 Anket sorularına verilen ek açıklamalar.....	123
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	126
KAYNAKLAR LİSTESİ	130
EKLER LİSTESİ.....	137



ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1	Web of Science ve Scopus veri tabanı karşılaştırma [108].....	28
Çizelge 3.2	Benzetim tekniğinin ülkelere göre kullanım dağılımı	29
Çizelge 3.3	Benzetim alanında yapılan çalışmalar (Dünya)	31
Çizelge 3.4	Benzetim alanında yapılan çalışmalar (Türkiye)	32
Çizelge 3.5	Benzetimin konularına göre yapılan çalışmalar (Dünya)	34
Çizelge 3.6	Türkiye’de benzetimin konularına göre yapılan çalışmalar	36
Çizelge 3.7	Endüstri mühendisliğinde benzetim kullanımının ülkelere göre dağılımı	39
Çizelge 3.8	Dünyada endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaları	40
Çizelge 3.9	Türkiye’de Endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaları	42
Çizelge 3.10	Endüstri mühendisliği alanında arama yapılan çalışmalar	44
Çizelge 3.11	Hizmet sektörü alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)	45
Çizelge 3.12	İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)	47
Çizelge 3.13	İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)	49
Çizelge 3.14	Hizmet sektörü alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)	50
Çizelge 3.15	İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)	52
Çizelge 3.16	İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)	53
Çizelge 3.17	Benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya). ..	56
Çizelge 3.18	Benzetim çalışmalarında kullanılan yöntemler (Türkiye)	57
Çizelge 3.19	Benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemler (Dünya)	58
Çizelge 3.20	Benzetim eniyilemesinden kullanılan yöntemler (Türkiye)	60
Çizelge 3.21	Kullanılan meta-model yöntemler (Dünya)	62
Çizelge 3.22	Kullanılan meta-model teknikleri (Türkiye).....	63
Çizelge 4.1	Farklı hedef kitle büyüklükleri ve hata düzeyleri için ihtiyaç duyulan örneklem büyüklükleri.....	70
Çizelge 4.2	Katılımcıların unvanları	71
Çizelge 4.3	Anketi cevaplayanların yaş dağılımı	72
Çizelge 4.4	Anketi cevaplayanların mesleki deneyimleri	72
Çizelge 4.5	Akademi alanından soru 1’e ait cevaplar	74
Çizelge 4.6	Endüstri alanından soru 1’e ait cevaplar.....	75
Çizelge 4.7	Akademik alandan soru 2’ye ait cevaplar	77

Çizelge 4.8	Endüstri alanından soru 2'e ait cevaplar.....	77
Çizelge 4.9	Akademik alandan soru 3'e ait cevaplar	78
Çizelge 4.10	Endüstri alanından soru 3'e ait cevaplar.....	79
Çizelge 4.11	Akademik alandan soru 4'e ait cevaplar	80
Çizelge 4.12	Endüstri alanından soru 4'e ait cevaplar.....	81
Çizelge 4.13	Akademik alandan soru 5'in a şıkına ait cevaplar.....	82
Çizelge 4.14	Endüstri alanından soru 5'in a şıkına ait cevaplar.....	83
Çizelge 4.15	Akademik alandan soru 5'in b şıkına ait cevaplar	84
Çizelge 4.16	Endüstri alanından soru 5'in b şıkına ait cevaplar.....	85
Çizelge 4.17	Akademik alandan soru 6'ya ait cevaplar	86
Çizelge 4.18	Endüstri alanından soru 6'ya ait cevaplar	87
Çizelge 4.19	Akademik alandan soru 7'ye ait cevaplar	88
Çizelge 4.20	Endüstri alanından soru 7'ye ait cevaplar	89
Çizelge 4.21	Akademik alandan soru 8'e ait cevaplar	90
Çizelge 4.22	Endüstri alanından soru 8'e ait cevaplar.....	91
Çizelge 4.23	Akademik alandan soru 9'a ait cevaplar	92
Çizelge 4.24	Endüstri alanından soru 9'a ait cevaplar.....	94
Çizelge 4.25	Akademik alandan soru 10'a ait cevaplar	95
Çizelge 4.26	Endüstri alanından soru 10'a ait cevaplar.....	96
Çizelge 4.27	Akademik alandan soru 11'e ait cevaplar	97
Çizelge 4.28	Endüstri alanından soru 11'e ait cevaplar.....	98
Çizelge 4.29	Akademik alandan soru 12'ye ait cevaplar	99
Çizelge 4.30	Endüstri alanından soru 12'ye ait cevaplar.....	100
Çizelge 4.31	Akademik alandan soru 13'e ait cevaplar	101
Çizelge 4.32	Endüstri alanından soru 13'e ait cevaplar.....	102
Çizelge 4.33	2002 yılında soru 14'e ait bilgiler	103
Çizelge 4.34	2018 yılında soru 14'e ait bilgiler	103
Çizelge 4.35	Akademik alandan soru 15'e ait cevaplar	105
Çizelge 4.36	Endüstri alanından soru 15'e ait cevaplar.....	105
Çizelge 4.37	Akademik alandan soru 16'ya ait cevaplar	107
Çizelge 4.38	Endüstri alanından soru 16'ya ait cevaplar	108
Çizelge 4.39	Endüstri ve Akademi alanından Soru 1'e ait cevaplar	110
Çizelge 4.40	Endüstri ve Akademi alanından Soru 2'ye ait cevaplar.....	111
Çizelge 4.41	Endüstri ve Akademi alanından Soru 3'e ait cevaplar	111
Çizelge 4.42	Endüstri ve Akademi alanından Soru 4'e ait cevaplar	112

Çizelge 4.43	Endüstri ve Akademi alanından Soru 5'in a şıkına ait cevaplar ...	113
Çizelge 4.44	Endüstri ve Akademi alanından Soru 5'in b şıkına ait cevaplar .	114
Çizelge 4.45	Endüstri ve Akademi alanından Soru 6'e ait cevaplar	115
Çizelge 4.46	Endüstri ve Akademi alanından Soru 7'e ait cevaplar	116
Çizelge 4.47	Endüstri ve Akademi alanından Soru 8'e ait cevaplar	116
Çizelge 4.48	Endüstri ve Akademi alanından Soru 9'e ait cevaplar	117
Çizelge 4.49	Endüstri ve Akademi alanından Soru 10'a ait cevaplar	118
Çizelge 4.50	Endüstri ve Akademi alanından Soru 11'e ait cevaplar	119
Çizelge 4.51	Endüstri ve Akademi alanından Soru 12'e ait cevaplar	120
Çizelge 4.52	Endüstri ve Akademi alanından Soru 13'e ait cevaplar	120
Çizelge 4.53	2018 yılında Endüstri ve Akademi alanından Soru 14'e ait bilgiler.....	121
Çizelge 4.54	Endüstri ve Akademi alanından Soru 15'e ait cevaplar	122
Çizelge 4.55	Endüstri ve Akademi alanından Soru 16'e ait cevaplar	123

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Bir sistem üzerinde çalışma yöntemleri[5]	5
Şekil 2.2	Benzetimin kullanımı[6].....	6
Şekil 2.3	Benzetim yazılımlarının sınıflandırılması	10
Şekil 2.4	Benzetimin ekonomik yönü [6]	13
Şekil 2.5	Benzetim modelleri şeması.....	16
Şekil 2.6	Benzetim çalışmasının adımları [5].....	20
Şekil 3.1	Benzetimin ülkelere göre kullanım yüzdeleri.....	30
Şekil 3.2	Dünyada yıllara göre benzetim alanında yapılan çalışmaların yüzdesel dağılımı	31
Şekil 3.3	Türkiye’de yıllara göre benzetim alanında yapılan çalışmaların yüzdesel dağılımı	33
Şekil 3.4	1997-2007 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı(Dünya).....	35
Şekil 3.5	2008- 2017 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı(Dünya).....	35
Şekil 3.7	2008- 2017 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)	37
Şekil 3.8	Endüstri mühendisliğinde benzetim kullanımının ülkelere göre dağılımı	39
Şekil 3.9	Dünyada yıllara göre endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaların dağılımı	41
Şekil 3.10	Türkiye’de yıllara göre endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaların dağılımı.....	42
Şekil 3.11	1997-2007 yılları arasında hizmet sektörü alanına göre benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya).....	46
Şekil 3.12	2008- yılları arasında hizmet sektörü alanına göre benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya).....	46
Şekil 3.13	1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)	48
Şekil 3.14	2008 - 2017 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)	48
Şekil 3.15	1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)	49
Şekil 3.16	2008-2017 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)	49

Şekil 3.17	1997-2017 yılları arasında hizmet sektörü alanında benzetimle yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)	51
Şekil 3.18	2008-2017 yılları arasında hizmet sektörü alanında benzetimle yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)	51
Şekil 3.19	1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)	53
Şekil 3.20	2008- 2017 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)	53
Şekil 3.21	1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)	54
Şekil 3.22	2008 - 2017 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)	54
Şekil 3.23	Meta-model – benzetim modeli ilişkisi	55
Şekil 3.24	1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya).....	56
Şekil 3.25	2008-2017 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya).....	56
Şekil 3.26	1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Türkiye)	57
Şekil 3.27	2008 – 2017 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Türkiye)	57
Şekil 3.28	1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Dünya)	59
Şekil 3.29	2008- 2017 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Dünya)	59
Şekil 3.30	1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Türkiye)	60
Şekil 3.31	2008- 2017 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Türkiye)	60
Şekil 3.32	Meta modelin benzetim içindeki yeri	61
Şekil 3.33	Meta-model kullanımı	61
Şekil 3.34	1997-2007 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Dünya).....	63
Şekil 3.35	2008 – 2017 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Dünya).....	63
Şekil 3.36	1997- 2007 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Türkiye)	64
Şekil 3.37	2008- 2017 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Türkiye)	64
Şekil 4.1	Anket çalışması aşamaları.....	66

Şekil 4.2	Anketi cevaplayanların akademi ve endüstri alanlarına göre yüzdesel dağılımı	71
Şekil 4.3	Anketi cevaplayanların yaş dağılımları	72
Şekil 4.4	Anketi cevaplayanların mesleki deneyimlerinin dağılımı	73
Şekil 4.5	Akademik alandan 1.sorunun dağılım grafiği	75
Şekil 4.6	Endüstri alanından 1.sorunun dağılım grafiği	76
Şekil 4.7	Akademik alandan 2.sorunun dağılım grafiği	77
Şekil 4.8	Endüstri alanından 2.sorunun dağılım grafiği	78
Şekil 4.9	Akademik alandan 3.sorunun dağılım grafiği	79
Şekil 4.10	Endüstri alanından 3.sorunun dağılım grafiği	80
Şekil 4.11	Akademik alandan 4.sorunun dağılım grafiği	81
Şekil 4.12	Endüstri alanından 4.sorunun dağılım grafiği	82
Şekil 4.13	Akademik alandan 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği	83
Şekil 4.14	Endüstri alandan 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği	84
Şekil 4.15	Akademik alandan 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği	85
Şekil 4.16	Endüstri alandan 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği	86
Şekil 4.18	Endüstri alanından 6.sorunun dağılım grafiği	88
Şekil 4.19	Akademik alandan 7.sorunun dağılım grafiği	89
Şekil 4.20	Endüstri alanından 7.sorunun dağılım grafiği	90
Şekil 4.21	Akademik alandan 8.sorunun dağılım grafiği	91
Şekil 4.22	Endüstri alanından 8.sorunun dağılım grafiği	92
Şekil 4.23	Akademik alandan 9.sorunun dağılım grafiği	93
Şekil 4.24	Endüstri alanından 9.sorunun dağılım grafiği	94
Şekil 4.25	Akademik alandan 10.sorunun dağılım grafiği	95
Şekil 4.26	Endüstri alanından 10.sorunun dağılım grafiği	96
Şekil 4.27	Akademik alandan 11.sorunun dağılım grafiği	97
Şekil 4.28	Endüstri alanından 11.sorunun dağılım grafiği	98
Şekil 4.29	Akademik alandan 12.sorunun dağılım grafiği	99
Şekil 4.30	Endüstri alanından 12.sorunun dağılım grafiği	100
Şekil 4.31	Akademik alandan 13.sorunun dağılım grafiği	101
Şekil 4.32	Endüstri alanından 13.sorunun dağılım grafiği	102
Şekil 4.33	Akademik alandan 15.sorunun dağılım grafiği	105
Şekil 4.34	Endüstri alanından 15.sorunun dağılım grafiği	106
Şekil 4.35	Akademik alandan 16.sorunun dağılım grafiği	107
Şekil 4.36	Endüstri alanından 16.sorunun dağılım grafiği	108

Şekil 4.37	Endüstri ve Akademi alanından 1.sorunun dağılım grafiği.....	110
Şekil 4.38	Endüstri ve Akademi alanından 2.sorunun dağılım grafiği.....	111
Şekil 4.39	Endüstri ve Akademi alanından 3.sorunun dağılım grafiği.....	112
Şekil 4.40	Endüstri ve Akademi alanından 4.sorunun dağılım grafiği.....	113
Şekil 4.41	Endüstri ve Akademi alanından 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği.....	114
Şekil 4.42	Endüstri ve Akademi alanından 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği.....	114
Şekil 4.43	Endüstri ve Akademi alanından 6.sorunun dağılım grafiği.....	115
Şekil 4.44	Endüstri ve Akademi alanından 7.sorunun dağılım grafiği.....	116
Şekil 4.45	Endüstri ve Akademi alanından 8.sorunun dağılım grafiği.....	117
Şekil 4.46	Endüstri ve Akademi alanından 9.sorunun dağılım grafiği.....	118
Şekil 4.47	Endüstri ve Akademi alanından 10.sorunun dağılım grafiği.....	118
Şekil 4.48	Endüstri ve Akademi alanından 11.sorunun dağılım grafiği.....	119
Şekil 4.49	Endüstri ve Akademi alanından 12.sorunun dağılım grafiği.....	120
Şekil 4.50	Endüstri ve Akademi alanından 13.sorunun dağılım grafiği.....	121
Şekil 4.51	Endüstri ve Akademi alanından 15.sorunun dağılım grafiği.....	122
Şekil 4.52	Endüstri ve Akademi alanından 16.sorunun dağılım grafiği.....	123

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

d	Olayın görölüş sıklığına göre kabul edilen $\pm$ örneklem hatası
ISI	Institute for Scientific Information
N	Hedef kitledeki birey sayısı
n	Örnekleme alınacak birey sayısı
p	İncelenen olayın görölüş sıklığı (gerçekleşme olasılığı)
q	İncelenen olayın görölmeysi sıklığı (gerçekleşmeme olasılığı)
t	Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t çizelgesine göre bulunan teorik değeri

1 GİRİŞ

Gelişmekte olan teknolojiler, bilişim sistemleri ve küreselleşme firmalar arasındaki rekabetin büyük ölçüde artmasına neden olmuştur. Değişen ekonomik ve sosyal koşullar karar verme amacı ile kullanılabilen birçok yeni araç, yöntem ve uygulamanın geliştirilmesini hızlandırmıştır. Karar vericinin amacı, tüm değişkenleri göz önüne alarak sorunları çözmek için en uygun kararı vermektir.

Benzetimin tarihi 5000 yıl öncesinde WEICH olarak bilinen ilk simülasyonlar Çin savaş oyunlarından gelmektedir. Bu oyunlar daha sonra ordu ve donanma stratejilerinin gelişimini sağlamak amacıyla da kullanılmıştır. Prussian'ların bu oyunları ordularındaki trenlerde kullanmalarından beri, tüm askeri stratejilerin geliştirilmesinde, havacılık, nükleer enerji, endüstri gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır [1].

Benzetim, hem doğal bilimler hem de sosyal bilimlerde en çok kullanılan karar verme yöntemlerinden biridir. Sistemlerin zaman içerisindeki işleyişini taklit ederek analizlerinin yapılmasını sağlayan bir tekniktir. Yapay bir uygulama ortamı oluşturarak sistemler için alınacak kararların doğruluğunu önceden test eder [2].

Bir sistemin analizi, alternatif sistemlerin karşılaştırılması, yeni geliştirilen bir modelin ispatı gibi birçok amaçla benzetim tekniğinden yararlanılmaktadır.

Sistemin doğruluğunu test etmek için benzetimde bir model oluşturulması gerekmektedir. Oluşturulan bu model, fiziksel bir sistem olabileceği gibi, tasarlanan bir sürecin önemli karakteristik özelliklerini de temsil eder. Kısaca, model benzetilen sistemin kendisini sembolize ederken, benzetim işlemi sistemin belirli bir zamanına ait çalışmasını temsil eder.

Hoshyar ve Nuila [3] 1998 yılında Amerika'da benzetim tekniklerinin kullanımını araştırmak amacıyla bir anket çalışması gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada imalat sektöründe kantitatif tekniklerin kullanımı hem akademide hem de endüstride olmak üzere ayrı ayrı incelenmiştir. Uygulanan bu anket sonucunda yöneylem araştırması ve benzetimin geleceğin yönetim aracı olarak görülebileceği ortaya çıkmıştır.

Bizkevelci [4] 2002 yılında ülkemizde üretim sektöründe benzetim kullanımını araştıran bir anket uygulamış ve benzetim tekniğinin üretim ve verimliliğin

artırılmasındaki önemini tartışarak ülke ekonomisine sağlayacağı katkıları belirtilmiştir.

Bu tez kapsamında ise benzetimin kullanım alanları detaylı bir şekilde;

- i) Kaynak Taramasına Dayalı
- ii) Ankete Dayalı

olarak incelenmiştir.

Kaynak taramasına dayalı incelemede, 1997- 2017 yılları arasında geçen 20 yıl içerisindeki değişim araştırılmıştır. Ankete dayalı incelemede ise akademisyenler, öğrenciler ve endüstride çalışanların benzetime bakış açıları araştırılmış elde edilen sonuçlar grafiksel gösterim ile sunulurken tartışılmıştır.

Kaynak taramasına dayalı incelemede dünyada ve Türkiye’de bilgisayar ile ilgili alanlarda benzetim tekniğinin daha çok tercih edildiği, benzetim ile ilgili yapılan çalışmalarda dünyada meta-model tekniği daha çok tercih edilirken Türkiye’de benzetim eniyilemesi tekniğinin daha çok tercih edildiği, dünyada ve Türkiye’de benzetim eniyilemesi yöntemlerinden sezgisel yöntemler alanında daha çok çalışma yapıldığı, meta-model tekniklerinden regresyon ile ilgili çalışmaların fazla olduğu tespit edilmiştir.

Ankete dayalı analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda günümüzde benzetim tekniğinin önceki dönemlere göre daha yaygın olarak kullanıldığı ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde, benzetim ile ilgili kavramlar, benzetimin sınıflandırılması, benzetim yazılımları ve benzetimin kullanıldığı alanlar anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, kaynak taramasına dayalı detaylı analizler gerçekleştirilmiş olup, benzetimin hangi alanlarda kullanıldığı, endüstri mühendisliği anahtar kelimesi ile gerçekleştirilen çalışmalarda benzetimin yeri, benzetim çalışmalarında kullanılan yöntemler incelenmiş ve Türkiye ile dünyadaki durum 10’ar yıllık dönemler olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalar kapsamında yayınlanan akademik çalışmalarda Türkiye’nin dünya içerisindeki yeri araştırılmıştır. Dünya ekonomisine yön veren

lkelerden olan Çin, ABD, Almanya ve Japonya benzetim tekniğini en çok kullanan ülkeler olarak ilk sıralarda yer alırken Türkiye'nin 23. sırada yer aldığı görülmüştür.

Dördüncü bölümde, anket ile ilgili kavramlar, anketin sınıflandırılması, web tabanlı anketlerin faydaları, anket uygulanırken örneklem büyüklüğünün nasıl seçilmesi gerektiği ve bu tezdeki örneklem büyüklüğüne ve uygulanan anket sorularına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde ayrıca, Bizkevelci [4] tarafından elde edilen ankete dayalı sonuçlar ve bu tez kapsamında yeniden uygulanan anket ile elde edilen sonuçlar akademi ve endüstri alanı olarak ayrı ayrı karılatırılmıtır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde geçen 16 sene içerisinde benzetim tekniğinin kullanılabilirliği artış gösterdiği görülmüştür.

Beşinci bölüm sonuçlar bölümü olup genel değerlendirmelere ve önerilere yer verilmiştir.

2 BENZETİM

2.1 Benzetim Nedir?

Benzetim, gerçek bir sistemin matematiksel veya mantıksal bir modelini tasarlama ve bu model üzerinde bilgisayar ortamında denemeler gerçekleştirerek, gerçek sistemin davranışını inceleme, açıklama ve tahmin etme sürecidir [4].

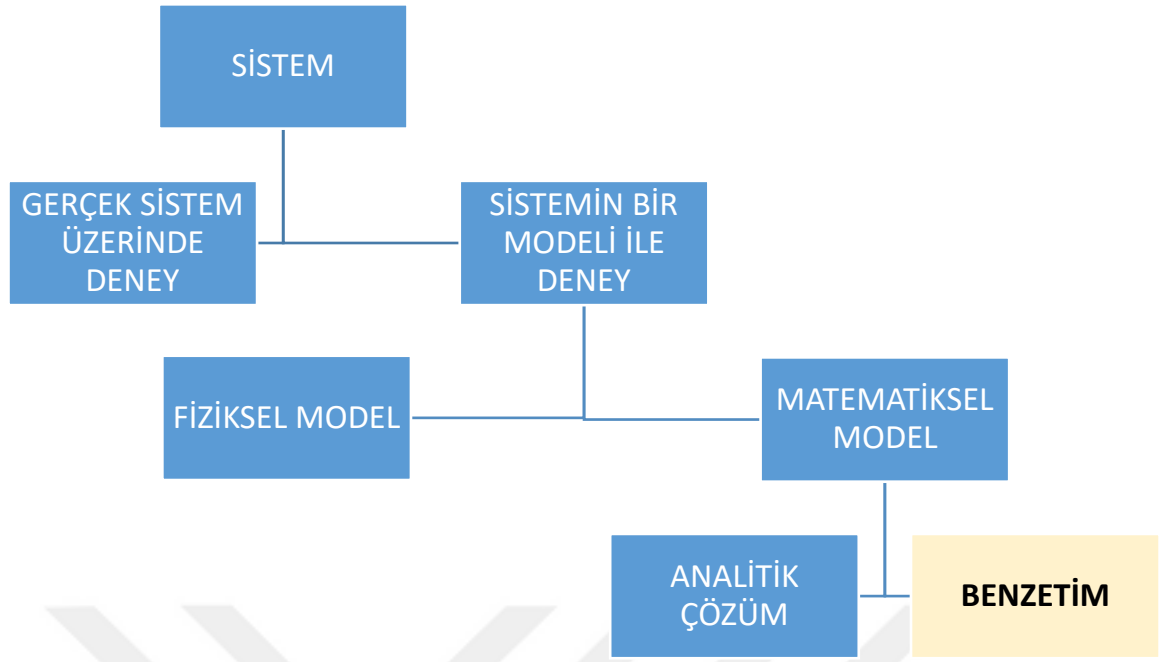
Benzetim, bir ürünün ortaya konulmadan önce davranışlarının incelenmesi amacıyla ortaya çıkabilecek sistemin davranışının gözlemek veya sistemin kurulması sonucunda oluşacak olan fiziksel sistemlerin, sistem gerçek hayata geçirilmeden önce işleyişini görmek için ve aynı zamanda sistemin avantaj ve dezavantajlarını gözlemek amacıyla gerçek sistemin modellenmesidir.

Benzetim kullanılarak, kurulacak olan fiziksel sistemin bir benzeri olarak yapılışı ve sistemin nasıl çalışacağı ile ilgili bize daha önceden fikir verilmesi sağlanır. Benzetim modeli sistem değişkenlerinde yapılacak olan değişiklikler sonucunda sistemin performans ölçütlerindeki değişiklik hakkında önceden bilgi edinilmesini sağlar.

2.2 Benzetim Ne zaman Kullanılır?

Benzetim, gerçek sistem üzerinde belirli deneylerin yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda, yeni kurulacak bir sistemin kurulmadan önce analizi yapılacaksa ve genellikle maliyet veya zaman kısıtı nedeniyle gerçek sistem üzerinde çalışmak imkansızsa veya pratik değilse kullanılır.

Sistem model ve çözüm yöntemi ilişkisi Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

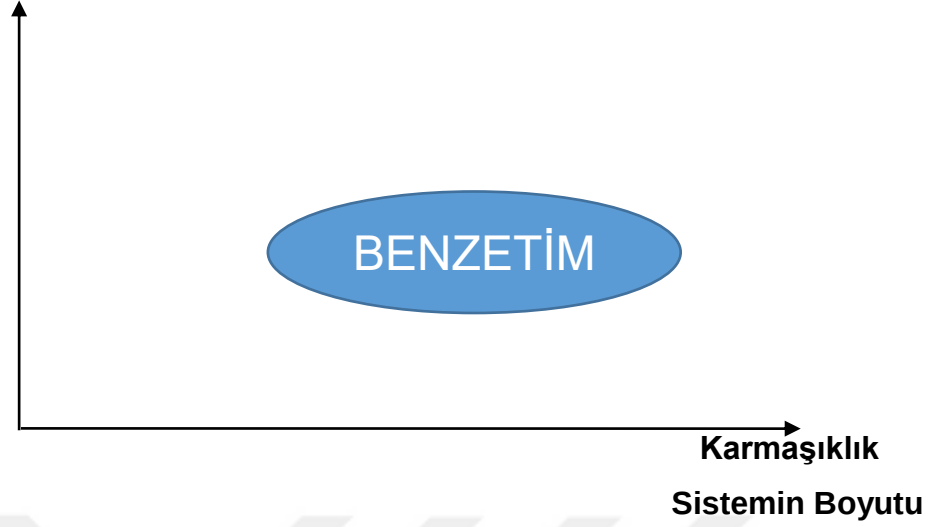


Şekil 2.1 Bir sistem üzerinde çalışma yöntemleri[5]

Benzetim, analitik çözüm metodolojilerini güçlendirmek, ortaya çıkacak olana hazırlıklı olmak, yeni tasarıları önceden denemek ve analitik çözüm yöntemlerini doğrulamak için kullanılabilir. Benzetim modellemesinde amaç hangi girdilere karşılık hangi çıktıların elde edileceğini gözlemlemektir. Tüm benzetim modelleri “girdi-çıkı” modelleri olarak adlandırılır [6]. Benzetim kullanılarak hangi koşullarda ve hangi girdilere karşılık hangi çıktıların elde edileceği gözlemlenir ve kurulacak olan sistemin davranış analizleri bu yöntemle elde edilebilir.

Benzetim tekniği, özellikle problemin boyutunun ve karmaşıklığının analitik tekniklerin kullanımını zorlaştırdığı ya da imkansızlaştırdığı durumlarda başvuru olan matematiksel bir yaklaşımdır [7]. Şekil 2.2’de benzetimin rassallık ve karmaşıklık ile olan ilgisi gösterilmektedir. Şekil 2.2’den de görüleceği gibi sistemlerde karmaşıklık ve rassallık arttıkça benzetim kullanım ihtiyacı artar.

Rassallık



Şekil 2.2 Benzetimin kullanımı[6]

2.3 Benzetim Ne Zaman İyi Bir Fikir Değildir?

- Problemin analitik çözümü varsa,
- Gerçek sistem üzerinde değişiklik ve deney yapmak daha kolaysa,
- Benzetim maliyeti sağlanacak kazancın üzerinde ise,
- Proje için yeterli kaynaklar mevcut değilse,
- Model sonuçlarından faydalanmaya yetecek süre yoksa,
- Modelin doğrulanması ve sağlaması yapılamıyorsa,

benzetim iyi bir fikir değildir [6].

2.4 Benzetimin Tarihçesi

Bilgisayar benzetimi ilk kez 1950'lerde havacılık endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lı yıllarda, modeller bazen ilkel de olsa, endüstriyel sistemlere uygulanmaya başlanmıştır. Ancak benzetim kullanımının yavaş ilerlemesinin çeşitli nedenleri vardır. Bunlar;

- Bilgisayarların pahalı olması,
- Modellemelerdeki kapsamlı programlamalara gereksinimi olması,
- Bilgisayarların işlem hızlarının yavaş olması,

- Kısıtlı bellek boyutu.

İlk benzetim modelleri FORTRAN gibi genel amaçlı programlama dilleri kullanılarak geliştirilmiştir.

Benzetime ilgi arttıkça, birçok sistemin genel bir modelleme diline uygun olabilecek benzer özelliklere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, kuyruk sistemleri olarak adlandırılan bir sistem sınıfını modellemek için çeşitli benzetim dilleri (GPSS, SIMSCRIPT, SIMAN, SLAM, vb.) geliştirilmiştir.

Bu diller, nesnenin yaratılması, işlem zamanlarının üretilmesi, kaynak kullanımı ve kuyrukları tanımlamak için ortak özellikler sağlayarak programlamayı kolaylaştırmıştır.

Benzetim 1980'lerde farklı alanlara yayıldıkça, endüstri sektörünün özelliklerini içeren daha fazla sektör bazlı benzetim ürünleri (AutoMod, ProModel, WITNESS) ortaya çıkmıştır. Bu programların birçoğu “dil”den ziyade benzetici olarak adlandırılmıştır. Bu ürünlerin bir kısmı tam anlamıyla programlama yeteneği sağlamaktadır. Böylece bir benzetim dilinin esnekliği bir benzeticinin kullanım kolaylığı ile birleştirilmiştir.

Bu tür benzetimler, artık yarı iletken üretimi veya hazır gıda hizmetleri gibi ürüne veya hizmete özel ekipmanlara yönelik olduğundan, daha uyarlanabilirdir ve kullanımları daha kolay olmaktadır. Modeller, halihazırda geliştirilmiş ve önceden test edilmiş modüler yapılar kullanılarak birkaç saat içinde bu tür ürünler için kolayca oluşturulabilir. Belirli bir sektöre özgü olan terminoloji kullanıldığı için, bu sektörlerde benzetim modeli kuran kişilerin bu ürünleri öğrenmesi ve kullanması daha kolaydır.

Benzetim ayrıca aşağıdaki alanlarla sınırlı olmamakla birlikte çeşitli uygulamaları kolaylaştırmak için kullanılmaktadırlar;

- Model girdisini oluşturmak için ilgili dağılımdan rassal değişken üretme,
- Model bileşenlerinin grafiksel girişleri,
- Girdiler için rehber diyalog kutuları,
- Çevrim içi yardım ve rehberler,

- İnteraktif hata ayıklama işlemleri,
- Mantıksal ve bütünleşik kontrol işlemleri,
- Otomatik model geliştirme işlemi,
- Amaç odaklı deneysel tasarım modülleri,
- Tam çıktı istatistiksel analiz ve çıktı çizelgeleri.

Bu özellikler, benzetimi bir dil olmaktan çok, bir sistem ve tamamen entegre, özelleştirilebilir bir program olmasını sağlamaktadır[8].

Benzetim, yöneylem araştırması ve yönetim biliminde uygulama alanı geniş olan metotlardan birisidir. Üniversitelerde ve işletmelerde benzetim tekniğinin kullanımı ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Bu araştırmalardan bazıları;

Case Western Reserve Üniversitesinde Yöneylem Araştırması Bölümünde yüksek lisans öğrencileri arasında yapılan bir araştırma sonucunda; benzetim 15 teknik arasında aşağıda görüldüğü gibi 5. sırada yer almıştır.

1.İstatiksel metotlar

2.Tahmin

3.Sitem analizi

4.Bilişim sistemleri

5.Benzetim

Aynı çalışmanın doktora öğrencileri ile ilgili bölümünde ise ; “İstatistiksel metotlar” birinci sırada olmak üzere “doğrusal programlama” ile “benzetim” ikinci sırayı paylaşmaktadır [9].

Thomas ve Do Costa [10], 137 firma arasında yapılan bir ankette benzetimin bu firmaların %84’ü tarafından kullanıldığını ve belirlemiştir. “İstatistiksel Analiz” ise %93 kullanım oranı ile 1. sıradadır.

Shanon, Long ve Buckles, ABD'de Endüstri Mühendisleri Topluluğunun YA(OR) Bölümündeki üyeleri arasında bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma sonuçlarına göre, benzetim 12 metot arasında, doğrusal programlamadan sonra 2. sırada yer almıştır [11].

Forgionne (1983), büyük şirketler arasında yaptığı bir araştırmada, 8 farklı metot arasında benzetimin 2.sırada yer aldığını göstermiştir[12].

Bu araştırmaların tümü, o yıllarda benzetimin kullanımının hızla yaygınlaştığını göstermektedir. Bu gelişmeye en büyük katkıyı, benzetim yazılımları ve bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler sağlamaktadır [6].

2.5 Benzetimin Amaçları

Benzetimin kullanım amaçları aşağıda yer almaktadır:

Benzetim;

Değerlendirme: Belirlenen kriterlere göre önerilen sistemin ne kadar iyi çalıştığını belirlemek,

Karşılaştırma: Önerilen sistem tasarımlarının ya da politikaların karşılaştırılması,

Tahmin: Önerilen koşullar altında sistemin performansını tahmin etmek,

Duyarlılık Analizi: Sistemin performansı üzerinde hangi faktörlerin ne kadar etkili olduğunu belirlemek,

Eniyileme: En iyi performans ölçütünü veren girdi setinin bir kombinasyonunu belirlemek,

Darboğaz Analizi: Bir sistemde performans ölçüsünü etkileyen darboğazların belirlenmesi,

amaçlarıyla kullanılır [13].

2.6 Benzetim Yazılımlarının Sınıflandırılması

Benzetim yazılımları; Şekil 2.3’de görüldüğü gibi diller ve benzeticiler olmak üzere iki sınıfa ayrılır.



Şekil 2.3 Benzetim yazılımlarının sınıflandırılması

2.6.1 Benzetim dili

Benzetim dili, kullanım amacına göre şekillendirilebilen, kullanıcıya kullanacağı alana göre özellikler sunabilen özel amaçlı programlardır. Bir benzetim modelinin programlanmasında, kullanılan dilin modelleme yapısı kullanılır. Benzetim dilleri değişik özellikteki sistemleri modelleme yeteneğine sahip olmalıdır [6]. Benzetimin uygulanmasında genel amaçlı programlama dilleri kullanılabileceği gibi özel amaçlı programlar (benzetim dilleri) da kullanılabilir.

Bir benzetim çalışmasında alınacak en önemli kararlardan biri kullanılacak benzetim dilinin seçimidir. Bu seçim sırasındaki belli başlı belirleyici kriterler bulunmaktadır. Bunlar; esneklik, basitlik, işletim hızı, modelleme kapasitesi, farklı tip bilgisayarlar için versiyonlar, kesikli-sürekli benzetim imkanı, animasyon imkanı, istatistiksel imkanlar, müşteri desteği, çıktı raporu elde etme imkanı şeklinde sıralanabilir.

2.6.2 Bazı benzetim yazılımları

Benzetim modelini programlamak için kullanılan diller ve hazır programlardan bazıları aşağıda verilmektedir.

SLAM(Simulation Language for Alternative Modeling): SLAM ağ odaklı, kesikli ve sürekli olay simülasyon özellikleri olan bir simülasyon programlama dilidir. Bu programlama dilinde mantık olarak ağların kullanımına ve kesikli modellere ve sürekli modellere sahip ağ modellerinin kombinasyonuna önem verilmektedir.

GPSS(General Purpose Simulation System): GPSS en eski benzetim dillerinden biridir, Geoffrey Gordon tarafından geliştirilmiştir. GPSS programlama dili özellikle trafik ve kuyruk sistemlerini modellemek için kullanılır.

SIMSCRIPT: Özel olarak uyarlanmış genel bir programlama dilidir. SIMSCRIPT'nin avantajları, karmaşık sistemlerin benzetim programları için gereken süreyi kısaltması ve bu tür modelleri ön analiz ve diğer koşulların bulgularına uygun olarak modifiye etmede daha fazla esneklik sağlamasıdır.

SIMAN(Simulation Analysis): Bir sistemin bileşenlerinin modellenmesini büyük ölçüde basitleştirmek ve geliştirmek için özel amaçlı özellikler içeren bir benzetim dilidir.

ARENA: Sistem modellemesi için geliştirilen bir benzetim ve otomasyon yazılımıdır ve SIMAN işlemci ve benzetim dilini kullanır.

SIMFACTORY: SIMSCRIPT II.5'te yazılan ve kullanıcılara fabrikaları programlamadan hızlı bir şekilde modelleyebilme yeteneği sağlayan bir fabrika benzeticisidir.

PROMOD: Üretim sistemi verimliliğini arttırmak ve üretim sistem süreçlerini eniyileme amacıyla benzetim tekniklerini kullanan bir benzetim paketidir. ProMod hem kesikli olay hem de sürekli benzetim yapabilme yeteneklerine sahiptir.

AUTOMOD: Bir benzetim dilinin kullanım kolaylığı özelliklerini birleştirerek en büyük ve en karmaşık üretim, dağıtım ve malzeme taşıma sistemlerini modelleyen 3 boyutlu benzetim aracıdır.

WITNESS: 2D ve 3D modellerinde üretim ve iş süreçlerinin dinamik süreç benzetimi için bir benzetim aracıdır.

XCELL+: Kullanıcıların özel fonksiyonları, komutları ve ifadeleri kullanarak modelleri oluşturabileceği, düzenleyebileceği ve çalıştırabileceği etkileşimli bir ortam sağlayan programlama paketidir.

Network II.5: Bilgisayar ağları ve iletişim sistemlerinin modellenmesi ve benzetimi için kullanılan bir hazır benzetim paketidir.

CACI: SIMSCRIPT III programlama ile etkileşimli grafiksel kullanıcı ara yüzleri, sunum ve 2 boyutlu ve 3 boyutlu animasyon grafikleri ile taşınabilir, yüksek kaliteli, büyük ölçekli benzetim ve modelleme uygulamaları için yeni bir Modüler Nesneye Dayalı modelleme ve benzetim programlama dilidir.

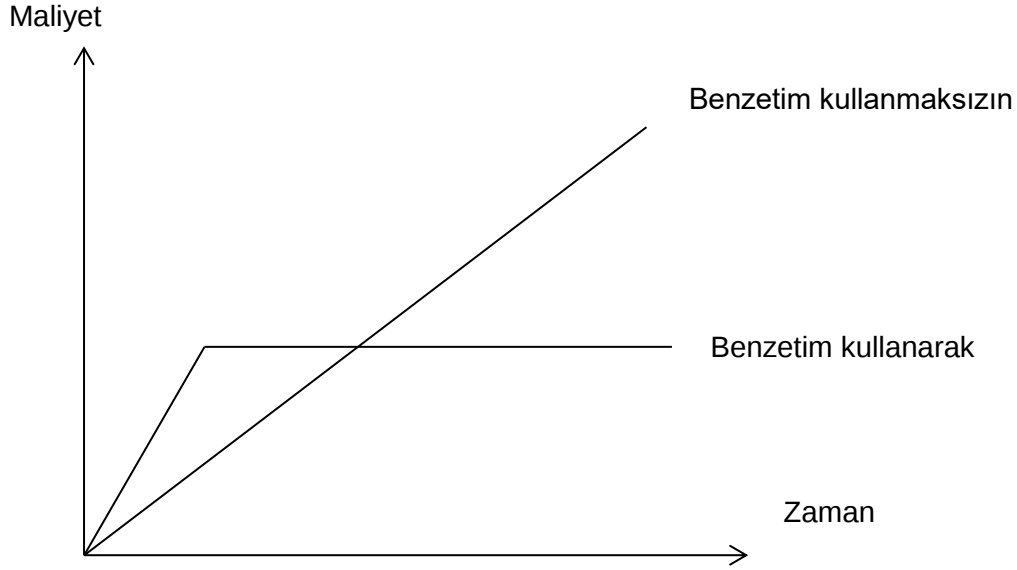
COMNET II.5: Devre, mesaj veya paket anahtarlama ağlarının performans analizi için genel bir SIMSCRIPT II.5 tabanlı modeldir.

2.7 Benzetimin Ekonomik Yönü

Gerçek sistemler üzerinde deney yapma maliyetiyle karşılaştırıldığında, benzetimin kullanılması daha az zaman ve kaynak gerektirir. Bu özelliğinden dolayı gerçek sistemler üzerinde deney yapma maliyetinden kaçınmak üzere benzetimin kullanılması tercih edilen bir yöntem olmakta ve gelişen dünyada benzetimin önemi hızla artmaktadır.

Benzetim birçok alanda kullanılabileceği gibi benzetimin zamandan ve maliyetten kazanç sağlamanın bir yolu olduğu da söylenebilir. Gerçek hayatta uygulamaya geçmeden önce benzetim kullanılarak girdilere karşılık gelen çıktılar yaklaşık sonuçlar olarak elde edilebilir.

Benzetim kullanmanın maliyetli olduğu, bu yüzden benzetim kullanmaktan kaçınıldığı gibi yanlış bir kanı vardır. Oysa benzetim işletmelere kazandıracakları ile maliyetleri düşürecek, ekonomik katkı sağlayacak bir yöntemdir. Bu ilişki Şekil 2.4'de açıklanmaktadır. Bu şekilden de görüldüğü üzere benzetim kullanmak için, gerekli program veya benzetim dili satın alma maliyetine ek olarak benzetim modeli kurabilecek ve analizleri yapacak eleman istihdamı nedeniyle ilk yatırım yüksek olacaktır ancak, belirli bir süre sonra bu maliyet dengeye girecektir. Aksine benzetimden yararlanılmayan işletmelerde ise elde edilebilecek kazançlar kaybedileceği için maliyetler artarak devam edecektir.



Şekil 2.4 Benzetimin ekonomik yönü [6]

Benzetim tekniği kullanıldığında firmalara birçok katkısı olduğu bilinmektedir. Bazı firmaların benzetim kullanarak elde ettiği kazanımlara örnekler aşağıda verilmektedir:

- IBM Firması benzetim kullanarak dağıtım maliyetinde yılda **40 milyon \$**,
- TROPICANA Şirketi benzetim ile lojistik kararlarında **milyonlarca \$**,
- HALLMARK CARD Şirketi benzetim modellemesi ile çevrim zamanını 80 günden 7 güne indirerek **milyonlarca \$**,
- İngiltere’de orta büyüklükte bir firma benzetim kullanarak ürün transferinde kullanacağı konteynır sayısını 3000 den 2250’ye indirerek **528.375 \$**,

kazanç sağlamıştır.

- Benzetim yazılımlarından biri olan ProModel yazılımı kullanarak elde edilen başarı hikayelerinden biri olan DuPont firması, ProModel ile çeşitli uygulamalar sayesinde son 10 yılda milyonlarca dolar tasarruf sağlamıştır. Uygulama, kimyasal yapıda üretimin modelleme değişkenliği, ulaşım ve yükleme süreleri, müşteri talebini karşılama ve demiryolu filosunun en uygun tasarımı içermektedir. İlk uygulama sadece 2 hafta sürmesine rağmen firmanın **500.000 \$** tasarruf yapmasını sağlamıştır [14].

- Tofaş Türkiye’de üretim alanındaki stok seviyesinin düşürülmesi amacıyla benzetim çalışması gerçekleştirilmiştir. İyileştirme ve benzetim çalışmaları sonucunda stok seviyesinde %48’lik düşüş gerçekleşmiştir [15].

2.8 Benzetim Neden İhtiyaç Duyulur?

Benzetim modellemesi ve çalıştırılması işlemi bazı varlıkların, sistemlerin veya olgunun davranışını taklit etmek amacıyla donanım ve yazılım sistemlerinin birlikte kullanımını gerektirir. Benzetim, tamamen kavramsal düzeyde, kavraması zor olan teorik modelleri analiz etmek ve doğrulamak için kullanılabilir.

Doğrulama işlemi benzetim tekniğinin en önemli basamaklarından biridir. Benzetim doğrulama işlemi için yeterli veri olduğunda başvurulması gereken bir yaklaşımdır.

Gerçek sistemler üzerinde yapılacak deneylere alternatif olarak, örneğin; farklı pazarlama planlarını test etmek için benzetim modelleri kullanılmaktadır. Birkaç dakika içinde sistemde değişiklik yapmadan, yatırım yapmadan ve birçok fikri test edebilmektedir. Araştırmacılar sıklıkla geleceğe ilişkin teorileri test eden yöntemlere yönelik bu tanımlayıcı yaklaşımları tercih etmektedir.

Benzetim, araştırmacıların günümüzde kullandığı en yenilikçi yaklaşımlardan biridir. Bir benzetim etrafında fikir birliği oluşturmak, süreç baştan itibaren organize edildiğinde en iyi sonuçların elde edilmesini sağlar. Benzetim kullanılacağı sistemlerdeki sistemin kurulumu ve uygulanmasından sorumlu olan herkes benzetimin çerçevesini, varsayımlarını ve başta cevaplandırılacak soruları tanımlamalıdır.

2.9 Benzetimin Avantajları

Benzetimin avantajları:

- Sistemin performansının tahmin edilebilmesi ve değerlendirilmesi,
- Gerçek sistemleri tasarlarken kullanıcılara pratik geri bildirim sağlaması,
- Eldeki sistem verilerinin yeterli olmadığı durumlarda bile kullanılabilmesi,
- Veri elde edilmesinin maliyetinin daha düşük olması,

- Kavramları öğretmek veya göstermek için etkili bir eğitim aracı olarak kullanılabilmesi,
- Bir sistemi kurmadan önce tasarımın doğruluğunun ve verimliliğinin belirlenmesine izin vermesi,
- Bir problemi farklı yönleriyle incelemeye olanak sağlamasıdır.

2.10 Benzetimin Dezavantajları

Benzetimin akademide ve endüstride kullanımının birçok kolaylığı ve avantajları olmasına ve yaygın olarak kullanılmasına karşın bazı dezavantajları da vardır. Benzetimin dezavantajları:

- Benzetim modellemelerinin maliyetli olması,
- Modelleme aşamasının zaman alması,
- Takım çalışmasına gerek duyulması,
- Gerçek dünyada anlık olarak meydana gelebilecek bir olayın benzetilmiş bir ortamda taklit edilmesinin zaman almasıdır.

2.11 Benzetim Modelleri

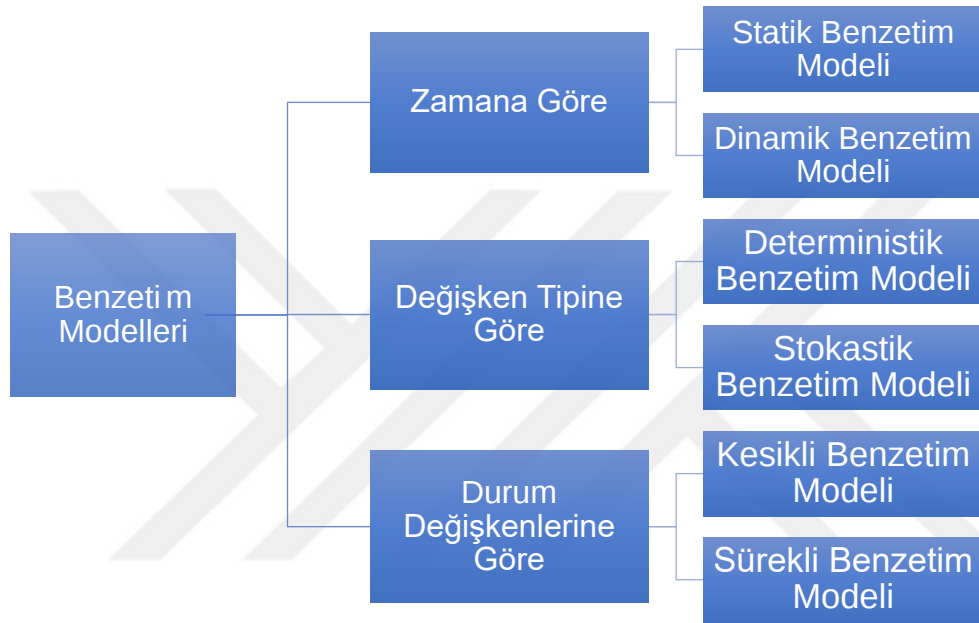
Benzetim modellemesi, bilgisayar desteği ve ek yazılımlar kullanılarak gerçek bir sistemi taklit etmeye çalışan matematiksel ve mantıksal kavramları birleştiren bir modeldir. Bir benzetim modeli, gerçek sistem üzerinde yapılacak değişikliklerin etkilerini, yeni kurulacak bir sistemin performansını tahmin etmek için analiz aracı ve yeni bir sistemin tasarım aracı olarak kullanılır.

Gerçek hayatta karşılaşılan sistemlerin birçoğu karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu durumda, bu sistemlerin modellerini analitik yöntemler ile çözmek mümkün değildir. Bu tür sistemlerin analizi ve çözümü benzetim modeli ile yapılır. Kurulan model, sistemi tanımlayacak yeterli detaya sahip olmalıdır. Benzetim çalışmasında, gerçek sistemden toplanan veri, sistemin modelinin çalıştırılabilmesi için gerekli olan girdi parametrelerinin tahmininde kullanılır [6].

Benzetim modeli denemeleri uygun deney tasarımı uyarınca yapılır. Benzetim modeli çıktısı rassal değişkendir. Rassal değişkenler istatistiksel analiz ile değerlendirilerek performans ölçütlerinin güven aralıkları elde edilir ve kararlar bu sonuçlara göre alınır.

2.11.1 Benzetim modellerinin sınıflandırılması

Benzetim modelleri, Şekil 2.5'deki gibi üç ana grupta toplanabilir.



Şekil 2.5 Benzetim modelleri şeması

Statik Benzetim Modeli

- Zamana göre değişmeyen ilişkileri açıklayan bir modeldir. Sistemin belirli bir anındaki gösterimidir. Monte-Carlo benzetim modelleri bu türe uygun modellerdir.
- Bu modeller, kesikli ve sürekli sistemlerin tanımlarına benzer şekilde tanımlanabilir.

Dinamik Benzetim Modeli

- Sistemin çalışma zamanına göre (bir aralık veya tüm çalışma zamanı dikkate alınarak) yapılan modellemedir.

Deterministik Benzetim Modeli

- Rassal değişken içermeyen benzetim modelidir. Bir sistemde olasılıklı bir işlem yok ise sistemin modeli deterministik benzetim modelidir.

Stokastik(Olasılıklı) Benzetim Modeli

- Bir sistemde en az bir işlem olasılıklı ise o sistemin benzetim modeli stokastik benzetim modelidir.

Kesikli ve Sürekli Benzetim Modeli

- Kesikli sistemlerde, durum değişkenleri zaman içinde yalnızca kesikli noktalarda değişir.
- Sürekli benzetim modeli ise değişkenin sürekli olarak değiştiği modellerdir [6].

2.11.2 Bir benzetim çalışmasının adımları

Her benzetim çalışmasının kendine özgü özellikleri olmasının yanı sıra bu çalışmaların birçoğu aşağıda tanımlanan adımların tamamlanmasına ihtiyaç duyar.

1) Problemin Tanımı ve Çalışma Planı

Benzetim çalışması, çalışmanın amacının belirlenmesi ve problemin açık olarak tanımlanması ile başlamalıdır. Çalışılacak alternatif sistem tasarımları ve bu alternatiflerin etkinliğini değerlendirmek için dikkate alınacak ölçütler belirlenmelidir. Çalışmanın maliyeti, her bir aşamada gerekli zaman ve proje grubu açısından planlanmalıdır.

2) Veri Toplama ve Model Tanımı

Üzerinde çalışılan sistemden bilgi ve veri toplanır. Benzetim çalışmasının en önemli ve zaman alan bir aşamasıdır. Bu veriler kullanılarak ilgili rassal değişkenlerin olasılık dağılımları belirlenir ve modelde kullanılacak girdiler oluşturulur. Örneğin, bir bankanın benzetim çalışmasında, modelde kullanılacak varışlararası zaman ve servis zamanı dağılımlarını belirlemek için sistemden gelişlerarası zaman ve servis zamanları verisi gözlemlenerek toplanır. Mümkünse, sistem performans ölçüsü olan verinin(bankada, müşterilerin kuyrukta beklemeleri), 6. adımdaki geçerlilik kontrolü

için toplanmalıdır. Kurulan model, sistemi tanımlayacak yeterli detaya sahip olmalıdır.

3) Geçerli mi?

Modelin kurulması aşamasında, model kurucunun sistemin çalışması hakkında bilgi sahibi olan kişilerle birlikte çalışması önemlidir. Aynı zamanda, model kurucunun karar verici ile iletişim halinde olması gerekir. Modelin geçerliliğinin sağlanması ve karar vericinin modele güvenilirliğini artırmak için bu önemlidir. Ayrıca, girdi rassal değişkenlerinin üretilmesi için belirlenen olasılık dağılımlarının yeterliliği uyum-iyilik testleri kullanılarak test edilmelidir.

4) Bilgisayar Programının Oluşturulması ve Doğrulama

Kurulan modelin programı, genel amaçlı bir dil (FORTRAN, PASCAL) ya da benzetim dillerinden birisi (SIMAN, GPSS, SLAM vs.) kullanılarak kodlanır. Programın doğru çalışıp çalışmadığı çeşitli yöntemler kullanılarak test edilir.

5) Pilot Deney

Doğrulan programın denemeleri, Adım 6'daki geçerlilik testi için kullanılır.

6) Geçerli mi?

Pilot deneyler, bir girdi parametresindeki küçük değişikliklerde modelin çıktısının duyarlılığını test etmek için kullanılabilir. Modelin çıktısında değişiklik çok fazla ise, girdi parametresinin daha iyi bir tahmini elde edilmelidir. Pilot deneyler ile elde edilen çıktılar, gerçek sistemden toplanan performans ölçüsü verileri ile istatistiksel metotlar yardımı ile karşılaştırılır. Sonuç iyi ise, bu modelin benzetimi yapılan sistemi doğru olarak yansıttığı söylenebilir. Değilse, model üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

7) Deney Tasarımı

Model kurulduktan sonra, performansları izlenecek alternatif senaryolar detaylı olarak belirlenir. Yapılacak deney sayısı, modeli çalıştırma süresi, deneyin tekrar sayısı belirlenmelidir.

8) Deneyler

Oluşturulan deney tasarımına uygun olarak deneylerin yapılmasıdır.

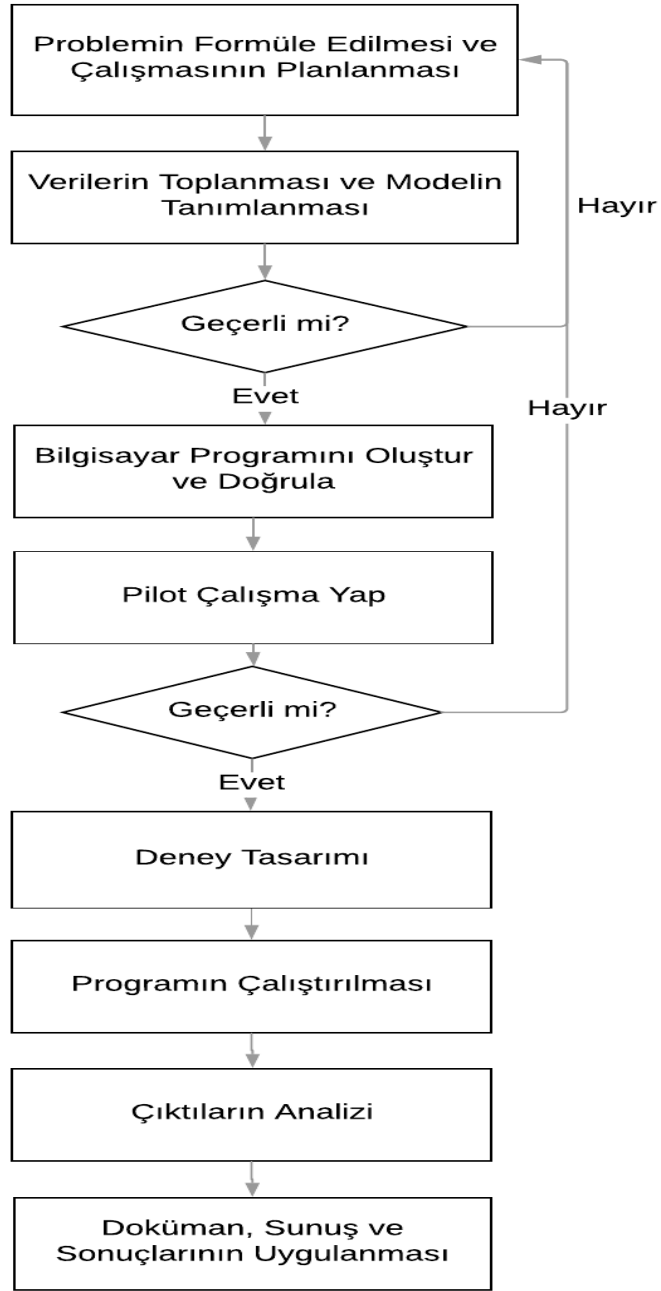
9) Çıktı Analizi

8. adımda yapılan deneylerden elde edilen çıktılara, istatistiksel teknikler yardımıyla çıktı analizi uygulanır. Çıktı analizinde amaçlar; bir sistem için, performans ölçüsünün güven aralığını oluşturmak ve birden fazla sistemin karşılaştırılması durumunda ise, performans ölçütünün en iyi olduğu alternatif sistemin belirlenmesidir.

10) Raporlar, Sonuçlar

Model çalışması ve sonuçlarının alınmasından sonra, toplanan bilgilerin ve varılan sonuçların karar vericiye sunulmasıdır [5].

Benzetim çalışmasının adımları Şekil 2.6'de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.6 Benzetim çalışmasının adımları [5]

2.12 Benzetimin Kullanım Alanları

Benzetim, akademi ve endüstrinin yanında günlük hayatımızda da birçok problemin çözümünde kullanılan en yaygın yöntem araştırması konularından biridir. Benzetim bu anlamda aşağıdaki alanlarla sınırlı olmamak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.

Benzetim,

- **Bilgisayar Sistemleri:** Yazılım sistemleri, bilgisayar ağları, veri tabanı yapısı ve yönetimi, donanım ve yazılım güvenliği vb.
- **Üretim:** Malzeme taşıma sistemleri, montaj hatları, otomatik üretim tesisleri, otomatik depolama tesisleri, stok kontrol sistemleri, fabrika yerleşimi, makine tasarımı, üretim hattı planlama ve eniyilemesi, üretim kapasite analizi vb.
- **İşletme:** Stok ve mal analizi, ücretlendirme politikası, pazarlama stratejileri, nakit akış analizleri, tahmin, işgücü planlaması, iş süreci modelleme vb.
- **Kamu Hizmeti:** Askeri silahlar ve kullanımları, nüfus tahmini, sağlık hizmetleri, polis hizmetleri, itfaiye hizmetleri, karayolu tasarımı, trafik kontrolü vb.
- **Ekoloji ve Çevre:** Su kirliliği ve temizlenmesi, atık kontrolü, hava kirliliği, hava tahmini, deprem ve fırtına analizi, maden arama ve çıkarma, güneş enerjisi sistemleri, tahıl üretimi vb.
- **Sosyoloji:** Nüfus analizi, eğitim politikaları, organizasyon yapısı, sosyal sistemlerin analizi, refah sistemleri, üniversite eğitimi vb.
- **Biyoloji:** Salgın hastalık kontrolü, biyolojik yaşam çevrimi, biyomedikal çalışmalar vb.
- **Ulaşım:** Demiryolu kapasite analizi, metro istasyonu analizi, liman ve terminaller, havalimanı yolcu trafiğinin incelenmesi, liman gemi kapasitesinin incelenmesi vb.
- **Lojistik:** Dağıtım ağı planlama ve analizi, lojistikte eniyileme vb[6].

konularında sıklıkla kullanılmaktadır.

Yukarıda benzetimin ana başlıklar altındaki temel kullanım alanları ile ilgili bilgi verilmiştir. Hillier ve Lieberman [16]'a göre benzetimin temel bazı kullanım örnekleri ise aşağıda yer almaktadır:

1. İşletme politikaları ve uygulamalarındaki (bakım kapasitesi, tesislerin, yedek uçakların vb.) değişiklikleri test etmek için bir havayolu şirketi tarafından büyük bir havaalanındaki operasyonların benzetimi,
2. En iyi trafik akışını belirlemek için, trafik ışıklarının benzetimi,
3. Optimal tamir personeli sayısını belirlemek için bakım operasyonu benzetimi,
4. Bir radyasyon kalkanına yansıyan radyasyonun yoğunluğunu belirlemek için, bakım operasyonu benzetimi,
5. Bir radyasyon kalkanına yansıyan “radyasyonun yoğunluğunu belirlemek için, kalkandaki yüksüz parçacıkların akış benzetimi,
6. Uygulama, kapasite ve tesislerin şekillerindeki değişiklikleri değerlendirmek için, çelik üretim operasyonunun benzetimi,
7. Ekonomik politika kararlarının etkilerini tahmin etmek için ekonomi benzetimi,
8. Savunma ve saldırı silah sistemlerini değerlendirmek için büyük çaplı askeri savaşların benzetimi,
9. Büyük çaplı dağıtım ve stok kontrol sistemlerinin tasarımını geliştirmek için bu sistemlerin benzetimi,
10. Firmanın politikaları ve operasyonlarındaki değişiklikleri değerlendirmek için tüm firmanın genel operasyonlarının benzetimi,
11. En ekonomik düzeyde, yeterli bir servis sağlamak için, gerekli parça kapasitesini belirlemek maksadıyla bir telefon iletişim sisteminin benzetimi,
12. En ideal baraj, elektrik santrali ve sulama işlerinin şeklini belirlemek için, ırmak havza operasyonlarının benzetimi.

2.12.1 Endüstri mühendisliğinde benzetim

Bu tez kapsamında benzetim kullanım alanları endüstri mühendisliği özelinde daha detaylı incelenmiştir. Endüstri Mühendisliği alanında benzetim tekniğinin en çok tercih edildiği sektörlerden bazıları seçilerek kullanım örnekleri ile birlikte özetlenmiştir.

Otomobil

Bir otomobil simülatörü, gerçek araçların özelliklerini sanal ortamda deneme olanağı sağlar. Aracın kabininde oturuyormuş gibi hissedilmesini sağlayan bir benzetim, kişinin etkileştiği dış etkenleri ve koşulları dikkate alır. Senaryolar ve olaylar, sürücülerin sadece bir eğitim deneyimi olarak görmek yerine, deney tamamen gerçekmiş gibi kabul ederek, adapte olmalarını sağlamak için yeterli gerçeklikle çoğaltılır. Deneyimli sürücüler için de benzetim, iyi bir sürüşü geliştirmek veya kötü uygulamaları tespit etmek ve iyileştirici eylem için gerekli adımları önermek için kullanılabilir.

Biyomekanik

Biyomekanik alanında kullanılan benzetim teknikleri, insanın anatomik yapılarının biyomekanik modellerini oluşturmak, işlevlerini incelemek ve sonunda tıbbi tedavi tasarımı ve planlamasında yardımcı olmak amacıyla kullanılır.

Yürüyüş dinamiklerini analiz etmek, spor performansını incelemek, cerrahi prosedürleri taklit etmek, eklem yüklerini analiz etmek, tıbbi cihazları tasarlamak ve insan ve hayvan hareketlerini canlandırmak için bir biyomekanik benzetimci kullanılır.

Mühendislik ve Teknoloji

Benzetim, mühendislik sistemlerinde veya birçok işlemi içeren herhangi bir sistemde önemli bir modelleme tekniğidir. Örneğin, elektrik mühendisliğinde, yayılma gecikmesini ve gerçek bir iletim hattının neden olduğu faz kaymasının benzetimi için gecikme çizgileri kullanılabilir.

Çoğu mühendislik benzetimi matematiksel modelleme ve bilgisayar destekli araştırmayı gerektirir. Ancak matematiksel modellemenin güvenilir olmadığı birçok

durum vardır. Akışkanlar dinamiği problemlerinin benzetimi genellikle matematiksel ve fiziksel benzetimleri gerektirir. Bu durumlarda, fiziksel modeller dinamik bir benzetim gerektirir. Fiziksel ve kimyasal benzetimler, araştırma kullanımları yerine doğrudan gerçekçi kullanımlara sahiptir; kimya mühendisliğinde, örneğin petrol rafinerileri gibi kimyasal tesislerin işletilmesi için hemen kullanılan işlem parametrelerini belirlemek için işlem benzetimleri kullanılır.

Ergonomi

Ergonomik benzetim sanal bir ortamda sanal ürünlerin veya manuel görevlerin analizini içerir. Mühendislik sürecinde, ergonominin amacı, ürünlerin ve çalışma ortamlarının tasarımını geliştirmek ve iyileştirmektir. Ergonomik benzetim, bir insan operatörünün duruşlarını, mekanik yüklerini ve performansını taklit etmek için bir manken veya Dijital İnsan Modelleri olarak adlandırılan insanın antropometrik sanal sunumunu kullanır[17].

Bazı benzetimler ayrıca metabolizma, enerji tüketimi ve yorgunluk limitleri gibi fizyolojik önlemleri de analiz eder. Döngü çalışmaları, tasarım ve süreç doğrulama, kullanıcı konforu, ulaşılabilirlik ve görüş açısı, ergonomik benzetim paketlerinde incelenebilecek diğer insan faktörleridir.

Bazı ergonomik benzetim uygulamaları arasında katı atık toplama, afet yönetimi görevleri, interaktif oyun, otomotiv montaj hattı [18], rehabilitasyon yardımlarının sanal prototiplenmesi [19,20] ve havacılık ürünü tasarımı yer almaktadır [21].

Askeri Benzetim

Savaş oyunları olarak bilinen askeri benzetimler, savaş teorilerinin gerçek savaşlara ihtiyaç duymadan test edilip rafine edilebildiği modellerdir. Farklı derecelerde gerçekçilikle, farklı biçimlerde var olurlar.

Proje Yönetimi

Proje yönetimi benzetimi, proje yönetimi eğitimi ve analizi için kullanılan bir benzetimdir. Proje yöneticileri için genellikle eğitim benzetimi olarak kullanılır. Diğer durumlarda ne olursa olsun analizde ve gerçek projelerde karar vermeyi desteklemek için kullanılır.

Üretim

Üretim sistemlerinin benzetimi temel olarak bir üretim sistemindeki iyileştirmelerin veya yatırımların etkisini incelemek için kullanılır. Daha karmaşık benzetimler için Kesikli Olay Benzetimi, üretim sistemindeki dinamikleri benzetimin avantajları ile kullanılır [22].

Endüstri

Benzetimin endüstride sağladığı avantajları kısaca özetleyecek olursak; maliyet tahmini, güvenilirlik tahminleri, kaynak tahsisi, risk değerlendirmesi, küresel yazılım geliştirme için başarı faktörlerinin incelenmesi, teknoloji değerlendirmesi, eğitim ve öğrenme yararları sayılabilir. Bütün bunlar, benzetimin endüstrideki problemler için her derde deva bir modelleme aracı olduğu izlenimini vermektedir. Benzetim, mühendislik uygulamalarında faydalı bir modelleme aracıdır ve endüstriyel bir etkiye sahiptir [23].

Sağlık

Sağlık hizmeti sunucularının eğitimi, hasta güvenliğinin ayrılmaz bir parçasıdır. Benzetim tabanlı eğitim programları, risksiz bir ortamda becerileri prova etme, tekrarlanan ve bilinçli olarak yapılandırılmış uygulamalara katılma ve zamanında geribildirim alma şansı sağlamaktadır [24]. Benzetim sayesinde sağlık çalışanları, hastaların geçmişi hakkında bilgi edinme, fiziki muayene yapma, teşhis ve tedavi kararları verme rollerini taklit eder [25].

Eğitim

Benzetimlerin sınıfta yer almasının birçok nedeni vardır: Bilgi aktarımını kolaylaştırması, öğrencilerin katılımını artırması ve öğrencilerin sosyal gelişimlerini güçlendirilmesi başlıca sebeplerdendir.

Benzetimler, öğrencilerin öğrendikleri konuları Kolb [26]'un öğrenme modelinde tekrar tekrar uygulamalarını sağlamaktadır.

3 KAYNAK TARAMASINA DAYALI DETAYLI ANALİZ: DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUM

Benzetim çalışmalarıyla ilgili dünyada ve Türkiye'deki gelişimi ve değişimi görmek amacıyla son 20 yıl içerisinde yayınlanmış çalışmaların dağılımı yıllara göre incelenmiştir. Daha sonra 10'ar yıllık dilimler için dünya ve Türkiye'de konular bazında analizler yapılmıştır. Buradaki amaç geçmiş 10 yıl ile son 10 yıl arasındaki değişim ve gelişimi ayrı ayrı gözlemlemektir.

Konular bazında analizler yapılmış ve yapılan bu analizlerin sonuçları grafiklere aktararak hangi konuda yapılan araştırmalarda benzetim tekniğinin daha çok tercih edildiği, yıllara göre hangi konularda yapılan çalışmalarda artış ve/veya azalış olduğu araştırılmıştır.

Endüstri mühendisliğinde son 20 yıllık genel durum incelenerek endüstri mühendisliğinin en yaygın kullanım alanları olan imalat ve hizmet sektörlerine göre ayırım yapılmıştır. Ek olarak, imalat sektörü için ayrı bir sınıflandırma yapılmış ve sonuçlar göre yorumlanmıştır.

Ayrıca, benzetim alanında yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemlerden benzetim eniyilemesi ve meta-model yöntemlerinden hangisinin dünyada ve Türkiye'de daha çok kullanıldığı araştırılmıştır.

Son olarak endüstri mühendisliği alanında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemler araştırılmış ve grafiklendirilmiştir.

Tezin bu bölümünde mevcut durumun değerlendirilmesi ve gelecekte yapılacak olan çalışmalar ile ilgili önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

3.1 Kullanılan Yöntem

Bilimsel Bilgi Enstitüsü (ISI) tarafından kurulan Web of Science, alıntılama yapmaya ve makale aranmasına imkan sağlayan online bir veri tabanıdır. Alıntıya, yazara, konu ve başlığa, anahtar kelimelere, özete, makalenin yayınlandığı ülkeye ve yayın yılına göre arama yapmaya imkan sağlamaktadır.

Akademisyenler yayınladıkları eserlere, bilimsel ve profesyonel topluluklar üzerindeki yayın etkilerini kapsamlı bir şekilde arttırmak için mümkün olduğunca çok alıntı yapmaya çalışır. Atıf sayısı, araştırmacıların ve yöneticilerin yazarların, projelerin, programların, kurumların ve ülkelerin araştırma performanslarını ve çalışmalarının göreceli etkisini ve kalitesini değerlendirmek için güvenilir ve etkin bir gösterge sağlar [27,28].

ISI tabanlı olan ve Web of Science veri tabanının kullanmış olduğu veri tabanları, Bilim Alıntı Endeksi, Sosyal Bilimler Atıf Dizini, Sanat ve Edebiyat Atıf Dizini, Gelişmekte Olan Kaynaklar Atıf Dizini ve Kitap Atıf Dizidir.

Web of Science, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Kanada'da yayınlanan ağırlıklı İngilizce dergi makalelerini kapsar. ISI veri tabanında indekslenen dergilerden ve makalelerden alıntılar ile sınırlıdır. Araştırma alanları arasında farklı kapsama alanı sağlar. Kitaplardan ve diğer ISI dışı kaynaklardan alıntılar yapmaz[29,30,31].

Araştırmayı değerlendirmek için alıntı sayımlarının kullanılması, alıntılarının bir yazarın çalışmasının değerini, kalitesini ve önemini tanıması ve kabul edilmesinin bir yolu olduğu varsayımına dayanmaktadır [32,33].

Bilgi teknolojisindeki ilerlemeler ve kaynak bilgileri sağlayan veri tabanları ve hizmetlerle milyonlarca kaydın çevrimiçi erişimindeki iyileştirmelerle, Web of Science artık yazarlara ve yayınlanmış eserlere yapılan atıfların yerini belirlemek için kullanılabilecek tek araç değildir. Yakın zamana kadar, ISI referans veri tabanları referansları ve alıntılarını bulmak için tek kaynaktı ancak; Scopus gibi diğer yöntemler ve kaynaklar, ISI'nin kapsamadığı alıntılarını bulmak için kullanılmaya başlanmıştır.

Diğer taraftan Scopus, Elsevier tarafından kurulan, alıntılama ve makale aranmasına imkan sağlayan, özellikle sosyal bilimler, fiziki bilimler ve tıp alanında makaleler barındıran veri tabanıdır.

Web of Science ve Scopus veri tabanları Çizelge 3.1'de ayrıntılı olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.1 Web of Science ve Scopus veri tabanı karşılaştırma [108]

Özellik	Scopus	Web of Science
Dergi Sayısı	21,950 adet	13,100 adet
İşlem	8 milyon	10.5 milyon
Kapsama Alanları	Fiziki Bilimler, Sağlık Bilimleri, Yaşam Bilimleri, Sosyal ve Beşeri Bilimler	Bilim, Teknoloji, Sosyal Bilimler, Sanat ve Beşeri Bilimler
Kapsadığı Yıllar	1970-günümüz	1900-günümüz
İngilizce dışı diller	İngilizce özet içeriyorsa	İngilizce özet içeriyorsa
Güncellik	Günlük	Günlük
Sağlayıcı	Elsevier	Clarivate Analytics
Alıntı Analizi	Var	Var
Kayıt işaretleme	Var	Var
Rapor Alımı	Evet(birçok seçenekle)	Excel
Yazar Profilleri	Otomatik	ID Tabanlı (Yazarlar Güncelleyebilir)
Artıları	Görselliği kuvvetli yazar ve alıntılar.	Sadece etki dergilerini kapsar.
	Uluslararası ve uzman disiplinli kapsam.	Daha fazla zaman dilimi içerir.
	Alt metrik içerir(varsa).	Daha fazla kurumsal atıf analizi içeriğine sahiptir.
	Basılı makale içerir.	Yayıncı tarafsızdır.
Eksileri	Sosyal ve beşeri bilimlerde zayıftır.	Sıra dışı isimleri arama zorluğu(heceli veya dile özgü)
	Sosyoloji ve fizik/astronomi alanında zayıftır.	
	Kayıtlarda hatalar mevcuttur.	

Bu tezde veri tabanı sorgulamaları için Web of Science veri tabanı kullanılmıştır. Bu veri tabanı, belirli kelime ve cümle gruplarının yanı sıra, yazar, adres, başlık, anahtar kelime vb. unsurlar kullanılarak yıllara göre sorgulama yapılmasını ve çıktılarını görme imkanı sağlamaktadır. Diğer literatür araştırma veri tabanı sistemlerine göre yayınlanan makaleler daha çok teste tabi tutulduğundan bu veri tabanı tercih edilmiştir. Bu bölümdeki arama yapılan anahtar kelimeler her tabloda ayrı ayrı detaylı bir şekilde verilmiştir.

Veri tabanı sorgulamalarından elde edilen veriler grafiklendirilirken 1997-2007 ve 2008 – 2017 yılları arasındaki çalışma sayıları 0 (sıfır) olan konu başlıkları dikkate

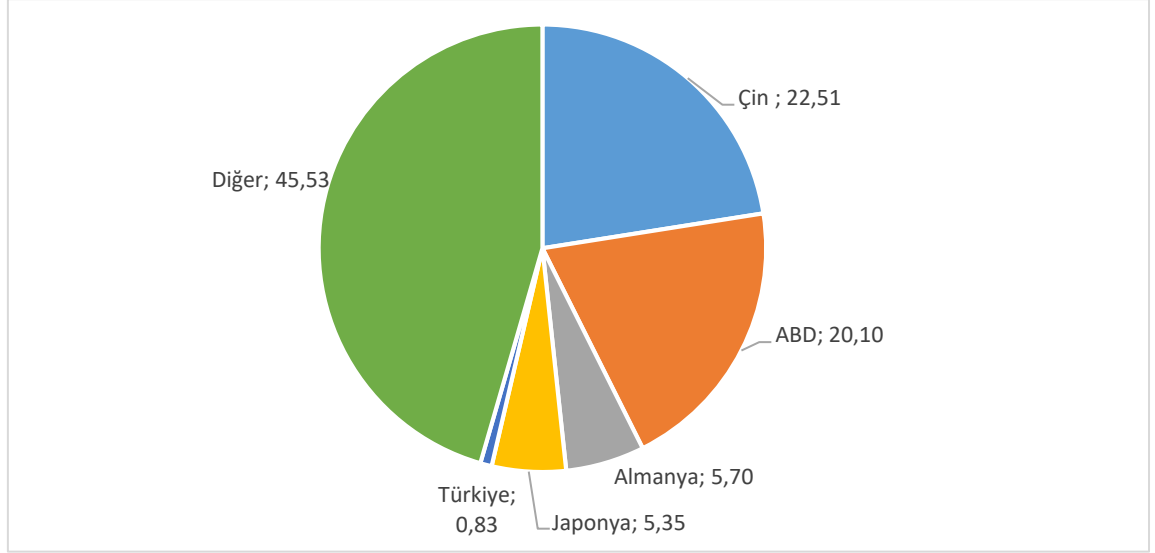
alınmamıştır. Dairesel grafiklerde yüzdesel oranı %5 (yüzde beş)'in altında olan konu başlıkları “Diğer” başlığı altında toplanarak grafiklere dahil edilmiştir.

3.2 Benzetim Kullanımının Analizi

Veri tabanında benzetim “Simulation” anahtar kelimesiyle ülkeler bazında arama yapıldığında elde edilen sonuçlarda toplam 242 ülke yer almıştır. Benzetim alanında yapılan çalışmaların sayısına göre yapılan sıralamada Türkiye 13779 çalışma ile 23. sırada yer almaktadır. Bu çalışmada yapılan benzetim çalışmaları 10.000 adet ve üzerinde olan ülkeler dikkate alınmış olup Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Benzetim tekniğinin ülkelere göre kullanım dağılımı

Sıra No	Ülke	Ülke	n	%
1	Çin	China	375267	22,51
2	ABD	USA	335027	20,10
3	Almanya	Germany	94953	5,70
4	Japonya	Japan	89163	5,35
5	İngiltere	England	74513	4,47
6	Fransa	France	71964	4,32
7	Kanada	Canada	60939	3,66
8	Hindistan	India	57038	3,42
9	Güney Kore	South Korea	56881	3,41
10	İtalya	Italy	50076	3,00
11	Avustralya	Australia	38717	2,32
12	Tayvan	Taiwan	37099	2,23
13	İspanya	Spain	36021	2,16
14	İran	İran	35584	2,13
15	Rusya	Russia	33264	2,00
16	Hollanda	Netherlands	26423	1,59
17	Brezilya	Brazil	20858	1,25
18	İsviçre	Switzerland	20054	1,20
19	Singapur	Singapore	18269	1,10
20	Polonya	Poland	18048	1,08
21	İsveç	Sweden	18006	1,08
22	Belçika	Belgium	14928	0,90
23	Türkiye	Turkey	13779	0,83
24	Malezya	Malaysia	13017	0,78
25	Yunanistan	Greece	12455	0,75
26	Avusturya	Austria	12249	0,73
27	Portekiz	Portugal	11202	0,67
28	İskoçya	Scotland	11130	0,67
29	Danimarka	Denmark	10098	0,61
Toplam			1667022	100,00



Şekil 3.1 Benzetimin ülkelere göre kullanım yüzdeleri

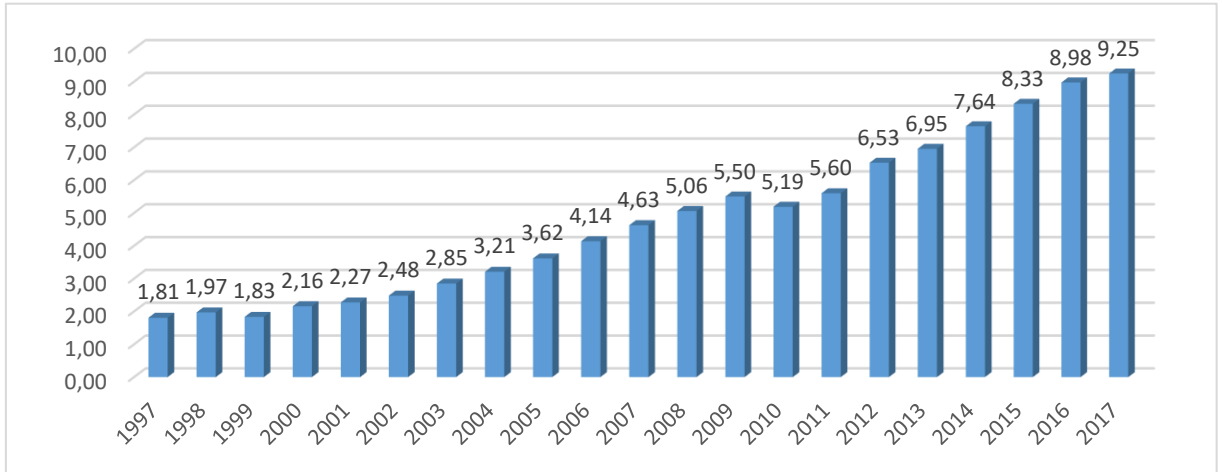
Şekil 3.1’de ülkelerde yapılan benzetim çalışmalarının yüzdeleri yer almaktadır. Şekil 3.1 ‘de görüldüğü üzere Çin, ABD, Almanya ve Japonya benzetimi en çok kullanan ülkeler olarak ilk sıralarda yer almaktadır. Bu ülkeler dünya ekonomisinde en güçlü ülkeler olup bu sonucun rastlantısal olmadığı açıktır. Dolayısıyla ekonominin büyümesi verimlilikle ilişkili olduğuna göre, benzetim tekniği kullanılarak verimlilik artışının sağlanacağı yönünde bir kanıt oluşturduğu yorumu yapılabilir.

3.2.1 Dünyada “benzetim”den yararlanma düzeyi

Dünya genelinde benzetim tekniği kullanılarak yapılan çalışmaların yıllar bazındaki dağılımı incelenmiştir. Çizelge 3.3’de benzetim “Simulation” anahtar kelimesi kullanılarak yapılan arama için son 20 yılda yapılan çalışmaların sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Çizelge 3.3 Benzetim alanında yapılan çalışmalar (Dünya)

Yıl	n	%
1997	25772	1,81
1998	28098	1,97
1999	26150	1,83
2000	30770	2,16
2001	32429	2,27
2002	35377	2,48
2003	40618	2,85
2004	45750	3,21
2005	51545	3,62
2006	59011	4,14
2007	65975	4,63
2008	72142	5,06
2009	78414	5,50
2010	73966	5,19
2011	79831	5,60
2012	93099	6,53
2013	99131	6,95
2014	108923	7,64
2015	118687	8,33
2016	127949	8,98
2017	131830	9,25
Toplam	1425467	100,00



Şekil 3.2 Dünyada yıllara göre benzetim alanında yapılan çalışmaların yüzdesel dağılımı

Şekil 3.2’de benzetim “Simulation” kelimesi ile arama yapılarak dünyada yapılan çalışmaların yüzdelik oranları elde edilmiştir. Şekil 3.2’den görüldüğü gibi benzetim

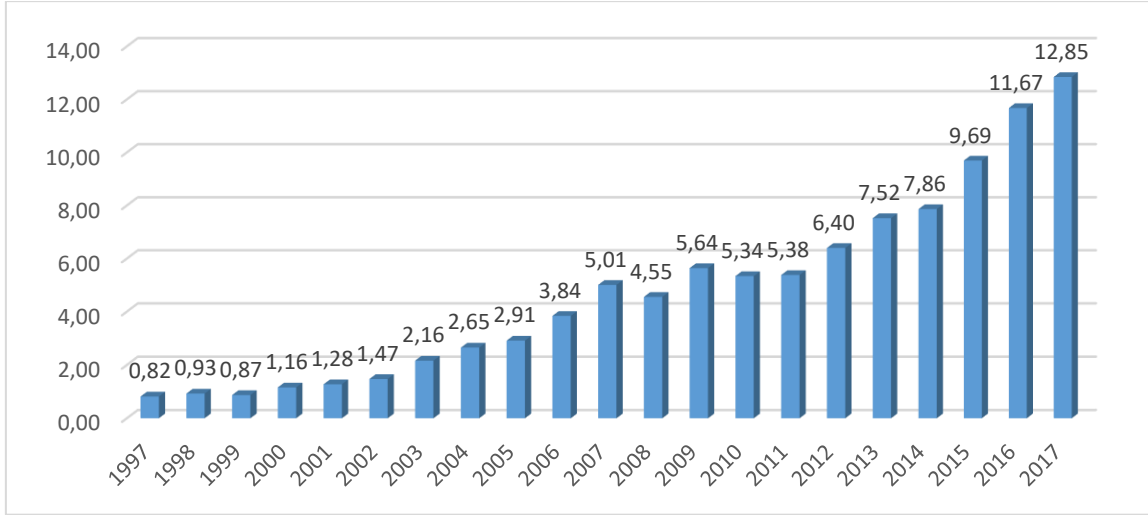
tekniki ile ilgili çalışmaların sayısı sürekli artış eğilimi göstermektedir. Gelişen ve değişen dünya ekonomisi, küresel ekonomiye paralel olarak benzetim tekniğinden yararlanmada artış göstermektedir.

3.2.2 Türkiye’de “benzetim”den yararlanma düzeyi

Benzetim alanında yapılan çalışmalar içinde adres Türkiye seçilerek yıllar bazındaki çalışma sayıları incelenmiştir. Çizelge 3.4’de veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” yazılarak ve adres Türkiye seçilerek son 20 yılda yapılan çalışmaların sayı ve yüzdeleri yer almaktadır.

Çizelge 3.4 Benzetim alanında yapılan çalışmalar (Türkiye)

Yıl	n	%
1997	103	0,82
1998	117	0,93
1999	110	0,87
2000	146	1,16
2001	161	1,28
2002	186	1,47
2003	273	2,16
2004	335	2,65
2005	368	2,91
2006	485	3,84
2007	632	5,01
2008	575	4,55
2009	712	5,64
2010	674	5,34
2011	679	5,38
2012	808	6,40
2013	950	7,52
2014	993	7,86
2015	1224	9,69
2016	1474	11,67
2017	1622	12,85
Toplam	12627	100,00



Şekil 3.3 Türkiye’de yıllara göre benzetim alanında yapılan çalışmaların yüzdesel dağılımı

Dünyada ve Türkiye’de benzetim ile ilgili yapılan çalışmaların dağılımı incelendiğinde, Şekil 3.2 ve 3.3’de görüldüğü üzere artış eğiliminin benzer olduğu görülmektedir.

3.3 Benzetim Kullanımının Konu Dağılımına Göre Analizi

Bu bölümde benzetim tekniğinin kullanıldığı alanlar araştırılmış ve 10’ar yıllık dönemlerde konu özelinde hangi çalışmalarda artış ve/veya azalış olduğu gözlemlenmiştir.

3.3.1 Dünyada benzetim kullanımının konu dağılımına göre analizi

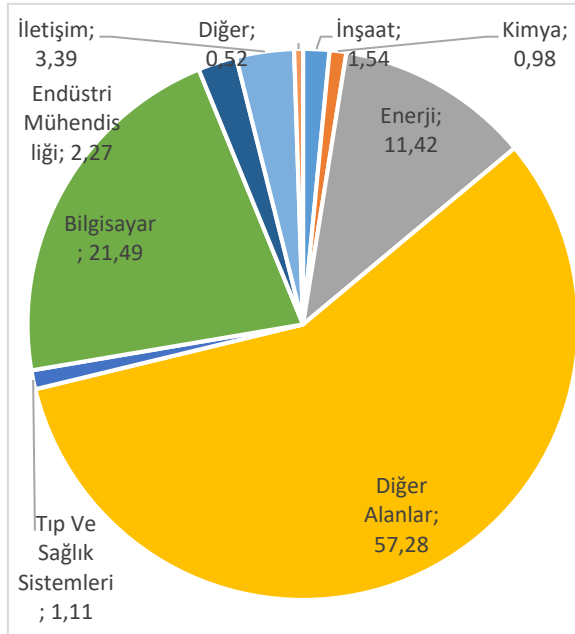
Benzetim alanında yapılan çalışmaların konu ve yıllar bazındaki sayısal dağılımı dünya için incelenmiştir. Veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” yazılarak ve çizelgede yer alan konu başlıkları eklenerek 10’ar yıllık dönemlerde yapılan çalışmalar Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Benzetimin konularına göre yapılan çalışmalar (Dünya)

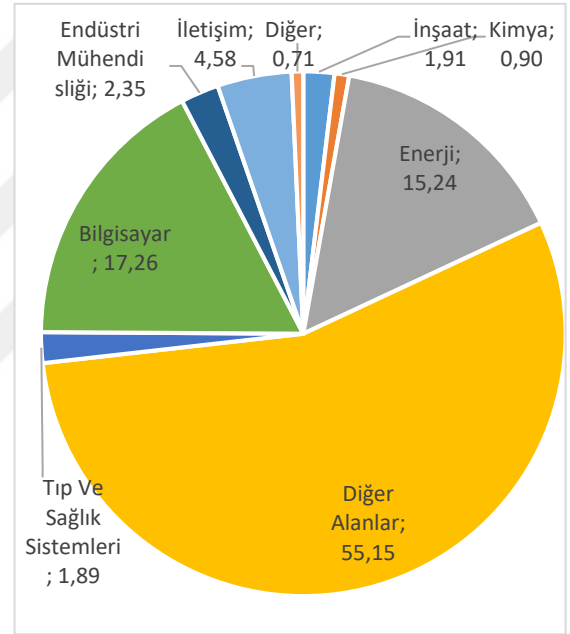
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Ekonomi	Economy	1198	0,27	4317	0,44
İnşaat	Construction	6777	1,54	18657	1,91
Kimya	Chemistry	4311	0,98	8782	0,90
Enerji	Energy	50268	11,42	148694	15,24
İletişim	Communication	14934	3,39	44699	4,58
Tıp Ve Sağlık Sistemleri	Healthcare, Medicine, Medical	4892	1,11	18452	1,89
Bilgisayar	Computer, Network	94593	21,49	168312	17,26
Endüstri Mühendisliği	Ergonomy, Ergonomics	9987	2,27	22874	2,35
	Manufacturing				
	Maintenance				
	Service Systems, Service System				
	Production Management, Production Control				
	Industrial Engineering				
Sistem Mühendisliği	System Engineering	119	0,03	269	0,03
Yöneylem Araştırması	Operation, Operations, Operational Research, Management Science	274	0,06	753	0,08
Makine Mühendisliği	Mechanical Engineering	200	0,05	434	0,04
Biyomedikal Mühendisliği	Biomedical Engineering	155	0,04	252	0,03
Elektrik Elektronik Mühendisliği	Electrical Electronics Engineering	167	0,04	512	0,05
	Electrical Engineering				
	Electronics Engineering				
Çevre Mühendisliği	Environmental Engineering	57	0,01	123	0,01
Tarım Mühendisliği	Agriculture Engineering	1	0,00	3	0,00
Orman Mühendisliği	Forest Engineering	1	0,00	2	0,00
Tekstil Mühendisliği	Textile Engineering	3	0,00	12	0,00
Metalürji Mühendisliği	Metallurgical Engineering	4	0,00	3	0,00
Uzay Mühendisliği	Space Engineering	11	0,00	22	0,00
Fizik Mühendisliği	Physics Engineering	3	0,00	13	0,00

Çizelge 3.5 devam ediyor

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Genetik Mühendisliği	Genetic Engineering	23	0,01	38	0,00
Gıda Mühendisliği	Food Engineering	6	0,00	33	0,00
Maden Mühendisliği	Mining Engineering	18	0,00	61	0,01
Otomotiv Mühendisliği	Automotive Engineering	20	0,00	80	0,01
Petrol Mühendisliği	Petroleum Engineering	34	0,01	80	0,01
Uçak Mühendisliği	Aircraft Engineering	1	0,00	8	0,00
Diğer Alanlar		252198	57,28	537911	55,15
Toplam		440255	100,00	975396	100,00



Şekil 3.4 1997-2007 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı(Dünya)



Şekil 3.5 2008-2017 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı(Dünya)

Şekil 3.4 ve 3.5'de benzetim kelimesi ve Çizelge 3.5'de belirtilen konular ile arama yapıldığında, dünya genelinde yapılan çalışmaların 10'ar yıllık dönemdeki dağılımları görülmektedir.

Son 20 yıl içinde enerji, iletişim ve endüstri mühendisliği alanlarında benzetim ile yapılan çalışmalarda büyük bir artış olduğu belirlenmiştir. Teknolojinin hızla

gelişmesi ve karmaşıklaşması benzetim tekniğine duyulan gereksinimi arttırmaktadır.

3.3.2 Türkiye’de benzetim kullanımının konu dağılımına göre analizi

Türkiye’de benzetim alanında yapılan çalışmaların konu ve yıllar bazındaki sayıları incelenmiştir. Çizelge 3.6’da veri tabanından adres Türkiye seçilerek arama kelimesi benzetim “Simulation” yazılarak ve çizelgede yer alan konu başlıkları eklenerek 10’ar yıllık periyotlarla konu başlıkları alanında yapılan çalışmalar incelenmiştir.

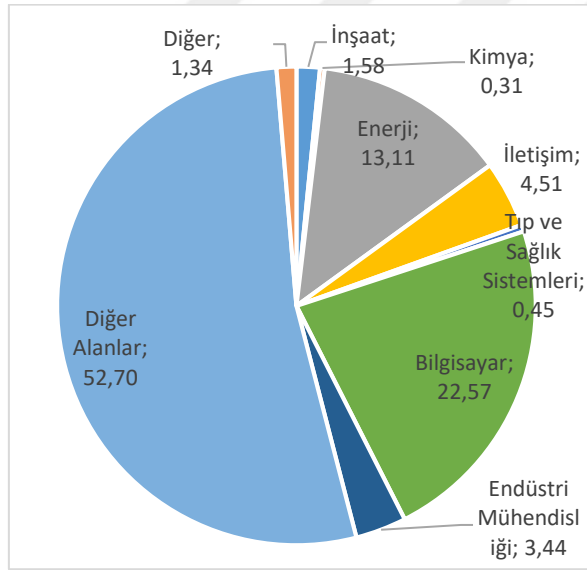
Çizelge 3.6’da görüldüğü üzere ülkemizde de son 20 yıl içerisinde enerji ve iletişim alanlarında yapılan çalışmalarda artış oranının en fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.6 Türkiye’de benzetimin konularına göre yapılan çalışmalar

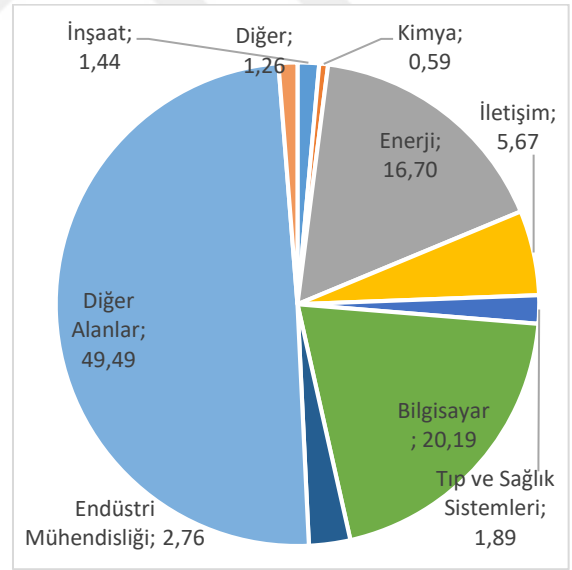
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Ekonomi	Economy	17	0,58	41	0,43
İnşaat	Construction	46	1,58	139	1,44
Kimya	Chemistry	9	0,31	57	0,59
Enerji	Energy	381	13,11	1610	16,70
İletişim	Communication	131	4,51	546	5,67
Tıp ve Sağlık Sistemleri	Healthcare, Medicine, Medical	13	0,45	182	1,89
Bilgisayar	Computer	656	22,57	1946	20,19
Endüstri Mühendisliği	Ergonomy, Ergonomics	100	3,44	266	2,76
	Manufacturing				
	Maintenance				
	Service Systems, Service System				
	Production Management, Production Control				
	Industrial Engineering				
Sistem Mühendisliği	System Engineering	1	0,03	1	0,01
Yöneylem Araştırması	Operation, Operations, Operational Research, Management Science	4	0,14	23	0,24
Makine Mühendisliği	Mechanical Engineering	5	0,17	10	0,10
Biyomedikal Mühendisliği	Biomedical Engineering	4	0,14	5	0,05
Elektrik Elektronik Mühendisliği	Electrical Electronics Engineering	8	0,28	31	0,32
	Electrical Engineering				
	Electronics Engineering				

Çizelge 3.6 devam ediyor

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Çevre Mühendisliği	Environmental Engineering	0	0,00	5	0,05
Tarım Mühendisliği	Agriculture Engineering	0	0,00	0	0,00
Orman Mühendisliği	Forest Engineering	0	0,00	0	0,00
Tekstil Mühendisliği	Textile Engineering	0	0,00	0	0,00
Metalürji Mühendisliği	Metallurgical Engineering	0	0,00	0	0,00
Uzay Mühendisliği	Space Engineering	0	0,00	0	0,00
Fizik Mühendisliği	Physics Engineering	0	0,00	0	0,00
Genetik Mühendisliği	Genetic Engineering	0	0,00	0	0,00
Gıda Mühendisliği	Food Engineering	0	0,00	2	0,02
Maden Mühendisliği	Mining Engineering	0	0,00	3	0,03
Otomotiv Mühendisliği	Automotive Engineering	0	0,00	1	0,01
Petrol Mühendisliği	Petroleum Engineering	0	0,00	0	0,00
Uçak Mühendisliği	Aircraft Engineering	0	0,00	0	0,00
Diğer Alanlar		1532	52,70	4770	49,49
Toplam		2907	100,00	9638	100,00



Şekil 3.6 1997-2007 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.7 2008-2017 yılları arasında benzetim konularına göre yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.6 ve 3.7’de benzetim kelimesi ve Çizelge 3.6’da belirtilen konular ile arama yapıldığında Türkiye’de genelinde yapılan çalışmaların 10’ar yıllık dönemdeki yüzdelerinin grafikleri çizilmiştir.

Ulusal yayınlarda benzetim çalışmasının son 10 yılda az da olsa artış göstermesine rağmen dünya genelinde yapılan çalışmalarla kıyaslandığında bu artışın çok az olduğu ortaya konmuştur.

Tıp ve sağlık sistemleri alanında son yıllarda yapılan çalışmalarda artış olmasının nedeninin son yıllarda ülkemiz Sağlık Bakanlığının hasta ve sağlık sistemleri ve politikalarında yapmış olduğu düzenlemeler olduğu tahmin edilmektedir.

3.4 Endüstri Mühendisliği Alanında Benzetim Kullanımının Analizi

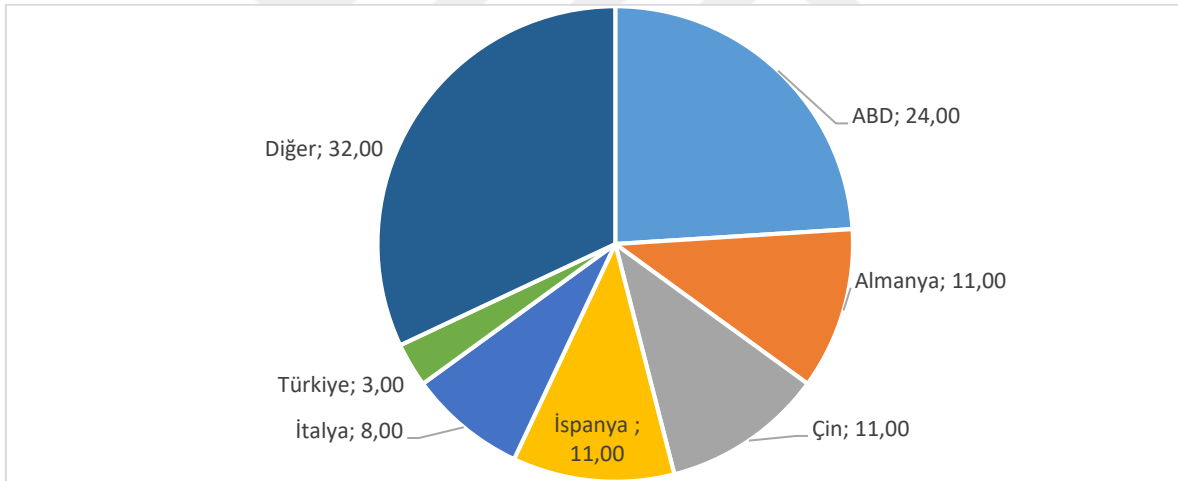
Bu bölümde son 20 yıl içerisinde endüstri mühendisliği alanında benzetim ile ilgili yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı dünya ve Türkiye adres seçilerek araştırılmış, benzetim ile ilgili endüstri mühendisliği alanında dünyada yapılan çalışmalarda ülkemizin yeri araştırılmıştır.

Veri tabanında benzetim “Simulation” ve endüstri mühendisliği “Industrial Engineering” arama kelimeleri kullanılarak ülkeler bazında arama yapıldığında toplam 49 ülke yer almakta ve endüstri mühendisliği ana başlığı altında yapılan çalışmaların sayılarına göre sıralama yapıldığında Türkiye 6 çalışma ile 14. sırada yer almaktadır.

Bu çalışmada ülkelerde endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmaları 5 adet ve üzerinde olan ülkeler dikkate alınmış olup Çizelge 3.7’de ülkelerin sıralamaları ve 15 ülke içerisindeki yüzdeleri yer almaktadır. %5 (yüzde beş)’in altında olan ülkelerin çalışmaları “diğer” başlığı altında toplanmış ve grafiğe aktarılmıştır.

Çizelge 3.7 Endüstri mühendisliğinde benzetim kullanımının ülkelere göre dağılımı

Sıra No	Ülke	Ülke	n	%
1	ABD	USA	48	24,00
2	Almanya	Germany	22	11,00
3	Çin	China	22	11,00
4	İspanya	Spain	22	11,00
5	İtalya	Italy	16	8,00
6	Ürdün	Jordan	9	4,50
7	Kanada	Canada	8	4,00
8	Hindistan	India	8	4,00
9	Portekiz	Portugal	8	4,00
10	İngiltere	England	7	3,50
11	İsrail	Israel	7	3,50
12	Fransa	France	6	3,00
13	Tayvan	Taiwan	6	3,00
14	Türkiye	Turkey	6	3,00
15	Finlandiya	Finland	5	2,50
Toplam			200	100,00



Şekil 3.8 Endüstri mühendisliğinde benzetim kullanımının ülkelere göre dağılımı

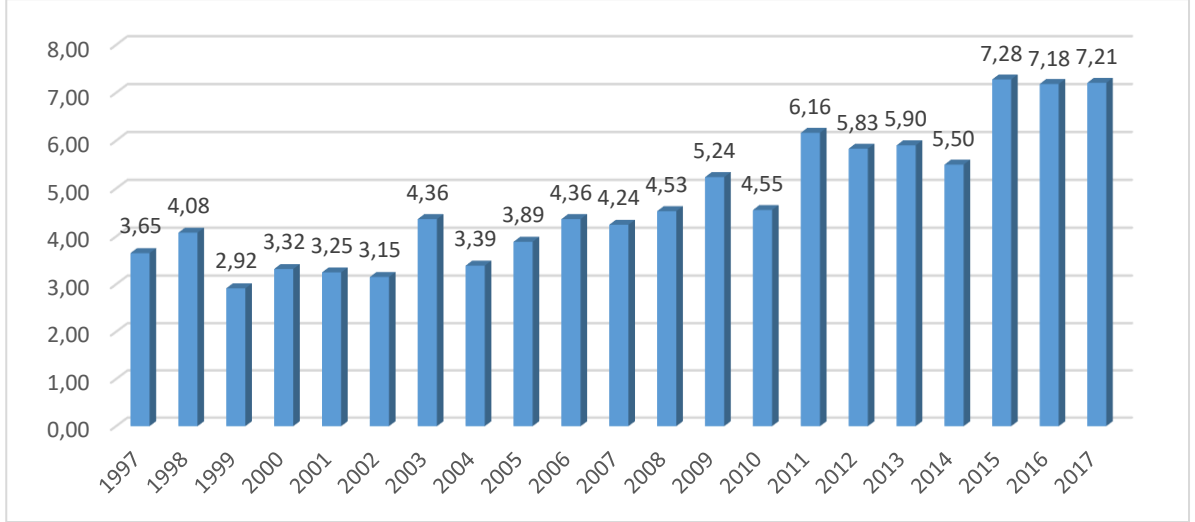
Şekil 3.8’de ülkelerdeki çalışma sayılarına göre yüzdeleri yer almaktadır. ABD, Çin, İspanya dünyada endüstri mühendisliği ile ilgili yapılan çalışmalarda ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye ise %3’lük bir orana sahiptir. Yüzde oranları en yüksek olan ülkeler sanayi alanında dünya genelinde ileride olan ve teknoloji kullanımı yüksek olan ülkelerdir. Türkiye de sanayi alanında ve teknoloji alanında daha yeni teknolojileri kullandığında ve benzetim ile ilgili farkındalık yarattığında yüksek oranlara sahip olabilecektir.

3.4.1 Dünyada endüstri mühendisliği alanında benzetimden yararlanma düzeyi

Dünya genelinde endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmaların yıllar bazındaki sayıları incelenmiştir. Çizelge 3.8’de veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” ve endüstri mühendisliği “Industrial Engineering” yazılarak son 20 yılda yapılan çalışmaların sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Çizelge 3.8 Dünyada endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaları

Yıl	n	%
1997	154	3,65
1998	172	4,08
1999	123	2,92
2000	140	3,32
2001	137	3,25
2002	133	3,15
2003	184	4,36
2004	143	3,39
2005	164	3,89
2006	184	4,36
2007	179	4,24
2008	191	4,53
2009	221	5,24
2010	192	4,55
2011	260	6,16
2012	246	5,83
2013	249	5,90
2014	232	5,50
2015	307	7,28
2016	303	7,18
2017	304	7,21
Toplam	4218	100,00



Şekil 3.9 Dünyada yıllara göre endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı

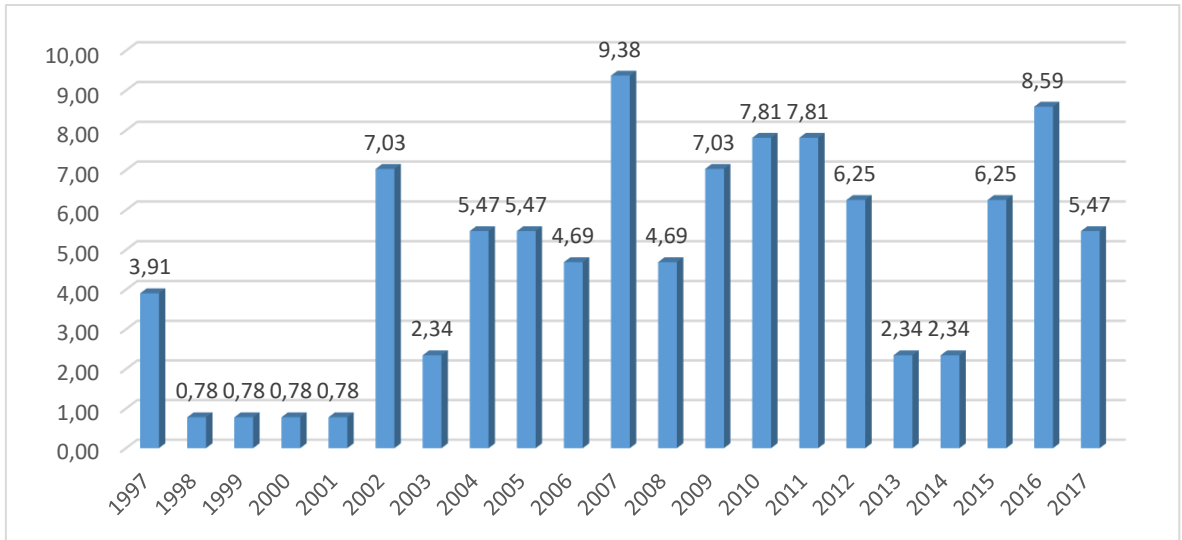
Şekil 3.9’da benzetim “Simulation” ve endüstri mühendisliği “Industrial Engineering” kelimesi ile arama yapıldığında dünya çapında yapılan çalışmaların yüzdeleri grafiklendirilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların 2015 yılında en fazla yapıldığı görülmektedir.

3.4.2 Türkiye’de endüstri mühendisliği alanında benzetimden yararlanma düzeyi

Endüstri Mühendisliği alanında yapılan çalışmalar adres Türkiye olarak seçilerek yıllar bazındaki adetleri incelenmiştir. Çizelge 3.9’da veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” ve Endüstri Mühendisliği “Industrial Engineering” yazılarak ve adres Türkiye seçilerek son 20 yılda yapılan çalışmaların adetleri ve yüzdeleri yer almaktadır.

Çizelge 3.9 Türkiye’de Endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmaları

Yıl	n	%
1997	5	3,91
1998	1	0,78
1999	1	0,78
2000	1	0,78
2001	1	0,78
2002	9	7,03
2003	3	2,34
2004	7	5,47
2005	7	5,47
2006	6	4,69
2007	12	9,38
2008	6	4,69
2009	9	7,03
2010	10	7,81
2011	10	7,81
2012	8	6,25
2013	3	2,34
2014	3	2,34
2015	8	6,25
2016	11	8,59
2017	7	5,47
Toplam	128	100,00



Şekil 3.10 Türkiye’de yıllara göre endüstri mühendisliği alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı

Şekil 3.10’da benzetim “Simulation” ve endüstri mühendisliği “Industrial engineering” kelimeleri ile arama yapılarak Türkiye’de yapılan çalışmaların dağılımını

gösterilmektedir. Dünyada 2015 yılında yapılan çalışmaların ve Türkiye’de 2016 yılında yapılan çalışmaların en yüksek olduğu görülmektedir.

3.5 Endüstri Mühendisliği Alanında Benzetim Kullanımının Konulara Göre Analizi

Bu başlık altında hizmet ve imalat sektörleri özelinde konu bazında yapılan çalışmalar 10’ar yıllık periyotlarla araştırılmış ve hangi konu özelinde yapılan çalışmalarda artış ve/veya azalış olduğu gözlemlenmeye çalışılmıştır.

Endüstri mühendisliğinde yapılan çalışmalar detaylı incelenmek amacıyla imalat ve hizmet sektörü olarak ikiye ayrılmış, konuların 10’ar yıllık periyotlardaki değişimi incelenmiştir. Dünyada yapılan literatür araştırması niteliğindeki çalışmalarda kullandıkları anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bu inceleme; imalat sektörü (Manufacturing Systems) ve hizmet sektörü (Service Systems) olmak üzere iki başlık altında toplanarak Çizelge 3.10’da verilmiştir.

İmalat sektörü için Smith [34,35]’in çalışmasındaki sınıflandırılma kullanılmıştır. Ayrıca imalat sektöründe Smith [34,35]’in sınıflandırmasındaki anahtar kelimeler ile arama yapıldığında Türkiye adresli çalışmaların az çıktığı gözlemlenmiş, Türkiye adresli benzetim ile ilgili endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmaların bazıları incelenip anahtar kelimelerinde yer alan konu başlıkları dikkate alınarak yeni bir sınıflandırma oluşturulmuş ve iki sınıflandırma birleştirilerek 10’ar yıllık periyotlarla konu başlıklarında yapılan çalışmalardaki artış ve/veya azalış incelenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda imalat sektörü için dünya ve Türkiye’deki sınıflandırmalar birleştirilerek yapılmıştır.

Hizmet sektöründe yer alan çalışmaları sınıflandırmak için ise Henry [36]’nin çalışmasında yer alan başlıklar incelenmiş ve bu başlıklara ek başlıklar eklenerek yeni bir sınıflandırma oluşturulmuştur.

İmalat ve hizmet sektörleri için belirlenen alt başlıklarda yer alan kelimeler ile birlikte benzetim “Simulation” arama kelimesiyle dünyada ve Türkiye yapılan çalışmalar araştırılmış ve 10’ar yıllık dönemlerdeki yapılan çalışmalardan hangi konularda en çok artış ve/veya azalış olduğu araştırılmıştır.

Çizelge 3.10 Endüstri mühendisliği alanında arama yapılan çalışmalar

Endüstri Mühendisliği		
Hizmet Sektörü	İmalat Sektörü	
	Türkiye	Dünya
Sağlık Sistemleri	Esnek Üretim Sistemi	Sistem Tasarımı
Taşımacılık	Üretim Otomasyonu	İmalat Sistem Tasarımı
İletişim	Tasarım Otomasyonu	Üretim Sistemi Çalışması
Lojistik	Bakım	Tesis Tasarımı
Araç Rotalama	Modelleme	Esnek İmalat
Hukuk	Araştırma	Yarıiletken İmalatı
Trafik Benzetimi	Eniyileme	Hücre İmalat
İletişim Ağı	Maliyet	Üretim Operasyon Planlaması
Performans Analizi	Karar Verme Sistemi	Üretim Operasyonları Çizelgeleme
Çevre	Veri Madenciliği	Akış Planlama
Sistem / Proses Tasarımı	Tesis Yerleşimi	Akış Montaj Hattı
Kamu	Vaka Analizi	İş Akış Zamanlama
Askeri Sistemler	Ergonomi	Esnek İmalat Sistemi Çizelgeleme
	Petri – Nets	Yarı iletken Üretim Çizelgeleme
	Risk	Bakım İşleri Planlaması
	Tam Zamanında Üretim	Bakım İşleri Çizelgeleme
	Ağ Analizi	Gerçek Zamanlı Kontrol
	Kanban	Çalışma Politikaları
	Montaj Hattı	Benzetim Dilinin Gelişmesi
	Lojistik	Benzetim Paketinin Geliştirilmesi
	Kaynak Planlaması	Planlama
		Kontrol
		Bakım
		Otomatik Malzeme Taşıma
		Benzetim Paketi
		Benzetim Dili

3.5.1 Dünyada benzetimin endüstri mühendisliği alanında kullanımının konulara göre analizi

a) Hizmet Sektörü

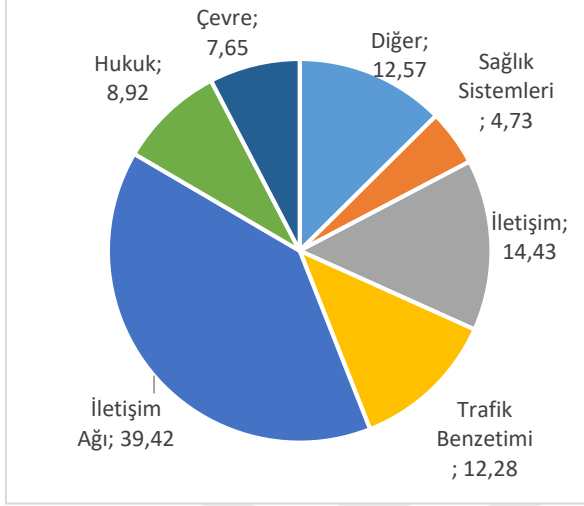
Dünya çapında endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmalar konu ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.11’de veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” yazılarak ve çizelgede yer alan konu başlıkları eklenerek 10’ar yıllık periyotlarla konu başlıkları alanında yapılan çalışmalardaki artış ve/veya azalış incelenmiştir.

Çizelge 3.11 Hizmet sektörü alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)

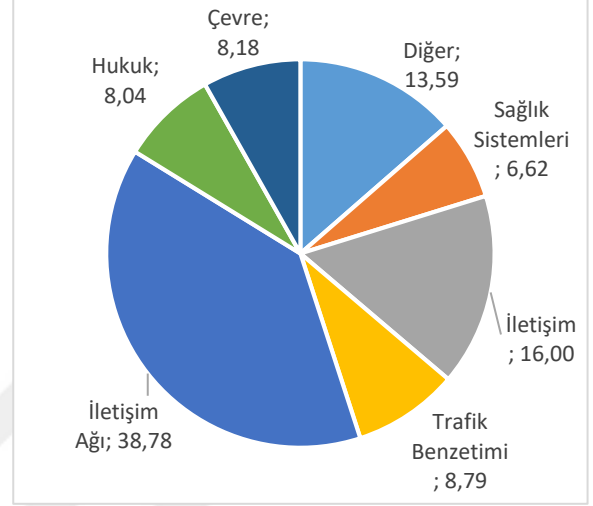
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sağlık Sistemleri	Healthcare, Medicine, Medical	4892	4,73	18506	6,62
Taşımacılık	Transportation	2345	2,27	8628	3,09
İletişim	Communication	14922	14,43	44758	16,00
Trafik Benzetimi	Trafic Simulation	12705	12,28	24592	8,79
Lojistik	Logistics	644	0,62	2350	0,84
İletişim Ağı	Network	40769	39,42	108451	38,78
Araç Rotalama	Vehicle Routing	89	0,09	488	0,17
Hukuk	Law	9225	8,92	22484	8,04
Performans Analizi	Performance Analysis	3562	3,44	9659	3,45
Çevre	Environmental	7907	7,65	22866	8,18
Proses Tasarımı	Proses Design	639	0,62	1484	0,53
Sistem Tasarımı	System Design	2189	2,12	4709	1,68
Kamu	Public	2053	1,99	7562	2,70
Askeri Sistemler	Military Systems/Military	1484	1,43	3129	1,12
Toplam		103425	100,00	279666	100,00

Çizelge 3.11’de görüldüğü gibi 1997-2007 yılları aralığında hizmet sektöründe benzetim ile yapılan çalışmaların içinde %39,42 ile iletişim ağları, %14,43 ile iletişim, %12,28 ile trafik benzetimi, %8,92 ile hukuk, %7,65 ile çevre, %4,73 ile sağlık sistemleri sırasıyla yer almakta olup taşımacılık, performans analizi, sistem tasarımı,

askeri sistemler, kamu gibi konularda da çalışmalara daha düşük oranlı olarak karşılaşılmaktadır. 2008-2017 yılları aralığında ise trafik benzetimi ile ilgili çalışmalarda azalma görülürken diğer konulardaki çalışmaların artış gösterdiği veya yaklaşık olarak aynı düzeylerde kaldığı görülmüştür.



Şekil 3.11 1997-2007 yılları arasında hizmet sektörü alanına göre benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)



Şekil 3.12 2008- yılları arasında hizmet sektörü alanına göre benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)

Son 20 yıl içinde sağlık sistemleri, çevre ve iletişim alanlarında yapılan çalışmaların artış oranının en fazla olduğu söylenebilir.

Şekil 3.11 ve 3.12'de benzetim kelimesi ile hizmet sektörü alanına giren konularda yapılan aramada dünya çapında yapılan çalışmaların 10'ar yıllık dönemdeki grafikleri görülmektedir.

b) İmalat Sektörü

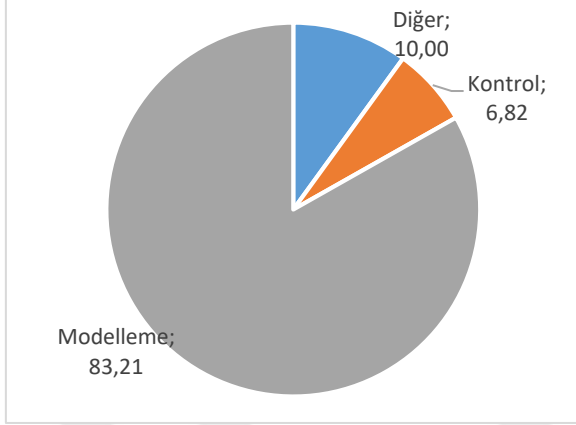
i) Çizelge 3.12'deki anahtar kelimeler ile birlikte benzetim "Simulation" yazılarak arama yapılmış ve 10'ar yıllık periyotlardaki çalışma sayıları incelenmiştir.

Çizelge 3.12 İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)

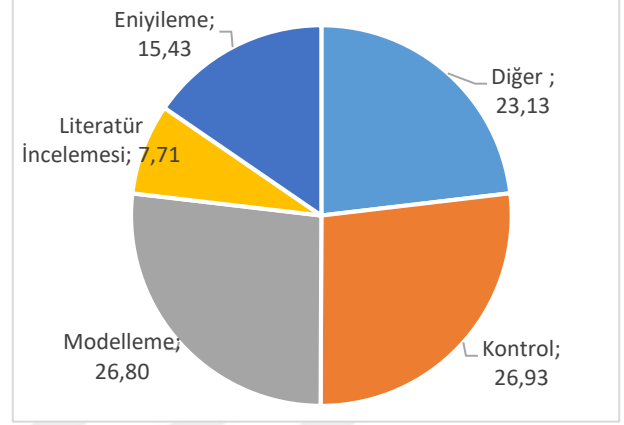
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sistem Tasarımı	System Design	2189	0,24	4709	0,77
İmalat	Manufacturing	6790	0,73	14507	2,38
Tesis Tasarımı	Facility Design	34	0,00	53	0,01
Akış /Montaj Hattı	Flow /Assembly Line	270	0,03	592	0,10
Bakım	Maintenance	2840	0,31	7671	1,26
Çalışma Politikaları	Operating Policies	72	0,01	75	0,01
Planlama	Scheduling, planning	14290	1,54	35789	5,87
Kontrol	Control	63318	6,82	164306	26,93
Benzetim Paketi, Dili	Simulation Package, Simulation Language	1283	0,14	1442	0,24
Tasarım Otomasyonu	Design Automation	235	0,03	406	0,07
Modelleme	Modelling, Modeling	772625	83,21	163516	26,80
Literatür İncelemesi	Review, Literature	15471	1,67	47058	7,71
Eniyileme	Optimization, Optimisation	25238	2,72	94152	15,43
Maliyet	Costs	5754	0,62	16503	2,71
Karar Verme Sistemi	Decision Making Systems, Decision Making, Decision Tree	3470	0,37	11331	1,86
Veri Madenciliği	Data Mining	525	0,06	1530	0,25
Tesis Yerleşimi	Facility Layout	40	0,00	111	0,02
Vaka Analizi	Industrial Case Study, Case Study	5052	0,54	18205	2,98
Ergonomi	Ergonomics, ergonomoy	153	0,02	482	0,08
Petri-Nets	Petri-Nets	937	0,10	1262	0,21
Risk	Risk	7156	0,77	24543	4,02
Tam Zamanında Üretim	Just in Time, JIT	251	0,03	340	0,06
Kanban	Kanban	173	0,02	199	0,03
Ağ Analizi	Network Analysis	260	0,03	913	0,15
Montaj Hattı	Assembly Line	144	0,02	335	0,05
Toplam		928570	100,00	610030	100,00

Çizelge 3.12’den görüldüğü gibi 1997-2007 yılları aralığında imalat sektörü alanında %83,21 oranıyla en çok çalışmanın modelleme anahtar kelimesinde, %6,82 ile planlama, %2,72 ile eniyileme çalışmalarında olduğu görülmüştür. 2008-2017 aralığına bakıldığında, imalat, planlama, kontrol, literatür incelemesi, eniyileme,

maliyet, karar verme, vaka analizi ve risk ile ilgili çalışmalarda artış gözlenmekte olup, en büyük artışın sırasıyla eniyileme, planlama ve kontrol olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 3.13 1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)



Şekil 3.14 2008 - 2017 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)

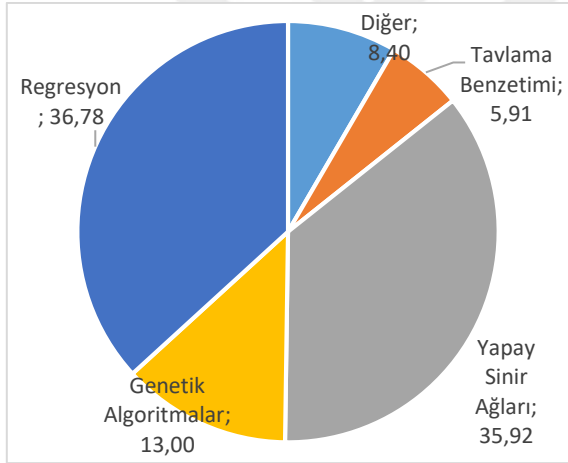
Şekil 3.13 ve 3.14'de endüstri mühendisliği alanında ve Çizelge 3.12'de belirtilen konular ile arama yapılarak dünyada yapılan çalışmaların grafiklerini göstermektedir.

ii) Smith [34,35]'in çalışmasında kullandığı diğer bir gruplandırma ise Çizelge 3.13'de yer almaktadır.

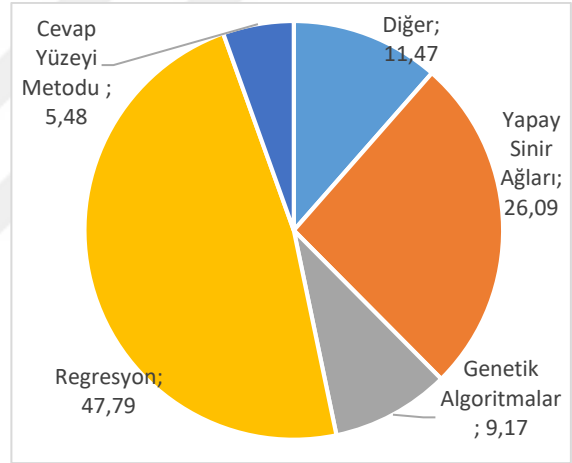
Bu çalışmada ise benzetim eniyilemesi alanında kullanılan meta-model ve arama algoritmaları kullanımı yıllar itibariyle karşılaştırmıştır. Bu çizelgedeki anahtar kelimeler dikkate alınarak dünyada ve Türkiye'de bu konularda yapılan çalışmalarda her iki 10 yıllık dönemler için incelenmiştir.

Çizelge 3.13 İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Dünya)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Meta-model	Metamodeling	82	0,46	403	0,97
Yapay Sinir Ağları	Neural Networks	6417	35,92	10808	26,09
Genetik Algoritmalar	Genetic Algorithms	2322	13,00	3798	9,17
Tavlama Benzetimi	Simulated Annealing	1055	5,91	1834	4,43
Tabu Aramaları	Tabu Search	252	1,41	579	1,40
Regresyon	Regression	6571	36,78	19793	47,79
Cevap Yüzeyi Metodu	Response Surface	653	3,66	2271	5,48
Veri Zarflama Analizi	Data Envelopment Analysis, DEA	88	0,49	456	1,10
Kriging	Kriging, Kriging method	425	2,38	1477	3,57
Toplam		17865	100,00	41419	100,00



Şekil 3.15 1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)



Şekil 3.16 2008-2017 yılları arasında imalat sistemi alanına göre yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Dünya)

Şekil 3.15 ve 3.16'da endüstri mühendisliği alanında ve Çizelge 3.13'de belirtilen anahtar kelimeler ile arama yapılarak dünyada yapılan çalışmaların yüzdeleri çıkarılmıştır.

Buradan görüldüğü gibi 1997-2007 aralığında imalat sektöründe yapılan benzetim çalışma %36,78'si regresyon ile, %35,92'si yapay sinir ağları ile, %13,00'ü genetik algoritmalar, %5,91'i ise tavlama benzetimi ile yapıldığı görülmektedir. 2008-2017

aralığında ise yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, tavlama benzetimi ile yapılan çalışmalarda azalma diğerlerinde ise artış olduğu görülmektedir.

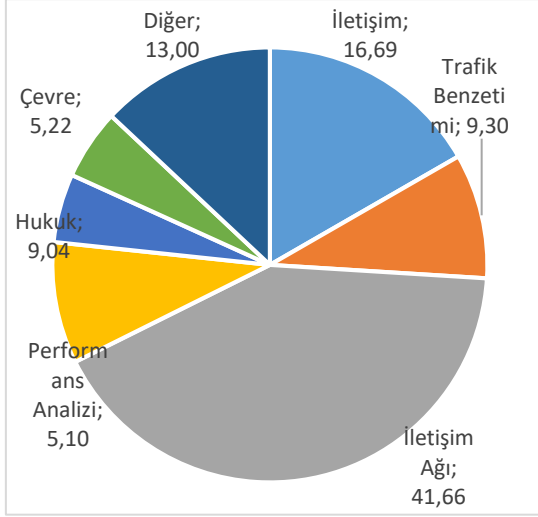
3.5.2 Türkiye’de benzetimin endüstri mühendisliği alanında kullanımının konulara göre analizi

a) Hizmet Sektörü

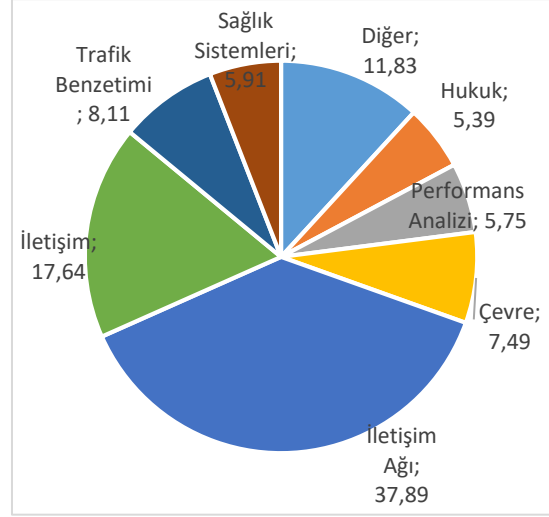
Türkiye’de endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmalar konu ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.10’da veri tabanından arama kelimesi benzetim “Simulation” yazılarak ve çizelgede yer alan konu başlıkları eklenerek 10’ar yıllık periyotlarla konu başlıkları alanında yapılan çalışmalardaki artış ve/veya azalış incelenmiştir.

Çizelge 3.14 Hizmet sektörü alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sağlık Sistemleri	Healthcare, Medicine, Medical	13	1,66	183	5,91
Taşımacılık	Transportation	21	2,68	130	4,20
İletişim	Communication	131	16,69	546	17,64
Trafik Benzetimi	Trafic	73	9,30	251	8,11
Lojistik	Logistics	6	0,76	29	0,94
İletişim Ağı	Network	327	41,66	1173	37,89
Araç Rotalama	Vehicle Routing	1	0,13	9	0,29
Hukuk	Law	71	9,04	167	5,39
Performans Analizi	Performance Analysis	40	5,10	178	5,75
Çevre	Environmental	41	5,22	232	7,49
Proses Tasarımı	Proses Design	4	0,51	15	0,48
Sistem Tasarımı	System Design	23	2,93	55	1,78
Kamu	Public	10	1,27	60	1,94
Askeri Sistemler	Military Systems/Military	24	3,06	68	2,20
Toplam		785	100,00	3096	100,00



Şekil 3.17 1997-2017 yılları arasında hizmet sektörü alanında benzetimle yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.18 2008-2017 yılları arasında hizmet sektörü alanında benzetimle yapılan çalışmaların dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.17 ve 3.18’de endüstri mühendisliği alanında ve Çizelge 3.11’de belirtilen konular ile arama yapılarak Türkiye’de yapılan çalışmaların dağılım grafikleri elde edilmiştir.

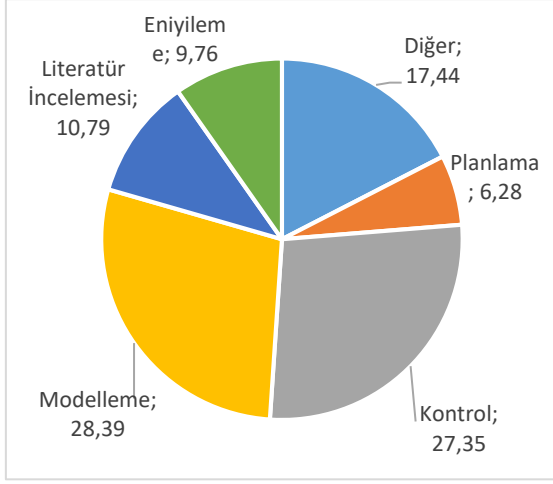
Çizelge 3.14’den görüldüğü üzere Türkiye’de hizmet sektöründe 1997-2007 arasında %41,66 ile iletişim ağı, %16,69 iletişim, %9,30 ile trafik benzetimi, %9,04 ile hukuk, %5,22 ile çevre, %5,10 ile performans analizi, %2,93 ile sistem tasarımı ile ilgili benzetim çalışmalarının yapıldığı görülmüştür. 2008-2017 arasında ise bazılarında artış, bazılarında ise azalma görülmektedir.

b) İmalat Sektörü

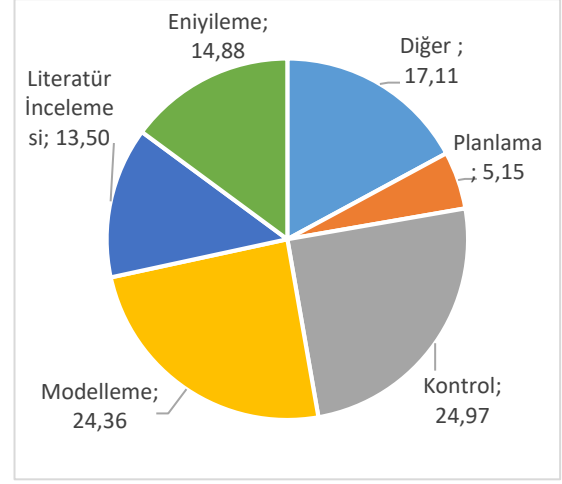
i) Türkiye’de Çizelge 3.10’deki anahtar kelimeler ile birlikte benzetim “Simulation” yazılarak arama yapılmış ve 10’ar yıllık periyotlardaki çalışma sayıları incelenmiştir.

Çizelge 3.15 İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sistem Tasarımı	System Design	23	1,19	55	0,75
İmalat	Manufacturing	83	4,31	210	2,88
Tesis Tasarımı	Facility Design	0	0,00	1	0,01
Akış / Montaj Hattı	Flow / Assembly Line	3	0,16	17	0,23
Bakım	Maintenance	14	0,73	42	0,58
Çalışma Politikaları	Operating Policies	1	0,05	1	0,01
Planlama	Scheduling, Planning	121	6,28	376	5,15
Kontrol	Control	527	27,35	1822	24,97
Benzetim Paketi, Dili	Simulation Package, Simulation Language	11	0,57	50	0,69
Tasarım Otomasyonu	Design Automation	1	0,05	12	0,16
Modelleme	Modelling, Modeling	547	28,39	1777	24,36
Literatür İncelemesi	Review, Litetature	208	10,79	985	13,50
Eniyileme	Optimization, Optimisation	188	9,76	1086	14,88
Maliyet	Costs	35	1,82	174	2,38
Karar Verme Sistemi	Decision Making Systems, Decision Making, Decision Tree	30	1,56	127	1,74
Veri Madenciliği	Data Mining	6	0,31	15	0,21
Tesis Yerleşimi	Facility Layout	0	0,00	3	0,04
Vaka Analizi	Industrial Case Study, Case Study	41	2,13	246	3,37
Ergonomi	Ergonomics, ergonomy	0	0,00	4	0,05
Petri-Nets	Petri-Nets	14	0,73	20	0,27
Risk	Risk	49	2,54	226	3,10
Tam Zamanında Üretim	Just in Time, JIT	16	0,83	9	0,12
Kanban	Kanban	6	0,31	13	0,18
Ağ Analizi	Network Analysis	1	0,05	9	0,12
Montaj Hattı	Assembly Line	2	0,10	16	0,22
Toplam		1927	100,00	7296	100,00



Şekil 3.19 1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.20 2008-2017 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.19 ve 3.20’de Çizelge 3.15’de belirtilen konular ve benzetim “Simulation” kelimeleri ile yapılan sorguların sonuçları görülmektedir.

İmalat sektöründe Türkiye adresli benzetim çalışmalarının iki aralıkta da benzerlik gösterdiği, en çok çalışmanın sırasıyla modelleme, kontrol, eniyileme, literatür incelemesi ve planlama alanlarında olduğu ve bu sonuçların dünyadaki analizlerle benzerlik gösterdiği görülmüştür.

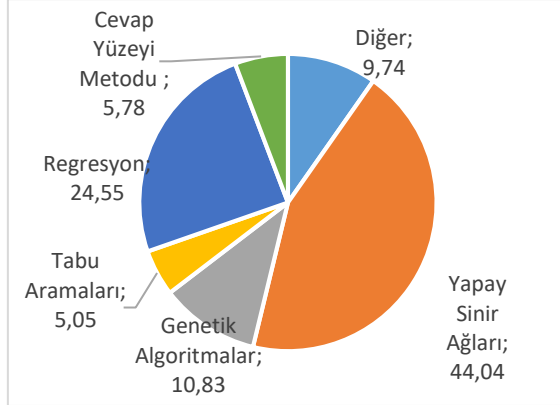
ii) Türkiye için Smith [34,35]’in dikkate aldığı anahtar kelimelere göre benzetim meta-model yaklaşımlarının ve arama yöntemlerinin kullanımı yıllar itibariyle incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.16 İmalat sistemleri alanına göre yapılan çalışmalar (Türkiye)

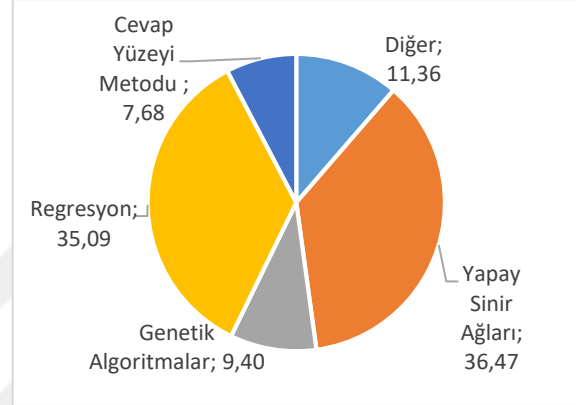
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Meta-model	Metamodeling	9	3,25	6	0,69
Yapay Sinir Ağları	Neural Networks	122	44,04	318	36,47
Genetik Algoritmalar	Genetic Algorithms	30	10,83	82	9,40
Tavlama Benzetimi	Simulated Annealing	12	4,33	25	2,87
Tabu Aramaları	Tabu Search	14	5,05	29	3,33
Regresyon	Regression	68	24,55	306	35,09

Çizelge 3.16 devam ediyor

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Metodu	Response Surface	16	5,78	67	7,68
Veri Zarflama Analizi	Data Envelopment Analysis, (DEA)	3	1,08	16	1,83
Kriging	Kriging, Kriging method	3	1,08	23	2,64
Toplam		277	100,00	872	100,00



Şekil 3.21 1997-2007 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.22 2008 - 2017 yılları arasında imalat sistemi alanında yapılan benzetim çalışmalarının dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.21 ve 3.22'de endüstri mühendisliği alanında ve Çizelge 3.16'de belirtilen konular ile arama yapılarak Türkiye'de yapılan çalışmaların dağılım grafikleri elde verilmiştir.

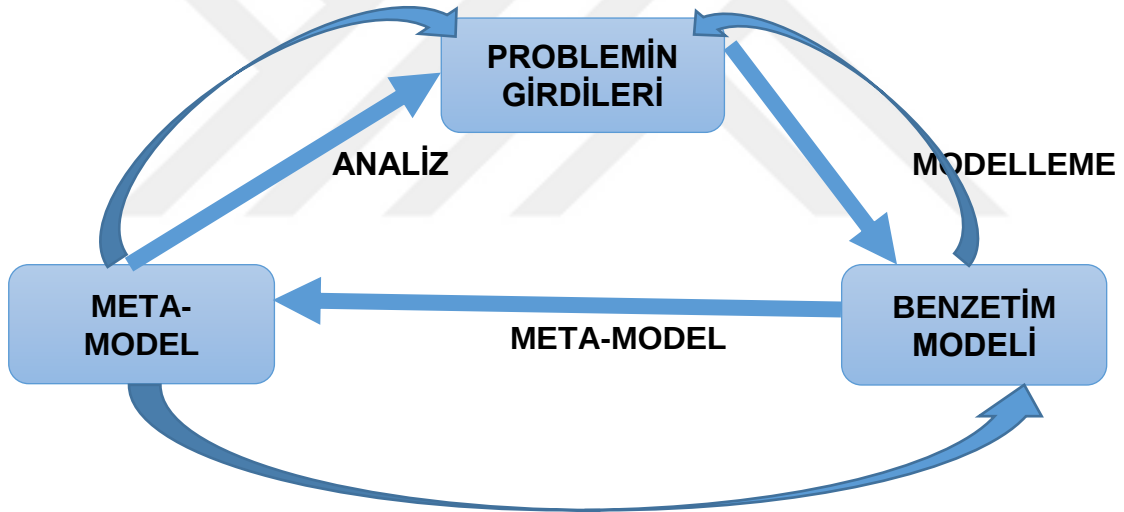
1997-2007 aralığında en çok yapay sinir ağları (% 44,04), regresyon (%24,55), genetik algoritma (%10,83), cevap yüzey metodu (%5,78), tabu aramaları (%5,05) kullanılırken, 2008-2017 arasında regresyon ve cevap yüzeyi kullanan çalışmalar artarken diğerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir.

3.6 Benzetim Eniyilemesi ve Meta-model Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler

Mevcut bir sistemin analizi veya yeni bir sistemin tasarımı ve sistemlerin performans ölçütlerinin bulunması için benzetim tekniğinden ne zaman ve nasıl yararlanılacağı ilk bölümlerde bahsedilmişti.

Benzetim eniyilemesi bir sistemin benzetim tekniği ile eniyilemesinin yapılmasıdır. Bu işlemin amacı istenilen sonucu veren en iyi girdi setinin belirlenmesidir.

Tezin bu bölümünde dünya ve Türkiye’de benzetim ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar içinde eniyilemenin kullanım durumu incelenmiştir. Benzetim eniyilemesinde gerektiğinde benzetim modeli yerine meta model kullanımı ayrıca incelenerek çeşitli meta-model teknikleri araştırılmıştır. İlave olarak meta-model tekniklerinin dünya ve Türkiye’deki kullanımı araştırılmıştır.



Şekil 3.23 Meta-model – benzetim modeli ilişkisi

Meta-model modelin modeli demektir. Basit yapıdaki meta-modeller daha karmaşık benzetim modellerinin genel davranış karakteristiğini açıklamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Basit yapıdaki bir meta-modelden elde edilen bilgiler karmaşık benzetim modelinin doğrulanması ve onaylanmasında ve sistem performans ölçütlerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır.

Meta-model içeren benzetim çalışmaları bu alandaki araştırmaların çoğunu kapsar [37,38,39]. Şekil 3.23’de meta-model ile benzetimin ilişkisi gösterilmiştir.

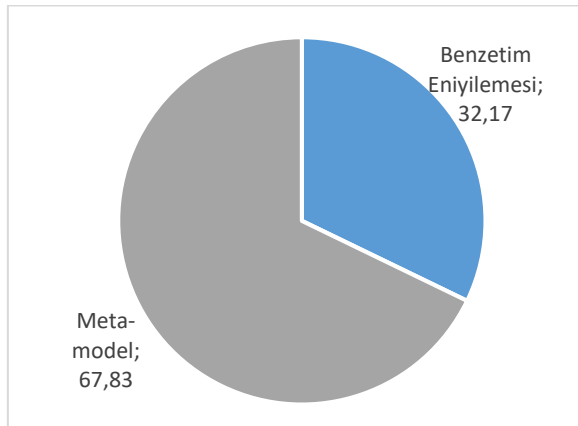
3.6.1 Dünyada benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının analizi

Veri tabanında benzetim “Simulation” arama kelimesiyle arama yapıldığında dünyada 1997- 2007 yılları arasında 441.491 ve 2008 – 2017 yılları arasında 983.976 çalışma olduğu görülmektedir. Çizelge 3.17 benzetim eniyilemesi ve meta-model yöntemi kullanılarak yapılan çalışmaların dağılımını göstermektedir.

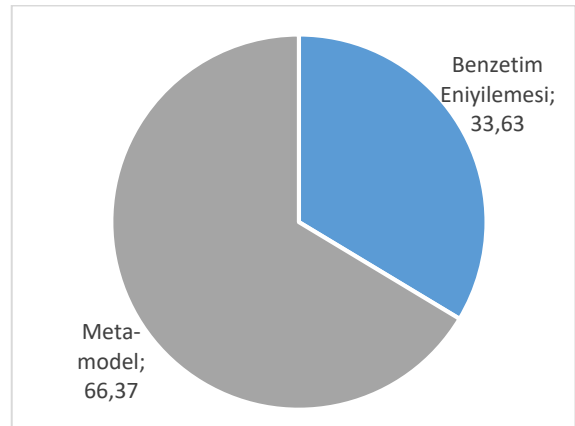
Benzetim eniyilemesi ve benzetim eniyilemesinde meta-model kullanılan çalışmalar oranı %32,17 olurken sadece meta-model ile ilgili çalışmalar %67,83 ile iki katı bir orana sahiptir. Bu durum 2008-2017 arasında benzetim eniyilemesinde %1,46’lık artış göstererek devam etmiştir.

Çizelge 3.17 Benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007			2008-2017		
		n	n	%	n	n	%
Benzetim Eniyilemesi	Simulation Optimization	527	537	32,17	1673	1720	33,63
	Metamodeling, Meta-model, Meta-Model, Metamodelling	10			47		
Meta-model	Metamodeling, Meta-Model, Meta-Model, Metamodelling		1132	67,83		3395	66,37
Toplam			1669	100,00		5115	100,00



Şekil 3.24 1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya)



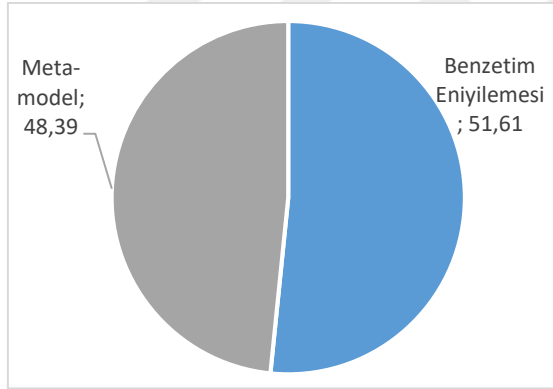
Şekil 3.25 2008-2017 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Dünya)

3.6.2 Türkiye’de benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının analizi

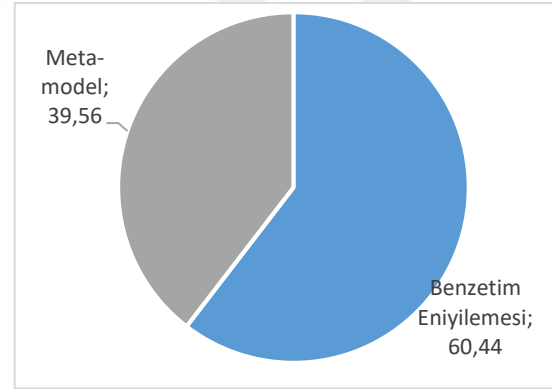
Veri tabanında Türkiye adresi seçilerek benzetim “Simulation” arama kelimesiyle arama yapıldığında Türkiye’de 1997- 2007 yılları arasında 2915 ve 2008 – 2017 yılları arasında 9699 çalışma bulunmaktadır. Türkiye’de benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanılarak yapılan çalışma dağılımı ise Çizelge 3.18’de verilmektedir.

Çizelge 3.18 Benzetim çalışmalarında kullanılan yöntemler (Türkiye)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007			2008-2017		
		n	n	%	n	n	%
Benzetim Eniyilemesi	Simulation Optimization, Simulation Optimisation	13	16	51,61	52	55	60,44
	Metamodeling, Meta-model, Meta-Model, Metamodelling	3			3		
Meta-model	Metamodeling, Meta-model, Meta-Model, Metamodelling		15	48,39		36	39,56
Toplam			31	100,00		91	100,00



Şekil 3.26 1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.27 2008 – 2017 yılları arasında benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının dağılımı (Türkiye)

Çizelge 3.18’de benzetim eniyilemesi ve meta-model konuları ile arama yapılarak Türkiye’de yapılan çalışmaların dağılımı 10’ar yıllık dönemler için verilmektedir.

Şekil 3.26 ve 3.27’de ise benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımının grafikleri verilmektedir.

Çizelge 3.17 ve 3.18’den görüleceği gibi benzetim alanında yapılan çalışmalarda son 10 yılda dünyadaki çalışmalara benzer şekilde benzetim eniyilemesi yönteminin kullanım oranı artarken meta-model kullanım oranının düştüğü görülmektedir.

3.7 Benzetim Eniyilemesinde Kullanılan Yöntemler

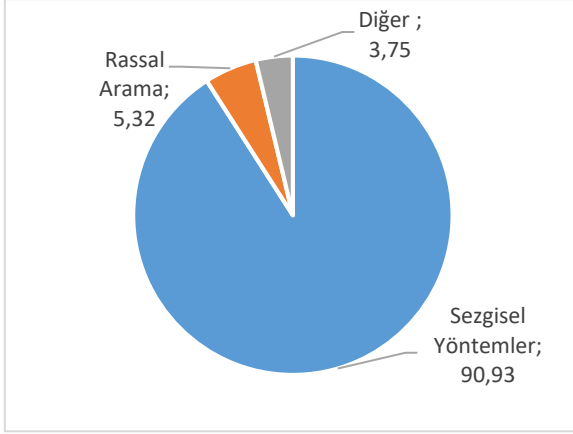
Benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin analizleri Barton [37]’in sınıflandırmasına göre yapılmıştır.

3.7.1 Dünyada benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin analizi

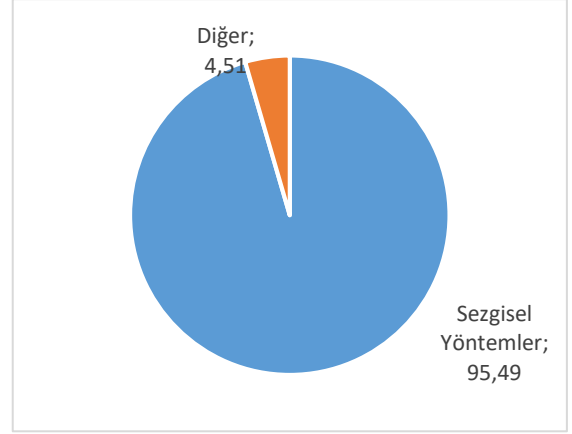
Dünyada benzetim eniyilemesi alanında yapılan çalışmalar yöntem ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.19’da yer alan arama kelimeleri ile veri tabanından arama yapılarak 10’ar yıllık periyotlarda incelenmiştir.

Çizelge 3.19 Benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemler (Dünya)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sıralama ve Seçme	Ranking And Selection	146	0,87	368	0,61
Meta-Model Yöntemler	Metamodel-Based Methods	3	0,02	27	0,04
Gradyana Dayalı Süreçler	Gradient-Based Procedures, Gradient Based Search	50	0,30	104	0,17
Rassal Arama	Random Search	892	5,32	1338	2,22
Örnek Yol Optimizasyonu	Sample Path Optimization	16	0,10	21	0,03
Sezgisel Yöntemler	Metaheuristic Algorithms(Genetic Algorhythm, Simulated Annealing, Tabu Search, Ant Colony, Cross Entrophy, Particle Swarm, Memetic Algorithm	15244	90,93	57627	95,49
Modele Dayalı Yöntemler	Model-Based Methods	414	2,47	862	1,43
Toplam		16765	100,00	60347	100,00



Şekil 3.28 1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Dünya)



Şekil 3.29 2008- 2017 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Dünya)

Şekil 3.28 ve 2.29'da benzetim eniyilemesinden kullanılan yöntemler bazında dünya çapında yapılan çalışmaların 10'ar yıllık dönemdeki grafikleri görülmektedir.

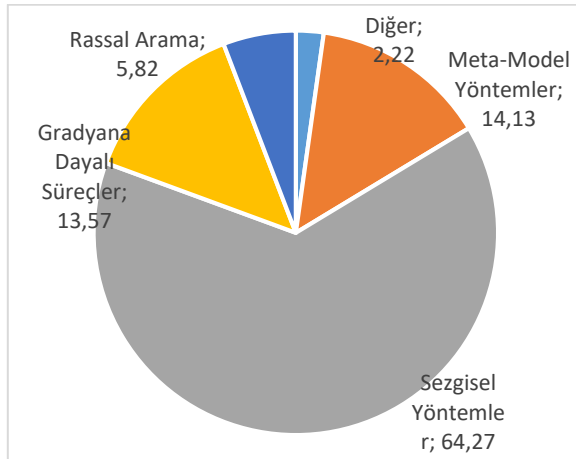
Çizelge 3.19 ve Şekil 3.28 ile 3.29'dan görüleceği gibi bu alanda en çok kullanılan yöntem sezgisel yöntemlerdir.

3.7.2 Türkiye'de benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin analizi

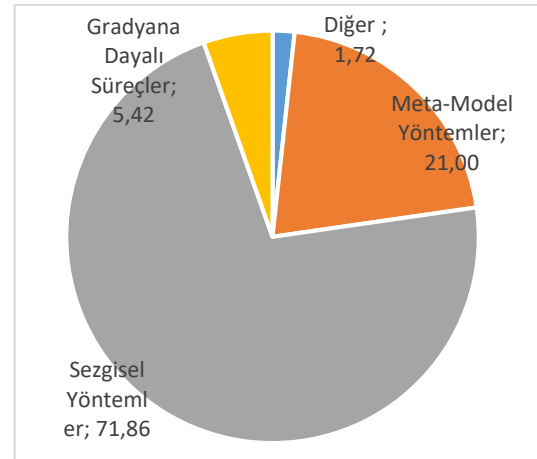
Türkiye'de benzetim eniyilemesi alanında yapılan çalışmalar yöntem ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.20'de yer alan arama kelimeleri ile veri tabanından arama yapılarak 10'ar yıllık periyotlarda incelenmiştir.

Çizelge 3.20 Benzetim eniyilemesinden kullanılan yöntemler (Türkiye)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Sıralama ve Seçme	Ranking And Selection	3	0,83	2	0,10
Meta-Model Yöntemler	Metamodel-Based Methods	51	14,13	403	21,00
Gradyana Dayalı Süreçler	Gradient-Based Procedures, Gradient Based Search	49	13,57	104	5,42
Rassal Arama	Random Search	21	5,82	22	1,15
Örnek Yol Optimizasyonu	Sample Path Optimization	2	0,55	1	0,05
Sezgisel Yöntemler	Metaheuristic algorithms(Genetic alporithm, simulated annealing, tabu search, ant colony, cross entrophy, particle swarm, memetic algorithm	232	64,27	1379	71,86
Modele Dayalı Yöntemler	Model-Based Methods	3	0,83	8	0,42
Toplam		361	100,00	1919	100,00



Şekil 3.30 1997-2007 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Türkiye)



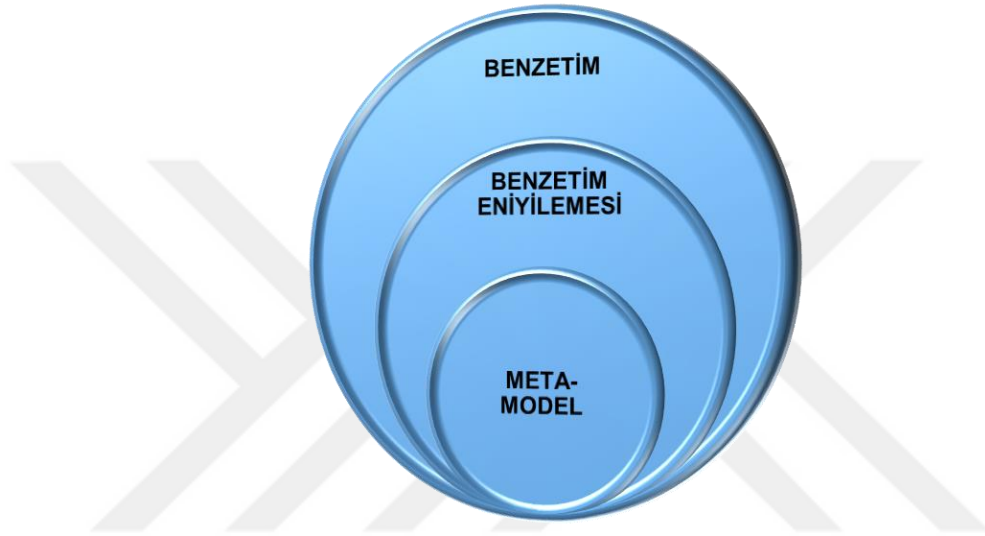
Şekil 3.31 2008-2017 yılları arasında benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemlerin dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.30 ve 3.31'de benzetim eniyilemesinde kullanılan yöntemler bazında Türkiye'de yapılan çalışmaların 10'ar yıllık dönemdeki grafikleri verilmektedir.

Dünya genelinde elde edilen sonuçlara benzer olarak Türkiye’de de sezgisel yöntemler en çok kullanılan yöntem olup 2008-2017 yılları arasında artış göstermiştir.

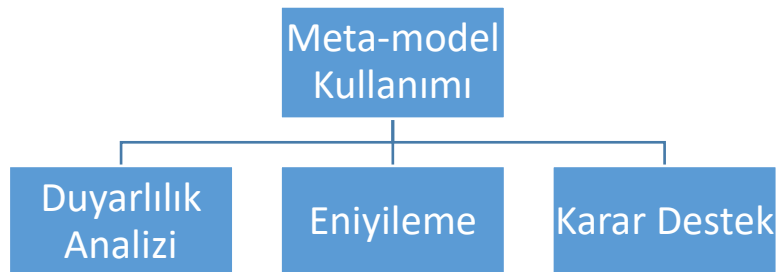
3.8 Benzetim Eniyilemesinde Kullanılan Meta-Model Yöntemlerin Analizi

Bir meta-model benzetim modelinin matematiksel eşitliklerle ifade edilebilen basit bir modelidir. Şekil 3.32’de meta-modelin benzetim içindeki yeri gösterilmektedir.



Şekil 3.32 Meta modelin benzetim içindeki yeri

Cevap yüzeyini daha geniş bir aralıkta aramak, arama işlemini hızlandırmak, karşılaşılabilecek daha çok durumu dikkate alabilmek, duyarlılık analizi ve eniyileme için, karar destek sistemlerinde model olarak genellikle meta-model yöntemi kullanılır.(Bkz. Şekil 3.33)



Şekil 3.33 Meta-model kullanımı

Bölüm 3.6.1 ve 3.6.2’de elde edilen sonuçlarda benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımında dünyada meta-model yöntemleri daha çok tercih edilirken Türkiye’de benzetim eniyilemesinin daha çok tercih edildiği görülmüştür.

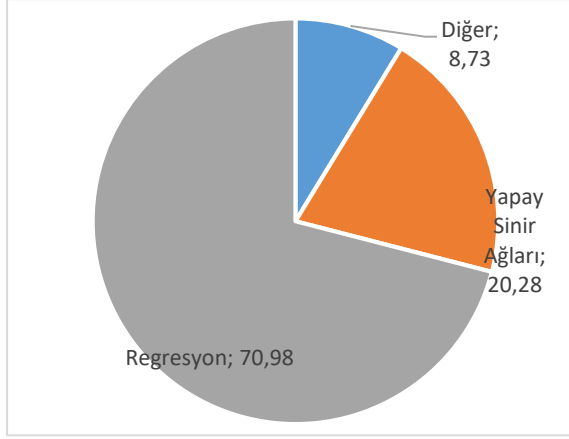
Çalışmanın bu bölümünde dünyada ve Türkiye’de benzetim eniyilemesinde kullanılan meta-model yöntemleri ile ilgili çalışmalar araştırılmıştır. Çizelge 3.21’de yer alan meta-model yöntemleri araştırılmış ve benzetim eniyilemesinde meta-model yöntemlerinden en çok hangisinin kullanıldığı belirlenmiştir.

3.8.1 Dünyada kullanılan meta-model yöntemlerinin analizi

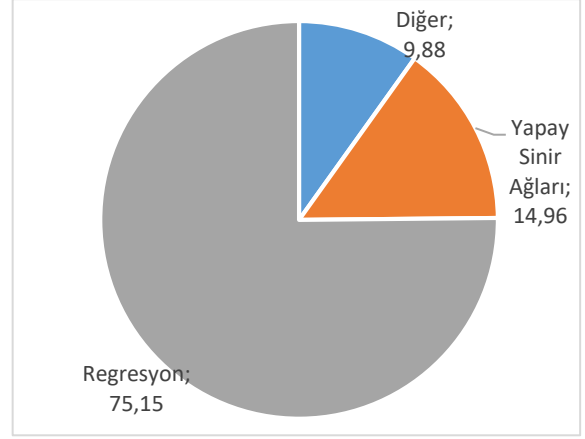
Dünya çapında meta-model çalışmaları yöntem ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.21’de yer alan anahtar kelimeler ile 10’ar yıllık periyotlar dikkate alınarak yapılan çalışmalardaki artış ve/veya azalış incelenmiştir.

Çizelge 3.21 Kullanılan meta-model yöntemler (Dünya)

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Yöntemi	Response Surface Methodology	2723	0,97	21278	2,99
Radyal Temelli Fonksiyonlar	Radial Basis Function	4406	1,56	9165	1,29
Spline	Spline	8664	3,08	15416	2,16
Kriging	Kriging Method / Spatial Correlation	5907	2,10	14062	1,97
Yapay Sinir Ağları	Neural Network	57147	20,28	106608	14,96
Regresyon	Regression	199988	70,98	535509	75,15
Frekans Bölgesi	Frequency Area/ Frequency Domain Approximations	135	0,05	228	0,03
Kernel	Kernel Regression/Kernel Smoothing	634	0,23	1547	0,22
Taguchi	Taguchi Model	2139	0,76	8737	1,23
Toplam		281743	100,00	712550	100,00



Şekil 3.34 1997-2007 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Dünya)



Şekil 3.35 2008 – 2017 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Dünya)

Şekil 3.34 ve 3.35’de meta-model yönteminde kullanılan teknikler hakkında dünya çapında yapılan çalışmaların 10’ar yıllık dönemdeki yüzdeleri verilmiştir.

Son 20 yıl içinde regresyon meta-modeli ile yapılan çalışmaların en fazla olduğu ve ikinci 10 yıllık dönemde arttığı görülmektedir.

3.8.2 Türkiye’de kullanılan meta-model yöntemlerin analizi

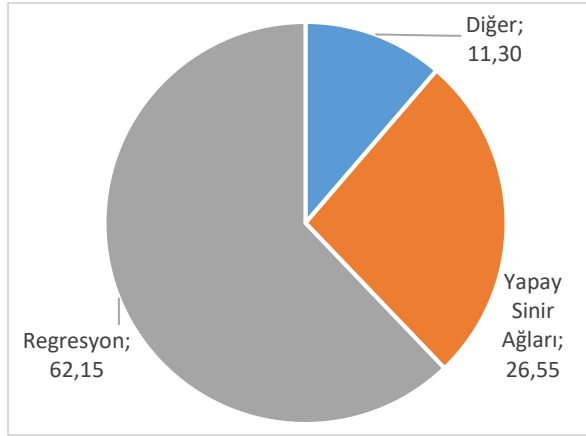
Türkiye’de meta-model kullanılarak yapılan çalışmalar yöntem ve yıllar bazında incelenmiştir. Çizelge 3.22’de yer alan anahtar kelimeler ile 10’ar yıllık periyotlarla yapılan çalışmalardaki artış ve/veya azalış incelenmiştir.

Çizelge 3.22 Kullanılan meta-model teknikleri (Türkiye)

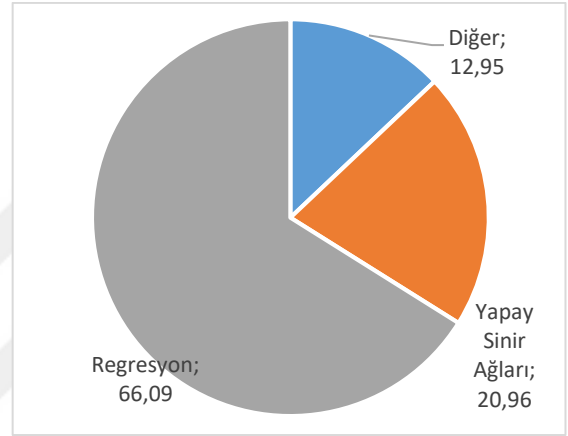
Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Yöntemi	Response Surface Methodology	124	3,00	835	4,95
Radyal Temelli Fonksiyonlar	Radial Basis Function	78	1,89	252	1,50
Spline	Spline	108	2,61	281	1,67
Kriging	Kriging Method /Spatial Correlation	66	1,60	243	1,44
Yapay Sinir Ağları	Neural Network	1097	26,55	3533	20,96
Regresyon	Regression	2568	62,15	11140	66,09
Frekans Bölgesi	Frequency Area/ Frequency Domain Approximations	0	0,00	0	0,00

Çizelge 3.22 devam ediyor

Konu	Anahtar Kelime	1997-2007		2008-2017	
		n	%	n	%
Kernel	Kernel Regression/ Kernel Smoothing	2	0,05	8	0,05
Taguchi	Taguchi Model	89	2,15	564	3,35
Toplam		4132	100,00	16856	100,00



Şekil 3.36 1997- 2007 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Türkiye)



Şekil 3.37 2008- 2017 yılları arasında meta-model için kullanılan tekniklerin dağılımı (Türkiye)

Şekil 3.36 ve 3.37’de meta-model kurmak için kullanılan tekniklerin Türkiye’de yapılan çalışmaların 10’ar yıllık dönemdeki grafikleri görülmektedir.

Dünyada yapılan çalışmaların analizinden elde edilen sonuçlara benzer olarak Türkiye adresli çalışmalarda da meta-model kurmak için en çok kullanılan modelleme aracının regresyon tekniği olduğu, bunu yapay sinir ağlarının izlediği görülmüştür.

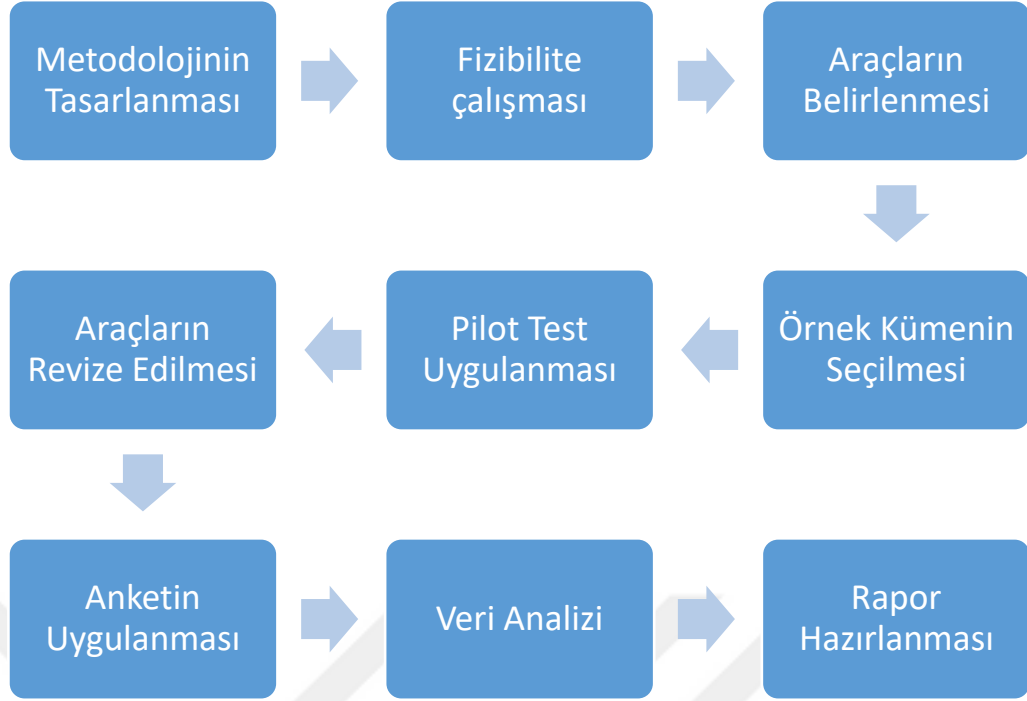
4 TÜRKİYE’DE AKADEMİ VE ENDÜSTRİDE BENZETİM KULLANIMI: ANKET UYGULAMASI

Anket, insanlardan istatistiksel olarak yararlı ve kişisel bilgi toplamaya yarayan basılı veya dijital olarak kişilere yönlendirilen soruları içeren bir dizi sorular bütünüdür. Anket kullanılarak kişisel veriler ile ilgili bilgi toplanılabileceği gibi (yaş, cinsiyet vb.), kişisel tercihler de sorgulanabilir (sevdikleri renk, desteklenen takım vb.).

Anket çalışmaları, farklı uygulama teknikleri ile karşımıza çıkmaktadır. Bu teknikler şu şekilde sıralanabilir;

- Yüz Yüze Anket: Anketörün anketi yaptığı kişilerle karşılıklı olarak soru-cevap yaptığı, sorulan sorulara verilen cevapların o anda ankete işlendiği anket yapma seçeneğidir.
- İnternet Yolu İle Anket: Çevrimiçi uygulanan, uzakta bulunan kişilere daha çabuk ulaşılmasını ve cevapların değerlendiriciye daha çabuk ulaşmasını sağlayan bir anket yöntemidir. İnternet altyapısının gelişmesi ve genel anlamda bu tip anketlere katılımın gün geçtikçe kolay bir hale gelmesinden dolayı günümüzde tercih edilen anket yöntemlerinin başında gelmektedir.
- Telefonla Yapılan Anket: İnternetin yaygınlaşmasından önce yaygın olarak kullanılan telefon aracılığı ile uygulanan bilgi toplama ve anket yöntemlerinden biridir[40].

Bir anketin uygulanma sürecini içeren, tasarım aşamasından sonuç raporunun hazırlanmasına kadar birbirini izleyen adımların akışı Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1 Anket çalışması aşamaları

4.1 Anketin Avantajları

Anketin avantajları aşağıda yer almaktadır.

- Her yaştaki kişilere uygulanabilir.
- Çok fazla zaman ve para gerektirmez.
- Farklı tür ve yöntemlerde uygulanabilir.
- Fazla sayıda insandan görüş almak için kullanılır.
- İyi kurgulanmışsa ileride yapılabilecek çalışmalara veri olarak kullanılabilir.
- Yönetilmesi kolaydır[40].

4.2 Anketin Dezavantajları

Anketin dezavantajları aşağıda yer almaktadır.

- Anketi cevaplayan kişilerin özel olarak zaman ayırması gereklidir.
- Anketi cevaplayan kişiler anket sorularına yüzeysel cevap verebilir.
- Anket anonim olarak uygulanmıyorsa verilen cevaplar yanlış cevaplar verilmesine yol açabilir.
- Kişiler ankete yanlış ve belirsiz cevap verebilir.
- İstenilen genişlikte (örnek çapı) anket dönüşü sağlanamayabilir[40].

4.3 Pilot Test

Pilot test, anketi planlanan örneklem büyüklüğüne kıyasla daha küçük bir örneklem kullanarak test etmek için kullanılan bir stratejidir. Anket çalışmasının bu aşamasında, anket, toplam örnek nüfusun bir yüzdesine uygulanabilir.

Pilot test anket sonuçları üzerinde potansiyel olarak karşı etkiye sahip olabilecek belirli konuların araştırılmasına imkan tanır. Bu konular, hedef kitleye uygulanacak soruların uygunluğunu içerir.

Bir pilot test ayrıca; pilot örneklemdeki tüm katılımcıların belirtilen talimatları takip edip edemeyeceği ile anketteki talimatların ve soruların doğruluğunu test eder.

Ayrıca, anket türünün çalışmanın amacını yerine getirmede etkili olup olmadığı konusunda daha iyi bilgi sağlar. Pilot anketler, ankette bulunan hataların ortaya çıkmasına ve daha az güvenilir sonuçların tespit edilmesine imkan sağlayarak anket çalışmasına en baştan başlamanın önüne geçilmesini sağlar. Bu yönüyle mali kaynakların korunmasına yardımcı olur. Görülen hatalar varsa düzeltme yoluna gidilir.

Sonuç olarak, bir pilot çalışmanın temel amacı, büyük ölçekli bir araştırmayı yürütmenin harcanan çabaya ve enerjiye değip değmeyeceğini belirlemektir.

Pilot testin amaçları, anketin cevaplanabilirliğini görmek, anket sonucunda elde edilecek bilginin tutarlılığını görmek, soruların konuya ve hedef kitleye uygun olup olmadığını görmek olarak sıralanabilir.

4.4 Web Tabanlı Anket

Anketlerin web tabanlı (çevrimiçi) olması, kullanıcıların ankete internet ağı üzerinden kolayca ulaşip cevaplayabilecek biçimde olması olarak tanımlanabilir. Diğer anket türleri ile kıyaslandığında zaman ve maliyet açısından daha ucuzdur.

Yapılan anketi cevaplamak için, internet bağlantısı ve çevrimiçi anket bütün internet tarayıcılarda çalıştığı için bir internet tarayıcısı kullanımı yeterlidir.

Çevrimiçi anket kullanımı aynı zamanda anketi cevaplayan kişilere zaman, maliyet, emek açısından fayda sağlamaktadır.

4.5 Yöntem

Bizkevelci [4] ve Bizkevelci ve Dengiz [41]'in Türkiye'de akademi ve endüstride uyguladıkları anket, Houshyar ve Nuila [3]'nün Amerika Birleşik Devletlerinde kantitatif tekniklerin özellikle benzetim kullanımını araştırmak üzere kullandıkları anketin Türkiye'ye uyarlanmış şeklidir.

Bu tezde de aynı anket uygulanarak geçmiş(2002) ve günümüzdeki durum karşılaştırılmıştır.

4.5.1 Kullanılan altyapı

Anketin oluşturulmasında ve uygulanmasında Google Forms yöntemi kullanılmıştır.

Sorular internet üzerinden yöneltildiğinden, mobil cihazlarda veya web tarayıcılarda anketler özel bir yazılım gerektirmeden oluşturulmuş ve analiz edilmiştir.

4.6 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, çeşitli üniversitelerde çalışan akademisyen, endüstri mühendisliği bölümlerindeki öğrenciler, endüstri ve özel sektör çalışanları oluşturmuştur.

4.7 Veri Toplama Araçları

Bu tezde veri toplama aracı olarak çevrimiçi anket kullanılmıştır.

4.8 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Anket araştırmasına konu olan olayların hemen hemen tümü, oran cinsinden ifade edilebilecek niteliktedir. Örneğin, sigara kullanım oranı, belli bir televizyon kanalının kullanım oranı, belli bir partinin potansiyel oy oranı, vb. Anket her ne kadar bu oranlara ilişkin rakamları elde etmek için yapılsa da, örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde bu oranların tahmini değerlerine ihtiyaç vardır. Bu değerler örneklemin homojen olduğu durumlarda $p=0,9$ / $q=0,1$ olarak alınır, homojen olmadığı durumlarda ise $p=0,5$ / $q=0,5$ olarak alınır.

Örneklem büyüklüğünü belirlemek için;

- Hedef kitle bilinmiyorsa:

$$n = t^2 pq / d^2 \quad (4.1)$$

- Hedef kitledeki birey sayısı biliniyorsa:

$$n = \frac{Nt^2 pq}{d^2(N-1)} + t^2 pq \quad (4.2)$$

formülleri kullanılır.

Bu formüllerde;

N= Hedef kitledeki birey sayısı

n= Örneklem alınacak birey sayısı

p=İncelenen olayın görülüş sıklığı (gerçekleşme olasılığı)

q= İncelenen olayın görülmeyiş sıklığı (gerçekleşmeme olasılığı)

t= Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t Çizelgesine göre bulunan teorik değer

d= Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen $\pm$ örneklem hatasıdır[66].

Çizelge 4.1 Farklı hedef kitle büyüklükleri ve hata düzeyleri için ihtiyaç duyulan örneklem büyüklükleri [40]

	$\alpha=0,05$ için örneklem büyüklükleri					
	$\pm \%3$ örnekleme hatası (d)		$\pm \%5$ örnekleme hatası (d)		$\pm \%10$ örnekleme hatası (d)	
Hedef Kitle Büyüklüğü (N)	p=0,5 q=0,5	p=0,8 q=0,2	p=0,5 q=0,5	p=0,8 q=0,2	p=0,5 q=0,5	p=0,8 q=0,2
100	92	87	80	71	49	38
250	203	183	152	124	70	49
500	341	289	217	165	81	55
750	441	358	254	185	85	57
1.000	516	406	278	198	88	58
2.500	748	537	333	224	93	60
5.000	880	601	357	234	94	61
10.000	964	639	370	240	95	61
25.000	1023	665	378	244	96	61
50.000	1045	674	381	245	96	61
100.000	1056	678	383	245	96	61
1.000.000	1066	682	384	246	96	61
100.000.000	1067	683	384	246	96	61

Çizelge 4.1'den de görüldüğü üzere örneklem boyutu sonsuz olduğu için hedef kitle büyüklüğü 100.000.000 kabul edilirse %95 güven aralığında en az 384 kişiye anket uygulanması gerektiği görülmektedir[39].

Bu çalışmada anket akademisyen ve endüstri çalışanlarını kapsamaktadır. Ülkemizde endüstri mühendisliği alanında akademisyen ve endüstride çalışan mühendis sayısının bilinmemesi nedeniyle Çizelge 4.1'de yer alan 100.000.000 hedef kitle olarak seçilmiştir. Bu seçim anketin güvenilirliğini arttırdığı için anket 384 kişiye uygulanmış ve sonuçları yorumlanmıştır.

4.9 Anket Soruları

İlk defa 2002 yılında hazırlanarak uygulanan ve sonuçları değerlendirilen bu anket (Bizkevelci [4], Bizkevelci ve Dengiz [41]), gelişmiş ülkelerde akademik araştırmalarda ve endüstride yaygın olarak kullanılan "Benzetim Tekniğinin" ülkemizde hangi alanlarda, hangi düzeyde kullanıldığını ve kullanımı sırasında karşılaşılan problemleri ve geçen 16 yıl içinde bir önceki çalışmaya göre bu alanda

kaydedilen gelişmeleri belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Anket detayları Ek-1’de verilmektedir.

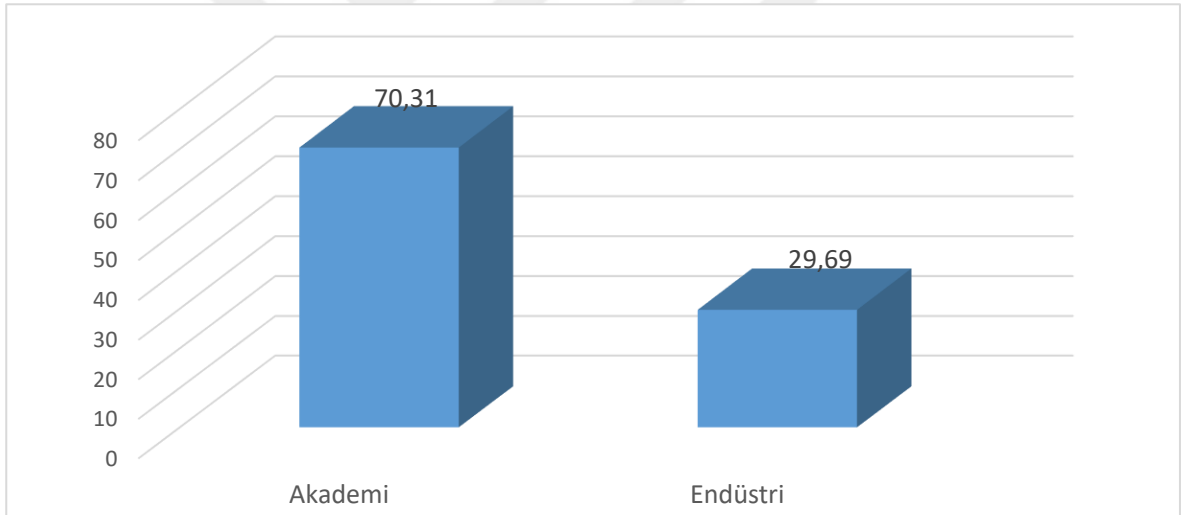
4.10 Anket Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Yorumlanması

4.10.1 Anketin demografik verilerinin incelenmesi

Anket toplamda akademi alanında 271, endüstri alanında ise 114 kişiye uygulanmıştır. Ankete katılanların %70,31’i akademi, %29,69’unun ise endüstri sektöründen olduğu Şekil 4.2’den görülmektedir.

Çizelge 4.2 Katılımcıların unvanları

	n	%
Akademi	270	70,31
Endüstri	114	29,69
Toplam	384	100,00

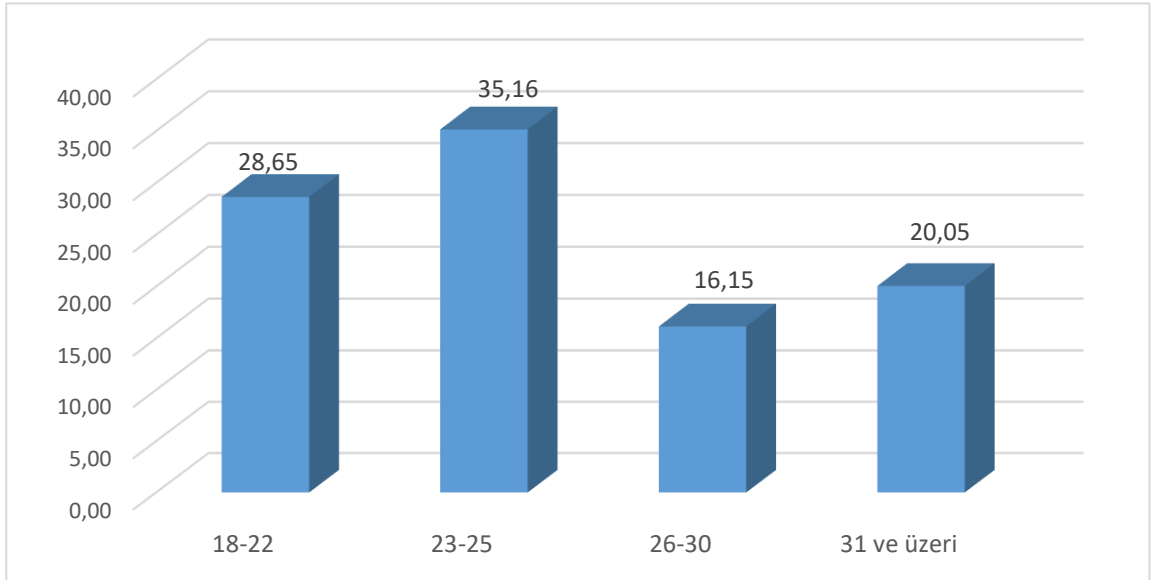


Şekil 4.2 Anketi cevaplayanların akademi ve endüstri alanlarına göre yüzdesel dağılımı

Anketi cevaplayan 110 kişi 18-22 yaş arasında, 135 kişi 23-25 yaş arasında, 62 kişi 26-30 yaş arasında, 78 kişi ise 31 ve üzerinde yaşta olduklarını belirtmişlerdir. Bu değerler Çizelge 4.3’de görülmektedir. Şekil 4.3 ise yaş dağılımları grafiğini göstermektedir.

Çizelge 4.3 Anketi cevaplayanların yaş dağılımı

	n	%
18-22	110	28,65
23-25	135	35,16
26-30	62	16,15
31 ve üzeri	77	20,05
Toplam	384	100,00



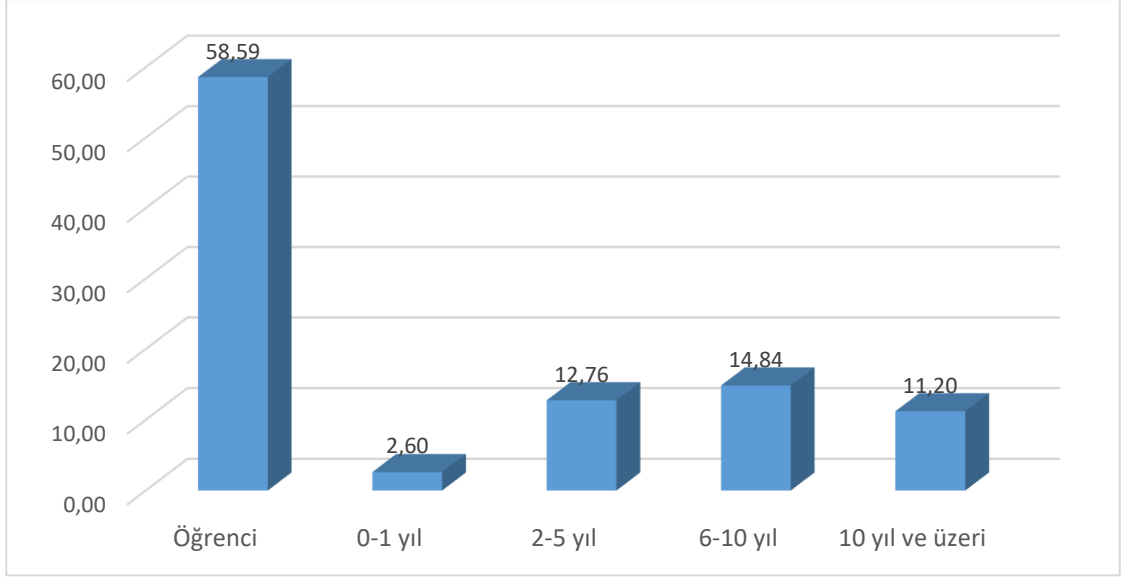
Şekil 4.3 Anketi cevaplayanların yaş dağılımları

Çizelge 4.4 anket uygulanan 385 kişiden 225'inin halen öğrenci olduklarını, 10 kişi 0-1 yıl, 49 kişi 2-5 yıl, 58 kişi 6-10 yıl, 43 kişinin ise 10 yıl ve üzeri tecrübeye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4 Anketi cevaplayanların mesleki deneyimleri

	n	%
Öğrenci	225	58,59
0-1 yıl	10	2,60
2-5 yıl	49	12,76
6-10 yıl	57	14,84
10 yıl ve üzeri	43	11,20
Toplam	384	100,00

Şekil 4.4 anketi cevaplayanların mesleki deneyimlerinin dağılım grafiğini içermektedir.



Şekil 4.4 Anketi cevaplayanların mesleki deneyimlerinin dağılımı

4.10.2 Anket sonuçlarının yıllar bazında endüstri ve akademi alanlarına göre değerlendirilmesi

Bu bölümde 2018 yılında yeniden uygulanan anketten elde edilen sonuçlar 2002 yılında uygulanan anket sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve akademi ve endüstri alanı için ayrı ayrı yorumlanmıştır. 2002 ve 2018 yıllarında uygulanan anket sonuçlarının, akademi ve endüstri alanlarında istatistiksel anlamda farklı olup olmadıkları Ki-Kare testi ile değerlendirilmiştir. Verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark bulunup bulunmadığı her bir soru için ayrı ayrı yorumlanmıştır. Tüm analizler SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Hipotezler;

H₀ hipotezi: 2002 ve 2018 yıllarında verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₁ hipotezi: 2002 ve 2018 yıllarında verilen cevaplar arasında bir fark vardır.

şeklinde oluşturulmuştur.

Akademi alanında yıllar bazında karşılaştırma tabloları ve Ki -Kare testi sonuçları Ek-2’de ve endüstri alanında yıllar bazındaki karşılaştırma tabloları ve Ki-Kare testi sonuçları Ek-3’de yer almaktadır.

Anket Sonuçları

Soru 1: Sizce endüstride aşağıda verilen kantitatif teknik ve teorilerden hangileri en çok kullanılmaktadır? Bunları kullanım derecelerine göre 1'den 10'a kadar numaralandırın.

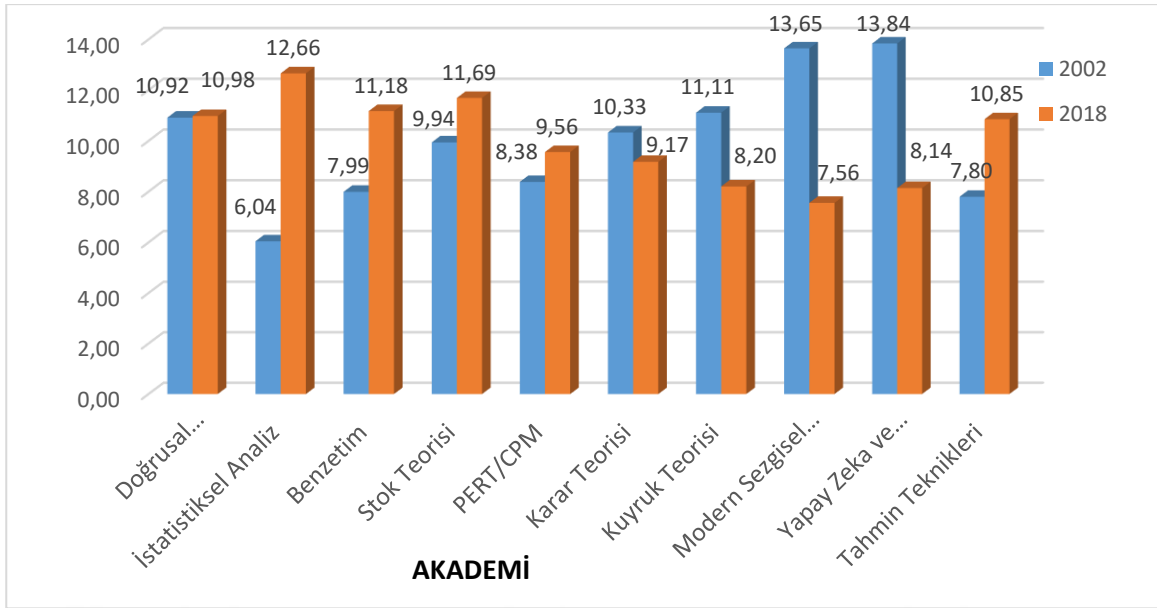
Bu soruda endüstride en yaygın kullanılan kantitatif teknik ve teorilerin hangileri olduğu sorulmuştur.

Çizelge 4.5'ten de görüldüğü üzere akademi alanında çalışanlardan gelen cevaplar doğrultusunda istatistiksel analiz, tahmin teknikleri, stok teorisi ve benzetim en çok kullanılan teknikler olarak ön plana çıkmaktadır. Şekil 4.5 ise bu cevapların grafiksel gösterimidir.

Çizelge 4.5 Akademi alanından soru 1'e ait cevaplar

SORU 1	2002		2018	
	n	%	n	%
Doğrusal, Doğrusal Olmayan veya Dinamik Programlama	3	10,92	170	10,98
İstatistiksel Analiz	2	6,04	196	12,66
Benzetim	2	7,99	173	11,18
Stok Teorisi	3	9,94	181	11,69
PERT/CPM	2	8,38	148	9,56
Karar Teorisi	3	10,33	142	9,17
Kuyruk Teorisi	3	11,11	127	8,20
Modern Sezgisel Teknikler	4	13,65	117	7,56
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	4	13,84	126	8,14
Tahmin Teknikleri	2	7,80	168	10,85

Şekil 4.5'de her iki dönemde de Soru 1'de verilen kantitatif teknik ve teorilerin yoğun bir şekilde kullanıldığı, 2002 yılı ile kıyaslandığında, 2018 sonuçlarına göre istatistiksel analiz tekniklerinin kullanımının iki kat arttığı, ayrıca benzetim, stok teorisi, PERT/CPM ve tahmin tekniklerinde de artış olduğu görülmektedir. Son yıllarda teknoloji alanındaki gelişmeler ve üretimde verimliliğin öneminin anlaşılması sonucunda bu tekniklerin kullanımının arttığı söylenebilir.

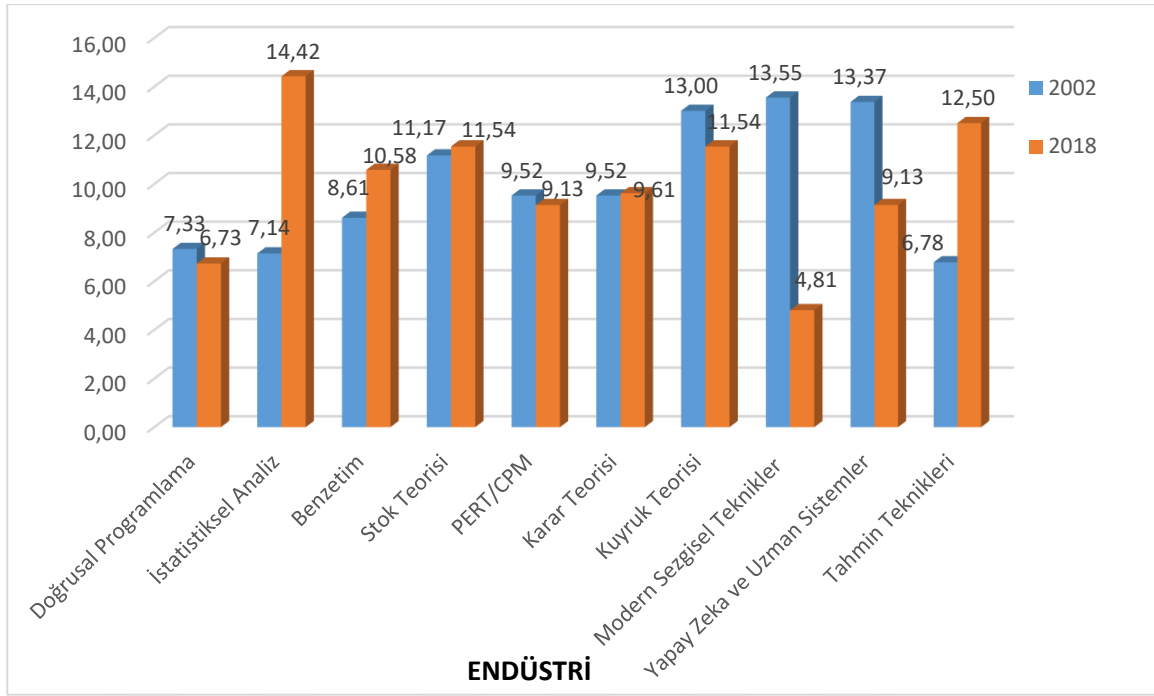


Şekil 4.5 Akademik alandan 1.sorunun dağılım grafiği

Doğrusal programlama tekniğinin her iki dönemde de yaklaşık %11 düzeylerinde ve eşit olduğu görülmektedir. Şekil 4.5’den kuyruk teorisi, modern sezgisel teknikler yapay zeka tekniklerinin kullanımında azalma olduğu görülmektedir. Aradan geçen 16 yılda bilgisayar destekli kullanılabilen istatistiksel yöntemlerin akademi tarafından yoğun bir şekilde kullanılır hale geldiği söylenebilir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.($p>0,05$)

Çizelge 4.6 Endüstri alanından soru 1’e ait cevaplar

SORU 1	2002		2018	
	n	%	n	%
Doğrusal, Doğrusal Olmayan veya Dinamik Programlama	3	7,33	14	6,73
İstatistiksel Analiz	3	7,14	30	14,42
Benzetim	3	8,61	22	10,58
Stok Teorisi	4	11,17	24	11,54
PERT/CPM	4	9,52	19	9,13
Karar Teorisi	4	9,52	20	9,61
Kuyruk Teorisi	5	13,00	24	11,54
Modern Sezgisel Teknikler	5	13,55	10	4,81
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	5	13,37	19	9,13
Tahmin Teknikleri	3	6,78	26	12,50



Şekil 4.6 Endüstri alanından 1.sorunun dağılım grafiği

Endüstri alanında çalışan kişilerden gelen cevaplara bakıldığında, 2002 ve 2018 yılları karşılaştırıldığında akademi alanından gelen cevaplara benzer olarak bazı kantitatif teknik ve teorilerin kullanımlarının artış gösterdiği, fakat bu artışın akademide gerçekleşen artışın altında olduğu görülmektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

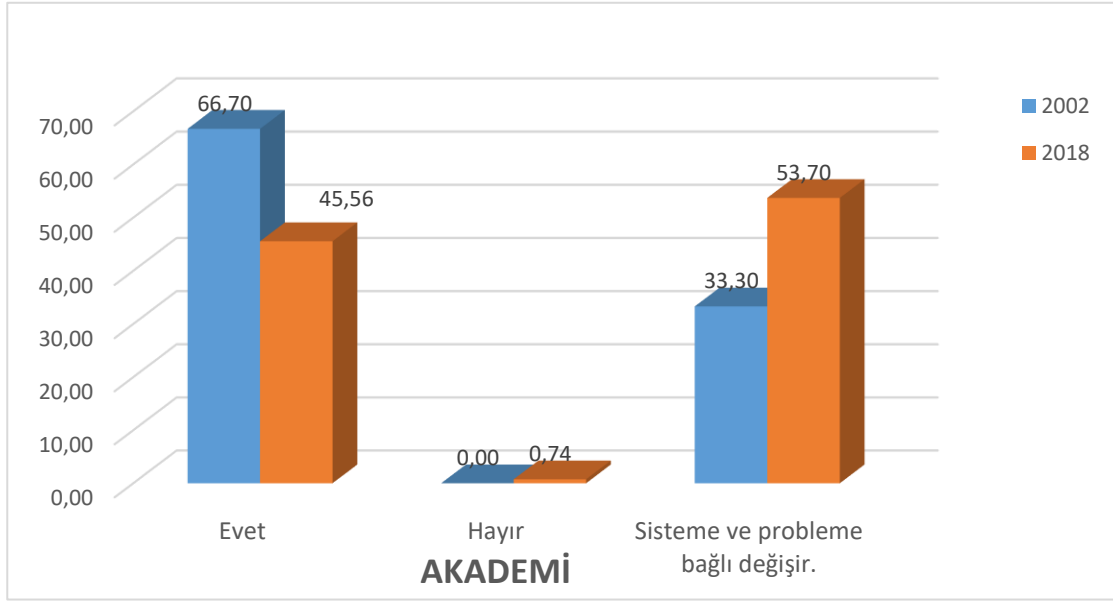
Akademi ve endüstri alanlarında problemlerin çözümünde matematiksel modellemenin ve istatistiksel yöntemlerin önemli bir yer tuttuğu ve kullanımlarının yıllar geçtikçe arttığı Şekil 4.5 ve 4.6'ya bakılarak söylenebilir.

Ancak modern sezgisel tekniklerde ise hem akademi hem de endüstri alanlarında düşüş olduğu, Şekil 4.5 ve 4.6'dan görülmektedir. Bölüm 3'te veri tabanına göre yapılan araştırmalara bakıldığında sezgisel yöntemler ile yapılan çalışmalarda son 20 yıl içerisinde anket sonuçlarının aksine artış olduğu görülmektedir.

Soru 2: Sizce benzetim, üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için önemli ve kullanışlı bir araç mıdır?

Çizelge 4.7 Akademik alandan soru 2'ye ait cevaplar

SORU2	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	17	66,70	123	45,56
Hayır	0	0,00	2	0,74
Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.	9	33,30	145	53,70

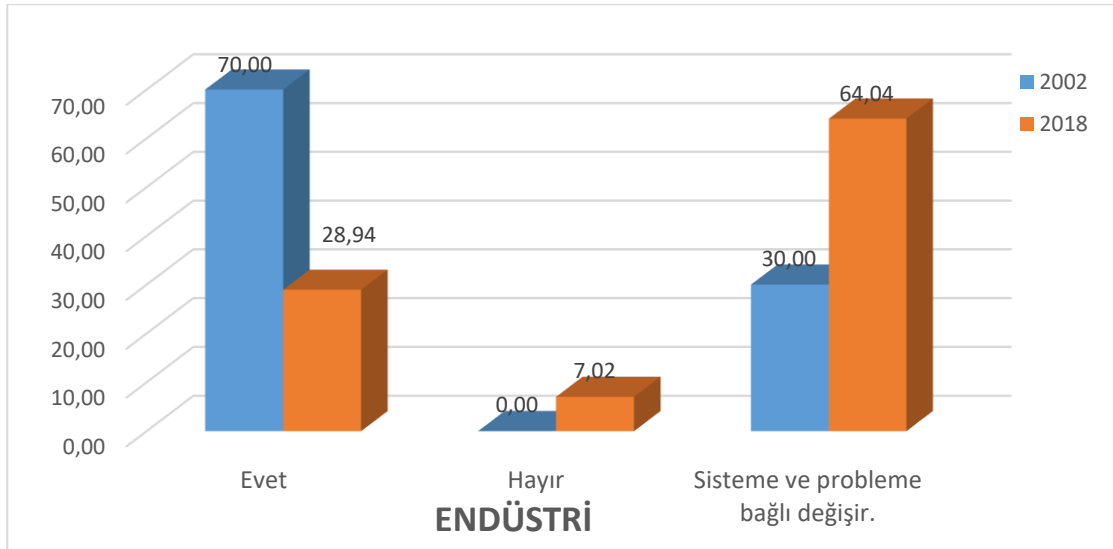


Şekil 4.7 Akademik alandan 2.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.7'den 2002 yılında akademi alanında “Evet” şıkkı %66,70 ve “Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.” şıkkı %33,30 olarak işaretlenmişken 2018 yılında “Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.” şıkkı %53,70'e çıktığı görülmektedir. Aslında bu cevap akademi alanında çalışanların yarıdan fazlasının benzetim kullanımının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.($p>0,05$)

Çizelge 4.8 Endüstri alanından soru 2'e ait cevaplar

SORU2	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	27	70,00	33	28,94
Hayır	0	0,00	8	7,02
Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.	11	30,00	73	64,04



Şekil 4.8 Endüstri alanından 2.sorunun dağılım grafiği

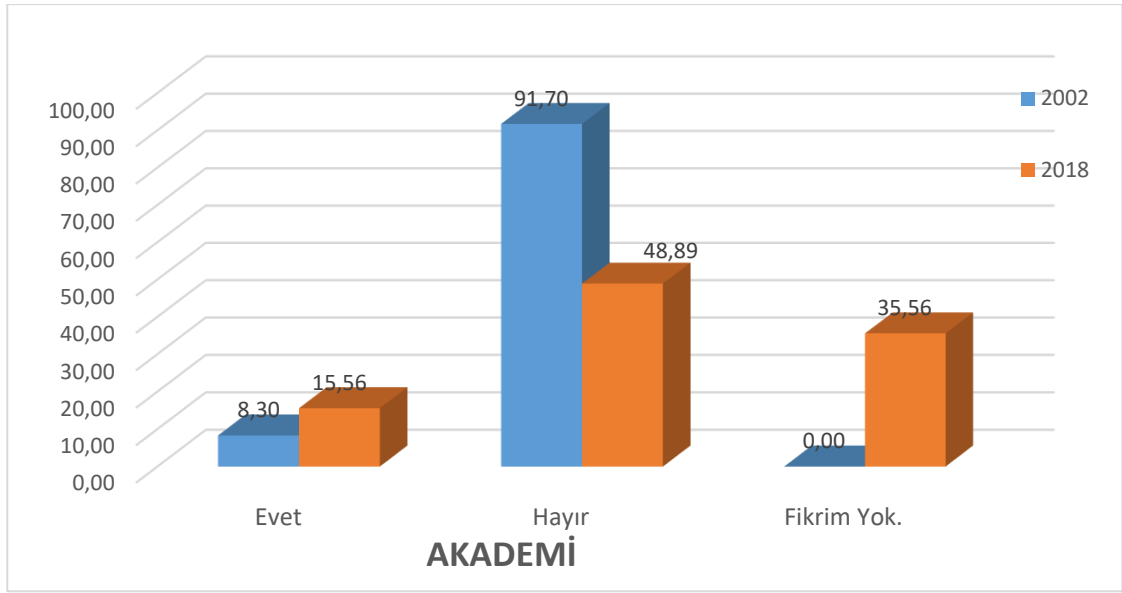
Şekil 4.8'den 2002 yılında endüstri alanında “Evet” şıkkı %70,00 oranında ve “Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.” şıkkı %30,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.” şıkkı %64,04'e çıkmıştır. Şekil 4.8'den görüleceği gibi akademi alanından gelen cevaplara benzer olarak “Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.” şıkkının iki kattan çok arttığı görülmektedir. Bu sonuç endüstride çalışanların benzetim hakkında daha bilinçli olduğunu göstermektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Soru 3: Sizce benzetim tekniği ülkemizde yaygın olarak kullanılıyor mu?

Çizelge 4.9 Akademik alandan soru 3'e ait cevaplar

SORU3	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	2	8,30	42	15,56
Hayır	24	91,70	132	48,89
Fikrim Yok	0	0,00	96	35,56

2018 anketinden de elde edilen cevaplarda akademi alanında çalışanların %15,56'sı “Evet” şıkkını işaretlemiş ve 2002 yılına göre kullanımının yaygın olduğunu düşünenler 2 kat artmıştır. %48,89'u benzetimin yaygın olarak kullanılmadığını, %35,56'sı ise konu hakkında fikirleri olmadıklarını belirttikleri Çizelge 4.9'dan görülmektedir. Şekil 4.9 ise bu cevapların grafiksel gösterimidir.



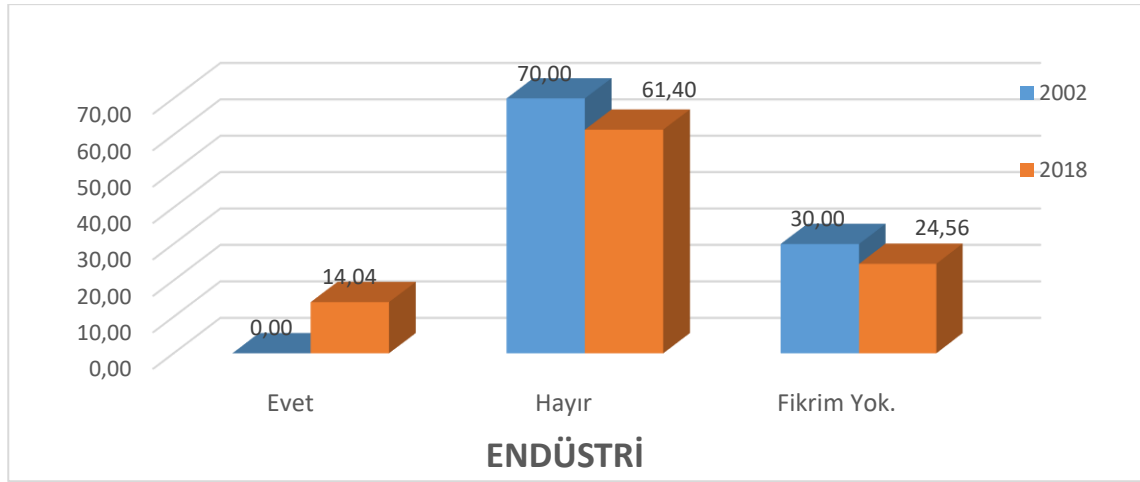
Şekil 4.9 Akademik alandan 3.sorunun dağılım grafiği

2002 yılında akademi alanında “Hayır” şıkkı %91,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Hayır” şıkkı %48,89 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p = 0,00 < 0,05$)

Bu sonuca bakılarak, akademi alanında benzetim tekniğinin ülkemizde yaygın olarak kullanılmadığı düşünülmektedir. Ancak 2002- 2018 yıllarındaki oranlara bakıldığında 16 yıl içinde yaygın kullanımının 2 kat arttığı Şekil 4.9’da görülmektedir. Bu oranlar ülkemizde benzetim tekniğinden yeterince yararlanılmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.10 Endüstri alanından soru 3’e ait cevaplar

SORU3	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	0	0,00	16	14,04
Hayır	27	70,00	70	61,40
Fikrim Yok	11	30,00	28	24,56



Şekil 4.10 Endüstri alanından 3.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.10'dan görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Hayır” şıkkı %70,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Hayır” şıkkı %61,40 oranında işaretlendiği görülmektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

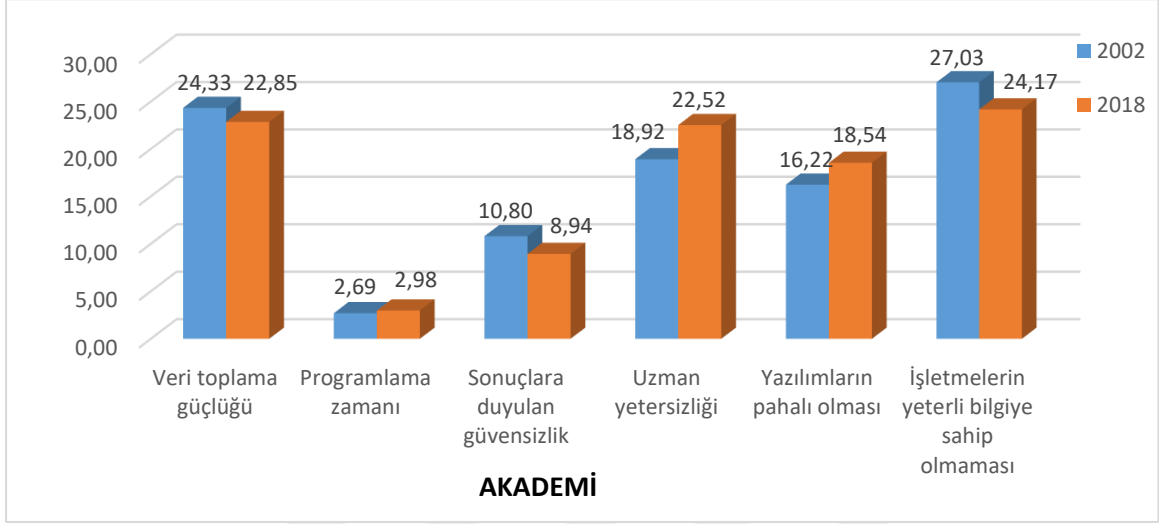
Endüstri alanında benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmadığı görülmektedir. 2018 yılında “Evet” şıkkını işaretleyenler %14 düzeyinde bir artış gösterse de 2002-2018 yıllarındaki oranlar karşılaştırıldığında benzetim tekniği ile ilgili yeterli düzeyde farkındalık oluşmadığı düşünülmektedir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında veri tabanından elde edilen Türkiye adresli benzetim çalışmalarının durumu bu mevcut durumu desteklemektedir.

Soru 4: *Benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasında sizce en önemli engeller nedir?*

Çizelge 4.11 Akademik alandan soru 4'e ait cevaplar

SORU4	2002		2018	
	n	%	n	%
Veri toplama güçlüğü	6	24,33	69	22,85
Programlama zamanı	1	2,69	9	2,98
Sonuçlara duyulan güvensizlik	3	10,80	27	8,94
Uzman yetersizliği	5	18,92	68	22,52
Yazılımların pahalı olması	4	16,22	56	18,54
İşletmelerin yeterli bilgiye sahip olmaması	7	27,03	73	24,17

2002 yılında verilen cevaplarla, 2018 yılında verilen cevaplardan, uzman yetersizliği, işletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması ve veri toplama güçlüğü en önemli engeller olduğu görülmektedir. 2018 yılına geldiğimizde bilgisayar temelli yöntemlerin kullanımının artması sonucunda verilen cevaplarda önemli bir düşüş kaydedildiği düşünülmektedir.



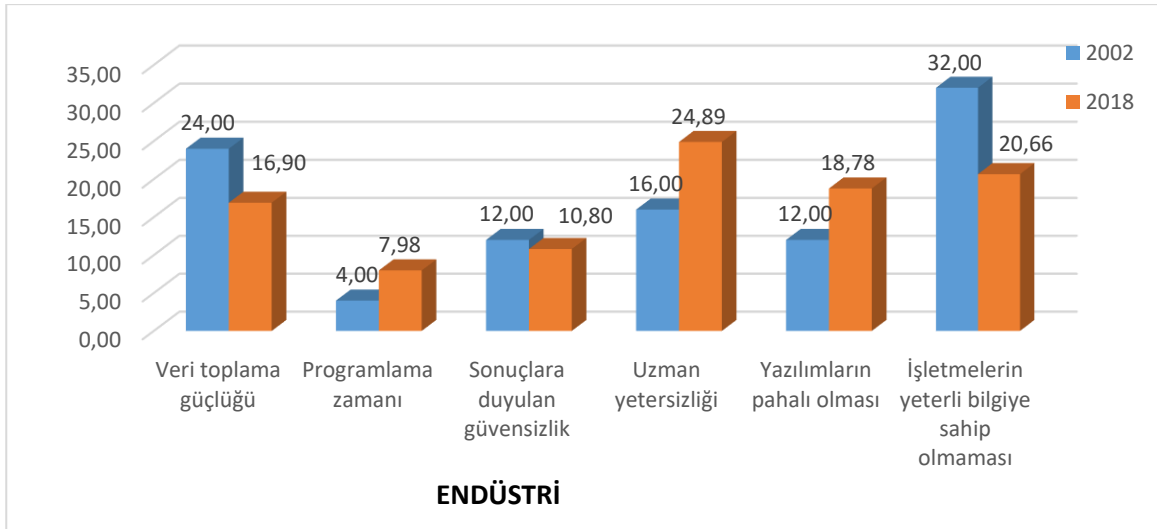
Şekil 4.11 Akademik alandan 4.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.11'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “İşletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması” şikkı %27,03 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “İşletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması” şikkı %24,17 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Akademi alanında benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasının nedeninin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadığı düşüncesini desteklemektedir.

Çizelge 4.12 Endüstri alanından soru 4'e ait cevaplar

SORU4	2002		2018	
	n	%	n	%
Veri toplama güçlüğü	9	24,00	36	16,90
Programlama zamanı	2	4,00	17	7,98
Sonuçlara duyulan güvensizlik	5	12,00	23	10,80
Uzman yetersizliği	6	16,00	53	24,89
Yazılımların pahalı olması	5	12,00	40	18,78
İşletmelerin yeterli bilgiye sahip olmaması	12	32,00	44	20,66



Şekil 4.12 Endüstri alanından 4.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.12'den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “İşletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması” şikkı %32,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Benzetim tekniğini kullanabilecek düzeyde uzman yetersizliği” şikkı %24,89 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

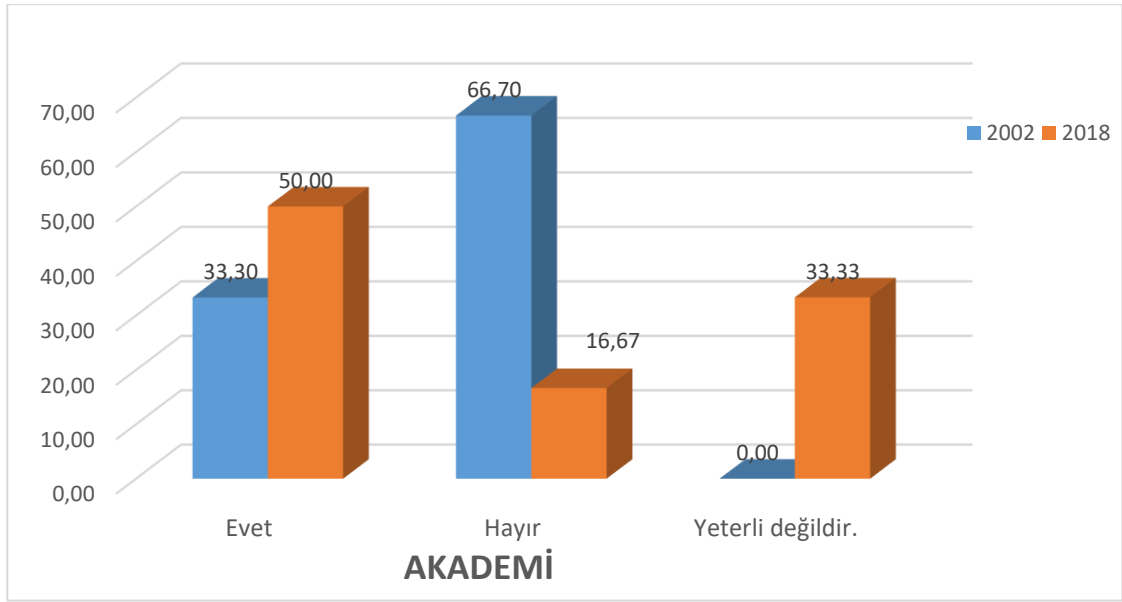
Endüstri alanında, 2002 yılında anketi cevaplayanlar benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasının nedeni işletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması cevaplarını vermişlerdir. Bu sonuçlar gösteriyor ki yıllar içinde şirketler tarafından benzetimin üretime sağlayacağı faydalar konusunda 2018 yılında da benzetim tekniğini kullanabilecek düzeyde uzman sayısının yetersiz olduğu sonucuna varılabilir. Dolayısıyla üniversitelerde öğrencilere benzetimin daha iyi ve uygulamalı olarak öğretilmesi önemli bir faktördür.

Soru 5

- a) *Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması yeterli midir?*

Çizelge 4.13 Akademik alandan soru 5'in a şıkına ait cevaplar

SORU 5 A	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	9	33,30	69	50,00
Hayır	17	66,70	23	16,67
Yeterli değildir	0	0,00	46	33,33



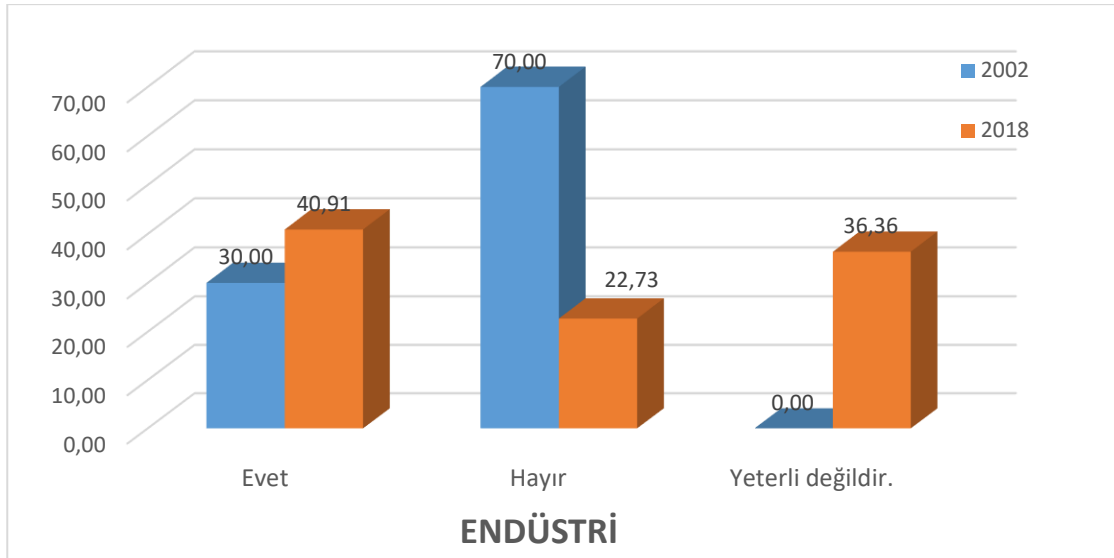
Şekil 4.13 Akademik alandan 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği

Şekil 4.13'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi kısmında; “Hayır” şıkkı %66,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %50,00 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması gerekmektedir. En azından kodlama yapacak kişileri yönlendirecek kadar bilgisi olması gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.14 Endüstri alanından soru 5'in a şıkkına ait cevaplar

SORU5A	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	11	30,00	18	40,91
Hayır	27	70,00	10	22,73
Yeterli değildir	0	0,00	16	36,36



Şekil 4.14 Endüstri alandan 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği

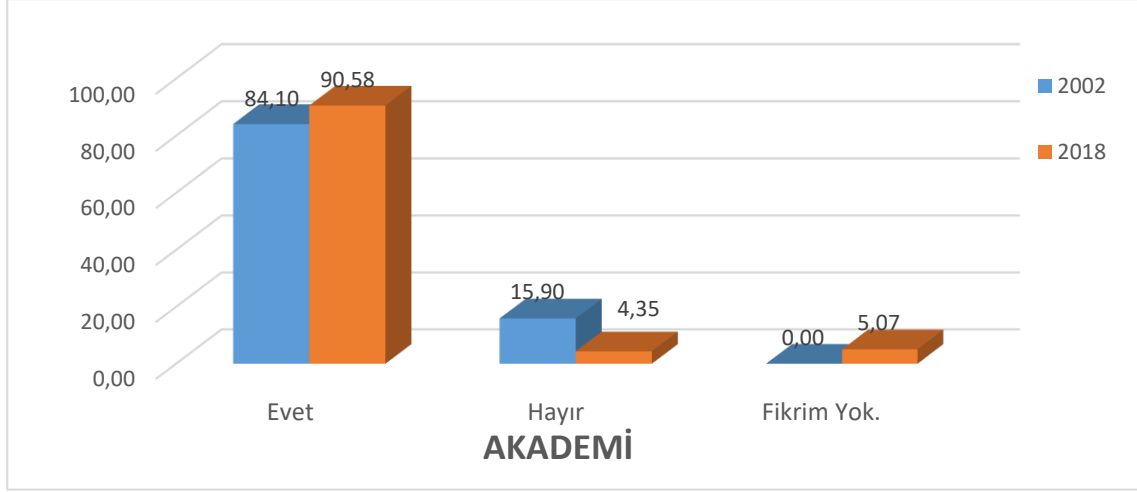
Şekil 4.14'den görülebileceği üzere 2002 ve 2018 yılında endüstri ve akademi alanlarında verilen cevaplarda benzerlik vardır. 2002 yılında endüstri alanında “Hayır” şıkkı %70,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %40,91 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$).

Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması gerektiği %30 – 40 düzeyinde iken “Hayır” şıkkını işaretleyenler 2018 yılında azalmıştır. Yani en azından kodlama yapacak kişileri yönlendirecek kadar bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bu farkındalığın yıllar içerisinde endüstri mühendislerinde olduğu bu soruya verilen cevaplardan anlaşılmaktadır.

- b) Bir endüstri mühendisi bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olmalı mıdır?**

Çizelge 4.15 Akademik alandan soru 5'in b şıkkına ait cevaplar

SORU 5 B	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	22	84,10	125	90,58
Hayır	4	15,90	6	4,35
Fikrim Yok	0	0,00	7	5,07



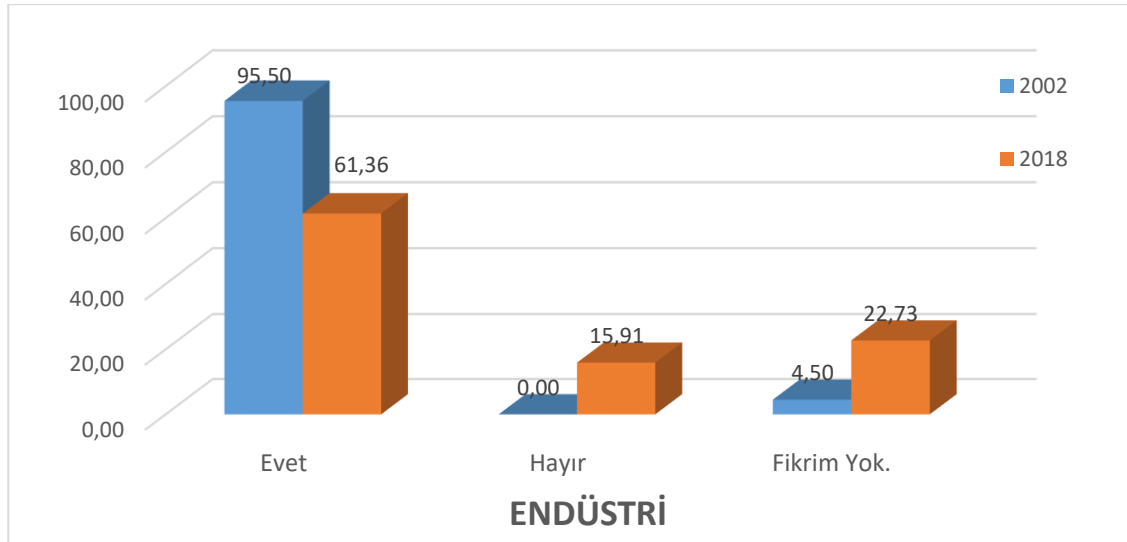
Şekil 4.15 Akademik alandan 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği

Şekil 4.15’den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Evet” şıkkı %84,10 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %90,58 oranında işaretlenmiştir. Bu soruya, akademi ve endüstride çalışan kişiler benzer cevaplar verilmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p=0,06>0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu bir endüstri mühendisinin bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Bu cevaplar dikkate alındığında akademi alanında anketin uygulandığı kişiler ülkemizde endüstri mühendisinin benzetim modelinin ilk aşaması olan kurulum aşamasından sistemin kurulup, girdilere göre çıktıların analiz sürecine kadar bilgi sahibi olması ve uygulaması gerektiğini belirtmişlerdir. Ülkemizde üniversitelerde benzetim alanında çalışan akademisyenlerin ve öğrencilerin benzetim kullanım ve uygulama alanlarına hakim oldukları bu soruya verilen cevaptan anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.16 Endüstri alanından soru 5’in b şıkkına ait cevaplar

SORU 5 B	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	36	95,50	27	61,36
Hayır	0	0,00	7	15,91
Fikrim Yok	2	4,50	10	22,73



Şekil 4.16 Endüstri alandan 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği

Şekil 4.16'dan görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Evet” şıkkı %95,50 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %61,36 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur ($p=0,00<0,05$).

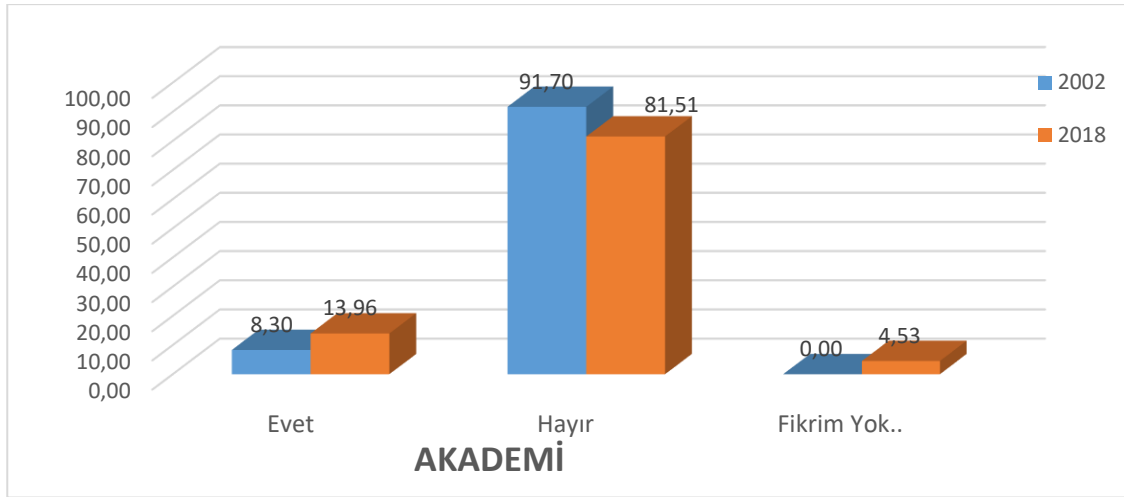
Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu bir endüstri mühendisinin bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Endüstri alanında verilen cevaplar akademi alanında verilen cevaplarla benzerlik göstermektedir. Ülkemize endüstri alanında çalışanların benzetim konusunda bilgi sahibi oldukları verilen cevaplardan anlaşılmış olup, endüstri alanında benzetim tekniklerinin uygulandığı tahmin edilmektedir.

Soru 6: *Sizce, üniversiteler sadece benzetim metodolojisini öğretmekle yetinmeli midir?*

Bu soruya, akademi ve endüstride çalışan kişilerin yaklaşık %83'ü hayır cevabını vermişlerdir.

Çizelge 4.17 Akademik alandan soru 6'ya ait cevaplar

SORU 6	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	2	8,30	37	13,96
Hayır	24	91,70	216	81,51
Fikrim yok	0	0,00	12	4,53



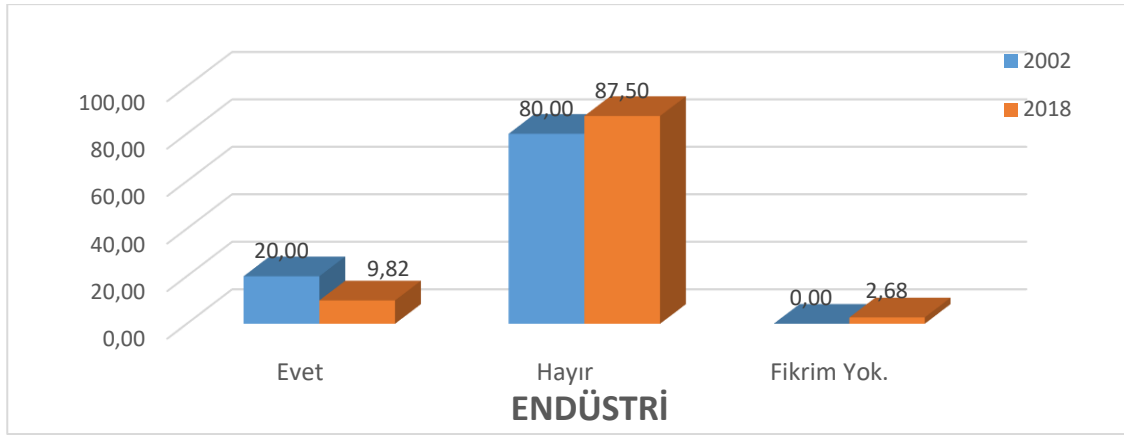
Şekil 4.17 Akademik alandan 6.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.17’den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Hayır” şıkkı %91,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Hayır” şıkkı %81,51 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu üniversitelerin sadece benzetim metodolojisi eğitimini vermelerinin yeterli olmayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca üniversitelerde benzetim metodolojisinin yanı sıra benzetim metodolojisinin uygulama alanları, uygulanabileceği/uygulandığı sistemler ile ilgili somut örneklerle desteklenmesi gerektiği ve öğrencilerin yapmış oldukları stajlarda benzetim metodolojisine dayalı sistem örneklerine yönlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.18 Endüstri alanından soru 6’ya ait cevaplar

SORU 6	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	8	20,00	11	9,82
Hayır	30	80,00	98	87,50
Fikrim yok	0	0,00	3	2,68



Şekil 4.18 Endüstri alanından 6.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.18'den görülebileceği üzere 2002 yılında Endüstri alanında “Hayır” şıkkı %80,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Hayır” şıkkı %87,50 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

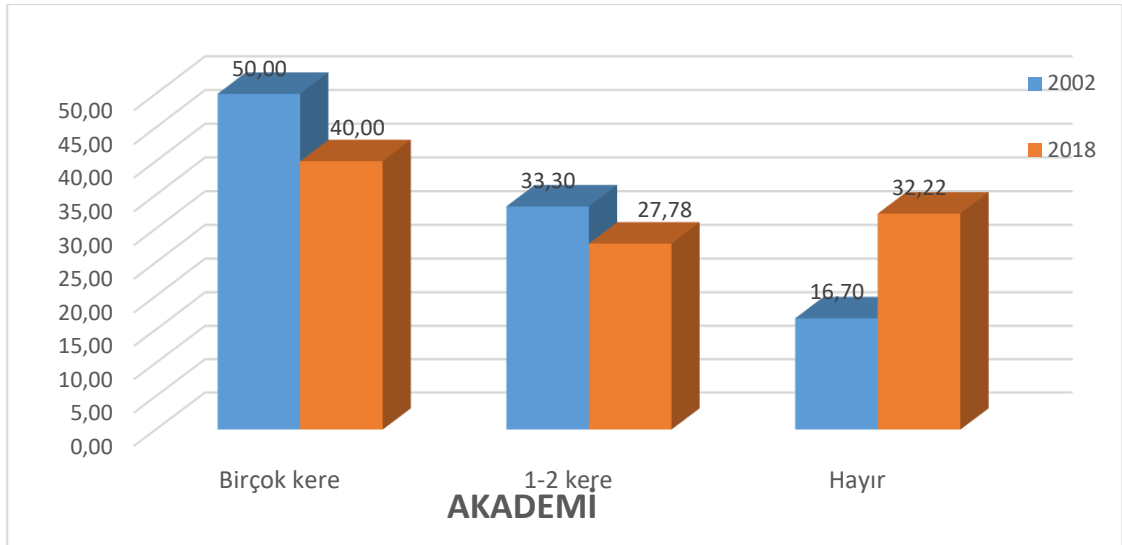
Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu üniversitelerin sadece benzetim metodolojisi eğitimini vermelerinin yeterli olmayacağını belirtmişlerdir. Endüstri alanında çalışmaya başlayacak olan yeni mezun mühendislerin benzetim metodolojisinin yanı sıra uygulama alanlarını da öğrenerek endüstride çalışmaya başladıklarında benzetim tekniğinin faydalarını belirterek yürütülmekte/yürütülecek olan projelerde kullanmaları gerektiği ve endüstri kuruluşlarını benzetim kullanımına yönlendirmeleri gerektiği düşünülmektedir.

Soru 7: *Siz veya mezun olduğunuz üniversite geçmiş 5 yıl içinde herhangi bir kuruma veya endüstride bir şirkete benzetim çalışması (proje veya danışmanlık) yaptı mı?*

Bu soruya gelen cevaplarda akademide çalışanların yarısından fazlasının bir ya da daha fazla benzetim çalışması yaptığını, endüstride çalışanların yarısından fazlasının hiç benzetim çalışması yapmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.19 Akademik alandan soru 7'ye ait cevaplar

SORU 7	2002		2018	
	n	%	n	%
Birçok kere	13	50,00	108	40,00
1-2 kere	9	33,30	75	27,78
Hayır	4	16,70	87	32,22



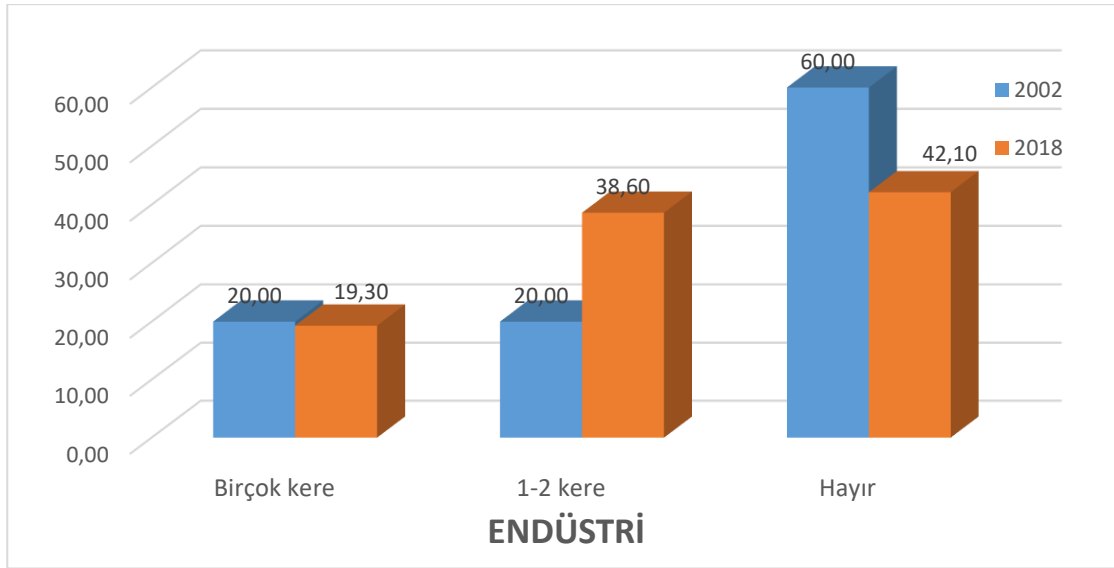
Şekil 4.19 Akademik alandan 7.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.19'dan görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Birçok kere” şıkkı %50,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Birçok kere” şıkkı %40,00 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu üniversitede geçmiş 5 yıl içerisinde herhangi bir kurumda veya endüstride bir şirkette birçok benzetim çalışması yapıldığını belirtmişlerdir. Bu cevaplar dikkate alındığında üniversitelerde ve endüstrideki projelerde benzetimden yararlanılmaya başlanıldığı tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.20 Endüstri alanından soru 7'ye ait cevaplar

SORU 7	2002		2018	
	n	%	n	%
Birçok kere	8	20,00	22	19,30
1-2 kere	8	20,00	44	38,60
Hayır	23	60,00	48	42,10



Şekil 4.20 Endüstri alanından 7.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.20'den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında "Hayır" şıkkı %60,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Hayır" şıkkı %42,10 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

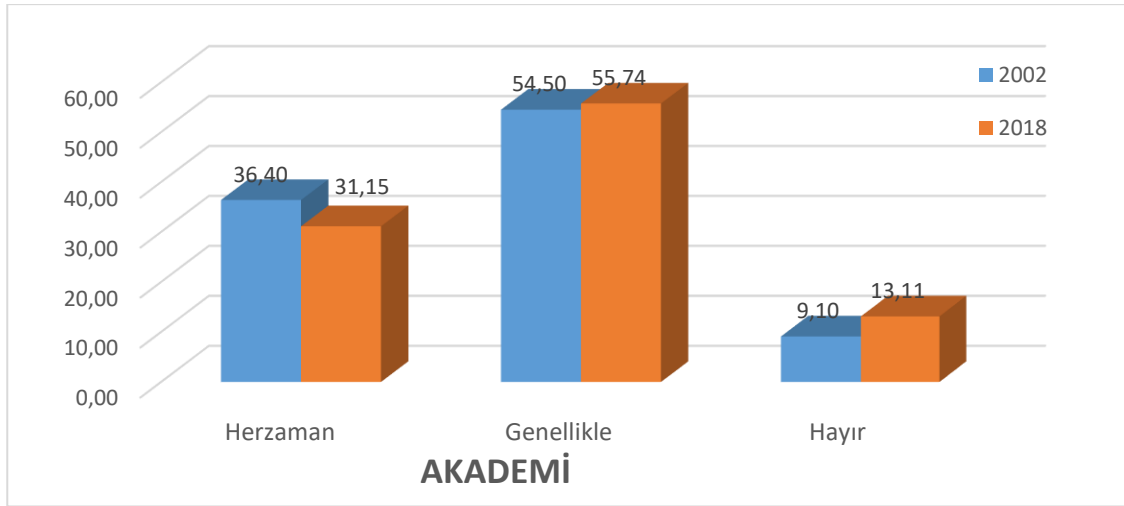
2002 yılına kıyasla aradan geçen 16 yıl süresince benzetim ile ilgili farkındalık olduğu ve projelerde benzetim kullanımının arttığı anlaşılmaktadır.

Soru 8: *Size göre o projeler endüstri ile üniversite arasında ilişkilerin gelişmesine katkıda bulundu mu?*

Sekizinci soruyu yalnızca yedinci soruya evet cevabı veren katılımcılar cevaplamıştır. Bu soruya cevap veren akademide çalışanların büyük bölümü, endüstride çalışanların ise tamamının ilişkilerin geliştiğini düşündükleri sonucuna ulaşmaktadır.

Çizelge 4.21 Akademik alandan soru 8'e ait cevaplar

SORU 8	2002		2018	
	n	%	n	%
Her zaman	9	36,40	57	31,15
Genellikle	14	54,50	102	55,74
Hayır	2	9,10	24	13,11



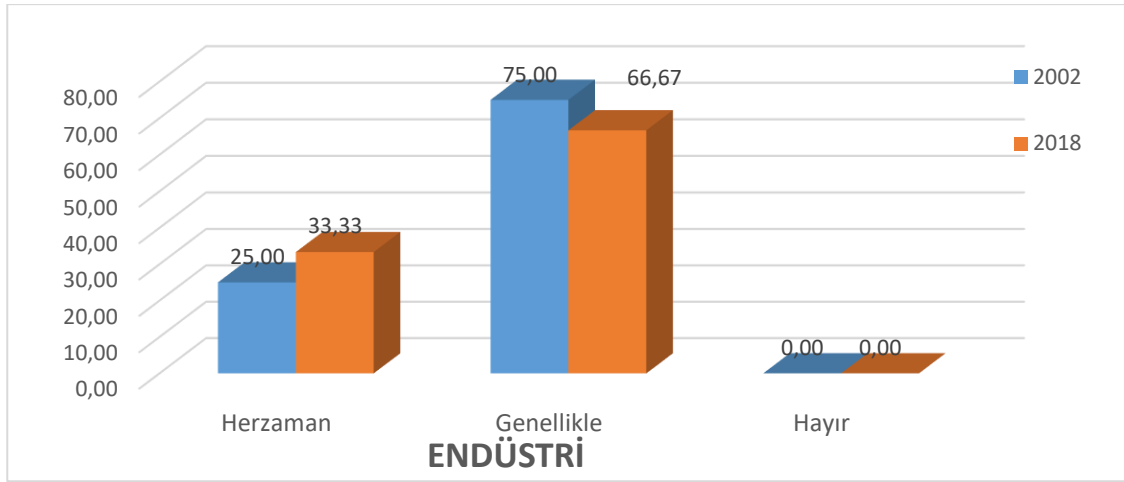
Şekil 4.21 Akademik alandan 8.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.21’den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Genellikle” şıkkı %54,50 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Genellikle” şıkkı %55,74 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu üniversitelerinde yapılan projelerin endüstri ile üniversite arasında ilişkilerin gelişmesine “genellikle” katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu cevaba bakılarak, üniversite ve endüstri işbirliğinin daha çok geliştirilmesi gerektiği ve akademi alanında yapılan çalışmaların daha çok endüstri işbirliği kullanılarak yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.22 Endüstri alanından soru 8’e ait cevaplar

SORU 8	2002		2018	
	n	%	n	%
Her zaman	10	25,00	22	33,33
Genellikle	29	75,00	44	66,67
Hayır	0	0,00	0	0,00



Şekil 4.22 Endüstri alanından 8.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.22’den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Genellikle” şıkkı %75,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Genellikle” şıkkı %66,67 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu üniversitelerinde yapılan projelerin endüstri ile üniversite arasında ilişkilerin gelişmesine “genellikle” katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu cevaptan endüstri ve akademi alanında işbirliğinin daha fazla olması gerektiği çıkarılmaktadır.

Soru 9: *Siz bir benzetim çalışması yapıyor olsanız, benzetim dili mi, benzetim paketi mi, yoksa bildiğiniz genel amaçlı bir programlama dili mi kullanırsınız?*

Çizelge 4.23 Akademik alandan soru 9’a ait cevaplar

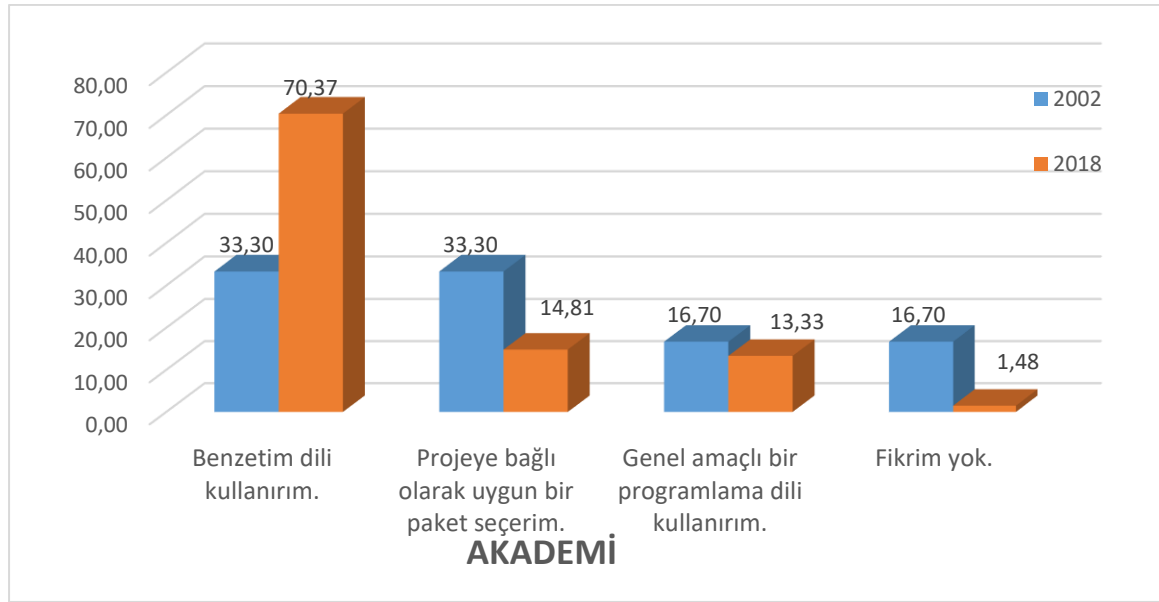
SORU 9	2002		2018	
	n	%	n	%
Benzetim dili kullanırım	9	33,30	190	70,37
Projeye bağlı olarak uygun bir paket seçerim	9	33,30	40	14,81
Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım	4	16,70	36	13,33
Fikrim yok	4	16,70	4	1,48

Akademide ve endüstride çalışanlardan gelen cevaplara bakıldığında benzetim dili kullanımının 2002 yılına göre 2018’de büyük bir artış gösterdiği gözlenmektedir.

Dokuzuncu soruda benzetim dili kullanmayı tercih eden akademisyenlerin %1,2’si SLAM, %4,3’ü GPSS, %2,4’ü Simscript ve %25,5’i SIMAN, endüstride çalışanların

ise %8,5'i SLAM, %6,4'ü GPSS, %5,3'ü Simscript ve %33'ü SIMAN kullanmayı tercih edeceklerini bildirmişlerdir.

Dokuzuncu soruda projeye bağlı olarak uygun bir paket tercih eden akademisyenlerin %4,7'si SimFactory, %9,4'ü Promod, %18,8'i AutoMod, %18,8'i WITNESS, %18,8'i XCELL+, %15,6'sı Network II.5 ve %14,1'i Comnet II.5, endüstri çalışanlarının ise %17,7'si SimFactory, %3,2'si Promod, %35,5'i AutoMod, %11,3'ü WITNESS, %17,7'si XCELL+, %3,2'si Network II.5, %1,6'sı CACI ve %9,7'si Comnet II.5 paketlerini tercih ettikleri gözlenmektedir.

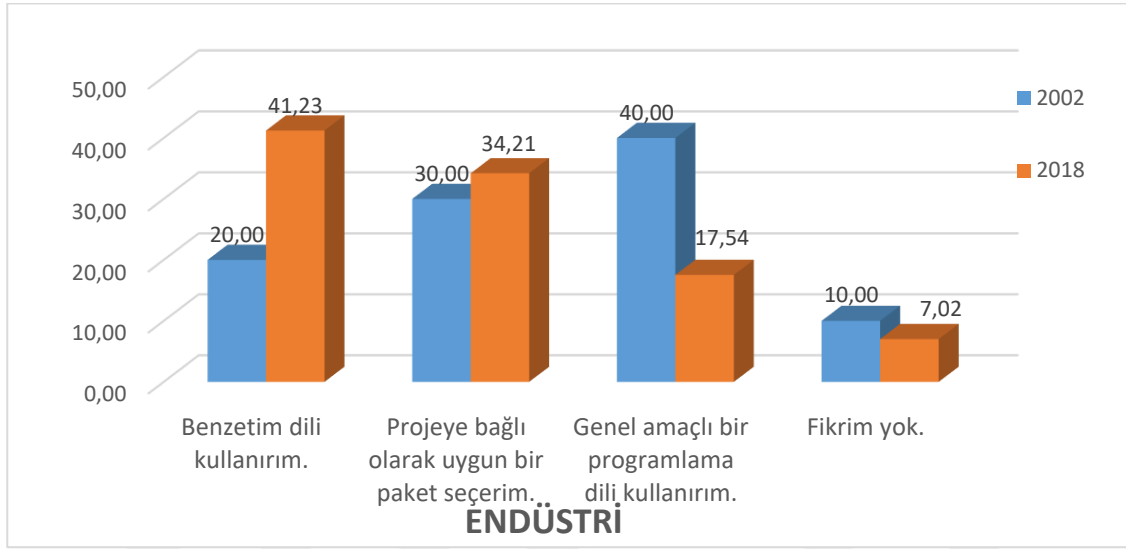


Şekil 4.23 Akademik alandan 9.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.23'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında "Benzetim dili kullanırım" ve "Projeye bağlı olarak uygun bir paket seçerim" şıkları %33,30 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Benzetim dili kullanırım" şıkkı %70,37 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$) Buradan akademi de benzetim dili kullanmanın, yararlarının bilindiği ve kullanma eğiliminin arttığı söylenebilir.

Çizelge 4.24 Endüstri alanından soru 9'a ait cevaplar

SORU 9	2002		2018	
	n	%	n	%
Benzetim dili kullanırım	8	20,00	47	41,23
Projeye bağlı olarak uygun bir paket seçerim	11	30,00	39	34,21
Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım	15	40,00	20	17,54
Fikrim yok	4	10,00	8	7,02



Şekil 4.24 Endüstri alanından 9.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.24'den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım.” şıkkı %40,00 oranında işaretlenmişken bu oran 2018 yılında %17,54’ düşmüştür. 2018 yılında “Benzetim dili kullanırım.” şıkkı %41,23’e yükselmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur($p=0,02<0,05$).

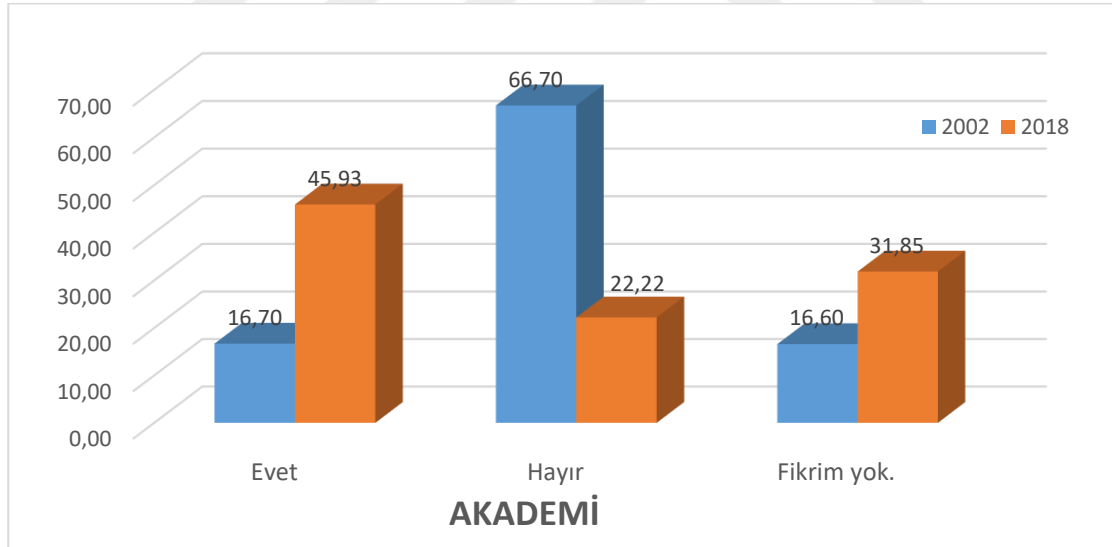
Benzetim çalışması yapılıyorsa ve kodlama yapılacaksa ilk tercih her zaman benzetim dili kullanmak olmalıdır ancak eğer benzetim dili ile kodlama yapılmayacaksa probleme uygun olarak bir paket seçilebilir. Endüstri alanında, 2002 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu benzetim çalışması yapılırken genel amaçlı bir programlama dili kullanmayı tercih ederken 2018 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu benzetim dili kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu da gösteriyor ki benzetimin ve benzetim programlarının hem bilinirliği hem de kullanılabilirliğinin yıllar içinde artış gösterdiği düşünülmektedir.

Soru 10: Ülkemizde endüstri kuruluşları benzetim projesi için dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih eder mi?

Çizelge 4.25 Akademik alandan soru 10'a ait cevaplar

SORU 10	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	4	16,70	124	45,93
Hayır	17	66,70	60	22,22
Fikrim yok	4	16,60	86	31,85

Gelen cevaplarda akademide çalışanlar danışmanlık hizmeti alma konusuna çoğunlukla olumsuz ya da fikrim yok şeklinde cevap vermişlerdir. Endüstride çalışan kişilerin çoğunluğu ise dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih etmektedirler. Akademi alanında aktif olarak projeler uygulamaya konulmadığı için verilen cevapların olumsuz olduğu düşünülmektedir. Endüstride şirketlerin kendi bünyelerinde benzetim bilgisine sahip ekip bulundurmadıkları ve gerektiğinde dışarıdan danışmanlık hizmeti alarak benzetim kullanımını uyguladıkları tahmin edilmektedir.



Şekil 4.25 Akademik alandan 10.sorunun dağılım grafiği

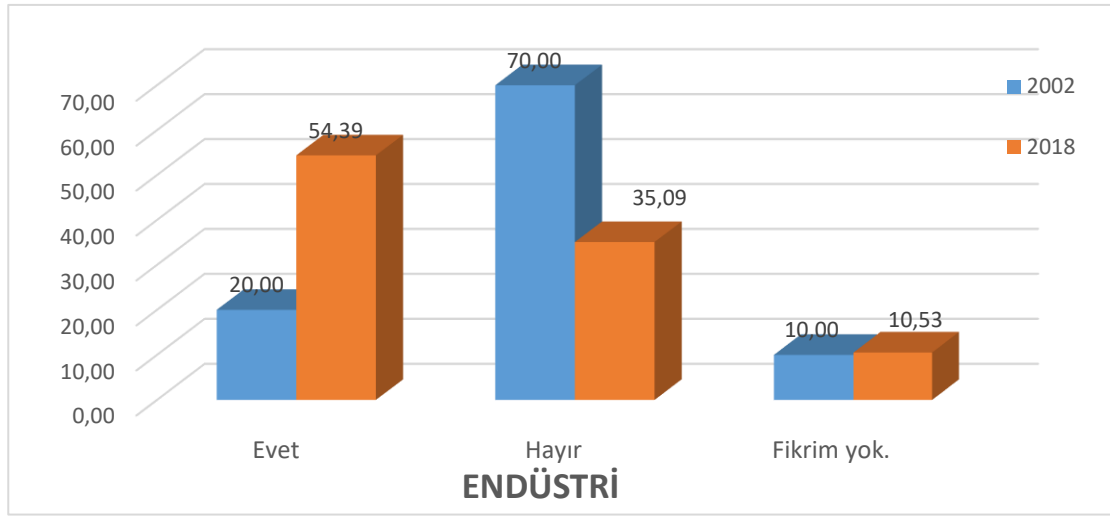
Şekil 4.25'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında "Hayır" şıkkı %66,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Evet" şıkkı %45,93 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,00<0,05$)

Akademi alanında 2018 yılında çoğunlukla endüstri kuruluşlarının benzetim projesi için dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih edeceği düşünülmektedir. Bu da

2002-2018 yılları arasında hem şirket sahiplerinin hem de yetişen personelin benzetim ile ilgili bilgisinin gün geçtikçe arttığını ihtiyaçları olduğunda akademiye başvurdıklarını düşündürmektedir.

Çizelge 4.26 Endüstri alanından soru 10'a ait cevaplar

SORU 10	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	8	20,00	62	54,39
Hayır	27	70,00	40	35,09
Fikrim yok	4	10,00	12	10,53



Şekil 4.26 Endüstri alanından 10.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.26'dan görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında "Hayır" şıkkı %70,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Evet" şıkkı %54,39 oranında işaretlenmiştir. Endüstri sektöründe çalışanlar ise 2018 yılına gelindiğinde danışmanlık hizmeti alınması yönünde bir görüşe sahip olmuşlardır. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p = 0,00 < 0,05$)

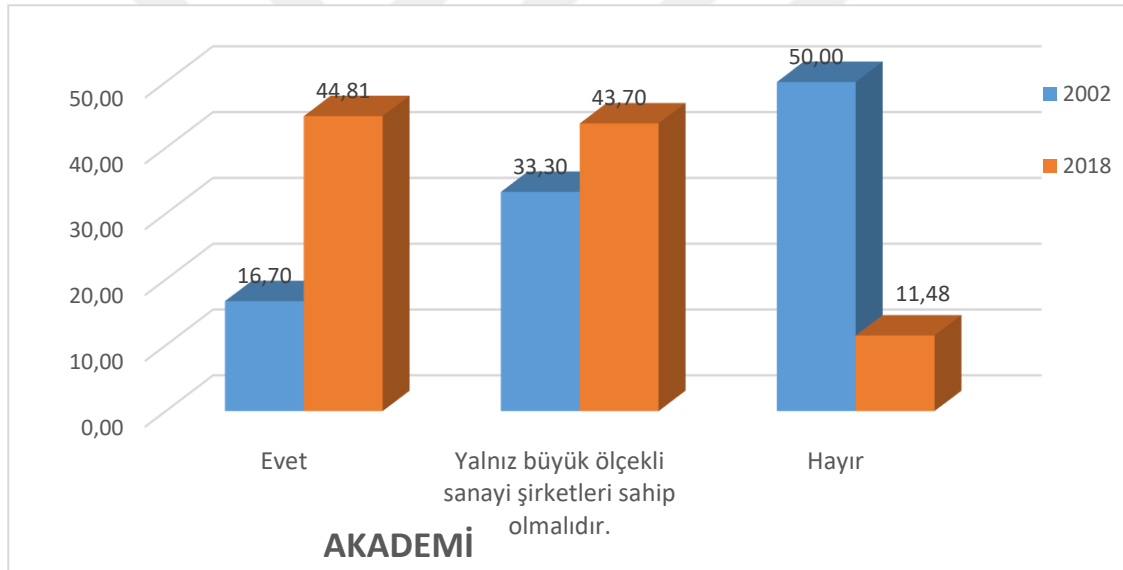
Endüstri alanında zihniyetin değiştiği ve çoğunlukla endüstri kuruluşlarının benzetim projesi için dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih edeceği görülmektedir. 2002-2018 yılları arasında hem şirket sahiplerinin hem de yetişen personelin benzetim ile ilgili bilgisinin gün geçtikçe arttığı düşünülmektedir.

Soru 11: Sizce bir kurum kendi benzetim takımına sahip olmalı mıdır?

Bu soruya, endüstride çalışan kişilerin çoğunluğu, “Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri kendi benzetim takımına sahip olmalıdır” diye cevaplarken, akademide çalışanların “dışarıdan destek alınması ve büyük ölçekli endüstri şirketlerinin kendi benzetim takımına sahip olmaları” cevaplarını birbirine yakın ölçüde verdikleri görülmektedir.

Çizelge 4.27 Akademik alandan soru 11’e ait cevaplar

SORU 11	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	4	16,70	121	44,81
Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri sahip olmalıdır	9	33,30	118	43,70
Hayır	13	50,00	31	11,48



Şekil 4.27 Akademik alandan 11.sorunun dağılım grafiği

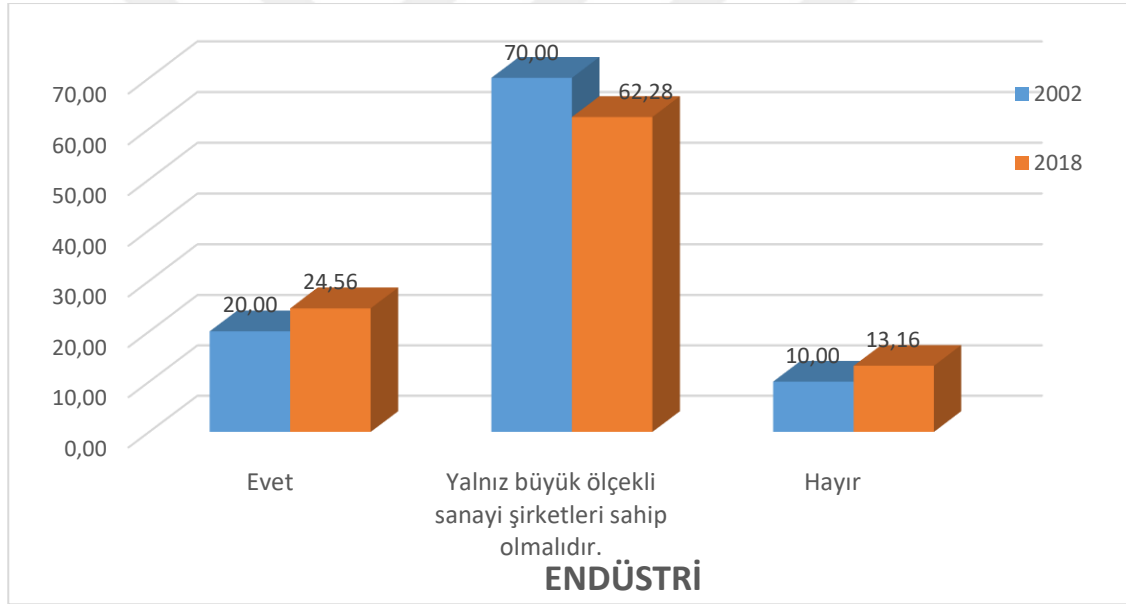
Şekil 4.27’den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Hayır” şıkkı %50,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %44,81 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Akademi alanında 2018 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu bir kurumun kendi benzetim takımına sahip olması gerektiği kanısında olsa da benzetim takımı kurmak bazen şirketler için maliyetli olabilmektedir. Bir benzetim takımı kurulması için temel

gereklilikler vardır. Bunlar benzetim programı satın alınması, deneyimli personelden oluşan benzetim takımı kurulması ya da şirket personeline benzetim ile ilgili eğitim verilmesi vb. Ayrıca hangi proseslerde benzetim takımı oluşturulması gerektiğine karar verilmelidir. Proseste çalışan kişiler de benzetim programı ile ilgili azami bilgiye sahip olmalıdır. Bu durumdan dolayı şirket içerisinde bir benzetim takımının kurulması oldukça maliyetli ve özverili bir çalışma gerektirmektedir.

Çizelge 4.28 Endüstri alanından soru 11'e ait cevaplar

SORU 11	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	8	20,00	28	24,56
Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri sahip olmalıdır	27	70,00	71	62,28
Hayır	4	10,00	15	13,16



Şekil 4.28 Endüstri alanından 11.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.28'den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri sahip olmalıdır.” şıkkı %70,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında da aynı şık %62,28 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

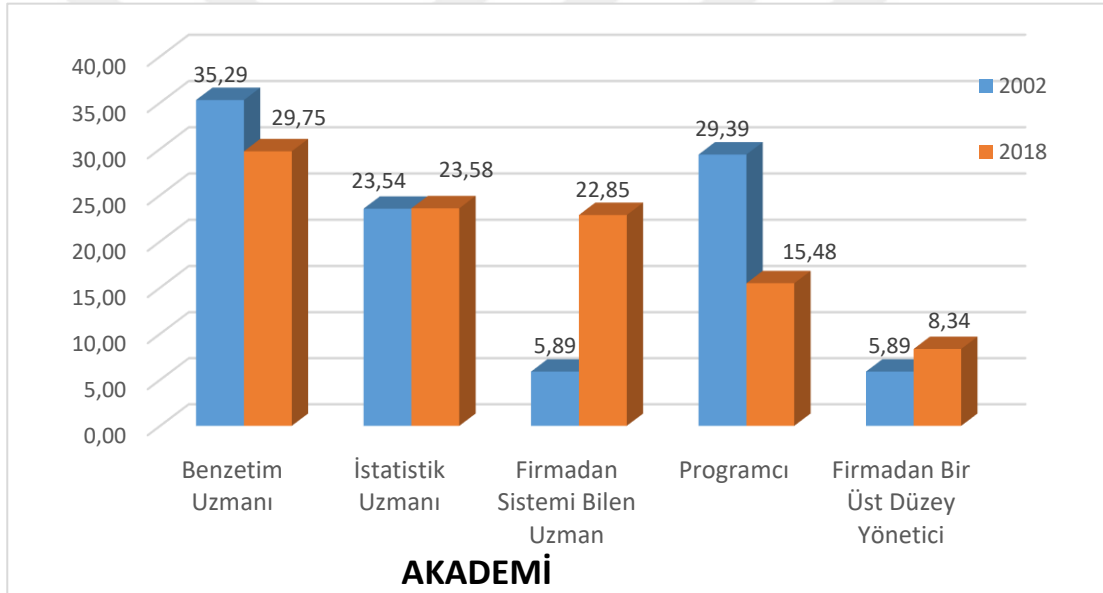
Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu yalnız büyük ölçekli endüstri şirketlerinin benzetim takımına sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Soru 12: Bir benzetim projesinde hangi disiplinlerden uzman kişiler çalışmalıdır?

Gelen cevaplar incelendiğinde benzetim uzmanı ve firmadan sistemi bilen bir uzman kişi başta olmak üzere istatistik uzmanı, programcı ve firmadan bir üst düzey yöneticinin çalışması gerektiği yönünde cevap verildiği görülmektedir.

Çizelge 4.29 Akademik alandan soru 12'ye ait cevaplar

SORU 12	2002		2018	
	n	%	n	%
Benzetim Uzmanı	9	35,29	246	29,75
İstatistik Uzmanı	6	23,54	195	23,58
Firmadan Sistemi Bilen Uzman	2	5,89	189	22,85
Programcı	8	29,39	128	15,48
Firmadan Bir Üst Düzey Yönetici	2	5,89	69	8,34



Şekil 4.29 Akademik alandan 12.sorunun dağılım grafiği

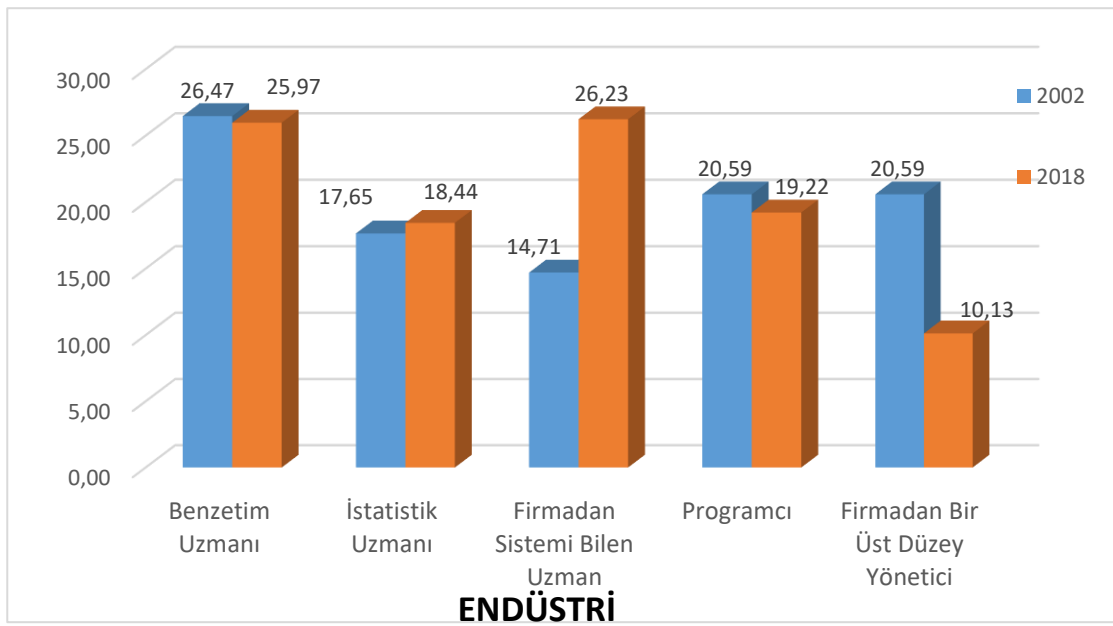
Şekil 4.29'dan görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında "Benzetim uzmanı" şıkkı %35,29 oranında işaretlenmişken 2018 yılında yine aynı şık %29,75 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu benzetim projesinde en çok benzetim uzmanı, istatistikçi ve firmadan sistemi bilen uzman çalışması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca verilen cevaplar göz önüne alındığında, bu düşüncenin

benzetim takımında olması gereken kişileri tanımladığı ve bu cevabın doğru olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.30 Endüstri alanından soru 12'ye ait cevaplar

SORU 12	2002		2018	
	n	%	n	%
Benzetim Uzmanı	10	26,47	100	25,97
İstatistik Uzmanı	7	17,65	71	18,44
Firmadan Sistemi Bilen Uzman	6	14,71	101	26,23
Programcı	8	20,59	74	19,22
Firmadan Bir Üst Düzey Yönetici	8	20,59	39	10,13



Şekil 4.30 Endüstri alanından 12.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.30'dan görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Benzetim uzmanı” şıkkı %26,47 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Firmadan Sistemi Bilen Uzman” şıkkı %26,23 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Endüstri alanında 2002 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu benzetim projesinde en çok benzetim uzmanı çalışması gerektiğini belirtirken 2018 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu firmadan sistemi bilen uzman kişilerin de çalışması gerektiğini belirtmişlerdir.

2002 ve 2018 yıllarında verilen cevaplar dikkate alındığında, her iki yıl için de şıkların tercih oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bir benzetim projesinde

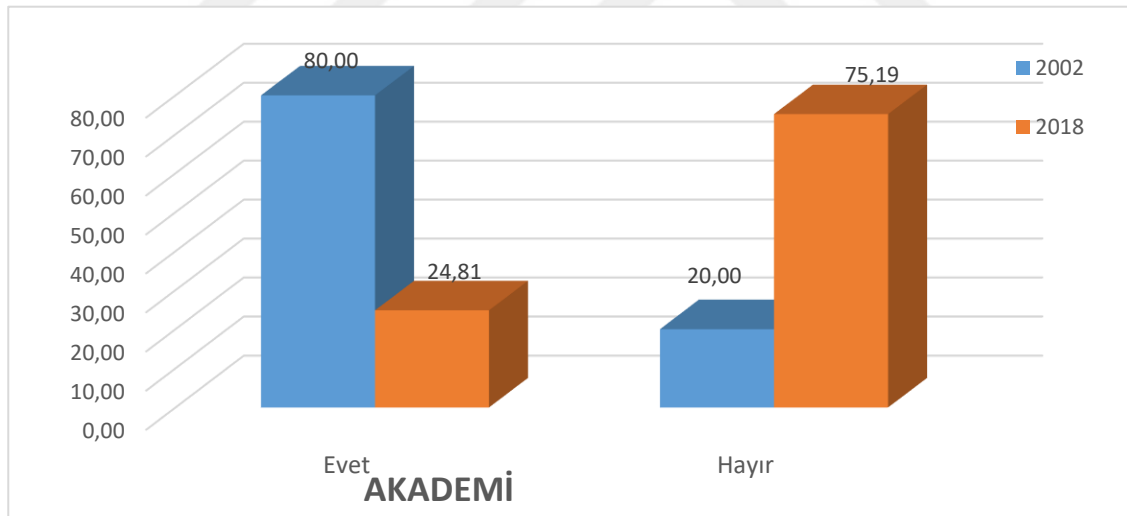
benzetim uzmanının, yapılacak olan işleri açıklaması ve planlaması için şirketten bir personelin, girdi ve çıktı analizinin yapılması için istatistik uzmanının, yapılacak olan benzetim ile ilgili uygulamanın kodlanması için bir programcının ve uygulanacak olan metodoloji ve uygulama onayları için firmadan bir yöneticinin bulunması gerektiği, bunun sonucunda bu kişilerle bir benzetim takımı oluşturulması ve bu takımın benzetim tekniğinin uygulanacağı projeyi yürütmesi gerektiği düşünülmektedir.

Soru 13: Öğrenciliğiniz veya çalışma hayatınız sırasında bir benzetim projesi çalışma grubunda yer aldınız mı?

Gelen cevaplarda akademik ve endüstri alanlarının büyük bölümünün bir benzetim projesi çalışma grubunda yer almadığı görülmektedir.

Çizelge 4.31 Akademik alandan soru 13'e ait cevaplar

SORU 13	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	21	80,00	67	24,81
Hayır	5	20,00	203	75,19



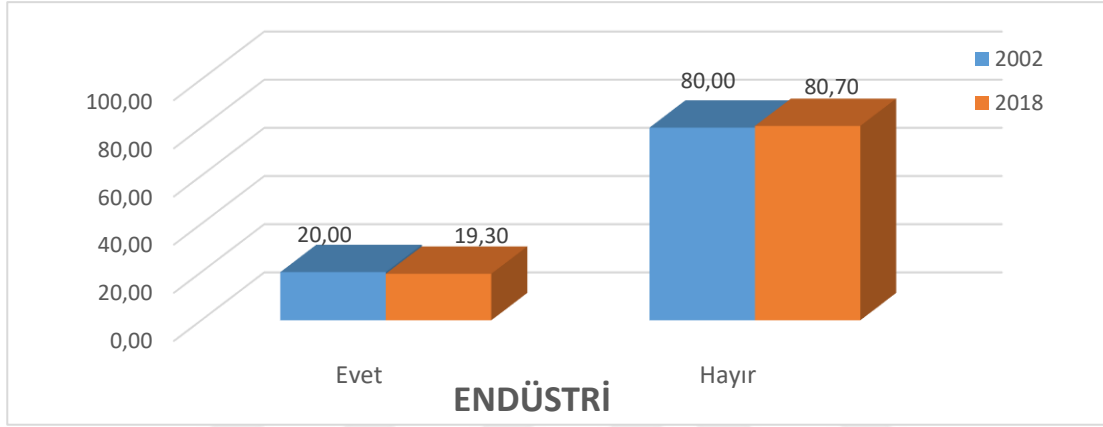
Şekil 4.31 Akademik alandan 13.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.31'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında "Evet" şıkkı %80,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Hayır" şıkkı %75,19 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,00<0,05$)

Akademi alanında 2018 yılında ankete cevap verenlerin çoğunluğu benzetim projesinde yer almadıklarını belirtmişlerdir. Cevaplardan akademide çalışanların benzetimi projelerde kullanmadığı yönünde bir sonuç çıkarılabilir.

Çizelge 4.32 Endüstri alanından soru 13'e ait cevaplar

SORU 13	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	8	20,00	22	19,30
Hayır	30	80,00	92	80,70



Şekil 4.32 Endüstri alanından 13.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.32’den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Hayır” şıkkı %80,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Hayır” şıkkı %80,70 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu öğrencilikleri döneminde veya çalışma hayatları sırasında bir benzetim projesi çalışma grubunda yer almadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca benzetim gruplarında yer alma durumlarının 2002 ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Akademide ve endüstride çalışanların benzetimi yeterince kullanmadığı ve bu teknikten yeterince yararlanmadıkları sonucuna varılmıştır.

Soru 14: Benzetimle ilgili yaptığınız projelerden sizce en önemli olan 3 tanesini belirtiniz.

Çizelge 4.33 2002 yılında soru 14'e ait bilgiler

PROJE ADI	DESTEKLEYEN KURUM
Türk Silahlı Kuvvetleri Projeleri	TSK
Montaj hattı dengeleme	Üniversite Araştırma Fonu
Mevcut bir üretim hattı üzerinde itme ve çekme sistemlerinin karşılaştırılması	Devlet Planlama Teşkilatı
Tam zamanında Üretim Sisteminde kanban sayısının optimizasyonu	
Hava harekatı simülasyonu	Hava Kuvvetleri Komutanlığı
Tanker uçak ihtiyaç analizi için görev simülasyonu	Hava Kuvvetleri Komutanlığı
F-16 Uçağının ömür Devri Maliyetlerinin Belirlenmesi	Hv.K.K.lığı ve Prof.Dr.KUTAY ve Prof.Dr.DENGİZ
Komuta Kontrol ve Muhabere Ağlarının Simülasyonu	Gnkur. Bşk.lığı ve Prof. Dr. Berna DENGİZ
Personel Dinamikleri Simülasyonu	KANADA Milli Savunma Bakanlığı İnsan gücü Analizleri Direktörlüğü
Pilot benzetimi	Milli Savunma Bakanlığı
Dağıtık benzetim ortamları	Milli savunma Bakanlığı
Üretim Planlama	Özen Mefruşat
Atölye tipi üretimin benzetimle incelenmesi	Özel Sektör
Liman benzetimi	Kamu sektörü
Fırat Tıp Merkezi Göz Kliniği için bir benzetim çalışması	
Tamir-bakım ekibinin genişliğinin bulunması için benzetim çalışması	Gazi Üniversitesi 4. Sınıf Dönem Projesi

Çizelge 4.34 2018 yılında soru 14'e ait bilgiler

PROJE ADI	DESTEKLEYEN KURUM
Acil servis verimliliği	Gazi Üni. Keçiören Eğitim Araştırma Hast.
Veznede bekleme süresi	Akbank
Ambulans konumlandırma sistemi	-
ASRS otomatik ambar kapasite programı	-
Banka iyileştirme projesi	Halkbank A.Ş. QNB Finansbank
Gereksiz zamanları azaltma	Arçelik
Benzetim	Gülhan kauçuk

Çizelge 3.34 devam ediyor

PROJE ADI	DESTEKLEYEN KURUM
Benzetim dersi projesi	Başkent Üniversitesi
	Gazi Üniversitesi
	Ziraat Bankası
	T.C.D.D.
	Verap Elek. A.Ş.
	Homemadeburger
Boyahane hattı dengeleme	Man A.Ş.
Montaj hattının yeniden tasarımı	TUSAŞ
	TAI
Çankaya belediyesi katı atık yönetimi	Başkent Üni. Bitirme Projesi
Fabrika içi trafik	Tofaş
Hastane simülasyon modeli	Gazi Üniversitesi Hastanesi
	Maya Göz Hastanesi
	Magnet Özel Hastanesi
Hizmet servis benzetimi	McDonalds
İletişim şebekeleri optimizasyonu	TÜBİTAK
Kalite sistemi geliştirilmesi	Devlet Planlama Teşkilatı
Kargo benzetim projesi	PTT
Kart üretim hattı	Aselsan
Kompozit imalat benzetim	TAI
Masa atama	Marcho Pasha
Modem bağlama benzetimi	Turkcell
Müşterilerin kuyruk oluşturmaya yönelik benzetim çalışması	Kahve Dünyası
	Carribo Coffee
Panel üretim hattının iyileştirilmesi	TUSAŞ
PTT Maltepe şubesi kuyruk çalışması	Gazi Üni.
Sistem analiz tasarımı	Koblay ekmek fırını
	Tanatar kalıp-pres
Sistem servis zamanının analizi	Starbucks coffee
Su fatura kuyruğu	ASKİ

Çizelge 4.33 ve 4.34 incelendiğinde öğrencilerin 2002- 2018 yılları arasında benzetim dersi projelerinde de aktif gerçek sistemlerde çalışmalar yaptıkları ayrıca devlet kurumları ile ilgili projelerde artış olduğu görülmektedir.

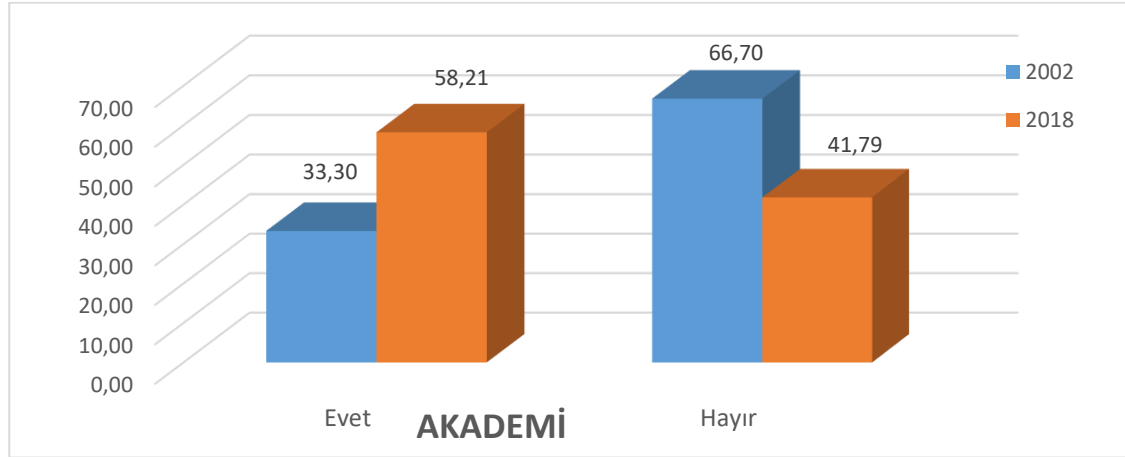
Soru 15: *Bu projede " Benzetim Eniyilemesi " yaklaşımını kullandınız mı?*

Gelen cevaplara bakıldığında akademide ve endüstride çalışanlardan benzer cevaplar geldiği ve hem akademi hem de endüstri alanında çalışanların çoğunlukla benzetim eniyilemesi uyguladığı görülmektedir.

Çizelge 4.35 Akademik alandan soru 15'e ait cevaplar

SORU 15	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	9	33,30	39	58,21
Hayır	17	66,70	28	41,79

Akademi ve endüstri çalışanlarından gelen cevaplara bakıldığında, benzetim eniyilemesi kullanan kişilerin sayıları 2018 yılında 2002 yılına göre artış göstermiştir.



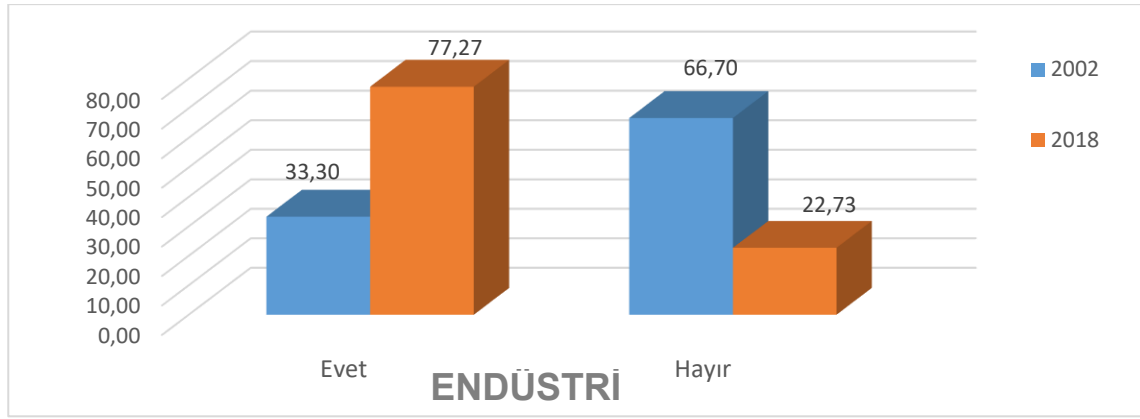
Şekil 4.33 Akademik alandan 15.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.33'den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında "Hayır" şıkkı %66,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında "Evet" şıkkı %58,21 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p = 0,04 < 0,05$)

Akademi alanında 2018 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu yaptıkları projelerinde benzetim eniyilemesi yöntemini kullandıklarını belirtmişlerdir. 2002 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğunun ise daha başka yöntemler kullandığı anlaşılmaktadır. Yıllar içerisinde benzetim kullanımları arasında benzetim eniyilemesi kullanım oranının arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.36 Endüstri alanından soru 15'e ait cevaplar

SORU 15	2002		2018	
	n	%	n	%
Evet	13	33,30	17	77,27
Hayır	25	66,70	5	22,73



Şekil 4.34 Endüstri alanından 15.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.34'den görülebileceği üzere 2002 yılında endüstri alanında “Hayır” şıkkı %66,70 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Evet” şıkkı %77,27 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Endüstri alanında 2018 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu yaptıkları benzetim projelerinde benzetim eniyilemesi yöntemini kullandıklarını belirtmiş, 2002 yılında anketi cevaplayanların çoğunluğu ise daha başka yöntemler kullandığını belirtmişlerdir. Yıllar içerisinde benzetim çalışmalarında benzetim eniyilemesinin kullanım oranının arttığı görülmektedir.

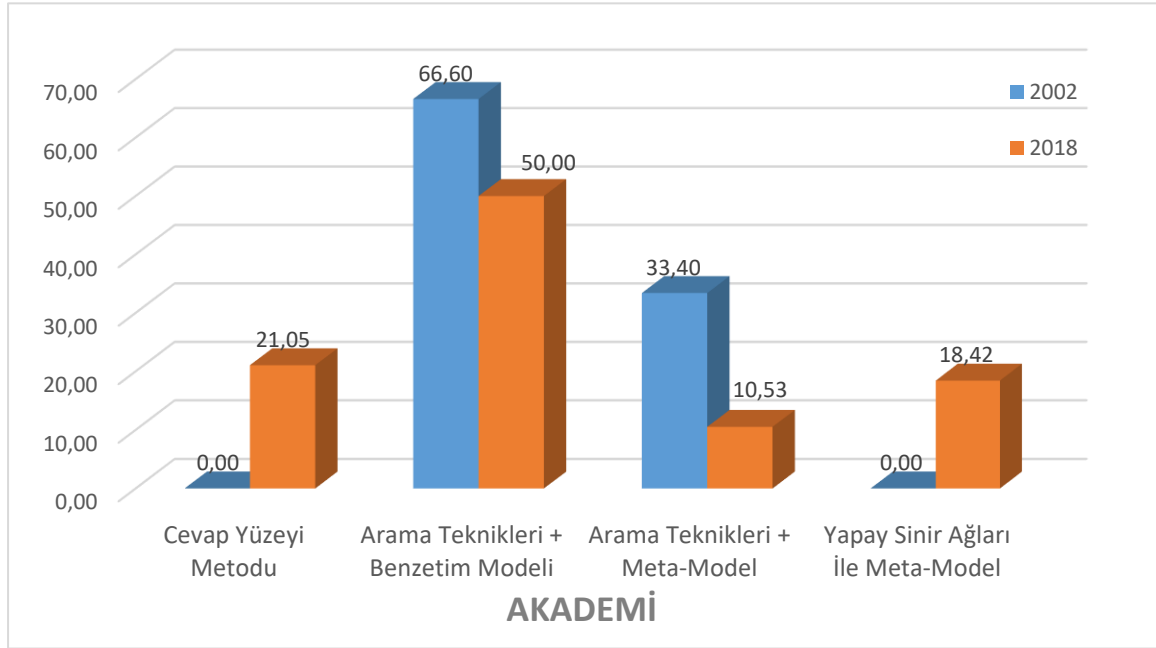
Bölüm 3.6.1. ve 3.6.2'den ve anket uygulamasından elde edilen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Yapılan anket sonucunda bir problem çözümünde kullanılan teknikler arasında istatistiksel analiz en çok tercih edilen yöntemdir. Ancak benzetim kullanımı geçen 16 yıl içerisinde artış göstermiştir. Ayrıca yapılan benzetim çalışmalarında benzetim eniyilemesinin en çok tercih edilen yöntem olduğu görülmektedir.

Soru 16: *Benzetim eniyilemesi yaptıysanız aşağıdaki tekniklerden hangisini kullandınız?*

On altıncı soruda on beşinci soruya evet cevabını veren kişilere benzetim eniyilemesi sırasında hangi teknikleri kullandıkları sorulmuştur. Gelen cevaplara bakıldığında akademi ve endüstri alanlarında çalışanların daha çok “Arama Teknikleri + Benzetim Modeli” ve “Cevap Yüzeyi Metodu” tekniklerini tercih ettikleri görülmektedir. 2002 yılında yapılan anketlerde de benzer cevaplar ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.37 Akademik alandan soru 16'ya ait cevaplar

SORU 16	2002		2018	
	n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Metodu	0	0,00	8	21,05
Arama Teknikleri + Benzetim Modeli	17	66,60	19	50,00
Arama Teknikleri + Meta-Model	9	33,40	4	10,53
Yapay Sinir Ağları İle Meta-Model	0	0,00	7	18,42



Şekil 4.35 Akademik alandan 16.sorunun dağılım grafiği

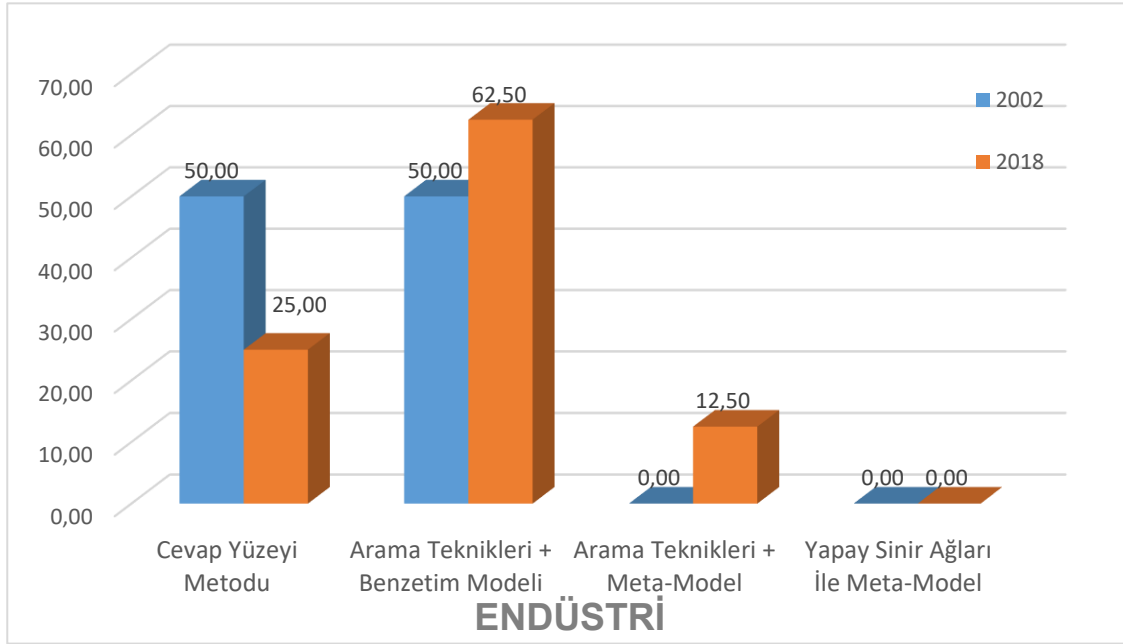
Şekil 4.35’den görülebileceği üzere 2002 yılında akademi alanında “Arama Teknikleri + Benzetim Modeli” şikkı %66,60 oranında işaretlenmişken 2018 yılında da aynı şık %50,00 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,00<0,05$)

Akademi alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu yaptıkları benzetim projelerinde “arama teknikleri ve benzetim modelini” bir arada kullandıklarını belirtmişlerdir.

Bu sonuçlar dünyada ve Türkiye’de benzetim eniyilemesi ve meta-model kullanımı ile ilgili kaynağa dayalı araştırmadan çıkan sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.38 Endüstri alanından soru 16'ya ait cevaplar

SORU 16	2002		2018	
	n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Metodu	19	50,00	4	25,00
Arama Teknikleri + Benzetim Modeli	19	50,00	10	62,50
Arama Teknikleri + Meta-Model	0	0,00	2	12,50
Yapay Sinir Ağları İle Meta-Model	0	0,00	0	0,00



Şekil 4.36 Endüstri alanından 16.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.36'dan görülebileceği üzere 2002 yılında Endüstri alanında “Cevap Yüzeyi Metodu” ve “Arama Teknikleri + Benzetim Modeli” şıkları %50,00 oranında işaretlenmişken 2018 yılında “Arama Teknikleri + Benzetim Modeli” şıkkı %62,50 oranında işaretlenmiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,04<0,05$)

Endüstri alanında anketi cevaplayanların çoğunluğu yaptıkları benzetim projelerinde “arama teknikleri ve benzetim modelini” bir arada kullandıklarını belirtmişlerdir.

4.10.3 2018 yılına ait anket sonuçlarının endüstri ve akademi alanlarına göre değerlendirilmesi

Bu bölümde 2018 yılına ait anket sonuçları akademi ve endüstri alanında karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır. 2018 yıllarında uygulanan anket sonuçlarının, akademi ve endüstri alanlarında istatistiksel anlamda farklı olup olmadıkları Ki-Kare testi ile değerlendirilmiştir. Verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark bulunup bulunmadığı her bir soru için ayrı ayrı yorumlanmıştır. Tüm analizler SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Hipotezler;

H₀ hipotezi: 2018 yılında akademi ve endüstri alanında verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark yoktur.

H₁ hipotezi: 2018 yılında akademi ve endüstri alanında verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark vardır.

şeklinde oluşturulmuştur.

2018 yılına ait endüstri ve akademi alanında Ki -Kare testi sonuçları Ek-4'de yer almaktadır.

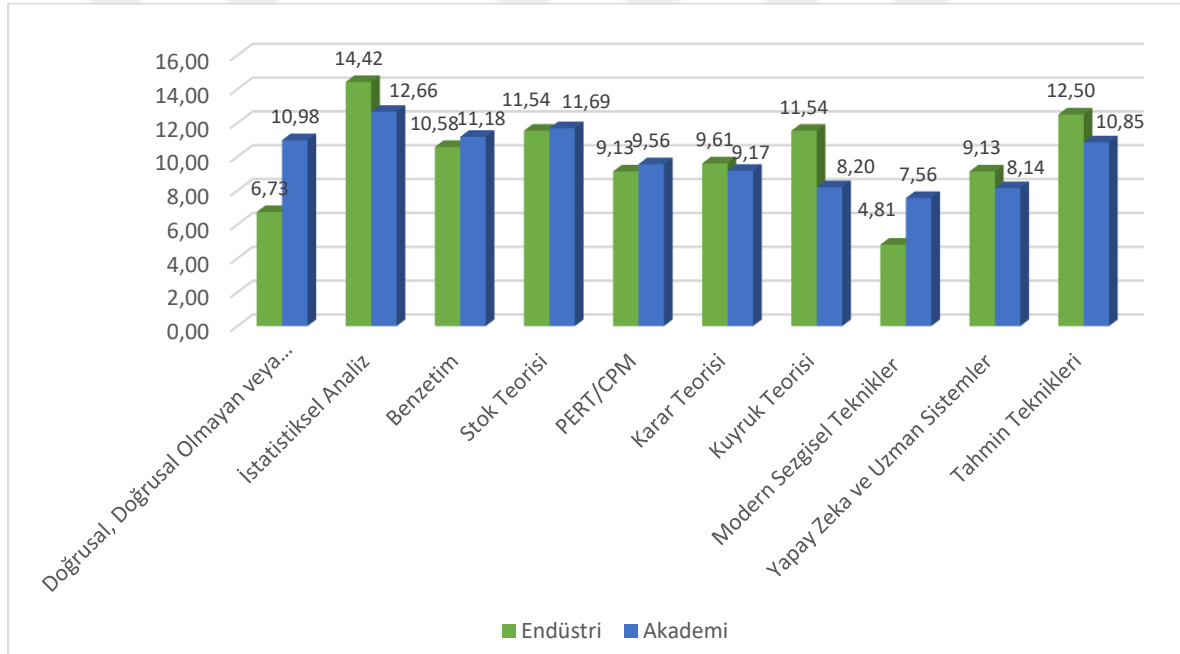
Anket Sonuçları

Soru 1: *Sizce endüstride aşağıda verilen kantitatif teknik ve teorilerden hangileri en çok kullanılmaktadır? Bunları kullanım derecelerine göre 1'den 10'a kadar numaralandırın.*

Çizelge 4.39'dan da görüldüğü üzere 2018 yılında akademi ve endüstri çalışanlarının çoğunluğu endüstride istatistiksel analiz, tahmin teknikleri, kuyruk teorisi ve akademi çalışanlarında ise istatistiksel analiz ve stok teorisi en çok kullanılan teknikler olarak ön plana çıkmaktadır. Şekil 4.37'de bu cevapların grafiksel gösterimidir.

Çizelge 4.39 Endüstri ve Akademi alanından Soru 1'e ait cevaplar

SORU 1	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Doğrusal, Doğrusal Olmayan veya Dinamik Programlama	14	6,73	170	10,98
İstatistiksel Analiz	30	14,42	196	12,66
Benzetim	22	10,58	173	11,18
Stok Teorisi	24	11,54	181	11,69
PERT/CPM	19	9,13	148	9,56
Karar Teorisi	20	9,61	142	9,17
Kuyruk Teorisi	24	11,54	127	8,20
Modern Sezgisel Teknikler	10	4,81	117	7,56
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	19	9,13	126	8,14
Tahmin Teknikleri	26	12,50	168	10,85



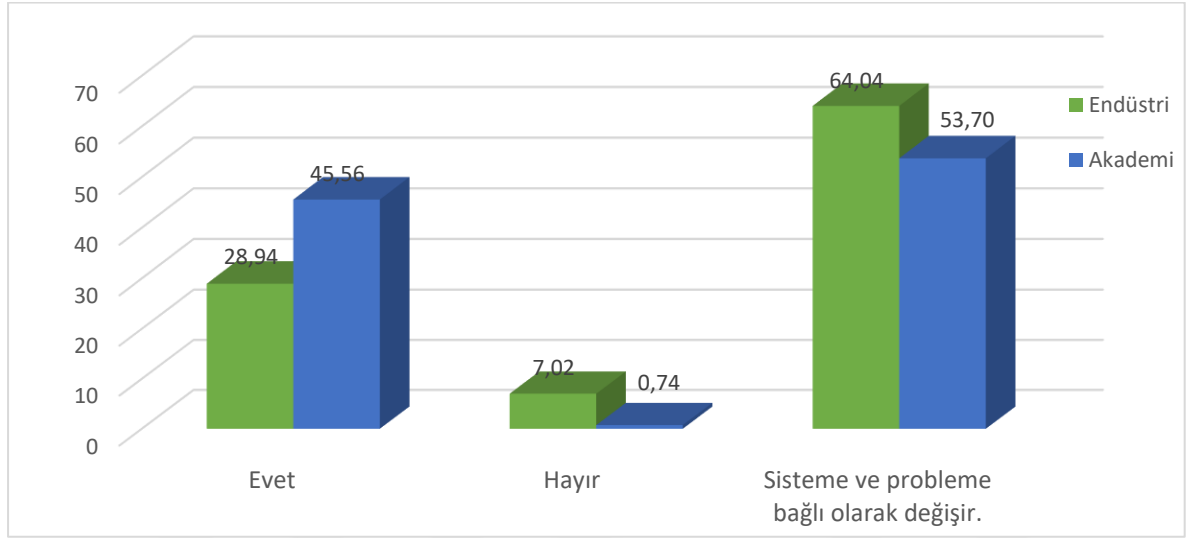
Şekil 4.37 Endüstri ve Akademi alanından 1.sorunun dağılım grafiği

Endüstri ve akademi çalışanlarında benzetim ve stok teorisi kullanımı eşit olduğu söylenebilir. Ancak modern sezgisel teknikler ile modellemenin daha çok kullanıldığı, kuyruk teorisi, tahmin teknikleri ve istatistiksel analiz yöntemlerinin ise endüstride daha çok kullanıldığı Şekil 3.37den görülmektedir. Kuyruk modelleri hazır paket programları olan bir yaklaşım olduğundan endüstride çalışan mühendislerin daha çok tercih ettiği söylenebilir. Ancak akademide de doğrusal ve doğrusal olmayan programlama ile modern sezgisel yöntemler ile daha detaylı araştırmalar yapıldığından bu sonucun çıkmasının normal olduğu söylenebilir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,00<0,05$)

Soru 2: Sizce benzetim, üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için önemli ve kullanışlı bir araç mıdır?

Çizelge 4.40 Endüstri ve Akademi alanından Soru 2'ye ait cevaplar

SORU2	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	33	28,94	123	45,56
Hayır	8	7,02	2	0,74
Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.	73	64,04	145	53,70



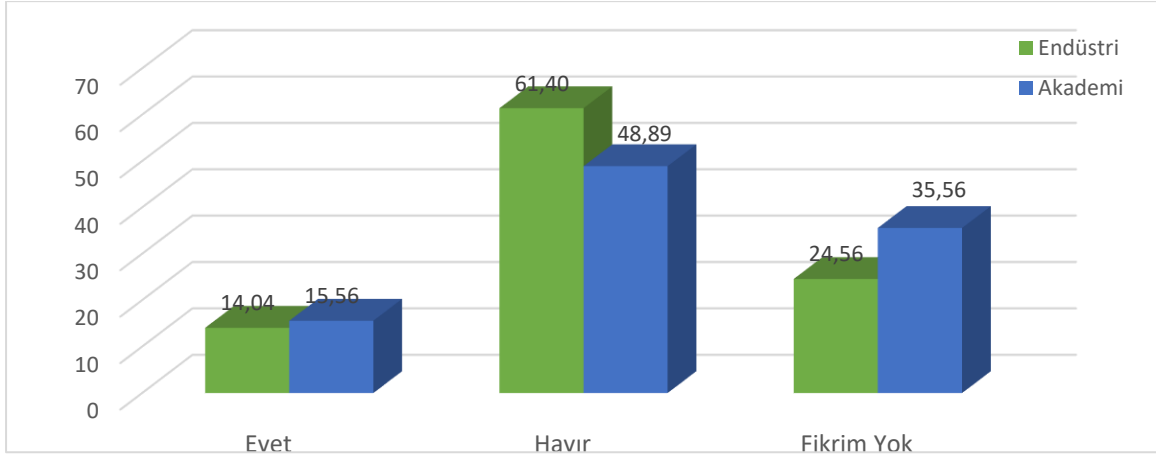
Şekil 4.38 Endüstri ve Akademi alanından 2.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.38'den görülebileceği üzere 2018 yılında endüstride çalışanlarının %64,04'ü "Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir." şikkını işaretlerken akademi çalışanlarının ise %45,56'sı "Evet", %53,70'i "Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir." şikkını işaretlemişlerdir. Gruplar arasında gözlenen bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$).

Soru 3: Sizce benzetim tekniği ülkemizde yaygın olarak kullanılıyor mu?

Çizelge 4.41 Endüstri ve Akademi alanından Soru 3'e ait cevaplar

SORU 3	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	16	14,04	42	15,56
Hayır	70	61,40	132	48,89
Fikrim Yok	28	24,56	96	35,56



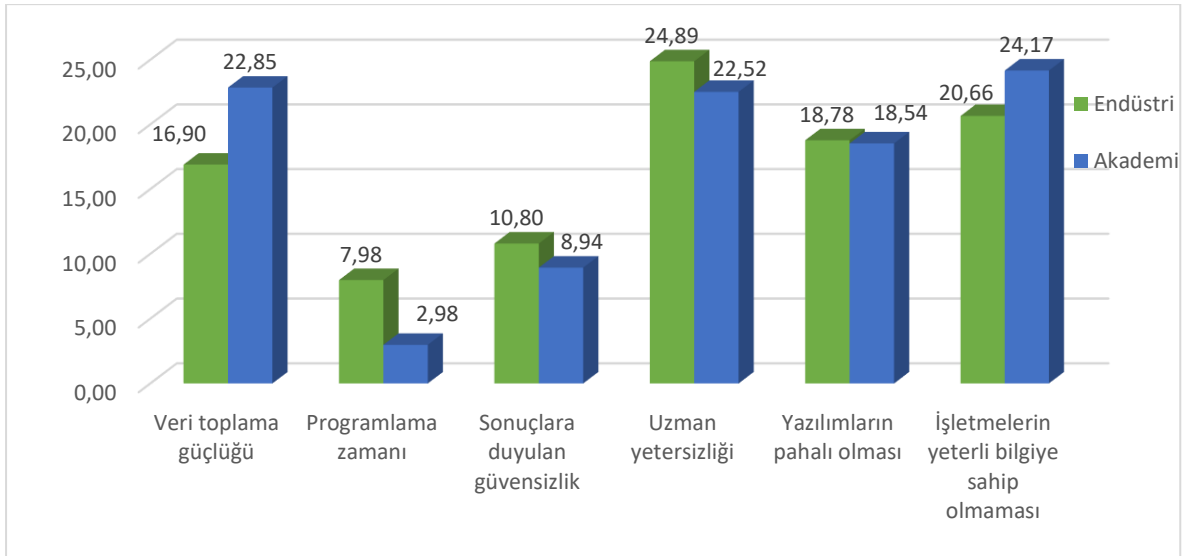
Şekil 4.39 Endüstri ve Akademi alanından 3.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.39'dan görülebileceği üzere 2018 yılında endüstri ve akademi çalışanlarının sırasıyla %61,40 ve % 48,89'u "Hayır", %14,04 ve %15,56'sı "Evet" şikkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Soru 4: *Benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasında sizce en önemli engeller nedir?*

Çizelge 4.42 Endüstri ve Akademi alanından Soru 4'e ait cevaplar

SORU 4	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Veri toplama güçlüğü	36	16,90	69	22,85
Programlama zamanı	17	7,98	9	2,98
Sonuçlara duyulan güvensizlik	23	10,80	27	8,94
Uzman yetersizliği	53	24,89	68	22,52
Yazılımların pahalı olması	40	18,78	56	18,54
İşletmelerin yeterli bilgiye sahip olmaması	44	20,66	73	24,17



Şekil 4.40 Endüstri ve Akademi alanından 4.sorunun dağılım grafiği

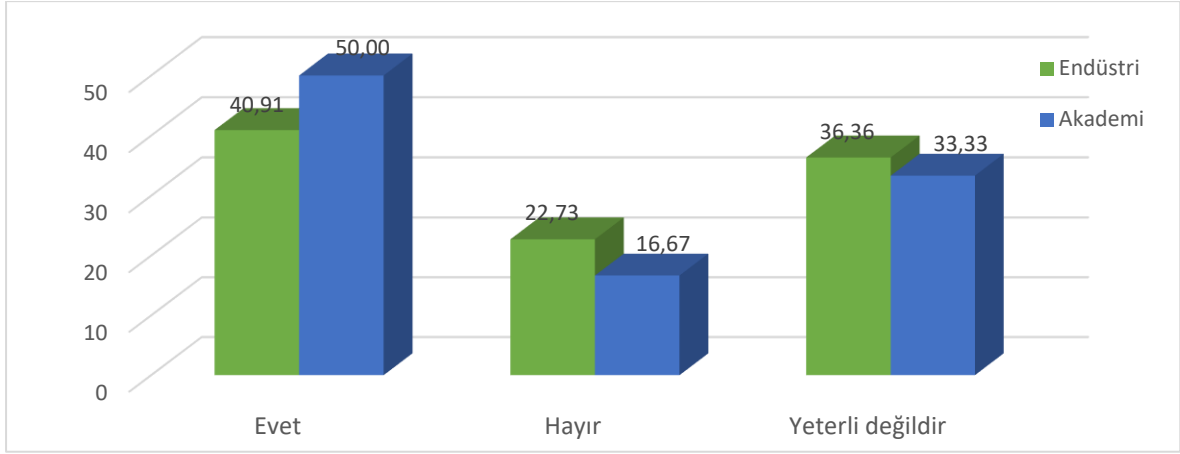
Şekil 4.40'dan görülebileceği üzere benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasının nedenini endüstri çalışanlarının %24,89'u uzman yetersizliği ve %20,66'sı işletmelerin yeterli bilgiye sahip olmaması şıklarını işaretlemişken akademi çalışanlarının %24,17'si işletmelerin yeterli bilgiye sahip olmaması, %22,52'si kullanılan uzman yetersizliği şıklarını işaretlemişlerdir. Veri toplama güçlüğü ve uzman yetersizliği özellikle Türkiye'de çok önemli bir problemdir ve anket sonuçları da bunu göstermektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Soru 5

a) *Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması yeterli midir?*

Çizelge 4.43 Endüstri ve Akademi alanından Soru 5'in a şıkına ait cevaplar

SORU 5 A	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	18	40,91	69	50,00
Hayır	10	22,73	23	16,67
Yeterli değildir	16	36,36	46	33,33



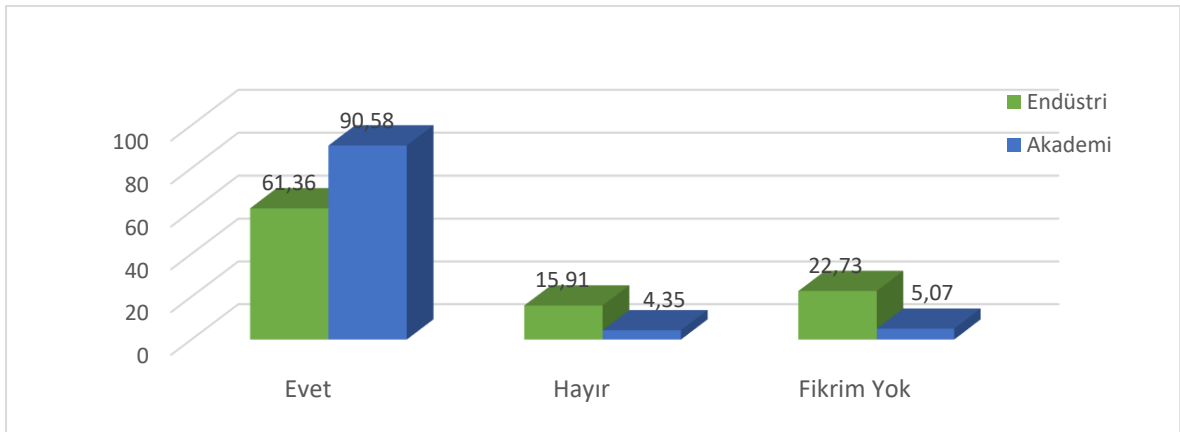
Şekil 4.41 Endüstri ve Akademi alanından 5.sorunun a şıkkının dağılım grafiği

Şekil 4.41'den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %40,91'i "Evet" şıkkını işaretlerken akademi çalışanlarının %50,00'si "Evet" şıkkını işaretlemiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

b) Bir endüstri mühendisi bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olmalı mıdır?

Çizelge 4.44 Endüstri ve Akademi alanından Soru 5'in b şıkkına ait cevaplar

SORU 5 B	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	27	61,36	125	90,58
Hayır	7	15,91	6	4,35
Fikrim Yok	10	22,73	7	5,07



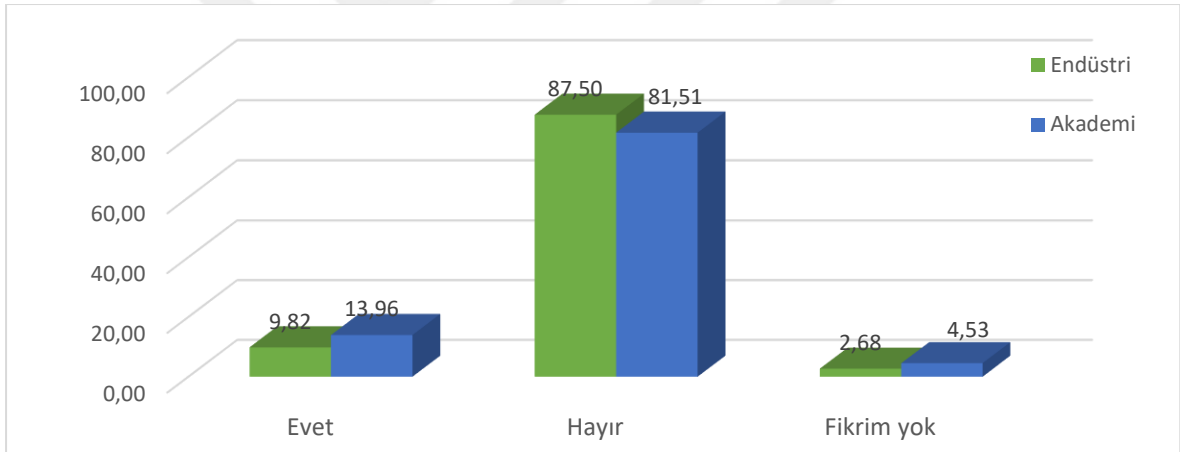
Şekil 4.42 Endüstri ve Akademi alanından 5.sorunun b şıkkının dağılım grafiği

Şekil 4.42’den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %61,36’sı “Evet” şikkını işaretlerken akademi çalışanlarının %90,58’i “Evet” şikkını işaretlemişlerdir. Ancak işaretleme yüzdeleri farklı olduğundan verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p<0,05$).

Soru 6: *Sizce, üniversiteler sadece benzetim metodolojisini öğretmekle yetinmeli midir?*

Çizelge 4.45 Endüstri ve Akademi alanından Soru 6’ e ait cevaplar

SORU 6	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	11	9,82	37	13,96
Hayır	98	87,50	216	81,51
Fikrim yok	3	2,68	12	4,53



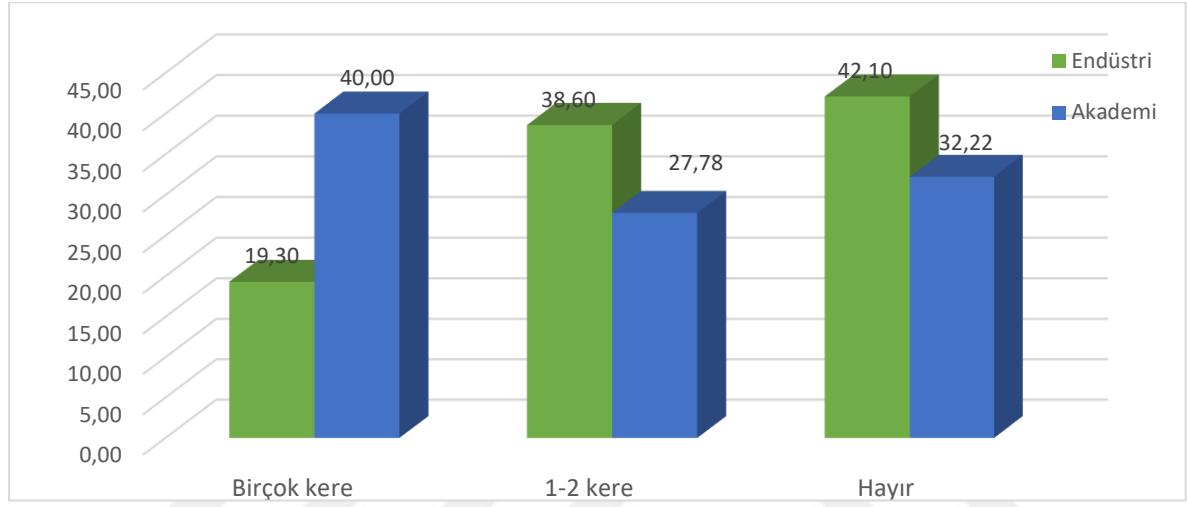
Şekil 4.43 Endüstri ve Akademi alanından 6.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.43’den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %87,50’si “Hayır” şikkını işaretlerken akademi çalışanlarının %81,51’i “Evet” şikkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,04<0,05$)

Soru 7: Siz veya mezun olduğunuz üniversite geçmiş 5 yıl içinde herhangi bir kuruma veya endüstride bir şirkete benzetim çalışması (proje veya danışmanlık) yaptı mı?

Çizelge 4.46 Endüstri ve Akademi alanından Soru 7'e ait cevaplar

SORU 7	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Birçok kere	22	19,30	108	40,00
1-2 kere	44	38,60	75	27,78
Hayır	48	42,10	87	32,22



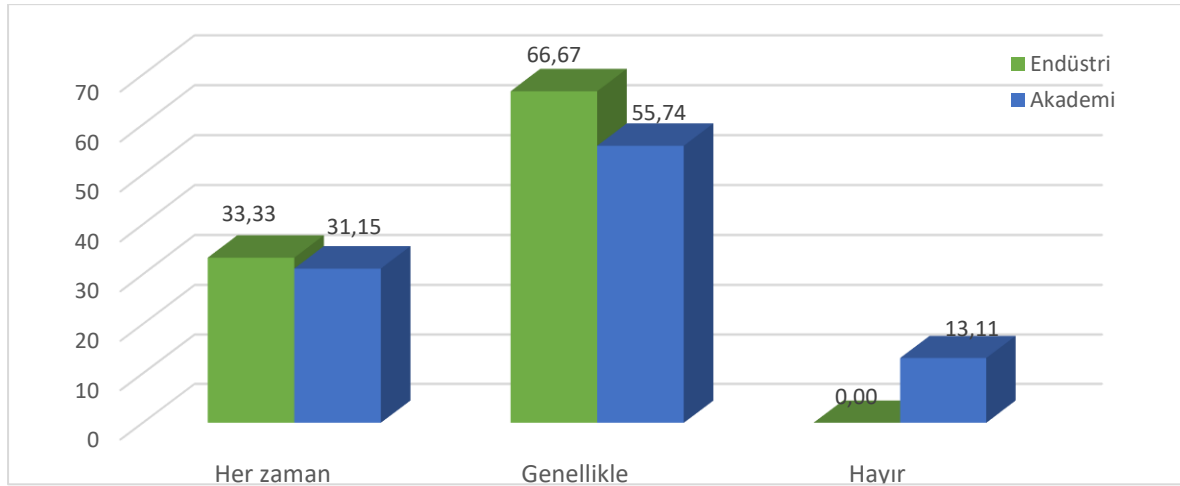
Şekil 4.44 Endüstri ve Akademi alanından 7.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.44'den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %42,10'u "Hayır" şıkkını işaretlerken akademi çalışanlarının %40,00'ı "Birçok kere" şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Soru 8: Size göre o projeler endüstri ile üniversite arasında ilişkilerin gelişmesine katkıda bulundu mu?

Çizelge 4.47 Endüstri ve Akademi alanından Soru 8'e ait cevaplar

SORU 8	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Her zaman	22	33,33	57	31,15
Genellikle	44	66,67	102	55,74
Hayır	0	0,00	24	13,11



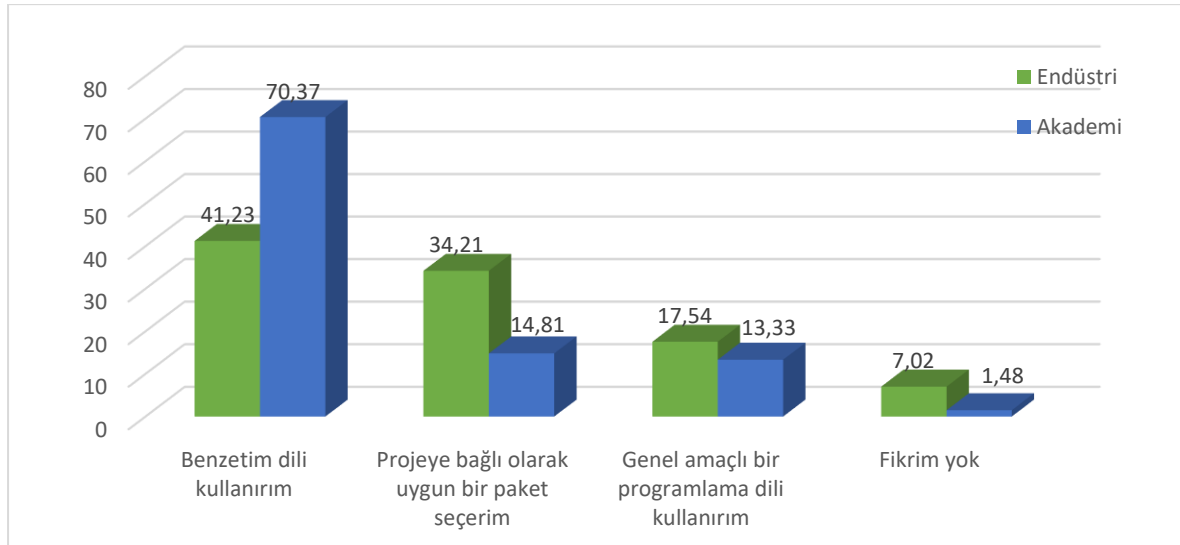
Şekil 4.45 Endüstri ve Akademi alanından 8.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.45’den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %66,67’si “Genellikle” şıkkını işaretlerken akademi çalışanlarının %55,74’ü “Genellikle” şıkkını işaretlemiştir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,04 < 0,05$)

Soru 9: *Siz bir benzetim çalışması yapıyor olsanız, benzetim dili mi, benzetim paketi mi, yoksa bildiğiniz genel amaçlı bir programlama dili mi kullanırsınız?*

Çizelge 4.48 Endüstri ve Akademi alanından Soru 9’e ait cevaplar

SORU 9	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Benzetim dili kullanırım	47	41,23	190	70,37
Projeye bağlı olarak uygun bir paket seçerim	39	34,21	40	14,81
Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım	20	17,54	36	13,33
Fikrim yok	8	7,02	4	1,48



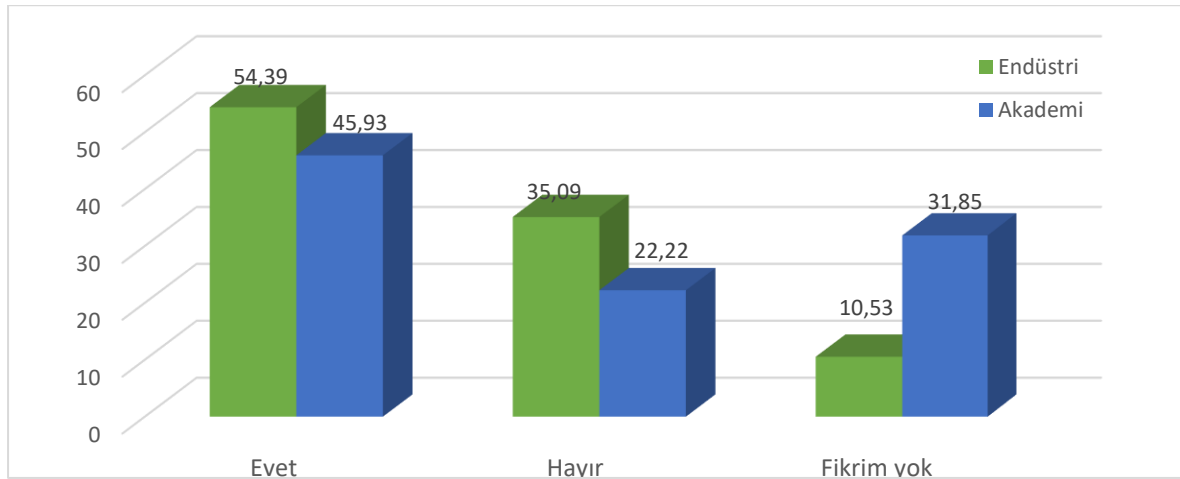
Şekil 4.46 Endüstri ve Akademi alanından 9.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.46'dan görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %41,23'ü "Benzetim dili kullanırım." şıkkını işaretlerken akademi çalışanlarının %70,37'si "Benzetim dili kullanırım" şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p = 0,04 < 0,05$)

Soru 10: Ülkemizde endüstri kuruluşları benzetim projesi için dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih eder mi?

Çizelge 4.49 Endüstri ve Akademi alanından Soru 10'a ait cevaplar

SORU 10	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	62	54,39	124	45,93
Hayır	40	35,09	60	22,22
Fikrim yok	12	10,53	86	31,85



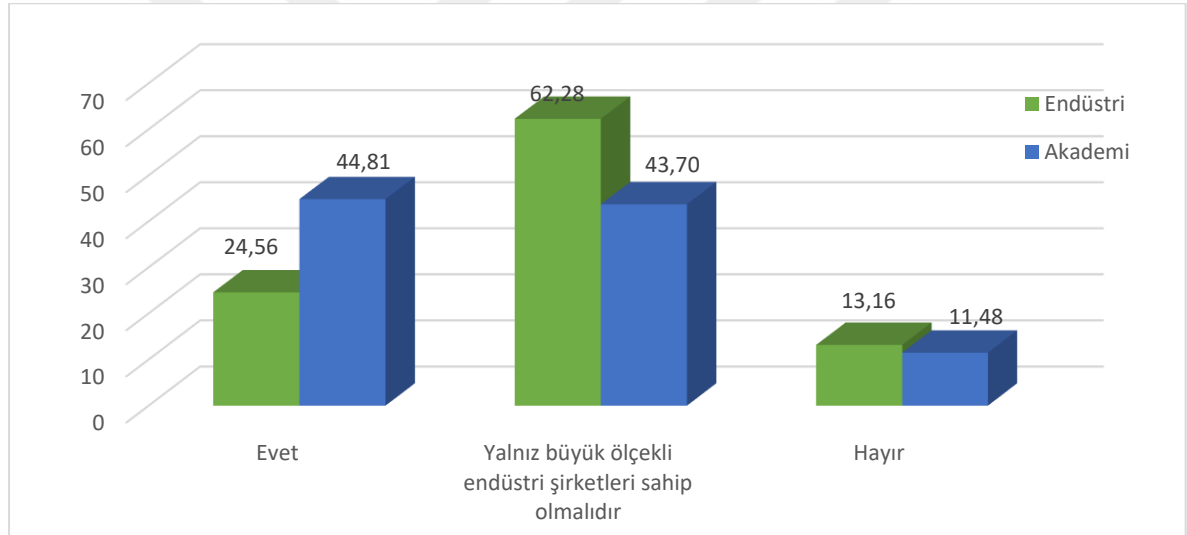
Şekil 4.47 Endüstri ve Akademi alanından 10.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.47’den görülebileceği üzere endüstri çalışanları %54,39 oranıyla en çok “Evet” şıkkını işaretlerken akademi çalışanları %45,93 oranıyla “Evet” şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,04<0,05$)

Soru 11: Sizce bir kurum kendi benzetim takımına sahip olmalı mıdır?

Çizelge 4.50 Endüstri ve Akademi alanından Soru 11’e ait cevaplar

SORU 11	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	28	24,56	121	44,81
Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri sahip olmalıdır	71	62,28	118	43,70
Hayır	15	13,16	31	11,48



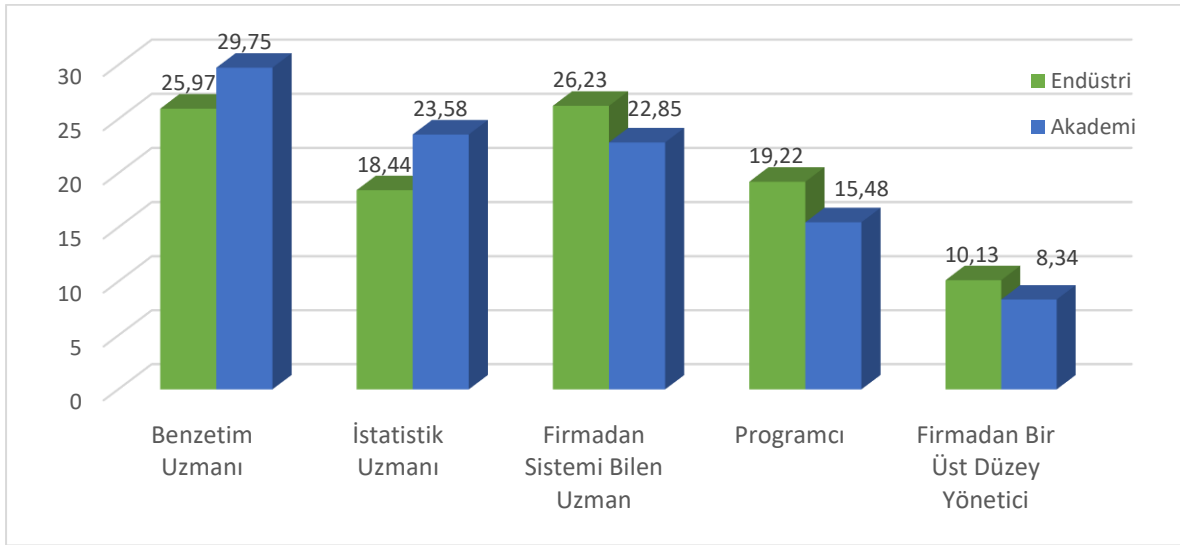
Şekil 4.48 Endüstri ve Akademi alanından 11.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.48’den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %66,28’i “Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri sahip olmalıdır” şıkkını işaretlerken akademi çalışanlarının %44,81’i “Evet” şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p= 0,04<0,05$)

Soru 12: Bir benzetim projesinde hangi disiplinlerden uzman kişiler çalışmalıdır?

Çizelge 4.51 Endüstri ve Akademi alanından Soru 12'e ait cevaplar

SORU 12	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Benzetim Uzmanı	100	25,97	246	29,75
İstatistik Uzmanı	71	18,44	195	23,58
Firmadan Sistemi Bilen Uzman	101	26,23	189	22,85
Programcı	74	19,22	128	15,48
Firmadan Bir Üst Düzey Yönetici	39	10,13	69	8,34



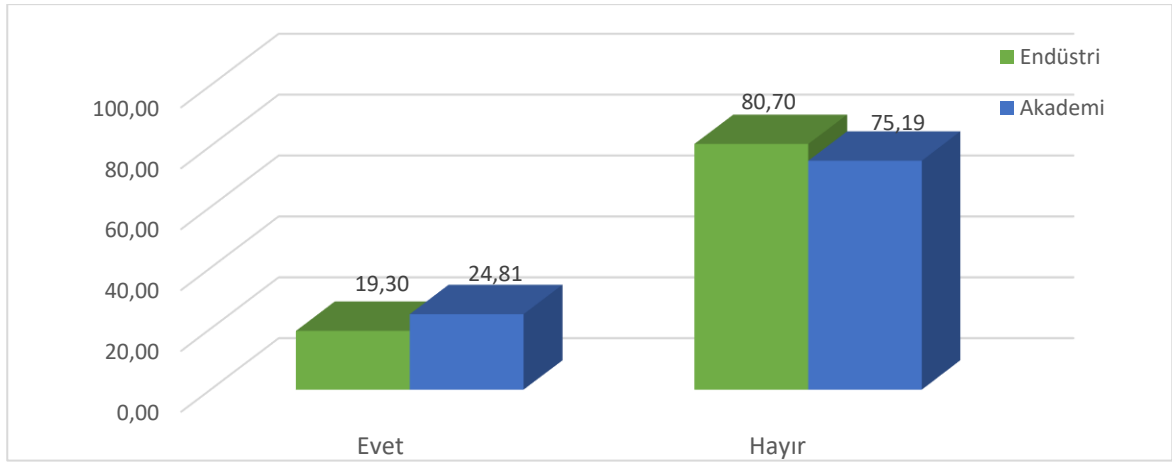
Şekil 4.49 Endüstri ve Akademi alanından 12.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.49'dan görülebileceği üzere 2018 yılında anket sonuçlarına göre endüstri ve akademi çalışanları benzetim uzmanı ve istatistik uzmanı başta olmak üzere, firmadan sistemi bilen uzman, programcı ve firmadan bir üst düzey yöneticinin çalışması gerektiği görülmektedir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur. ($p=0,00<0,05$)

Soru 13: Öğrenciliğiniz veya çalışma hayatınız sırasında bir benzetim projesi çalışma grubunda yer aldınız mı?

Çizelge 4.52 Endüstri ve Akademi alanından Soru 13'e ait cevaplar

SORU 13	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	22	19,30	67	24,81
Hayır	92	80,70	203	75,19



Şekil 4.50 Endüstri ve Akademi alanından 13.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.50'den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %80,70'i akademi çalışanlarının ise %75,19'u "Hayır" şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. ($p>0,05$)

Soru 14: Benzetimle ilgili yaptığınız projelerden sizce en önemli olan 3 tanesini belirtiniz.

Çizelge 4.53 2018 yılında Endüstri ve Akademi alanından Soru 14'e ait bilgiler

PROJE ADI	DESTEKLEYEN KURUM
Acil servis verimliliği	Gazi Üni. Keçiören Eğitim Araştırma Hast.
Veznede bekleme süresi	Akbank
Ambulans konumlandırma sistemi	-
ASRS otomatik ambar kapasite programı	-
Banka iyileştirme projesi	Halkbank A.Ş. QNB Finansbank
Gereksiz zamanları azaltma	Arçelik
Benzetim	Gülhan kauçuk
Benzetim dersi projesi	Başkent Üniversitesi Gazi Üniversitesi Ziraat Bankası T.C.D.D. Verap Elek. A.Ş. Homemadeburger
Boyahane hattı dengeleme	Man A.Ş.
Montaj hattının yeniden tasarımı	TUSAŞ TAI
Çankaya belediyesi katı atık yönetimi	Başkent Üni. Bitirme Projesi
Fabrika içi trafik	Tofaş

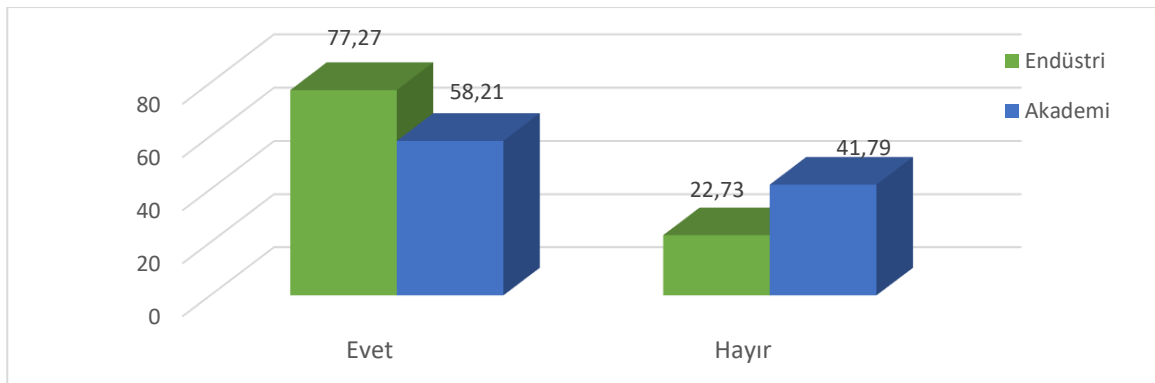
Çizelge 4.53 devam ediyor

PROJE ADI	DESTEKLEYEN KURUM
Hastane simülasyon modeli	Gazi Üniversitesi Hastanesi
	Maya Göz Hastanesi
	Magnet Özel Hastanesi
Hizmet servis benzetimi	McDonalds
İletişim şebekeleri optimizasyonu	TÜBİTAK
Kalite sistemi geliştirilmesi	Devlet Planlama Teşkilatı
Kargo benzetim projesi	PTT
Kart üretim hattı	Aselsan
Komposit imalat benzetim	TAI
Masa atama	Marcho Pasha
Modem bağlama benzetimi	Turkcell
Müşterilerin kuyruk oluşturmaya yönelik benzetim çalışması	Kahve Dünyası
	Carribo Coffee
Panel üretim hattının iyileştirilmesi	TUSAŞ
PTT Maltepe şubesi kuyruk çalışması	Gazi Üni.
Sistem analiz tasarımı	Koblay ekmek fırını
	Tanatar kalıp-pres
Sistem servis zamanının analizi	Starbucks coffee
Su fatura kuyruğu	ASKİ

Soru 15: Bu projede " Benzetim Eniyilemesi " yaklaşımını kullandınız mı?

Çizelge 4.54 Endüstri ve Akademi alanından Soru 15'e ait cevaplar

SORU 15	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Evet	17	77,27	39	58,21
Hayır	5	22,73	28	41,79



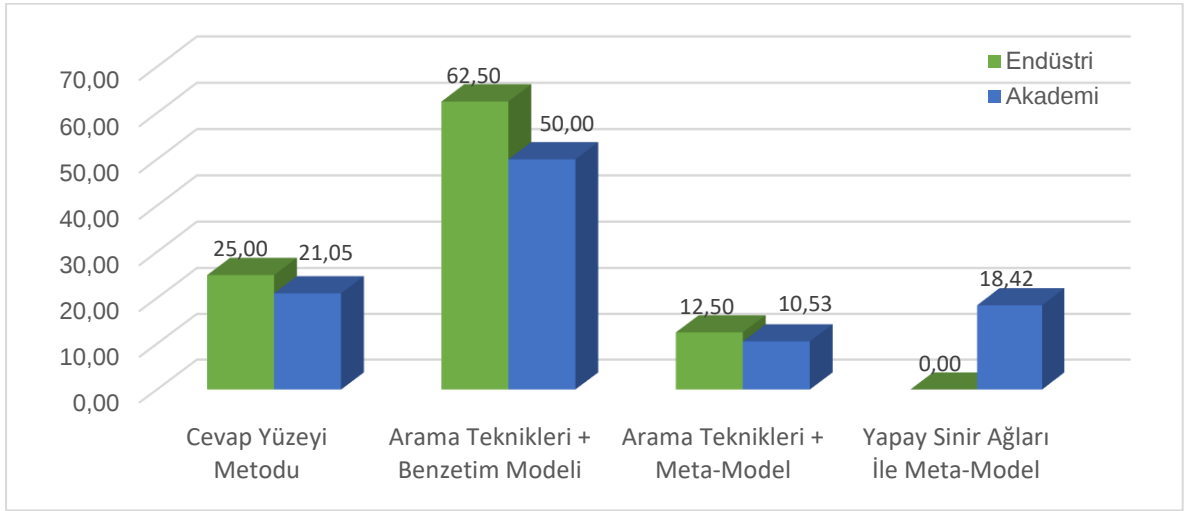
Şekil 4.51 Endüstri ve Akademi alanından 15.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.51'den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %77,27'si akademi çalışanlarının ise 58,21'i "Evet" şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

Soru 16: Benzetim eniyilemesi yaptıysanız aşağıdaki tekniklerden hangisini kullandınız?

Çizelge 4.55 Endüstri ve Akademi alanından Soru 16'e ait cevaplar

SORU 16	Endüstri		Akademi	
	n	%	n	%
Cevap Yüzeyi Metodu	4	25,00	8	21,05
Arama Teknikleri + Benzetim Modeli	10	62,50	19	50,00
Arama Teknikleri + Meta-Model	2	12,50	4	10,53
Yapay Sinir Ağları İle Meta-Model	0	0,00	7	18,42



Şekil 4.52 Endüstri ve Akademi alanından 16.sorunun dağılım grafiği

Şekil 4.52'den görülebileceği üzere endüstri çalışanlarının %62,50'si akademi çalışanlarının ise %50,00'si "Arama Teknikleri + Meta-Model" şıkkını işaretlemişlerdir. Verilen cevaplar arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.($p>0,05$)

4.10.4 Anket sorularına verilen ek açıklamalar

- Benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasının en önemli engelleri 4.sorunun şıklarına ek olarak "fayda/efor oranının düşük olması" ve "kompleks sistemler için benzetimin zor ve zaman alıcı olması" olduğu belirtilmiştir.
- Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olmasının yanı sıra yeterli düzeyde

istatistiki bilgisinin de olması gerektiği 5. Sorunun a şıkkına ek olarak belirtilmiştir.

- Bir endüstri mühendisi bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olup olmamasının endüstri mühendisinin çalıştığı birime göre değişebileceği 5.sorunun b şıkkına ek olarak belirtilmiştir.
- Üniversitelerin sadece benzetim metodolojisini öğretmekle yetinmemeleri gerektiği bunlara ek olarak vaka çalışmalarının yapılması, öğrenci yarışmaları düzenleyip ya da öğrenci yarışmalarına teşvik edilmesi, benzetim metodolojisini öğretirken endüstrideki firmalarda yaşanan sorunların ele alınmasının daha yararlı olacağı ve üniversiteler benzetim modellerinin faydalarını anlatmalı ve tanıtımı artırarak endüstride kullanımını yaygınlaştırması gerektiği 6. sorunun şıklarına ek olarak belirtilmiştir.
- Projelere yeterli destek, katkı ve gerekli hassasiyet gösterilmeden projelerin gerçekleştirilmesi endüstri ile üniversite arasındaki ilişkilerin gelişmesine zarar verdiği 8. sorunun şıklarına ek olarak belirtilmiştir.
- Siz bir benzetim çalışması yapıyor olsanız, benzetim dili mi, benzetim paketi mi, yoksa bildiğiniz genel amaçlı bir programlama dili mi kullanırsınız? içeriğine sahip olan 9. soruya genellikle kişiler bildikleri ya da hakim oldukları programlama paketi ya da benzetim dilini cevap olarak işaretlediklerini belirtmişlerdir.
- Bir benzetim projesinde imalat mühendisi, planlama mühendisi ve kalite kontrol mühendisinin de katılım sağlaması gerektiği 12. sorunun şıklarına ek olarak belirtilmiştir.

Sorulara verilen ek cevaplardan karmaşıklık ve fayda oranının düşük olduğu sistemlerde benzetimin tercih edilmediği, bir endüstri mühendisinin yapılacak olan projeye katkısının daha fazla olması gerektiği için yeterli düzeyde istatistik bilgisine sahip olması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Ayrıca bir projeyi tamamıyla planlayabilmesi ve analiz etmesi için bütün aşamalarında aktif olması gerektiği ve benzetim modelinin kurulumundan başlayıp çıktı analizine kadar olan kısımlarla ilgili özellikle istatistik ile ilgili tüm bilgiye sahip olmasının çalıştığı birim ile ilgili bilgilere sahip olması çok önemlidir.

Üniversitelerde benzetim tekniği ile ilgili teorik bilginin yanı sıra endüstri alanında kullanımı ve yorumlaması ile ilgili de bilgi verilmesi, yapılacak olan benzetim sistemlerinde endüstri ve üniversite işbirliğinin artırılması gerektiği, bir benzetim sistemi kurulumunda endüstri mühendisinin yanı sıra imalat, planlama ve kalite kontrol mühendisinin de bulunarak gerekli katkıyı sağlamaları gerektiği anlaşılmaktadır.

Bu durumlar göz önüne alındığında üniversite-endüstri işbirliğinin geliştirilmesi gerekmekte olduğu, benzetim sistemi kurulurken endüstri mühendislerinin kendi alanı dışında da proje geliştirme aşamalarının anlaması için farklı alanlarda bilgilere sahip olması gerektiği ve proje ekibi kurulurken farklı alanlardaki mühendislerin hazır bulunup gerekli katkıyı vermeleri önerilmektedir.



5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında genel olarak benzetim ve uzantılarıyla ilgili bilgiler verildikten sonra;

- i) Kaynak taramasına dayalı detaylı incelemede akademik alandaki yayınlar 1997-2017 yılları arasında 10'ar yıllık periyotlar halinde incelenmiş dünya ve Türkiye'deki değişim ve gelişimine ait bilgiler,
- ii) Ankete dayalı analizde Türkiye'de akademisyenler, öğrenciler ve endüstride çalışanların benzetime bakış açılarına ait bilgiler,

elde edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen bilgi ve sonuçlar 5 bölüm içerisinde sırasıyla sunulmuştur.

Bu çalışmada ilk olarak benzetim ile ilgili tanımlar, benzetimin tercih edileceği durumlar ve benzetimin kullanıldığı alanlardan bahsedilmiş özellikle endüstri mühendisliği dalında benzetimin kullanıldığı alanlar detaylı olarak anlatılmıştır.

Bu tez çalışmasında, benzetim ile ilgili yapılan akademik çalışmalar Web of Science veri tabanında 10'ar yıllık periyotlarda gruplandırılarak incelenmiştir. Bu inceleme kapsamında benzetim alanına giren konu başlıkları kullanılarak sınıflandırmalar yapılmış ve bilgisayar, enerji, endüstri mühendisliği alanlarında daha çok gelişme olduğu görülmüştür. Dünya ve Türkiye'deki durum ele alınmış ve yapılan çalışmalara bakıldığında benzetimin faydaları konusunda bilgilendirmeler yapılarak kullanım oranının artırılması gerektiği sonucuna varılabilir. Yapılan karşılaştırmalara ek olarak benzetim alt konularına ait sınıflandırma oluşturulurken benzetim çalışmalarında kullanılan benzetim eniyilemesi yöntemleri ve meta-model tekniklerinin kullanım oranı araştırılmıştır.

Bu araştırmaya göre son 20 yılda;

- Türkiye'nin benzetim ile ilgili yapılan çalışmalarda dünyadaki 242 ülke arasında 23. sırada olduğu,
- Türkiye'nin benzetim ile ilgili endüstri mühendisliği alanında yapılan çalışmalarda dünyadaki 49 ülke arasında 14. sırada olduğu,

- Dünyada ve Türkiye’de benzetim ile ilgili çalışma sayısının en çok bilgisayar alanı ile ilgili olduğu,
- Benzetim alanında gerçekleştirilen çalışmaları kullarılan yöntemlerden dünya genelinde en çok meta-model tercih edilirken Türkiye’de ise dünyanın aksine benzetim eniyilemesi yöntemlerinin daha çok tercih edildiğı,
- Benzetim eniyilemesi yöntemlerinden dünyada ve Türkiye’de sezgisel yöntemler ile ilgili çalışmalar yapıldığı,
- Meta-model tekniklerinden ise dünyada ve Türkiye’de regresyon ile ilgili çalışmaların daha fazla olduğu,

sonuçlarına varılmıştır.

Bu çalışma kapsamında ayrıca Türkiye’de akademi ve endüstri alanlarında benzetim tekniğinin kullanımı, kullanılmıyorsa nedenleri ve benzetim dillerine gösterilen ilgiyi ölçmek amacıyla çevrimiçi ortamda hazırlanan toplam 20 soruluk anket uygulanmıştır.

Anket endüstri sektöründe 165 kişiye gönderilmiş 114 kişiden; akademi alanında 250 öğrenciye gönderilmiş 225 öğrenciden ve 60 akademisyene gönderilmiş 45 akademisyenden geri dönüş alınmıştır. Toplamda 384 kişi anketi cevaplandırmıştır.

Anketi cevaplayanların yaklaşık %97’si benzetimin üretimde önemli ve kullanışlı bir araç olduğunu dile getirmişlerdir.

Araştırma sonucu elde edilen bilgiler, 2002 yılındaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında günümüzde benzetim tekniğinin önceki dönemlere göre daha yaygın olarak kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu sonuca rağmen benzetim tekniğinin hala yüksek düzeyde kullanılamamasının başlıca nedenleri; Türkiye’de özellikle en büyük sıkıntı yaşanan konular olan; işletmelerin benzetim konusunda yeterli bilgiye sahip olmamaları, uzman yetersizliği ve veri toplama güçlüğü olduğu ortaya çıkmıştır. Bu konuda endüstri çalışanlarının daha fazla bilgilendirilmesi ve benzetim tekniğinin sağlayacağı olumlu sonuçlar ile ilgili daha fazla bilgiye sahip olmaları gerektiğı ortaya çıkmaktadır.

2002 yılındaki sonuçlarda endüstri kuruluşlarının benzetim çalışmalarında dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih etmedikleri belirtilirken, 2018 yılında uygulanan anket sonuçlarından endüstri kuruluşlarının danışmanlık hizmeti almaya yüksek oranda olumlu baktıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Endüstri çalışanlarının ve akademisyenlerin vermiş olduğu cevaplar değerlendirildiğinde akademi alanında benzetim tekniğinden yararlanma oranı fazla iken endüstri alanında az olduğu görülmektedir. Bu sonuç kaynak taramasına dayalı yapılan analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çünkü ankete dayalı analizde de görüldüğü üzere endüstri çalışanları daha çok kolay kullanılabilen ve yorumlanabilen paket programlar kullanmayı tercih etmektedirler.

Endüstri alanında benzetim tekniğinden yeterince yararlanamıyor olmamız işletmelere ve dolayısıyla paralel olarak ülke ekonomisine sağlanabilecek ekonomik katkının kaybı olarak düşünülmelidir. Bu yüzden benzetim hakkında akademik personel ve endüstride çalışan kişileri daha fazla bilinçlendirmek için eğitimler yaygınlaştırılmalı ve orta ölçekli şirketlerin konu hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır.

Firmaların benzetim kullanılarak elde ettikleri kazanımlar araştırıldığında Türkiye’de 2 büyük firmanın benzetim kullandığı ve bu iki firmanın bunun sonucunda sağladığı karın ülkemizdeki diğer şirketlerin de benzetim kullanarak elde edebileceği ihtimali olmasına karşın şirketler benzetim tekniği kullanmadıkları için harcamış oldukları paralar ülkemiz açısından bir zarar olarak değerlendirilebilir.

Küçük ve orta ölçekli işletmelerin kurulmasında ve gelişmesinde çok önemli rolü olan KOSGEB’in, üniversite - endüstri işbirliği içinde bir proje dahilinde bu tür işletmelere benzetim tekniği kullanarak verimlilik artışı sağlayabilecekleri konusunda farkındalık yaratacak eğitim programları düzenlenmesi ve uygulanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Üniversitelerde benzetim konusunda daha çok dersler verilerek bu konuda uzmanlaşmanın sağlanması ve endüstride çalışanlara hizmet içi eğitimler düzenlenerek benzetim konusunda uzman elemanlar yetiştirilmesi ülkemiz endüstrisinin benzetimden yararlanma düzeyini arttıracakı düşünülmektedir.

Dünyada yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar gösteriyor ki endüstrideki benzetim tekniğini kullanan işletmelerin elde ettikleri ekonomik katkı çok fazladır. Bu sonuç göz önüne alındığında ülkemizde halen benzetimin yeterli düzeyde kullanılmaması, ülke ekonomisi açısından büyük kayıptır. Bu kayıp sadece endüstri sektörü için değil hizmet sektörü için de geçerlidir.

Ülkemizde benzetim tekniğini doğru ve yerinde kullanacak daha çok uzmanlaşmış mühendise ihtiyaç vardır. Bu konunun farkında olan mühendisler, endüstride firmaların gelişmesinde verimlilik artışının sağlanması ve bunun sonucunda da kar artışının sağlanmasına yardımcı olabilirler.

Benzetim kullanımı ile firmaların verimliliklerini arttırdığı bilinmektedir. Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik ve endüstriyel alandaki daralma ortamı da göz önünde bulundurulduğunda benzetim tekniğinin kullanımından elde edilebilecek verimlilik artışı, maliyetlerde meydana gelecek düşüş ve ülke ekonomisine sağlanabilecek katkı büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan benzetim tekniğinin ülkemizde daha yaygın kullanımını sağlamak amacıyla, konferanslar, sempozyumlar ve seminerler düzenlenerek endüstri çalışanlarının bilgilendirilmesinin büyük önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

Dünyanın en güçlü ekonomilerine sahip 3 ülke olan Çin, ABD, Almanya'da benzetim tekniğinin kullanım oranının yüksek olmasının rastlantı olmadığı, dolayısıyla ekonomiye katkı sağlayıcı bir yöntem olduğu açıkça görülmektedir.

Ülkemizde benzetim ile ilgili eğitimlerin üniversiteler dışında endüstride çalışan mühendislerle de verilerek farkındalık yaratılmasının ve kullanımının desteklenmesinin ekonomimize ve üretim kalitemize direk katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR LİSTESİ

- [1] BALAKRISHNAN N., RENDER B., STAIR R. , MUNSON C., Managerial decision modeling: business analytics with spreadsheets, Fourth Edition, 2017.
- [2] RUSSELL, R. TAYLOR, B., Operations management. Pearson. Virginia Polytechnic Institute, 2013.
- [3] HOUSHYAR, A., NUILA, V., Survey of academia and industry on exploitation of simulation, International Journal of Modeling and Simulation, Vol.18, Na. 1, pp. 45-53., 1998.
- [4] BİZKEVELCİ, S., Türkiye’de benzetim kullanımı: sanayi ve akademik ortamda bir değerlendirme, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, 2002.
- [5] LAW, Awerill M., Simulation, modeling and analysis, 4th ed., McGraw-Hill International Edition, 2007.
- [6] DENGİZ, B., Benzetim ders notları, Başkent Üniversitesi, 2012.
- [7] CHASE, R.B., ve AQUILANO, J.N., Production and operations management; a life cycle approach, Richard D. Irwin Inc., S: 369, 1981.
- [8] HARRELL, Charles, TUMAY, Kerim “Simulation made easy a manager’s guide” Pages 39-40, 1995.
- [9] RASMUSSEN John J., GEORGE, T., After 25 years: a survey of operations research alumni, Case Western Reserve University, 1978.
- [10] THOMAS, G., DA COSTA, J., A sample survey of corporate operations research, Interfaces, Vol. 9, No. 4, pp.102–111., 1979.
- [11] SHANNON, R.E., Long, S.S., BUCKLES B.P., Operations research methodologies in industrial engineering, AIIE Trans, 364-367, 1980.
- [12] FFORGIONNE, G.A., Corporate management science activities: an update, Interfaces, 20-23, 1983.
- [13] DENNIS, P., C., SADOWSKI, R.P. ve SHANNON, R.E., Introduction to simulation., 1995.
- [14] GATE’S, G., Dupont saves millions with logistic modeling, Simulation Success Publications, Promodel Corporation, s. 12, 1992.
- [15] ENEZ, A.H., Fiat reduces WIP by 48% with simulation, Simulation Success Publications, PROMODEL Corporation, s. 37, 1997.
- [16] HILLIER F.S., LIEBERMAN J.G., Introduction to operations research, 7th Edition, McGraw Hill, 2001.
- [17] REED, M. P., FARAWAY, J., CHAFFIN, D. B., MARTIN, B. J., The HUMOSIM Ergonomics Framework: A new approach to digital human simulation for ergonomic analysis. SAE Technical Paper, 2006.
- [18] BUSH, P. M., GAINES, S., GAMMOH, F., & WOODEN, S. A comparison of software tools for occupational biomechanics and ergonomic research, 2011.

- [19] NIU, J. W., ZHANG, X. W., ZHANG, X., & RAN, L. H., Investigation of ergonomics in automotive assembly line using Jack. In Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010 IEEE International Conference on (pp. 1381–1385). IEEE., 2010.
- [20] BEITLER, MATTHEW T., HARWIN, WILLIAM S., & MAHONEY, RICHARD M., In Proceedings of the virtual prototyping of rehabilitation aids, RESNA 96, pp. 360–363, 1996.
- [21] BENNETT, G. R., The application of virtual prototyping in development of complex aerospace products. Virtual Prototyping Journal, pp. 13–20, 1996.
- [22] ULF, E., *Diffusion of discrete event simulation in swedish industry. Gothenburg: Doktorsavhandlingar vid Chalmers tekniska högskola. ISBN 91-7291-577-3., 2005.*
- [23] ZHANG, H., JEFFERY, R., HOUSTON D., HUANG L., ZHU L., Impact of process simulation on software practice: an initial report, in: Proceedings of the 33rd International Conference on Software Engineering (ICSE), pp. 1046–1056, 2011.
- [24] ZIV, A. WOLPE, P. SMALL, S. GLICK, S., Simulation-based medical education: an ethical imperative. Acad Med. s: 78:783-788, 2003.
- [25] AAMC. Effective use of educational technology in medical education: summary report of the 2006 AAMC Colloquium on Educational Technology. Washington, DC: Association of American Medical Colleges, 2007.
- [26] KOLB, D. A., Experiential learning: experience as the source of learning & development. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1984.
- [27] CRONIN B., The citation process : the role and significance of citations in scientific communication, 1984.
- [28] VAN RAAN, A. F. J. for your citations only? hot topics in bibliometric analysis. measurement: interdisciplinary research and perspectives 3, pp. 50-62, 2005.
- [29] LEWISON, G., Evaluation of books as research outputs in history of medicine. Research Evaluation, 10(2), 89-95, 2001.
- [30] REED, K. L., Citation analysis of faculty publications: beyond science citation index and social science citation index. Bulletin of the Medical Library Association 83(4): 503-508, 1995.
- [31] SEGLEN, P. O., Citation rates and journal impact factors are not suitable for evaluation of research. Acta Orthopaedica Scandinavica, 69(3), 224-229, 1998.
- [32] BORGMAN, C. L., & FURNER, J., Scholarly communication and bibliometrics. Annual Review of Information Science and Technology, 36, 3-72, 2002.
- [33] VAN RAAN, A. F. J., Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer-review based evaluation and foresight exercises. Scientometrics, 36(3), 397-420, 1996.
- [34] SMITH, J. S., NEGAHBAN, A., Simulation for manufacturing system design and operation: Literature review and analysis, Journal of Manufacturing Systems 33 (2), 241-261, 2013.

- [35] SMITH, J.S., Survey on the use of simulation for manufacturing system design and operation Journal of manufacturing systems 22 (2), 157-171, 2002.
- [36] HENRY, A., A brief history of simulation training, 2018.
- [37] BARTON, R.R., Simulation optimization using metamodels, Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, 2009.
- [38] BARTON, R.R., Simulation metamodels, Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.
- [39] BARTON, R.R. and MECKESHEIMER, M., Metamodel-based simulation optimization in simulation, Handbooks in Operations Research and Management Science vol. 13. Amsterdam: Elsevier B.V., 2006.
- [40] BAŞ, Türker, Anket, Seçkin Yayıncılık, 2010.
- [41] DENGİZ, B., BİZKEVELCİ, S., Benzetimin Türkiye’de kullanımı: anket uygulaması, Seminer, 2002.
- [42] KLEIJNEN, JACK P.C., Regression metamodels for generalizing simulation results, IEEE Transactions on systems, man and cybernetics, vol.SMC-9, No.2., 1979.
- [43] DOĞAN, D., Yöneylem araştırması nedir, <https://industryolog.com/yoneylem-arastirmasi-nedir/2017>.
- [44] REZNICK, R. MACRAE, Teaching surgical skills—changes in the wind. N Engl J Med. s;355:2664-2669, 2006.
- [45] COOK, D. ERWIN, P. TRIOLA, M. Computerized virtual patients in health professions education: a systematic review and meta-analysis., Acad Med. S;85:1589-1602, 2010.
- [46] COOK, D. BRYDGES, R. HAMSTRA, S., Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. Simul Healthc. s;7:308-320, 2012.
- [47] COOK, D. HAMSTRA, S. BRYDGES, R., Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. Med Teach. s;35:e844-e875, 2013.
- [48] COOK DA, HATALA R, BRYDGES R., Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. JAMA. s;306:978-988, 2011.
- [49] ZENDEJAS B, BRYDGES R, WANG AT, COOK D.A., Patient out comes in simulation-based medical education: a systematic review. J Gen InternMed. Inpress, 2013.
- [50] COOK DA., If you teach them, they will learn: why medical education needs comparative effectiveness research. Adv Health Sci EducTheory Pract. s;17: 305-310, 2012.
- [51] NORMAN G, DORE K, GRIERSON L., The minimal relation ship between simulation fidelity and transfer of learning. MedEduc. s;46:636-647, 2012.
- [52] THIELFOLDT, DIANE, &SCHEEF, Devon. Generation x and the millenials: what you need to know about mentoring the new generation. Law Practice Today, 2004.

- [53] RANDEL, J.M., MORRIS, B.A., WETZEL, C.D., & WHITEHILL, B.V. The effectiveness of games for educational purposes: a review of recent research. *simulation & gaming*, 23(3), 261-276, 1992.
- [54] KUMAR, R. & LIGHTNER, R., Games as an interactive classroom technique: perceptions of corporate trainers, college instructors and students. *International Journal of Teaching and learning in Higher Education*, 19(1), 53-63, 2007.
- [55] MELIS M., TURNU I, CAU A., CONCAS, G., Evaluating the impact of test-first programming and pair programming through software process simulation, *software process: improvement and practice* 11 (4) 345– 360, 2006.
- [56] B. B. N. d. FRANCIS, G. H. TRAVASSOS, Are we prepared for simulation based studies in software engineering yet?, *CLEI Electronic Journal* 16 (1) 9–9, 2013.
- [57] HOUSTON, D., Research and practice reciprocity in software process simulation, in: *International Conference on Software and System Process (ICSSP)*, IEEE, pp. 219–220, 2012.
- [58] MADACHY, R. J., *Software process dynamics*, Wiley-IEEE Press, 2008.
- [59] PETERSEN, K., WOHLIN, C., Context in industrial software engineering research, *Proceedings of the 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* 401–404, 2009.
- [60] PFAHL, D. Process simulation—a tool for software Project managers ?, in: Ruhe, G., WOHLIN C., (Eds.), *Software Project Management in a Changing World*, Springer, 2014.
- [61] RUNESON, P., HOST, M., Guide lines for conducting and reporting case study research in software engineering, *Empirical Software Engineering* 14 (2) (2009) 131–164, 2009.
- [62] WOHLIN, C., RUNESON P., HOST, M., OHLSSON, M.C., REGNELL, B., WESSL A., *Experimentation in software engineering*, Springer, 2012.
- [63] ZHANG, H., KITCHENHAM, B., PFAHL, D., Software process simulation modeling: an extended systematic review, in: *Proceedings of the International Conference on Software Process (ICSP)*, Springer, pp. 309–320, 2010.
- [64] ZHANG, H., KITCHENHAM, B., PFAHL, D., Software process simulation over the past decade: trends discovery from a systematic review, in: *proceedings of the second ACM-IEEE international symposium on empirical software engineering and measurement*, ACM, Kaiserslautern, Germany, pp. 345–347, 2008.
- [65] BIRKHOLZER, T., Software process simulation is simulation too -what can be learned from other domains of simulation?, in: *Software and System Process (ICSSP)*, 2012 International Conference on, pp. 223–225, 2012.
- [66] KELLNER, M.I., MADACHY, R.J., RAFFO, D.M., Software process simulation modeling: Why? what? how?, *Journal of Systems and Software* 46, pp 91–105, 1999.
- [67] LIU, D., WANG, Q., XIAO J., The role of software process simulation modeling in software risk management: A systematic review, in: *Proceedings of the 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, IEEE Computer Society, pp. 302–311, 2009.

- [68] ZHANG, H., KITCHENHAM, B., PFAHL, D., Reflections on 10 years of software process simulation modeling: a systematic review, Springer, 2008.
- [69] ZHANG, H., KITCHENHAM, B., PFAHL, D., Software process simulation modeling: Facts, trends and directions, in: Proceedings of the 15th Asia Pacific Software Engineering Conference (APSEC), IEEE, pp. 59–66, 2008.
- [70] NAYLOR, T.H., et al., Computer simulation techniques, John Wiley and Sons, New York, 1966.
- [71] GRAYBEAL, W.J., POOCH, U.W., Simulation: principles and methods, Winthrop Publishers Inc., Cambridge, 1980.
- [72] ADKINS, G., POOCH, U.W., Computer simulation: a tutorial. Computer 10, no.4, pp: 12-17, 1977.
- [73] BERDIE, R.D., ANDERSON, J.F., Questionnaires: design and use, The Scarecrow Press Inc., Metuchen, 1974.
- [74] WALONICK, D.S., Survival statistics, StatPac Inc., Minneapolis, 2000.
- [75] HOUSE, W.C., Business simulation for decision making, Petrocelli Book Inc., New York, 1977.
- [76] LAW, A.M., KELTON, D.W., Simulation modeling and analysis, McGrawHill, 2000.
- [77] LAW, A.M., Simulation series, part I: introduction to simulation: a powerful tool for analyzing complex manufacturing systems, Industrial Engineering, pp. 46-83., 1986.
- [78] FINK, A., KOSECOFF, J., How to conduct surveys, A Step-by-step Guide Second Edition, SAGE Publications, 1998.
- [79] SENCER, M., Toplum bilimlerinde yöntem, Beta Yayınları, 1989.
- [80] CARRIE, A., Simulation of manufacturing systems, John Wiley and Sons, New York, 1998.
- [81] HLUPIC V., Simulation software: a survey of academic and industrial users, 2002.
- [82] AVERILI M., Simulation modeling and analysis, Fourth Edition, McGrawHill, 2007.
- [83] FAINGLOZ L, TOLUJEW, J., Simulation modelling application in real-time service systems: review of the literature, 2017.
- [84] MACAL C., NORTH M., Introductory tutorial: agent-based modeling and simulation, 2013.
- [85] TEKİN E., SABUNCUOĞLU I, Simulation optimization: a comprehensive review on theory and application, 2004.
- [86] POLENGHI A, FUMAGALLI L., Roda L., Role of simulation in industrial engineering: Focus on Manufacturing Systems, 2018.
- [87] MIKKI, S., Comparing google scholar and ISI web of science for earth sciences. Scientometrics, Vol.82, No.2, Feb. 2010, pp. 321-331, 2010.

- [88] ETXEBARRIA, G. & GOMEZ-URANGA, M., Use of scopus and google scholar to measure social sciences production in four major spanish universities. *Scientometrics*, Vol.82, No.2, pp.333-349, 2010
- [89] FU, M. C., Optimization for simulation: theory vs. practice, *INFORMS Journal on Computing* Vol.14, No. 3, pp.192–215, Summer 2002.
- [90] FU, M. C., Optimization via simulation: a review, *Annals of Operations Research*, vol.53,pp.199-248, 1994.
- [91] KLEIJNEN, Jack P.C., An overview of the design and analysis of simulation experiments for sensitivity analysis, *European Journal of Operational Research*, 2004.
- [92] BANKS, J., *Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications, and practice*, 1998.
- [93] HIRA and GUPTA, *Operations Research*, Dhanpatrai & Sons, 1998, 1999.
- [94] BROWNE, J., and K. RATHMILL, *Simulation in manufacturing*, IFS Publications/Springer-Verlag, 1998.
- [95] HURRION, R. D., *Simulation applications in manufacturing*, IFS Publications Ltd., UK, 1996.
- [96] NISONGER, T.E., Citation autobiography: An investigation of ISI database coverage in determining author citedness. *College & Research Libraries*, 65(2), 152-163, 2004.
- [97] CHUNG, C.A., *Simulation modeling handbook , A Practical Approach*, 2004.
- [98] MARIA A., Introduction to modelling and simulation , *Proceedings of the 29th Conference on Winter Simulation WSC '97* pp. 7-13, 1997.
- [99] DENGİZ, B., İÇ, Y.T., BELGİN, O., A meta-model based simulation optimization using hybrid simulation-analytical modeling to increase the productivity in automotive industry, *Mathematics and Computers in Simulation*, Volume 120, Pages 120-128, 2012.
- [100] GOLDSMAN, D., NANCE, R., WILSON, J.R., A Brief History of Simulation, Conference Paper, *Proceedings – Winter Simulation Conference*, pp 310-313, 2010.
- [101] RAFFO, D.M., FERGUSON, R., SETAMANIT O., SETHANANDHA B.D., Evaluating the impact of the quars requirements analysis tool using simulation, in: *proceedings of the International conference on software process, ICSP'07*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, pp. 307–319,2007.
- [102] BLOOM, B.S.,ENGELHART, M.D., FURST, F.J., HILL, W. H., &KRATHWOHL, D.R., *Taxonomy of educational objectives: cognitive domain*. New York, McKay/LongmansGreen, 1956.
- [103] ALEXANDER, P.A.& MURPHY, P.K. Nurturing the seeds of transfer: a domain-specific perspective. *International Journal of Educational Research*, 31, 561-576.,1999.
- [104] MUNCH, J., Evolving process simulators byusing validated learning, in: " 2012 International Conference on Software and System Process (ICSSP), pp. 226–227,2012.

- [105] DENGİZ, B., AKBAY K.S., Computer simulation of a PCB production line: meta-modeling approach, Int. J. Prod. Econ. 63 , 195–205.,2000.
- [106] DENGİZ, B., BEKTAS, T., ULTANIR A.E., Simulation optimization based DSS application : A diamond tool production line in industry, simul. model. Pract. Theory 14, 296–312, 2006.
- [107] DENGİZ, B., BELGİN, O., Simulation optimization of a multi-stage multi-product paintshop line with response surface methodology, Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International, 2013.
- [108] <https://instr.iastate.libguides.com/>



EKLER LİSTESİ

EK 1	Anket Soruları.....	138
EK 2	2002 ve 2018 Yılına ait Akademi Alanındaki Verilerin İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeleri.....	146
EK 3	2002 ve 2018 Yılına ait Endüstri Alanındaki Verilerin İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeler.....	149
EK 4	2018 yılına ait Akademisyen ve Endüstri Çalışanlarının Cevaplarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeleri.....	152



Ek 1 Anket Soruları

Öğreniminiz sırasında Benzetim dersi alıp Benzetim kullanarak uygulamalar yaptıysanız, çalışma hayatınızda Benzetim Tekniğini siz veya size bağlı birimde çalışan elemanlarınız kullandıysa veya Benzetim konusuna özel ilginiz nedeniyle Benzetim hakkında bilgi sahibiyse, çok değerli zamanınızdan 20 dakikanızı ayırarak anketimizi cevaplamanız, araştırmamıza ışık tutacaktır.

Burada belirteceğiniz görüşler bilimsel bir araştırmada veri olarak kullanılacaktır. Bu anket hem akademik ortam da hem de endüstride uygulanacaktır. Lütfen her bir madde ile ilgili doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği tıklayınız.

Anketimize yeterli zamanı ayırarak cevaplayacağınıza inanıyor, araştırmamıza yapacağınız katkı için teşekkür ediyoruz.

Prof. Dr. Berna Dengiz, Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Ayşe Ceyda Başar, Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

1) Üniversitede çalışıyorsanız konumunuz?

- a) Akademik personel
- b) Öğrenci

2) Sanayide çalışıyorsanız firmadaki konumunuzu seçiniz.

- a) Üretim Planlama Bölümünde Mühendis
- b) Üretim Planlama Müdürü
- c) Kalite Kontrol Bölümünde Mühendis
- d) Üst Düzey Yönetici
- e) Kalite Güvence Müdürü
- f) Diğer.....

3) Kaç yaşındasınız?

- a) 18-22
- b) 23-25
- c) 26-30
- d) 31 ve üstü

4) Mesleki deneyiniz nedir?

- a) Öğrenci
- b) 0-1 yıl
- c) 2-5 yıl
- d) 6-10 yıl
- e) 10 yıl ve üstü

AŞAĞIDAKİ YANITLARDAN SİZE UYGUN OLANI/OLANLARI İŞARETLEYİNİZ.

1) Sizce endüstride aşağıda verilen kantitatif teknik ve teorilerden hangileri en çok kullanılmaktadır? Bunları kullanım derecelerine göre 1'den 10'a kadar numaralandırın. (1 en az kullanılan tekniği, 10 en çok kullanılan tekniği göstermektedir.)

...Doğrusal, Doğrusal Olmayan veya Dinamik Programlama

...İstatistiksel Analiz

...Benzetim

...Stok Teorisi

...PERT/CPM

...Karar Teorisi

...Kuyruk Teorisi

...Modern Sezgisel Teknikler (Genetik alg, Genetik Prog., Tavlama Benzetimi, Tabu Arama vb.)

...Yapay Zeka ve Uzman Sistemler

...Tahmin Teknikleri

2) Sizce benzetim, üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için önemli ve kullanışlı bir araç mıdır?

- a) Evet, çok önemlidir.
- b) Hayır, önemli değildir.
- c) Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.

3) Sizce benzetim tekniği ülkemizde yaygın olarak kullanılıyor mu?

- a) Evet
- b) Hayır
- c) Fikrim yok.

Eğer 3. soruya cevabınız hayır ise 4'ü cevap/ayın, değilse 5'e geçiniz.

4) Benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasında sizce en önemli engeller nedir?

(Aşağıdaki seçeneklerden bir veya birkaçını seçebilirsiniz.)

- a) Veri toplama güçlüğü, endüstride hazır veri bulunmaması
- b) Programlama zamanı
- c) Sonuçlara duyulan güvensizlik (İstatistik bilgisinin yetersizliği)
- d) Benzetim tekniğini kullanabilecek düzeyde uzman yetersizliği
- e) Benzetim yazılımlarının pahalı olması ve firmanın uygun donanıma sahip olmaması

f) İşletmelerin benzetim tekniği ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması

g) Diğer:.....

5) Size göre,

a) Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması yeterli midir?

a) Evet, yeterlidir.

b) Hayır Fikrim yok.

c)Yeterli değildir.

5) b) Bir endüstri mühendisi bir benzetim modelini kuracak, geçerliliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olmalı mıdır?

a) Evet

b) Hayır

c) Fikrim Yok (Açıklayınız).....

6) Sizce, üniversiteler sadece benzetim metodolojisini öğretmekle yetinmeli midir?

a) Evet, katılıyorum.

b) Hayır, katılmıyorum.

c)Fikrim yok. (Açıklayınız).....

7) Siz veya mezun olduğunuz üniversite geçmiş 5 yıl içinde herhangi bir kuruma veya endüstride bir şirkete benzetim çalışması (proje veya danışmanlık) yaptı mı?

a) Evet, birçok kere

b) Evet, 1-2 kere.

c) Hayır

Eğer 7. soruya cevabınız evet ise 8'i cevaplayın, değilse 9'a geçiniz.

8) Size göre o projeler endüstri ile üniversite arasında ilişkilerin gelişmesine katkıda bulundu mu?

a) Evet, her zaman.

b) Evet, genellikle.

c) Hayır.

9) Siz bir benzetim çalışması yapıyor olsanız, benzetim dili mi, benzetim paketi mi, yoksa bildiğiniz genel amaçlı bir programlama dili mi kullanırsınız?

9) a) Benzetim dili kullanırım.

...SLAM

...GPSS

...SIMSCRIPT

...SIMAN

...ARENA

9) b) Projeye bağlı olarak uygun bir paket seçerim.

...SimFactoy

...Promod

...AutoMod

...WITNESS

...XCELL+

...Network II.5

...CACI

...Comnet II.5

9) c) Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım.

...FORTRAN

...PASCAL

...C++

...C#

9) d) Yapılan benzetim çalışmasında uygulanacak programlarla ilgili bir fikrim yok.

a) Doğru

b) Yanlış

10) Ülkemizde endüstri kuruluşları benzetim projesi için dışardan danışmanlık hizmeti almayı tercih eder mi?

a) Evet, eder.

b) Hayır, etmez.

c) Fikrim yok.

11) Sizce bir kurum kendi benzetim takımına sahip olmalı mıdır?

a) Evet, her kurum kendi benzetim takımına sahip olmalıdır.

b) Yalnız büyük ölçekli sanayi şirketleri kendi benzetim takımına sahip olmalıdır.

c) Hayır, dışarıdan destek almalıdır. (Danışmanlık vb.)

12) Bir benzetim projesinde hangi disiplinlerden uzman kişiler çalışmalıdır?

(Aşağıdaki seçeneklerden bir veya birkaçını seçebilirsiniz.)

...Benzetim uzmanı

...İstatistik uzmanı

...Firmadan sistemi bilen bir uzman kişi

...Programcı

...Firmadan bir üst düzey yönetici

...Bunların dışında, lütfen yazınız.....

13) Öğrenciliğiniz veya çalışma hayatınız sırasında bir benzetim projesi çalışma grubunda yer aldınız mı?

a) Evet.

b) Hayır.

Eğer 13. soruya cevabınız evet ise 14 ve 15'i cevaplayın.

14) Benzetimle ilgili yaptığınız projelerden sizce en önemli olan 3 tanesini belirtiniz.

Proje Adı	Destekleyen Kurum

15) Bu projede " Benzetim Eniyilemesi" yaklaşımını kullandınız mı?

a) Evet

b) Hayır

Eğer 15. soruya cevabınız evet ise 16'yı cevaplayın.

16) Benzetim eniyilemesi yaptıysanız aşağıdaki tekniklerden hangisini kullandınız?

a) Cevap Yüzeyi Metodu

b) Arama Teknikleri + Benzetim Modeli

c)Arama Teknikleri + Meta-Model

d)Yapay Sinir Ağları İle Meta-Model

e) Diğer, Açıklayınız.....



Ek 2 2002 ve 2018 Yılına ait Akademi Alanındaki Verilerin İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeleri

SORU 1

Çizelge 2.1 Soru 1'e Ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	4,776 ^a	9	0,853
Olabilirlik Oranı	4,448	9	0,880
Geçerli Durumlar	1576		

SORU 2

Çizelge 2.2 Soru 2'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	3,825 ^a	2	0,148
Olabilirlik Oranı	4,012	2	0,135
Geçerli Durumlar	296		

SORU 3

Çizelge 2.3 Soru 3'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	18,714 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	25,903	2	0,000
Geçerli Durumlar	296		

SORU 4

Çizelge 2.4 Soru 4'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	0,557 ^a	5	0,990
Olabilirlik Oranı	0,550	5	0,990
Geçerli Durumlar	328		

SORU 5 A

Çizelge 2.5 Soru 5(a) 'ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	31,045 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	33,075	2	0,000
Geçerli Durumlar	164		

SORU 5 B

Çizelge 2.6 Soru 5(b)'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	5,776 ^a	2	0,056
Olabilirlik Oranı	5,850	2	0,054
Geçerli Durumlar	164		

SORU 6

Çizelge 2.7 Soru 6'ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	2,207 ^a	2	0,332
Olabilirlik Oranı	3,379	2	0,185
Geçerli Durumlar	291		

SORU 7

Çizelge 2.8 Soru 7'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	3,158 ^a	2	0,206
Olabilirlik Oranı	3,550	2	0,170
Geçerli Durumlar	296		

SORU 8

Çizelge 2.9 Soru 8'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	0,624 ^a	2	0,732
Olabilirlik Oranı	0,677	2	0,713
Geçerli Durumlar	208		

SORU 9

Çizelge 2.10 Soru 9'a ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	27,162 ^a	3	0,000
Olabilirlik Oranı	18,973	3	0,000
Geçerli Durumlar	296		

SORU 10

Çizelge 2.11 Soru 10'a ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	24,978 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	21,601	2	0,000
Geçerli Durumlar	295		

SORU 11

Çizelge 2.12 Soru 11'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	28,992 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	22,312	2	0,000
Geçerli Durumlar	296		

SORU 12

Çizelge 2.13 Soru 12'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	6,238 ^a	4	0,182
Olabilirlik Oranı	6,541	4	0,162
Geçerli Durumlar	854		

SORU 13

Çizelge 2.14 Soru 13'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	35,543 ^a	1	0,000
Olabilirlik Oranı	32,252	1	0,000
Geçerli Durumlar	296		

SORU 15

Çizelge 2.15 Soru 15'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	4,175 ^a	1	0,041
Olabilirlik Oranı	4,219	1	0,040
Geçerli Durumlar	93		

SORU 16

Çizelge 2.16 Soru 16'ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	8,811 ^a	1	0,003
Olabilirlik Oranı	11,477	1	0,001
Geçerli Durumlar	20		

Ek 3 2002 ve 2018 Yılına ait Endüstri Alanındaki Verilerin İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeleri

SORU 1

Çizelge 3.1 Soru 1'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	6,158 ^a	9	0,724
Olabilirlik Oranı	5,709	9	0,769
Geçerli Durumlar	247		

SORU 2

Çizelge 3.2 Soru 2'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	21,816 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	23,157	2	0,000
Geçerli Durumlar	152		

SORU 3

Çizelge 3.3 Soru 3'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	5,963 ^a	2	0,051
Olabilirlik Oranı	9,820	2	0,007
Geçerli Durumlar	152		

SORU 4

Çizelge 3.4 Soru 4'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	4,624 ^a	5	0,464
Olabilirlik Oranı	4,679	5	0,456
Geçerli Durumlar	252		

SORU 5 A

Çizelge 3.5 Soru 5(a)' ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	25,196 ^a	2	0,000
Olabilirlik Oranı	31,560	2	0,000
Geçerli Durumlar	82		

SORU 5 B

Çizelge 3.6 Soru 5(b)'ye ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	13,251 ^a	2	0,001
Olabilirlik Oranı	16,377	2	0,000
Geçerli Durumlar	82		

SORU 6

Çizelge 3.7 Soru 6'ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	4,087 ^a	2	0,130
Olabilirlik Oranı	4,532	2	0,104
Geçerli Durumlar	150		

SORU 7

Çizelge 3.8 Soru 7'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	4,600 ^a	2	0,100
Olabilirlik Oranı	4,826	2	0,090
Geçerli Durumlar	153		

SORU 8

Çizelge 3.9 Soru 8'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	0,685 ^a	1	0,408
Olabilirlik Oranı	0,695	1	0,405
Geçerli Durumlar	105		

SORU 9

Çizelge 3.10 Soru 9'a ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	9,843 ^a	3	0,020
Olabilirlik Oranı	9,557	3	0,023
Geçerli Durumlar	152		

SORU 10

Çizelge 3.11 Soru 10'a ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	15,025 ^a	2	0,001
Olabilirlik Oranı	15,611	2	0,000
Geçerli Durumlar	153		

SORU 11

Çizelge 3.12 Soru 11'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	0,619 ^a	2	0,734
Olabilirlik Oranı	0,629	2	0,730
Geçerli Durumlar	153		

SORU 12

Çizelge 3.13 Soru 12'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	5,133 ^a	4	0,274
Olabilirlik Oranı	4,751	4	0,314
Geçerli Durumlar	424		

SORU 13

Çizelge 3.14 Soru 13'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	0,055 ^a	1	0,814
Olabilirlik Oranı	0,055	1	0,815
Geçerli Durumlar	152		

SORU 15

Çizelge 3.15 Soru 15'e ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	10,335 ^a	1	0,001
Olabilirlik Oranı	10,771	1	0,001
Geçerli Durumlar	60		

SORU 16

Çizelge 3.16 Soru 16'ya ait Bağımsızlık Testi Analizi

	Değer	Sd	p
Pearson Ki-Kare	6,730 ^a	2	0,035
Olabilirlik Oranı	7,014	2	0,030
Geçerli Durumlar	54		

Ek 4 2018 yılına ait Akademisyen ve Endüstri Çalışanlarının Cevaplarının İstatistiksel Olarak Karşılaştırma Çizelgeleri

SORU 1

Çizelge 4.1 Endüstrilerde kullanılan kantitatif teknik ve teorilerin kullanım derecelerinin akademi ve endüstri çalışanlarına göre karşılaştırılması

		Doğrusal, doğrusal olmayan veya dinamik programlama										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	17	11	16	24	32	25	28	27	26	64	270	31,196	0,00
	%	6,3%	4,1%	5,9%	8,9%	11,9%	9,3%	10,4%	10,0%	9,6%	23,7%	100,0%		
Endüstri	f	14	12	9	6	11	21	17	3	9	12	114		
	%	12,3%	10,5%	7,9%	5,3%	9,6%	18,4%	14,9%	2,6%	7,9%	10,5%	100,0%		
		İstatistiksel Analiz										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	9	5	9	16	35	36	38	51	35	36	270	11,325	0,25
	%	3,3%	1,9%	3,3%	5,9%	13,0%	13,3%	14,1%	18,9%	13,0%	13,3%	100,0%		
Endüstri	f	6	5	1	7	8	13	19	16	16	23	114		
	%	5,3%	4,4%	0,9%	6,1%	7,0%	11,4%	16,7%	14,0%	14,0%	20,2%	100,0%		
		Benzetim										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	8	16	20	17	36	33	38	55	29	18	270	33,009	0,00
	%	3,0%	5,9%	7,4%	6,3%	13,3%	12,2%	14,1%	20,4%	10,7%	6,7%	100,0%		
Endüstri	f	14	16	14	8	10	15	15	16	5	1	114		
	%	12,3%	14,0%	12,3%	7,0%	8,8%	13,2%	13,2%	14,0%	4,4%	0,9%	100,0%		
		Stok Teorisi										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

Akademi	f	10	5	9	25	40	42	48	52	19	20	270	18,263	0,03
	%	3,7%	1,9%	3,3%	9,3%	14,8%	15,6%	17,8%	19,3%	7,0%	7,4%	100,0%		
Endüstri	f	8	7	4	4	13	21	10	22	13	12	114		
	%	7,0%	6,1%	3,5%	3,5%	11,4%	18,4%	8,8%	19,3%	11,4%	10,5%	100,0%		
		PERT / CPM										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	10	8	26	46	32	46	31	31	20	20	270	27,589	0,00
	%	3,7%	3,0%	9,6%	17,0%	11,9%	17,0%	11,5%	11,5%	7,4%	7,4%	100,0%		
Endüstri	f	9	13	7	7	20	14	20	11	7	6	114		
	%	7,9%	11,4%	6,1%	6,1%	17,5%	12,3%	17,5%	9,6%	6,1%	5,3%	100,0%		
		Karar Teorisi										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	12	13	29	34	40	42	32	38	15	15	270	22,513	0,01
	%	4,4%	4,8%	10,7%	12,6%	14,8%	15,6%	11,9%	14,1%	5,6%	5,6%	100,0%		
Endüstri	F	9	8	12	9	5	29	11	14	14	3	114		
	%	7,9%	7,0%	10,5%	7,9%	4,4%	25,4%	9,6%	12,3%	12,3%	2,6%	100,0%		
		Kuyruk Teorisi										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	18	25	24	28	48	39	30	33	9	16	270	23,008	0,01
	%	6,7%	9,3%	8,9%	10,4%	17,8%	14,4%	11,1%	12,2%	3,3%	5,9%	100,0%		
Endüstri	f	12	8	11	3	13	15	28	11	8	5	114		
	%	10,5%	7,0%	9,6%	2,6%	11,4%	13,2%	24,6%	9,6%	7,0%	4,4%	100,0%		
		Modem Sezgisel Teknikleri										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	29	29	24	22	49	35	22	25	23	12	270	31,122	0,00
	%	10,7%	10,7%	8,9%	8,1%	18,1%	13,0%	8,1%	9,3%	8,5%	4,4%	100,0%		
Endüstri	f	20	30	10	10	16	15	3	8	1	1	114		
	%	17,5%	26,3%	8,8%	8,8%	14,0%	13,2%	2,6%	7,0%	0,9%	0,9%	100,0%		

		Yapay Zekâ ve Zaman Sistemler										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	40	21	16	31	36	36	25	26	19	20	270	18,425	0,03
	%	14,8%	7,8%	5,9%	11,5%	13,3%	13,3%	9,3%	9,6%	7,0%	7,4%	100,0%		
Endüstri	f	19	21	11	9	14	9	8	14	2	7	114		
	%	16,7%	18,4%	9,6%	7,9%	12,3%	7,9%	7,0%	12,3%	1,8%	6,1%	100,0%		
		Tahmin Teknikleri										Toplam	χ^2	p
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Akademi	f	13	13	17	23	36	32	43	48	19	26	270	32,198	0,00
	%	4,8%	4,8%	6,3%	8,5%	13,3%	11,9%	15,9%	17,8%	7,0%	9,6%	100,0%		
Endüstri	f	18	16	4	5	12	4	16	22	10	7	114		
	%	15,8%	14,0%	3,5%	4,4%	10,5%	3,5%	14,0%	19,3%	8,8%	6,1%	100,0%		

SORU 2

Çizelge 4.2 Çalışılan yere göre benzetimin, üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için önemli ve kullanışlı bir araç olup olmadığının karşılaştırılması

			Sizce benzetim, üretim sistemlerinin analizi ve tasarımı için önemli ve kullanışlı bir araç mıdır?			Toplam	χ^2	p
			Evet, çok önemlidir.	Hayır, önemli değildir.	Sisteme ve probleme bağlı olarak değişir.			
Çalışılan yer	Akademi	f	123	2	145	270	19,076	0,00
		%	45,6%	0,7%	53,7%	100,0%		
	Endüstri	f	33	8	73	114		
		%	28,9%	7,0%	64,0%	100,0%		
Toplam		f	156	10	218	384		
		%	40,6%	2,6%	56,8%	100,0%		
$\chi^2=19,076$, $p<,01$								

SORU 3

Çizelge 4.3 Çalışılan yere göre benzetimin, ülkemizde yaygın olarak kullanılıma düşüncesinin karşılaştırılması

			Sizce benzetim tekniği ülkemizde yaygın olarak kullanılıyor mu?			Toplam	χ^2	p
			Evet	Hayır	Fikrim yok			
Çalışılan yer	Akademi	f	42	132	96	270	5,509	0,06
		%	15,6%	48,9%	35,6%	100,0%		
	Endüstri	f	16	70	28	114		
		%	14,0%	61,4%	24,6%	100,0%		
Toplam		f	58	202	124	384		
		%	15,1%	52,6%	32,3%	100,0%		
$\chi^2=5,509$, $p>,05$								

SORU 4

Çizelge 4.4 Benzetim tekniğinin yaygın olarak kullanılmamasında karşılaşılan engellerin akademi ve endüstri çalışanlarına göre karşılaştırılması

Karşılaşılan engeller			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Veri toplama güçlüğü, endüstride hazır veri bulunmaması	Hayır	f	201	78	279	1,464	0,23
		%	74,4%	68,4%	72,7%		
	Evet	f	69	36	105		
		%	25,6%	31,6%	27,3%		
Programlama zamanı	Hayır	f	259	97	356	13,929	0,00
		%	95,9%	85,1%	92,7%		
	Evet	f	11	17	28		
		%	4,1%	14,9%	7,3%		
Sonuçlara duyulan güvensizlik (istatistik bilgisinin yetersizliği)	Hayır	f	242	91	333	6,691	0,01
		%	89,6%	79,8%	86,7%		
	Evet	f	28	23	51		
		%	10,4%	20,2%	13,3%		
Benzetim tekniğini kullanabilecek düzeyde uzman yetersizliği	Hayır	f	203	61	264	17,530	0,00
		%	75,2%	53,5%	68,8%		
	Evet	f	67	53	120		
		%	24,8%	46,5%	31,3%		
Benzetim yazılımlarının pahalı olması ve firmanın uygun donanıma sahip olmaması	Hayır	f	215	74	289	9,325	0,00
		%	79,6%	64,9%	75,3%		
	Evet	f	55	40	95		
		%	20,4%	35,1%	24,7%		
İşletmelerin benzetim tekniğini ve yararları	Hayır	f	198	70	268	5,411	0,02
		%	73,3%	61,4%	69,8%		

hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması	Evet	f	72	44	116		
		%	26,7%	38,6%	30,2%		
Toplam		f	270	114	384		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 5

Çizelge 4.5 Akademi ve endüstri çalışanların bir endüstri mühendisinin yeterliliklerine ilişkin görüşlerinin karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim dili ile bir benzetim modelini kodlayabilecek kadar bilgiye sahip olması yeterli midir?	Evet, yeterlidir.	f	69	18	87	1,343	0,51
		%	50,0%	40,9%	47,8%		
	Hayır, fikrim yok.	f	23	10	33		
		%	16,7%	22,7%	18,1%		
	Yeterli değildir.	f	46	16	62		
%		33,3%	36,4%	34,1%			
Bir endüstri mühendisinin, bir benzetim modelini kuracak, geçerliğini test edecek, çalıştıracak ve çıktı analizi yapacak kadar teknik ve teorik tüm bilgiye sahip olmalı mıdır?	Evet, yeterlidir.	f	69	18	87	20,786	0,00
		%	50,0%	40,9%	47,8%		
	Hayır, fikrim yok.	f	23	10	33		
		%	16,7%	22,7%	18,1%		
	Yeterli değildir.	f	46	16	62		
		%	33,3%	36,4%	34,1%		
Toplam		f	138	44	182		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 6

Çizelge 4.6 Üniversitelerin benzetim metodolojisini öğretmekte yeterli olup olmadığına ilişkin akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerinin karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Sizce, üniversiteler sadece benzetim metodolojisini	Evet, katılıyorum.	f	38	11	49	3,946	0,27
		%	14,1%	9,8%	12,8%		
	Hayır, katılmıyorum.	f	216	98	314		
		%	80,0%	87,5%	82,2%		
	Fikrim yok.	f	12	3	15		
		%	4,9%	2,7%	4,0%		

öğretmekle yetinmeli mi?		%	4,4%	2,7%	3,9%		
	Diğer.	f	4	0	4		
		%	1,5%	0,0%	1,0%		
Toplam		f	270	112	382		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 7

Çizelge 4.7 Katılımcıların veya üniversitelerinin son 5 yıl içinde herhangi bir kurum ya da şirkete benzetim çalışması yaptığına ilişkin akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerinin karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Siz veya mezun olduğunuz üniversite geçmiş 5 yıl içinde herhangi bir kuruma veya endüstride bir şirkete benzetim çalışması yaptı mı?	Evet, birçok kere.	f	108	22	130	15,401	0,00
		%	40,0%	19,3%	33,9%		
	Evet, 1-2 kere.	f	75	44	119		
		%	27,8%	38,6%	31,0%		
	Hayır.	f	87	48	135		
		%	32,2%	42,1%	35,2%		
Toplam		f	270	114	384		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 8

Çizelge 4.8 Üniversitelerin yaptığı projelerin endüstri ile üniversite arasındaki ilişkiyi geliştirmede katkısının akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerine göre karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p	
			Akademi	Endüstri				
Size göre o projeler endüstri ile üniversite arasındaki ilişkilerin gelişmesine katkıda bulunur mu?	Evet, her zaman.	f	57	22	79	9,717	0,01	
		%	31,1%	33,3%	31,7%			
	Evet, genellikle.	f	102	44	146			
		%	55,7%	66,7%	58,6%			
	Hayır.	f	24	0	24			
		%	13,1%	0,0%	9,6%			
	Toplam		f	183	66			249
			%	100,0%	100,0%			100,0%

SORU 9

Çizelge 4.9 Bir benzetim çalışmasında tercih edilen yaklaşımların akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerine göre karşılaştırılması

			Çalışılan Yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Benzetim dili kullanırım.	Hayır	f	80	67	147	28,813	0,00
		%	29,6%	58,8%	38,3%		
	Evet	f	190	47	237		
		%	70,4%	41,2%	61,7%		
Projeye bağlı olarak uygun paket seçerim.	Hayır	f	230	75	305	18,454	0,00
		%	85,2%	65,8%	79,4%		
	Evet	f	40	39	79		
		%	14,8%	34,2%	20,6%		
Genel amaçlı bir programlama dili kullanırım.	Hayır	f	234	94	328	1,141	0,29
		%	86,7%	82,5%	85,4%		
	Evet	f	36	20	56		
		%	13,3%	17,5%	14,6%		
Fikrim yok.	Hayır	f	266	106	372	8,115	0,00
		%	98,5%	93,0%	96,9%		
	Evet	f	4	8	12		
		%	1,5%	7,0%	3,1%		
Toplam		f	270	114	384		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 10

Çizelge 4.10 Endüstri kuruluşlarının benzetim projeleri için dışarıdan danışmanlık desteği almalarına ilişkin olmadığına ilişkin akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerinin karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Ülkemizde endüstri kuruluşları benzetim projesi için dışarıdan danışmanlık hizmeti almayı tercih eder mi?	Evet, eder.	f	124	62	186	20,563	0,00
		%	45,9%	54,4%	48,4%		
	Hayır, etmez.	f	60	40	100		
		%	22,2%	35,1%	26,0%		
	Fikrim yok.	f	86	12	98		
		%	31,9%	10,5%	25,5%		
	Toplam		f	270	114	384	
			%	100,0%	100,0%	100,0%	

SORU 11

Çizelge 4.11 Kurumların kendi benzetim takımına sahip olmasına ilişkin akademi ve endüstri çalışanlarının görüşlerinin karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p	
			Akademi	Endüstri				
Sizce bir kurum kendi benzetim takımına sahip olmalı mı?	Evet, her kurum kendi benzetim takımına sahip olmalıdır.	f	121	28	149	14,282	0,00	
		%	44,8%	24,6%	38,8%			
	Yalnız büyük ölçekli endüstri şirketleri kendi benzetim takımına sahip olmalıdır.	f	118	71	189			
		%	43,7%	62,3%	49,2%			
	Hayır, dışarıdan destek almalıdır.	f	31	15	46			
		%	11,5%	13,2%	12,0%			
	Toplam		f	270	114			384
			%	100,0%	100,0%			100,0%

SORU 12

Çizelge 4.12 Bir benzetim projesinde çalışması gereken uzmanların akademi ve endüstri çalışanların görüşlerine göre incelenmesi

Uzmanlık alanları			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Benzetim uzmanı	Hayır	f	24	14	38	1,034	0,31
		%	8,9%	12,3%	9,9%		
	Evet	f	246	100	346		
		%	91,1%	87,7%	90,1%		
İstatistik uzmanı	Hayır	f	75	43	118	3,722	0,05
		%	27,8%	37,7%	30,7%		
	Evet	f	195	71	266		
		%	72,2%	62,3%	69,3%		
Firmadan sistemi bilen bir uzman	Hayır	f	81	13	94	14,995	0,00
		%	30,0%	11,4%	24,5%		
	Evet	f	189	101	290		
		%	70,0%	88,6%	75,5%		
Programcı	Hayır	f	142	40	182	9,851	0,00
		%	52,6%	35,1%	47,4%		
	Evet	f	128	74	202		
		%	47,4%	64,9%	52,6%		
Firmadan bir üst düzey yönetici	Hayır	f	201	75	276	2,970	0,09
		%	74,4%	65,8%	71,9%		
	Evet	f	69	39	108		
		%	25,6%	34,2%	28,1%		

		%	25,6%	34,2%	28,1%		
Toplam		f	270	114	384		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 13

Çizelge 4.13 Öğrencilik zamanında bir çalışma grubunda yer alınmasının akademi ve endüstri çalışanlarına göre karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Öğrenciliğiniz veya çalışma hayatınız sırasında bir benzetim çalışma grubunda yer aldınız mı?	Evet	f	67	22	89	1,370	0,24
		%	24,8%	19,3%	23,2%		
	Hayır	f	203	92	295		
		%	75,2%	80,7%	76,8%		
Toplam		f	270	114	384		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 15

Çizelge 4.14 Öğrencilik zamanında projede çalışanların bu projede “benzetim eniyilemesi” kullanma akademi ve endüstri çalışanlarına göre karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Bu projede “benzetim eniyilemesi” yaklaşımını kullandınız mı?	Evet	f	39	17	56	2,580	0,11
		%	58,2%	77,3%	62,9%		
	Hayır	f	28	5	33		
		%	41,8%	22,7%	37,1%		
Toplam		f	67	22	89		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		

SORU 16

Çizelge 4.15 Öğrencilik zamanında projede çalışanların bu projede “benzetim optimizasyonu” tekniklerinden kullandıklarına göre akademi ve endüstri çalışanlarına göre karşılaştırılması

			Çalışılan yer		Toplam	χ^2	p
			Akademi	Endüstri			
Benzetim eniyilemesi yaptıysanız hangi teknikleri kullandınız?	Cevap Yüzeyi Metodu	f	8	4	12	3,393	0,34
		%	21,1%	25,0%	22,2%		
	Arama teknikleri + Benzetim Modeli	f	19	10	29		
		%	50,0%	62,5%	53,7%		
	Arama teknikleri + Meta motel	f	4	2	6		
		%	10,5%	12,5%	11,1%		
	Yapay sinir ağları ile meta model	f	7	0	7		
		%	18,4%	0,0%	13,0%		
Toplam		f	38	16	54		
		%	100,0%	100,0%	100,0%		