

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**KURUMSAL MİMARİ ÇERÇEVESİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİMİ VE METAMODELİNİN
ŞEBEKE TEORİSİ YAKLAŞIMLARI İLE ANALİZİ**

LEVENT ŞAHİNTÜRK

KOCAELİ 2025

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

KURUMSAL MİMARİ ÇERÇEVESİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİMİ VE METAMODELİNİN
ŞEBEKE TEORİSİ YAKLAŞIMLARI İLE ANALİZİ

LEVENT ŞAHİNTÜRK

Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Berrin DENİZHAN
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Kasım BAYNAL
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. İrem DÜZDAR
Jüri Üyesi, Düzce Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.02.2025

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

Bu tez çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgilertarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Levent ŞAHİNTÜRK

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır. Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim. Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal TEZ MERKEZİ/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Levent ŞAHİNTÜRK

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Kurumların organizasyonu, iş yapış biçimleri, yetenekleri, bilgi envanteri, veri, altyapı ve teknoloji ile BT çözümlerinin modellemesi amacıyla oluşturulan içerik metamodelinin ve metamodel içerisinde yer alan yapı taşları ile yapıtaşları arasındaki ilişkilerin şebeke teorisi yöntemi ile uygulamalı bir örnek üzerinden modellenerek analitik olarak incelenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu alanda araştırma imkânı vererek çalışmamı planlama ve oluşturma sürecinde bana rehberlik eden; anlayışı, desteği ve geri bildirimleri ile tecrübe ve bilgisinden faydalandığım değerli danışman hocam Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI'ya teşekkür ederim. Tavsiyeleri ile beni doğru yönlendiren, tezime katkı sunan, tecrübe ve bilgisini içtenlikle paylaşan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Zerrin ALADAĞ ve Doç. Dr. Berrin DENİZHAN'a en derin saygılarımı sunarım.

Zorlu doktora yolculuğuna çıkmama sebep olan, gerekli imkânları sağlayarak beni bu yolda hep destekleyen, endüstri mühendisliğini hem iyi öğretip hem de sevdiiren sevgili hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Yıldız ŞAHİN ve Doç. Dr. Burcu ÖZCAN TÜRKKAN'a sevgi ve saygılarımı sunarım.

Dostluklarıyla her zaman yanımda olan, tez sürecinde desteklerini esirgemeyen, yönlendirmeleri ve katkılarıyla beni motive eden canım yol arkadaşlarım Dr. Tefik ALTINALEV, Dr. Sercan DÖNMEZ ve Dr. Berrin BAL ŞAHİN'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Akademik eğitimim boyunca her aşamada desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, bu hayattaki en büyük şansım değerli eşim Gonca ile sevgili kızım Nisan'a sonsuz teşekkürler.

Mart - 2025

Levent ŞAHİNTÜRK

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Kurumsal Mimari.....	1
1.2. KM'nin Tarihçesi.....	6
1.3. KM'nin Faydaları	7
1.4. KM'nin Uygulanmasındaki Zorluklar ve Kritik Başarı Faktörleri.....	9
1.5. Metamodel	11
1.6. Literatür Özeti.....	12
1.7. Tez Yol Haritası.....	15
2. KM ÇERÇEVELERİ.....	16
2.1. TOGAF Çerçevesi	16
2.1.1. TOGAF Çerçevesinin Yapısı.....	16
2.1.2. TOGAF Çerçevesinin Faydaları	18
2.1.3. TOGAF Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar.....	18
2.2. Zachman Çerçevesi.....	19
2.2.1. Zachman Çerçevesinin Yapısı	19
2.2.2. Zachman Çerçevesinin Faydaları	21
2.2.3. Zachman Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar	21
2.3. Federal KM Çerçevesi	22
2.3.1. Federal KM Çerçevesinin Yapısı.....	22
2.3.2. Federal KM Çerçevesinin Faydaları.....	23
2.3.3. Federal KM Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar.....	24
2.4. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesi	25
2.4.1. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Yapısı.....	25
2.4.2. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Faydaları	27
2.4.3. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar	27
3. YÖNTEM VE MATERYAL	29
3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri.....	29
3.1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi	31
3.1.2. Gerçeği İfade Etme ve Seçme Metodu	34
3.1.3. The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)Yöntemi.....	39
3.2. Şebeke Optimizasyonu	42
3.2.1. Minimum Yayılan Ağaç (MYA) Problemi	43
3.2.2. En Kısa Yol (EKY) Problemi	46
3.3. Bilişsel Haritalar	50
3.3.1. Bulanık Bilişsel Haritalar	50

3.3.2. Bulanık Bilişsel Haritaların Geliştirilmesi.....	52
3.3.3. BBH Çıkarım Algoritması.....	53
3.4. Maliyet Atamasına Yönelik Önerilen Yaklaşım.....	54
3.4.1. Metamodelle Maliyetlerin Eklenmesi.....	54
3.4.2. Mimari Yapıtaşlarına Maliyet Atanması.....	54
3.4.3. İlişkilere Maliyet Atanması.....	59
4. UYGULAMALAR.....	62
4.1. ÇKKV Yöntemleri İle KM Çerçeve Seçimi.....	62
4.1.1. AHP Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi.....	64
4.2. ELECTRE I Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi.....	77
4.3. DEMATEL Yöntemi Kullanılarak Kriter Sayısının Belirlenmesi.....	82
4.4. Hayali İşletme Metamodeline Şebeke Teorisi İle Karar Desteği Sağlanması.....	86
4.4.1. Hayali İşletme İçin Metamodel Maliyetleri.....	87
4.4.2. Minimum Yayılan Ağaç Yaklaşımı ile En Az Maliyetli Metamodelin Bulunması.....	88
4.4.3. En Kısa Yol Yaklaşımı ile Metamodelin Konfigürasyonu.....	90
4.5. BBH Uygulaması.....	91
5. KURUMLAR İÇİN KM'YE GEÇİŞ KILAVUZU.....	96
5.1. TOGAF Mimari Geliştirme Metodolojisi.....	96
5.2. TOGAF ADM Fazları.....	97
5.2.1. I. Aşama: Hazırlık Fazı.....	99
5.2.2. II. Aşama: Mimari Vizyon.....	100
5.2.3. III. Aşama: İş Mimarisi.....	101
5.2.4. IV. Aşama: Bilgi Sistemleri Mimarisi.....	102
5.2.5. V. Aşama: Teknoloji Mimarisi.....	103
5.2.6. VI. Aşama: Fırsatlar ve Çözümler.....	103
5.2.7. VII. Aşama: Göç Planlama.....	104
5.2.8. VIII. Aşama: Uygulama Yönetişimi.....	104
5.2.9. IX. Aşama: Mimari Değişim Yönetimi.....	105
6. SONUÇLAR.....	106
6.1. AHP ve ELECTRE I Teknikleri İle Gerçekleştirilen Uygulama Sonuçları.....	106
6.2. DEMATEL Tekniği İle Gerçekleştirilen Uygulama Sonuçları.....	108
6.3. Hayali İşletme Metamodeline Şebeke Teorisi Uygulanmasındaki Sonuçlar.....	109
6.4. BBH Uygulama Sonuçları.....	110
KAYNAKLAR.....	111
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	122

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	KM katmanları.....	3
Şekil 1.2.	KM bileşenleri	4
Şekil 1.3.	Bakış açısı, görünüm ve arşiv	5
Şekil 1.4.	Metamodel örneği.....	12
Şekil 1.5.	Tez çalışmasında izlenen yol haritası	15
Şekil 2.1.	TOGAF mimari bileşenleri.....	17
Şekil 2.2.	TOGAF mimari geliştirme yöntemi	17
Şekil 2.3.	Zachman çerçevesi.....	20
Şekil 2.4.	FEAF çerçevesi.....	23
Şekil 2.5.	DoDAF Çerçevesi.....	26
Şekil 3.1.	Minimum yayılan ağaç örnekleri.....	44
Şekil 3.2.	En kısa yol problem örneği.....	47
Şekil 3.3.	Halk sağlığı sorunlarına ilişkin BH	50
Şekil 4.1.	AHP mimari yapısı	64
Şekil 4.2.	Üç kriterin karşılaştırma formu	65
Şekil 4.3.	AHP ile Normalize İşlemleri	65
Şekil 4.4.	Kriterlerin karşılaştırma formu	67
Şekil 4.5.	AHP ile Normalize İşlemleri	68
Şekil 4.6.	Kriterlerin karşılaştırma formu	70
Şekil 4.7.	AHP ile normalize işlemleri	71
Şekil 4.8.	ŞAHİNTÜRK işletmesine ait metamodel örneği	88
Şekil 4.9.	İşletmenin hesaplanan minimum maliyetli çözümü	90
Şekil 4.10.	İşletmenin güncellenen minimum maliyetli çözümü.....	91
Şekil 4.11.	ŞAHİNTÜRK işletmesine ait metamodel örneği	92
Şekil 4.12.	FCM Expert uygulaması ile işletmeye metamodelin BBH'ı.....	94
Şekil 4.13.	BBH çıkarım grafiği	94
Şekil 5.1.	TOGAF ADM Fazları.....	98

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	KM ve faydaları üzerine araştırma	8
Tablo 1.2.	Kamu Kurumlarındaki KM Uygulamalarının KBF	10
Tablo 3.1.	AHP Önem Düzeyleri	32
Tablo 3.2.	DEMATEL Değerlendirme Ölçeği	40
Tablo 3.3.	Katmanlar ve seviyeler arası katsayı tablosu	61
Tablo 4.1.	KM uygulama metodolojileri kriterleri, atıf sayıları ve anket sonucu	62
Tablo 4.2.	Üç kriterin karşılaştırma matrisi	65
Tablo 4.3.	Normalizasyon uygulanmış matris	66
Tablo 4.4.	Kriterlerin ağırlıkları	66
Tablo 4.5.	Tüm öncelikler matrisi	66
Tablo 4.6.	RI	67
Tablo 4.7.	Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi	68
Tablo 4.8.	Normalizasyon işlemi uygulanan matris	68
Tablo 4.9.	Kriterlerin ağırlık değerleri	69
Tablo 4.10.	Tüm öncelikler matrisi	69
Tablo 4.11.	Karşılaştırma matrisi	70
Tablo 4.12.	Normalizasyon işlemi uygulanan matris	71
Tablo 4.13.	Kriterlerin ağırlık değeri	71
Tablo 4.14.	Tüm öncelikler matrisi	72
Tablo 4.15.	Sürekli iyileştirme için karşılaştırma matrisi	73
Tablo 4.16.	Sürekli iyileştirme için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları	73
Tablo 4.17.	Etkili iletişim için karşılaştırma matrisi	74
Tablo 4.18.	Etkili iletişim için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları	74
Tablo 4.19.	Adım adım kılavuz için karşılaştırma matrisi	75
Tablo 4.20.	Adım adım kılavuz için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları	75
Tablo 4.21.	Yeterli KM aracı desteği için karşılaştırma matrisi	75
Tablo 4.22.	Yeterli KM aracı desteği için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları	76
Tablo 4.23.	Optimal uyum için karşılaştırma matrisi	76
Tablo 4.24.	Optimal uyum için Normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları	77
Tablo 4.25.	ELECTRE I karar matrisi	77
Tablo 4.26.	Normalizasyon işlemi uygulanan karar matrisi	78
Tablo 4.27.	Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi	78
Tablo 4.28.	Uyum indeksi elemanları	79
Tablo 4.29.	Uyumsuzluk ve uyum indeksleri	80
Tablo 4.30.	Baskınlık Matrisi	82
Tablo 4.31.	Doğrudan ilişki matrisi	82
Tablo 4.32.	Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi	83
Tablo 4.33.	(I-X) matrisi	83
Tablo 4.34.	(I-X) matrisinin tersi	84
Tablo 4.35.	Toplam ilişki matrisi	84

Tablo 4.36.	D, R, D+R ve D-R Değerleri	85
Tablo 4.37.	Mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi-1	89
Tablo 4.38.	Mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi-2.....	89
Tablo 4.39.	Katmanlar ve seviyeler arası normalize edilmiş katsayı tablosu	93
Tablo 4.40.	BBH çıkarım tablosu.....	95
Tablo 6.1.	Üç kritere göre AHP değerlendirme sonucu	107
Tablo 6.2.	Dört kritere göre AHP değerlendirme sonucu	107
Tablo 6.3.	Beş kritere göre AHP değerlendirme sonucu.....	107
Tablo 6.4.	Karşılaştırılmalı ÇKKVY sonuçları.....	108



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A_{ij}	: İkili karşılaştırmalar matrisi
a_i	: Kriterler
w_i	: Ağırlıklar
W_{ij}	: Ağırlık matrisi
λ	: Özdeğer
X_{ij}	: Standart karar matrisi
V_{ij}	: Normalize karar matrisi
$C(p,q)$: Uyum kümesi
$D(p,q)$: Uyumsuzluk kümesi
C^-	: Uyum değerlerinin ortalaması
D^-	: Uyumsuzluk değerlerinin ortalaması
C_p	: Net uyum indeksi
D_p	: Net uyumsuzluk indeksi
r_{ij}	: Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi
T	: Toplam ilişki matrisi
D	: Toplam ilişki matrisinin satır değerlerinin toplamı
R	: Toplam ilişki matrisinin sütun değerlerinin toplamı
$D+R$: İlişki düzeyi
$D-R$: Etkileme seviyesi
G	: Şebeke
V	: Düğümler kümesi
A	: Ayrıklar kümesi
S	: Kaynak düğüm
n	: Hedef düğüm
$f(x)$: Tek kutuplu sigmoid fonksiyonu
$A^{(k)}$: Sistemin anlık durum vektörü
M_Y	: Mimari yapıtaş maliyeti
a_T	: Tanımlama faktörünün ağırlığı
a_{TS}	: Tespit ve sürdürülebilirlik faktörünün ağırlığı
TS	: Tespit ve sürdürülebilirlik faktörü puanı
a_p	: Uzman personel alt kriterinin ağırlığı
P	: Uzman personel puanı
a_{ym}	: Yönetim mekanizması alt kriterinin ağırlığı
YM	: Yönetim mekanizması puanı
a_{im}	: İşletme mekanizması alt kriterinin ağırlığı
$İM$: İşletme mekanizması puanı
a_y	: Yazılım aracı alt kriterinin ağırlığı
Y	: Yazılım aracının puanı
M_i	: Mimari yapıtaşının diğer yapıtaşları ile ilişkilendirilme maliyeti
$İM$: İşletme mekanizması puanı

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADM	: Architecture Development Methodology (Mimari Geliştirme Metodolojisi)
AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
BBH	: Bulanık Bilişsel Haritalama (Fuzzy Cognitive Mapping)
BİT	: Bilgi ve İletişim Teknolojisi
BT	: Bilgi Teknoloji
CI	: Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
CR	: Consistency Ratio (Tutarlılık Oran)
COVID	: The Corona Virus Disease (Koronavirüs Hastalığı)
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇKKVY	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
ÇNKV	: Çok Nitelikli Karar Verme
DEMATEL	: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
DoDAF	: The Department of Defense Architecture Framework (Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesi)
E2AF	: The Extended Enterprise Architecture Framework (Genişletilmiş Kurumsal Mimari Çerçevesi)
EA	: Enterprise Architecture (Kurumsal Mimari)
ELECTRE	: Elemination and Choice Translating Reality English (Çerçeği İfade Etme ve Seçme)
eRIM	: The Integrated electronic Requirements Information Management Framework (Entegre Elektronik Gereksinimler Bilgi Yönetimi Çerçevesi)
ITIL	: Information Technology Infrastructure (BT Altyapı Kütüphanesi)
ITSM	: Information Technology Service Management (BT Servis Yönetimi)
İRM	: İş Referans Modeli
EKY	: En Kısa Yol
FCM	: Fuzzy Cognitive Mapping (Bulanık Bilişsel Haritalama)
FEA	: Federal Enterprise Architecture (Federal Kurumsal Mimari)
FEAF	: Federal Enterprise Architecture Framework (Federal Kurumsal Mimari Çerçevesi)
GERAM	: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology (Genelleştirilmiş Kurumsal Referans Mimarisi ve Metodolojisi)
KBF	: Kritik Başarı Faktörü
KM	: Kurumsal Mimari
MGY	: Mimari Geliştirme Yöntemi
MOORA	: Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (Oran Analizine Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon)
MYA	: Minimum Yayılan Ağaç

PRM	: Performans Referans Modeli
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (Zenginleştirme Değerlendirmesi İçin Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi)
RI	: Random Index (Rastgele Değer Endeksi)
TAFIM	: Technical Architecture Framework for Information Management (Bilgi Yönetimi için Teknik Mimarlık Çerçevesi)
TOGAF	: The Open Group Architecture Framework (Açık Grup Mimarisi Çerçevesi)
TOPSİS	: The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği)
TRM	: Teknoloji Referans Modeli
URL	: Uniform Resource Locator (Tekdüzen Kaynak Bulucu)
URM	: Uygulama Referans Modeli
VRM	: Veri Referans Modeli

KURUMSAL MİMARİ ÇERÇEVESİNİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİMİ VE METAMODELİNİN ŞEBEKE TEORİSİ YAKLAŞIMLARI İLE ANALİZİ

ÖZET

Gelişen teknolojilerin etkisiyle, kurumlar sürdürülebilirliklerini sağlamak amacıyla dijital dönüşüm süreçlerini başlatmakta, iş süreçlerini bu dönüşüme entegre etmek zorundadır. Dijital dönüşümün başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi, kurumsal mimari (KM)'nin tasarımı ve etkin bir şekilde uygulanmasıyla mümkündür. KM, bir kurumun stratejileri, hedefleri, organizasyonel yapısı, iş süreçleri ve bilgi teknolojileri (BT) altyapısı arasında sürekli uyum sağlamayı hedefleyen sistematik bir yaklaşım sunar. Zaman içerisinde, kurumlar farklı avantaj ve dezavantajlar barındıran çeşitli KM çerçeveleri geliştirmiştir. Uygun bir KM çerçevesinin seçimi, çok sayıda faktörün göz önünde bulundurulmasını gerektirir ve karar verme süreci, çok kriterli bir değerlendirme yöntemiyle yürütülmelidir. Bu çalışmada, dijital dönüşüm sürecine başlayacak bir kurum için iş süreçlerine en uygun KM çerçevesinin seçimi ele alınmıştır. TOGAF, Zachman, DoDAF ve FEAF gibi yaygın olarak kullanılan KM çerçevelerinin yapıları, kullanım alanları, avantajları ve uygulanma süreçlerinde karşılaşılan zorluklar ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir. KM çerçevesi seçim sürecini bilimsel bir temele dayandırmak amacıyla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve ELECTRE I teknikleri tanıtılmış ve bu yöntemler karar verme sürecine entegre edilmiştir. Ayrıca, karar sürecini etkileyebilecek kriterler, literatür taraması, ilgili kurumsal birimlerden elde edilen geri bildirimler ve projede görev alan uzman ekiplerin katkıları doğrultusunda belirlenmiştir. Kriterleri, ilişkilerin birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilen ve diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan kriterleri belirleyebilen DEMATEL yöntemi incelenmiş ve uygulama ile kriter sayılarının seçimi değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, TOGAF çerçevesi, kolay anlaşılabilir yapısı ve uygulamaya yönelik açık bir süreç sağlaması nedeniyle en uygun KM çerçevesi olarak seçilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde şebeke optimizasyonundan kısaca bahsedilmiş ve bu disiplinin KM çerçevesinde kurumları modellemek maksadıyla kullanılan metamodel yaklaşımı ile benzerliklerine dikkat çekilmiştir. Metamodelin, şebeke optimizasyonu çözüm yöntemleri ile analiz edilebilmesi için maliyetlendirilmesi maksadıyla bir yöntem önerilmiştir. Daha sonra metamodelin analizinde yararlanılacak minimum yayılan ağaç ve en kısa yol problemleri açıklanmıştır. Sonraki aşamada hayali bir işletme üretilmiş ve bu işletmenin kullanacağı metamodelin mimari yapıtaşları ve mimari yapıtaşları arasındaki ilişkiler, işletmenin özellikleri dikkate alınarak önerilen maliyetlendirme yöntemi ile maliyetlendirilmiştir. Ardından en az maliyetli metamodel Kruskal Algoritması ile bulunmuş ve ihtiyaçlar çerçevesinde ilave ilişkiler ise Dijkstra algoritması ile metamodele konumlandırılmıştır. Bulunan yeni metamodel yeniden yayılan ağaç formuna dönüştürülmek üzere oluşan gereksiz maliyetleri yok ederek konfigüre edilmiştir. Son bölümde ise hayali olarak oluşturulan işletmenin kullanacağı metamodelin mimari yapıtaşları ve bunlar arasında yargıya dayalı olarak belirlenen ilişki katsayılarının bilimsel bir temele dayandırılması maksadıyla Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemi ile ilgili uygulama yürütülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Bilişsel Haritalama, DEMATEL, Kurumsal Mimari, Şebeke Teorisi, TOGAF.

SELECTION OF ENTERPRISE ARCHITECTURE FRAMEWORK USING MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS AND ANALYSIS OF ITS METAMODEL THROUGH NETWORK THEORY APPROACHES

ABSTRACT

With the impact of developing technologies, institutions are starting digital transformation processes in order to ensure their sustainability and must integrate their business processes into this transformation. The successful implementation of digital transformation is possible with the design and effective implementation of enterprise architecture (EA). EA offers a systematic approach that aims to ensure continuous harmony between an institution's strategies, goals, organizational structure, business processes and information technology (IT) infrastructure. Over time, institutions have developed various EA frameworks with different advantages and disadvantages. The selection of a suitable EA framework requires consideration of many factors and the decision-making process should be carried out with a multi-criteria evaluation method. In this study, the selection of the most suitable EA framework for business processes for an institution that will start the digital transformation process is discussed. The structures, areas of use, advantages and difficulties encountered in the implementation processes of widely used EA frameworks such as TOGAF, Zachman, DoDAF and FEAF are analyzed in detail. In order to base the EA framework selection process on a scientific basis, Analytical Hierarchy Process (AHP) and ELECTRE I techniques from multi-criteria decision-making methods were introduced and integrated into the decision-making process. In addition, the criteria that could affect the decision-making process were determined based on literature review, feedback from relevant institutional units and contributions from expert teams working on the project. The DEMATEL method, which can arrange the criteria in order of priority in terms of the importance of the effects of the relationships on each other and determine the criteria that have more impact on other criteria, was examined and the selection of the criteria numbers was evaluated with the application. As a result of the research, the TOGAF framework was selected as the most suitable EA framework due to its easy-to-understand structure and providing a clear process for implementation. In the second part of the studies, network optimization is briefly mentioned and the similarities of this discipline with the metamodel approach used to model institutions within the EA framework are highlighted. A method is proposed for costing the metamodel so that it can be analyzed with network optimization solution methods. Then, the minimum spanning tree and shortest path problems to be used in the analysis of the metamodel are explained. In the next stage, a synthetic business is produced and the architectural building blocks of the metamodel to be used by this business and the relationships between the architectural building blocks are costed with the proposed costing method considering the characteristics of the business. Then, the least cost metamodel is found with the Kruskal algorithm and additional relationships are positioned in the metamodel with the Dijkstra algorithm within the framework of the needs. The new metamodel found is configured by eliminating the unnecessary costs to be converted into a spanning tree form again. In the last section, an application is carried out with the Fuzzy Cognitive Mapping (FCM) method in order to base the relationship coefficients determined based on judgment between the architectural building blocks of the metamodel to be used by the synthetically created business and the architectural building blocks on a scientific basis.

Keywords: Fuzzy Cognitive Mapping, DEMATEL, Enterprise Architecture, Network Theory, TOGAF.

1. GİRİŞ

Teknolojideki büyük ve hızlı gelişmeler, insan-süreç-teknoloji faktörlerinin en iyi şekilde yönetilmesi, ekonomik iklimin yarattığı maliyet baskısı ile kıt kaynakların etkin kullanımı belirli sektörlerde faaliyet gösteren kurumları “geri kalma” endişesi ile teknoloji yatırımlarıyla ilgili olarak acele karar almaya sevk etmiştir. Kurumlar, farklı fonksiyonel gereksinimlere yönelik olarak çeşitli altyapılar kullanmaktadırlar. Bu artan çeşitlilikle birlikte karmaşıklık da giderek artmakta ve bütünü görmek daha zor hale gelmektedir. Pazarların ve iş ortamlarının sürekli değişmesi nedeniyle şirketler çalkantılı ve öngörülemeyen pazarlarda faaliyet göstermektedir. Firmaların yüksek kaliteli ürünler veya verimli süreçlerle pazarlarda rekabet avantajı elde etmeleri neredeyse imkânsızdır. Şirketlerin, stratejik hedeflere ulaşmak ve rekabet avantajı elde etmenin yeni potansiyel yollarını keşfetmek için etkinlik ve verimliliğe odaklanması gerekir (Kauppila, 2023).

Hem kuralların baskısı, hem ekonominin yarattığı maliyet etkisi, hem de firmaların etkin ve doğru biçimde bütünü görme ihtiyacını arttırmaktadır. Kurumlar, karşılaştıkları bu zorlukların üstesinden gelebilmek için dijital dönüşüm süreçlerini başlatmakta ve iş süreçleri ile uygulamalarını bu dönüşüme uyarlamak durumunda kalmaktadır. Ancak, bir sorunu çözmek amacıyla geliştirilen noktasal yaklaşımlar, kurumun genel teknoloji altyapısında karmaşıklığa ve verimsizliğe yol açabilmektedir. Örneğin, sistemler arası entegrasyon eksikliği, süreçleri oluşturan bilginin doğruluğu ve geçerliliği, oluşturulan toplam değer ve bu unsurların kurumsal politika ve stratejilerle uyumu gibi faktörler, bir çözümün etkinliğini ya da yetersizliğini değerlendirmek için önemli göstergeler sağlamaktadır (Wetering ve diğ., 2021).

1.1. Kurumsal Mimari

Kurumların giderek anlamaya ve uygulamaya çalıştığı bir yaklaşım haline gelen KM kavramı, bu sorunların çözümüne katkı sağlamaktadır. KM, kurumun değerini maksimize etme amacına yönelik olarak, organizasyonun temel bileşenlerinin soyut, hiyerarşik, bütüncül ve ilişkisel bir yaklaşımla tanımlanması ilkesine dayanmaktadır. Daha açık bir ifade ile kurumun organizasyon yapısı, stratejisi, iş süreçleri, hedefleri ve Bilgi Teknolojisi (BT) altyapısı arasında etkili iletişim ve uyumun sağlanmasını amaçlayan bir metodolojidir (Castillo ve diğ., 2019). KM tesis edildiğinde, bir görevin hangi hedefe yönelik olduğu, bir

uygulamanın yer aldığı süreçler ve çalışanların ne tür bilgilere, nasıl bir biçimde ihtiyaç duyduğu gibi birçok kritik bilgiye hızlı ve kolay bir şekilde erişim imkânı sağlamaktadır. Bu da değiştirilmesi uzun süren sistem davranışlarının daha iyi tanımlanmasıyla süreç yönetimini kolaylaştırır.

KM, bilgi ve veri mimarisi, uygulama ve çözüm mimarisi, iş ve süreç mimarisi ile teknoloji ve altyapı mimarisi olmak üzere dört temel mimari bileşenden oluşmaktadır. Bu kapsamda kullanılan modeller, söz konusu bileşenlerin ayrıntılarını ve bunlar arasındaki ilişkileri betimlemek ve çözümlenmek amacıyla kullanılmaktadır (Alamri ve diğ., 2018). KM, bir kurumun hâlihazırdaki durumunu analiz ederek gelecekteki hedeflerine en verimli ve etkili şekilde ulaşmasını sağlayacak stratejileri ve yapıları tanımlama sürecidir. KM'nin en önemli özelliği, kuruma bütüncül bir perspektif kazandırarak tüm süreç ve bileşenlerin uyumlu bir şekilde değerlendirilmesini sağlamasıdır (Abdallah ve Galal-Edeen, 2006).

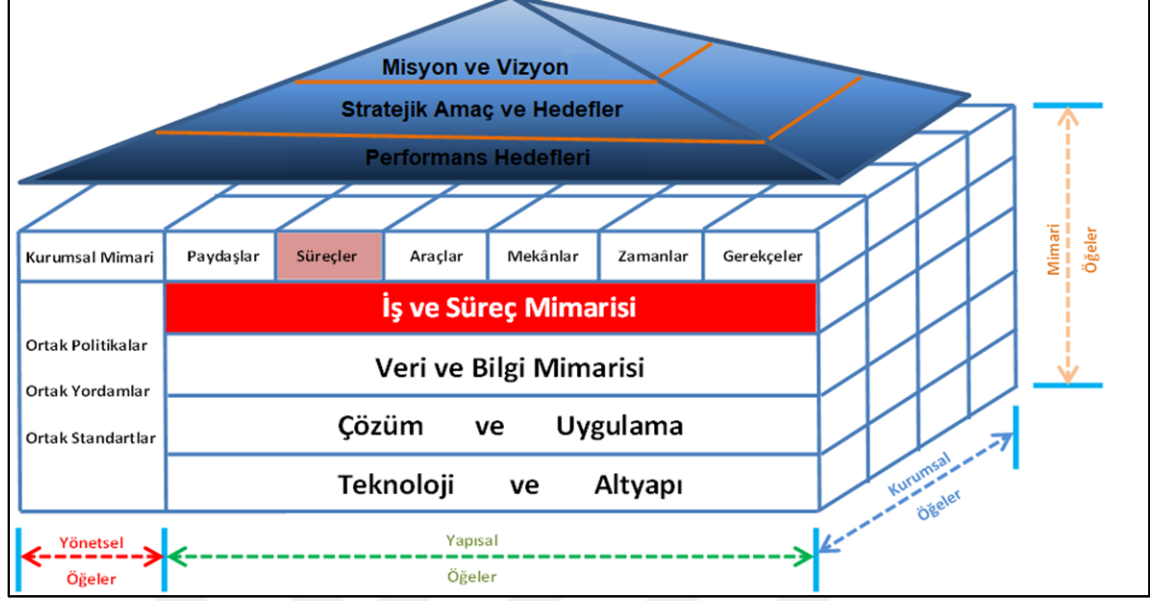
Bunun yanı sıra KM, paydaşların yatırımları ve süreçlerdeki değişiklikler hakkında etkili kararlar alınmasına olanak tanıyarak kurumun işlevlerini ve yapısını görmek için bir temel sunmaktadır. Zamanla, her bir kurum kendine özgü güçlü ve zayıf yönlerine dayalı olarak farklı KM çerçeveleri geliştirmiştir (Nyale ve Karume, 2023). Birçok KM standardı bulunmasına rağmen genel olarak KM çerçeveleri, literatürdeki mimari çerçevelerinin büyük bir kısmına altyapı oluşturan TOGAF'ta da belirtildiği şekilde kurumların sırasıyla süreç ve iş mimarisini, bilgi ve veri mimarisini, uygulama ve çözüm mimarisi ile altyapı ve teknoloji mimarisini belirler (Kotusev ve Kurnia, 2021).

KM temelde Şekil 1.1.'de belirtildiği gibi aşağıdaki 4 ana mimarinin fiziksel ve kavramsal katmanlar olarak modellenmesi mantığına dayanır (Alamri ve diğ., 2018):

- İş ve süreç (İşletme) mimarisi (İş akış diyagramları, kayıtlar, iş ve süreç tanımları, kararlar (deterministik ve olasılıksal), veri giriş-çıkışları, veri özetleri, vb.).
- Veri ve bilgi (Data ve enformasyon) mimarisi (Birimler arası ilişkiler ve veri akışları, iş mantığı).
- Çözüm ve uygulama (Sistem) mimarisi (Teknoloji bileşenleri, ara yüzler, düğüm ve yapılar).
- Teknoloji ve altyapı mimarisi (Yazılım, donanım ve iletişim ağları).

KM daha önce de ifade edildiği gibi kurumun vizyon ve hedefleri ile organizasyon yapısının,

iş süreçlerinin ve BT altyapısının uyumunu hedefleyen bir çerçevedir.



Şekil 1.1. KM katmanları

Bu kapsamda iş ve süreç mimarisi inşa edilmeden önce kurumun vizyonu, misyonu, stratejileri, stratejik ve operasyonel hedefleri, bu hedeflere yönlendiren nedenler, hedeflere ulaşmak için gereksinimler, prensipler ve kısıtlar tanımlanmaktadır.

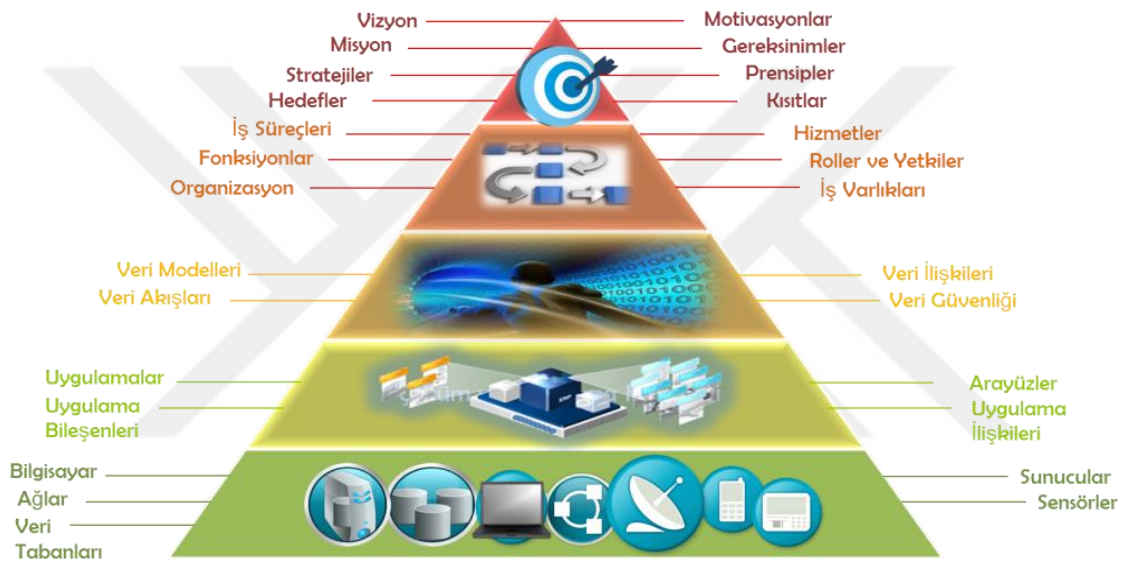
Müteakiben tanımlanmış strateji ve hedefler ile uyumlu iş süreçleri modellenmekte ve analiz edilerek iyileştirilmektedir. İş süreç modelleri bünyesinde bulunan organizasyon şemaları, roller, yetkiler, iş kuralları, sıralı aktiviteler, karar düğümleri, girdi ve çıktı olan ürün ve hizmetler gibi birçok bileşenin tanımlanmasıyla kurumun fonksiyon ve yetenekleri büyük ölçüde açıklanmaktadır.

KM'nin bir sonraki adımı her bir iş süreci kapsamında kullanılan verilerin belirlenerek veri ve bilgi mimarisinin teşkil edilmesidir. Veri ve bilgilerin sistematik bir şekilde yönetilmesi maksadıyla; veri modelleme, veri sözlüğü, veri ağacı, veri değişim metodolojisi, veri kalitesi yönetimi, büyük veri ve ana veri yönetimi gibi disiplin alanlarında yapılacak çalışmalarla verilerin özellikleri belirlenebilmekte, standardizasyonu sağlanmakta, tasniflenerek hiyerarşik ilişkileri tanımlanmaktadır.

KM çalışmaları kapsamında daha sonra iş süreçlerinin gerçekleştirildiği, iş süreçleri bünyesindeki veri ve bilgilerin ilgililer arasında transferinin yapıldığı çözüm ve

uygulamaların mimarisi teşkil edilmektedir. Bu mimari içerisinde uygulamalar, uygulama bileşenleri, çözüm ara yüzleri ve uygulamalar arasındaki ilişkiler tanımlanmaktadır (Nordström, 2022).

KM'nin son aşamasında Şekil 1.2.'de olduğu gibi verilerin saklanacağı, uygulamaların üzerinde koşaacağı, kısacası tanımlanan mimari bileşenlerin en etkin şekilde çalışacağı teknoloji ve altyapı mimarisi teşkil edilmektedir. Bu mimari içerisinde donanımsal olan bilgisayarlar, veri tabanları, mobil cihazlar, muhabere sistemleri, sunucular, ağlar ve sensörler gibi bileşenler tanımlanmaktadır (Nordström, 2022).



Şekil 1.2. KM bileşenleri

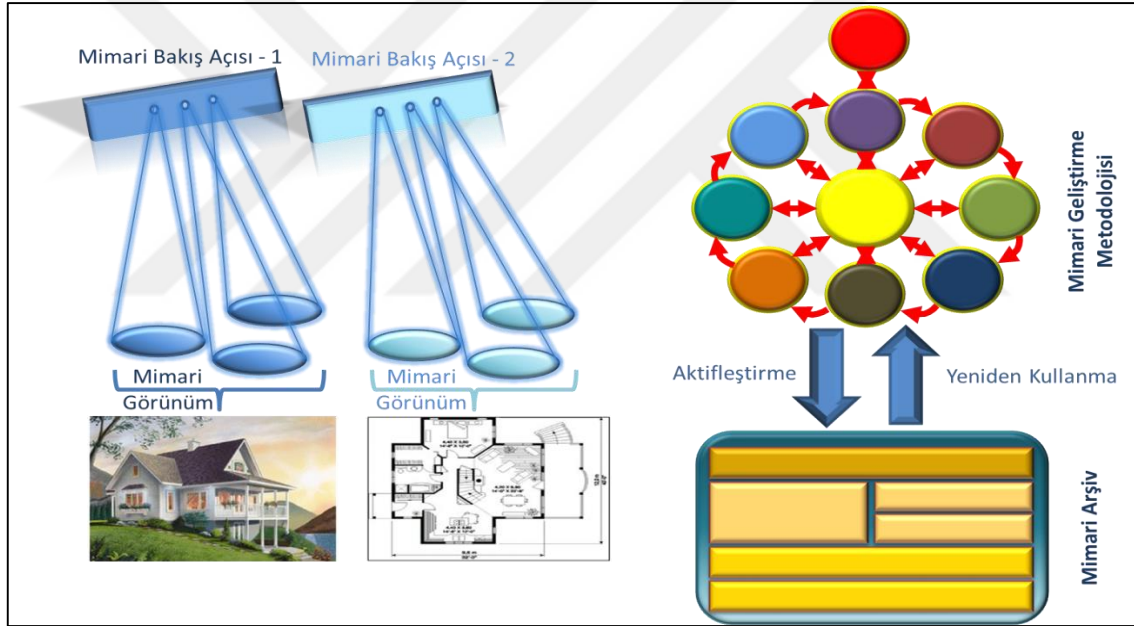
Bu yapının oluşturulması, firmalar için özellikle teknoloji ile tüm fonksiyonel süreçler arasında ortak bir dilin kullanılmasını teşvik ederek faydalı ve uyumlu bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Kısıtlı kaynaklarla etkin ve sürdürülebilir bir talep yönetimi sağlamak için önemli bir yöntem olan KM yaklaşımı, aceleye getirilmeden, zamanla kapsamı genişletilebilecek ve en önemlisi güncelliği sürekli olarak korunması gereken bir süreç olarak ele alınmalıdır.

KM'nin teşkili çalışmalarında, paydaşların ilgi odaklarına istinaden modellerin farklı şekillerde sergilenmesini sağlayan "viewpoint" yani mimari bakış açısı kavramı kullanılmaktadır. Bakış açıları modelin stratejik ya da operasyonel, geniş ya da dar odakta,

genel ya da detay, kavramsal ya da fiziksel, teknik ya da tanımlayıcı olması gibi özelliklerine kumanda eder (Kotusev ve Kurnia, 2021).

Bakış açıları Şekil 1.3.'te olduğu gibi genel anlamda bir ya da birkaç konuya odaklanmaktadır. Bu kapsamda sistemin bir bölümünün belli bir bakış açısıyla mimari görünümü de “view” (görünüm) kavramı ile açıklanmaktadır.

Ayrıca KM'nin sağladığı avantajlardan biri de mimari arşiv (architecture repository) kavramıdır. KM teşkil edilirken sıralı adımlar süresince oluşturulan modeller ve model bileşenleri mimari arşivinde kurumsal bir yapıda depolanmaktadır. İleriki çalışmalarda mimari geliştirme metodolojisi yeniden başlatıldığında modellerin oluşturulması için mimari arşivindeki varlıkların yeniden kullanımı için erişim imkânı bulunmaktadır.



Şekil 1.3. Bakış açısı, görünüm ve arşiv

Kurumlar çok fazla bilgi saklamakta, ancak çoğu zaman bu bilgilere ulaşmak güç olduğu için saklama maliyetinin karşılığı olan verim alınamamaktadır. Kurumsal bilginin stratejik bir veri olarak ele alınmasını temel alan KM çalışmaları, kurumun tüm sistemlerinin etkin, doğru ve verimli bir şekilde çalışmasını destekleyebilecek çözümler sunar. Bu çözümlerden biri de iş süreçleri yönetim sistemleridir. Kurumun dört ana mimariyi içerecek şekilde çalışma prensipleri belirlendikten sonra, doğru, etkin ve verimli bir işleyiş için ihtiyaç duyulan unsurların tanımlanması daha kolay ve sistematik bir hale gelir. Bu sürecin

devamında, doğru bilgiyi doğru kişiye, doğru zamanda ve en hızlı biçimde sunabilecek bir altyapıyı sağlayan en uygun teknoloji, iş süreçleri yönetim sistemleridir.

Başlı başına kapsamlı ve bir o kadar da faydalı bir teknoloji olan iş süreçleri yönetim sistemlerinin işleyişinin standartlaştırılması ve iş kurallarının uygulanması, süreçlerin görünürlüğünün ve kontrol edilebilirliğinin artırılması, süreç performanslarının geliştirilmesine yönelik verilerin toplanması, tüm sistemlerin birbirleri ile entegrasyonlarının sağlanması, BT altyapısının kurulması gibi pek çok kazanım da bu sayede elde edilmiş olacaktır.

Bunların yanı sıra KM'nin şirketler için yeni bir kültür oluşturması, büyük firmaların hayatta kalmaları için “gerek ve şart” olması, uygulama yöntemlerinin tam olarak bilinmemesi ile hayata geçirilmesinin epey bir zaman alması KM'nin henüz yeterince anlaşılmasına sebep olmaktadır (Gümüş, 2018).

1.2. KM'nin Tarihçesi

KM'nin temellerini, 1987 yılında “IBM Systems Journal” dergisine yazdığı makale ile John Zachman atmıştır. Zachman'ın “İş değeri ve çeviklik ancak sistem mimarisine bütünsel yaklaşım ve her temel konuya temel bir perspektiften bakarak gerçekleyebilir.” şeklinde özetlenen yaklaşımı büyük kurumlar kadar ABD'nin kamu kurumlarının da ilgisini çekmiştir. ABD Savunma Bakanlığı'nın bir KM projesi olan ve 1994 yılında yayımlanan “Technical Architecture Framework for Information Management (TAFIM)” çerçevesi bu vizyondan ilham almıştır. TAFIM gibi KM çerçeveleri tarafından vaat edilen “Teknik projelerin iş ihtiyaçları ile daha iyi uyum sağlaması” hedefi ABD kongresinin dikkatini çekmiş ve 1996 yılında tüm federal ajansların BT yatırımlarının etkinliğinin artırmasını zorunlu kılan “BT Reform Hareketi” kongre tarafından onaylanmıştır (Öztürk ve diğ., 2022). Bu hedefin yerine getirilme sürecini denetlemek ve yönetmek üzere önemli devlet birimlerinin BT yöneticilerinden oluşan bir konsey kurulmuştur.

Bahse konu konsey 1998 yılında “Federal Enterprise Architecture Framework (FEAF)” olarak adlandırılan ilk projeleri üzerinde çalışmaya başlamış ve 1999 yılında ilk sürümünü yayımlamıştır. Yayımlanan doküman özellikle bölünmüş mimariler üzerine yenilikçi

fikirler içermekteydi. FEAF'ın yeni sürümü 2002 yılında "Federal Enterprise Architecture (FEA)" adıyla yayımlanmıştır.

1998 yılında ABD Savunma Bakanlığı TAFIM'i yürürlükten kaldırmıştır. Yapılan çalışmayı daha sonradan "Open Group" olarak adlandırılacak gönüllü ticari firmalar üstlenerek geliştirmiş ve the Open Group Architecture Framework (TOGAF)'ı yaratmıştır.

Bir IT danışmanlık firması olan Gartner de KM pazarına girebilmek için bu alanda çalışmaları olan Meta Group'u satın almış ve iki kurumun tecrübelerini birleştirerek 2005 yılında Gartner KM'sini yaratmıştır.

Müteakip yıllarda ise KM kavramının gelişimi özellikle askeri alanda hızlanmış ve oluşturulan birçok farklı çerçeve Zachman Framework, Federal Enterprise Architecture (FEA), TOGAF, The US Department of Defense Architecture Framework (DoDAF), SAP Framework, Gartner KM Metodolojisi, Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology (GERAM) ve The Extended Enterprise Architecture Framework (E2AF) vb. ile firmalar için önemi noktalara ulaşmıştır (Wetering ve diğ., 2021). Dünya çapında uzun yıllardır önemini sürdüren bu disiplinin, ülkemizde hâlâ yeni bir alan olarak değerlendirildiği vurgulanmalıdır.

1.3. KM'nin Faydaları

Kurumların iş süreçlerindeki karmaşıklığın azaltılması, iş süreçlerinin BT'leri ile uyumlu hale getirilmesi, koordinasyonun ve iletişimin sağlanarak dijital dönüşümü sağlamak için KM kullanılmaktadır (Alwadain ve diğ., 2016).

Günümüzde organizasyonel verimlilik ve etkinliği sağlamak için KM analizleri kullanılmaktadır (Fasanghari ve diğ., 2015). Ayrıca KM, mevcut sistemdeki karmaşıklığı görebilmek, algılayabilmek ve değişim yönetimini gerçekleştirebilmek için kullanılan yararlı bir yöntemdir (Hinkelmann ve diğ., 2016).

Ayrıca, KM tesis edildiğinde, herhangi bir uygulamanın hangi süreçte kullanıldığı, bir misyonun hangi hedefi gerçekleştirmek için hizmet ettiği ve BT'de görev alanların hangi verilere hangi durumlarda gerek duyduğu gibi birçok kritik veriye kolaylıkla erişim

sağlanabilir. Bu da değiştirilmesi uzun süren sistem davranışlarının daha iyi tanımlanmasıyla süreç yönetimini kolaylaştırır.

KM üzerine son zamanlarda yapılan çalışmalar yoğun olarak kapsamlı anketler, vaka çalışmaları ve uzmanların yüz yüze görüşmelerini içeren deneysel çalışmaları içermektedir.

Tablo 1.1.'de KM ve faydaları üzerine yapılan deneysel bir araştırma sonucu görülmektedir. Bu çalışma, KM'nin firmalarda nasıl kullanıldığı ile iş ve süreç yönetiminin sağladığı faydaları açık şekilde göstermektedir (Shanks ve diğ., 2018).

Tablo 1.1. KM ve faydaları üzerine araştırma (Shanks ve diğ., 2018)

Araştırma Yöntemi	Fayda	Paydaş Bakış Açısı
Anketler	BT'nin standart bir şekilde yönetimini sağlar.	Baş mimar bakış açısı
Anketler	KM'nin uygulanması ile birlikte yeni projeler ortaya çıkar.	KM ekibi ve kullanıcıları
Anketler	BT uygulama esnekliği ve etkinliği sağlanır.	Baş mimar ve BT yöneticileri bakış açısı
Anketler	KM yönetimi kurumsallaşır ve standartlaşır.	Kurumsal mimar bakış açısı
Mülakat	İş süreç ve modelleri, stratejik yönetimde kullanılır.	Üst düzey iş yöneticileri bakış açısı
Anketler	Kurumsal karne bakış açıları kullanılarak sınıflandırılabilir.	İş ve BT KM paydaşlarının bakış açısı
Anketler	Kurum kültürü, KM uygulamalarının başarısını önemli ölçüde etkiler.	Kurumsal mimarlar bakış açısı
Vaka Çalışmaları	Büyük ölçekli işlerin kurumsal dönüşümlerinde KM yeteneği başarılı bir şekilde kullanılır.	İş ve BT KM paydaşlarının bakış açısı
Anketler	Sistemlerin birbirleri ile olan entegrasyonu, KM ürünleri ve hizmetleri ile sağlanır.	İş ve BT KM paydaşlarının bakış açısı
Vaka Çalışmaları	Süreçlerin ve KM'nin servis kalitesi KM'nin başarısı için önemlidir.	İş ve BT KM paydaşlarının bakış açısı
Anketler	Mimari bakış açısı için dolaylı olarak fayda sağlar.	İş ve BT KM paydaşlarının bakış açısı

Firmaların değişken yapıları, ilerleyen teknoloji ile gelişen iş süreçleri nedeniyle gerçek bir fayda sağlaması için KM'nin sürekli geliştirilerek güncel tutulması elzemdir. Firmalar,

KM'yi iş ve süreçlerin güncellemelerini anlayabilmek, satın almaları takip edebilmek, süreçlerin BT ile birlikte etkin çalışabilirliği, kurumsal stratejik dönüşüm gibi bir çok amaç için kullanmaktadır (Shanks ve diğ., 2018).

1.4. KM'nin Uygulanmasındaki Zorluklar ve Kritik Başarı Faktörleri

KM'nin uygulanması, organizasyonların dijital dönüşüm süreçlerini desteklemek ve stratejik hedeflerine ulaşmak açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak bu süreçte ortaya çıkan zorluklar, etkin stratejilerin benimsenmesi ve kritik başarı faktörlerinin dikkate alınmasıyla aşılabilmektedir. Üst yönetimin sağladığı destek, paydaşların aktif katılımı, esnek ve uyarlanabilir yaklaşımlar ile sürekli iyileştirme mekanizmaları, sürecin başarıya ulaşmasını sağlayan temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

KM'nin firmalar için farklı bir kültür olması, şirketlerin ticari hayatlarını sürdürebilmeleri için önemli olması, ancak tam olarak uygulama yöntemlerinin bilinmemesi ile uygulamanın gerçekleştirilmesinin uzun zaman alması maalesef yeterince yaygınlaşamamasına sebep olmaktadır (Gümüş, 2018). KM'yi uygulamaya karar veren firmalar, mevcut çok sayıda KM çerçevesine rağmen, ihtiyaçlarını KM çözümleri ile tam anlamıyla karşılamakta zorluk yaşamaktadır. Çünkü KM'yi uygulamak, geliştirmek ve güncel tutmak çok kolay bir yöntem değildir.

Hollanda'da gerçekleştirilen bir araştırmaya göre KM çalışmalarının %34'ünün beklentileri karşılamadığını göstermiştir. Yine Gartner Grup tarafından yapılan bir çalışmaya göre dünyadaki KM uygulamalarının %40'ünün başarısız olduğu tespit edilmiştir. Başarısızlıkların temel sebebi, KM'nin, iş süreçleri ve teknolojilere yoğunlaştıyorken geliştirme ve uygulama süreçlerindeki zorluklara yeterince değinmemesidir (Ansyori ve diğ., 2018).

2018 yılında yapılan bir literatür araştırmasına göre 2007-2017 yılları arasındaki KM uygulamasını etkileyen kritik başarı faktörleri ortaya konmuştur. Araştırmada, kamu kurumlarındaki KM alanlarındaki çalışmaları içeren dergiler, yayımlar ve konferanslar ile ilgili farklı makaleler incelenmiş, inceleme sonucunda elde edilen kamu kurumlarındaki KM uygulamalarının kritik başarı faktörleri (KBF) Tablo 1.2.'de özetlenmiştir (Ansyori ve diğ., 2018).

Tablo 1.2. Kamu Kurumlarındaki KM Uygulamalarının KBF

S. Nu.	Faktör	Tanım	Makale Sayısı
1	Üst Yönetim Desteği	Kurumlarda üst yönetimin yeterli desteği ve bütçeyi sağlaması KM uygulamaları için önemlidir.	6
2	Kurumlar arası işbirliği ile sosyal ve kültürel dönüşümün etkisi	KM faaliyetlerinde karşılaşılabilecek sorunları çözmek için tüm paydaşların birlikte hareket etmesi gerekmektedir.	4
3	Yasaların verdiği güç	KM'yi uygulamalarının e-devlet ile birlikte çalışabilirliğin kanun ve yönetmeliklere uygun şekilde tanımlanması ve düzenlenmesi ihtiyacı.	5
4	KM süreçleri, standart kurallar	Kurumun mevcut iş süreçlerini KM uygulamalarının hayata geçirilmesinin ardından geçerli olacak güncel süreçlerini güncellemek, uygulamaya koymak ve onaylamak için bütün paydaşların iş birliği içinde hareket etmesi gerekmektedir.	6
5	Veri uyumu ve veri değişiminin onayı	Farklı sistemlerde bulunan verilerin birlikte çalışabilirliğini ve veri transferini sağlamak için bir veri değişim protokolünün oluşturulması gereklidir.	4
6	İşbirliği ve teknik destek	Verilerin birden fazla üretilmesinin önüne geçmek adına kurumlar arasında işbirliği gerçekleştirilmelidir.	11
7	Çevresel ya da yönetimsel değişiklikler	E-devletin, devlet kurumlarındaki KM uygulama alanlarını desteklemesi, BT'nin teknolojiye ayak uydurması ile değişim yönetimindeki algının artırılması gerekmektedir.	4
8	Müşteri ve toplum ile uyum	Devletin, kendi toplumu için en iyi hizmeti vermesi gerekmektedir.	4
9	Operasyonel yetkinlik	Devlet kurumları, KM uygulamaları için operasyonel mükemmelliğe sahiptir.	7
10	Net planlama, güçlü yönetim	Kurum içi süreçlere doğru bir bakış açısı gerekmektedir.	6
11	Öğrenme kültürü	Eğitim ve sertifikalandırma ile eksiksiz belgeler ve öğrenme kültürüne ihtiyaç duyulmaktadır.	3
12	Finansal ve finansal olmayan kaynaklar ile merkezi fonlama	Arzın yanı sıra, finansal kaynakların yeterli olduğu tüm diğer kaynaklara da gereksinim duyulmaktadır.	4

Sonuç olarak incelenen makaleler içerisinde en çok geçen beş kritik faktörü şu şekilde sıralayabiliriz:

- Teknik destek ve işbirliği
- Üst yönetim desteği

- Operasyonel mükemmellik
- Net planlama, güçlü yönetim
- KM süreçleri, standart kurallar

Bu incelemeye göre, araştırmaların %68'i, kamu kurumlarındaki KM uygulamalarına etki eden kritik başarı faktörünün "Teknik destek ve işbirliği" olduğunu belirtmektedir (Ansyori ve diğ., 2018).

1.5. Metamodel

Metamodel, problem ifadesinin tanımlanması, analiz edilmesi ve problemin kullanışlı ve uygulanabilir bir model haline getirilmesi sürecinden geliştirilen bir dizi yapay modeli tanımlar (Arzimi ve diğ., 2021). Metamodel, modellerin açık bir şekilde yorumlanabilmesini ve otomatik analiz için ideal olmasını sağlayan resmi bir temeldir (Hinkelmann ve diğ., 2016). Bir sistemin temel organizasyonu genellikle sistemin 'olduğu gibi' durumu veya 'olacak' durumu modelleriyle temsil edilir.

Metamodel, kuruluşların KM'ini oluşturmalarına ve yönetmelerine yardımcı olan bir süreç veya şablon olarak adlandırılır. Hangi perspektiflerin dikkate alınması gerektiğine ve bunların nasıl görülebileceğine dair esnek bir çerçeve sunar.

Şekil 1.4. bir üst modelin pratikte nasıl görülebileceğinin basitleştirilmiş bir örneğini sunar. Bu metamodel, kurumsal işletme mimarisinin nasıl oluşturulabileceğini açıklar.

Metamodeller, organizasyonların kullandığı metamodelle bağılı olarak çok farklılık gösterebilir. Şirketler için KM sağlayan şirketler kendi mimarisini oluşturabilir veya mevcut olanları kullanabilir. Ancak kritik olan kısım, örgütün amaçlarına hizmet edeni seçmeye çalışmasıdır (Kauppila, 2023).

Örneğin, kuruluş müşteri yolculuğuyla başlayabilir ve her şeyin nasıl bağlantılı olduğunu ve stratejik hedeflere ulaşmak için neyin gerekli olduğunu açıklayabilir. Bu metamodel, kuruluşta her şeyin birbiriyle nasıl bağlantılı olduğunu ve bir şeyin değişip değişmediğini, bunun nerede bir etkisi olduğunu ve nasıl düzeltilmesi veya geliştirilmesi gerektiğini sunar.

analizinin sonuçları, özellikle Endonezya'da internet altyapısı sorunları, teknolojiyi tam olarak kullanamayan yaşlı satıcılar ile piyasadaki her türlü ürünün e-ticaret platformları üzerinden satışının yapılamaması gibi konularda gerçekten dikkate alınması gereken kısıtlamalar bulunmaktadır (Irawan ve diğ., 2024).

Bir başka araştırmada da finans sektöründe verimliliği artırmak için TOGAF ve Büyük Veri'nin güçlü yönlerinden yararlanan bir entegrasyon modeli sunulmaktadır. Bu iki teknolojinin uygun şekilde entegre edilmesi durumunda finansal kurumların analitik ve operasyonel kapasitelerini artırmak için sinerji oluşturabilecekleri ifade edilmektedir. Teorik olarak bu araştırma, KM ile Büyük Veri arasındaki stratejik entegrasyonun kredi sektöründe gerçek bağlamında nasıl uygulanabileceğini ve etkinliğinin nasıl ölçülebileceğini göstererek mevcut literatürdeki bir boşluğu doldurmaktadır. Uygulama açısından geliştirilen bu model, finansal kurumların veri güvenliğini ve bütünlüğünü geliştirirken iş süreçlerini kolaylaştırmak için benimseyebilecekleri bir çerçeve sunuyor. Ancak bu araştırmanın kabul edilmesi gereken bazı sınırlamaları vardır. Birincisi, bu araştırma, gerçek dünya senaryolarının çeşitliliğini yalnızca kısmen yansıtabilen, belirli bir ölçek ve veri kapsamıyla sınırlı bir modelleme planıdır. İkincisi, TOGAF ve Büyük Veri'nin değişiklik yönetimi ve gerçek zamanlı sistem güncellemeleri gibi belirli yönleri henüz tam olarak araştırılmamıştır. Gelecekteki araştırmalar için, bu modelin evrenselliğini ve ölçeklenebilirliğini test etmek amacıyla daha geniş bir veri değişkeni yelpazesine çeşitli operasyonel bağlamlarda uygulanması tavsiye edilmektedir (Yudhistira ve Fajar, 2024).

İran'da bir Üniversite Hastanesi üzerine yapılan bir araştırmada, uygun nitelikleri olan etkili KM çerçeveleri belirlenmiştir. Bu çalışmada, belirli kriterler doğrultusunda en iyi 5 KM çerçevesi seçilmiştir: Zachman, TOGAF, DoDAF, E2AF ve ISE. Uzmanlar tarafından gerçekleştirilen anketler sonucunda, KM çerçeveleriyle ilişkili 44 özellik tanımlanmıştır. Ardından, Delphi yöntemi ve uzman görüşlerine dayalı olarak bu özelliklerin önemini tespit edebilmek amacıyla anket uygulanmış, sonuç olarak kritik öneme sahip kriterler tespit edilmiştir. Belirlenen sekiz kritik kriter ile 5 KM çerçevesi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle değerlendirilmiş ve en uygun çerçeve olarak TOGAF seçilmiştir. İran Üniversite Hastanesi için TOGAF çerçevesi temel alınarak bir Hastane KM Modeli belirlenmiştir. Bu modelin, diğer tüm hastanelere de uygulanabileceği değerlendirilmiştir (Haghighathoseini ve diğ., 2018).

KM'nin bir diğerk kullanım alanı da İçme Suyu Şirketleri olmuştur. TOGAF çerçevesi, şirketin operasyonel verimliliğinin artırılmasında, geçerli standart ve düzenlemelere uygunluğun sağlanmasında ve toplumun ihtiyaçlarını karşılayan temiz ve sağlıklı su hizmetlerinin sağlanmasında etkili olabilmektedir. TOGAF çerçevesi, su şirketlerinin BT yatırımlarının planlamasına ve optimize etmesine yardımcı olarak maliyetleri azaltır ve şirket operasyonlarında verimliliği artırır. Ayrıca toplum ihtiyaçlarındaki değişiklikleri öngörmede esnekliği artırırken ürün ve hizmetlerde inovasyonu hızlandırabilmektedir (Amanda ve diğ., 2023).

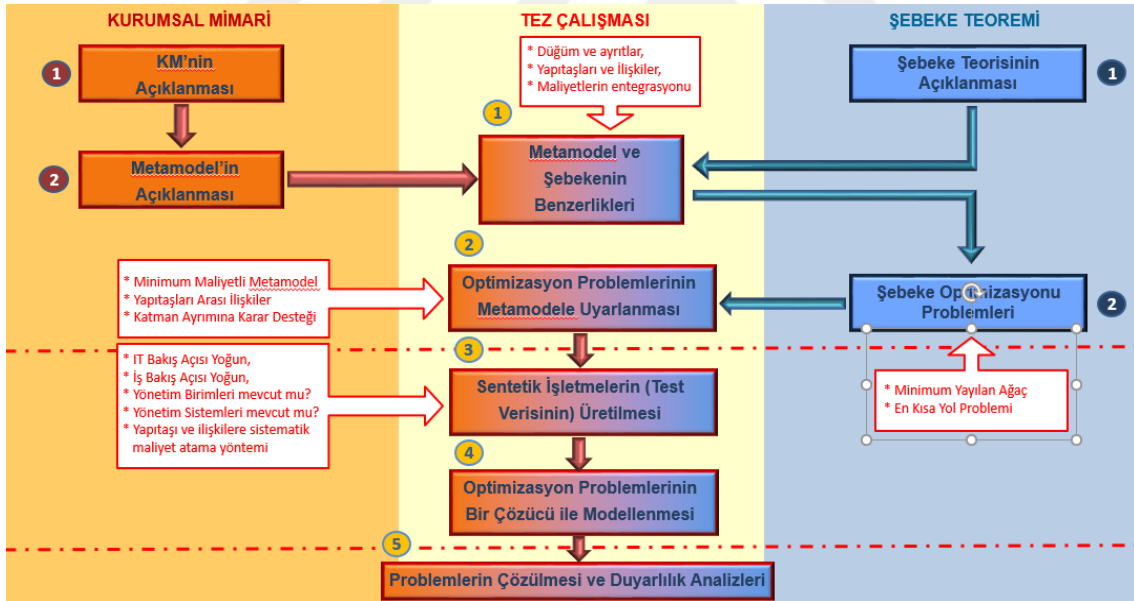
İnşaat projelerinin tüm aşamalarında ve tamamlanan tesislerle ilgili müşteri ihtiyaçlarını yönetmek amacıyla kullanılan KM çerçevesi, Entegre Elektronik İhtiyaçlar Bilgi Yönetim Çerçevesi (eRIM) olarak adlandırılmaktadır. Çerçevenin geliştirilmesinde, üç farklı vaka çalışmasından elde edilen veriler, inşaat sektörü çalışanlarıyla gerçekleştirilen anketler, röportajlar ve gözlem metotlarıyla toplanmıştır. Bu KM çerçevesi, inşaat programlarının yönetimine dahil edildiği zaman, projelerin her fazındaki müşteri ihtiyaçlarının daha verimli ve etkili şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır (Jallow ve diğ., 2017).

KM'nin önemli uygulama alanlarından biri, akıllı şehirlerin tasarımı ve yönetimidir. Son yıllarda büyük bir ilgi gören ve geniş çapta tartışılan bu konu, yalnızca ülkemizde değil, tüm dünyada da önemli bir gündem maddesi olarak öne çıkmaktadır. KM, şehirlerde uygulanacak sistem ve çözümlerin entegre bir yapı içerisinde çalışmasını ve etkili bir şekilde iletişim kurmasını mümkün kılan bir mimari çerçeve sunmaktadır (Bastidas ve diğ., 2023). Yakın zamanda dünyamızı tehdit eden ve etkileri halen sürmekte olan COVID-19 salgını kapsamında KM odaklı yeteneklerin geliştirilmesi ve karar vericilerin iş değerini artırmak için yatırım yapması gereken temel alanların ortaya konulduğu çalışmalar yürütülmüştür (Wetering ve diğ., 2021). KM'nin bir başka kullanım alanı da enerji dağıtım hatları olmuştur. Araştırmacılar elektrik sistemlerinin dünyada fiziksel kullanımı ile siber ortamın birlikte kullanılabilirliğini incelemiş, KM'nin enerji kaynaklarının kullanımında yeni olanaklar açabileceğini tespit etmişlerdir (Kannisto ve diğ., 2023). Günümüzün hızla değişen dünyasında, otonom sürüş, elektrifikasyon ve bağlantılı araçlar gibi otomotiv sektöründe yeni bir dönemi başlatan önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Pelliccione ve çalışma arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, Volvo araçlarının mevcut ve

gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak ve artan karmaşıklıkla başa çıkmak amacıyla bir mimari çerçeve geliştirilmiştir (Pelliccione ve diğ., 2017).

1.7. Tez Yol Haritası

Tez çalışmasının başlangıç aşamasında Şekil 1.5.'te olduğu gibi KM'nin tarihsel gelişimi, tanımı, sağladığı faydalar, mevcut KM çerçeveleri ve bu çerçevelerin uygulama süreçlerinde karşılaşılan zorluklar ile metamodel kavramları detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Ardından, en uygun KM çerçevesinin belirlenmesi amacıyla ÇKKV yöntemlerine başvurulacaktır. Sonrasında, şebeke teorisi ve bulanık bilişsel haritalar hakkında teorik bilgiler sunularak, metamodel ve şebeke teorisi arasındaki benzerlikler analiz edilecektir. Çalışmanın uygulama aşamasında ise optimizasyon problemleri metamodel yapısına adapte edilecek ve hayali bir işletme senaryosu üzerinden, araştırmacı tarafından geliştirilen yaklaşımın test verileri ile uygulanabilirliği ve etkinliği değerlendirilecektir. Bu süreç, teorik çerçevenin pratikteki geçerliliğini ortaya koymayı hedeflemektedir.



Şekil 1.5. Tez çalışmasında izlenen yol haritası

2. KM ÇERÇEVELERİ

KM'nin temelleri, John Zachman tarafından 1980'lerde atılmış olup, sonraki yıllarda özellikle askeri alanda hızlı bir gelişim göstermiştir. Bu süreçte oluşturulan birçok farklı çerçeve ile KM, kurumlar için stratejik hedeflere ulaşmada önemli bir araç haline gelmiştir (Alkharbush ve diğ., 2023). KM çerçevesi, kurumun temel yapısını temsil eden, kurumu oluşturan yapı taşlarını ve birbirleriyle olan ilişkilerini gösterir (Vargas ve diğ., 2016). KM yapıtaşlarını tanımlamak için farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. KM uygulamalarının karmaşıklığından dolayı daha kolay anlaşılması için farklı firmalar farklı KM çerçevesi geliştirmişlerdir. KM çerçevesi, anlaşılması zor olan bilgilerin, görsel olarak düzenlenerek sergilenmesidir. KM çerçevesi bu bilgileri sınıflandırarak anlaşılır ve mantıklı bir yapı sunar (Hinkelmann ve diğ., 2016).

Bu bölümde TOGAF, Zachman, FEAF ve DoDAF çerçevelerinin temel özellikleri, yapıları, avantaj ve dezavantajları karşılaştırılarak analiz yapılmıştır.

2.1. TOGAF Çerçevesi

TOGAF, bir kuruluşun BT altyapısını tasarlamak, planlamak, yürütmek ve sürdürmek için eksiksiz bir yöntem sağlayan, yaygın olarak kullanılan bir KM çerçevesidir. TOGAF çerçevesi, işletmelerin, kuruluşların ve hükümetlerin bilişim sistemlerini ve iş süreçlerini daha etkili bir şekilde planlamalarını, tasarlamalarını ve yönetmelerini sağlamak amacıyla kullandıkları bir standarttır.

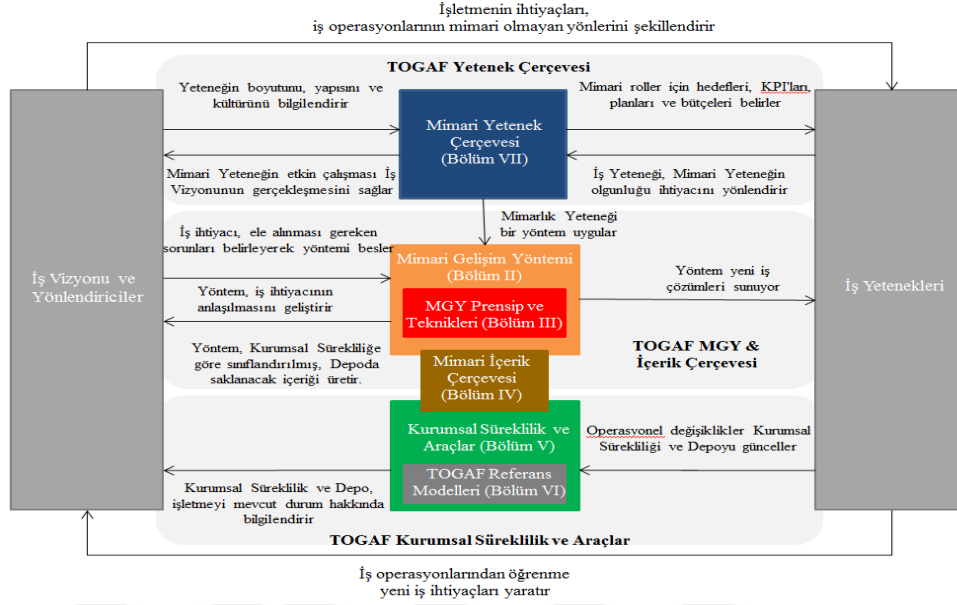
TOGAF, 1995 yılında geliştirilmeye başlanmış ve Amerika'da Savunma Bakanlığına ait Bilgi Yönetimi mimari çerçevesi temel alınarak oluşturulmuştur. TOGAF, bir standart olarak geliştirilmiş olup, dünyanın önde gelen kurumlarınca iş etkinliği ve verimliliğini yükseltmek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılan başarılı bir KM çerçevesidir (Meneses-Ortegón ve Gonzalez, 2016).

2.1.1. TOGAF Çerçevesinin Yapısı

TOGAF mimarisi, Şekil 2.1.'de gösterildiği gibi dört ana bileşenden oluşur (Lei ve diğ., 2011):

- Mimari Yetenek Çerçevesi: KM kapasitesinin oluşturulması ve işletilmesine yardım eder. Bir mimariyi gerçekleştirmek için gerekli olan yetenekler, süreçler, roller,

sorumluluklar ve organizasyonun bütünü olarak tanımlanabilir.



Şekil 2.1. TOGAF mimari bileşenleri (Lei ve diğ., 2011)

- Mimari Geliştirme Yöntemi (MGY): TOGAF çerçevesi MGY etrafında oluşturulmuştur. KM oluşturmak için adım adım uygulanan bir yöntemdir. MGY, kurumların taleplerine uyacak şekilde ayarlanabilen Şekil 2.2.'de olduğu gibi dokuz yinelemeli aşamadan oluşur.
- Mimari İçerik Çerçevesi: Bu bileşende KM bilgiler düzenlenir. Yeniden kullanılabilir mimari yapı taşlarının kullanımını ve metamodeli içerir.
- Kurumsal Süreklilik: Mimari eserlerin düzenlenmesi ve sınıflandırılmasına yönelik bir paradigmadır.



Şekil 2.2. TOGAF mimari geliştirme yöntemi (Lei ve diğ., 2011)

2.1.2. TOGAF Çerçevesinin Faydaları

TOGAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Gorkhali ve Xu, 2017);

- Tutarlılık ve Standardizasyon: Kurumun amaç ve hedefleriyle uyumun sağlanmasına yardımcı olan KM'ye tek tip ve standart bir yaklaşım sağlar. Bu, verimliliğin, etkililiğin ve çevikliğin artmasına neden olabilir.
- Esneklik ve Uyarlanabilirlik: Çeşitli kurumlara ve sektörlere uyarlanabilir. Bu, firmaların değişen iş gereksinimlerine, pazar koşullarına ve teknolojik gelişmelere yanıt vermelerine yardımcı olabilir.
- Maliyet Azaltma: Birlikte çalışabilirliği geliştirerek ve kaynak kullanımını en üst düzeye çıkararak maliyetin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu, maliyet etkinliğinin ve yatırım getirisinin artmasına neden olabilir.
- Geliştirilmiş İletişim ve İşbirliği: KM için paydaşların iletişim kurmasına ve işbirliği yapmasına yardımcı olan ortak bir kelime dağarcığı, çerçeve ve yöntem sağlar. Bu daha iyi anlama, uyum sağlama ve benimseme ile sonuçlanabilir.
- Risk Yönetimi: İş tasarımı risklerini tespit etmek, değerlendirmek ve azaltmak için sistematik bir yol sağlar. Bu, firmaların potansiyel olumsuz iş sonuçlarından kaçınmasına veya bunları en aza indirmesine yardımcı olabilir.

2.1.3. TOGAF Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

TOGAF çerçevesinin uygulanmasındaki zorluklar aşağıda verilmektedir;

- Karmaşıklık ve Genel Yük: TOGAF, birçok konuyu ve alanı içeren, öğrenmeyi ve uygulamayı zorlaştıran geniş bir çerçevedir (Jeston ve Nelis, 2016).
- Esneklik: TOGAF, KM'ye standartlaştırılmış bir yaklaşım sunmaktadır; bu, tutarlı ve tekrarlanabilir bir yöntem arayan kuruluşlar için avantajlı olabilir. Ancak bu, çerçevenin belirli kurumsal talepleri karşılayacak şekilde özelleştirilme kapasitesini sınırlayabilir (Meneses-Ortegón ve Gonzalez, 2016).
- Etkinliği Ölçmedeki Zorluk: TOGAF, iş mimarisine yapılandırılmış bir yaklaşım sunarken, çerçeveyi benimsemenin etkisini ölçmek zor olabilir (Zachman, 2003).

2.2. Zachman Çerçevesi

Zachman çerçevesi, iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir KM çerçevedir. 1980'lerde John Zachman tarafından oluşturulmuş ve o zamandan beri dünyanın her yerindeki işletmeler tarafından BT altyapılarını yönetmelerine yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Zachman, bir kuruluşun bilgi sistemlerinin yapılandırılması ve yönetilmesi için organize ve eksiksiz bir yaklaşım sunar (Aswar ve diğ., 2023).

Zachman çerçevesi, BT süreçlerinin ve yapı taşlarının bütüncül bir yaklaşımla tanımlanabilmesini sağlamak için kavramsal bir envanter oluşturan ve mimari yapı sunan bir modeldir. Bu yapı, iki boyutlu matris formatında tanımlanmaktadır.

Bu matris, "kim", "nerede", "niçin", "ne", "nasıl" ve "ne zaman" gibi soruların, BT bileşenleri, kapsam, teknoloji modeli, kurumsal model ve sistemin katmanlarına göre teknoloji, iş ve bilgi perspektiflerinden yanıtlanmasıyla yapılandırılmaktadır (Gümüş, 2018).

Zachman çerçevesi, farklı birçok çerçeveye temel oluşturması nedeniyle dikkat çekici bir yapıya sahiptir (Matthes, 2011). Ayrıca, Zachman çerçevesi, %22 ila %25 arasında değişen bir pazar payıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Hinkelmann ve diğ., 2016). Zachman Çerçevesi, bir kurumun süreçlerindeki değişikliklerini yönetme ve süreçlerini modelleme amacıyla kullanılan bir araç olup, kurumun mimarisini sistematik bir şekilde sınıflandırmaya olanak tanımaktadır.

2.2.1. Zachman Çerçevesinin Yapısı

Zachman çerçevesindeki satırlar ve sütunlar, çözümün farklı bakış açısından oluşan görünümünü temsil eder. Şekil 2.3.'te olduğu gibi her satır ve sütun diğerinden farklı bakış açısını temsil ettiğinden, ayrı ayrı çalışılabilir özelliğine sahiptir. Matrisin sütunları BT altyapısına ilişkin çeşitli perspektifleri yansıtırken, satırlar çeşitli soyutlama düzeylerini temsil eder.

Altı perspektif şu şekildedir (Zachman, 2016):

- Ne: Bu bakış açısı, veritabanları, dosyalar ve belgeler gibi BT altyapısı tarafından kullanılan verilere odaklanır.
- Nasıl: Bu bakış açısı, donanım, yazılım ve ağlar gibi BT altyapısını oluşturmak için gereken teknolojilere odaklanır.

- Nerede: Bu bakış açısı, BT altyapısının kullanıldığı fiziksel konumlara ve ağ bağlantılarına odaklanır.
- Kim: Bu bakış açısı, çalışanlar, müşteriler ve ortaklar gibi BT altyapısıyla etkileşimde bulunan kişilere odaklanır.
- Ne zaman: Bu bakış açısı, programlar, son teslim tarihleri ve zaman dilimleri gibi BT altyapısı içindeki faaliyetlerin zamanlaması ile ilgilidir.
- Niçin: Bu bakış açısı, kurumsal hedefler, müşteri ihtiyaçları ve düzenleyici yükümlülükler gibi BT altyapısının neden kullanıldığına odaklanır.

Zachman Çerçevesi	VERİ Ne	ETKİLEŞİM Nasıl	KONUM Nerede	KİŞİLER Kim	ZAMAN Ne zaman	MOTİVASYON Niçin
KAPSAM (Bağlamsal) Planlayıcı	İş için Önemli Varyatlar	İş için Uygulanan Süreçler	İşin Faaliyet Gosterdığı Yerler	İş için Önemli Kurulular	İş Açısından Önemli Olaylar / Döngüler	Kurum Hedefleri / Stratejileri
İŞ MODELİ (Kavramsal) Sahibi	Kavramsal Veri Modeli	İş Süreci Modeli	İşletme Lojistiği	İş Akış Modeli	Ana Plan	Kurumsal Plan
SİSTEM MODELİ (Mantıksal) Tasarımcı	Mantıksal Veri Modeli	Uygulama Mimarisi	Dağıtk Sistem Mimarisi	İnsan Arayüz Mimarisi	Süreç Yapısı	Kurumsal Kural Modeli
TEKNOLOJİ MODELİ (Fiziksel) Kurucu / Mimar	Fiziksel Veri Modeli	Sistem Tasarımı	Teknoloji Mimarisi	Kullanıcı Arayüzü	Kontrol Yapısı	Kural Tasarımı
KONFIGÜRASYON	Veri Tanımı	Program	Ağ Mimarisi	Güvenlik Mimarisi	Zamanlama Tanımı	Kural Belirtimi
İŞLEYEN KURUM	Veri	İşlev	Ağ	Organizasyon Birimleri	Plan	Strateji

Şekil 2.3. Zachman çerçevesi (Zachman, 2016)

Altı soyutlama düzeyi şu şekildedir (Zachman, 2016):

- Kapsam: Bu seviye, şirketin misyonu, hedefleri ve BT altyapısının genel erişimine odaklanır.
- İş Modeli: Bu düzey, operasyonel prosedürleri, bilgi akışını ve organizasyonel tasarımı içeren bir bütün olarak organizasyonla ilgilidir.
- Sistem: Donanım, yazılım ve ağlar gibi BT altyapısını oluşturan bireysel sistemlere odaklanır. BT altyapısını oluşturan çeşitli sistemlere odaklanan bu seviyenin ana konuları ağlar, donanım ve yazılım gibi sistemlerdir.
- Teknoloji: Bu düzey, veri işleme, iletişim ve depolama gibi BT altyapısının tamamladığı belirli görevlere odaklanır.
- Konfigürasyon: Bu düzey, BT altyapısını temsil etmek için kullanılan veri

modelleri, süreç modelleri ve ağ modelleri gibi modellere odaklanır.

- Örnek: Bu düzey, bir BT altyapısı örneğini oluşturan belirli donanım kurulumlarına, yazılım kurulumlarına ve ağ bağlantılarına odaklanır.

2.2.2. Zachman Çerçevesinin Faydaları

Zachman çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Sowa ve Zachman, 1992);

- Açıklık ve Yapı: Zachman çerçevesi, KM'ye organize ve net bir yaklaşım sunarak işin ilgili tüm bölümlerinin dikkate alındığından emin olunmasına yardımcı olur. Bu, paydaşların anlayışının ve uyumunun gelişmesiyle sonuçlanabilir.

- Tutarlılık ve Standardizasyon: Zachman çerçevesi, tutarlı ve standartlaştırılmış bir teknik ve yaklaşım sunarak tüm paydaşların aynı dili konuşmasını sağlamaya yardımcı olur. Bu, etkinliğin, verimliliğin ve çevikliğin artmasına neden olabilir.

- Esneklik ve Uyarlanabilirlik: Zachman çerçevesi birçok işletmeye, pazara ve duruma uyarlanabilir. Bu, işletmelerin değişen müşteri taleplerine, pazar dinamiklerine ve teknolojik gelişmelere uyum sağlamasına olanak tanır.

- Geliştirilmiş İletişim ve İşbirliği: Zachman çerçevesi, paydaşların iletişim kurmasını ve birlikte çalışmasını kolaylaştıran kurumsal bir mimari ortak dil, çerçeve ve metodoloji sunar. Bu daha iyi anlama, anlaşma ve kabullenme ile sonuçlanabilir.

- Risk Yönetimi: KM ile ilişkili riskler, Zachman çerçevesi kullanılarak belirlenebilir, incelenebilir ve azaltılabilir. Bu, işletmelerin operasyonları üzerindeki potansiyelin olumsuz etkilerden kaçınmasına veya en aza indirilmesine yardımcı olabilir.

2.2.3. Zachman Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

Bir kuruluşun BT altyapısını yönetmek, Zachman Çerçevesi ile etkili bir şekilde yapılabilir. Çerçevenin kullanılması, firmaların esneklik ile verimliliği artırmasına ve BT altyapılarını kurumsal hedefleriyle daha iyi eşleştirmesine olanak tanır. Ancak her çerçevede olduğu gibi Zachman'ın uygulanmasında aşağıdaki zorluklar mevcuttur.

- Karmaşıklık: Zachman çerçevesinin karmaşıklığı, sunduğu en büyük sorunlardan biridir. Çerçevenin uygulanması, bir kuruluşun operasyonel prosedürlerinin, bilgi sistemlerinin ve teknik temelini kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirdiğinden zorlayıcı olabilir. Zachman mimarisi, bazı firmalar için, özellikle de karmaşık iş süreçleri ve

bilgi sistemlerine sahip olanlar için korkutucu olabilir (Espadas ve diğ., 2008).

- Esneklik eksikliği: Zachman çerçevesinin katılığı başka bir zorluk daha ortaya çıkarmaktadır. Çerçeve, bir kuruluşun bilgi altyapısının statik bir temsili olması amaçlandığından, teknoloji veya operasyonel prosedürlerdeki değişikliklere kolayca uyum sağlayamayabilir. Zachman çerçevesi aşırı katı olduğu ve çağdaş organizasyonların değişen karakterini hesaba katamadığı için sıklıkla eleştiriliyor (Zhou ve diğ., 2020).

- Standardizasyon eksikliği: Zachman mimarisi standartlaştırılmadığından, çeşitli işletmeleri karşılaştırmak ve kıyaslamak zor olabilir. Zachman çerçevesinin standardizasyon eksikliği, karmaşıklığa ve tutarsızlıklara neden olabilir, bu da çeşitli organizasyonları veya sistemleri karşılaştırmayı zorlaştırır (McCarthy, 2006).

- Rehberlik eksikliği: Zachman çerçevesi bir kuruluşun bilgi altyapısının düzenlenmesi için bir çerçeve sunmasına rağmen, bu altyapının nasıl oluşturulacağı veya yönetileceği konusunda talimatlar içermez. Zachman mimarisi işletmelere BT altyapılarını oluşturmak ve sürdürmek için takip edecekleri net bir yol haritası sunmamaktadır (Armour ve diğ., 2007).

2.3. Federal KM Çerçevesi

ABD Hükümeti karmaşık sistemlerin geliştirilmesinde ve anlaşılmasında yardımcı olabilecek mimari çerçeveleri incelemesi sonucunda FEAF olarak bilinen ve BT sistemlerini ve hizmetlerini organize etmek, oluşturmak ve uygulamaya koymak için standart yöntem sunan KM tekniğini kullanmaya başladı (Urbaczewski ve Mrdalj, 2006). FEAF strateji ve vizyon ile teknoloji yönetimi ve iş entegrasyonunu sağlayarak performans geliştirme ve tasarım için ortak bir çerçeve sunar (Hsiung ve diğ., 2020).

Bu çerçevenin öncelikle hedefi hükümet için ulusal bilgilerin paylaşımını organize etmektir. FEAF çerçevesi, tüm kurumlar tarafından kullanılacak araçların, yöntemlerin ve iş süreçlerinin kullanım esnekliğini sağlar (Urbaczewski ve Mrdalj, 2006).

2.3.1. Federal KM Çerçevesinin Yapısı

Federal KM çerçevesinin yapısı Şekil 2.4.'te olduğu gibidir (Bellman ve Rausch, 2004):



Şekil 2.4. FEAF çerçevesi (Bellman ve Rausch, 2004)

- Performans Referans Modeli (PRM): Kurumun amaç ve hedeflerinin yanı sıra bu hedeflere doğru ilerlemeyi izlemek için kullanılan performans ölçümlerini ana hatlarıyla belirtir. Çerçevenin en üst düzey katmanı olan PRM, alt katmanların içeriğini verir.
- İş Referans Modeli (IRM): Kurumun operasyonel prosedürlerini ve iş süreçlerini belirtir. Şirket operasyonlarını tartışmak için standart bir kelime dağarcığı oluşturur ve temel iş süreçlerini ve bunlarla birlikte gelen veri parçalarını belirtir.
- Veri Referans Modeli (VRM): Verileri ve bilgileri tanımlamak için kuruluş çapında bir kelime dağarcığı sağlar. Veri öğelerini, özelliklerini ve bağlantılarını ana hatlarıyla belirtir.
- Uygulama Referans Modeli (URM): Kurumun ticari operasyonlarını desteklemek için kullanılan sistem ve uygulamaları kapsar. Herkese birçok uygulama türü ve bunların nasıl kullanılacağı konusunda ortak bir anlayış sağlar.
- Teknoloji Referans Modeli (TRM): Kurum tarafından kullanılan donanım, yazılım ve iletişim teknolojilerini destekleyen uygulamaları ve sistemleri tanımlar. İnsanlara teknoloji hakkında konuşmak için ortak bir dil sağlar ve teknolojinin standartlaştırılmasının ve konsolidasyonunun mümkün olduğu alanların tespit edilmesini kolaylaştırır.

2.3.2. Federal KM Çerçevesinin Faydaları

FEAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir (Bellman ve Rausch, 2004);

- Karar verme sürecinin iyileştirilmesi: FEAF, KM'ye kapsamlı bir bakış açısı sağlayarak işletmelerin daha doğru kararlar almasına yardımcı olur. Bunun sonucunda daha eğitilmiş ve mantıklı kararlar alınabilir.
- Artan verimlilik: Bir organizasyonun mimarisindeki fazlalıklar ve verimsizlikler FEAF'ın yardımıyla bulunabilir ve ortadan kaldırılabilir. Sonuç olarak harcamalar azalabilir ve verimlilik artabilir.
- Daha iyi iletişim: KM'yi tartışmak ve analiz etmek için FEAF standart bir kelime dağarcığı ve yapı sunar. Bu, daha iyi paydaş işbirliği ve iletişimini kolaylaştırabilir.
- Geliştirilmiş uyum: FEAF, kurumların BT planlarını operasyonel hedefleriyle koordine etmelerine yardımcı olabilir. Sonuç olarak BT yatırımları daha etkili ve verimli olabilir.
- Gelişmiş çeviklik: FEAF, işletmelerin değişen pazar koşullarına ve teknolojik değişikliklere hızla uyum sağlamasına yardımcı olabilir. Bu onların yenilik ve pazar rekabeti kapasitelerini artırabilir.

2.3.3. Federal KM Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

FEAF, çeşitli işletmelerin gereksinimlerini karşılayacak şekilde çok yönlü ve ölçeklenebilir olacak şekilde yapılmıştır. KM oluşturma, portföy yönetimi ve stratejik planlama gibi birçok farklı görevi desteklemek için kullanılabilir.

- Çerçevenin karmaşıklığı: FEAF, gerçek dünyadaki durumlarda anlaşılması ve kullanılması zor olabilecek çok sayıda farklı bileşenden oluşan çok katmanlı bir yapıdır. Karmaşıklığı nedeniyle işletmelerin FEAF'ı başarıyla kullanması zor olabilir (Neo, 2014).
- KM'nin sürekli bakımının gerekliliği: FEAF'ın kuruluşun değişen taleplerine uygun kalmasını sağlamak için düzenli olarak güncellenmesi ve bakımının yapılması gerekir. Gelişmiş kurumsal yapılara sahip büyük firmalar için bu, zaman ve kaynak açısından yoğun olabilir (Bellman ve Rausch, 2004).
- KM'nin kuruluşun daha geniş amaç ve hedefleriyle uyumu: FEAF'ın stratejik karar almayı destekleme kapasitesinin kısıtlanabileceğini ve bunun da kurumun genel hedefleri ile KM'nin uyumlu olduğundan emin olmayı zorlaştırabileceği ileri sürülmektedir (Bui, 2017).

2.4. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesi

Amerikan Savunma Bakanlığı, kullandığı karmaşık sistem ve prosedürlerin iyi tasarlanmış, bütünleşmiş ve verimli olmasını sağlamaya yardımcı olmak için DoDAF çerçevesini kullanmaktadır. DoDAF ile farklı Savunma Bakanlığı paydaşlarını, sistemlerini ve prosedürlerini anlamak, düzenlemek ve kontrol etmek amacını gütmektedir.

DoDAF, farklı perspektiflere dayalı görsel bir altyapı sağlamaktadır. Bu perspektifler, aslında mimari tanımın karmaşıklığını ve kapsamının genişliğini görselleştiren dokümantasyon araçlarıdır (Nyale ve Karume, 2023). DoDAF tarafından tanımlanan modellerle oluşturulan veriyle doldurulmuş içerikler, ilgili görüşlerin tanımlanmasının ardından, gerektiğinde değiştirilerek kullanılabilir hale getirilebilir (Nyale ve Karume, 2023). DoDAF, üst seviye mimari ve tasarımı tanımlayan bir çerçevedir (Zeigler ve Mittal, 2005).

2.4.1. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Yapısı

DoDAF, Amerikan Savunma Bakanlığı'nın KM'sini açıklamaya hizmet eden bir grup model, bakış açısı ve üründen oluşmaktadır (Nyale ve Karume, 2023).

Amerikan Savunma Bakanlığı'nın operasyonel, sistem ve teknik mimarilerini karakterize etmek için tutarlı bir terminoloji, yaklaşım ve yapı sunar. KM geliştirme ve yönetimine organize bir yöntem sağlayan bir çerçevedir. DoDAF yaklaşımı, Şekil 2.5.'te olduğu gibi sekiz ana bölümden oluşmaktadır (URL-1):

- **Bütünsel Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın tüm bakış açılarıyla ilgili olan mimari durumunun kapsayıcı yönlerini açıklar.
- **Veri ve Bilgi Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın yetenek ve operasyonel gereksinimlerini, sistem mühendisliği süreçlerini, sistemler ve hizmetler için mimari içeriğindeki veri ilişkilerini ve hizalama yapılarını ifade eder.
- **Standart Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın operasyonel ve yetenek gereksinimlerini, sistem mühendisliği süreçlerini ve hizmetleri için geçerli olan uygulanabilir Operasyonel, İş, Teknik ve Endüstri politikalarını, standartlarını, rehberliğini, kısıtlamalarını ve tahminlerini ifade eder.



Şekil 2.5. DoDAF Çerçevesi (URL-1)

- **Yetenek Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın yetenek gereksinimlerini, teslimat zamanlamasını ve konuşlandırılan yeteneğini ifade eder.
- **Operasyonel Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın operasyonel prosedürlerini, girişimlerini ve işlerini ana hatlarıyla belirtir. Savunma Bakanlığı'nın misyonu, vizyonu ve hedefleri hakkında geniş bir genel bakış sunar. Etkinlik ve sıra diyagramları iki tür operasyonel bakış açısı diyagramıdır.
- **Sistem Bakış Açısı:** Bu bakış açısı Savunma Bakanlığı içindeki sistemleri ve birbirleri ile olan etkileşimlerini açıklar. Ağları, yazılımları ve donanımları da dâhil olmak üzere Savunma Bakanlığı sistemlerine kapsamlı bir genel bakış sunar. Sistem bağlam diyagramları ve sistem sıra diyagramları, sistem bakış açısı diyagramlarının iki örneğidir.
- **Hizmetler Bakış Açısı:** Savunma Bakanlığı'nın operasyonel ve yetenek fonksiyonlarını sağlayan veya destekleyen, icracıları, faaliyetleri, hizmetleri ve bunların değişimlerini ifade eden çözümlere yönelik tasarım sunar.
- **Proje Bakış Açısı:** Bu perspektif, Savunma Bakanlığı'nın çeşitli projeleri arasındaki ilişkilerini açıklar. Ayrıca Proje Bakış Açısı Savunma Tedarik Sistemi sürecindeki yetenek ve operasyonel gereksinimleri ile sistem mühendisliği süreçleri, sistem tasarımı ve hizmet tasarımı arasındaki bağımlılıkları da ayrıntılarıyla anlatır.

2.4.2. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Faydaları

DoDAF çerçevesinin faydaları aşağıda olduğu gibidir;

- Geliştirilmiş Birlikte Çalışabilirlik: DoDAF çerçevesi, Savunma Bakanlığı'nın mimari çalışmaları boyunca tekdüzeliği ve standardizasyonu teşvik ederek sistemlerin ve bileşenlerin birlikte çalışabilirliğini artırır. Sonuç olarak misyonun yerine getirilmesi ve bilgi paylaşımı daha verimli ve başarılı hale gelir (Miranda ve diğ., 2017).
- Gelişmiş İletişim: DoDAF çerçevesi tarafından tutarlı bir kelime dağarcığı ve mimari ilkeleri bilgisi sağlanır ve bu da paydaş işbirliğini ve iletişimi geliştirir. Bu, daha akıllıca karar vermenizi mümkün kılar ve istediğiniz sonuçları alma olasılığınızı artırır (Dam, 2015).
- Kolaylaştırılmış Karar Verme Süreçleri: DoDAF çerçevesi, mimari seçeneklerin oluşturulması ve değerlendirilmesi için, bilgiye dayalı kararlar alma yeteneğini teşvik eden resmi bir yöntem sunar. Bu, pahalı hatalar yapma olasılığını azaltır ve verimli kaynak tahsisini garanti eder (Amissah ve Handly, 2016).

2.4.3. Savunma Bakanlığı Mimari Çerçevesinin Uygulanmasındaki Zorluklar

Savunma Bakanlığı Mimari çerçevesinin uygulanmasındaki zorluklar aşağıda olduğu gibidir;

- Karmaşıklık: Mimarlar, paydaşlar ve kullanıcılar çerçevenin birçok bakış açısını, modelini ve standardını anlamalı ve uygulamaya koymalıdır. Kurumlar, DoDAF çerçevesini tam olarak anlama ve yürütme konusunda zorluk yaşamakta ve bu da eksik veya yanlış mimarilere yol açabilmektedir (Shirazi ve Zahedian, 2009).
- Entegrasyon Eksikliği: DoDAF çerçevesinin diğer çerçeveler ve standartlarla olan uyum eksikliği, uygulanmasında başka bir zorluğu ortaya çıkarmaktadır. DoDAF çerçevesi özel olarak Amerikan Savunma Bakanlığı için oluşturulmuştur. Dolayısıyla sektörde kullanılan diğer çerçeveler ve standartlarla uyumlu olmayabilir. Sonuç olarak DoDAF çerçevesini Zachman Çerçevesi veya TOGAF gibi diğer çerçevelerle entegre etmek işletmeler için zor olabilir (Shirazi ve Zahedian, 2009).
- Sınırlı Benimseme: Savunma Bakanlığı ve bağlı kuruluşları, DoDAF çerçevesini benimseyebilecek tek kuruluştur. Bu, çerçeve hakkında az miktarda bilgi ve beceri bulunduğu anlamına gelir; bu da Savunma Bakanlığı dışındaki firmaların çerçeveyi

tamamen anlamasını ve uygulamasını zorlaştırabilir. DoDAF çerçevesinin yavaş benimsenmesinin, çerçevenin Savunma Bakanlığı dışından anlaşılmasının bir sonucu olduğunu ileri sürülmektedir (Jalaliniya, 2011).



3. YÖNTEM VE MATERYAL

Çalışmanın bu bölümde, tezdeki yöntem ve materyaller detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Dijital dönüşüm sürecine adım atmayı hedefleyen bir kurumun süreçlerine uyumlu bir KM çerçevesi seçimini bilimsel bir temele oturtmak amacıyla kullanılan AHP ve ELECTRE I yöntemleri ile kriterleri öncelik sırasına göre düzenleyebilen ve kriterler arasındaki ilişkilerin birbirleri üzerindeki etkilerini analiz ederek daha etkili kriterleri belirleyebilen DEMATEL yönteminin teknikleri ve uygulama adımları ele alınacaktır. Daha sonra kurumları modellemek maksadıyla kullanılan metamodelin analizinde yararlanılacak şebeke optimizasyonu çözüm yöntemlerinden minimum yayılan ağaç ve en kısa yol problemleri açıklanacaktır. Daha sonra uygulama aşamasında detayı verilecek olan hayali işletmenin kullanacağı metamodelin mimari yapıtaşları ve mimari yapıtaşları arasında yargıya dayalı olarak belirlenen ilişki katsayılarının bilimsel bir temele dayandırılması maksadıyla kullanılan Bulanık Bilişsel Haritalama (BBH) yöntemi anlatılacaktır. Son olarak metamodeldeki mimari yapıtaşlarına (düğümlere) ve yapıtaşları arasındaki ilişkilere (ayrıntılara) maliyet ataması yapılabilmesi için önerilen yaklaşıma yer verilecektir.

3.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri

Karar verebilme; bir kurumun amaç ve hedeflerine ulaşabilmesi maksadıyla belirlemiş olduğu bir takım alternatifler arasından birinin seçilebilmesidir. Karar verme sürecinde yalnızca tek bir kriter söz konusu olduğunda, bireyin bu kritere dayanarak karar vermesi oldukça kolaydır. Ancak, günlük yaşamda karşılaşılan karar verme problemleri genellikle birden fazla ve birbiriyle çelişebilen karmaşık kriterleri içermektedir. Kriter sayısının artmasıyla birlikte, bireyin karar vermek için gerçekleştirdiği işlemlerin sayısı da artmakta ve bu durum karar verme sürecini daha karmaşık hale getirmektedir (Cengiz, 2012).

Kurumu yönetenlerin en önemli görevi, doğru ve etkin karar vermeleridir. Gelişen teknolojiyle birlikte, hem büyük hem de küçük çaplı kararlar almak durumunda olan bireyler, artık çok sayıda kriteri dikkate almak zorundadır.

ÇKKV yöntemleri, XX'nci yüzyılın sonlarında, çok fazla kriterin olduğu durumlarda karar vermeyi kolaylaştırmak maksadıyla geliştirilmesi gereken yöntemlerin gerekliliğinin fark edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Cengiz, 2012). Bu yöntemler, başlangıçta karar teorisi ve

yöneylem araştırması alanlarında (Aslan ve diğ., 2023) kullanılmış, daha sonra ise mali ve ekonomik alanlarda da uygulama alanı bulmuştur (Aslan ve diğ., 2023).

ÇKKV, sayılamaz ya da sonlu sayılabilir seçeneklerin içerisinde birden fazla kriter gözönüne alınarak karar verici tarafından seçim yapılmasını ifade eder. Karar biliminin bir alt dalı olan ÇKKV, karar süreçlerini kriterlere dayalı olarak modellemekte ve analiz etmektedir. ÇKK modelleri, mevcut alternatiflerin, genellikle çoklu ve birbirleriyle çakışan kriterlerle tanımlandığı durumlarda, tercih kararı verilmesi temeline dayanmaktadır (Timor, 2011).

ÇKKV problemleri; en uygun alternatifin seçilebilmesi maksadıyla birden fazla kriterin birbirleri ile kıyaslanarak özelliklerinin karşılaştırıldığı problemlerdir (Cengiz, 2012). Bu problemlerin çözümünde çok fazla sayıda teknik kullanılmaktadır (Yıldırım ve diğ., 2015). Bu tekniklere ÇKKV Yöntemleri denmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Prosesi (ANP), VIKOR, ELECTRE, MOORA, TOPSIS, PROMETHEE gibi çok çeşitli sayıda ÇKKVY vardır (Özcan ve Asker, 2023).

Alternatif miktarına bağlı olarak, ÇKKV yöntemleri aşağıdaki iki grupta incelenmektedir (Triantaphyllou, 2000).

- Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV): Alternatiflerin sınırlı miktarda olduğu ayrıca net olarak tanımlandığı kesikli durumlarda karar sürecini ifade eder. ÇNKV sürecinde, alternatiflerin sayısı daha önce belirlenmiştir ve bu alternatiflerin performans düzeyleri bilinir. Bu tür problemler, bir tasarım probleminden ziyade bir seçim problemidir. Bu çalışmada kullanılacak olan AHP ve ELECTRE I yöntemleri, bu gruba dahil edilebilecek yöntemler arasında yer almaktadır.

- Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV): Alternatiflerin matematiksel model yapısı vasıtasıyla tanımlandığı sürekli durumlarda karar verme sürecini ifade eder. ÇAKV sürecinde seçeneklerin miktarı önceden belirlenemez. Bu tür problemlerin temel amacı, mevcut seçenekler arasından en iyi alternatifi belirlemektir ve genellikle bir tasarım problemine dönüşür. Dinamik programlama ve hedef programlama, bu gruba dâhil edilebilecek yöntemler arasında yer almaktadır.

Bu bölümde ÇKKVY'den AHP, ELECTRE I ve DEMATEL yöntemleri detaylı olarak anlatılacak, sonraki bölümde ise bu yöntemler kullanılarak alternatifler içerisinde en iyi KM çerçevesi seçilecektir.

3.1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

AHP, Thomas Lorie Saaty'nin 1977de geliştirdiği ve çeşitli alanlarda geniş uygulama imkânı bulan çok kriterli karar verme yöntemlerindedir (Denizhan ve diğ., 2017). Çok katmanlı bir hiyerarşik yapısı olan AHP, kriter, amaç ve alternatif unsurların birbirinden ayrıştırılmasında karar vericiye destek sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, ÇKKV problemini hiyerarşik bir yapıda ele alarak kriterler, amaç, kriterlerin alt kriterleri ile alternatifler arasında kurulan bir ilişkiler bütünü olarak tanımlanabilir (Baş ve diğ., 2022).

Alternatiflerin birbirleriyle yapılan ikili karşılaştırmalarında kullanılan AHP yöntemi, aynı zamanda kriterlerin ikili karşılaştırmalarında da uygulanabilmektedir. Bu karşılaştırmalar sırasında, karar vericiye "Kriterler birbirine göre ne kadar önemli?" ve "Her bir alternatif, belirli bir kriter açısından ne derece önemlidir?" gibi sorular yöneltilmektedir (Kecek ve Yüksel, 2016).

AHP, aşağıdaki dört adımdan oluşmaktadır:

- Adım 1: Karar verme

Bu aşamada problemi anlayarak tanıma ve ayrıştırmaya çalışılır. Problemin daha kolay ve net anlaşılabilmesi, değerlendirilebilmesi için hiyerarşik bir sistemde daha alt problemlere ayrıştırılır. İlk olarak, çalışmanın temel hedefi belirlenir ve ardından bu hedefe uygun kriterler tespit edilir. İlgili konu kapsamında çok sayıda kriter tanımlanabileceği gibi, bu kriterlere alt kriterler de eklenebilir. Hiyerarşik yapının en üst seviyesinde temel amaç bulunurken, ana hedefi etkileyebilecek niteliklere sahip kriterler söz konusu olduğunda, hiyerarşiye ek alt hedefler dâhil edilebilir. Hiyerarşik yapının en alt seviyesinde ise karar alternatifleri yer almaktadır (Aladağ ve diğ., 2017).

- Adım 2: İkili karşılaştırmalar

Kriterler, ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilir ve bu karşılaştırmalar karar vericinin yargılarına dayanmaktadır. İkili karşılaştırmaların sonuçları doğrultusunda, her bir kriterin ağırlık değerleri hesaplanır (Saaty, 1987). Ardından, diğer kriterlerin birbiriyle karşılaştırılması gerçekleştirilir ve bu karşılaştırmalar sonucunda bir karar matrisi oluşturulur. Oluşturulan matriste yer alan W_i/W_j indeksi, i 'nci kriterin, j 'nci kritere göre amaca ulaşma açısından daha ne derece öncelikli olduğunu göstermektedir. Bu

değerlendirmeler Tablo 3.1.'de sunulan Saaty'nin "*1-9 ölçeği*" temel alınarak yapılmaktadır. Karşılıklı değerlere bakıldığında, i ve j kriterlerinin karşılaştırılmasında x değeri belirlenmişse, j ve i kriterlerinin karşılaştırılmasında verilecek değer $1/x$ olarak tanımlanacaktır. Ayrıca, matrisin köşegenlerindeki bileşenler her zaman 1 değerini alır (Saaty, 1987). İkili karşılaştırmalar, "eşit önem" düzeyini ifade eden 1'den başlayarak, "aşırı önem" düzeyini temsil eden 9'a kadar değişen Saaty'nin ölçeği kullanılarak gerçekleştirilir. Örnek olarak bu, 7 olarak belirlenmişse, i . kriterinin j . kriterine göre oldukça güçlü bir şekilde değerli olduğu anlamına gelir. Benzer şekilde j . kriterinin i . kriterine göre önemi $1/7$ olarak ifade edilir.

Tablo 3.1. AHP Önem Düzeyleri (Saaty, 1987).

Önem Düzeyi	Açıklama	Tanım
1	Aynı Derecede Değerli	İki kriter/alternatif hedefe eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Orta Derecede Değerli	İlk kriter/alternatif diğerine göre orta düzeyde tercih ettiriyor.
5	Güçlü Derecede Değerli	İlk kriter/alternatif diğerine kıyasla güçlü derecede tercih ettiriyor
7	Oldukça Güçlü Derecede Değerli	İlk kriter/alternatif diğerine kıyasla çok güçlü derecede tercih ediliyor.
9	Kesin Derecede Önemli	İlk kriter/alternatifin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar mutlak düzeyde yüksek.
2, 4, 6, 8	Ara düzeyleri göstermektedir.	Mutabakat gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık düzey arasında kullanılır.

- Adım 3: Sentez

Bu aşamada, karşılaştırılan her bir elemanın bağıl önceliği hesaplanır. Bu işlem, ikili karşılaştırmaların sonuçlarına dayanarak kriterlerin göreceli önem düzeylerini nicel olarak belirlemeyi amaçlar. Öncelik vektörlerinin oluşturulmasında, lineer cebirden yararlanılmaktadır. Sentez aşaması, hesaplanan en yüksek özdeğerin ve bu özdeğere denk gelen özvektörün bulunmasını, ardından özvektörün normalleştirilmesini kapsamaktadır (Chakraborty ve diğ., 2024). Hemen hemen tüm ÇKKVY olduğu gibi normalizasyon tekniğinde, her sütundaki elemanlar, ilgili sütunun toplamı ile oranlanır. Ardından,

hesaplanan sonuçların her bir satırı toplanır ve toplam, ilgili satırdaki elemanların toplam sayısına bölünerek her alternatif veya kriter için ortalama bir öncelik değeri hesaplanır. Bu teknik ile her bir kriter için, öncelik vektörleri hesaplanır (Tavana ve diğ., 2023).

- Adım 4: Tutarlılık Kontrolü

Tespit edilen kararların tutarlılıkları kontrol edilir. Tutarlı olmak ön şart olarak kabul edilir. Genel olarak uygulamalarda bütünüyle tutarlılığa ulaşmak neredeyse imkânsızdır. Ancak AHP yöntemi mükemmel düzeyde tutarlılık istememektedir. Hesaplamalarda tutarsızlığa izin verilir fakat her karşılaştırma sonrasında tutarsızlığın hesaplanmasını zorunlu kılmaktadır. Hesaplanan tutarlılık oranının 0,1'in altında olması, yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı kabul edilmesi için bir ön koşuldur (Saaty, 1987).

AHP yöntemi aşağıda olduğu gibi özetlenebilir;

Ağırlıklar $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ ve kriterler $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ şekilde n adet alternatifin veya kriterin birbirleriyle gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaları sonucunda elde edilen A ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Golfam ve diğ., 2019).

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}; i, j = 1 \dots n \quad (3.1)$$

Matristeki a_{ij} terimi, karşılaştırma matrisinde i 'nci kriterin j 'nci kriterle kıyasla amaca ulaşma açısından ne derece değerli olduğunu ifade etmektedir (Arsu ve Özdemir, 2019).

Ağırlık matrisinin genel formülü:

$$W = \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

W ile w değerleri birbirleriyle çarpılır.

$$W * w = \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = n * \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

Özdeğer (λ), (3.3) formülünün çözümü ile hesaplanır. Göreceli ağırlıklar, $A_w = \lambda_{\text{Maks}} * w$ eşitliğini sağlayan λ_{Maks} göz önünde bulundurularak hesaplanan w özvektörü ile hesaplanır. A matrisinin hesaplanan en yüksek özdeğeri λ_{Maks} 'tır. W özvektörü; $(A - \lambda_{\text{Maks}}I) * w$ formülünün çözülmesi ile bulunur.

İkili karşılaştırmalardaki nispi ağırlıkların doğruluklarını bulabilmek için aşağıdaki hesaplamalar yapılır:

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI): } CI = \frac{\lambda_{\text{Maks}} - n}{n - 1} \quad (3.4)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR): } CR = \frac{CI}{RI^1} < 0,10 \quad (3.5)$$

3.1.2. Gerçeği İfade Etme ve Seçme Metodu

1966 yılında Benayoun tarafından geliştirilen Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE I) metodu, optimizasyon amaçlı matematiksel programlama tekniklerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Bu metod, her bir kriter için farklı karar noktaları arasında ikili karşılaştırmalara dayanan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir (Keleş, 2019). ELECTRE I metodu, karar verme sürecine çok miktarda nitel ve nicel kriterin dahil edilmesine olanak tanır. Bu kriterler, belirlenen hedef doğrultusunda ağırlıklandırılır ve ağırlıkların değerlendirilmesi sonucunda en uygun alternatif belirlenir (Arslan ve Uysal, 2017).

Farklı araştırmacılar, tercih ve üstünlük ilişkilerini kurmak ve aynı zamanda tutarlı araştırma ve analizler yaparak karar vericileri desteklemek için benzer teorilere dayanan bu yöntem hakkında çok sayıda çalışma yayımlayarak ELECTRE I, "II", "III", "IV", "IS", "TRI", "TRIB", "TRE" ve "TRI-C" gibi çeşitli versiyonlarını ortaya koydular (Taherdoost ve

¹ RI (Rastgele Değer Endeksi) Tablo 4.6.'da bulunan indeksten seçilir. Saaty tarafından önerilen ölçüğe göre doğru ve güvenilir bir sonuç tutarlılık oranının $< 0,1$ olması beklenir (Yıldırım ve Önder, 2015).

Madanchian, 2023). Hepsi üstün çok kriterli karar verme yöntemleri ailesine dâhil olan bu yöntemlerin bazıları (ELECTRE I gibi) seçim problemlerinde, bazıları sıralama problemlerinde (ELECTRE II ve III gibi) bazıları da atama problemlerinde (ELECTRE TRI) kullanılmaktadır (Taherdoost ve Madanchian, 2023). Ayrıca ELECTRE I yöntemi üstünlük veya baskınlık ilişkilerine dayandığından her kriterin etkinliğinin ve öneminin ölçüsü belirlenir (Özmen ve Demir, 2023).

ELECTRE I yönteminde, standart yaklaşımların yanı sıra, 'Üst Derecelendirme İlişkisi' (Outranking) olarak adlandırılan farklı bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemin, alternatiflerin karşılaştırılması sürecinde karar vericinin tercihlerini daha doğru bir şekilde yansıttığı iddia edilmektedir. Uyum-Uyumsuzluk Modelleri (Concordance - Discordance) olarak da bilinen üst derecelendirme ilişkisi, ELECTRE I yönteminde temel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Başdar, 2018).

Yöntemin adımları şu şekildedir (Özmen ve Demir, 2023):

- Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisindeki satırlar, karar probleminin kriterlerini (n), sütunları ise alternatifleri (m) ifade etmektedir. Karar vericiler tarafından A matrisi tutarlı bir şekilde oluşmuş ilk veri setidir. Karar matrisi aşağıda olduğu şekilde ifade edilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1 \dots m, \quad j = 1 \dots n \quad (3.6)$$

Matristeki a_{ij} terimi, kıyaslama matrisinde, i 'nci kriterin j 'nci kritere kıyasla amaca ulaşmadaki önem derecesini temsil etmektedir.

Bu ilişki matematiksel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$w_i / w_j = a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

Burada w_i , i 'nci kriterin ağırlığını w_j , j 'nci kriterin ağırlığını ifade etmektedir (Özmen ve Demir, 2023).

- Adım 2: Normalizasyon yöntemiyle karar matrisinin hazırlanması

Başlangıçta bir karar matrisi tanımlanır. Daha sonra (3.7)'de gösterilen formül yardımıyla X_{ij} standart bir karar matrisi oluşturulur. Maliyet ve fayda kriterlerine uygun olarak, aşağıda belirtilen farklı normalizasyon denklemlerinden birinin uygulanması gereklidir.

Fayda kriterlerine yönelik kullanılan (3.7) formülünde için her a_{ij} değerinin karesi alınır. Daha sonra, bu karelerin toplamı hesaplanarak sütun toplamları elde edilir. Her bir a_{ij} değeri, ilgili sütunun toplamının karekökü ile oranlanarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$X_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,2,\dots, m \quad j=1,2,\dots, n \quad (3.7)$$

(3.8) formülü kullanılarak ise maliyet kriterleri için hesaplama yapılır.

$$X_{ij} = \frac{1/a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (1/a_{kj})^2}} \quad i=1,2,\dots, m \quad j=1,2,\dots, n \quad (3.8)$$

Yapılan hesaplama sonucunda oluşan X_{ij} matrisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

- Adım 3: Ağırlıklandırılmış normalizasyon matrisinin hazırlanması

ELECTRE I yöntemine, farklı ağırlıklara sahip değerlendirme faktörlerini yansıtabilmek için öncelikle bir V matrisinin oluşturulması ve bu değerlendirme faktörlerinin değerlerinin (W_i) tespit edilmesi gerekmektedir. Ardından normalizasyona uğrayan X matrisinin tek tek

her sütununda bulunan değerler, ilgili W_i 'si ile çarpılır ve Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi (V) oluşturulur. Burada, W_j kriterinin j 'inci değerini göstermektedir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 X_{11} & \cdots & W_n X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_1 X_{m1} & \cdots & W_n X_{mn} \end{bmatrix}; V_{ij} = W_j X_{ij}, \quad \sum_{t=1}^n W_j = 1$$

- Adım 4: Uyumsuzluk ve uyum kümelerinin tespit edilmesi

V matrisi, uyumsuzluk ve uyum kümesinin belirlenmesi için yararlanılan bir metottur. Bu aşamada karar kriterleri değerlendirme kriterleri bağlamında kıyaslanmaktadır ve her ikili alternatifin karşılaştırılabilmesi için kriterler iki farklı gruba ayrılır.

A_p ve A_q alternatifleri için ($p \neq q$) durumdaki uyum kümesinde A_p , A_q alternatifine tercih edilir.

$$C(p,q) = \{ j \mid V_{pj} \geq V_{qj} \}$$

A_p 'nin alternatifi, A_q 'nun alternatifinden kötü ise uyumsuzluk kümesi oluşturulmaktadır.

$$D(p,q) = \{ j \mid V_{pj} \leq V_{qj} \}$$

- Adım 5: Uyumsuzluk ve uyum indekslerinin hesaplanması

ELECTRE I yönteminde kriterlerin ve alternatiflerin birbirleri ile olan ilişkilerini değerlendirmek amacıyla uyum C_{ab} ile uyumsuzluk D_{ab} indeksleri şeklinde belirlenen 2 indeks bulunmaktadır. Bu indekslerden uyum indeksi, birinci kriterin en az diğer kriter kadar uygun veya avantajlı olup olmadığını değerlendiren bir ölçüttür. Uyumsuzluk indeksi de diğer kriterin kesinlikle ilk kritere göre tercih düzeyini belirlemektedir.

(3.9) formülü kullanılarak C matrisinin elemanları hesaplanabilmektedir.

$$C(p,q) = \sum_j W_j \tag{3.9}$$

Burada C_{pq} , ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen değerlere yüksek düzeyde güven duyulduğunu ifade etmektedir. $C(p,q)$ kümesinde bulunan faktörler J indeksini oluşturmaktadır. Örneğin; $C_{24} = \{2,3,4\}$ ise C matrisinin C_{24} indeksinin değeri;

$C_{24} = W_2 + W_3 + W_4$ olacaktır. C matrisi şu şekilde ifade edilir:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & - \end{bmatrix}$$

Uyumsuzluk matrisinin (D_{pq}) indeksleri (3.10) formülü ile hesaplanmaktadır. Aynı zamanda uyumsuzluk indeksi (D_{pq}) oluşturulabilmesi için uyumsuzluk matrisinden de faydalanılabilmektedir:

$$D_{pq} = \frac{\sum_{j=0} |V_{pj}^0 - V_{qj}^0|}{\sum_j |V_{pj} - V_{qj}|} \quad (3.10)$$

D matrisi aşağıda gösterilmiştir. (3.10) formülünde gösterilen j^0 uyumsuzluk kümesinde yer alan faktörlerdir.

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & - \end{bmatrix}$$

- Adım 6: Üstünlük Kıyaslamasının Gerçekleştirilmesi

Uyumsuzluk ve uyum indekslerinin hesaplanmasından sonra üstünlük karşılaştırmasının yapılabilmesi için indekse uymayan seçenekler elenmektedir. Ayrıca A_p alternatifinin A_q alternatifine ne ölçüde üstün olduğu; uyum indeksinin büyüklüğü ve uyumsuzluk indeksinin küçüklüğü hesaplanarak belirlenebilir. Bu işlemin doğru sonuç vermesi için C ve D 'nin ortalamaları hesaplanır.

$C_{pq} \geq C^-$ ile $D_{pq} \leq D^-$ durumunda ise A_p alternatifi A_q alternatifine göre tercih sebebidir.

- Adım 7: Net uyumsuzluk ve uyum indekslerinin hesaplanması

Alternatif sayısının fazla olduğu durumlarda, "net uyumsuzluk ve uyum indeksleri"nin hesaplanması gereklidir. Alternatiflerin birbirlerine olan baskınlıkları da bu indekslerle belirlenebilmektedir. Çözüm kümesi, en yüksek "net uyum indeksi" ile en düşük "net uyumsuzluk indeksi" değerlerinden oluşur. D_p 'ler küçükten büyüğe C_p 'ler ise büyükten küçüğe sıralanmaktadır. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri (3.11) ve (3.12) formülleri ile bulunur.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (3.11)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (3.12)$$

Ardından, en yüksek "C" değeri ile en düşük "D" değeri belirlenerek nihai sıralamaya ulaşılmaktadır.

ELECTRE I, alternatifler arasında sıralama yöntemini kullanırken bazen tercih edilen alternatifleri tespit etmede yeterli olmayabilmektedir. Ancak, en iyi alternatifin belirlendiği bu yöntemde, uygun olmayanlar ortadan kaldırılmakta ve daha belirgin alternatifler seçilmektedir. Bu sebeple ELECTRE I yöntemini birden fazla seçeneğin bulunduğu ve az sayıda kriterin karşılaştırıldığı ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanmak uygun olmaktadır.

3.1.3. The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Yöntemi

DEMATEL yöntemi "bir problemi çözmek için farklı parçalar arasındaki seviyeleri ve ilişkileri ölçen" bir araçtır (Chen, 2012). 1974 yılında Fontela ve Gabus tarafından Cenevre'deki Battelle Memorial Enstitüsü'nün Bilim ve İnsan İşleri Programı Araştırma

Merkezi tarafından geliştirilen bir matematiksel analiz tekniğidir (Fontela ve Gabus, 1974). Bu yöntem, karmaşık problemlerin çözümüne katkı sağlamak ve çeşitli nedensel ilişkileri analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır (Goğabeska, 2018). Bu yöntem, matrisler veya diyagramlarla nedensel ilişkileri belirlemek ve böylece çeşitli karmaşık yönetim sorunlarını çözmek için kullanılabilir. Sonuçlar, faktörler arasındaki ilişkiyi neden ve sonuç gruplarına ayırarak göstermektedir. Birbirine bağlı karmaşık faktörlerin neden-sonuç ilişkilerini belirlemek için etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Pinto ve diğ., 2023). Bu yöntem, kriterler arasındaki ilişkinin tespit edilmesi, sıralanması ve her bir kriter üzerindeki etkisinin yoğunluğunun ortaya konulması nedeniyle öne çıkmaktadır (Kwartnik-Pruc ve diğ., 2022). Ayrıca DEMATEL yöntemi çeşitli kentsel, sosyal, ekonomik ve çevresel sorunların çözümünde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Si ve diğ., 2018). DEMATEL yönteminin adımları şu şekildedir (Zengin ve diğ., 2024);

- Adım 1: Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması

Bu adımda i 'nci faktörün j 'nci faktöre uyguladığı etkiyi ifade eden A_{ij} doğrudan ilişki matrisi, faktörlerin birbirleri arasındaki etkileşimi ifade eden Tablo 3.2.'deki değerler kullanılarak belirlenir (Nilashi ve diğ., 2015). A_{ij} doğrudan ilişki matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur (Tsai ve Chou, 2009).

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

Kriterler arasındaki ilişkiler, uzman bir grup tarafından yapılan değerlendirmeler doğrultusunda ikili karşılaştırma ölçeği kullanılarak tespit edilir (Tsai ve Chou, 2009). Karşılaştırmalar sonucunda doğrudan ilişki matrisi oluşturulur (Tiwari ve diğ., 2024).

Tablo 3.2. DEMATEL Değerlendirme Ölçeği

Seviye	Etkileşim
0	Etkileşim bulunmamaktadır
1	Etkileşim seviyesi oldukça azdır

Tablo 3.2. (Devam) DEMATEL Değerlendirme Ölçeği

Seviye	Etkileşim
2	Etkileşim seviyesi azdır
3	Etkileşim seviyesi yüksektir
4	Etkileşim seviyesi çok yüksektir

- Adım 2: Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi belirlenmesi

Bu aşamada, tümleşik karar yapısının korunmasını ve bozulmanın en aza indirilmesini sağlamak amacıyla bir normalizasyon işlemi uygulanır. Bu işlemde, doğrudan ilişki matrisi temel alınarak normalize edilmiş doğrudan ilişki matrisi (X) aşağıdaki formüller yardımıyla oluşturulur. Doğrudan ilişki matrisindeki her bir eleman, matrisin satır toplamlarının en büyük değerine bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (3.14)$$

- Adım 3: Bütünsel ilişki matrisinin oluşturulması

Bu aşamada X bulunduktan sonra, T bütünsel ilişki matrisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Burada I , birim matrisini temsil etmektedir.

$$T = X * (1 - X)^{-1} \quad (3.15)$$

- Adım 4: Alıcı ve gönderici grubunun hesaplanması

Bu aşamada, bütünsel ilişki matrisinden faydalanılarak (3.16, 3.17 ve 3.18 numaralı formüller), faktörlerin etkilenme durumunu temsil eden r_j ile etkileme kuvvetini temsil eden d_j değerleri bulunur. Bütünsel ilişki matrisinin satırlarının toplamı D değerini, sütunlarının toplamı ise R değerini temsil etmektedir.

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad i, j = 1 \dots n \quad (3.16)$$

$$D = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{nx1} = [t_i]_{nx1} \quad (3.17)$$

$$R = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{1xn} = [t_i]_{nx1} \quad (3.18)$$

- Adım 5: $D-R$, $D+R$ ile faktörlerin ağırlıklarının hesaplanması

Bu aşamada, her bir faktör için genel ilişki düzeyini ifade eden $D+R$ ve faktörlerin etki etme veya etkilenme seviyelerini belirleyen $D-R$ değerleri bulunur. Etki grafiğinde, yatay ekseninde gösterilen $D+R$ değeri, bir faktörün sistem içerisindeki genel etkileşim düzeyini temsil etmektedir. Diğer bir ifadeyle, bir faktörün $D+R$ değeri arttıkça, o faktörün diğer faktörlerle olan etkileşim seviyesinin yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır. Etki grafiğinin dikey ekseninde, bir faktörün etkileme gücünü veya etkilenme derecesini ifade eden $D-R$ yer almaktadır. Bir faktörün $D-R$ değeri pozitif ise, bu faktör "etkileyen" grubunda sınıflandırılmaktadır; negatif bir değer ise faktörün "etkilenen" grubunda yer aldığını göstermektedir.

- Adım 6: Etki ilişki haritasının oluşturulması

Bu adımda, faktörler arasındaki etkileşimin şiddeti ve yönünü belirlemek amacıyla, bütünsel ilişki matrisindeki tüm değerlerin ortalaması alınarak eşik değeri hesaplanır ve bu eşik değere dayanarak bir etki-ilişki haritası hazırlanır. Etki-ilişki haritası, faktörlerin üzerindeki etki yönünü ve şiddetini anlamak için görsel bir temsil aracı olarak kullanılmaktadır.

3.2. Şebeke Optimizasyonu

Yöneylem araştırmasında birçok farklı tipte problem şebeke yaklaşımı ile modellenip şebeke tabanlı algoritmalar ile çözülebilmektedir (Gökdağ ve Cebeci, 2023). Her ne kadar bu problemler doğrusal programlama problemi olarak formüle edilip çözülebilir olsa da birçok durumda şebeke tabanlı algoritmalar Simplex yönteminden çok daha etkilidir.

Şebeke olarak ifade edilen yapılar en sade tanımıyla düğümler ve düğümleri birbirine bağlayan ayrıtlardan oluşmaktadır. Bu sebeple bir şebeke $G = (V, A)$ ile temsil edilir ki $V =$

$\{1, \dots, n\}$ düğüm kümesi ve $A = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$ ise ayrıt kümesidir (Gökdağ ve Cebeci, 2023).

Uygulama aşamasında detayları anlatılacak olan işletmenin benzetildiği şebekedeki düğümlerin ve ayrıtların maliyetleri olabildiği gibi akış problemleri için ayrıtların kapasiteleri de olabilir. Bu sayısal değerler göz önünde bulundurularak aşağıda açıklanan optimizasyon problemlerine farklı yöntemler ile çözümler aranmıştır.

3.2.1. Minimum Yayılan Ağaç (MYA) Problemi

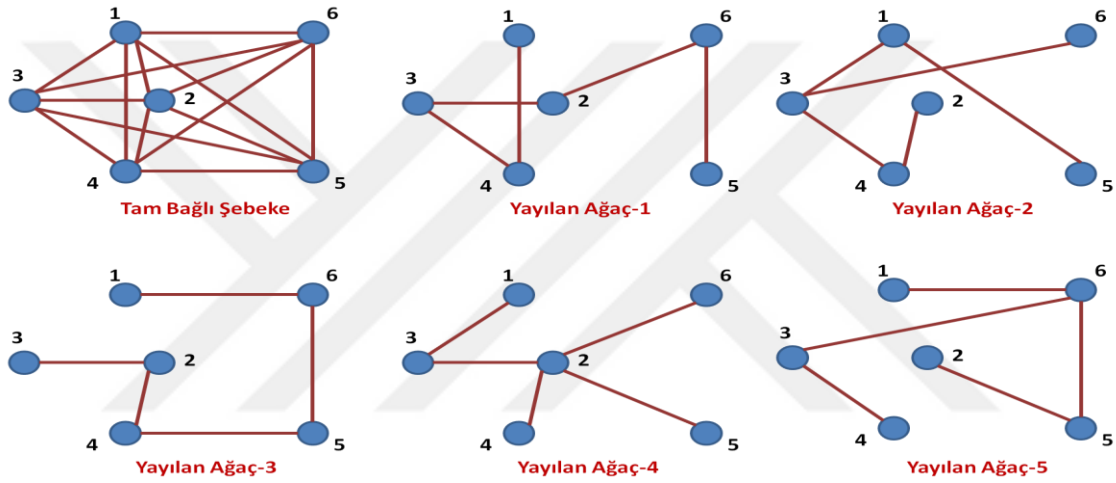
MYA problemi, ulaşım ve lojistik planlamadan iletişim ağı tasarımına; doğalgaz, su, elektrik, internet ve telefon hatlarının yerleştirilmesinden taksonomi, devre tasarımı, görüntü işleme ve küme analizine kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Ayrıca, kablosuz iletişim ağlarının tasarımı, sosyo-coğrafi bölgeleri, dağıtım sistemlerinin optimizasyonu, alanların homojen ve bitişik bölgelere gruplanması gibi birçok farklı alanda da başarıyla kullanılmaktadır (Pop, 2020).

MYA problemi için, farklı ihtiyaçlara ve uygulama alanlarına yönelik birçok etkili algoritma tasarlanmıştır. Tasarlanan ilk algoritma, Otokar Boruvka tarafından 1926 yılında ortaya konulmuştur (Boruvka, 1926). Otokar Boruvka, bu araştırmada Moravia bölgesi için ekonomik ve etkili bir elektrik tevzi ağı geliştirmeyi hedeflemiştir (Akay ve Tuş, 2022). Vojtěch Jarník tarafından 1930 yılında geliştirilen Prim algoritması 1950 yılında Robert Prim tarafından yeniden formüle edilmiştir (Prim, 1957). Kruskal algoritması, Joseph Kruskal tarafından 1956 yılında tasarlanıp geliştirilmiştir (Kruskal, 1957).

Yapılan araştırmalarda, MYA algoritmalarının özellikle yakın zamanda hisse senetleri getirileri ile ilgili bir çalışmaya uygulanarak portföy optimizasyonu için (Berouaga ve diğ., 2023), anomali tespit algoritmalarının zayıf ve güçlü yönlerinin analizi için (Samarıya ve Thakkar, 2023), kesin tanı yöntemi olmayan majör depresif bozukluklarının tespit ve teşhisinde (Li ve diğ., 2023), covid salgınının finansal piyasalara olan etkileri belirlenmesinde (Khoa ve diğ., 2023), yapay elektrik alanı algoritmasının performansını ve etkinliğini doğrulamak için (Bi ve diğ., 2022) kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Bu problemde amaç her bir düğüm çiftleri arasında en kısa ya da en düşük maliyetli ayrıtı bularak şebeke içerisindeki toplam en kısa uzaklığa sahip ya da en az maliyetli ayrıtılar

kümesini sağlayan çözümü bulmaktır. Çözüm içerisinde döngü bulunmaz ve her bir düğüm üzerinden diğer tüm düğümlere doğrudan ya da dolaylı olarak ayrıtlar vasıtasıyla erişim mümkündür. Bu tür problemlerin çözümünde kullanılan algoritmalar, dolaylı ya da doğrudan olarak ayrıtların en kısa bağlantılarını kullanarak şebekenin düğümlerinin birbirleri ile bir şekilde irtibatlandırılmasını sağlarlar. Gerçek hayattan örnek vermek gerekirse iki farklı şehir arasındaki çok sayıda kasabayı birbirine bağlayan tali yolların en az maliyetle tasarlanması ya da ana su şebekesinden ihtiyacı olan yerleşim yerlerine suyun erişiminin sağlanması için su kanallarının planlanması sayılabilir. Aşağıdaki Şekil 3.1.'de verilen tam bağlı şebekeden türetilen 5 adet yayılan ağaç örneği görülmektedir.



Şekil 3.1. Minimum yayılan ağaç örnekleri (Pop, 2020)

3.2.1.1. Problemin Tanımı ve Notasyon

$G = (V, A)$ tam bağlı ve yönlü bir şebeke üzerinde tanımlanır. Tam bağlı şebeke her iki ayrı düğümün en azından bir yolla bağlandığı şebekedir. $V = \{1, \dots, n\}$ düğümler kümesidir. Her bir ayrıtlar, mesafeler d_{ij} ile doğru orantılı olarak negatif olmayan bir maliyete sahiptir. Problem kapsamında her bir $i \in V$ düğümden diğer $j \in V$ tüm düğümlere doğrudan ya da diğer düğümler üzerinden erişilebilmesi için kullanılması gereken uzunlukları toplamı en kısa olan $A^* \in A$ ayrıtlar kümesi aranmaktadır.

Probleme ait karar değişkeni aşağıda verilmiştir.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & (i,j) \in A \text{ ayrıtı üzerinden bağlantı sağlanırsa,} \\ 0, & \text{diğer durumda,} \quad i, j \in V, i \neq j \end{cases}$$

3.2.1.2. Matematiksel Model

Amaç fonksiyonunun denklemler 3.19 ile tüm düğümleri irtibatlandırarak ayrıtı kümesinin uzunlukları toplamının enazlanması hedeflenmektedir. Denklem 3.20 ile toplam ayrıtı sayısının şebekedeki toplam düğüm sayısından (n) 1 eksik olması sağlanmaktadır. Denklem 3.21 ile alt tur eliminasyonu sağlanmaktadır. Bu şekilde minimum yayılan ağaç üzerinde döngü oluşmasına izin verilmemektedir. Denklem 3.22 ile de karar değişkenlerinin tanım kümesi belirtilmektedir.

$$\text{Min} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} d_{ij} x_{ij} \quad (3.19)$$

$$\sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} x_{ij} = n - 1 \quad (3.20)$$

$$\sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall S \subseteq V \quad (3.21)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall ij \in A \quad (3.22)$$

3.2.1.3. Çözüm Yöntemi

Literatürde minimum yayılan ağaç problemi çözebilen Kruskal algoritması, Prim algoritması, Dijkstra algoritması gibi farklı yöntemler bulunmakta olup tez kapsamında Kruskal algoritmasına değinilmiştir. Bu algoritma aşağıda belirtildiği şekilde çalışmaktadır.

- Adım 1: $i=1$ olarak sayaç başlatılır. G grafında yer alan kenarlardan, mümkün olan en düşük ağırlığa (veya maliyete) sahip kenar seçilir ($(i,j) \in A$).
- Adım 2: $1 \leq i \leq n - 2$ olmak üzere, e_1, e_2, \dots, e_i kenarları seçilmiş ise G grafında kalan kenarlar arasından,

Ağırlık miktarı en küçük olan kenar seçilerek, e_1, e_2, \dots, e_{i+1} kenarları ve bunlara bağlı düğümlerle tanımlanan G grafinin alt grafiğine eklenir. Bu seçim alt diyagramda herhangi bir döngü oluşmamasını sağlayacak şekilde gerçekleştirilir.

- Adım 3: $i = i + 1$ olarak sayaç güncellenir. Eğer $i = n - 1$ ise G grafinin alt ağı e_1, e_2, \dots, e_{n-1} kenarları kullanılarak toplam $(n-1)$ kenar n düğüm ile bağlanmış olur ve bu durumda G grafinin optimal minimum yayılan ağacı elde edilir. $i < n - 1$ olduğunda Adım 2'ye gidilir.

3.2.2. En Kısa Yol (EKY) Problemi

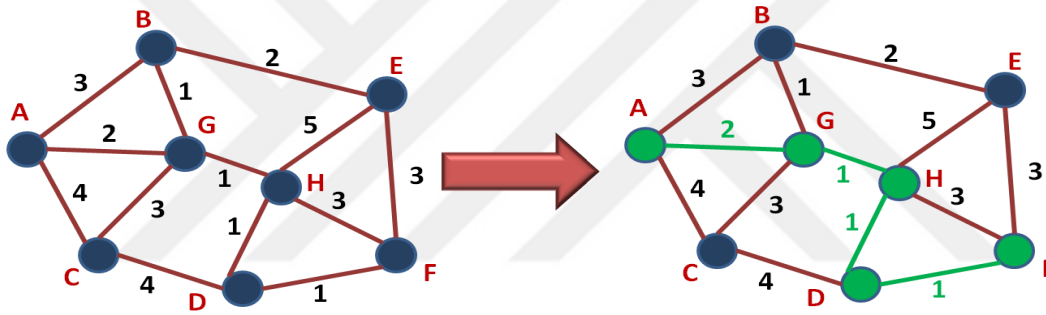
EKY problemi, bir başlangıç noktasından bir hedef noktaya, belirli koşulları sağlayarak en kısa mesafede ulaşmayı amaçlayan bir optimizasyon problemi olarak tanımlanabilir. EKY problemi, yalnızca güzergâh hesaplama veya rotalama problemleriyle sınırlı kalmayıp, birçok gerçek hayat probleminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu problemler arasında trafik planlama, robot navigasyonu, mikroişlemcilerdeki elektrik akım optimizasyonu ve IP adresleme düzenlemeleri gibi çeşitli uygulama alanları bulunmaktadır (Gürsoy ve Duman, 2022).

EKY probleminin çözümüne yönelik araştırmaların kökeni, 1950'li yıllara kadar uzanmaktadır. Bu dönemde, matematiksel optimizasyon ve algoritma geliştirme alanında önemli adımlar atılmıştır. Yapılan araştırmalarda literatürde öncü kabul edilen üç farklı yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler; Bellman-Ford metodu (Ford ve Fulkerson, 1962), Floyd-Warshall metodu (Floyd, 1962) ile Dijkstra metodudur (Dijkstra, 1959). Dijkstra algoritması, bir graf üzerinde bir düğümden diğerine en kısa yolu bulmak için geliştirilmiş, hızlı ve etkili bir yöntemdir. Ancak, bu algoritmanın çalışabilmesi için graf üzerindeki tüm kenar ağırlıklarının pozitif olması gerekmektedir. Bellman-Ford metodu, negatif ağırlıklı kenarlar içeren grafikler üzerinde de çözüm sağlayabilmektedir. Floyd-Warshall metodu ise tüm düğümlerden tüm diğer düğümlere en kısa yolları hesaplamak için kullanılır.

Yapılan araştırmalarda, EKY algoritmalarının, çeşitli alanlarda farklı problemleri çözmek için etkin bir şekilde kullanıldığı görülmüştür. Örneğin, yakın zamanda bir lojistik firma tarafından, ürünlerin depolara en düşük maliyetle ulaştırılmasını sağlamak amacıyla toplam mesafeyi ve zamanı minimize eden bir rota optimizasyon problemi üzerinde çalışılmıştır

(Arman ve Tuş, 2022). Ayrıca, prototip olarak tasarlanan bir insansız kara aracının yol takibi ile yönelim ve konum hatalarının geri beslemesi için kullanımına yönelik bir inceleme gerçekleştirilmiştir (Bayram ve diğ., 2023). Bunun yanı sıra, süpermarketlerin çevrim içi siparişlerini en düşük maliyetle teslim etmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Altan, 2022).

Bu problemde amaç tanımlı iki düğümü birbirine bağlayan en kısa ya da en düşük maliyetli ayrıtlar kümesini bulmaktır. Gerçek hayattan örnek vermek gerekirse iki farklı şehir arasında ulaşımın en kısa yol üzerinden sağlanması, bir kaynaktan ihtiyaç birimlerine doğal kaynakların ulaştırılması ve bilişim ağ trafiği protokolünde en kısa ağ yolundan yönlendirme sayılabilir. Örneğin aşağıdaki Şekil 3.2.'de verilen şebekede A'dan F düğümüne en kısa yol A-G-H-D-F şeklinde olup toplam maliyet 5 birimdir.



Şekil 3.2. En kısa yol problem örneği (Gürsoy ve Duman, 2022)

3.2.2.1. Problemin Tanımı ve Notasyon

$G = (V, A)$ yönlü ve tam bağlı bir şebeke üzerinde tanımlanır. V , düğümler kümesidir. A ise ayrıtlar kümesidir. Herbir ayrıt, mesafeler d_{ij} ile doğru orantılı olarak negatif olmayan bir maliyete sahiptir. Problem kapsamında kaynak düğümünden (1'inci düğüm) hedef düğümüne (m 'inci düğüm) erişilebilmesi için kullanılması gereken uzunlukları toplamı en kısa olan $A^* \in A$ ayrıtlar kümesi aranmaktadır.

Probleme ait karar değişkeni aşağıda verilmiştir.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & (i, j) \in A \text{ ayrıtı üzerinden bağlantı sağlanırsa,} \\ 0, & \text{diğer durumda, } i, j \in V, i \neq j \end{cases}$$

3.2.2.2. Matematiksel Model

Amaç fonksiyonu denklem 3.23 ile kaynak ve hedef düğümleri irtibatlandırarak ayrıtlar kümesinin uzunlukları toplamının enazlanması hedeflenmektedir. Denklem 3.24 ile kaynak düğümden sadece bir çıkış olması sağlanmaktadır. Denklem 3.25 ile ara düğümler üzerinde akış korunumu sağlanmaktadır. Diğer bir deyişle ara düğümlere giren ve çıkan ayrıtların sayısı eşitlenir. Denklem 3.26 ile hedefe sadece bir giriş sağlanmaktadır. Denklem 3.27 ile de karar değişkenlerinin tanım kümesi belirtilmektedir.

$$\text{Min} \sum_i \sum_{\substack{j \\ i \neq j}} d_{ij} x_{ij} \quad (3.23)$$

$$\sum_{\substack{j \\ j \neq 1}} x_{1j} = 1 \quad (3.24)$$

$$\sum_{\substack{j \\ j \neq 1}} x_{ij} - \sum_{\substack{k \\ j \neq 1}} x_{ki} = 0 \quad (3.25)$$

$$\sum_i x_{im} = 1 \quad (3.26)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall ij \in A \quad (3.27)$$

3.2.2.3. Çözüm Yöntemi

Literatürde en kısa yol probleminin farklı tiplerini çözebilen farklı yöntemler (Dijkstra algoritması (Dijkstra, 1959), Bellman-Ford algoritması (Ford ve Fulkerson, 1962)], Floyd-Warshall algoritması (Floyd, 1962), Johnson algoritması, Viterbi algoritması) bulunmakta olup tez kapsamında Dijkstra algoritmasına değinilmiştir.

Algoritmada kullanılacak olan öğeler aşağıda olduğu gibidir:

T : Şebekedeki düğümlerin oluşturduğu grup

S : Başlangıç düğümü

n : Bitiş düğümü

N : Şebekede, kaynağın her aşamasında bir sonraki düğümle birleşmesiyle oluşan yeni kaynak için kullanılan terim.

W : Hedef nokta n 'e ulaşmadan önce, sırayla geçilen düğümler ile başlangıç noktası S arasında oluşan yolların birleşimini ifade eden düğümler kümesidir.

$C(i,j)$: Düğüm j ile düğüm i arasındaki bağlantı ağırlığını ifade eder. Eğer bir düğüm, kaynak düğüme doğrudan bağlı değilse, ilk aşamada bu değer ∞ olarak kabul edilir.

Bu algoritma aşağıda belirtildiği şekilde çalışmaktadır (Demirkol ve Demirkol 2003).

- Adım 1: Grup $N = \{ S \}$, Her düğüm için $n \in \{ T \}$

Grup $D_S(n) = C(S, n)$

- Adım 2: $W \in \{ T - N \}$ $D_S(W)$ algoritma işlenirken bulunan kısa yolların toplamını ifade eder ve bu toplamın tanımlandığı son düğüm olan W , bir sonraki adımda yeni kaynak olarak atanır. Bu adımdan sonra, yeni kısa yol değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$D_S(n) = \text{Min} \{ D_S(n), D_S(W) + C(W, n) \}$

If

$$D_S(W) + C(W, n) < D_S(n)$$

Then

$$D_S(n) = D_S(W) + C(W, n)$$

Else

$$D_S(n) = D_S(n)$$

Bu yöntemde, bitiş ve başlangıç noktası arasındaki mevcut kısa yol değeri, yeni bir düğüm ile kaynak arasındaki kısa yol değerinin ve bu yeni düğüm ile hedef arasındaki maliyet toplamının büyük olup olmadığına göre güncellenir. Eğer yeni hesaplanan toplam maliyet mevcut değerden küçükse, kaynak-hedef kısa yol değeri yeni yol üzerinden hesaplanarak güncellenir. Aksi takdirde, mevcut değer ayen korunur ve rota değiştirilmez.

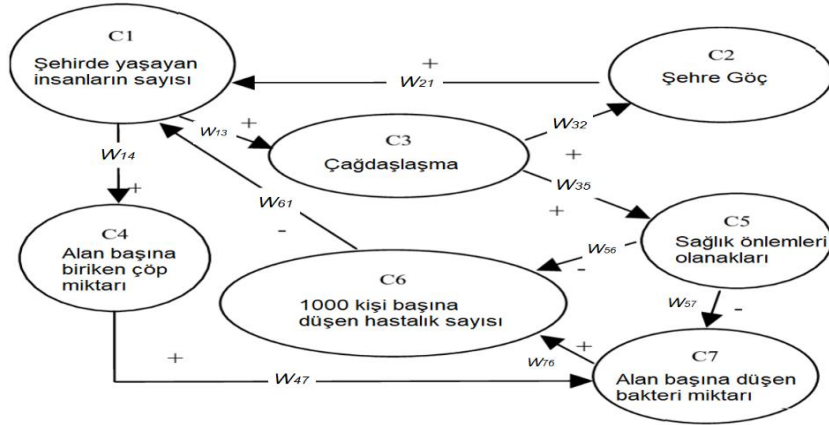
Bu, her $n \in \{ T - N \}$ durumunda tekrarlanır.

- Adım 3: İkinci adım $N = T$ koşulu sağlanana kadar tekrarlanır.

3.3. Bilişsel Haritalar

Bilişsel Harita kavramı ilk defa literatüre Tolman'ın "Farelerde ve İnsanlarda Bilişsel Haritalar" adlı makalesiyle girmiştir (Tolman, 1948). Daha sonra sosyal ve politik sistemlerde karar vermede kullanılmak üzere Axelrod tarafından geliştirilmiştir (Axelrod, 2015). Bilişsel Harita; kavramsal değişkenleri temsil eden düğümler ile bu düğümler arasında nedensel ilişkileri ifade eden bağlantılardan oluşan grafiksel bir modeldir (Asan ve diğ., 2011).

Bilişsel bir haritada kavramlar arasındaki pozitif bir bağlantı, bir kavramın diğerini gelişi güzel arttırdığı anlamına gelir; kavramlar arasındaki negatif bir bağlantı ise bir kavramın diğerini gelişi güzel azalttığı anlamına gelir. Aşağıdaki Şekil 3.3.'teki örnekte olduğu gibi şehirde yaşayan insanların sayısının (C1) artmasının alan başına biriken çöplerin miktarını (C4) arttırdığını; benzer şekilde sağlık önlemlerinin (C5) alınmaması durumunda ise alan başına düşen bakteri miktarını (C7) arttırdığını söylenebilir (Tsadiras ve Margaritis, 1997).



Şekil 3.3. Halk sağlığı sorunlarına ilişkin bilişsel harita (Tsadiras ve Margaritis, 1997)

3.3.1. Bulanık Bilişsel Haritalar

Bulanık mantık ve bilişsel haritalama metotlarının birleşimi olan BBH yöntemi, Kosko tarafından literatüre kazandırılmıştır. Kosko, bilişsel harita kavramlarının ve kavramlar arasındaki ilişkilerin bulanıklık derecelerine yönelik çalışmalar yürüterek bilişsel haritaların önemini vurgulamaya çalışmıştır (Kosko, 1992). Kavramlar arasındaki nedensellik genel

olarak bulanık olup kavramların birbirine olan etkisi düzenli veya düzensiz ya da büyük, küçük veya arada bir yerde olabilir (Kosko, 1986).

BBH'lar birbiriyle etkileşim halinde olan kavramlardan oluşan ve sistemi bütüncül bir şekilde temsil eden haritalardır. Sistemdeki kavramlar arası ilişki ve etkileşimler haritadaki okların yönleri ve büyüklükleri ile kolayca anlaşılabilir.

Şekil 3.3. halk sağlığı sorunlarına ilişkin bilişsel bir haritanın yapısını göstermekte olup oklar, kavramsal düğümler arasındaki nedenselliği, W_{ij} ise sistemdeki kavramlar arası ilişkilerin ağırlık değerlerini göstermektedir. Ağırlık değeriyle ilgili üç farklı durum ile karşılaşılabilmektedir (Tsadiras, 2008);

- $W_{ij} > 0$; Bu durum, C_i ve C_j kavramları arasında doğrudan bir nedensellik olduğunu ifade eder. Yani C_i düğümündeki bir artış veya azalış, C_j düğümünde de aynı yönde bir artış veya azalışa neden olur.
- $W_{ij} < 0$; Bu durum, C_i ve C_j kavramları arasındaki ters bir nedensellik olduğunu ifade eder. Yani C_i düğümündeki bir artış veya azalış, C_j düğümünde de ters yönde bir artış veya azalışa neden olur.
- $W_{ij} = 0$; Bu durum, C_i ve C_j kavramsal değişkenler arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını ifade eder.

W_{ij} değeri, C_i değişkeninin C_j kavramsal değişkeni üzerindeki etki gücünü ifade etmektedir (Papageorgiou ve diğ., 2011). C_1, C_2, \dots, C_n sistemdeki kavramları temsil etmektedir. A durum vektörü oluşturulurken zamanın belirlenmesi önemlidir. Çünkü A vektörü kavram değerlerinin anlık durumlarını temsil eder. Her bir kavramın değeri, bağlantılı kavramların değerleri ile buna karşılık gelen nedensel ağırlıklardan ve önceki değerinden etkilenir (Bağdatlı, 2016).

Her C_i değişkeni için A_i değişken değeri, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$A_i^{(k+1)} = f \left(A_i^{(k)} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N (A_j^{(k)} * W_{ij}) \right) \quad (3.28)$$

Burada $A_i^{(k+1)}$, C_i kavramının $(k+1)$ 'nci adımdaki değerini; $A_j^{(k)}$, C_j kavramının (k) 'nci değerini ayrıca W_{ij} ise kavramların birbirleri ile olan etkileşim ağırlıklarının matrisini göstermektedir. Literatürde tanjant ve sigmoid gibi sık kullanılan dönüşüm fonksiyonları bulunmaktadır (Şahin, 2016).

- 0 ile 1 değerleri arasında çalışan ve λ parametresi aracılığıyla, fonksiyon girişindeki değerlerin çıkışa hangi kesinlik derecesiyle aktarılacağını belirleyen tek kutuplu sigmoid fonksiyonu, (3.29) denkleminde ifade edildiği gibi tanımlanmaktadır;

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda * x}} \quad (3.29)$$

- Kavram değerleri -1 ile 1 arasında çalışabilen değerlerinin hem negatif hem de pozitif değer alması beklenirse (3.30) denkleminde olduğu gibi tanjant fonksiyonu kullanılır;

$$f(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1} \quad (3.30)$$

3.3.2. Bulanık Bilişsel Haritaların Geliştirilmesi

BBH'ların geliştirilmesine yönelik manuel ve hesaplamalı adı altında iki model kullanılmaktadır (Stach ve diğ., 2005). Modellerin çoğu alan uzmanları tarafından manuel olarak geliştirilmiş ve uygulama aşamasında uzman görüşlerine dayanmaktadır. Uzmanlar, kendi anlayışlarına uygun modelleri manuel olarak tasarlar ve uygular.

Modelleme süreci üç ana adımdan oluşmaktadır (Khan ve Quaddus, 2004);

- Temel alan konularının veya kavramlarının tanımlanması
- Bu kavramlar arasındaki nedensel ilişkilerin belirlenmesi
- Nedensel ilişkilerin güçlü yönlerinin tahmini

İlk adımda, uzmanlar sistemi oluşturan kavramları tanımlar. Bu kavramlar, bileşenler arasındaki ilişkileri ve sistemin davranışlarını ifade eder. Uzmanlar bu kavram ve kavramlara ait özellikleri belirlerken sistem üzerindeki deneyimlerini ve tecrübelerini kullanırlar. Genellikle bir sistemi oluşturan kavramlar, girdi ve çıktı kavramları olarak ifade edilmektedir. Çıktı kavramları, tüm sistemin değerlendirildiği durumu yansıtırken, diğer kavramlar sistemin sürücüleri veya iç kavramları olarak tanımlanır. (Kiraz ve diğ., 2019).

İkinci adımda uzmanlar, kendi tecrübelerine dayanarak kavramlara atanacak olan bulanık küme değerlerini belirlerler. Kavramlar arasındaki bu nedensellik değerleri pozitif ya da negatif olabilir. BBH bunu matematiksel anlamda kullanır. Yani pozitif yön belirlendiğinde bir kavramın değeri artarken bunu etkileyen kavramın değerinin de aynı şekilde arttığı değerlendirilir, negatif yön belirlendiğinde ise kavramın değeri artarken bunu etkileyen kavramın değerini azalttığı değerlendirilir. Bu aşamada uzmanların düşünceleri geliştikçe kavramları ve kavramların değerlerini yeniden düzenlemek son derece normaldir (Kiraz ve diğ., 2019).

Son adım ise analiz aşamasıdır. Burada kavramlar ve değerleri belirlenerek oluşturulan BBH'nin çıktıları bir bakıma haritanın içerdiği nedensel düşüncenin bir özetini veya tahminini sağlamaktadır. Nedensel yapıya ilişkin kendi zihinsel modellerinin bunları nasıl ürettiğini dikkate alarak uzmanların bu yapı hakkında düşünmesine, sorgulamasına ve değiştirmesine olanak tanımaktadır (Kiraz ve diğ., 2019).

3.3.3. BBH Çıkarım Algoritması

Sistem yapısının oluşturulmasının ardından BBH üzerine çıkarım algoritması uygulanır. Bu algoritmanın adımları şu şekilde sıralınır (Akinci ve Yesil, 2013):

- Mevcut sistemin anlık durumunu gösteren $A^{(k)}$ vektörü tanımlanır.
- (3.28) ve (3.29) formülleri uygulanarak $A^{(k+1)}$ bulunur.
- Hesaplanan $A^{(k+1)}$, sonraki iterasyonda oluşan $A^{(k)}$ vektörüdür.
- İki ve üçüncü adımlar, $A^{(k+1)} - A^{(k)} < 0,001$ eşitliğine kadar tekrar edilir.

Her $A^{(k+1)}$ daha önce uzmanlar tarafından belirlenmiş olan sistemin $(k+1)$ zamandaki durumunu temsil etmektedir.

3.4. Maliyet Atamasına Yönelik Önerilen Yaklaşım

Metamodeldeki yapıtaşları şebeke modelindeki düğümlere, yapıtaşları arasındaki ilişkiler ise düğümler arasındaki ayrıtlara denk gelmektedir. Bu bakış açısıyla metamodeldeki yapıtaşlarını doğru şekilde tanımlayıp şirket/kurum bünyesindeki bu yapıtaşlarının dökümünü yapabilmenin ve bu dökümü güncel şekilde idame edebilmenin maliyeti, şebeke modelindeki düğüm maliyetleri gibi değerlendirilebilir. Yapıtaşları arasındaki ilişkilerin maliyetleri ise şebeke modelindeki ayrıtların maliyetleri gibi değerlendirilebilir.

3.4.1. Metamodelde Maliyetlerin Eklenmesi

Metamodeldeki mimari yapıtaşlarına (düğümlere) ve yapıtaşları arasındaki ilişkilere (ayrıtlara) maliyet ataması yapılabilmesi için önerilen yaklaşım aşağıda detaylandırılmıştır. Önerilen yaklaşım; mimari yapıtaşlarına maliyet ataması yapılabilmesi için “Tanımlama” ile “Tespit ve Sürdürülebilirlik” ana faktörleri üzerine dayandırılırken ilişkilere maliyet ataması ise “İlişkilendirme” ana faktörüne dayandırılmıştır. Bu ana faktörler ise konunun insan, süreç ve teknoloji boyutları ile etkin biçimde değerlendirilebilmesi için uzman personel, yönetim/işletim mekanizması ve yazılım aracı alt kriterlerinden etkilenecek şekilde tasarlanmıştır.

3.4.2. Mimari Yapıtaşlarına Maliyet Atanması

3.4.2.1. Tanımlama

Mimari yapıtaşının formal bir şekilde tanımlanabilmesi, şirket/kurum bünyesinde tüm paydaşlar tarafından doğru anlaşılması ve ilgililer tarafından anlam birliği üzerinde mutabakat sağlanması ne ölçüde zorsa yapıtaşının tanımlama faktöründen doğacak maliyeti de o ölçüde yüksek olacaktır. Bu ontoloji çalışması metamodelin teşkilinde ilk yapılması gereken faaliyettir. Tanımlama fonksiyonu şirket/kurum bünyesinde daha çok liderlik eden, kural koyan, yön gösteren ve çerçeve sunan üst yönetim mekanizmalarının sorumluluğundadır. Tanımlama ana faktörünün alt kriterleri aşağıda verilmiştir.

- Uzman Personel:

İlgili yapıtaşının tanımını literatürde belirtilen haline uyumlu biçimde tanımlayabilecek ve ihtiyaç duyulması halinde bu tanımı şirket/kurum kültürüne ve jargonuna

uyumlandırabilecek yetkinlikte uzman personel bulunması tanımın etkinliğini, tüm paydaşlar tarafından kabul görmesini ve kurumsal ölçüde benimsenmesini artıracaktır.

Örneğin proje yönetimi fonksiyonları, proje yönetimi konusunda eğitim ve tecrübe sahibi yetkinliği yüksek uzman personel tarafından yerine getiriliyorsa, metamodelde ilgili yapıtaşlarının (gereksinim, proje, program, portföy vb.) tanımlanması çok daha kolay olacaktır.

- Yönetim Mekanizması:

İlgili yapıtaşının şirket/kurum hedefleri doğrultusunda katma değer yaratmak amacıyla kullanım usul ve esaslarını ortaya koyan, yönetimini ve kurallarını içeren yönetim mekanizmasının (organizasyon ve süreçleri ile birlikte) yeterli olgunlukta şirket/kuruma entegrasyonu tanımın daha kolay ortaya konmasına sebep olacaktır. Bahse konu yönetim mekanizmasının varlığı, şirket/kurumun, mimari yapıtaşının tanımına önceden oluşacak yatkınlığını artıracaktır.

Örneğin strateji yönetimi fonksiyonları, bu fonksiyonları yöneten sorumlu bir organizasyon birimi tarafından ön tanımlı iş yapış biçimleri ile yerine getiriliyorsa, metamodelde ilgili yapıtaşlarının (misyon, vizyon, amaç, hedef, strateji, taktik vb.) formal bir şekilde tanımlanması çok daha kolay olacaktır ya da bahse konu tanımlar zaten şirket/kurum içerisinde kabul görmüş ve kanıksanmış olabilir.

3.4.2.2. Tespit ve Sürdürülebilirlik

Metamodelde yararlanılacak mimari yapıtaşlarının belirlenmesini müteakip kurum kültürüne uyumlu biçimde tanımlanması yeterli olmayacaktır. Bir sonraki aşamada oluşturulmuş bu potansiyelden değer yaratacak şekilde faydalanılması gerekecektir. Bu sebeple şirket/kurum içerisindeki tanıma uyan tüm mimari yapıtaşlarının belirlenmesi gerekmektedir. Mimari yapıtaşlarının tespit edilerek şirket/kurum bünyesinde dökümünün oluşturulabilmesi ve bahse konu dökümün güncel biçimde muhafazası ne ölçüde zorsa tespit ve sürdürülebilirlik faktöründen doğacak maliyeti de o ölçüde yüksek olacaktır. Tespit ve sürdürülebilirlik fonksiyonu şirket/kurum bünyesinde daha çok dikey fonksiyon alanlarındaki işletmen personelin sorumluluğundadır. Tespit ve sürdürülebilirlik ana faktörünün alt kriterleri aşağıda verilmiştir.

- Uzman Personel:

İlgili yapıtaşlarını tespit ederek şirket/kurum bünyesinde dökümünü yapabilecek yetkinlikte uzman personel bulunması tespit ve sürdürülebilirliğin artmasına sebep olacaktır.

Örneğin donanımlar ve özellikleri ile kullanım senaryoları konusunda uzmanlaşmış bir donanım mimari ya da donanım envanteri uzmanı için şirket/kurum içerisinde yer alan donanımları listelemek ve bu donanımları ilgili öznitelikleri ile kayıt altına almak sıradan bir personele göre çok daha kolay olacaktır.

- İşletim Mekanizması:

İlgili yapıtaşının şirket/kurum hedefleri doğrultusunda katma değer yaratmak maksadıyla kullanımını, takip/kontrolünü ve çalışan vaziyette idamesini içeren işletim mekanizmasının (organizasyon ve süreçleri ile birlikte) yeterli olgunlukta şirket/kuruma entegrasyonu tespit ve sürdürülebilirliğin daha kolay sağlanmasına sebep olacaktır.

Örneğin BT Altyapı Kütüphanesi (ITIL) uyumlu bir BT Servis Yönetimi (ITSM) birimine sahip bir şirket/kurum için güncel servis kataloğuna sahip olunması, tüm servislerin anlık durumlarının takip edilmesi, servis sağlayıcılarına ve müşterilerine hâkimiyet böyle bir işletim mekanizmasına sahip olmayan şirket/kuruma kıyasla çok daha kolay olacaktır.

- Yazılım Aracı:

İlgili yapıtaşının şirket/kurum bünyesinde tespitinin ve dökümünün yapılması ve takip/kontrolünün sağlanması ve ilgili diğer yapıtaşları ile ilişkilendirmesini sağlayan profesyonel bir yazılım aracının varlığı tespit ve sürdürülebilirliğin artmasına sebep olacaktır.

Örneğin BT varlıklarının (sunucular, yazılımlar, sanal makineler, servisler, ağlar ve ağ cihazları, iş istasyonları, işletim sistemleri vb.) otomatik keşfine olanak sağlayan bir yazılım aracı hâlihazır BT envanterini dökmek ve envanterdeki bileşenlerin bağımlılık haritasını çıkarmak açısından çok kullanışlıdır.

3.4.2.3. Maliyet Atama Formülü

Yukarıda belirtilenler çerçevesinde mimari yapıtaşlarına maliyet atama formülü aşağıda belirtildiği şekilde tasarlanmıştır.

$$M_Y = (a_T * T) + (a_{TS} * TS) \quad (3.31)$$

M_Y	:	Mimari yapıtaşı maliyeti
a_T	:	Tanımlama faktörünün ağırlığı
T	:	Tanımlama faktörü puanı
a_{TS}	:	Tespit ve Sürdürülebilirlik faktörünün ağırlığı
TS	:	Tespit ve Sürdürülebilirlik faktörü puanı

$$T = (a_{p1} * P1) + (a_{ym} * YM) \quad (3.32)$$

a_{p1}	:	Uzman personel alt kriterinin ağırlığı
$P1$:	Uzman personel puanı
a_{ym}	:	Yönetim mekanizması alt kriterinin ağırlığı
YM	:	Yönetim mekanizması puanı

$$TS = (a_{p2} * P2) + (a_{im} * İM) + (a_y * Y) \quad (3.33)$$

a_{p2}	:	Uzman personel alt kriterinin ağırlığı
$P2$:	Uzman personel puanı
a_{im}	:	İşletme mekanizması alt kriterinin ağırlığı
$İM$:	İşletme mekanizması puanı
a_y	:	Yazılım aracı alt kriterinin ağırlığı
Y	:	Yazılım aracının puanı

3.4.2.4. Formülün Açıklanması

(3.32) numaralı denklem içerisinde yer alan a_{p1} ve a_{ym} ağırlıklarına sırasıyla 0.6 ve 0.4 değerleri atanmıştır.

Bir yapıtaşının şirket/kurum hedefleri doğrultusunda katma değer yaratmak maksadıyla yönetimini içeren mekanizması şirket/kuruma entegre edilse dahi tanımın formal, etkin ve yaygın biçimde yapılması yeterli eğitim ve tecrübeye sahip uzman personele bağlıdır.

(3.32) numaralı denklem içerisindeki puanlamalar ise aşağıdaki şablon dâhilinde yapılacaktır.

$P1$: 1, Tanımlama yapabilecek uzman personel mevcuttur.

5, Tanımlama yapabilecek uzman personel mevcut değildir.

YM : 1, Yönetim Mekanizması sorumlu organizasyon birimi ve tanımlı süreçleri ile mevcuttur.

3, Yönetim Mekanizması yalnızca sorumlu organizasyon birimi ya da tanımlı süreçleri ile mevcuttur.

5, Yönetim Mekanizması mevcut değildir.

Puanlama Şablonu ve ağırlıklar dikkate alındığında (3.32) numaralı denklem içerisindeki “T”, tanımlama faktörü puanı 0 ile 5 arasında değer alacaktır.

(3.33) numaralı denklem içerisinde yer alan a_{p2} , a_{im} ve a_y ağırlıklarına sırasıyla 0.4, 0.3 ve 0.3 değerleri atanmıştır.

Bir yapıtaşının şirket/kurum hedefleri doğrultusunda katma değer yaratmak maksadıyla kullanımını, takip/kontrolünü ve çalışır vaziyette idamesini içeren işletim mekanizması şirket/kuruma entegre edilse ve bu işletim mekanizması içerisinde bir yazılım aracı kullanılsa dahi yapıtaşlarının tespitinin ve dökümünün yapılması/nihai halinin onaylanması ve güncel şekilde idamesi yeterli eğitim ve tecrübeye sahip uzman personele bağlıdır. (3.33) numaralı denklem içerisindeki puanlamalar ise aşağıdaki şablon dâhilinde yapılacaktır.

$P2$: 1, Tespit ve Sürdürülebilirliği sağlayabilecek uzman personel mevcuttur.

5, Tespit ve Sürdürülebilirliği sağlayabilecek uzman personel mevcut değildir.

$İM$: 1, İşletim Mekanizması sorumlu organizasyon birimi ve tanımlı süreçleri ile mevcuttur.

3, İşletim Mekanizması yalnızca sorumlu organizasyon birimi ya da tanımlı süreçleri ile mevcuttur.

5, İşletim Mekanizması mevcut değildir.

Y : 1, Tespit ve Sürdürülebilirliği otomasyon marifetiyle yapabilecek yazılım aracı mevcuttur.

3, Tespit ve Sürdürülebilirliği manuel veri girişleri ile yapabilecek yazılım aracı mevcuttur.

4, Tespit ve Sürdürülebilirliği manuel veri girişleri ile yapabilecek konvansiyonel yöntemler (MS Office araçları vb.) mevcuttur.

5, Yazılım aracı mevcut değildir.

Puanlama Şablonu ve ağırlıklar dikkate alındığında (3.33) numaralı denklem içerisindeki “ T_S ”, Tespit ve Sürdürülebilirlik faktörü puanı 0 ile 5 arasında değer alacaktır.

(3.31) numaralı denklem içerisinde yer alan a_T ve a_{T_S} ağırlıklarına aynı önem dereceleri atfedilerek 0.5 değerleri atanmıştır.

Sonuç olarak (3.31) numaralı denklem içerisindeki “ M_Y ”, Mimari Yapıtışı maliyeti 0 ile 5 arasında değer alacaktır.

3.4.3. İlişkilere Maliyet Atanması

3.4.3.1. İlişkilendirme

Mimari yapıtaşlarının belli amaçlar doğrultusunda birlikte değerlendirilmesini sağlayacak şekilde ilişkilendirilmesi ne ölçüde zorsa yapıtaşının ilişkilendirme faktöründen doğacak maliyeti de o ölçüde yüksek olacaktır. İlişkilendirme fonksiyonu sorumluluğu şirket/kurum bünyesindeki yönetim kademesi ve işletmen birimler tarafından paylaşılmaktadır. İlişkilendirme ana faktörünün alt kriterleri aşağıda verilmiştir.

- Uzman Personel:

İlgili yapıtaşları arasında anlamlı ve kurum için faydalı ilişkileri kurabilecek yetkinlikte uzman personel bulunması bu ilişkilerin daha etkin ve kolay tesis edilebilmesine olanak sağlayacaktır.

- İşletim Mekanizması:

İlgili yapıtaşının şirket/kurum hedefleri doğrultusunda katma değer yaratmak maksadıyla diğer yapıtaşları ile ilişkilendirilmesini sağlayacak işletim mekanizmasının (organizasyon ve süreçleri ile birlikte) yeterli olgunlukta şirket/kuruma entegrasyonu ilişkilendirmenin daha kolay sağlanmasına sebep olacaktır.

- Yazılım Aracı:

İlgili yapıtaşlarının şirket/kurum bünyesinde ilişkilendirilmesinin sağlanması maksadıyla profesyonel bir yazılım aracının varlığı ilişkilerin daha etkin ve kolay tesis edilebilmesine olanak sağlayacaktır.

3.4.3.2. Maliyet Atama Formülü

Yukarıda belirtilenler çerçevesinde ilişkilere maliyet atama formülü aşağıda belirtildiği şekilde tasarlanmıştır.

$$M_i = (a_{p2} * P2) + (a_{im} * İM) + (a_y * Y) \quad (3.34)$$

M_i	:	Mimari Yapıtaşının diğer yapıtaşları ile ilişkilendirilme maliyeti
a_{p2}	:	Uzman personel alt kriterinin ağırlığı
$P2$:	Uzman personel puanı
a_{im}	:	İşletme mekanizması alt kriterinin ağırlığı
$İM$:	İşletme mekanizması puanı
a_y	:	Yazılım aracı alt kriterinin ağırlığı
Y	:	Yazılım aracının puanı

Metamodel içerisinde, KM çerçevesinin bakış açısı (viewpoint) yaklaşımından doğan katmanlı bir yapı bulunmaktadır. Her bir katman içerisinde de Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'de olduğu gibi kavramsaldan fiziksele, geniş odaktan dar odağa, nitelikselden niceliksele, konseptelden implemente edilebilir şekilde giderek çözünürlükleri artan o alana özel mimari yapıtaşları bulunmaktadır. Bu minvalde;

- Farklı katmanlar arasında ilişkilendirmelerin, farklı bakış açıları ya da iş alanları (domain) arasında anlamlı bir bağ kurma ihtiyacından dolayı daha zor olacağı,
- Katman içerisinde değişen çözünürlük seviyelerine sahip mimari yapıtaşlarının hiyerarşik yapıda sıralı ilişkilendirilmesi yerine doğrudan daha alt seviyeler ile ilişkilendirilmesinin daha zor olacağı dikkate alınarak

(3.34) numaralı denklem ile hesaplanan “ M_i ”, ilişkilendirme maliyetinin aşağıda belirtilen katsayılar ile çarpılarak belirtilen iki zorluğun maliyete yansıtılması hedeflenmiştir. Tablo 3.3., 5 katmanlı ve her katmanda 4 seviyeli mimari yapıtaşlarının bulunduğu varsayılarak hazırlanmıştır. Katman ve seviye sayılarının artışına göre artış örüntüsü konfigüre edilerek tablo genişletilebilir.

Tablo 3.3. Katmanlar ve seviyeler arası katsayı tablosu

Katmanlar ve Seviyeler	Aynı seviye ile ilişkilendirme	1 alt/üst seviye ile ilişkilendirme	2 alt/üst seviye ile ilişkilendirme	3 alt/üst seviye ilişkilendirme
Aynı katman ile ilişkilendirme	-	1	1.2	1.5
1 alt/üst katman ile ilişkilendirme	1	1.2	1.5	2
2 alt/üst katman ile ilişkilendirme	1.2	1.5	2	4
3 alt/üst katman ile ilişkilendirme	1.5	2	4	10
4 alt/üst katman ile ilişkilendirme	2	4	10	30

3.4.3.3. Formülün Açıklanması

(3.34) numaralı denklem içerisinde yer alan a_{p2} , a_{im} ve a_y ağırlıklarına sırasıyla 0.4, 0.3 ve 0.3 değerleri atanmıştır. (3.34) numaralı denklem içerisindeki puanlamalar ise Şekil 1.1. ve Şekil 1.2. dâhilinde yapılacaktır.

Puanlama Şablonu ve ağırlıklar dikkate alındığında (3.34) numaralı denklem içerisindeki “ M_i ”, ilişkilendirme maliyeti 1 ile 5 arasında değer alacaktır.

İki mimari yapıtaşı arasındaki ilişkilendirme maliyeti hesaplanırken her bir yapıtaşının ilişkilendirme maliyetinden daha yüksek olan asıl ilişkilendirme maliyeti olarak kabul edilecek ve ihtiyaç olması durumunda Tablo 3.3.’deki katsayılar ile yüksek olan maliyet çarpılacaktır.

4. UYGULAMALAR

Bu bölümde öncelikle KM çerçeve seçiminin temele oturtulması maksadıyla daha önce detaylı olarak anlatılan ÇKKV yöntemlerinden AHP ve ELECTRE I teknikleri, en uygun KM çerçevesinin belirlenmesi aşamasında uygulanmıştır. Alternatiflerin belirlenmesinde en uygun kriter sayısı, kriterler arasındaki etkileşimlerin önem derecesini öncelik sırasına göre düzenleyebilen ve diğer kriterler üzerinde daha fazla etkiye sahip olanları tespit edebilen DEMATEL yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonraki bölümde metamodelin, şebeke optimizasyonu çözüm yöntemlerinden minimum yayılan ağaç ve en kısa yol problemleri ile analizinde önceki bölümde önermiş olduğumuz yöntem kullanılarak gerçekleştirilen uygulama anlatılacaktır. Son aşamada içerik metamodelini oluşturan kavramlar ile kavramlar arası ilişkilerin oluşturulması ve kavramlar arası ilişkilerin belirlenmesi için gerekli olan maliyet ve harcanacak insan gücünün tahmini için BBH tekniğinin uygulanmasına değinilecektir.

4.1. ÇKKV Yöntemleri İle KM Çerçeve Seçimi

Bu bölümde daha önce KM çerçevesi seçimi konusunda yapılmış bir çalışmada (Rouhani ve diğ., 2015) tespit edilen kriterlerden önemli olan 3, 4 ve 5'i konusunda uzman kişilerle yapılan anket yöntemi ile belirlenerek önceki bölümlerde anlatılan 4 farklı KM çerçeve alternatiflerinin bu kriterlere göre AHP ve ELECTRE I yöntemleri kullanılarak sıralamasının yapılması anlatılmıştır.

Tablo 4.1. KM uygulama metodolojileri kriterleri, atıf sayıları ve anket sonucu

Nu.	Faktör	Tanım	Atıf Yapılan Yayım Sayısı	Anket Sıralaması / Alınan Oy ²
1	Sürekli İyileştirme	KM Uygulamalarının sürekli iyileştirilmesi, düzenlenerek güncellenmesi anlamına gelir.	13	1 / 23
2	Etkili İletişim	Karmaşıklıkları ortadan kaldırır ve çalışmalarını olumlu yönde etkiler.	12	2 / 20

² Alan uzmanlarının sayısı 60 olup dijital dönüşüm projesi gerçekleştirilen kurum ile proje yüklenicisi olan bir savunma sanayii firmasında çalışan BT ve KM konusunda uzman/sertifikalı personellerden oluşmaktadır.

Ankete katılanlara KM çerçevesi kullanırken Tablo 4.1.'deki faktörlerden hangilerini görmek istediklerini sorduk. Anket sonuçlandıktan sonra bu faktörler arasında ikili karşılaştırmalar yaparak Saaty ölçeğine göre değerlendirmelerini istedik. Sonuçta Tablo 4.1.'deki veriler ortaya çıktı.

Tablo 4.1. (Devam) KM uygulama metodolojileri kriterleri, atıf sayıları ve anket sonucu

Nu.	Faktör	Tanım	Atıf Yapılan Yayın Sayısı	Anket Sıralaması / Alınan Oy
3	Adım Adım Kılavuz	KM uygulaması için kullanımını anlatan belgeleri ifade etmektedir.	13	3 / 20
4	Yeterli KM Aracı Desteği	Modelleme ve geliştirme araçları gibi uygulamalarından alınacak desteği gösterir.	9	4 / 19
5	Optimal Uyum	İşletme içinde bütüncül uyum için memnuniyet verici bir çözüme ulaşmak demektir.	13	5 / 18
6	Verim	Karmaşıkların anlaşılması ve yönetilmesi anlamına gelir.	8	6 / 16
7	Bütüncül Kapsamlı	İşletmenin tüm yönlerini ele alarak, bunları BT ile ilişkilendiren ve bütüncül bir bakış açısı sunan bir yaklaşım sağlar.	7	7 / 15
8	Etkili İşbirliği	Proje ekibi ile paydaş arasındaki işbirliğini ifade eder.	6	8 / 14
9	Tutarlılık	KM uygulamasında tutarlı uygulama ve bileşen anlamına gelir.	6	9 / 13
10	Net Kapsam ve Amaç	KM uygulamalarının vizyon ve kapsamının açık olarak belirlenmesine atıfta bulunur.	6	10 / 12
11	Esneklik	Yaratıcılık için destek demektir. Kurum ve BT'lerinde gerçekleştirilecek değişikliklerle hızlı uyum anlamına da gelir.	4	11 / 11
12	Yapısal tasarım ve analiz	KM projesinde analiz ve yapısal tasarımı dikkate alması gerektiğini ifade eder.	5	12 / 10
13	Uygun Yönetim Uygulaması	Etkin ve verimli geliştirme uygulamaları kullanmak anlamına gelir.	5	13 / 9
14	Çeviklik	KM'nin piyasadaki iş ve süreç gereksinim ve değişikliklerine ani tepki vermesini anlatır.	4	14 / 8
15	Değer odaklı	KM çözümlerinin iş akışını güncel tutmaya yardımcı olan iş süreçlerini tanımlamak için farklı yöntemlerin belirlenmesi gerektiğini ifade eder.	5	15 / 8
16	Etkili süreç seçimi	Süreç seçimlerinin doğru ve tutarlı yapılmasını ifade eder.	4	16 / 7
17	Adapte Olabilirlik	Kurumlarda işletme ve BT gelişimini benimseyerek ayak uydurmak anlamına gelir.	4	17 / 7
18	Uygun Yönetim Mekanizma	KM uygulamalarını ve güncellemelerini izleme ve kontrol etme anlamına gelir.	3	18 / 6
19	Soyutlama düzeyleri standardiza	KM projesinde uygun soyutlama düzeylerini tespit etmek için bazı standartların belirlenmesini ifade eder.	2	19 / 4

Çalışmada, gerçekleştirilen literatür taraması ile birlikte KM Uygulama yöntemlerini etkileyen 19 kriter tanımlanmıştır (Rouhani ve diğ., 2015).

Bu kriterler; tanımları, atıf yapılan yayım sayıları ve projede görevli 60 alan uzmanı ile yapılan anket sonucunda almış oldukları oy sayıları ile birlikte hazırlanan önem sıralamaları Tablo 4.1.'de verilmiştir.

4.1.1. AHP Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi

Bu bölümde, makale ve anket taraması ile tespit edilen kriterler ve ağırlıklarına göre AHP yöntemi kullanılarak KM çerçeve alternatiflerinden en uygununun nasıl seçildiği uygulamalı olarak anlatılacaktır.

KM çerçeve seçiminde konusunun uzmanı 60 personelin görüşleri anket ile alınarak daha önce belirlenen kriterler birbirleri arasında ikili olarak karşılaştırılmış ve Tablo 4.2.'de olduğu gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

KM çerçeve seçimi için makale ve anket taramasındaki ilk beş kriterden 3, 4 ve 5'inin kendi arasında karşılaştırmaları yapılacaktır. Bu faktörler; “Sürekli İyileştirme”, “Etkili İletişim”, “Adım Adım Kılavuz”, “Yeterli KM Aracı Desteği” ve “Optimal Uyum” olarak belirlenmiştir.

Karar Alternatifleri olarak da daha önceki bölümde anlatılan ve akademisyenler ile uygulayıcılar tarafından önerilen “TOGAF”, “Zachman”, “FEAF”, “DoDAF” belirlenmiş ve gösterimi Şekil 4.1. ile aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. AHP mimari yapısı

4.1.1.1. Üç Kriterin Kendi Arasında Karşılaştırılması

KM Çerçeve seçiminde projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak daha önce belirlenen 3 kriter birbirleri ile ikili olarak Şekil 4.2.'de olduğu gibi karşılaştırılmış,

Kriterler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriterler
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Etkili İletişim
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz

Şekil 4.2. Üç kriterin karşılaştırma formu

Tablo 4.2.'de gösterildiği şekilde bir karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır.

Tablo 4.2. Üç kriterin karşılaştırma matrisi

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	1	7,0	3
Etkili İletişim	0,14	1,0	0,2
Adım Adım Kılavuz	0,333	5,0	1
Toplamlar	1,473	13,0	4,2

AHP yönteminde Şekil 4.3.'te belirtilen adımlara göre, sütun toplamaları hesaplanır ve her sütundaki değerler, ilgili sütun toplamına bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu adım, kriterlerin ağırlıklarının tutarlı bir şekilde belirlenmesi için temel oluşturur.

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	1	7,0	3
Etkili İletişim	0,14	1,0	0,2
Adım Adım Kılavuz	0,333	5,0	1
Toplamlar	1,473	13,0	4,2

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	1/1,473	7/13,0	3/4,2
Etkili İletişim	0,14/1,473	1/13,0	0,2/4,2
Adım Adım Kılavuz	0,333/1,473	5/13,0	1/4,2

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	0,679	0,538	0,714
Etkili İletişim	0,095	0,077	0,048
Adım Adım Kılavuz	0,226	0,385	0,238

Şekil 4.3. AHP ile Normalize İşlemleri

Böylelikle Tablo 4.3.'te olduğu gibi "Normalizasyon uygulanmış matris" elde edilir.

Tablo 4.3. Normalizasyon uygulanmış matris

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	0,679	0,538	0,714
Etkili İletişim	0,095	0,077	0,048
Adım Adım Kılavuz	0,226	0,385	0,238
Toplamlar	1	1	1

Tablo 4.3.'te bulunan normalize edilmiş matriste satır değerlerinin ortalaması alınarak Tablo 4.4.'te olduğu gibi öncelikler vektörü bulunur. Kriterlerin ağırlıkları Öncelikler Vektöründen bulunur. (3.2) ve (3.3)'teki formüllerle kriter ağırlıkları bulunur.

Tablo 4.4. Kriterlerin ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar
Sürekli İyileştirme	0,644
Etkili İletişim	0,073
Adım Adım Kılavuz	0,283

Sonraki aşamada, ikili kriter karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı hesaplanır. Bunun için başlangıçtaki karşılaştırmalar matrisi, öncelikler vektörü ile çarpılarak Tablo 4.5.'te olduğu gibi "Tüm öncelikler matrisi" elde edilir.

Tablo 4.5. Tüm öncelikler matrisi

Öncelik vektörü	*	Karşılaştırma Matrisi			=	Tüm Öncelikler Matrisi
0,644		1	7	3		2,004
0,073		0,14	1	0,2		0,22
0,283		0,333	5	1		0,862

"Tüm Öncelikler Matrisi" elemanları, "Öncelikler Vektörü" elemanlarına bölünür ve elde edilen bu değerlerin ortalaması alınarak özdeğer (λ) bulunur.

$$\lambda = ((2,004 / 0,644) + (0,22 / 0,073) + (0,862 / 0,283)) / 3 = 9,171 / 3 = 3,057$$

(3.4) ve (3.5) denklemleri kullanarak Tutarlılık İndeksi (*CI*) ve Tutarlılık Oran (*CR*)'ları hesaplanır. Rastgele Değer Endeksi (*RI*) ise Tablo 4.6.'dan seçilir.

Tablo 4.6. RI

Alternatiflerin sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{3,057 - 3}{3 - 1} = 0,0285$$

$n^3=3$ ve $RI=0,58$ için

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0285}{0,58} = 0,049 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

4.1.1.2. Dört Kriterin Kendi Arasında Karşılaştırılması

KM Çerçeve seçiminde projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak daha önce belirlenen 4 kriter birbirleri ile ikili olarak Şekil 4.4.'te olduğu gibi karşılaştırılmış,

Kriterler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriterler
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Etkili İletişim
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.
Adım Adım Kılavuz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.

Şekil 4.4. Kriterlerin karşılaştırma formu

Tablo 4.7.'de olduğu gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

³ Çalışmalarda Karar Alternatifleri sayısı 3 ve Rastgele Değer Endeksi 0,58 olarak alınmıştır.

Tablo 4.7. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	1	7	5	7
Etkili İletişim	0,14	1	0,2	1
Adım Adım Kılavuz	0,2	5	1	5
Yeterli KM Aracı Desteği	0,14	1	0,2	1
Toplamlar	1,48	14	6,4	14

AHP yönteminde Şekil 4.5'teki adımlar kullanılarak, sütunlar toplanır ve sütunlara ait değerler o sütunun toplamına bölünerek Normalizasyon işlemi için gerçekleştirilir.

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	1	7	5	7
Etkili İletişim	0,14	1	0,2	1
Adım Adım Kılavuz	0,2	5	1	5
Yeterli KM Aracı Desteği	0,14	1	0,2	1
Toplamlar	1,48	14	6,4	14

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	1/1,48	7/14	5/6,4	7/14
Etkili İletişim	0,14/1,48	1/14	0,2/6,4	1/14
Adım Adım Kılavuz	0,2/1,48	5/14	1/6,4	5/14
Yeterli KM Aracı Desteği	0,14/1,48	1/14	0,2/6,4	1/14

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	0,673	0,5	0,781	0,5
Etkili İletişim	0,096	0,071	0,031	0,071
Adım Adım Kılavuz	0,135	0,358	0,157	0,358
Yeterli KM Aracı Desteği	0,096	0,071	0,031	0,071

Şekil 4.5. AHP ile Normalize İşlemleri

Böylelikle Tablo 4.8.'de olduğu gibi "Normalizasyon işlemi uygulanan matris" elde edilir.

Tablo 4.8. Normalizasyon işlemi uygulanan matris

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
Sürekli İyileştirme	0,673	0,500	0,781	0,500
Etkili İletişim	0,096	0,071	0,031	0,071
Adım Adım Kılavuz	0,135	0,358	0,157	0,358
Yeterli KM Aracı Desteği	0,096	0,071	0,031	0,071
Toplam	1	1	1	1

Tablo 4.8.'de bulunan normalize edilmiş matriste satır değerlerinin ortalaması alınarak Tablo 4.9.'da olduğu gibi öncelikler vektörü bulunur. Kriterlerin ağırlık değerleri Öncelikler Vektöründen bulunur. (3.2) ve (3.3)'deki formüllerle kriter ağırlıkları bulunur.

Tablo 4.9. Kriterlerin ağırlık değerleri

Kriterler	Ağırlık değerleri
Sürekli İyileştirme	0,614
Etkili İletişim	0,068
Adım Adım Kılavuz	0,251
Yeterli KM Aracı Desteği	0,068

Sonraki aşamada, ikili kriter karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı hesaplanır. Bunun için başlangıçtaki karşılaştırmalar matrisi, öncelikler vektörü ile çarpılarak Tablo 4.10.'da olduğu gibi "Tüm öncelikler matrisi" elde edilir.

Tablo 4.2. Tüm öncelikler matrisi

Öncelik vektörü	*	Karşılaştırma Matrisi				=	Tüm Öncelikler Matrisi
0,614		1	7	5	7		2,821
0,068		0,14	1	0,2	1		0,272
0,251		0,2	5	1	5		1,053
0,068		0,14	1	0,2	1		0,272

"Tüm Öncelikler Matrisi" elemanları, "Öncelikler Vektörü" elemanlarına bölünür ve elde edilen bu değerlerin ortalaması alınarak özdeğer (λ) bulunur.

$$\lambda = ((2,821 / 0,614) + (0,272 / 0,068) + (1,053 / 0,251) + (0,272 / 0,068)) / 4 = 16,789 / 4 = 4,194$$

(3.4) ve (3.5) denklemleri kullanarak Tutarlılık İndeksi (CI) ve Tutarlılık Oran (CR)'ları hesaplanır. Rastgele Değer Endeksi (RI) ise Tablo 4.6.'dan seçilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,194 - 4}{4 - 1} = 0,064$$

$n^4=4$ ve $RI=0,9$ için

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,064}{0,9} = 0,0718 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

4.1.1.3. Beş Kriterin Kendi Arasında Karşılaştırılması

KM Çerçeve seçiminde projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak daha önce belirlenen 3 kriter birbirleri ile ikili biçimde Şekil 4.6.'da olduğu gibi karşılaştırılmış,

Kriterler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriterler
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Etkili İletişim
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.
Sürekli İyileştirme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimal Uyum
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Adım Adım Kılavuz
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.
Etkili İletişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimal Uyum
Adım Adım Kılavuz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.
Adım Adım Kılavuz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimal Uyum
Optimal Uyum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yeterli KM Aracı D.

Şekil 4.6. Kriterlerin karşılaştırma formu

Tablo 4.11.'de olduğu gibi karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4.3. Karşılaştırma matrisi

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum
Sürekli İyileştirme	1	5,0	3	3	5
Etkili İletişim	0,2	1,0	0,14	0,2	0,333
Adım Adım Kılavuz	0,333	7,0	1	3	5
Yeterli KM Aracı Desteği	0,333	5,0	0,333	1	3
Optimal Uyum	0,2	3,0	0,2	0,333	1
Topamlar	2,07	21,00	4,67	7,53	14,33

⁴ Çalışmalarda Karar Alternatifleri sayısı 4 ve Rastgele Değer Endeksi 0,9 olarak alınmıştır.

AHP yönteminde Şekil 4.7.'deki adımlar kullanılarak, sütunlar toplanır ve sütunlara ait değerler o sütunun toplamına bölünerek Normalizasyon işlemi için gerçekleştirilir.

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum
Sürekli İyileştirme	1	5	3	3	5
Etkili İletişim	0.2	1	0.14	0.2	0.333
Adım Adım Kılavuz	0.333	7	1	3	5
Yeterli KM Aracı Desteği	0.333	5	0.333	1	3
Optimal Uyum	0.2	3	0.2	0.333	1
Toplamlar	2,07	21	4,67	7,53	14,33

Kriterleri	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum
Sürekli İyileştirme	1/2,07	5/21	3/4,67	3/7,53	5/14,33
Etkili İletişim	0.2/2,07	1/21	0.14/4,67	0.2/7,53	0.333/14,33
Adım Adım Kılavuz	0.333/2,07	7/21	1/4,67	3/7,53	5/14,33
Yeterli KM Aracı Desteği	0.333/2,07	5/21	0.333/4,67	1/7,53	3/14,33
Optimal Uyum	0.2/2,07	3/21	0.2/4,67	0.333/7,53	1/14,33

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum
Sürekli İyileştirme	0,484	0,238	0,642	0,398	0,349
Etkili İletişim	0,097	0,048	0,030	0,027	0,023
Adım Adım Kılavuz	0,161	0,333	0,214	0,398	0,349
Yeterli KM Aracı Desteği	0,161	0,238	0,071	0,133	0,209
Optimal Uyum	0,097	0,143	0,043	0,044	0,070
Toplamlar	1	1	1	1	1

Şekil 4.7. AHP ile normalize işlemleri

Böylelikle Tablo 4.12.'de olduğu gibi “Normalizasyon işlemi uygulanan matris” elde edilir.

Tablo 4.4. Normalizasyon işlemi uygulanan matris

Kriterler	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum
Sürekli İyileştirme	0,484	0,238	0,642	0,398	0,349
Etkili İletişim	0,097	0,048	0,030	0,027	0,023
Adım Adım Kılavuz	0,161	0,333	0,214	0,398	0,349
Yeterli KM Aracı Desteği	0,161	0,238	0,071	0,133	0,209
Optimal Uyum	0,097	0,143	0,043	0,044	0,070
Toplamlar	1	1	1	1	1

Tablo 4.12.'de bulunan normalize edilmiş matriste satır değerlerinin ortalaması alınarak Tablo 4.13.'te olduğu gibi öncelikler vektörü bulunur. Kriterlerin ağırlıkları Öncelikler Vektöründen bulunur. (3.2) ve (3.3)'deki formüllerle kriter ağırlıkları bulunur.

Tablo 4.5. Kriterlerin ağırlık değeri

Kriterler	Ağırlık değeri
Sürekli İyileştirme	0,422
Etkili İletişim	0,045
Adım Adım Kılavuz	0,291
Yeterli KM Aracı Desteği	0,163
Optimal Uyum	0,079

Sonraki aşamada, ikili kriter karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı hesaplanır. Bunun için başlangıçtaki karşılaştırmalar matrisi, öncelikler vektörü ile çarpılarak Tablo 4.14.'de olduğu gibi "Tüm öncelikler matrisi" elde edilir.

Tablo 4.6. Tüm öncelikler matrisi

Öncelik vektörü	*	Karşılaştırma Matrisi					= Tüm Öncelikler Matrisi
0,422		1	5	3	3	5	2,404
0,045	0,2	1	0,14	0,2	0,333		0,229
0,291	0,333	7	1	3	5		1,630
0,163	0,333	5	0,333	1	3		0,862
0,079	0,2	3	0,2	0,333	1		0,411

"Tüm Öncelikler Matrisi" elemanları, "Öncelikler Vektörü" elemanlarına bölünür ve elde edilen bu değerlerin ortalaması alınarak özdeğer (λ) bulunur.

$$\lambda = ((2,404 / 0,422) + (0,229 / 0,045) + (1,630 / 0,291) + (0,862 / 0,163) + (0,411 / 0,079)) / 5 = 26,880 / 5 = 5,3759$$

(3.4) ve (3.5) denklemleri kullanarak Tutarlılık İndeksi (CI) ve Tutarlılık Oran (CR)'ları hesaplanır. Rastgele Değer Endeksi (RI) ise Tablo 4.6.'dan seçilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{5,3759 - 5}{5 - 1} = 0,09397$$

$n^5=5$ ve $RI=1,12$ için

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,09397}{1,12} = 0,0839 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

4.1.1.4. Kriterler Açısından Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Bu aşamada her bir kriter için alternatifler arasında değerlendirmeler yapılmıştır.

⁵ Çalışmalarda Karar Alternatifleri sayısı 5 ve Rastgele Değer Endeksi 1,12 olarak alınmıştır.

(a) Sürekli iyileştirme kriteri açısından alternatiflerin değerlendirilmesi

Sürekli İyileştirme kriteri için projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.7. Sürekli iyileştirme için karşılaştırma matrisi

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,00	9,00	5,00	5,00
ZACHMAN	0,11	1,00	0,20	1,00
FEAF	0,20	5,00	1,00	5,00
DoDAF	0,20	1,00	0,20	1,00

“Sürekli İyileştirme” için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları Tablo 4.16.’da verilmiştir.

Tablo 4.8. Sürekli iyileştirme için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,662	0,563	0,781	0,417	0,606
ZACHMAN	0,073	0,063	0,031	0,083	0,062
FEAF	0,132	0,313	0,156	0,417	0,254
DoDAF	0,132	0,063	0,031	0,083	0,077
Toplamlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“Sürekli İyileştirme” için hesaplanan ikili karşılaştırma matrisi tutarlılığı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,258 - 4}{4 - 1} = 0,086 \quad RI = 0,9 \text{ ve } n = 4 \text{ için}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,086}{0,9} = 0,095 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

(b) Etkili iletişim kriteri açısından alternatiflerin değerlendirilmesi

Etkili İletişim kriteri için projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.9. Etkili iletişim için karşılaştırma matrisi

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,00	5,00	5,00	7,00
ZACHMAN	0,20	1,00	0,33	1,00
FEAF	0,20	5,00	1,00	5,00
DoDAF	0,14	0,20	0,20	1,00

“Etkili İletişim” için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları Tablo 4.18.’de verilmiştir.

Tablo 4.10. Etkili iletişim için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,649	0,446	0,766	0,500	0,590
ZACHMAN	0,130	0,089	0,051	0,071	0,085
FEAF	0,130	0,446	0,153	0,357	0,272
DoDAF	0,091	0,018	0,031	0,071	0,053
Toplamlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“Etkili İletişim” için hesaplanan ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,15 - 4}{4 - 1} = 0,05 \quad n=4 \text{ ve } RI=0,9 \text{ için}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,05}{0,9} = 0,0556 < 0,1 \text{ olduğundan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

(c) Adım adım kılavuz kriteri açısından alternatiflerin değerlendirilmesi

Adım Adım Kılavuz kriteri için projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

“Adım Adım Kılavuz” için karşılaştırma matrisi Tablo 4.19.’da normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları Tablo 4.20.’de verilmiştir.

Tablo 4.19. Adım adım kılavuz için karşılaştırma matrisi

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,000	7,000	3,000	7,000
ZACHMAN	0,140	1,000	0,140	1,000
FEAF	0,330	7,000	1,000	5,000
DoDAF	0,140	1,000	0,200	1,000

Tablo 4.11. Adım adım kılavuz için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,621	0,438	0,691	0,500	0,562
ZACHMAN	0,087	0,063	0,032	0,071	0,063
FEAF	0,205	0,438	0,230	0,357	0,308
DoDAF	0,087	0,063	0,046	0,071	0,067
Toplamlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“Adım Adım Kılavuz” için hesaplanan karşılaştırma matrisinin tutarlılığı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,103 - 4}{4 - 1} = 0,034 \quad n=4 \text{ ve } RI=0,9 \text{ için}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,034}{0,9} = 0,038 < 0,1 \text{ olduğundan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

(d) Yeterli KM aracı desteği kriteri açısından alternatiflerin değerlendirilmesi

Yeterli KM Aracı Desteği kriteri için projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.12. Yeterli KM aracı desteği için karşılaştırma matrisi

KM Çerçevesi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,000	5,000	3,000	7,000
ZACHMAN	0,200	1,000	0,200	1,000
FEAF	0,333	5,000	1,000	3,000
DoDAF	0,141	1,000	0,333	1,000

“Yeterli KM Aracı Desteği” için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları Tablo 4.22.’de verilmiştir.

Tablo 4.13. Yeterli KM aracı desteği için normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları

KM Çerçevesleri	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,599	0,417	0,662	0,583	0,565
ZACHMAN	0,120	0,083	0,044	0,083	0,083
FEAF	0,198	0,417	0,221	0,250	0,272
DoDAF	0,084	0,083	0,073	0,083	0,081
Toplamlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“Yeterli KM Aracı Desteği” için hesaplanan karşılaştırma matrisinin tutarlılığı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,096 - 4}{4 - 1} = 0,032 \quad n=4 \text{ ve } RI=0,9 \text{ için}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,032}{0,9} = 0,035 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

(e) Optimal uyum kriteri açısından alternatiflerin değerlendirilmesi

Optimal uyum kriteri için projede görev alan uzmanların görüşleri anket ile alınarak alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4.14. Optimal uyum için karşılaştırma matrisi

KM Çerçevesleri	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	1,000	9,000	5,000	5,000
ZACHMAN	0,111	1,000	0,200	1,000
FEAF	0,200	5,000	1,000	5,000
DoDAF	0,200	1,000	0,200	1,000

“Optimal Uyum” için Normalizasyon işlemi uygulanan Matris ve Ağırlıkları Tablo 4.24.’de verilmiştir.

Tablo 4.15. Optimal uyum için Normalizasyon işlemi uygulanan matris ve ağırlıkları

KM Çerçeveleri	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF	Ağırlıklar
TOGAF	0,662	0,563	0,781	0,417	0,606
ZACHMAN	0,073	0,063	0,031	0,083	0,062
FEAF	0,132	0,313	0,156	0,417	0,254
DoDAF	0,132	0,063	0,031	0,083	0,077
Toplamlar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

“Optimal Uyum” için hesaplanan karşılaştırma matrisinin tutarlılığı;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{4,258 - 4}{4 - 1} = 0,086 \quad n=4 \text{ ve } RI=0,9 \text{ için}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,086}{0,9} = 0,095 < 0,1 \text{ olduğu için yapılan karşılaştırmalar tutarlıdır.}$$

4.2. ELECTRE I Yöntemi ile KM Çerçeve Seçimi

ELECTRE I yöntemi kullanılarak uygun KM Çerçevesinin seçimi için öncelikler karar matrisi oluşturulmuş ve ilgili hesaplamalar Microsoft Excel programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. ELECTRE yöntemi hesaplamalarında, AHP tekniğiyle elde edilen kriter ve alternatif ağırlıkları temel alınmıştır.

- ELECTRE I yöntemi adımları:

Dört kriterli ve dört alternatifli KM çerçeve seçimine ait (3.6)'daki karar matrisi Tablo 6.4.'teki AHP değerlendirme sonucuna göre hazırlanarak aşağıdaki Tablo 4.25.'te kullanılmıştır.

Tablo 4.16. ELECTRE I karar matrisi

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
TOGAF	0,606	0,590	0,562	0,565
ZACHMAN	0,063	0,085	0,063	0,083
FEAF	0,254	0,272	0,308	0,272
DoDAF	0,077	0,053	0,067	0,081

Tablo 4.25.'teki karar matrisinin tüm elemanları (3.7) formülü kullanılarak normalize edilmiştir. Oluşturulan normalize karar matrisindeki x_{11} değerini bulmak için yapılan hesaplama aşağıda olduğu gibidir;

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad x_{11} = \frac{0,606}{\sqrt{0,606^2 + 0,063^2 + 0,254^2 + 0,077^2}} = 0,9119$$

Hesaplamalar yapılarak oluşturulan normalizasyon işlemi uygulanan karar matrisi (X_{ij}) Tablo 4.26.'da gösterilmektedir.

Tablo 4.17. Normalizasyon işlemi uygulanan karar matrisi

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
TOGAF	0,9119	0,8975	0,8680	0,8860
ZACHMAN	0,0948	0,1293	0,0973	0,1302
FEAF	0,3822	0,4138	0,4757	0,4265
DoDAF	0,1159	0,0806	0,1035	0,1270

Karar verici açısından değerlendirme faktörlerinin ELECTRE I çözümüne dahil edilebilmesi için normalizasyon işlemi uygulanan matrisindeki her bir değer, ilgili sütunda yer alan kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılır.

$W_1 * X_{11}$ için; $V_{11} = 0,9119 * 0,614 = 0,5599$ bulunur.

Böylece Tablo 4.27.'de görülen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V) elde edilmiş olur.

Tablo 4.18. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği
TOGAF	0,5599	0,0610	0,2179	0,0602
ZACHMAN	0,0582	0,0088	0,0244	0,0088
FEAF	0,2347	0,0323	0,1194	0,0290
DoDAF	0,0712	0,0055	0,0260	0,0086

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hesaplandıktan sonra karar noktalarının birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanarak uyumsuzluk ve uyum indeksleri oluşturulur. Uyum kümesi aşağıdaki denklem ile belirlenir:

$$C(p,q) = \{j \mid V_{pj} \geq V_{qj}\}$$

Diğer ikili karşılaştırmada ise A_q alternatifi A_p 'den daha iyi bir alternatif ise aşağıdaki formül yardımı ile “uyumsuzluk indeksi” oluşturulur.

$$D(p,q) = \{j \mid V_{pj} \leq V_{qj}\}$$

Buna göre hesaplanan uyum indeksi elemanları Tablo 4.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Uyum indeksi elemanları

Karşılaştırmalar	1	2	3	4
TOGAF ile ZACHMAN Karşılaştırması	0,501682	0,052239	0,193455	0,051397
TOGAF ile FEAF Karşılaştırması	0,32521	0,03289	0,09847	0,03124
TOGAF ile DoDAF Karşılaştırması	0,488747	0,055549	0,191904	0,05161
ZACHMAN ile TOGAF Karşılaştırması	0,501682	0,052239	0,193455	0,051397
ZACHMAN ile FEAF Karşılaştırması	0,176466	0,019344	0,094983	0,020153
ZACHMAN ile DoDAF Karşılaştırması	0,012934	0,003310	0,001550	0,000213
FEAF ile TOGAF Karşılaştırması	0,32521	0,032895	0,098472	0,031243
FEAF ile ZACHMAN Karşılaştırması	0,176466	0,019344	0,094983	0,020153
FEAF ile DoDAF Karşılaştırması	0,163531	0,022654	0,093432	0,020367
DoDAF ile TOGAF Karşılaştırması	0,488747	0,055549	0,191904	0,05161
DoDAF ile ZACHMAN Karşılaştırması	0,012934	0,003310	0,001550	0,000213
DoDAF ile FEAF Karşılaştırması	0,163531	0,022654	0,093432	0,020367

Uyum ve uyumsuzluk indeksi satır elemanlarının birbirlerine göre büyüklüklerinin kıyaslanması felsefesine dayanmaktadır. Buna göre oluşturulan Uyumsuzluk ve Uyum İndeksleri Tablo 4.29.'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Uyumsuzluk ve uyum indeksleri

Uyum Setleri	Uyumsuzluk Setleri
C12 = {1,2,3,4}	D12 = {}
C13 = {1,2,3,4}	D13 = {}
C14 = {1,2,3,4}	D14 = {}
C21 = {}	D21 = {1,2,3,4}
C23 = {}	D23 = {1,2,3,4}
C24 = {2,4}	D24 = {1,3}
C31 = {}	D31 = {1,2,3,4}
C32 = {1,2,3,4}	D32 = {}
C34 = {1,2,3,4}	D34 = {}
C41 = {}	D41 = {1,2,3,4}
C42 = {1,3}	D42 = {2,4}
C43 = {}	D43 = {1,2,3,4}

Uyumsuzluk ve uyum indeksleri oluşturulduktan sonra, uyumsuzluk (D) ve uyum matrisi (C) hesaplanır. Uyumsuzluk ve uyum matrisi aşağıda verilmiştir.

Örneğin; $C_{24} = \{2,4\}$ ise C matrisinin C_{24} 'ün değeri $C(p, q) = \sum_j W_j$ formülü kullanılarak; $C_{24} = W_2 + W_4 = 0,068 + 0,068 = 0,136$ olacaktır. Böylece Uyum Matrisi (C) aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$C = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0,136 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0,834 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Örneğin; $D_{21} = \{1,2,3,4\}$ için; $D_{pq} = \frac{\sum_{j=0} |V_{pj}^o - V_{qj}^o|}{\sum_j |V_{pj} - V_{qj}|}$ formülü kullanılarak matrisinin

D_{21} elemanının değeri;

$$D_{21} = \frac{\max\{0,5016;0,522;0,1934;0,0514\}}{\max\{0,5016;0,522;0,1934;0,0514\}} = \frac{\max\{0,5016\}}{\max\{0,5016\}} = 1 \text{ olacaktır.}$$

Böylece tüm hesaplamalar yapılnca Uyumsuzluk Matrisi (D) aşağıdaki gibi oluşur;

$$D = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0,26 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Daha sonra net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanır. Bunun için üstünlük karşılaştırması yapılır. Bu sebeple uyumsuzluk eşik değeri ve uyum eşik değerinin bulunmasına ihtiyaç duyulur. Bunun için aşağıdaki formüller kullanılır.

$$C^- = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{\substack{l=1 \\ k \neq l}}^m C_{kl} \quad ; \quad C_{\text{eşik}} = \frac{1}{4(4-1)} (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0,136 + 0,864) = \frac{6}{12} = 0,5$$

$$D^- = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{\substack{l=1 \\ k \neq l}}^m d_{kl} \quad ; \quad D_{\text{eşik}} = \frac{1}{4(4-1)} (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0,26) = \frac{6,26}{12} = 0,52$$

$C_{\text{eşik}}$ değeri 0,5 ve $D_{\text{eşik}}$ değeri 0,52 bulunmuştur. $C_{pq} \geq C^-$ ve $D_{pq} \leq D^-$ ise A_p alternatifi A_q alternatifine tercih edileceğine göre; $C_{\text{eşik}}$ değeri ile C matrisi elemanlarının kıyaslanması sonucu ile uyumsuzluk matrisi elemanlarının kıyaslanması sonuçları aşağıda verilmiştir.

$$C_p = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

$$D_p = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

D_p uyumsuzluk üstünlük matrisi ile C_p uyum üstünlük matrisi hesaplandıktan sonra karar noktalarının önem sırasını belirlemek amacıyla toplam baskınlık matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Toplam baskınlık matrisi, uyum üstünlük matrisi ile uyumsuzluk üstünlük matrisinin satır ve sütunlarının çarpımı sonucunda elde edilir. Aşağıda, toplam baskınlık matrisinin oluşturulma adımları ve sonucu gösterilmektedir.

$$E = \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - \end{bmatrix}$$

Oluşan baskınlık matrisine göre;

Tablo 4.20. Baskınlık Matrisi

Uyumsuzluk Matrisi	TOGAF	ZACHMAN	FEAF	DoDAF
TOGAF	-	1	1	1
ZACHMAN	0	-	0	0
FEAF	0	1	-	1
DoDAF	0	1	0	-

- TOGAF; ZACHMAN, FEAF ve DoDAF'dan baskındır,
- FEAF; ZACHMAN ve DoDAF'dan baskındır,
- DoDAF; ZACHMAN'dan baskındır.

4.3. DEMATEL Yöntemi Kullanılarak Kriter Sayısının Belirlenmesi

Yöntemin ilk aşaması olan kriterin belirlenmesinden sonra tespit edilen kriterler için başlangıçta (3.13) eşitliği kullanılarak A_{ij} Doğrudan İlişki Matrisi oluşturulur. KM çerçevesi seçimi için belirlenen matris Tablo 4.31.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.21. Doğrudan ilişki matrisi

A Matrisi (Başlangıç Matrisi)	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum	Verim	Bütüncül Kapsamlı	Etkili İşbirliği	Tutarlılık	Net Kapsam ve Amaç	Esneklik	Yapısal analiz ve tasarım	Uygun Yönetim Uygulaması	Çeviklik	Değer odaklı	Etkili süreç seçimi	Adapte Olabilirlik	Uygun Yönetim Mekanizması	Soyutlama seviyeleri standardizasyonu	TOPLAM
Sürekli İyileştirme	0,00	3,45	3,18	3,20	3,13	2,77	2,65	3,02	2,77	2,65	3,08	2,35	2,27	3,02	2,43	2,40	2,65	3,05	2,07	50,14
Etkili İletişim	3,22	0,00	3,15	2,92	3,02	3,13	3,07	2,17	3,05	2,23	3,15	2,67	3,07	3,17	1,68	3,20	2,27	2,15	2,18	49,50
Adım Adım Kılavuz	3,02	3,02	0,00	2,67	2,42	2,77	2,15	2,23	2,57	2,45	2,47	2,23	2,10	2,75	2,05	3,07	2,22	2,15	2,07	44,41
Yeterli KM Aracı Desteği	2,47	3,13	2,60	0,00	2,17	2,12	2,25	2,15	2,24	2,65	2,12	2,40	2,28	3,05	2,17	2,27	2,65	2,37	2,02	43,11
Optimal Uyum	2,33	3,25	2,78	1,73	0,00	3,00	2,45	2,45	3,15	2,25	2,28	2,25	2,38	2,13	1,69	2,47	2,52	2,15	0,53	41,79
Verim	3,28	2,88	2,57	2,17	2,13	0,00	2,13	2,95	3,05	2,52	2,08	2,48	2,18	1,50	1,73	2,83	2,55	2,00	1,58	42,61
Bütüncül Kapsamlı	2,65	2,43	2,53	2,75	0,85	1,28	0,00	1,10	1,52	2,17	1,28	2,48	1,17	1,52	1,43	2,20	2,33	2,16	1,57	33,42
Etkili İşbirliği	3,37	3,87	2,88	1,62	2,32	2,57	1,27	0,00	2,20	1,75	2,68	2,07	1,85	1,81	1,07	2,95	2,82	2,55	0,58	40,23
Tutarlılık	2,98	3,28	2,82	2,87	2,17	2,83	1,13	1,38	0,00	2,37	2,37	2,50	2,07	2,73	1,05	2,75	2,05	2,63	0,58	40,56
Net Kapsam ve Amaç	2,42	2,47	2,52	2,57	1,05	2,13	0,72	1,28	2,22	0,00	2,75	1,75	1,78	1,55	1,80	1,73	2,22	1,92	1,17	34,05
Esneklik	3,03	3,57	2,67	3,15	1,58	1,83	1,52	0,92	2,17	1,22	0,00	1,95	1,70	3,03	1,88	2,80	2,68	2,85	1,55	40,10
Yapısal analiz ve tasarım	2,95	2,78	2,07	2,23	2,32	2,47	1,05	2,17	2,18	2,07	2,27	0,00	1,95	2,45	1,97	1,85	2,55	1,73	1,67	38,73
Uygun Yönetim Uygulaması	3,27	3,18	2,87	2,38	2,53	2,28	1,42	2,42	2,25	1,43	1,65	1,65	0,00	1,58	1,16	2,55	2,90	2,50	0,15	38,17
Çeviklik	3,15	2,15	2,92	2,17	1,87	1,50	0,72	1,78	1,62	1,22	2,20	2,42	1,42	0,00	1,77	2,51	2,88	2,73	1,93	36,96
Değer odaklı	2,07	1,10	1,82	2,38	2,67	1,73	1,17	1,52	1,18	1,17	1,50	1,50	1,03	0,85	0,00	2,42	1,88	1,92	0,85	28,76
Etkili süreç seçimi	3,17	3,22	2,92	2,15	2,42	2,37	2,62	3,12	2,22	1,45	1,83	1,83	2,15	0,92	1,33	0,00	2,90	2,83	1,10	40,55
Adapte Olabilirlik	2,85	3,13	2,98	2,18	2,67	2,57	2,48	2,73	2,02	1,37	1,75	1,75	2,92	1,35	1,17	1,05	0,00	3,35	2,28	40,60
Uygun Yönetim Mekanizması	3,78	2,57	2,15	2,78	3,53	2,18	2,49	3,85	2,33	1,32	2,08	2,48	3,70	1,65	0,93	0,52	0,25	0,00	2,90	41,49
Soyutlama seviyeleri standardizasyonu	1,08	1,35	1,67	1,35	2,98	2,15	0,72	2,93	1,27	1,05	2,28	1,03	3,02	1,22	1,45	1,35	0,30	0,18	0,00	27,38
TOPLAM	51,09	50,83	47,10	43,27	41,83	41,68	32,01	40,17	40,01	33,34	39,82	37,79	39,04	36,28	28,76	40,92	40,62	41,22	28,78	

İkinci aşamada bütünlük karar yapısının bozulmasının en aza indirilmesi için (3.14) eşitliği kullanılarak normleştirme işlemi yapılır ve Tablo 4.32.'deki Normleştirilmiş Doğrudan İlişki Matrisi oluşturulur.

Tablo 4.22. Normalleştirilmiş doğrudan ilişki matrisi

A Matrisi (Başlangıç Matrisi)	Sürekliliği	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimal Uyum	Verim	Bütüncül Kapsamlı	Etkili İşbirliği	Tutarlılık	Net Kapsam ve Amaç	Esneklik	Yapısal analiz ve tasarım	Uygun Yönetim Uygulaması	Çeviklik	Değer odaklı	Etkili süreç seçimi	Adapte Olabilirlik	Uygun Yönetim Mekanizması	Soyutlama seviyeleri standardizasyonu	TOPLAM
Sürekliliği	0,0000	0,0697	0,0642	0,0646	0,0632	0,0560	0,0535	0,0610	0,0560	0,0535	0,0622	0,0475	0,0459	0,0610	0,0491	0,0485	0,0535	0,0616	0,0418	1,01
Etkili İletişim	0,0651	1,0000	0,0636	0,0590	0,0610	0,0632	0,0620	0,0438	0,0616	0,0451	0,0636	0,0539	0,0620	0,0640	0,0339	0,0646	0,0459	0,0434	0,0440	1,00
Adım Adım Kılavuz	0,0610	0,0610	1,0000	0,0539	0,0489	0,0560	0,0434	0,0451	0,0519	0,0495	0,0499	0,0451	0,0424	0,0556	0,0414	0,0620	0,0448	0,0434	0,0418	0,90
Yeterli KM Aracı Desteği	0,0499	0,0632	0,0525	1,0000	0,0438	0,0428	0,0455	0,0434	0,0453	0,0535	0,0428	0,0485	0,0461	0,0616	0,0438	0,0459	0,0535	0,0479	0,0408	0,87
Optimal Uyum	0,0471	0,0657	0,0562	0,0349	1,0000	0,0606	0,0495	0,0495	0,0636	0,0455	0,0461	0,0455	0,0481	0,0430	0,0341	0,0499	0,0509	0,0434	0,0107	0,84
Verim	0,0663	0,0582	0,0519	0,0438	0,0430	1,0000	0,0430	0,0596	0,0616	0,0509	0,0420	0,0501	0,0440	0,0303	0,0349	0,0572	0,0515	0,0404	0,0319	0,86
Bütüncül Kapsamlı	0,0535	0,0491	0,0511	0,0556	0,0172	0,0259	1,0000	0,0222	0,0307	0,0438	0,0259	0,0501	0,0236	0,0307	0,0289	0,0444	0,0471	0,0436	0,0317	0,68
Etkili İşbirliği	0,0681	0,0782	0,0582	0,0327	0,0469	0,0519	0,0257	1,0000	0,0444	0,0354	0,0541	0,0418	0,0374	0,0366	0,0216	0,0596	0,0570	0,0515	0,0117	0,81
Tutarlılık	0,0602	0,0663	0,0570	0,0580	0,0438	0,0572	0,0228	0,0279	1,0000	0,0479	0,0479	0,0505	0,0418	0,0552	0,0212	0,0536	0,0414	0,0531	0,0117	0,82
Net Kapsam ve Amaç	0,0489	0,0499	0,0509	0,0519	0,0212	0,0430	0,0145	0,0259	0,0448	1,0000	0,0556	0,0354	0,0360	0,0313	0,0364	0,0349	0,0448	0,0388	0,0236	0,69
Esneklik	0,0612	0,0721	0,0539	0,0636	0,0319	0,0370	0,0307	0,0186	0,0438	0,0246	1,0000	0,0394	0,0343	0,0612	0,0380	0,0566	0,0541	0,0576	0,0313	0,81
Yapısal analiz ve tasarım	0,0596	0,0562	0,0418	0,0451	0,0469	0,0499	0,0212	0,0438	0,0440	0,0418	0,0459	1,0000	0,0394	0,0495	0,0398	0,0374	0,0515	0,0349	0,0337	0,78
Uygun Yönetim Uygulaması	0,0661	0,0642	0,0580	0,0481	0,0511	0,0461	0,0287	0,0489	0,0455	0,0289	0,0333	0,0333	1,0000	0,0319	0,0234	0,0515	0,0586	0,0505	0,0030	0,77
Çeviklik	0,0636	0,0434	0,0590	0,0438	0,0378	0,0303	0,0145	0,0360	0,0327	0,0246	0,0444	0,0489	0,0287	1,0000	0,0358	0,0507	0,0582	0,0552	0,0390	0,75
Değer odaklı	0,0418	0,0222	0,0368	0,0481	0,0539	0,0349	0,0236	0,0307	0,0238	0,0236	0,0303	0,0303	0,0208	0,0172	1,0000	0,0489	0,0380	0,0388	0,0172	0,58
Etkili süreç seçimi	0,0640	0,0651	0,0590	0,0434	0,0489	0,0479	0,0529	0,0630	0,0448	0,0293	0,0370	0,0370	0,0434	0,0186	0,0269	1,0000	0,0586	0,0572	0,0222	0,82
Adapte Olabilirlik	0,0576	0,0632	0,0602	0,0440	0,0539	0,0519	0,0501	0,0552	0,0408	0,0277	0,0354	0,0354	0,0590	0,0273	0,0236	0,0212	1,0000	0,0677	0,0461	0,84
Uygun Yönetim Mekanizması	0,0764	0,0519	0,0434	0,0562	0,0713	0,0440	0,0503	0,0778	0,0471	0,0267	0,0420	0,0501	0,0747	0,0333	0,0188	0,0105	0,0051	1,0000	0,0586	0,84
Soyutlama seviyeleri standardizasyonu	0,0218	0,0273	0,0337	0,0273	0,0602	0,0434	0,0145	0,0592	0,0257	0,0212	0,0461	0,0208	0,0610	0,0246	0,0293	0,0273	0,0061	0,0036	0,0000	0,55

Toplam İlişki Matrisinin (T) hesaplanması için (3.15) eşitliğinde belirtildiği üzere, ($I-X$) matrisine ve bu matrisin tersine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu matrisin oluşturulması için birim matris ile Tablo 4.32.'deki normalizasyon işlemi uygulanan doğrudan ilişki matrisinin farkı alınmış ve elde edilen değerler yeni oluşturulan matrise aktarılmıştır. Bu matris ($I-X$) matrisi olarak tanımlanmış olup, Tablo 4.33.'te gösterilmektedir.

Tablo 4.23. ($I-X$) matrisi

	1,0000	-0,0697	-0,0642	-0,0646	-0,0632	-0,0560	-0,0535	-0,0610	-0,0560	-0,0535	-0,0622	-0,0475	-0,0459	-0,0610	-0,0491	-0,0485	-0,0535	-0,0616	-0,0418	
	-0,0651	1,0000	-0,0636	-0,0590	-0,0610	-0,0632	-0,0620	-0,0438	-0,0616	-0,0451	-0,0636	-0,0539	-0,0620	-0,0640	-0,0339	-0,0646	-0,0459	-0,0434	-0,0440	
	-0,0610	-0,0610	1,0000	-0,0539	-0,0489	-0,0560	-0,0434	-0,0451	-0,0519	-0,0495	-0,0499	-0,0451	-0,0424	-0,0556	-0,0414	-0,0620	-0,0448	-0,0434	-0,0418	
	-0,0499	-0,0632	-0,0525	1,0000	-0,0438	-0,0428	-0,0455	-0,0434	-0,0453	-0,0535	-0,0428	-0,0485	-0,0461	-0,0616	-0,0438	-0,0459	-0,0535	-0,0479	-0,0408	
	-0,0471	-0,0657	-0,0562	-0,0349	1,0000	-0,0606	-0,0495	-0,0495	-0,0636	-0,0455	-0,0461	-0,0455	-0,0481	-0,0430	-0,0341	-0,0499	-0,0509	-0,0434	-0,0107	
	-0,0663	-0,0582	-0,0519	-0,0438	-0,0430	1,0000	-0,0430	-0,0596	-0,0616	-0,0509	-0,0420	-0,0501	-0,0440	-0,0303	-0,0349	-0,0572	-0,0515	-0,0404	-0,0319	
I-X	-0,0535	-0,0491	-0,0511	-0,0556	-0,0172	-0,0259	1,0000	-0,0222	-0,0307	-0,0438	-0,0259	-0,0501	-0,0236	-0,0307	-0,0289	-0,0444	-0,0471	-0,0436	-0,0317	
	-0,0681	-0,0782	-0,0582	-0,0327	-0,0469	-0,0519	-0,0257	1,0000	-0,0444	-0,0354	-0,0541	-0,0418	-0,0374	-0,0366	-0,0216	-0,0596	-0,0570	-0,0515	-0,0117	
	-0,0602	-0,0663	-0,0570	-0,0580	-0,0438	-0,0572	-0,0228	-0,0279	1,0000	-0,0479	-0,0479	-0,0505	-0,0418	-0,0552	-0,0212	-0,0556	-0,0414	-0,0531	-0,0117	
	-0,0489	-0,0499	-0,0509	-0,0519	-0,0212	-0,0430	-0,0145	-0,0259	-0,0448	1,0000	-0,0556	-0,0354	-0,0360	-0,0313	-0,0364	-0,0349	-0,0448	-0,0388	-0,0236	
	-0,0612	-0,0721	-0,0539	-0,0636	-0,0319	-0,0370	-0,0307	-0,0186	-0,0438	-0,0246	1,0000	-0,0394	-0,0343	-0,0612	-0,0380	-0,0566	-0,0541	-0,0576	-0,0313	
	-0,0596	-0,0562	-0,0418	-0,0451	-0,0469	-0,0499	-0,0212	-0,0438	-0,0440	-0,0418	-0,0459	1,0000	-0,0394	-0,0495	-0,0398	-0,0374	-0,0515	-0,0349	-0,0337	
	-0,0661	-0,0642	-0,0580	-0,0481	-0,0511	-0,0461	-0,0287	-0,0489	-0,0455	-0,0289	-0,0333	-0,0333	1,0000	-0,0319	-0,0234	-0,0515	-0,0586	-0,0505	-0,0030	
	-0,0636	-0,0434	-0,0590	-0,0438	-0,0378	-0,0303	-0,0145	-0,0360	-0,0327	-0,0246	-0,0444	-0,0489	-0,0287	1,0000	-0,0358	-0,0507	-0,0582	-0,0552	-0,0390	
	-0,0418	-0,0222	-0,0368	-0,0481	-0,0539	-0,0349	-0,0236	-0,0307	-0,0238	-0,0236	-0,0303	-0,0303	-0,0208	-0,0172	1,0000	-0,0489	-0,0380	-0,0388	-0,0172	
	-0,0640	-0,0651	-0,0590	-0,0434	-0,0489	-0,0479	-0,0529	-0,0630	-0,0448	-0,0293	-0,0370	-0,0370	-0,0434	-0,0186	-0,0269	1,0000	-0,0586	-0,0572	-0,0222	
	-0,0576	-0,0632	-0,0602	-0,0440	-0,0539	-0,0519	-0,0501	-0,0552	-0,0408	-0,0277	-0,0354	-0,0354	-0,0590	-0,0273	-0,0236	0,0212	1,0000	-0,0677	-0,0461	
	-0,0764	-0,0519	-0,0434	-0,0562	-0,0713	-0,0440	-0,0503	-0,0778	-0,0471	-0,0267	-0,0420	-0,0501	-0,0747	-0,0333	-0,0188	-0,0105	-0,0051	1,0000	-0,0586	
	-0,0218	-0,0273	-0,0337	-0,0273	-0,0602	-0,0434	-0,0145	-0,0592	-0,0257	-0,0212	-0,0461	-0,0208	-0,0610	-0,0246	-0,0293	-0,0273	-0,0061	-0,0036	1,0000	

($I-X$) matrisinin tersi alınarak Tablo 4.34.'te görülen ters matris elde edilir.

Tablo 4.24. (I-X) matrisinin tersi

	1,299994315	0,36571	0,337853664	0,31613129	0,306323	0,3005518	0,2474124	0,295024	0,2932205	0,251784891	0,2953821	0,2708932	0,275515513	0,278193	0,218646	0,288983442	0,29168044	0,303794767	0,202542371	
	0,357699426	1,29737	0,334414328	0,30819075	0,300935	0,3041355	0,2527895	0,276735	0,2956497	0,242013202	0,2935377	0,2741124	0,286974156	0,278375	0,203001	0,301278625	0,28293853	0,284721949	0,202087916	
	0,324862239	0,32533	1,24749911	0,27879314	0,266674	0,2738392	0,2169609	0,255204	0,2635747	0,226433499	0,2586382	0,2440501	0,2471513	0,249047	0,193196	0,275118658	0,25812689	0,260730201	0,18475358	
	0,306081885	0,31803	0,289136396	1,2201163	0,254914	0,2544767	0,212614	0,246531	0,2500677	0,223884834	0,2451771	0,2405105	0,243835196	0,248027	0,190261	0,252794804	0,25859865	0,257453712	0,179474055	
	0,300840784	0,31784	0,289450959	0,25127373	1,209162	0,268067	0,2147634	0,248609	0,264853	0,2147854	0,2449904	0,2355609	0,242339644	0,228603	0,17867	0,254411485	0,25411386	0,251275634	0,148758094	
	0,321158468	0,31492	0,288918862	0,26228976	0,2542	1,2142096	0,211073	0,261494	0,2657384	0,222323236	0,2447743	0,242071	0,241982327	0,219663	0,181832	0,263606027	0,25726467	0,251141104	0,170363196	
	0,254617689	0,25072	0,237173263	0,22693234	0,185829	0,1939694	1,1343144	0,184373	0,1930451	0,179181158	0,1866295	0,2011544	0,181559667	0,180136	0,145643	0,206613161	0,20843546	0,208823113	0,142815255	
I-X TERSİ	0,314997538	0,32476	0,286952358	0,24510125	0,251114	0,2566819	0,1910007	0,198858	0,2440069	0,201970216	0,2492083	0,2283876	0,229899258	0,219774	0,164531	0,258858198	0,25532053	0,254945368	0,148145637	
	0,307954633	0,31361	0,285801154	0,26843125	0,248008	0,2611079	0,187618	0,226163	1,2014241	0,213987777	0,2435549	0,2367692	0,233784583	0,237318	0,164901	0,255215044	0,24149886	0,256219979	0,148534498	
	0,255910045	0,25722	0,241932154	0,22818796	0,193744	0,2141561	0,1522336	0,191094	0,2106546	1,140267486	0,2181087	0,1912943	0,19659938	0,185042	0,155388	0,20313264	0,2110107	0,209147792	0,137105387	
	0,303311124	0,3129	0,278282029	0,26948144	0,234175	0,2382509	0,1919955	0,214193	0,2383956	0,18855268	1,1935618	0,2226196	0,223664933	0,238997	0,177508	0,251597693	0,24813235	0,256098793	0,165013055	
	0,291901573	0,2894	0,258402464	0,24361246	0,239249	0,242576	0,1755937	0,229026	0,2312621	0,198101713	0,230282	1,1770183	0,220131188	0,220692	0,173654	0,226948217	0,23882904	0,227207993	0,16017799	
	0,301277716	0,30045	0,275882125	0,24876613	0,245296	0,2415607	0,1862157	0,236311	0,2353883	0,188519931	0,2203987	0,2118245	1,184567491	0,206597	0,159263	0,241747219	0,24747961	0,244584716	0,133273262	
	0,285967453	0,26807	0,264692682	0,23426984	0,224093	0,2166829	0,1638106	0,215492	0,2127826	0,175268009	0,2211302	0,21614	0,203712613	0,166266	0,164297	0,230144012	0,2360436	0,237804479	0,161111694	
	0,21711499	0,20011	0,199259426	0,19636936	0,197606	0,1803914	0,1405954	0,171314	0,1658399	0,142304212	0,1688956	0,1625706	0,15779411	0,147011	0,101728	0,189521081	0,17910163	0,182872678	0,112962179	
	0,310273174	0,3121	0,286741744	0,25394063	0,252387	0,2522639	0,2156032	0,258062	0,2433568	0,196336875	0,2324312	0,2234142	0,234973095	0,202115	0,168621	0,201531557	0,25563216	0,25899377	0,157134852	
	0,302031681	0,30769	0,285566899	0,25254783	0,255888	0,2542002	0,2108188	0,249705	0,2379754	0,193287849	0,2295422	0,220315	0,248352601	0,20878	0,164582	0,22105503	0,19750053	0,265744909	0,178230389	
	0,322696714	0,30236	0,274358178	0,26683145	0,274724	0,2505462	0,2122387	0,272863	0,2471891	0,19577956	0,2397122	0,237014	0,264914319	0,218626	0,163202	0,216147036	0,20870413	0,204834957	0,190198347	
	0,188465004	0,19491	0,187274312	0,16765158	0,194189	0,1798797	0,1232989	0,188065	0,1594382	0,132699849	0,1757981	0,1455	0,186016356	0,146603	0,12407	0,163826764	0,14268046	0,141104281	0,087380863	

T matrisinin hesaplanması için Normalleştirilmiş Doğrudan İlişki Matrisi ile (I-X) matrisinin tersinin çarpılması gerekmektedir. Oluşan çarpım sonucunda Tablo 4.35.'teki Toplam İlişki Matrisi oluşturulur.

Tablo 4.25. Toplam ilişki matrisi

																					D
	0,299994315	0,36571	0,337853664	0,31613129	0,306323	0,3005518	0,2474124	0,295024	0,2932205	0,251784891	0,2953821	0,2708932	0,275515513	0,278193	0,218646	0,288983442	0,29168044	0,303794767	0,202542371	5,43896373	
	0,357699426	0,29737	0,334414328	0,30819075	0,300935	0,3041355	0,2527895	0,276735	0,2956497	0,242013202	0,2935377	0,2741124	0,286974156	0,278375	0,203001	0,301278625	0,28293853	0,284721949	0,202087916	5,37691635	
	0,324862239	0,32533	1,24749911	0,27879314	0,266674	0,2738392	0,2169609	0,255204	0,2635747	0,226433499	0,2586382	0,2440501	0,2471513	0,249047	0,193196	0,275118658	0,25812689	0,260730201	0,18475358	4,84989319	
	0,306081885	0,31803	0,289136396	1,2201163	0,254914	0,2544767	0,212614	0,246531	0,2500677	0,223884834	0,2451771	0,2405105	0,243835196	0,248027	0,190261	0,252794804	0,25859865	0,257453712	0,179474055	4,69198891	
	0,300840784	0,31784	0,289450959	0,25127373	1,209162	0,268067	0,2147634	0,248609	0,264853	0,2147854	0,2449904	0,2355609	0,242339644	0,228603	0,17867	0,254411485	0,25411386	0,251275634	0,148758094	4,618364683	
	0,321158468	0,31492	0,288918862	0,26228976	0,2542	1,2142096	0,211073	0,261494	0,2657384	0,222323236	0,2447743	0,242071	0,241982327	0,219663	0,181832	0,263606027	0,25726467	0,251141104	0,170363196	4,689019094	
	0,254617689	0,25072	0,237173263	0,22693234	0,185829	0,1939694	1,1343144	0,184373	0,1930451	0,179181158	0,1866295	0,2011544	0,181559667	0,180136	0,145643	0,206613161	0,20843546	0,208823113	0,142815255	3,701967225	
	0,314997538	0,32476	0,286952358	0,24510125	0,251114	0,2566819	0,1910007	0,198858	0,2440069	0,201970216	0,2492083	0,2283876	0,229899258	0,219774	0,164531	0,258858198	0,25532053	0,254945368	0,148145637	4,524517007	
	0,307954633	0,31361	0,285801154	0,26843125	0,248008	0,2611079	0,187618	0,226163	1,2014241	0,213987777	0,2435549	0,2367692	0,233784583	0,237318	0,164901	0,255215044	0,24149886	0,256219979	0,148534498	4,531900992	
	0,255910045	0,25722	0,241932154	0,22818796	0,193744	0,2141561	0,1522336	0,191094	0,2106546	1,140267486	0,2181087	0,1912943	0,19659938	0,185042	0,155388	0,20313264	0,2110107	0,209147792	0,137105387	3,792233082	
	0,303311124	0,3129	0,278282029	0,26948144	0,234175	0,2382509	0,1919955	0,214193	0,2383956	0,18855268	1,1935618	0,2226196	0,223664933	0,238997	0,177508	0,251597693	0,24813235	0,256098793	0,165013055	4,446733734	
	0,291901573	0,2894	0,258402464	0,24361246	0,239249	0,242576	0,1755937	0,229026	0,2312621	0,198101713	0,230282	1,1770183	0,220131188	0,220692	0,173654	0,226948217	0,23882904	0,227207993	0,16017799	4,274064518	
	0,301277716	0,30045	0,275882125	0,24876613	0,245296	0,2415607	0,1862157	0,236311	0,2353883	0,188519931	0,2203987	0,2118245	1,184567491	0,206597	0,159263	0,241747219	0,24747961	0,244584716	0,133273262	4,309404942	
	0,285967453	0,26807	0,264692682	0,23426984	0,224093	0,2166829	0,1638106	0,215492	0,2127826	0,175268009	0,2211302	0,21614	0,203712613	0,166266	0,164297	0,230144012	0,2360436	0,237804479	0,161111694	4,09777519	
	0,21711499	0,20011	0,199259426	0,19636936	0,197606	0,1803914	0,1405954	0,171314	0,1658399	0,142304212	0,1688956	0,1625706	0,15779411	0,147011	0,101728	0,189521081	0,17910163	0,182872678	0,112962179	3,21335739	
	0,310273174	0,3121	0,286741744	0,25394063	0,252387	0,2522639	0,2156032	0,258062	0,2433568	0,196336875	0,2324312	0,2234142	0,234973095	0,202115	0,168621	0,201531557	0,25563216	0,25899377	0,157134852	4,515913172	
	0,302031681	0,30769	0,285566899	0,25254783	0,255888	0,2542002	0,2108188	0,249705	0,2379754	0,193287849	0,2295422	0,220315	0,248352601	0,20878	0,164582	0,22105503	0,19750053	0,265744909	0,178230389	4,483809347	
	0,322696714	0,30236	0,274358178	0,26683145	0,274724	0,2505462	0,2122387	0,272863	0,2471891	0,19577956	0,2397122	0,237014	0,264914319	0,218626	0,163202	0,216147036	0,20870413	0,204834957	0,190198347	4,562937009	
	0,188465004	0,19491	0,187274312	0,16765158	0,194189	0,1798797	0,1232989	0,188065	0,1594382	0,132699849	0,1757981	0,1455	0,186016356	0,146603	0,12407	0,163826764	0,14268046	0,141104281	0,087380863	3,028847273	
R	5,567156448	5,57349	5,149592106	4,73891851	4,588507	4,5975472	3,6409504	4,419117	4,4538627	3,72482378	4,3917531	4,1812199	4,303767728	4,079865	3,192996	4,502530683	4,47309211	4,557505803	3,010062618		

Tablo 4.26. D, R, D+R ve D-R Değerleri

	D	R	D+R	D-R
Sürekli İyileştirme	5,320985527	5,421892565	11,00679218	-0,127520718
Etkili İletişim	5,258516135	5,427998942	10,95044706	-0,196524334
Adım Adım Kılavuz	4,741271474	5,016445595	9,999575296	-0,299608916
Yeterli KM Aracı Desteği	4,583992006	4,623184875	9,430907487	-0,046929525
Optimal Uyum	4,60330266	4,190459024	9,206871964	0,029857402
Verim	4,596273931	4,49133303	9,286566277	0,091471912
Bütüncül Kapsamlı	3,612511926	3,43606223	7,342917591	0,061016859
Etkili İşbirliği	4,472446219	4,189951279	8,943634441	0,105399572
Tutarlılık	4,494567549	4,317725413	8,98576373	0,078038254
Net Kapsam ve Amaç	3,709811488	3,608378736	7,51971546	0,064750704
Esneklik	4,346697355	4,294199977	8,838486871	0,054980597
Yapısal analiz ve tasarım	4,181636458	4,07550996	8,455284401	0,092844636
Uygun Yönetim Uygulaması	4,359141664	4,035082628	8,61317267	0,005637214
Çeviklik	3,997136469	3,980245569	8,177640594	0,017909787
Değer odaklı	3,195593329	3,032163939	6,406353796	0,020360985
Etkili süreç seçimi	4,467247753	4,296921798	9,018443864	0,013382479
Adapte Olabilirlik	4,345990835	4,33730979	8,956901461	0,010717232
Uygun Yönetim Mekanizması	4,092525085	4,499403745	9,120442813	0,005431206
Soyutlama seviyeleri	2,318531396	3,423910163	6,038909891	0,018784655

Tablo 4.36.'da gösterilen matrisin her bir satır ve sütunun toplamı ayrı ayrı alınarak, satır toplamları (D) ve sütun toplamları (R) değerleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda D+R ve D-R değerleri belirlenmiştir.

- D, bir kriterin diğer tüm kriterlere yaptığı toplam etkiyi temsil etmektedir.
- R, bir kriterin diğer tüm kriterlerden aldığı toplam etkiyi ifade etmektedir.
- D+R, bir kriterin genel önem derecesini gösterirken,
- D-R, bir kriterin etki veren mi yoksa etki alan grupta mı yer aldığını belirlerken,
- Pozitif D-R, değeri, kriterin etki veren olduğunu, negatif D-R değeri ise etki alan olduğunu ifade eder.

Tablo 4.36.'da görülen D-R değerleri incelendiğinde, pozitif değerlere sahip olan Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz ve Yeterli KM Aracı Desteği kriterleri, diğer kriterler üzerinde daha yüksek etki oluşturdukları için öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Buna karşın, D-R değerlerinde negatif değerlere sahip olan aynı kriterler, diğer kriterlere kıyasla daha fazla etkilenmektedir. Bu durum, bu kriterlerin hem etkileyen hem de etkilenen bir yapıda olduklarını göstermektedir.

Bu sebeplerle dijital dönüşüme başlamayı düşünen bir kuruluşun, süreçlerine uygun KM çerçeve seçimi yapabilmesi için Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz ve Yeterli KM Aracı Desteği kriterlerini göz önünde bulundurması tavsiye edilmektedir.

4.4. Hayali İşletme Metamodeline Şebeke Teorisi İle Karar Desteği Sağlanması

Bu bölümde hayali bir firma üretilecek ve KM çalışmaları kapsamında firma tarafından tercih edilecek metamodele Bölüm 4.4.1’de belirtilen esaslar çerçevesinde maliyet ataması yapılabilmesi için firmaya ait nitelikler verilecektir. Bahse konu firmanın özet nitelikleri aşağıda belirtilmiştir.

- “ŞAHİNTÜRK” adı ile orta ölçekli bir yazılım geliştirme firması olduğunu varsayalım. Firmanın yazılım geliştirme odağı “Kurumsal Kaynak Planlama Sistemleri”dir.
- “ŞAHİNTÜRK” firması Capability Maturity Model Integration-3 (CMMI-3) seviyesinde olma hedefinde olup gelecek vaat eden ve global pazarda alternatif olma hedefi ile sürekli iyileştirme felsefesini benimsemiş bir firmadır.
- CMMI-3 hedefi nedeniyle firma bünyesindeki süreçler tanımlıdır ve firma personeli tarafından süreç farkındalığı mevcuttur. Süreçler, firmanın iş süreç yönetimi biriminde görevli süreç mühendisleri tarafından BPMN 2.0 notasyonunda profesyonel bir iş süreç yönetimi yazılımı marifetiyle modellenmiş ve süreç kütüphanesinde kayıt altına alınmıştır. Firmaya özgü süreç şablonu ve süreç hiyerarşisi ise iş/süreç mimarları tarafından oluşturulmuş olup modellenen her bir süreç uygun kategoride tasniflenmiştir.
- Bununla birlikte firma içerisindeki tüm iş kurallarını içeren usul ve esaslara ilişkin doktrinasyon dokümanları edilmiştir. Yazılım geliştirme süreçlerinde uzun yıllarca çalışmış, eğitilmiş ve yetkin 2 personel, bahse konu doktrinasyonu kurum kültürü haline getirmek amacıyla dokümanları etmiştir. Ancak iş kural yönetimi için bir yazılım aracı kullanılmamakta olup bahse konu kurallar bütüncül ve kurumsal bir bakış açısı ile yönetilmemektedir.
- Firmanın gelecek hedefleri ve stratejileri yalnızca örtük şekilde üst yönetim kademesinin zihinlerinde mevcut olup bu konuda orta seviye yöneticiler ve alt seviyeler çalışanlar zaman zaman karışıklık ve motivasyon kayıpları yaşamaktadır. Üst yönetim kademesi de global pazardan nasıl pay edinecekleri konusunda tereddütler yaşamaktadır. Önceki bir dönem, firma yöneticileri tanımlanacak vizyonu ve stratejileri kurum içinde yaygınlaştırmak amacıyla bir strateji yönetim aracı tedarik edilmesini sağlamış ancak bugüne kadar bu yazılım aracı hiç kullanılmamıştır. Sonuç olarak her ne kadar firmanın gelecek yol haritasını ve stratejilerini tanımlayabilecek uzman personel mevcut olsa da

sabitlenmiş bir vizyon ve gelecek öngörüsü halihazırda oluşmamış ve kurumsal mahiyette strateji yönetimi mekanizması teşkil edilmemiştir.

- BT ekibi yazılım proje yönetimi süreçlerini ve görev yönetimi faaliyetlerini tüm paydaşlar ile iş birliği içerisinde yapılmasını sağlayan bir yazılım aracına sahiptir. Ancak konfigürasyon ve envanter yönetimi, değişiklik yönetimi, versiyon yönetimi gibi yetenekler MS Office gibi araçlarda konvansiyonel usuller ile icra edilmektedir. Firma da BT Altyapı Kütüphanesi uyumlu bir BT Servis Yönetimi anlayışı benimsenmemiştir. Ayrıca BT varlıklarının otomatik keşfini yapabilen otomasyon araçları da kullanılmamaktadır. Dolayısıyla altyapıya ilişkin veriler sağlıklı tutulamamakta ve takip edilememektedir. Bununla birlikte güncel verilere anlık erişmek mümkün olmamaktadır. Bu faaliyetler için tam zamanlı ve kadrolu bir ekip bulunmadığından ve bu görevlerin ifası peyderpey yazılım geliştirme ekibinden beklendiğinden BT varlıkları kütüphanesi gecikmeli ve net değildir.

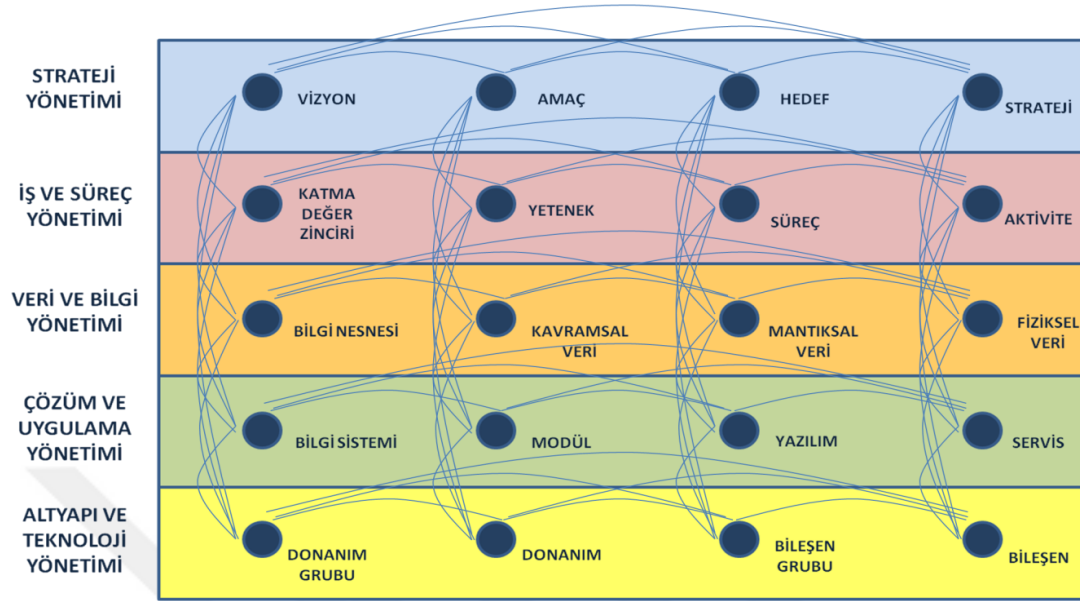
- Firmanın kendi işleyişlerine ait standart bir veri modeli bulunmamaktadır. Veri kalitesi yönetimi ve veri yönetimi gibi alanlarda ne herhangi pozisyonda bir personel istihdam edilmekte ne de bu alanlara özgü yazılım araçları kullanılmaktadır. Yalnızca süreç hiyerarşisi çerçevesinde tanımlanmış yetenekler arası bilgi nesnelere MS Office araçları ile iş birliği sağlamak adına görselleştirilmiştir. Aynı MS Office araçları üzerinde veri tabanı seviyesinde tasarımlar yapabilecek şablonlar mevcut olmasına rağmen uzman personel eksikliğinden hâlihazırda hiç kullanılamamıştır.

- Firmada kullanılan tüm bilgi sistemleri, modüller ve yazılımlar gerekli öznitelikleri ile birlikte tam zamanlı görev yapan çözüm mimarları tarafından kayıt altına alınmış ve kataloglanmıştır. Ayrıca bahse konu mimari yapıtaşlarının yaşam döngüleri yine aynı uzman personel tarafından yönetilmeye çalışılmaktadır. Ancak tüm bu faaliyetler yine MS Office araçları imkân ve kabiliyetleri ile icra edilmektedir. Buna ilaveten çözüm mimarisinin yönetimi maksadıyla teşkil edilmiş bir birim bulunmamasına rağmen çözüm mimarlarının iş yapış biçimlerini tanımlayan süreçler süreç kütüphanesinde mevcuttur.

4.4.1. Hayali İşletme İçin Metamodel Maliyetleri

Hayali İşletme “ŞAHİNTÜRK”ün aşağıda belirtilen metamodeli kullanmaya karar verdiğini varsayalım. Metamodelde 5 adet mimari katman ve her katmanda çözünürlükleri soldan sağa artan 4 adet yapıtaşı bulunmaktadır. Her bir katman içerisinde mimari yapıtaşları arasında kurulabilecek ilişkiler ve her katmanın aynı seviyedeki mimari yapıtaşları arasında

kurulabilecek ilişkiler gösterilmiştir. (Karmaşıklık seviyesini artırmamak adına tüm ilişkiler gösterilmemiştir.)



Şekil 4.8. ŞAHİNTÜRK işletmesine ait metamodel örneği

Bölüm 4'te verilen hayali işletme bilgileri Bölüm 4.4.1'de belirtilen maliyetlerin eklenmesi yöntemine tabi tutulduğunda Tablo 4.37. ve Tablo 4.38.'de verilen mimari yapıtaşları ve ilişkiler maliyetleri elde edilmektedir.

4.4.2. Minimum Yayılan Ağaç Yaklaşımı ile En Az Maliyetli Metamodelin Bulunması

Metamodel içerisindeki mimari yapıtaşlarının şebekedeki düğümlere, ilişkilerin ise düğümler arası ayrıtlara denk geldiği önceki bölümlerde belirtilmişti. Şebeke üzerinde tüm düğümleri en az bir ayrıt ile döngü oluşturmayacak şekilde birbirleri ile irtibatlandıran en az maliyetli ağ yapısının minimum maliyetli yayılan ağaç olduğu da Bölüm 4.4.'te açıklanmıştı. Benzer bakış açısıyla bir kurum/şirket de farklı katmanlar içerisindeki tüm mimari varlıklarını/yapı taşlarını birbiri ile ilişkilendirerek kurumu/şirketi bütüncül bakış açısı ile yönetme hedefindedir. Bu şekilde mimari yapıtaşlarının ilişkilerini görünür hale getirerek stratejilerini, iş yapış biçimlerini ve teknolojilerini hizalayabilecek ve daha etkin yatırımlar icra ederek katma değersiz hamleleri en küçükleyecektir.

Tablo 4.27. Mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi-1

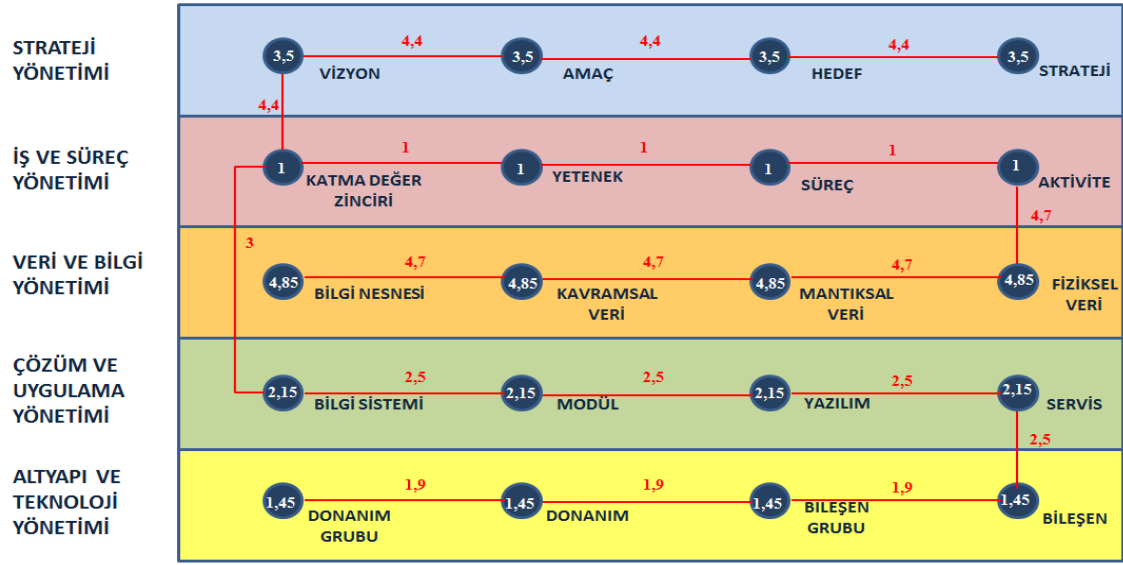
Strateji Yönetimi	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Yapıtaşı Maliyet	3,5
	Katsayı	0,5	0,5	Katsayı	Puan	2,6	4,4	Puan	İlişki Maliyet	4,4
	Uzman Personel	0,6	0,4	Uzman Personel	0,4	Uzman Personel	1	5	Uzman Personel	5
	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,4	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	5	5	Yönetim/İşletim Mekanizması	5
	Yazılım Aracı	0,3	0,3	Yazılım Aracı	0,3	Yazılım Aracı	3	3	Yazılım Aracı	3
İş ve Süreç Yönetimi	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Yapıtaşı Maliyet	1
	Katsayı	0,5	0,5	Katsayı	Puan	1	1	Puan	İlişki Maliyet	1
	Uzman Personel	0,6	0,4	Uzman Personel	0,4	Uzman Personel	1	1	Uzman Personel	1
	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,4	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	1	1	Yönetim/İşletim Mekanizması	1
	Yazılım Aracı	0,3	0,3	Yazılım Aracı	0,3	Yazılım Aracı	1	1	Yazılım Aracı	1
Veri ve Bilgi Yönetimi	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Yapıtaşı Maliyet	4,85
	Katsayı	0,5	0,5	Katsayı	Puan	5	4,7	Puan	İlişki Maliyet	4,7
	Uzman Personel	0,6	0,4	Uzman Personel	0,4	Uzman Personel	5	5	Uzman Personel	5
	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,4	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	5	5	Yönetim/İşletim Mekanizması	5
	Yazılım Aracı	0,3	0,3	Yazılım Aracı	0,3	Yazılım Aracı	4	4	Yazılım Aracı	4
Çözüm ve Uygulama Yönetimi	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Yapıtaşı Maliyet	2,15
	Katsayı	0,5	0,5	Katsayı	Puan	1,8	2,5	Puan	İlişki Maliyet	2,5
	Uzman Personel	0,6	0,4	Uzman Personel	0,4	Uzman Personel	1	1	Uzman Personel	1
	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,4	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	3	3	Yönetim/İşletim Mekanizması	3
	Yazılım Aracı	0,3	0,3	Yazılım Aracı	0,3	Yazılım Aracı	4	4	Yazılım Aracı	4
Altyapı ve Teknoloji Yönetimi	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Mimari Yapıtaşı	Tanımlama	Tespit ve Sür.	İlişkileştirme	Yapıtaşı Maliyet	1,45
	Katsayı	0,5	0,5	Katsayı	Puan	1	1,9	Puan	İlişki Maliyet	1,9
	Uzman Personel	0,6	0,4	Uzman Personel	0,4	Uzman Personel	1	1	Uzman Personel	1
	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,4	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	0,3	Yönetim/İşletim Mekanizması	1	1	Yönetim/İşletim Mekanizması	1
	Yazılım Aracı	0,3	0,3	Yazılım Aracı	0,3	Yazılım Aracı	4	4	Yazılım Aracı	4

Tablo 4.28. Mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi-2

	Strateji Yönetimi				İş ve Süreç Yönetimi				Veri ve Bilgi Yönetimi				Çözüm ve Uygulama Yönetimi				Altyapı ve Teknoloji Yönetimi				
	Vizyon	Amaç	Hedef	Strateji	Katma Değer Zinciri	Yetenek	Süreç	Aktivite	Bilgi Nesnesi	Kavramsal Veri	Maniksal Veri	Fiziksel Veri	Bilgi Sistemi	Modül	Yazılım	Senis	Donanım Grubu	Donanım Grubu	Bileşen Grubu	Bileşen	
Strateji Yönetimi	Vizyon	4,4	4,4	5,28	6,6	4,4	5,28	6,6	8,8	5,28	6,6	8,8	17,6	6,6	8,8	17,6	4,4	8,8	17,6	4,4	13,2
İş ve Süreç Yönetimi	Amaç	4,4	4,4	5,28	6,6	4,4	5,28	6,6	8,8	5,28	6,6	8,8	17,6	6,6	8,8	17,6	4,4	8,8	17,6	4,4	13,2
	Hedef	5,28	4,4	4,4	4,4	6,6	5,28	4,4	5,28	8,8	6,6	5,28	6,6	17,6	8,8	6,6	8,8	4,4	17,6	8,8	17,6
	Strateji	6,6	5,28	4,4	4,4	8,8	6,6	5,28	4,4	17,6	8,8	6,6	5,28	4,4	17,6	8,8	6,6	13,2	4,4	17,6	8,8
	Katma Değer Zinciri	4,4	5,28	6,6	8,8	1	1,2	1,5	1,5	4,7	5,64	7,05	9,4	3	3,75	5	10	2,85	3,8	7,6	19
	Yetenek	5,28	4,4	5,28	6,6	1	1	1,2	1,2	5,64	4,7	5,64	7,05	3,75	3	3,75	5	3,8	2,85	3,8	7,6
Veri ve Bilgi Yönetimi	Süreç	6,6	5,28	4,4	5,28	1,2	1	1	1	7,05	5,64	4,7	5,64	5	3,75	3	3,75	7,6	8,8	2,85	3,8
	Aktivite	8,8	6,6	5,28	4,4	1,5	1,2	1	1	9,4	7,05	5,64	4,7	10	5	3,75	3	19	7,6	8,8	2,85
	Bilgi Nesnesi	5,28	6,6	8,8	17,6	4,7	5,64	7,05	9,4	4,7	5,64	7,05	4,7	5,64	7,05	9,4	5,64	7,05	9,4	18,8	
	Kavramsal Veri	6,6	5,28	6,6	8,8	5,64	4,7	5,64	7,05	4,7	5,64	4,7	5,64	5,64	4,7	5,64	7,05	7,05	5,64	7,05	9,4
	Maniksal Veri	8,8	6,6	5,28	6,6	7,05	5,64	4,7	5,64	5,64	4,7	4,7	7,05	5,64	4,7	5,64	9,4	7,05	5,64	7,05	9,4
Çözüm ve Uygulama Yönetimi	Fiziksel Veri	17,6	8,8	6,6	5,28	9,4	7,05	5,64	4,7	7,05	5,64	4,7	9,4	7,05	5,64	4,7	18,8	9,4	7,05	5,64	
	Bilgi Sistemi	6,6	8,8	17,6	4,4	3	3,75	5	10	4,7	5,64	7,05	9,4	2,5	3	3,75	2,5	3	3,75	5	
	Modül	8,8	6,6	8,8	17,6	3,75	3	3,75	5	5,64	4,7	5,64	7,05	3	2,5	3	3	2,5	3	3,75	
	Yazılım	17,6	8,8	6,6	8,8	5	3,75	3	3,75	7,05	5,64	4,7	5,64	3	2,5	2,5	3,75	3	2,5	3	
	Senis	4,4	17,6	8,8	6,6	10	5	3,75	3	9,4	7,05	5,64	4,7	3,75	3	2,5	5	3,75	3	2,5	
Altyapı ve Teknoloji Yönetimi	Donanım Grubu	8,8	17,6	4,4	13,2	2,85	3,8	7,6	19	5,64	7,05	9,4	18,8	2,5	3	3,75	5	1,9	2,28	2,85	
	Donanım	17,6	8,8	17,6	4,4	3,8	2,85	3,8	7,6	7,05	5,64	7,05	9,4	3	2,5	3	3,75	1,9	1,9	2,28	
	Bileşen Grubu	4,4	17,6	8,8	17,6	7,6	8,8	2,85	3,8	9,4	7,05	5,64	7,05	3,75	3	2,5	3	2,28	1,9	1,9	
	Bileşen	13,2	4,4	17,6	8,8	19	7,6	8,8	2,85	18,8	9,4	7,05	5,64	5	3,75	3	2,5	2,85	2,28	1,9	

Bu sebeple Tablo 4.37. ve Tablo 4.38.'de belirtilen mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi dikkate alınarak oluşturulmuş şebekenin kruskal algoritmasına tabi tutulması ile elde edilen minimum yayılan ağaç, karar vericiye minimum maliyetli metamodeli ve dolaylı olarak da KM yapıyı ilave yatırım yapmadan eldeki mevcut imkân ve kabiliyetler ile yönetmenin maliyetini vermektedir. Toplam ağırlığı 109.9⁶ birim olarak hesaplanan minimum maliyetli metamodel aşağıda verilmiştir.

⁶ 109.9 = [(4*3.5)+(4*1)+(4*4.85)+(4*2.15)+ (4*1.45)+(4*4.4)+(3*1)+(4*4.7)+(4*2.5)+(3*1.9)+3]



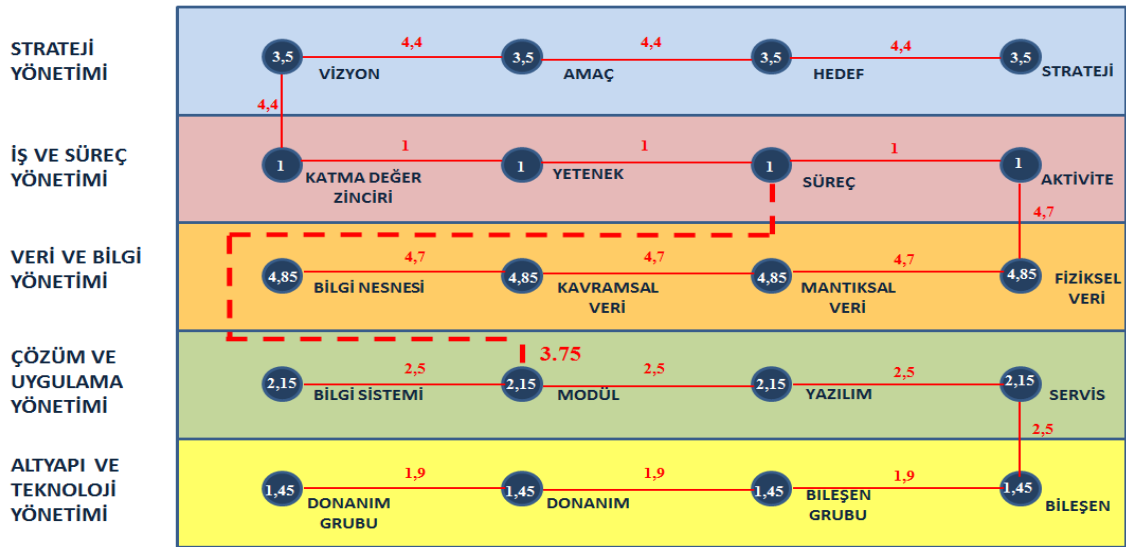
Şekil 4.9. İşletmenin hesaplanan minimum maliyetli çözümü

4.4.3. En Kısa Yol Yaklaşımı ile Metamodelin Konfigürasyonu

Her ne kadar minimum maliyetli metamodel Bölüm 4.4.2.'de bulunmuş olsa da farklı kurumsal ihtiyaçlar çerçevesinde ya da karar vericilerin talebi üzerine özellikle belirtilen iki mimari yapıtaşının doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilendirilmesi gerekebilir. Bu ilişkilendirmeler neticesinde elde edilecek analiz sonuçları da karar destek maksadıyla sık sık talep edilebilir. Bu sebeple elde edilmiş minimum maliyetli metamodele rağmen bu iki mimari yapıtaşı arasındaki minimum maliyetli yolun metamodel içerisinde mutlaka bulunması gerekecektir. Bu durumda da yine mimari yapıtaşları arası maliyetler matrisi dikkate alınarak en kısa yol algoritması ile bu yapıtaşları arasındaki minimum maliyetli yol tespit edilebilir ve talep edilen ilişki bu yol üzerinden kurulabilir. Bu ilişkinin kurulması hitamında elde edilen metamodelin yapısı tekrardan yayılan ağaç formuna dönüştürülmek üzere konfigüre edilir. Açıklanan hususun icrasına yönelik bir senaryo aşağıda verilmiştir.

- Senaryo: Üst yönetim kademesi kağıt ortamında manuel icra edilen iş süreçlerinin tamamını dijital ortama taşımayı hedeflemektedir. Bu sebeple üst yönetim kademesi süreçler bünyesinde kullanılan bilgi sistemleri modüllerinin isimlerini aylık olarak talep etmekte ve implemente edilen ya da edilecek yeni modüllerin gelişimini takip etmeye çalışmaktadır. Bu sebeple süreç ve modül arasında en az maliyetli ilişkinin tesis edilmesi ihtiyaçlar çerçevesinde zaruri hale gelmiştir.

Belirtilen ihtiyaç neticesinde süreç ve modül arasındaki en kısa yol Dijkstra algoritması ile hesaplanmış ve sonuç 3.75 bulunmuştur. Bulunan sonuç aslında süreç ve modül arasındaki doğrudan ilişkilendirme maliyetine eşittir. Metamodel; bu ilişkinin konumlandırılması ve konumlandırma hitamında oluşan döngünün engellenmesi için katma değer zinciri ile bilgi sistemi arasında bulunan ilişkinin kaldırılması ile konfigüre edilmiştir. Elde edilen yeni metamodel aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 4.10. İşletmenin güncellenen minimum maliyetli çözümü

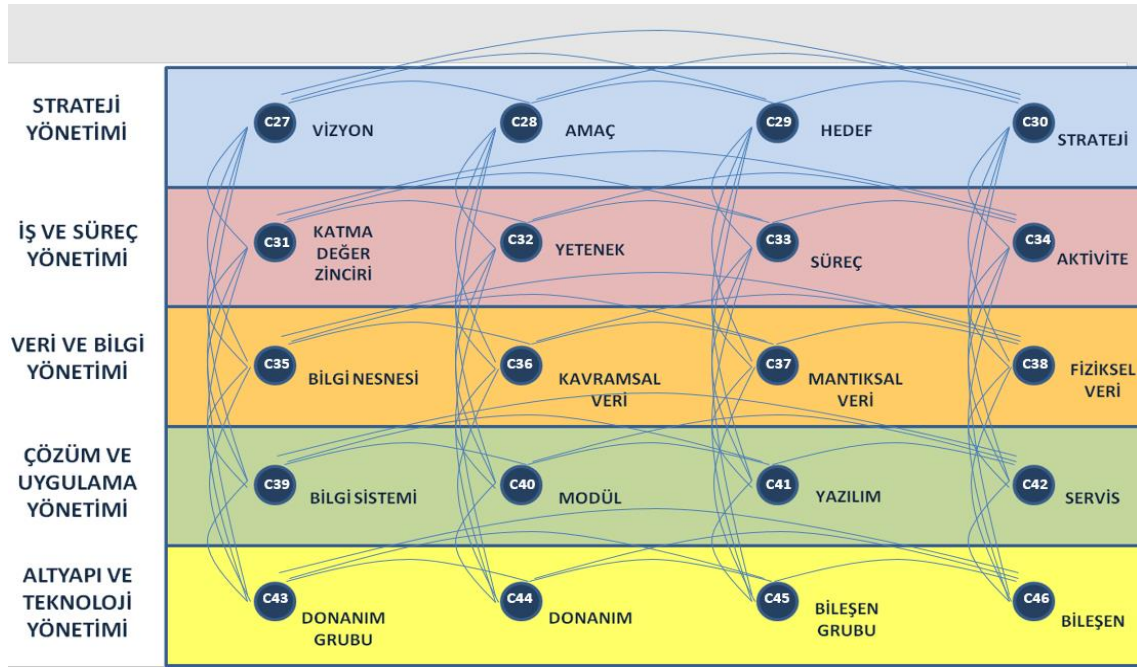
Elde edilen yeni metmodelde 0.75 birimlik bir maliyet artışı gerçekleşerek toplam ağırlık 110.65 birimlik maliyete çıkmıştır. Ancak ihtiyaçları karşılamak adına elde edilecek kazanımlar dikkate alındığında katlanılabilir bir maliyet olduğu değerlendirilmektedir.

4.5. BBH Uygulaması

Bu bölümde, hayali olarak oluşturulan ŞAHİNTÜRK işletmesinin Şekil 4.11. ile gösterilen metamodeli kullanmaya karar verdiğini varsayalım. Metamodelde 5 adet mimari katman ve her katmanda çözünürlükleri soldan sağa artan 4 adet yapıtaşı bulunmaktadır. Her bir katman içerisinde mimari yapıtaşları arasında kurulabilecek ilişkiler ve her katmanın aynı seviyedeki

mimari yapıtaşları arasında kurulabilecek ilişkiler gösterilmiştir⁷. Bu metamodelde mimari yapıtaşları arasındaki ilişkilere yargıya dayalı olarak ilişki katsayılarına maliyet ataması gerçekleştirilmiş ve bu sistem BBH ile analiz edilmiştir.

Uzmanlar tarafından belirlenen tüm kavramların isimleri Şekil 4.11.'de verilmiştir. C27'den C46'ya kadar olan kavramların tümü birbirlerini etkileyen ve birbirlerinden etkilenen kavramlardır. Tablo 3.3. ile verilen kavramların birbirleri ile olan ilişkileri ve ilişki değerleri üç akademisyenin ortak görüşü doğrultusunda belirlenmiştir.



Şekil 4.11. ŞAHİNTÜRK işletmesine ait metamodel örneği

İlk aşamada belirlenen 20 adet kavram ve bunların kendi aralarındaki ilişkiler herhangi bir editör programı ile düzenlenemediği için FCM Expert uygulaması ile çizilmiştir. İkinci aşamada, çalışmamızda kullanılan kavramların kavramlar arası ilişki değerlerinin 1 ile 30 arası değer almalarından dolayı bunların (3.29) denkleminde verilen ve 0 ile 1 değer aralığında çalışabilen tek kutuplu sigmoid fonksiyonu olmasından dolayı değerler normalize edilerek 0-1 arasında olacak şekilde Tablo 4.39.'da olduğu gibi yeniden düzenlenmiştir⁸.

⁷ Karmaşıklık seviyesini artırmamak adına tüm ilişkiler gösterilmemiştir.

⁸ Tablo 3.3.'te bulunan tüm kavramlar arası ilişki değerleri 1'e bölünerek yeni değerler elde edilmiştir.

Tablo 4.39. Katmanlar ve seviyeler arası normalize edilmiş katsayı tablosu

Katmanlar ve Seviyeler	Aynı seviye ile ilişkilendirme	1 alt/üst seviye ile ilişkilendirme	2 alt/üst seviye ile ilişkilendirme	3 alt/üst seviye ile ilişkilendirme
Aynı katman ile ilişkilendirme	--	1,00	0,83	0,67
1 alt/üst katman ile ilişkilendirme	1,00	0,83	0,67	0,50
2 alt/üst katman ile ilişkilendirme	0,83	0,67	0,50	0,25
3 alt/üst katman ile ilişkilendirme	0,67	0,50	0,25	0,10
4 alt/üst katman ile ilişkilendirme	0,50	0,25	0,10	0,03

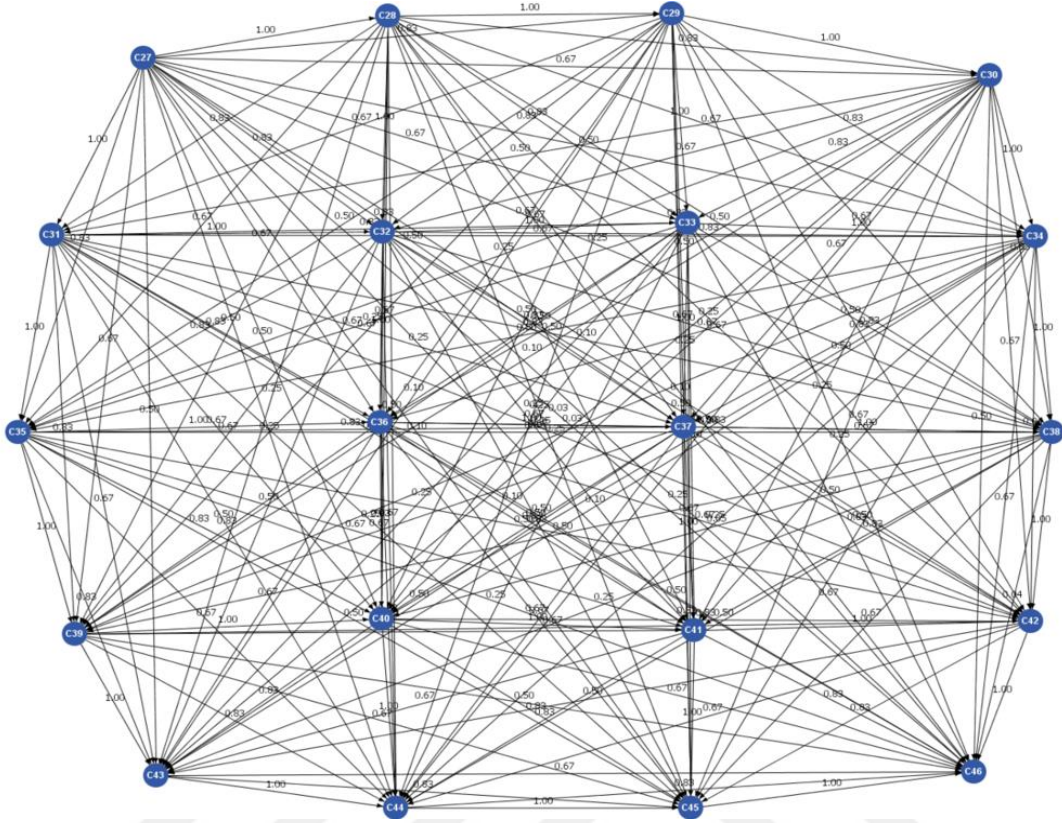
⁹FCM Expert uygulaması ile geliştirilmiş BBH modelinin haritasıyla Şekil 4.12.'de, 20 kavram ve bu kavramlara ait ilişkiler sergilenmektedir. Birbirlerini karşılıklı olarak etkileyen kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkilerin değerleri de bu görselde ayrı ayrı gösterilmektedir.

Son aşamada ise nedensel yapıya ilişkin uzman görüşleri doğrultusunda modellenmiş olan bu sistemin nasıl oluşturulduğunu dikkate alarak bu grafiksel gösterim üzerinde düşünmek, paydaşların bu yapı üzerinde farklı senaryolara göre düşüncelerini karşılaştırmalarına ve değiştirmelerine olanak tanır.

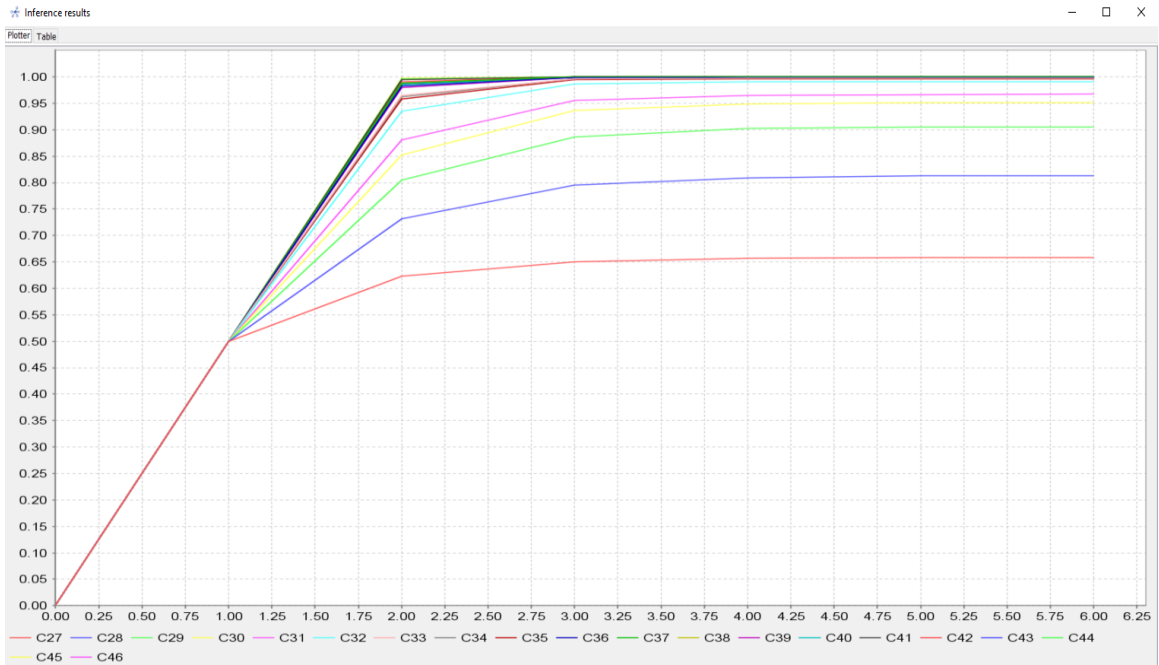
Şekil 4.12.'de verilen mevcut sistemin anlık durumuna (3.28) ve (3.29) formülleri uygulanarak Şekil 4.13.'deki BBH çıkarım grafiği elde edilir.

BBH çıkarım grafiğine göre; beklenen eğilime 2'nci iterasyon adımından sonra ulaşılmaktadır. ŞAHİNTÜRK işletmesi, KM'sini oluştururken kullanacağı metamodelin Strateji Yönetimi katmanında bulunan VİZYON (C27) mimari yapıtaşını en az maliyetle oluştururken, Altyapı ve Teknoloji katmanında bulunan BİLEŞEN (C46) mimari yapıtaşını ise en fazla maliyetle oluşturabilmektedir.

⁹ FCM Expert, bir modeli tanımlayabilecek parametreleri hesaplamak, ağ topolojisini çizmek ve optimize etmek ile bilgi kaybı olmadan sistem yakınsamasını iyileştirmek için Makine Öğrenimi algoritmalarına dayanmaktadır. Ayrıca FCM Expert, kullanıcı dostu, sezgisel ve kullanımı kolay bir grafik kullanıcı arayüzü aracılığıyla WHAT-IF simülasyonlarının gerçekleştirilmesine ve sistem davranışının incelenmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 4.12. FCM Expert uygulaması ile işletmeye metamodelin BBH'1



Şekil 4.13. BBH çıkarım grafiği

Bunun tabloya yansımış hali Tablo 4.40.'da verilmiştir.

Tablo 4.29. BBH çıkarım tablosu

Inference results - □ X

Plotter Table:

Step	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42	C43	C44	C45	C46
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
2	0.6225	0.7311	0.8046	0.852	0.8808	0.9249	0.9654	0.9627	0.9579	0.902	0.988	0.9876	0.9799	0.9847	0.995	0.9913	0.9869	0.996	0.9973	0.9944
3	0.6508	0.7947	0.862	0.9359	0.9559	0.9866	0.9965	0.9964	0.9953	0.9991	0.9996	0.9997	0.9991	0.9995	0.9999	0.9999	0.9997	1.0	1.0	1.0
4	0.6572	0.8093	0.9021	0.9487	0.9654	0.9904	0.9976	0.9975	0.9966	0.9994	0.9998	0.9998	0.9994	0.9996	1.0	0.9999	0.9998	1.0	1.0	1.0
5	0.6586	0.8125	0.9052	0.9509	0.9668	0.9909	0.9977	0.9976	0.9968	0.9994	0.9998	0.9998	0.9994	0.9996	1.0	0.9999	0.9998	1.0	1.0	1.0
6	0.659	0.8132	0.9059	0.9513	0.9671	0.991	0.9978	0.9976	0.9968	0.9994	0.9998	0.9998	0.9994	0.9996	1.0	0.9999	0.9998	1.0	1.0	1.0



5. KURUMLAR İÇİN KM'YE GEÇİŞ KILAVUZU

Bu bölümde; KM'lerini oluşturmak isteyen kurumlar için rehber niteliğinde kılavuz hazırlanmıştır. Önceki bölümde anlatıldığı üzere kurumlar tarafından farklı KM çerçeveleri kullanılabilir ancak hazırlanan bu kılavuzda genel olarak tercih edilen TOGAF çerçevesinden yararlanılmıştır.

5.1. TOGAF Mimari Geliştirme Metodolojisi

TOGAF (Architecture Development Methodology-ADM), yıllar boyunca çok sayıda kuruluş tarafından başarıyla kullanılan, zaman içerisinde test edilmiş ve sürekli iyileştirilerek güvenilirliğini kanıtlamış bir çerçeve olan TOGAF Standardının temel bir bileşenidir. Temel amacı, bir kuruluşun vizyon, amaç ve gereksinimlerinin gerçekleştirilmesini yalnızca desteklemekle kalmayıp aynı zamanda belli bir akış ve kurallar çerçevesinde yönlendirmektir. Formal ve tanımlı adımları vasıtasıyla KM'nin etkin biçimde oluşturulmasına rehberlik eder. TOGAF ADM sayesinde değişimin etkin biçimde gerçekleştirilmesi ortaya koyulan sistematik marifetiyle kolaylaşır (Zemmouchi-Ghomari ve diğ., 2024).

TOGAF ADM, kurum içerisinde KM yapının geliştirilmesi için gerekli bilginin edinilmesine yönelik kavramsal, mantıksal ve sistematik bir yaklaşımı temsil eder. ADM'deki her aşama, KM'nin teşkili hedefiyle gerekli bilginin edinimi için gerekli olan temel faaliyetleri, bilgi girdilerini ve üretilmesi gereken dokümanları/çıktıları ana hatlarıyla belirtir. Fazlar sonucunda üretilen mimari çıktılar (artifact), mimari yapıtaşlarının metaverileri ile birlikte listelendiği kataloglar, iki mimari yapıtaş arasındaki farklı tipteki ilişkileri belirtmek amacıyla kullanılan iki boyutlu matrisler, farklı tipteki mimari yapıtaşları arasındaki ilişkileri belirtmek ya da aynı mimari yapıtaşının çözümlenmesinde kullanılan ve görsel öğeler ile desteklenen haritalar ve diyagramlardır.

TOGAF ADM'nin etkinliği evrenselliğinde yatmaktadır ki mimarinin geliştirilmesi süreci; stratejik planlama ve portföy yönetiminden, proje uygulama ve çözüm sunumuna kadar farklı yönetim mekanizmalarına ihtiyaç duydukları ayrıntı düzeylerinde uyumluluk sağlar. Bu bakış açısıyla ADM döngüsünü farklı çözünürlük seviyelerinde döndürmek mümkündür.

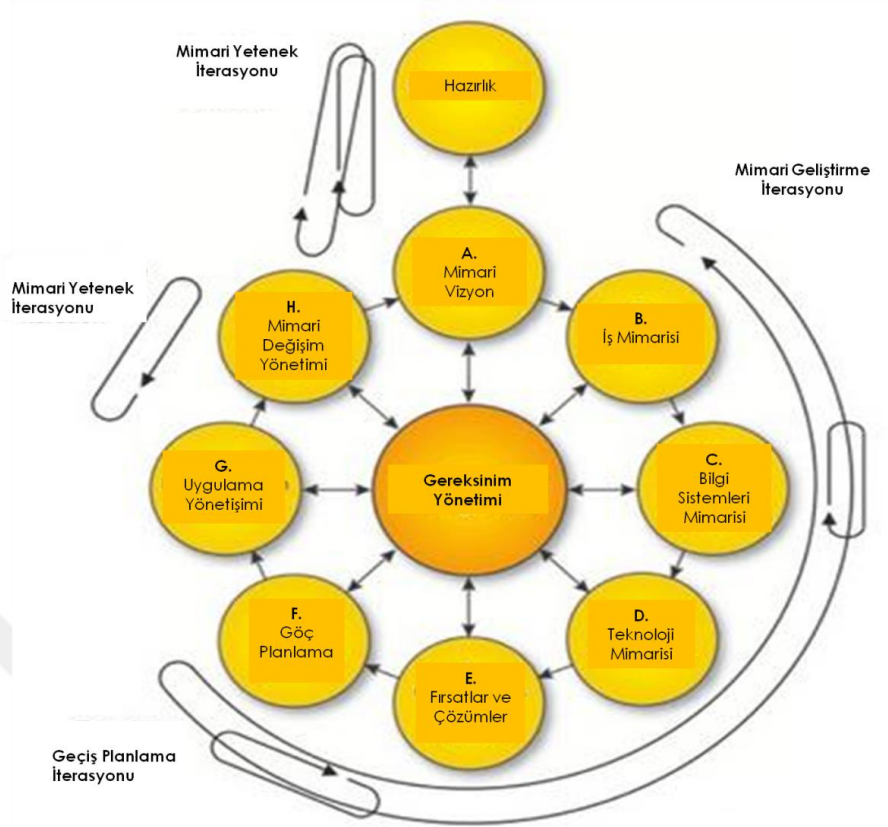
ADM sistematığı gereği artırımlı ve yinelemeli olup mevcut mimariden hedef mimariye doğrudan erişmek yerine yönetilebilir geçiş mimarileri üzerinden erişmeyi hedefler ve değişiklik izlemelerini temel mimari öğelerini referans alarak yapar. Grafikselsel bir gösterime sahip olsa da lineer olarak tariflenebilecek adımlar dizisi değildir ve ihtiyaçlara istinaden konfigüre edilebilir. Ancak katı olarak tasvir edilebilecek asıl husus; KM ekibinin bir ADM aşamasıyla ilişkili bir faaliyeti üstlendiği durumlarda, o belirli aşamayı yürütmek için ihtiyaç duydukları tanımlı girdileri tüketerek, yine ön tanımlı çıktıları üretmek zorunda olmalarıdır. Bu genel prensip tüm ADM aşamalarında geçerli olup taviz verilmesine müsaade edilmemelidir.

TOGAF ADM'nin aynı zamanda mimari kütüphanenin düzenli biçimde oluşturulması için bir bilgi modeli olarak kullanılması ile kurumsal mimarlara verimliliği ve üretkenliği en üst düzeye çıkarma potansiyeli sağlayarak mimari geliştirmede akıcı ve kurumsal bir yaklaşım sunar (Zemmouchi-Ghomari ve diğ., 2024).

5.2. TOGAF ADM Fazları

Mimari Geliştirme Metodolojisi, her biri belirli rollere ayrılmış ve temel hususları kapsamlı bir şekilde tanımlayan dokuz farklı aşamadan oluşur. Bu aşamalar hedeflerin, girdilerin, gereksinimlerin, gerekli adımların ve gerekli çıktıların tanımlanmasını ve açıklanmasını kapsar. Bu aşamalarda yapılması gerekenlere bağlı kalmak, TOGAF ADM'nin etkinliğini artırmak ve tam potansiyelini ortaya çıkarmak açısından oldukça önemlidir. ADM fazları Şekil 5.1.'de belirtildiği üzere sırasıyla hazırlık (preliminary), mimari vizyon (architecture vision), iş mimarisi (business architecture), bilgi sistemleri mimarisi (information system architecture), teknoloji mimarisi (technology architecture), fırsatlar ve çözümler (opportunities and solutions), göç planlama (migration planning), uygulama yönetimi (implementation governance), mimari değişim yönetimi (architecture change management), son olarak tüm fazlar ile döngü boyunca etkileşimli yönetilen ve döngünün merkezine konumlandırılan gereksinim yönetimi (requirements management) fazıdır (Bukhori ve diğ., 2024).

Hazırlık fazı ve mimari vizyon fazı birlikte mimari yetenek iterasyonunu oluşturur ki bu fazlarda yüksek seviye mimari kapsam ortaya konur.



Şekil 5.1. TOGAF ADM Fazları

İş mimarisi, bilgi sistemleri mimarisi ve teknoloji mimarisi birlikte mimari geliştirme iterasyonunu oluşturur ki bu fazlarda KM'nin tüm katmanları özelinde temel (baseline) mimari ve hedef (target) mimariler ortaya konularak fark/boşluk analizleri yapılır.

Fırsatlar ve çözümler fazı ile göç planlama fazı birlikte geçiş planlama iterasyonunu oluşturur ki bu fazlarda mimari değişimin yol haritası oluşturulur.

Son olarak uygulama yönetimi ve mimari değişim yönetimi fazları birlikte mimari değişim iterasyonunu oluşturur ki bu fazlar süresince mimari değişim, organizasyonun diğer yönetim mekanizmaları ile uyumlu biçimde ve mimari katmanlar arasındaki etkileşimler dikkate alınarak bütüncül yönetilir.

ADM döngüsünün merkezinde bulunan gereksinim yönetimi mekanizması ise her faz süresince icra edilen faaliyetlerin ve üretilen çıktılarının, oluşturulmuş mimari gereksinimlere dayandığının sürekli geçerliliğini sağlar. Bu kapsamda ihtiyaç duyulduğunda gereksinim etki analizleri icra edilir.

Mimari geliştirme döngüsü aşağıdaki dokuz aşamadan oluşur. Bir sonraki bölümde bu fazların detaylı açıklamalarına değinilecektir.

5.2.1. I. Aşama: Hazırlık Fazı

Hazırlık fazı, KM ekibine zemin hazırlamak üzere tasarlanmış bir giriş görevi teşkil eder. Hedef paydaşlar, uygulama senaryoları, mimari geliştirme metodolojisi yönergeleri ve bu modelin benimsenme gerekçesi de dâhil olmak üzere ekibin odaklanması gereken temel soruları merkeze alır. Hazırlık aşamasında öncelikle üzerinde çalışılacak kuruluş tanımlanır. Daha sonra kuruluş içindeki temel unsurlar ve kritik tetikleyiciler tanımlanır. Mimari iş için gereksinimler açıklanır. Devamında, mimari işi etkileyen prensipler ve ilkeler tanımlar. Organizasyon için en uygun çerçeve belirlendikten sonra organizasyon içerisinde yer alan farklı yönetim çerçeveleri arasındaki ilişkiler kurulur. KM ekibinin ve organizasyonun KM yönetim yeteneğinin olgunluğu değerlendirilir (Rouvrais ve Petersen, 2024).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Hazırlık fazına girdi teşkil edebilecek unsurlar; tercih edilecek KM çerçevesi ve mimari yönetim metodolojisi, kurum vizyonu, misyonu, stratejisi, planları ve yol haritası, amaçları ve hedefleri gibi tetikleyici mimari bileşenler, kanun, yönetmelik, tüzük gibi ülkenin ve kurumun kural koyucu dokümanları, kurumun mimari yönetim yeteneğinin (mimari yönetim ekibinin durumu, mimari yönetim süreçlerinin ne seviyede formal ve kurumsal biçimde tanımlandığı ve dijital ortamda kullanılabilir olan KM yönetim araçlarının ve mimari kütüphanenin durumu) olgunluk seviyesi, kurumun anlaşmaları, sözleşmeleri, protokolleri ve paydaşları, eğer kullanılıyorsa mevcut mimari çerçevedir.

- Hazırlık fazının çıktıları ise; KM yönetimi için organizasyon modeli, konfigüre edilmiş mimari çerçeve ve yararlanılacak mimari yönetim metodolojisi, mimari yönetim prensipleri kataloğu, yeniden kullanılabilir ve modüler mimari bileşenleri havi mimari kütüphane, mimari iş için talep (request for architecture work), kurumun diğer yönetim mekanizmaları ile doğru iletişimi sağlayarak bütüncül bir entegrasyonu tesis edecek mimari yönetişim çerçevesidir.

5.2.2. II. Aşama: Mimari Vizyon

Her mimari geliştirme döngüsü Aşama A Mimari Vizyonun tanımlanması ile başlar. Aşama A'da atılan kavramsal ve üst seviye temel olmadan, kurumsal mimar, mimari projedeki zorlukları, kısıtlamaları, genel kapsamı, üst seviye ilişkileri ve ana paydaşları etkinlikle ele alamaz. Aşama, mimari kapsamın tanımlanması, paydaşların ve onların kaygılarının belirlenmesi ve üst düzey mimarilerin dayattığı kısıtlamaların kabul edilmesi gibi önemli faaliyetleri kapsayan Mimari İş Talebi (Request for Architecture Work) kavramıyla başlar ve sonucunda bu aşama, bir veya daha fazla potansiyel hedef mimarinin kısa bir özetini ihtiva eden bir mimari vizyonun oluşturulmasıyla sonuçlanır. Bu aday mimarilerden herhangi birinin, makul miktarda çabayla önemli bir iyileştirme potansiyeli gösterdiğine kanaat getirilirse, KM ekibi mimari geliştirme metodolojisi çerçevesinde mimari çalışmalara başlamak üzere ihtiyaç duyduğu yetki ve sorumluluklar ile görevlendirilir. Uygun bir mimari vizyonun olmayışının ya da ortaya koyulan mimari vizyonun kurum açısından katma değerli bir sonuca götürmeyeceğinin ilgili paydaşlar tarafından öngörülmesi durumunda mimari geliştirmeyi durdurma kararı çıkabilir (Allu, 2024).

Aşama A, TOGAF ADM'nin temel başlangıç fazını temsil etmekle birlikte mimari geliştirmenin kuruluşun hedefleri ve gereksinimleriyle uyumlu kalmasını döngünün başında sağlamayı amaçlar. Bu sebeple bu adımın titizlikle planlanması ve vizyonun doğru belirlenmesi müteakip aşamaların başarısını da önemli ölçüde belirler. Bu aşama ayrıca mimari yönetişimin de doğru tanımlanması maksadıyla vardır. Mimari geliştirme metodolojisinin kurum ihtiyaçları doğrultusunda özelleştirilmesi, mimari ekibin doğru şekilde teşkilatlanması ve çalışma usul esaslarının belirlenmesi, gerekli eğitimlerin önceden alınması, mimarinin geliştirilmesi maksadıyla kullanılacak yazılım araçlarına ve çıktı dokümanlarının formatına karar verilmesi bu aşamada gerçekleştirilir.

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Mimari vizyon fazı, hazırlık fazının çıktılarını girdi olarak kullanır.
- Mimari vizyon fazının çıktıları ise; paydaş haritası matrisi, mimari işin başlatılması için onay, iş beyanı/çalışma bildirimini (statement of work) onaylanması, mimari prensipler, mimari yetenek olgunluk değerlendirmesi neticesinde alınacak

aksiyonlar, paydaşlar ile iletişim planı, mimari vizyon, taslak ve düşük çözünürlükte mimari tanımlama dokümanı (architecture definition document), değer zinciri diyagramı ve çözüm konsept diyagramıdır.

5.2.3. III. Aşama: İş Mimarisi

Aşama B, kurum içerisindeki iş mimarisinin mevcut durumuna ve kurumsal hedefler ile mimari proje çerçevesinde iş mimarisinin iyileştirilmesine odaklanır. Bu aşama içerisinde tanımlanacak belli başlı hususlar: Kritik iş faaliyetleri, organizasyonel tasarım, teşkilat yapısı, organizasyon bünyesindeki kadrolar, roller ve profiller, ana süreçler, destek ve yönetsel süreçler, bilgi akışları, iş yetenekleri kırılımı ve stratejik iş planlamasını içerir. Belirlenecek bu yapıların özellikle kurum vizyonu, misyonu, değerleri, prensipleri ve ana görev fonksiyonları ile bire bir uyumlu olması mutlaka gözetilmesi gereken mimari prensiptir. Bu aşamada dünya çapında kendini kanıtlamış en iyi pratiklerden, kurumsallaşmış iş modellerinden, optimize edilmiş iş yeteneği haritalarından ve olgunlaşmış organizasyon modellerinden, hedef iş mimarisinin teşkili kapsamında faydalanılabilir. Bu aşamanın tam olarak anlaşılması, sağlam bir iş mimarisi oluşturmak için hayati öneme sahiptir (Setiawan ve diğ., 2024).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- İş mimarisi fazı, mimari vizyon fazının çıktılarını girdi olarak kullanır.
- İş mimarisi fazının çıktıları ise; iş beyanı/çalışma bildiriminde (statement of work) güncellemeler, onaylanmış tetikleyici bileşenler için katalog (amaçlar, hedefler, prensipler vb.), taslak mimari tanımlama dokümanında güncellemeler, iş katmanına ilişkin taslak mimari gereksinimler, mimari yol haritasının iş mimarisine ilişkin bölümü, organizasyon ve aktörler kataloğu, roller kataloğu, iş servisi ve fonksiyonlar kataloğu, lokasyonlar kataloğu, değer zinciri kataloğu, iş yetenekleri kataloğu, süreç/olay/karar noktası/çıktı kataloğu, sözleşme/metrikler kataloğu, iş etkileşim matrisi, strateji/yetenek matrisi, aktör/rol matrisi, değer zinciri/yetenek matrisi, yetenek/organizasyon birimi matrisi, kurumun amaçlarını, birimlerini, fonksiyonlarını, BT servislerini ve teknoloji bileşenlerini ilişkilendiren iş ayakizi diyagramı, iş servisi/bilgi diyagramı, fonksiyonel kırılım/çözümleme diyagramı, ürün yaşam döngüsü diyagramı, iş modeli diyagramı, iş

yeteneği haritası, değer zinciri haritası, organizasyon haritası, amaç/hedef/servis diyagramı, iş kullanım senaryosu diyagramı, organizasyon kırılım/çözümleme diyagramı, süreç akış diyagramı ve olay diyagramıdır.

5.2.4. IV. Aşama: Bilgi Sistemleri Mimarisi

Aşama B'de elde edilen öngörülere ve kurumun olgunlaşmış anlayışına, iş yapış biçimine ve kültürüne dayanarak, Aşama C'de bir sonraki kritik adım atılmaktadır (Izzattisselim ve Legowo, 2024)). Bu aşamada da bilgi sistemleri mimarisi, veri mimarisi ile birlikte uygulama mimarisini de içerecek şekilde modellenir.

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Bilgi sistem mimarisi fazı, iş mimarisi fazının çıktılarını girdi olarak kullanır.
- Bilgi sistem mimarisi fazının çıktıları ise; iş beyanı/çalışma bildiriminde (statement of work) güncellemeler, onaylanmış tetikleyici bileşenler için katalog (amaçlar, hedefler, prensipler vb.), taslak mimari tanımlama dokümanında güncellemeler, bilgi sistemleri mimarisine ilişkin taslak mimari gereksinimler, mimari yol haritasının veri mimarisine ve uygulama mimarisine ilişkin bölümü, veri mimarisi alanında sırasıyla veri nesnesi/veri bileşeni kataloğu, veri nesnesi/iş fonksiyonu kataloğu, uygulama/veri matrisi, kavramsal veri diyagramı, mantıksal veri diyagramı, veri nesnesi, iş servisi ve uygulama bileşeni arasındaki ilişkileri gösteren veri yayma (dissemination) diyagramı, veri güvenliği diyagramı, veri göçü diyagramı, veri yaşam döngüsü diyagramı, uygulama mimarisi alanında ise sırasıyla uygulama portföyü, arayüz kataloğu, uygulama/organizasyon matrisi, rol/uygulama matrisi, uygulama/fonksiyon matrisi, uygulama/arayüz matrisi, uygulama iletişim diyagramı, uygulama ve kullanıcı lokasyonu diyagramı, uygulama kullanım senaryosu diyagramı, bir uygulamanın diğer uygulama ve bir çözümün operasyonel yönetimini destekleyen teknoloji bileşenleri ile nasıl iletişime geçtiğini belirten kurumsal yönetilebilirlik diyagramı, süreç/uygulama gerçekleştirme diyagramı, yazılım mühendisliği diyagramı, uygulama göç diyagramı ve yazılım dağıtım diyagramıdır.

5.2.5. V. Aşama: Teknoloji Mimarisi

Bu aşama, teknoloji mimarisinin tanımlanmasına ve geliştirilmesine ayrılmıştır. Bakış açıları (viewpoints), farklı mimari görünüm (architectural views), referans modeller ve araçlar belirlendikten sonra temel teknoloji mimarisi oluşturulur, mimari proje kapsamında hedef (target) teknoloji mimarisi tanımlanır. Daha sonra temel ve hedef teknoloji mimarisi arasında yapılacak boşluk (gap) analizine istinaden, yol haritası ana hatları ile çizilir. Aşama B, C ve D sonucunda icra edilen analizler ve tanımlanan modeller kapsamında mimari tanım dokümanı oluşturulur (Öztürk ve diğ., 2022).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi amacıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Teknoloji mimarisi fazı, bilgi sistemleri mimarisi fazının çıktılarını girdi olarak kullanır.
- Teknoloji mimarisi fazının çıktıları ise; iş beyanı/çalışma bildiriminde (statement of work) güncellemeler, onaylanmış tetikleyici bileşenler için katalog (amaçlar, hedefler, prensipler vb.), taslak mimari tanımlama dokümanında güncellemeler, teknoloji mimarisine ilişkin taslak mimari gereksinimler, mimari yol haritasının teknoloji mimarisine ilişkin bölümü, teknoloji standartları kataloğu, teknoloji portföyü kataloğu, uygulama/teknoloji matrisi, platform kırılım/çözümleme diyagramı, işleme (processing) diyagramı, ağ işlem/donanım diyagramı, ağ ve iletişim diyagramıdır.

5.2.6. VI. Aşama: Fırsatlar ve Çözümler

Aşama E, aşama B, C ve D fazlarında icra edilen fark analizleri sonucu elde edilen boşluğun kapatılması için fırsatların belirlenmesini ve hem mevcut hem de önceki zorlukların ve sorunlu alanların iyileştirilmesi için en uygun mimari çözümlerin aranmasına odaklanır (Sukiman ve Zulganef, 2023). Bu aşama ayrıca tanımlanan fırsat ve çözümler ile hedef mimariye geçiş için değişiklik parametrelerinin belirlenmesini ve üst düzey projelerin değerlendirilmesini içerir. Önceki fazlarda mimari yapı taşı seviyesinde modeller mevcutken bu fazda çözüm yapıtaşları kullanılmaktadır.

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi amacıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Fırsatlar ve çözümler fazı, önceki fazların çıktılarını girdi olarak kullanır.

- Fırsatlar ve çözümler fazının çıktıları ise; geçiş mimarisi ve geçiş için kullanılacak mimari yol haritasıdır.

5.2.7. VII. Aşama: Göç Planlama

Sorunsuz bir geçiş sağlamak için iyi ve detaylı hazırlanmış bir geçiş planı şarttır. Bu aşama geçişte dikkate alınması gereken tüm kritik unsurları kapsar ve geçiş süresince tüm iş paketlerinin etkileşimlerini gözeterek öncül ardıl ilişkilerini tesis ederek göç uygulama planının ana hatlarını çizer. Bu aşamadaki önemli faaliyetler arasında maliyet değerlendirmesi, risk analizi, fayda analizi ve bağımlılıklar analizi yer almaktadır (Marpaung ve Faza, 2024).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Göç planlama girdi olarak fırsatlar ve çözümler fazının çıktıları kullanılır.
- Göç planlama fazının çıktıları ise; sıralı/ilişkili iş paketlerini ve kaynak planlamasını havi nihai ve detaylı mimari yol haritası, beraberinde ele alınacak alt projeler, yeniden geliştirme, modernizasyon, hazır çözüm satın alma ve yeni çözüm ile mevcut çözümün yer değiştirmesi gibi alınacak kararlar ve taslak uygulama yönetim modelidir.

5.2.8. VIII. Aşama: Uygulama Yönetişimi

Uygulama yönetim aşaması, mimari yol haritası ve uygulama planında belirtilen değişikliklerin uygulanmasına odaklanır. Aynı zamanda diğer uygulama projelerinden de katma değerli ve yeniden kullanılabilir bilgiler içermektedir. Etkin mimari uygulama yönetişimi, riskleri azaltırken projelerin başarıyla yönetilmesinde de önemli bir rol oynar (Marpaung ve Faza, 2024).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Uygulama yönetişimi girdi olarak göç planlama fazının çıktıları kullanılır.
- Uygulama yönetişimi fazı çıktıları ise; uygulama yönetim modeli, mimari uyumluluk analizleri, mimari ile uyumlu çözümler, değişim talepleridir (change requests).

5.2.9. IX. Aşama: Mimari Değişim Yönetimi

Mimari değişim yönetimi, hedef KM'nin beklenen faydalarının gerçekleşmesini sağlamak açısından hayati öneme sahiptir. Bu aşama, mimari gereksinim yönetimi süreciyle birlikte çalışarak ve sürekliliği sağlayarak temel mimari prensiplerle uyumluluğu gözetir (Hillmann ve diğ., 2024).

Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi maksadıyla faydalanılan girdiler ve çıktılar şu şekildedir:

- Mimari değişim yönetimi fazı girdi olarak, mimari prensipler, mimari çerçeve, mimari vizyon, mimari gereksinimler, mimari anlaşmalar, halihazır mimari modeller ve mimari kütüphaneyi kullanır.
- Mimari değişim yönetimi fazı çıktıları ise; güncel mimari uyumluluk değerlendirme modelleri, mimari çerçevede, prensiplerde, modellerde ve kütüphanede güncellemelerdir.

6. SONUÇLAR

Bu bölümde çalışmada elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Ayrıca çalışma hakkında öneriler verilmiştir.

6.1. AHP ve ELECTRE I Teknikleri İle Gerçekleştirilen Uygulama Sonuçları

Çalışmanın birinci bölümünde, dijital dönüşüm sürecine hazırlanan bir kurumun iş süreçleriyle uyumlu bir KM çerçevesinin seçimine yönelik metodolojik yaklaşım ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. DoDAF, Zachman, TOGAF ve FEAF gibi farklı KM çerçevelerinin yapısal özellikleri, sağladıkları avantajlar ve uygulama süreçlerinde karşılaşılan sorunlar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Ardından, KM çerçevesi seçim sürecinin bilimsel bir temele dayandırılması ve metodolojik bir doğrulukla gerçekleştirilmesi amacıyla ÇKKV yaklaşımlarından AHP ve ELECTRE I teknikleri açıklanmış ve karar verme aşamasında etkin bir şekilde uygulanmıştır. Karar sürecine etki edebilecek kriterler, kapsamlı bir literatür taramasının yanı sıra, ilgili kurumun ilgili birimlerinin görüşleri ve projede görev alan uzman ekiplerin katkılarıyla titizlikle belirlenmiştir.

Ankete katılan uzmanların sayısı 60 olup dijital dönüşüm projesi gerçekleştirilen kurum ile proje yüklenicisi olan bir savunma sanayii firmasında çalışan BT ve KM konusunda uzman/sertifikalı personellerden oluşmaktadır.

Daha sonra, bu ekipte bulunan uzmanlar, nasıl puanlama yapmaları gerektiğiyle ilgili bilgilendirilmiş ve kriterleri ikili olarak karşılaştırıp 1-9 arası bir puanlama gerçekleştirmeleri istenmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen sonuçlar kullanılarak AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. KM çerçeve seçimi için ilgili makalede bahsedilen “atıf yapılan yayım sayıları” ve “konu uzmanları” tarafından gerçekleştirilen anket taramasında seçilen kriterler; Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz, Yeterli KM Aracı Desteği ve Optimal Uyum olarak belirlenmiştir.

En iyi KM çerçevesinin belirlenmesi için AHP tekniği kullanmış ve alternatiflerin sırasıyla 3, 4 ve 5 kriteri karşılama ağırlıkları matrisi ile kriter ağırlıkları matrisi hesaplanarak sonuçları aşağıda verilmiştir.

Alternatiflerin 3 kriteri karşılama ağırlıklarına göre oluşturulmuş matris Tablo 6.1.'de verilmiş olup en uygununun %59,2 ile TOGAF çerçevesi olduğu görülmektedir.

Tablo 6.1. Üç kriter gere AHP değeriendirme sonucu

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	*	Kriter Ağırlıkları	=	AHP Sonucu
TOGAF	0,606	0,590	0,562		0,644		0,592
ZACHMAN	0,062	0,085	0,063		0,073		0,064
FEAF	0,254	0,272	0,308		0,283		0,271
DoDAF	0,077	0,053	0,067				0,072

Alternatiflerin 4 kriteri karşılama ağırlıklarına göre oluşturulmuş matris Tablo 6.2.'de verilmiş olup en uygununun %59,2 ile TOGAF çerçevesi olduğu görülmektedir.

Tablo 6.2. Dört kriter gere AHP değeriendirme sonucu

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	*	Kriter Ağırlıkları	=	AHP Sonucu
TOGAF	0,606	0,590	0,562	0,565		0,614		0,592
ZACHMAN	0,063	0,085	0,063	0,083		0,068		0,066
FEAF	0,254	0,272	0,308	0,272		0,251		0,270
DoDAF	0,077	0,053	0,067	0,081		0,068		0,072

Alternatiflerin 5 kriteri karşılama ağırlıklarına göre oluşturulmuş matris Tablo 6.3.'te verilmiş olup en uygununun %58,6 ile TOGAF çerçevesi olduğu görülmektedir.

Tablo 6.3. Beş kriter gere AHP değeriendirme sonucu

Karşılama Ağırlıkları	Sürekli İyileştirme	Etkili İletişim	Adım Adım Kılavuz	Yeterli KM Aracı Desteği	Optimum Uyum	*	Kriter Ağırlıkları	=	AHP Sonucu
TOGAF	0,606	0,590	0,562	0,565	0,606		0,422		0,586
ZACHMAN	0,063	0,085	0,063	0,083	0,062		0,045		0,067
FEAF	0,254	0,272	0,308	0,272	0,254		0,291		0,273
DoDAF	0,077	0,053	0,067	0,081	0,077		0,163		0,074
							0,079		

AHP ve ELECTRE I tekniklerinin uygulanması sonucunda elde edilen veriler Tablo 6.4.'te sunulmuş olup TOGAF çerçevesi, önceki çalışmalarla uyumlu olarak, anlaşılabilirliğinin yüksek olması ve uygulama sürecine yönelik net bir yol haritası sunması nedeniyle en uygun KM çerçevesi olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.4. Karşılaştırılmalı ÇKKVY sonuçları

KM Çerçeveleri	AHP Ağırlık	AHP Sıralama	ELECTRE I Net Uyum İndeksi	ELECTRE I Net Uyumsuzluk İndeksi	ELECTRE I Sıralama
TOGAF	0,592	1	3	-3	1
ZACHMAN	0,066	4	-2,728	2,89	4
FEAF	0,270	2	1	-1	2
DoDAF	0,072	3	-1,272	1,11	3

6.2. DEMATEL Tekniği İle Gerçekleştirilen Uygulama Sonuçları

ÇKKV süreçlerinde, karar kriterleri arasındaki ilişkileri analiz etmeye olanak tanıyan DEMATEL metodu kullanılarak, KM çerçevesi seçiminin bilimsel temellere dayandırılması ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla 19 kriter arasındaki karmaşık etkileşim yapısı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Kriterlerin karar üzerindeki etkisi, doğrudan tekil nedenselliklerden ziyade birbirine bağlı ve iç içe geçmiş ilişkilerden kaynaklandığında, DEMATEL yöntemi, hangi kriterlerin daha yüksek etkileme gücüne sahip olduğunu ve bu etkilerin hangi kriterler arasındaki etkileşimlerden doğduğunu sistematik bir şekilde ortaya koymaktadır.

Tablo 4.36.'da yer alan matriste, her bir satır ve sütunun toplamları ayrı ayrı hesaplanarak satır toplamları D ve sütun toplamları R değerleri elde edilmiştir. Elde edilen D ve R değerlerine dayanarak, D+R ve D-R hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. D, bir kriterin diğer tüm kriterler üzerindeki toplam etkisini ifade etmektedir. bir kriterin diğer tüm kriterlerden aldığı toplam etkiyi temsil etmektedir. (D+R), bir kriterin genel önem derecesini ifade ederken, (D-R) değeri, ilgili kriterin etki alan bir grup mu yoksa etki veren bir grup mu içinde yer aldığını göstermektedir.

Çalışma neticesinde kriterlerin birbirini etkileme durumları incelendiğinde Tablo 4.36.'da D-R'de pozitif değerlere sahip olan Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz

ve Yeterli KM Aracı Desteği etkisi kriterlerinin diğer kriterleri etkileyen konumda olduğu saptanmıştır. D-R’de negatif değerlere sahip olan Sürekli İyileştirme, Etkili İletişim, Adım Adım Kılavuz ve Yeterli KM Aracı Desteği kriterlerinin etkilenen konumda olduğu saptanmıştır. Bahse konu kriterlerin KM Çerçeve seçiminde en etkili dört kriter oldukları saptanmıştır.

6.3. Hayali İşletme Metamodeline Şebeke Teorisi Uygulanmasındaki Sonuçlar

Metot ve Yöntemler bölümünde şebeke optimizasyonundan kısaca bahsedilmiş ve bu disiplinin KM çerçevesinde kurumları modellemek maksadıyla kullanılan metamodel yaklaşımı ile benzerliklerine dikkat çekilmiştir.

Metamodelin, şebeke optimizasyonu çözüm yöntemleri ile analiz edilebilmesi için maliyetlendirilmesi maksadıyla bir yöntem önerilmiştir.

Daha sonra metamodelin analizinde yararlanılacak minimum yayılan ağaç ve en kısa yol problemleri açıklanmıştır.

Bir sonraki aşamada hayali bir işletme üretilmiş ve bu işletmenin kullanacağı metamodelin mimari yapıtaşları ve mimari yapıtaşları arasındaki ilişkiler, işletmenin özellikleri dikkate alınarak önerilen maliyetlendirme yöntemi ile maliyetlendirilmiştir.

Son aşamada ise en az maliyetli metamodel (minimum yayılan ağaç) kruskal algoritması ile bulunmuş ve ihtiyaçlar çerçevesinde ilave ilişkiler ise dijksrta algoritması ile metamodelle konumlandırılmıştır. Bulunan yeni metamodel yeniden yayılan ağaç formuna dönüştürülmek üzere oluşan döngüyü (gereksiz maliyetleri) yok ederek konfigüre edilmiştir.

Metamodel bir şekilde tüm kurumsal varlıkları birbiriyle ilişkilendirerek ve bu varlıkların etkileşimlerini gözeterek kurumun bütüncül bakış açısıyla yönetilmesine katkı sağlamaktadır. Bu sebeple de şebeke optimizasyonundaki minimum yayılan ağaç yaklaşımı toplam ilişkilendirme maliyetlerini minimize etmede faydalı olmuştur. Minimum maliyetli metamodel aynı zamanda dolaylı olarak KM çerçevesinin minimum maliyetle yönetilmesi anlamına gelmektedir.

Bir kurum içerisindeki metamodel ilk aşamalarda sürekli olarak güncellenmeyi gerektiren ve yaşayan bir mekanizmadır. Dolayısıyla son halini alana kadar ihtiyaçlar çerçevesinde

ilişkilendirmeler güncellenebilir. Bu bakış açısıyla kullanılmayan mimari yapıtaşları ve ilişkiler kaldırılabilir ya da katma değer yaratacağı düşünülen ilave yapıtaşları ve ilişkiler eklenebilir. Bu durumda da yeni ilişkilerin kurulmasında şebeke optimizasyonundaki en kısa yol yaklaşımı minimum maliyetle bu ilişkileri kurmada faydalı olmuştur.

6.4. BBH Uygulama Sonuçları

KM'lerini oluşturacak olan kurumlar için başlangıçta hazırlamak zorunda oldukları içerik metamodelini modellemek ve analiz etmek karmaşık bir işlemdir. Bu çalışmada, içerik metamodelini oluşturan kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler üzerine odaklanılmıştır. ÇKKVY ile farklı sayıda karar kriteri kullanılarak belirlenen KM çerçeveleri ile BBH kullanılarak oluşturulan kavramlar ve kavramlar arası ilişkilerin belirlenmesi için gerekli olan maliyet ve harcanacak insan gücü tahmini arasında bir ilişki tespit edilememiştir.

Metamodelin mimari yapıtaşları ve mimari yapıtaşları arasında yargıya dayalı olarak belirlenen ilişki katsayıları kurumun kurumsallığına, çalışanların bilgi ve tecrübesine, organizasyon yapısına, kurumun yönetim mekanizmasına, yönetim ve işletim mekanizması ile kurum tarafından kullanılan yazılım aracına bağlı olarak değişebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdallah, S., Galal-Edeen, G. H. (2006). Towards a framework for enterprise architecture frameworks comparison and selection.
- Akay, M., Tuş, A. (2022). Minimum Yayılan Ağaç (MYA) Problemi: Denizli İli Hafif Raylı Sistem Proje Önerisi için Minimum Mesafeli Hat Belirleme. *Demiryolu Mühendisliği*, (15), 111-124.
- Akinci, H. M., Yesil, E. (2013, November). Emotion modeling using fuzzy cognitive maps. *In 2013 IEEE 14th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)*, 49-55.
- Aladağ, Z., Avcı, S., Çelik, B., Alkan, A. (2017). Özel hastane seçim kriterlerinin analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmesi ve Kocaeli ili uygulaması. *In 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September 2017 (ISITES2017 Baku-Azerbaijan)*.
- Alamri, S., Abdullah, M., Albar, A. (2018). Enterprise architecture adoption for higher education institutions. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, 19(5), 16-1.
- AlKharbush, M. M. S., Mahmoud, M. H. Z., Bakar, N. A. A. (2023). A Review of Enterprise Architecture for Strategic Performance Management in the Transportation Sector Digital Transformation. *Open International Journal of Informatics*, 11(1), 74-87.
- Allu, U. (2024). The Strategic Role of Enterprise Architecture in Facilitating Digital Transformation and Collaboration in US Federal Agencies.
- Alwadain, A., Fielt, E., Korthaus, A., Rosemann, M. (2016). Empirical insights into the development of a service-oriented enterprise architecture. *Data & Knowledge Engineering*, 105, 39-52.
- Amanda, D., Hindarto, D., Indrajit, E., Dazki, E. (2023). Proposed use of TOGAF-Based Enterprise Architecture in Drinking Water Companies. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 7(3), 1265-1277.
- Amissah, M., Handley, H. A. (2016). A process for DoDAF based systems architecting. *In 2016 Annual IEEE Systems Conference (SysCon)*, 1-7,
- Armour, F., Kaisler, S., Bitner, J. (2007). Enterprise architecture: Challenges and implementations. *In 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, 217-217.
- Arsu, T., Özdemir, A. (2019). Hedef programlama ve analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ile yeniden üretim sistemlerinin stok kontrolünün incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(4), 1230-1245.

- Arslan, H. M., Uysal, H. T. (2017). ELECTRE I Yöntemi İle En Uygun Tedarikçinin Belirlenmesi: Ahşap Sektörü Uygulaması. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 44-57.
- Arzimi, I. M., Bakar, N. A. A., Mahrin, M. N. R., Kama, M. N., Hussein, S. S. (2021, February). An Integrated Metamodel for Enterprise Architecture using Open Government Data Approach: A Conceptual Framework. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1077, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.
- Arman, K., Tuş, A. (2022). Bir Lojistik Firmasının En Kısa Yol Problemine Düğüm Kombinasyonu Algoritmasının Uygulanması. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(2), 289-302.
- Asan, U., Kutlu, A. C., Kadaifci, C. (2011). Analysis of critical factors in energy service contracting using fuzzy cognitive mapping. In *Proceedings of The 41st International Conference on Computers and Industrial Engineering*.
- Aslan, A., Hüseyinoğlu, M., Budak, C. (2023). İşe alım süreçlerinde aşamalı olarak TOPSIS ve VIKOR yöntemleri uygulanarak iş gören seçimi yapılması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 14(1), 113-122.
- Aswar, N. F., Alam, A. R. P., Isma, A., Balo, M. R. I. (2023). Enterprise architecture planning design using zachman framework on TIX. ID application. *Indonesian Journal of Enterprise Architecture*, 1(1), 39-44.
- Axelrod, R. (Ed.). (2015). Structure of decision: The cognitive maps of political elites. *Princeton university press*.
- Bastidas, V., Reyhav, I., Helfert, M. (2023). Design principles for strategic alignment in smart city enterprise architectures (SCEA). *Procedia Computer Science*, 219, 848-855.
- Baş, K., Azkeskin, S. A., Aladağ, Z. (2022). Türkiye’de Turistik Bir İldeki Otellerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sıralanması. *Journal of Applied Tourism Research*, 3(2), 191-208.
- Başdar, C. (2018). TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile finansal performansın sıralanması: BIST bilişim sektörü uygulaması.
- Bayram, A., Almalı, M. N., Al-Naqshbandı, F. M. (2023). Bir insansız kara aracının model öngörü kontrol metodu ile GPS tabanlı yol takibi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 38(1), 345-356.
- Bellman, B., Rausch, F. (2004). Enterprise architecture for e-government. In *International Conference on Electronic Government*, 48-56.

- Berouaga, Y., El Msiyah, C., Madkour, J. (2023). Portfolio optimization using minimum spanning tree model in the Moroccan stock exchange market. *International Journal of Financial Studies*, 11(2), 53.
- Bi, J., Zhou, Y., Tang, Z., Luo, Q. (2022). Artificial electric field algorithm with inertia and repulsion for spherical minimum spanning tree. *Applied Intelligence*, 1-20.
- Boruvka, O. (1926). Contribution to the solution of a problem of economical construction of electrical networks. *Elektronický Obzor*, 15, 153-154.
- Bui, Q. (2017). Evaluating enterprise architecture frameworks using essential elements. *Communications of the association for information systems*, 41(1), 6.
- Bukhori, A. S., Kurniastuti, I., Yudianto, F., Susanto, F. A. (2024). An Enterprise Architecture Planning for Tour and Travel Company Using TOGAF ADM. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(5), e05637-e05637.
- Cengiz, D. (2012). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine karşılaştırmalı analiz. (Yüksek Lisans Tezi), İstatistik Anabilim Dalı, İstatistik Program, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Chakraborty, S., Chatterjee, P., Das, P. P. (2024). Analytic Hierarchy Process (Ahp). In *Multi-Criteria Decision-Making Methods in Manufacturing Environments. Apple Academic Press.*, 23-38.
- Chen, C. A. (2012). Using DEMATEL method for medical tourism development in Taiwan. *American Journal of Tourism Research*, 1(1), 26-32.
- Dam, S. H. (2015). DoD architecture framework 2.0: A guide to applying systems engineering to develop integrated, executable architectures. *SPEC Innovations*.
- Demirkol, Ö., Demirkol, A. (2003). Dijkstra Ve Bellman-Ford En Kısa Yol Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Sakarya University Journal of Science*, 7(3), 55-62.
- Denizhan, B., Yalçın, A. Y., Berber, Ş. (2017). Analitik hiyerarşi proses ve bulanık analitik hiyerarşi proses yöntemleri kullanılarak yeşil tedarikçi seçimi uygulaması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78.
- Espadas, J., Romero, D., Concha, D., Molina, A. (2008). Using the zachman framework to achieve enterprise integration based-on business process driven modelling. In *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008 Workshops: OTM Confederated International Workshops and Posters, ADI, AWeSoMe, COMBEK, EI2N, IWSSA, MONET, OnToContent+ QSI, ORM, PerSys, RDDS, SEMELS, and SWWS 2008, Monterrey, Mexico, November 9-14, 2008.*, 283-293.

- Fasanghari, M., Amalnick, M. S., Anvari, R. T., Razmi, J. (2015). A novel credibility-based group decision making method for Enterprise Architecture scenario analysis using Data Envelopment Analysis. *Applied Soft Computing*, 32, 347-368.
- Floyd, R. W. (1962). Algorithm 97: shortest path. *Communications of the ACM*, 5(6), 345-345.
- Fontela, E., Gabus, A. (1974). Events and economic forecasting models. *Futures*, 6(4), 329-333.
- Ford, L. R., Fulkerson, D. R. (1962). Flows in networks princeton university press. *Princeton, New Jersey*, 276, 22.
- Gołabeska, E. (2018). The DEMATEL method in the analysis of the residential real estate market in Bialystok. *Real Estate Management and Valuation*, 26(1), 16-25.
- Gorkhali, A., Xu, L. D. (2017). Enterprise architecture: a literature review. *Journal of Industrial Integration and Management*, 2(02), 1750009.
- Gökdağ, Z. H., Cebeci, S. AN EXACT SOLUTION FOR REAL-LIFE TRANSSHIPMENT PATH PROBLEM. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 33-42.
- Gümüş, C. (2018). Kurumsal mimari çerçeve yönetimi'nin verimliliğe etkisi: Bankacılık sektöründe uygulamalı bir araştırma. *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*.
- Gürsoy, H., Duman, E. (2022). İki Kriterli En Kısa Yol Problemi Ve Bir Uygulaması. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(2), 1373-1389.
- Haghighathoseini, A., Bobarshad, H., Saghafi, F., Rezaei, M. S., Bagherzadeh, N. (2018). Hospital enterprise architecture framework (study of Iranian university hospital organization). *International journal of medical informatics*, 114, 88-100.
- Hillmann, P., Kessler, M., Diana, S., Goran, M., Andreas, K. (2024). Enterprise Architecture Governance of Excellence. *In International Conference on Enterprise Information Systems*.
- Hinkelmann, K., Gerber, A., Karagiannis, D., Thoenssen, B., Van der Merwe, A., Woitsch, R. (2016). A new paradigm for the continuous alignment of business and IT: Combining enterprise architecture modelling and enterprise ontology. *Computers in Industry*, 79, 77-86.
- Hsiung, C. H., Chen, H. J., Tu, S. W., Ho, Y. C. (2020). How the Federal Enterprise Architecture Framework (FEAF) Supports Government Digital Transformation.
- Irawan, B. H., Prihadi, D., Rahmatika, D. N., Nugroho, C., Waskita, J. (2024). Application Development Model E-Commerce in Traditional Markets Using the

TOGAF Framework. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 8(3), 1253-1259.

- Izzattisselim, F., Legowo, N. (2024). Integrated Operational System Enterprise Architecture Designing Using TOGAF-ADM Method Case Study at PT. XYZ (Construction Company). *Eduvest-Journal of Universal Studies*, 4(1), 310-341.
- Jalaliniya, S., Fakhredin, F. (2011). Enterprise Architecture and Security Architecture Development.
- Jallow, A. K., Demian, P., Anumba, C. J., Baldwin, A. N. (2017). An enterprise architecture framework for electronic requirements information management. *International journal of information management*, 37(5), 455-472.
- Jeston, J. (2014). Business process management: practical guidelines to successful implementations. *Routledge*.
- Kannisto, P., Supponen, A., Repo, S., Hästbacka, D. (2023). Electricity System Built on Cyber-physical Enterprises: Architecture Analysis. *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 8197-8202.
- Kaupila, E. (2023). The Role of Enterprise Architecture in Strategy Work.
- Kecek, G., Yüksel, R. (2016). Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) Ve Promethee Teknikleriyle Akıllı Telefon Seçimi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (49), 46-62.
- Keleş, M. K. (2019). Entropi Temelli ELECTRE III Yöntemi İle B Segmenti Otomobil Markalarının Sıralanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 29-50.
- Khan, M. S., Quaddus, M. (2004). Group decision support using fuzzy cognitive maps for causal reasoning. *Group Decision and Negotiation*, 13, 463-480.
- Khoa, B. T., Huynh, T. T., Truong, V. D. N., Khanh, T. (2023). Minimal Spanning Tree application to determine market correlation structure. *HO CHI MINH CITY OPEN UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE-ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, 13(1), 64-71.
- Kiraz, A., Canpolat, O., Erkan, E. F., Uygun, Ö. (2019). IMPULS kriterleri ile Endüstri 4.0 eğiliminin değerlendirilmesi: bir bulanık bilişsel harita uygulaması. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 7(1), 14-23.
- Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International journal of man-machine studies*, 24(1), 65-75.
- Kosko, B. (1992). Neural networks and fuzzy systems: a dynamical systems approach to machine intelligence. Prentice-Hall, Inc.

- Kotusev, S., Kurnia, S. (2021). The theoretical basis of enterprise architecture: A critical review and taxonomy of relevant theories. *Journal of Information Technology*, 36(3), 275-315.
- Kruskal, J. B. (1956). On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem. *Proceedings of the American Mathematical society*, 7(1), 48-50.
- Kwartnik-Pruc, A., Ginda, G., Trembecka, A. (2022). Using the DEMATEL method to identify impediments to the process of determining compensation for expropriated properties. *Land*, 11(5), 693.
- Lei, D. D., Gorp, D. P. V., Angelov, D. S. (2011). TOGAF based EA maturity assessment instrument design and validation.
- Li, Y., Chu, T., Liu, Y., Zhang, H., Dong, F., Gai, Q., Xie, H. (2023). Classification of major depression disorder via using minimum spanning tree of individual high-order morphological brain network. *Journal of Affective Disorders*, 323, 10-20.
- Marpaung, A. N., Faza, A. (2024). Bridging the ICT Gap: TOGAF ADM's Role in Modernizing Educational Institutions. *International Journal of Informatics, Information System and Computer Engineering (INJIISCOM)*, 5(1), 31-42.
- Matthes, D. (2011). *Enterprise Architecture Frameworks Kompendium: Über 50 Rahmenwerke für das IT-Management*. Springer-Verlag.
- McCarthy, R. V. (2006). Toward a unified enterprise architecture framework: An analytical evaluation. *Issues in Information Systems*, 7(2), 14-17.
- Meneses-Ortegón, J. P., Gonzalez, R. A. (2016, November). Knowledge Management Framework for Early Phases in TOGAF-based Enterprise Architecture. *In KMIS*, 31-40.
- Miranda, G. M., Almeida, J. P. A., Azevedo, C. L., Guizzardi, G. (2016). An Ontological Analysis of Capability Modeling in Defense Enterprise Architecture Frameworks. *In ONTOBRAS*, 11-22.
- Nilashi, M., Zakaria, R., Ibrahim, O., Majid, M. Z. A., Zin, R. M., Farahmand, M. (2015). MCPCM: a DEMATEL-ANP-based multi-criteria decision-making approach to evaluate the critical success factors in construction projects. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40, 343-361.
- Nordström, M. (2022). Tracing the theoretical roots from the four-layer architecture when establishing an IT governance structure in line with the pm3 framework.
- Nyale, D., Karume, S. (2023). Examining the Synergies and Differences Between Enterprise Architecture Frameworks: A Comparative Review.

- Özcan, B., Asker, C. (2023). Personel Atama Problemi İçin Çok Kriterli ve Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleri ile Hibrit Bir Model Önerisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 415-428.
- Özmen, E. P., Demir, B. (2023). The analysis of risk assessment for the transmission of COVID-19 by using PROMETHEE and ELECTRE methods. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 41(2), 232-242.
- Öztürk, S. K., Medeni, İ. T., Medeni, T. D., Güzel, M. S. Kurumsal Mimari Güvenlik Referans Mimari Modellerinin İncelenmesi. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 166-188.
- Papageorgiou, E. I., Markinos, A. T., Gemtos, T. A. (2011). Fuzzy cognitive map based approach for predicting yield in cotton crop production as a basis for decision support system in precision agriculture application. *Applied Soft Computing*, 11(4), 3643-3657.
- Pelliccione, P., Knauss, E., Heldal, R., Ågren, S. M., Mallozzi, P., Alminger, A., Borgentun, D. (2017). Automotive architecture framework: The experience of volvo cars. *Journal of systems architecture*, 77, 83-100.
- Perez-Castillo, R., Ruiz, F., Piattini, M., Ebert, C. (2019). Enterprise architecture. *IEEE software*, 36(4), 12-19.
- Pinto, B. M., Ferreira, F. A., Spahr, R. W., Sunderman, M. A., Pereira, L. F. (2023). Analyzing causes of urban blight using cognitive mapping and DEMATEL. *Annals of operations research*, 325(2), 1083-1110.
- Pop, P. C. (2020). The generalized minimum spanning tree problem: An overview of formulations, solution procedures and latest advances. *European Journal of Operational Research*, 283(1), 1-15.
- Prim, R. C. (1957). Shortest connection networks and some generalizations. *The Bell System Technical Journal*, 36(6), 1389-1401.
- Rouhani, B. D., Mahrin, M. N. R., Nikpay, F., Ahmad, R. B., Nikfard, P. (2015). A systematic literature review on Enterprise Architecture Implementation Methodologies. *Information and Software Technology*, 62, 1-20.
- Rouvrais, S., Petersen, S. A. (2024, April). An Architecture Framework for Higher Education. In *ICEIS 2024: 26th International Conference on Enterprise Information Systems (Vol.2)*, 739-747.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process - what it is and how it is used. *Mathematical modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Samariya, D., Thakkar, A. (2023). A comprehensive survey of anomaly detection algorithms. *Annals of Data Science*, 10(3), 829-850.

- Setiawan, H. A., Alisyahbana, A. N. Q. A., Vandika, A. Y., Nugroho, B. P., Asri, I. (2024). Enterprise Architecture Design Using TOGAF Adm at PT. Industri Telekomunikasi Indonesia. *Indonesian Journal of Enterprise Architecture*, 1(2), 77-87.
- Shanks, G., Gloet, M., Someh, I. A., Frampton, K., Tamm, T. (2018). Achieving benefits with enterprise architecture. *The Journal of Strategic Information Systems*, 27(2), 139-156.
- Shirazi, H., Zahedian, A. (2009). A uniform method for evaluating the products of DoDAF architecture framework. *MASAUM Journal of Computing*, 1(3), 392-397.
- Si, S. L., You, X. Y., Liu, H. C., Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: a systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical problems in Engineering*, 2018(1), 3696457.
- Sowa, J. F., Zachman, J. A. (1992). Extending and formalizing the framework for information systems architecture. *IBM systems journal*, 31(3), 590-616.
- Stach, W., Kurgan, L., Pedrycz, W., Reformat, M. (2005). Genetic learning of fuzzy cognitive maps. *Fuzzy sets and systems*, 153(3), 371-401.
- Sukiman, S., Zulganef, Z. (2023). Designing Enterprise Architecture Using TOGAF Architecture Development Model (Case Study: BLC Course Institutions). *International Journal of Ethno-Sciences and Education Research*, 3(1), 21-29.
- Şahin, A. (2016). Time Series Forecasting Via Computational Intelligence Methods. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Taherdoost, H., Madanchian, M. (2023). A Comprehensive Overview of the ELECTRE Method in Multi-Criteria Decision-Making. *Taherdoost, H., Madanchian, M*, 5-16.
- Tavana, M., Soltanifar, M., Santos-Arteaga, F. J. (2023). Analytical hierarchy process: Revolution and evolution. *Annals of operations research*, 326(2), 879-907.
- Timor, M. (2011). Analitik hiyerarşi prosesi. Türkmen Kitabevi.
- Tiwari, A., Singh, S., Routroy, S., Gopinath, A., Sahu, P. K. (2024). Analysing critical risk factors of Indian road construction projects: a fuzzy DEMATEL approach. *International Journal of Construction Management*, 1-12.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological review*, 55(4), 189.
- Triantaphyllou, E., Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods, *Springer Us.*, 5-21.

- Tsadiras, A. K., Margaritis, K. G. (1997). Cognitive mapping and certainty neuron fuzzy cognitive maps. *Information Sciences*, 101(1-2), 109-130.
- Tsadiras, A. K. (2008). Comparing the inference capabilities of binary, trivalent and sigmoid fuzzy cognitive maps. *Information Sciences*, 178(20), 3880-3894.
- Tsai, W. H., Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert systems with applications*, 36(2), 1444-1458.
- Urbaczewski, L., Mrdalj, S. (2006). A comparison of enterprise architecture frameworks. *Issues in information systems*, 7(2), 18-23.
- URL-1: https://dodcio.defense.gov/Library/DoD-Architecture-Framework/dodaf20_viewpoints/, (Ziyaret tarihi: 31 Mart 2024).
- Van de Wetering, R., Kurnia, S., Kotusev, S. (2021). The role of enterprise architecture for digital transformations. *Sustainability*, 13(4), 2237.
- Vargas, A., Boza, A., Patel, S., Patel, D., Cuenca, L., Ortiz, A. (2016). Inter-enterprise architecture as a tool to empower decision-making in hierarchical collaborative production planning. *Data & Knowledge Engineering*, 105, 5-22.
- Wedha, B. Y., Hindarto, D. (2024). Optimizing Transportation Services: Using TOGAF for Efficiency and Quality. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 6(1), 260-269.
- Yıldırım, B. F., Önder, E., Turan, G. (2015). Operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri. *Dora Yayıncılık*, 2, 15.
- Yudhistira, A., Fajar, A. N. (2024). Integrating TOGAF and Big Data for Digital Transformation: Case Study on the Lending Industry. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 8(2), 1215-1225.
- Zachman, J. A. (2003). The zachman framework for enterprise architecture. *Primer for Enterprise Engineering and Manufacturing.[si]: Zachman International*.
- Zemmouchi-Ghomari, L., Akbi, L., Cherif, Y. T., Ghomari, A. R. (2024). Assessing the Need to Implement Industry 4.0 Technologies with TOGAF. *Recent Research Reviews Journal*, 3(1), 34-55.
- Zhou, Z., Zhi, Q., Morisaki, S., Yamamoto, S. (2020). A systematic literature review on enterprise architecture visualization methodologies. *IEEE Access*, 8, 96404-96427.
- Zeigler, B. P., Mittal, S. (2005, October). Enhancing DoDAF with a DEVS-based system lifecycle development process. *In 2005 IEEE international conference on systems, man and cybernetics (Vol. 4)*, 3244-3251.

Zengin, Z. H., Bayarçelik, E. B., Apak, S. (2024). Gıda Sektöründe Yalın Tedarik Zinciri Yönetimi ile Tedarik Zinciri Yönetimi Arasında Performans Değerlendirmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 19(73), 40-61.



KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Çelebi, A., Taşyapı, A., Özer, S., **Şahintürk, L.** & Ertürk, S., (2003). Etiketleme Tabanlı Taşıt Plakası Tanıma Sistemi. *Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SİU 2003 Koç Üniversitesi)*, 11, 375-378

Şahintürk, L., Fıglalı, N., Aladağ, Z., & Denizhan, B. (2024) AHP ve ELECTRE I Yöntemleri ile Kurumsal Mimari Çerçeve Seçimi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 8(1), 15-40.

Şahintürk, L., Özcan, B. (2017). The comparison of hypothesis tests determining normality and similarity of samples. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 13(2), 21-36.



ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini çeşitli şehirlerde tamamladıktan sonra 1987 yılında Deniz Lisesi'ne başladı. Lisans öğrenimini Deniz Harp Okulu Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünde tamamlayarak, 1995 yılında mezun oldu. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na ait çeşitli gemilerde görev yaptıktan sonra 1998-1999 yılları arasında Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde 10 aylık hızlandırılmış eğitim aldı. Müteakiben Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'nın çeşitli birimlerinde bilgi sistem kadrolarında görev yaptı. 2008-2010 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2015 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Doktora öğrenimine Bilimsel Hazırlık aşaması ile başlamış olup halen çalışmalarına devam etmektedir. 2023 yılında Deniz Kuvvetleri'nden emekli olarak hâlihazırda Polis Bakım ve Yardım Sandığı'nda BT Direktörü olarak çalışmaya devam etmektedir.