



**İSTANBUL
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN
BİR RİSK YÖNETİM MODELİ**

**İnş. Yük. Müh. E. Erhan GÜRER
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI**

Haziran, 2008

İSTANBUL



**İSTANBUL
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN
BİR RİSK YÖNETİM MODELİ**

**İnş. Yük. Müh. E. Erhan GÜRER
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI**

Haziran, 2008

İSTANBUL

Bu çalışma 04/08/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Ekrem MANİSALI
Öztorun
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Namık Kemal
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Ahmet SERTBAŐ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Fakültesi

Prof. Dr. Tuncer ÇELİK
Beykent Üniversitesi
Mühensiklik – Mimarlık

Prof. Dr. Muhittin ŐİMŐEK
Marmara Üniversitesi
Teknik Eğıtim Fakültesi

ÖNSÖZ

Doktora öğrenimim ilk günlerinde değerli hocam Prof. Dr. Ekrem MANİSALI, bu sürecin, yalnızca aday tezi konusunda zorlu bir çalışma yaparak derin bir bilgi birikimiyle onu diğerlerinden çok üstün bir uzmanlığa sahip kılan zorlu bir akademik gelişim değil aynı zamanda ve daha önemlisi çok yönlü bir kültür kazanımı ve engin bir hayat deneyimi olduğunu söylemişti.

Hayatımın en zorlu dönemi de diyebilceğim bu süreçte, benden destek ve yardımını esirgemeyen başta kıymetli hocama ve aileme içtenlikle teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Haziran, 2008

Ercan Erhan GÜRER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
TABLO LİSTESİ	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. RİSK	5
2.2. BELİRSİZLİK	6
2.3. RİSK YÖNETİMİ	7
3. MALZEME VE YÖNTEM	22
3.1. İNŞAAT RİSK YÖNETİMİNDE BULANIK YAKLAŞIM	
3.2. BULANIKLIK	27
3.3. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ	31
3.2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE TOPSİS	37
4. MODELİN GELİŞTİRİLMESİ	42
4.1. ANA KRİTERLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	46
4.2. UYGULAMA	57
4.3. SONUÇ VE TARTIŞMA	90
5. KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ	

SEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Olasılık/Etki.....	9
Şekil 3.1	: Bulanık Üyelik Dereceleri.....	28
Şekil 3.2	: Bulanık Dönüşüm.....	30
Şekil 4.1	: Model Akış Diyagramı.....	43
Şekil 4.2	: Risk Döküm Şeması.....	44
Şekil 4.3	: Hiyerarşik Yapı.....	45

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: RY Modelleri.....	20
Tablo 3.1	: AHP Esas Ölçeği.....	34
Tablo 3.2	: Rassallık İndeksi.....	37
Tablo 3.3	: Bulanık AHP Ölçeği.....	39
Tablo 4.1	: Grupların (Anakriterlerin) Klasik İkili Karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.2	: Grupların (Anakriterlerin) Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.3	: Ülke Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.4	: Ülke Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	49
Tablo 4.5	: Yasa-Yönetmelik Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	49
Tablo 4.6	: Yasa-Yönetmelik Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	49
Tablo 4.7	: Sektör Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.8	: Sektör Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.9	: Müteahhid-Firma Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.10	: Müteahhid-Firma Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	50
Tablo 4.11	: Proje Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	51
Tablo 4.12	: Proje Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	51
Tablo 4.13	: Proje Kapsamı Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	51
Tablo 4.14	: Proje Kapsamı Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	51
Tablo 4.15	: Teknik Proje Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.16	: Teknik Proje Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.17	: Proje Yönetimi Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.18	: Proje Yönetimi Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.19	: Organizasyon Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.20	: Organizasyon Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.21	: Kontrol Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.22	: Kontrol Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.23	: Yer-Arazi Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.24	: Yer-Arazi Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.25	: Yerel Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	55
Tablo 4.26	: Yerel Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	55
Tablo 4.27	: Sağlık/Güvenlik/Çevre Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	55
Tablo 4.28	: Sağlık/Güvenlik/Çevre Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.29	: Pazar Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.30	: Pazar Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.31	: Projelerin Hükümet Politikasına Göre Klasik Karşılaştırması.....	58
Tablo 4.32	: Projelerin Hükümet Politikasına Göre Bulanık Karşılaştırması.....	58
Tablo 4.33	: Projelerin Politik İstikrarsızlığa Göre Klasik Karşılaştırması.....	58
Tablo 4.34	: Projelerin Politik İstikrarsızlığa Göre Bulanık Karşılaştırması.....	59
Tablo 4.35	: Projelerin Yolsuzluğa Göre Klasik Karşılaştırması.....	59
Tablo 4.36	: Projelerin Yolsuzluğa Göre Bulanık Karşılaştırması.....	59

Tablo 4.37	: Projelerin Onay-İzine Göre Klasik Karşılaştırması	60
Tablo 4.38	: Projelerin Onay-İzine Göre Klasik Karşılaştırması	60
Tablo 4.39	: Projelerin Yasal Değişikliklere Göre Klasik Karşılaştırması	60
Tablo 4.40	: Projelerin Yasal Değişikliklere Göre Bulanık Karşılaştırması	60
Tablo 4.41	: Projelerin Çevre Korumaya Göre Klasik Karşılaştırması.....	61
Tablo 4.42	: Projelerin Çevre Korumaya Göre Bulanık Karşılaştırması.....	61
Tablo 4.43	: Projelerin İş Sahibi Devlete Göre Klasik Karşılaştırması.....	61
Tablo 4.44	: Projelerin İş Sahibi Devlete Göre Bulanık Karşılaştırması	61
Tablo 4.45	: Projelerin İş Sahibi Özele Göre Klasik Karşılaştırması.....	62
Tablo 4.46	: Projelerin İş Sahibi Özele Göre Bulanık Karşılaştırması.....	62
Tablo 4.47	: Projelerin Kaynak Teminine Göre Klasik Karşılaştırması	62
Tablo 4.48	: Projelerin Kaynak Teminine Göre Bulanık Karşılaştırması	62
Tablo 4.49	: Projelerin Kaynak Fiyatına Göre Klasik Karşılaştırması.....	63
Tablo 4.50	: Projelerin Kaynak Fiyatına Göre Bulanık Karşılaştırması	63
Tablo 4.51	: Projelerin İhale Rekabetine Göre Klasik Karşılaştırması	63
Tablo 4.52	: Projelerin İhale Rekabetine Göre Bulanık Karşılaştırması.....	63
Tablo 4.53	: Projelerin Firma Hukuki Duruma Göre Klasik Karşılaştırması.....	64
Tablo 4.54	: Projelerin Firma Hukuki Duruma Göre Bulanık Karşılaştırması	64
Tablo 4.55	: Projelerin Firma Finansına Göre Klasik Karşılaştırması	64
Tablo 4.56	: Projelerin Firma Finansına Göre Bulanık Karşılaştırması.....	64
Tablo 4.57	: Projelerin İhale Türüne Göre Klasik Karşılaştırması.....	65
Tablo 4.58	: Projelerin İhale Türüne Göre Bulanık Karşılaştırması	65
Tablo 4.59	: Projelerin Eldeki İşler Göre Klasik Karşılaştırması.....	65
Tablo 4.60	: Projelerin Eldeki İşler Göre Bulanık Karşılaştırması	65
Tablo 4.61	: Projelerin Benzer İş Deneyimine Göre Klasik Karşılaştırması	66
Tablo 4.62	: Projelerin Benzer İş Deneyimine Göre Bulanık Karşılaştırması	66
Tablo 4.63	: Projelerin Benzer Proje Büyüklüğüne Göre Klasik Karşılaştırması.....	66
Tablo 4.64	: Projelerin Benzer Proje Büyüklüğüne Göre Bulanık Karşılaştırması... 66	
Tablo 4.65	: Projelerin Benzer Proje Karmaşıklığına Göre Klasik Karşılaştırması.. 67	
Tablo 4.66	: Projelerin Benzer Proje Karmaşıklığına Göre Bulanık Karşılaştırması 67	
Tablo 4.67	: Projelerin Türünün İlk Örneği Olmasına Göre Klasik Karşılaştırması 67	
Tablo 4.68	: Projelerin Türünün İlk Örneği Olmasına Göre Bulanık Karşılaştırması67	
Tablo 4.69	: Projelerin Teknolojik Özelliklerine Göre Klasik Karşılaştırması..... 68	
Tablo 4.70	: Projelerin Teknolojik Özelliklerine Göre Bulanık Karşılaştırması..... 68	
Tablo 4.71	: Projelerin Güvenlik-Emniyete Göre Klasik Karşılaştırması..... 68	
Tablo 4.72	: Projelerin Güvenlik-Emniyete Göre Bulanık Karşılaştırması	68
Tablo 4.73	: Projelerin Bakım-Onarıma Göre Klasik Karşılaştırması	69
Tablo 4.74	: Projelerin Bakım-Onarıma Göre Bulanık Karşılaştırması..... 69	
Tablo 4.75	: Projelerin Fiziki Zorluklara Göre Klasik Karşılaştırması	69
Tablo 4.76	: Projelerin Fiziki Zorluklara Göre Bulanık Karşılaştırması..... 69	
Tablo 4.77	: Projelerin Hedef Tespitine Göre Klasik Karşılaştırması..... 70	
Tablo 4.78	: Projelerin Hedef Tespitine Göre Bulanık Karşılaştırması	70
Tablo 4.79	: Projelerin Hedef Öncelik Belirlemeye Göre Klasik Karşılaştırması 70	
Tablo 4.80	: Projelerin Hedef Öncelik Belirlemeye Göre Bulanık Karşılaştırması.. 70	
Tablo 4.81	: Projelerin Çalışanlara Göre Klasik Karşılaştırması	71
Tablo 4.82	: Projelerin Çalışanlara Göre Bulanık Karşılaştırması	71
Tablo 4.83	: Projelerin Organizasyon Çatısına Göre Klasik Karşılaştırması..... 71	
Tablo 4.84	: Projelerin Organizasyon Çatısına Göre Bulanık Karşılaştırması..... 71	
Tablo 4.85	: Projelerin Koordinasyona Göre Klasik Karşılaştırması..... 72	

Tablo 4.86 : Projelerin Koordinasyona Göre Bulanık Karşılaştırması.....	72
Tablo 4.87 : Projelerin İletişime Göre Klasik Karşılaştırması	72
Tablo 4.88 : Projelerin İletişime Göre Bulanık Karşılaştırması	72
Tablo 4.89 : Projelerin Moral-Motivasyona Göre Klasik Karşılaştırması	73
Tablo 4.90 : Projelerin Moral-Motivasyona Göre Bulanık Karşılaştırması	73
Tablo 4.91 : Projelerin Süre Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması.....	73
Tablo 4.92 : Projelerin Süre Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması	73
Tablo 4.93 : Projelerin Maliyet Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması.....	74
Tablo 4.94 : Projelerin Maliyet Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması	74
Tablo 4.95 : Projelerin Değişiklik Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması	74
Tablo 4.96 : Projelerin Değişiklik Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması	74
Tablo 4.97 : Projelerin İşgücü Kaybına Göre Klasik Karşılaştırması	75
Tablo 4.98 : Projelerin İşgücü Kaybına Göre Bulanık Karşılaştırması.....	75
Tablo 4.99 : Projelerin Sakatlığa Göre Klasik Karşılaştırması	75
Tablo 4.100 : Projelerin Sakatlığa Göre Bulanık Karşılaştırması	75
Tablo 4.101 : Projelerin 3. Şahıs Sorumluluğuna Göre Klasik Karşılaştırması.....	76
Tablo 4.102 : Projelerin 3. Şahıs Sorumluluğuna Göre Bulanık Karşılaştırması.....	76
Tablo 4.103 : Projelerin Yer Seçimine Göre Klasik Karşılaştırması	76
Tablo 4.104 : Projelerin Yer Seçimine Göre Bulanık Karşılaştırması	76
Tablo 4.105 : Projelerin Zemin Durumuna Göre Klasik Karşılaştırması.....	77
Tablo 4.106 : Projelerin Zemin Durumuna Göre Bulanık Karşılaştırması	77
Tablo 4.107 : Projelerin Şantiye Bağlantıları Göre Klasik Karşılaştırması	77
Tablo 4.108 : Projelerin Şantiye Bağlantıları Göre Bulanık Karşılaştırması	77
Tablo 4.109 : Projelerin Mevcut Yapılara Göre Klasik Karşılaştırması	78
Tablo 4.110 : Projelerin Mevcut Yapılara Göre Bulanık Karşılaştırması	78
Tablo 4.111 : Projelerin İklim Göre Klasik Karşılaştırması.....	78
Tablo 4.112 : Projelerin İklim Göre Bulanık Karşılaştırması.....	78
Tablo 4.113 : Projelerin Kültür Farklılıklarına Göre Klasik Karşılaştırması.....	79
Tablo 4.114 : Projelerin Kültür Farklılıklarına Göre Bulanık Karşılaştırması.....	79
Tablo 4.115 : Projelerin Doğal Afetlere Göre Klasik Karşılaştırması	79
Tablo 4.116 : Projelerin Doğal Afetlere Göre Bulanık Karşılaştırması	79
Tablo 4.117 : Projelerin Savaş-Teröre Göre Klasik Karşılaştırması.....	80
Tablo 4.118 : Projelerin Savaş-Teröre Göre Klasik Karşılaştırması.....	80
Tablo 4.119 : Projelerin Talep Değişikliğine Göre Klasik Karşılaştırması.....	80
Tablo 4.120 : Projelerin Talep Değişikliğine Göre Bulanık Karşılaştırması	80
Tablo 4.121 : Projelerin Fiyat Değişikliğine Göre Klasik Karşılaştırması	81
Tablo 4.122 : Projelerin Fiyat Değişikliğine Göre Bulanık Karşılaştırması	81
Tablo 4.123 : Projelerin Ekonomik Durgunluğa Göre Klasik Karşılaştırması	81
Tablo 4.124 : Projelerin Ekonomik Durgunluğa Göre Bulanık Karşılaştırması	81
Tablo 4.125 : Projelerin Enflasyon-Faiz Oranına Göre Klasik Karşılaştırması.....	82
Tablo 4.126 : Projelerin Enflasyon-Faiz Oranına Göre Bulanık Karşılaştırması.....	82
Tablo 4.127 : Projelerin Döviz Kuruna Göre Klasik Karşılaştırması	82
Tablo 4.128 : Projelerin Döviz Kuruna Göre Bulanık Karşılaştırması	82
Tablo 4.129 : Projelerin Ülke Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması	83
Tablo 4.130 : Projelerin Ülke Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması	83
Tablo 4.131 : Projelerin Sektör Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması.....	83
Tablo 4.132 : Projelerin Sektör Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması	83
Tablo 4.133 : Projelerin Müteahhid-Firma Ana Kriterine Göre Klasik Karşı..	84
Tablo 4.134 : Projelerin Müteahhid-Firma Ana Kriterine Göre Bulanık Karş	84

Tablo 4.135 : Projelerin Proje Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması.....	84
Tablo 4.136 : Projelerin Proje Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması	84
Tablo 4.137 : Projelerin Yerel Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması	85
Tablo 4.138 : Projelerin Yerel Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması	85
Tablo 4.139 : Projelerin Pazar Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması	85
Tablo 4.140 : Projelerin Pazar Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması	85
Tablo 4.141 : Hiyerarşik Yapının İkili Karşılaştırma Sonuçları	86
Tablo 4.142 : Klasik AHP Matris Çarpımı	
Tablo 4.143 : BAHP Matris Çarpımı	
Tablo 4.144 : Ağırlık Merkezi Yöntemi	
Tablo 4.145 : Kaufman ve Gupta Yöntemi	
Tablo 4.146 : Liou ve Wang Yöntemi	
Tablo 4.147 : Liou ve Wang Yöntemi Değişik α Değerleri	
Tablo 4.148 : Sonuçlar	

SEMBOL LİSTESİ

$\mu(x)$	Geometrik fonksiyon
A	Ölçütlerin/seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisi
a_{ij}	Ölçütlerin/seçeneklerin ikili karşılaştırma değerleri
w	Ağırlık/öncelik vektörü
w_i	Ağırlık/öncelik vektörü değerleri
λ_{max}	En büyük özdeğer
λ	Özdeğer
CI	Tutarlılık indeksi
CR	Tutarlılık oranı
RI	Rassallık indeksi
$\mu_{k(j,h)}$	k . bileşendeki unsurun h . bileşendeki j . unsura nazaran karşılaştırma matrisi tutarlılık indeksidir.
C_H	Tutarlılık indeksi hesaplama değeri
$w_{(k)(h)}$	h . bileşenin k . bileşen üzerindeki etkisinin önceliğidir.
\tilde{E}	Ölçütlerin/seçeneklerin ikili karşılaştırma bulanık matrisi
\tilde{D}_{ij}	Ölçütlerin/seçeneklerin ikili karşılaştırma bulanık değerleri
K_i	Kararvericiler/ölçütler
\tilde{D}_{jep}	Kararvericilere/seçeneklere göre ölçütlerin/seçeneklerin ikili bulanık değerleri
\tilde{w}	Bulanık ağırlık/öncelik vektörü
\tilde{w}_i	Bulanık ağırlık/öncelik değerleri
$\tilde{\lambda}$	Bulanık özdeğer
$(\lambda_a, \lambda_b, \lambda_c)$	Bulanık özdeğerin sol, orta ve sağ elemanları
\tilde{N}	Bulanık karar (değerlendirme) matrisi
\tilde{m}_{ij}	Bulanık karar (değerlendirme) matrisi elemanları
\tilde{k}_j^+	Bulanık pozitif ideal çözüm
\tilde{k}_j^-	Bulanık negatif ideal çözüm
\tilde{d}_i^+	Bulanık pozitif ideal çözüme olan uzaklık
(ad_i^+, bd_i^+, cd_i^+)	Bulanık pozitif ideal çözüme olan bulanık uzaklıkların sol, orta ve sağ elemanları
\tilde{d}_i^-	Bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklık
(ad_i^-, bd_i^-, cd_i^-)	Bulanık negatif ideal çözüme olan bulanık uzaklıkların sol, orta ve sağ elemanları
d_i^+	Durulaştırılmış pozitif ideal çözüme olan uzaklık
d_i^-	Durulaştırılmış negatif ideal çözüme olan uzaklık
R_i	İdeal çözüm değerleri

ÖZET

TÜRKİYE İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN BİR RİSK YÖNETİM MODELİ

Bu çalışmada, dilsel ifadelerin ve uzman deneyim ve muhakemesini bulanık analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımıyla (BAHP) sayesinde sistematik bir risk analizine dönüştüren bir karar modeli sunar.

İnşaat faaliyetlerini tehdit eden riskleri azaltmayı ifade eden RY ilk bölümde sadece inşaat sektörünü değil çoğu sektörü kapsayacak biçimde ele alınmıştır.

Malzeme ve yöntem kısmı, projelerin ve özellikle inşaat projelerinin gözardı edilemez bir parçası olan belirsizliğin ortadan kaldırılmasını amaçlayan risk yönetimine farklı bir uygulama imkanı sunabilecek bulanık yaklaşım ile analitik hiyerarşi prosesini ve onlara duyulan ihtiyaç, gelişim, işlemleri ve uygulamaları incelenmiştir. Son olarak, BAHP'nin bir yöntem olarak model için tercih edilmesindeki nedenlerden bahsedilmiştir.

Model kurma aşamasında BAHP inşaat projelerine uygulanabilirliği araştırılmış ve bu yaklaşımla Türkiye inşaat sektörü için bir çözüm seçeneği olabilecek bir risk yönetim modeli sunulmuştur.

Modelin uygulaması uluslararası inşaat ihalelerinde riski değerlendirmiştir. Sonuç ve bulguların sunulduğu son bölüm modelin etkinliğini ve türkiye inşaat sektörüne kazandıracaklarını tartışır.

SUMMARY

A RISK MANAGEMET MODEL FOR CONSTRUCTION SECTOR IN TURKEY

This study presents a model which transforms the linguistic terms and experiential expert knowledge into usable and systematic model by using Fuzzy Analytical Hierarchy Process Risk Assessment.

The risk management that means to reduce the risks those threats the construction activities has been examined with accuracy and showed how to implement a sensible risk management not only in the construction sector but also the others as well.

Then, fuzzy analytical hierarchy process which can provide a different approach to risk management that aims to abolish the uncertainty which shouldn't be disregarded in any projects, especially as part of construction projects, was analyzed in details why it's needed for, it's history and applications.

Modelling process contains the implementation of fuzzy analytical hierarchy process to construction risk management and presents an option for risk management in construction sector in Turkey by using the mentioned approach.

The last contains implementation of the model overseas construction projects for evaluating risks exposure at bidding stage in Turkey.

1.GİRİŞ

Bu çalışmada; risk yönetimi konusu ve bunun inşaat projelerine izdüşümü incelenmiş, daha sonra Türkiye inşaat sektörü için bulanık yaklaşımla oluşturulmuş bir risk yönetim modeli sunulmuştur.

Çalışmanın genel bilgiler bölümünde, risk yönetimi (RY) diğer sektör projelerindeki riskleri de kapsayacak bir biçimde genel olarak ele almıştır. RY, işletmelerin planlanan tüm faaliyetlerini tehdit eden tehlikelerin gerçekleşme olasılığının (riskin) ya da gerçekleşmeleri halinde ortaya çıkabilecek kayıp ve zararın büyüklüğünün (riskin) en aza indirilmesi için verilen mücadeledir. Bu mücadele, insanın ve kurmuş olduğu işletmelerin doğası gereğidir. Riskin algılanması sonucunda belirsizlik hissine kapılan insan ve organizasyonlar, içine düştükleri korku ve kuşkudan kurtulma güdüsüyle risklere karşı bir tepki gösterirler. Belirsizliği yokederek korku ve kuşkulardan kurtulmak güdüsü ve her bir kötü senaryodaki kesin sonucun ne olacağını bilmek isteği risklerden kurtulma yöntemlerinin gelişmesine ve yeni çözüm yollarının bulunarak uygulanmasına neden olmuştur ve bu yaklaşım RY başlığı altında toplanmıştır.

RY, gelecekte ortaya çıkması istenmeyen bir olayın ani ve beklenmedik bir biçimde gerçekleşmesiyle oluşabilecek hasarın azaltılmasını ve böylece işletmenin, çalışanların ve iş konusunun korunmasını amaçlamaktadır. RY'de yapılan harcamalar genel olarak gider ağırlıklı görünse de bu mücadele hem gerçekleşen zararın telafisini mümkün kılar hem de işletmelerin bu esnada kendilerini daha iyi tanımlarını sağlar ki bu durum onların gelişebilmeleri için yeni yol ve olanakları gündeme getirir. Riskin algılanması ve tehlikenin farkına varılmasıyla başlayan RY sistemli ve sürekli bir biçimde sürdürülmesi gereken bir yaklaşımı temsil eder. Zaman içinde standartlaşmayı belirleyen belge ve dökümantasyonunun oluşumunu zorunludur. Böyle bir RY kayıtlaması bir sonraki projeler için temel teşkil eder. Bu durum, RY'nin bir politika halini almasına ve risk kültürüne sahip olunmasına yardımcı olur.

Çalışmanın amlzeme ve yöntem bölümünde, inşaat risk yönetiminde bulanık yaklaşım, bulanıklık, analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık analitik hiyerarşi prosesini kapsayacak bir biçimde ele alınmıştır.

İnşaat yönetimi (İY), inşaat sektörünün yönetim ve teknolojik konularıyla ilgili teorik çalışma ve uygulamalarını ya da inşaat sözleşmelerini konu edinen bir iş sahasını ifade eder. Bir başka ifadeyle İY, işletme ve yönetim teori ve uygulamalarının inşaat ile ilgili teorik çalışmalara (inşaat eğitime) ve uygulamalara (iş sahasına) izdüşümüdür.

Etkin bir İY, kaynakların en iyi bir biçimde kullanılmasını, işin kapsam ve hedeflerinin teminini, tasarım ve uygulamada kalitenin yakalanmasını sağlarken gecikme, değişiklik ve tartışmalardan kaçınmayı öngörür. Kısacası, hedeflenen bir sonucun (inşaat ürünü) öngörülen bir biçimde (süre, maliyet ve kalite sınırları içinde) elde edilmesini amaçlayan ve sağlayan bir yaklaşımı ifade eder.

İY'nin etkin olarak uygulanmadığı inşaat projelerinde kapsamın dışına çıkılabilir ve hedeflerden ciddi sapmalar görülür. İnşaat süresi aşılır ve buna bağlı olarak maliyet artışları gündeme gelir. Özensiz bir üretim sonucunda kaliteden ödün verilmiş fonksiyonel olmayan ürünler ortaya çıkar. Riskler gözardı edilmiştir. İletişim bozukluğu ve dökümantasyon eksiklik ve hataları taraflar arasında sonucu mahkemelere kadar uzanabilen büyük anlaşmazlıklar gündeme getirebilir. Bunlar çağdaş olmayan bir üretim sürecinin doğal bir sonucudur.

RY'nin istenmeyen bir sonucun ortaya çıkma olasılığını ya da neden olabileceği kayıp ve zararın boyutunu azaltmak ya da ortadan kaldırmak olduğu düşünüldüğünde inşaat risk yönetimi (İRY) alt başlığın aslında İY'yi kapsayan bir üst konsept halini aldığı görülür. Zira, İY'nin amacı sapmalara önleyerek hedefleri yakalamakken İRY'nin amacı da zararları en aza indirmektir. İRY'de inşaat riskleri önceden saptanır, bunların gerçekleşmesi halinde ortaya çıkabilecek kayıp ve zararlar tahmin edilir ve genel risk yönetimi teknikleri inşaat projelerine uygulanır.

İRY'nin herbir aşaması büyük önem arzeder ve birbirleriyle ve İY'nin diğer bileşenleriyle etkileşim içindedirler. Mantıksal ve ardışık sırada bir sistematik yoldur.

Çalışmasının model geliştirilmesi bölümünde, inşaat sektöründe veri birikimin yetersiz kaldığı hallerde belirsizlikle ilgilenirken geleneksel yöntemler yerine bulanık mantık yaklaşım bir seçenek olabileceği araştırılmış ve dördüncü bölümde de bunun sektöre uygulanabilirliği incelenmiştir.

Hayatın gözardı edilemez bir parçası olan belirsizlik, bir biçimde tepki gösterilmesi gereken risklerin asıl kaynağını teşkil eder. Belirsizlik varolduğu için risk vardır. Bu anlamda, aslında risk yönetimi, belirsizliği ortadan kaldırmaya ve her durumdaki sonucun ne olacağını bilmeye yönelik çalışmalardan başka bir uğraş değildir.

Belirsizliğin bir tür biçimlenişi ya da formüle edilmesi anlamına gelen bu yaklaşım, bir yapay zeka oluşturma prensibidir. Bulanık mantıkta veriler örnekleme mantığı ile alınır, varsayımlar yapılır ve buna göre bir olasılık değeri elde edilir. Sayısı belli olmayan veri yığımından, verilere ve varsayıma göre değişebilen bir veya birden fazla sonuç üretebilen bir program oluşturulur. Bulanıklık, doğruluk ölçütünün kesin olarak tanımlanamadığı belirsiz durumlardaki problemlerde ortaya çıkar.

Modelin uygulanması uluslararası inşaat projeleri için ihale teklifi hazırlanırken risklerin değerlendirilmesini içerir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. RİSK

PMBOK Guide (2004) proje riskini; gerçekleşmesi halinde süre, maliyet, kapsam ve kalite gibi proje hedeflerinden en az bir tanesi üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiye neden olabilecek belirsiz bir olay ya da durum biçiminde tanımlar.

PRAM'ın (2004) risk tanımı, gerçekleşmesi halinde proje hedeflerinin temininde etkisi olabilecek belirsiz olay ve koşullar biçimindedir.

Flanagan ve Norman (2003), herhangi bir kararın bir dizi olası sonuçlar halinde ifade edildiği ve söz konusu sonuçlara bilinen bir olasılık değerinin atanabildiği durumlarda riskin mevcut olduğunu kabul etmiştir.

Knight (1921) belirsizlik ve kar adlı eserinde riski; “bilinen ve bilinebilen bir olasılığa sahip olaydır” biçiminde tanımlamıştır.

Heale (1982), Perry ve Hayes (1985), inşaat sürecine dahil olduğunda ortaya çıkabilecek kayıp veya kazancın risk olduğunu ifade etmiştir. Benzer biçimde Faber (1979) riski, belirli bir olay/faktör için gerçekleşme olasılığı ya da inşaat süresince ortaya çıkarak projeye zarar veren olayların/faktörlerin tümünün olasılığı biçiminde tanımlar.

Hertz ve Thomas (1983) için risk; karar ve planlama aşamasındayken olası çıktı ve sonuçların ne olacağına yönelik tahminlerden yoksun olma halini ya da belirsizlik ve belirsizliğin olası sonuçlarını ifade ederken Lifson ve Shafier (1982) için risk sonuçların hesabıyla ilgili belirsizlik ve sonuçların beklenenden daha iyi ya da daha kötü olması şansıdır.

Riskin sözlük tanımı; tehlike içeren bir durum, kötü sonuçların olasılığı, kayıp, kayıp ve kaza olasılığına maruz kalmadır (Concise Oxford Dictionary).

Chapman ve Cooper (1983) riski, ekonomik ve finansal kayıp ve kazanç olasılığına maruz kalma, fiziksel hasar veya yaralanma ya da faaliyetlerle ilgili belirsizliğin neden olabileceği gecikmeler olarak tanımlamıştır.

Schroeder ve Jackson (2007) riski bir fonksiyon yardımıyla aşağıdaki biçimde sunmuştur:

$$Risk = f (olasılık, etki) = Maruz kalma$$

$$Risk = f (tehlike, korunma)$$

ya da alternatif olarak

$$Risk = f (maruz kalma, kontrol edilebilirlik)$$

2.2. BELİRSİZLİK

Riskin bazı tanımlarında onun belirsizlik kavramıyla bir arada kullanıldığı gözlemlenir.

Flanagan ve Norman (2003) belirsizliğin herhangi bir sebebin birden fazla sonucu ortaya çıkardığı ancak her bir sonuca ait olasılığın bilinemediği durumlarda söz konusu olduğunu belirtmiştir.

Knight (1921) belirsizliği sayısal olasılığı tespit edilemeyen bir olay biçiminde değerlendirmiştir.

Jafari (2001) için belirsizlik, bir olayın gerçekleşme olasılığındaki bilinmezlik veya proje değişkenlerinin hedef fonksiyonu üzerindeki etkisinin bilinmeyen olasılığıdır. Projeler değişken çevre şartlarında farklı ölçeklerdeki belirsizliğe sahip çoklu değişkenlerin etkisi altındadır.

Organizasyon teorisinin ustaları belirsizliği “çoğunlukla ölçülemeyen çevresel bir dizi nesnelere kaynaklanan karakteristiklerdir” biçiminde tanımlamıştır.

Keynes'e (1937) göre belirsizlik, kişilerin tercihleri nedeniyle ortaya çıkabilecek sonuçlara ilişkin kesin bir olasılık atfedemedikleri bir durumdur. Örneğin, oyun kurallarının bilindiği durumlarda olası sonuçlar ve bunlara ait riskler hesaplanabilirken kuralların bilinmediği hallerde belirsiz bir durum söz konusudur. Bu nedenle, Keynes için belirsizlik riskin hesaplanamadığı bir durumu ifade eder.

Thomas (2001) belirsizlik kavramının neyin gerektiğine ilişkin net bir tanımlama/tarif olmamasından, yenilikler nedeniyle yaşanan deneyim eksikliğinden, karmaşıklık ve faktörlerin çokluğu ile bunların karşılıklı etkileşiminden, faaliyet süreci analizindeki kısıtlardan, faaliyetleri etkileyebilecek olay ve durumların gerçekleşme olasılığından kaynaklandığını ifade eder. Bunlar; projenin boyutu, süresi, maliyeti, kalitesi ve faaliyetlerindeki değişkenliğin neden olduğu hesap belirsizlikleri ya da tasarım ve lojistik aşamalarında ortaya çıkanlar, hedef ve önceliklerin belirlenmesi sırasında yaşananlar, proje tarafları arasındaki ilişkilerin sahip olduğu belirsizlikler biçiminde sıralanabilir. Ayrıca, rol ve sorumluluk algısı ve paylaşımı, güç ve kabiliyet, inşaat şartları, iletişim, koordinasyon ve kontrol mekanizması vb. gibi hususlarda proje ilişkilerini etkileyen belirsizliklerdendir.

Bunn (1984) belirsizliği seçenekler, proje sonuçları veya karar vericinin tercihleri hakkında olmak üzere üç grupta toplamıştır. Gerçekleşmesi halinde bir ya da daha fazla hedefi olumsuz etkileyebilecek belirsizlikler tehlikeyi, olumlu etkileyebilecekler de fırsatı oluşturur.

Hofstede (1984) belirsizliklerden kaçınma düzeyi düşük olan toplumlardaki bireylerin belirsizliği kabul ettiğini ve bu durumun onların daha fazla risk almalarına neden olduğunu belirtmiştir. Yüksek oranda belirsizlikten kaçınan toplumlardaki insanlar ise geleceğin tahmin edilebileceğine inanırlar ve kaderlerini kontrol edebilmek için belirsizliğin düşük olduğu ortamların sağlanması yönünde tavır sergiler.

Perminova ve diğ. (2008) projelerdeki belirsizlik olgusunu tartıştıkları çalışmalarında belirsizliği proje yönetiminin (PY) çok önemli ve kritik bir parçası olarak değerlendirmiştir. Belirsizlikle mücadeledeki en önemli unsur kendini geliştirmek ve etkin bir tepki yönteminin seçiminde hızlı karar verebilmektir.

Ward ve Chapman (2003) proje risk yönetimindeki (PRY) süreçleri inceledikleri çalışmada, riskin tehdit olarak algılandığını ve bu bakış açısına dayalı yaklaşımları teşvik ettiğini öngörmüştür. Risk, zaman içinde belirsizlik kaynaklar yerine sadece olayları temsil eder hale dönüşmüştür. Bu durum, belirsiz kavramlarına odaklanan bir yaklaşımı zorunlu kılar. Böylesine bir yaklaşım PRY'yi geliştirebilir, süreç ve yöntemleri yeniden düzenler, yalnızca tehdit ve tehlikelerle sınırlı olmayan aynı zamanda fırsatların da değerlendirildiği bir belirsizlik yönetiminin tesisine önyak olur.

2.3. RİSK YÖNETİMİ

Moore (1980) ne riski gözardı etmeyi ne de ondan korkmayı tavsiye etmiş, ancak onu değerlendirmek için sistematik bir yöntem gerektiğini vurgulamıştır. Benzer biçimde Latham'a (1994) göre hiçbir inşaat projesi riskten bağımsız değildir ve risk tanımlanabilir, ölçülebilir, kontrol edilebilir, aktarılabilir ancak gözardı edilemez.

Proje risk yönetimi (PRY), bir projedeki risk yönetiminin (RY) planlanması, risklerin belirlenmesi, analiz edilmesi, riske karşı bir tepki gösterilmesi ve onların yönetilmesi için gereken tüm faaliyetlerin izlenerek kontrol edilmesini içerir.

PRY'nin amacı, olumlu sonuçların gerçekleşme olasılığını ve etkilerini artırırken projeyi olumsuz etkileyebilecek tehlikelerin (tehditlerin) gerçekleşme olasılığını ve etkilerini azaltmaktır. Yöneticilerin sözü edilen başarısızlıklardan kaçınmalarına yardımcı olmaktır. Aşamalar halinde ve sistematik bir biçimde gerçekleştirilmeleri sayesinde en iyi sonucu veren zorlu bir süreci ifade eder.

Waring ve Glendon (1998) ile Edwards ve Bowen (2002) çalışmalarında RY:

- Projenin uygulanabilirliğini hesaplar. Uygulanabilir olmayan projeleri rafa kaldırır.
- Kayıpları en aza indirmek için riskleri analiz ve kontrol eder.
- Etkin bir planlama sayesinde risk etkilerini hafifletir.

PMBOK (2004) göre projelerde riskin neden olabileceği ciddi kayıp ve zararlar:

- Hesaplanan bütçenin aşılması / öngörülen maliyet dahilinde kalmamaması
- Planlanan sürenin aşımı / belirlenen bitiş tarihinin gecikmesi
- Gereken kalite ve kullanım ihtiyaçlarının temin edilememesi

Flanagan ve Norman'a (2003) göre RY faydaları:

- Başlangıçtan itibaren projelerde ortaya çıkabilecek sorunlar aydınlanır, anlaşılır ve dikkate alınır. Kararlar titiz analizlerle desteklenir.
- Proje kapsam ve uygulaması sürekli bir biçimde izlenir.
- Proje riskleri daha net ve ayrıntılı bir biçimde anlaşılır.
- Gelecek RY proseslerine yardımcı olmak üzere veri tabanı oluşturulabilir.

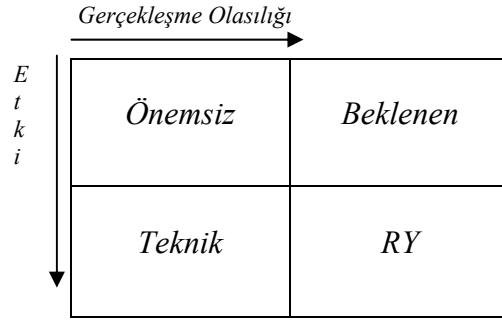
Rasyonel bir RY:

- Öncelikle çalışanların, sonra işletmenin ve sonuçta toplumun korunmasını amaçlar.
- Daha sık gerçekleşen ve ciddi sonuçları olan riskler önem taşır. Zira bu yönde yapılan çalışmalar ekonomik bir kontrolü gerektirir. Riskleri kontrol etmek için sağlanan fayda kaçınılan zarardan çok büyük olmalıdır.
- İşletmelerin riskle mücadele kültürüne sahip olması amaçlanır. Çalışanların maruz kaldıkları risklerin bilincinde olması sağlanmalı ve sorumsuz bir davranışın tüm RY'yi nasıl olumsuz etkileyebileceği anlatılmalıdır. Çalışanlar için güvenli bir ortamın sağlanması kadar onların riskle mücadeledeki sorumluluğu yerine getirmesi de önem taşır. İş kazalarını (ölüm ve yaralanmaları) azaltır.
- İşletmelerin aşırı riskli işlere yatırım yapmasını önler.
- Sürekli ve verimli bir üretimi mümkün kılar. İşletmelerin üretimi, nakit akışı ve geliri düzenli olur. Zira risklerin gerçekleşmesiyle oluşan kayıp ve zararların telafisi zaman alır ve artı bir maliyet getirir. Örneğin, bir iş kazasının neden olduğu iş gücü kaybı en az tedavi masrafları kadar önemlidir.
- İşletmelerin kendilerini daha iyi tanımlarını mümkün kılar. Değişik seçenekler karşısında daha bilinçli karar verilmesine yardımcı olur.
- İşletmelerin kendini yenileme ve geliştirme programlarını olumlu etkiler.

Rasyonel bir RY:

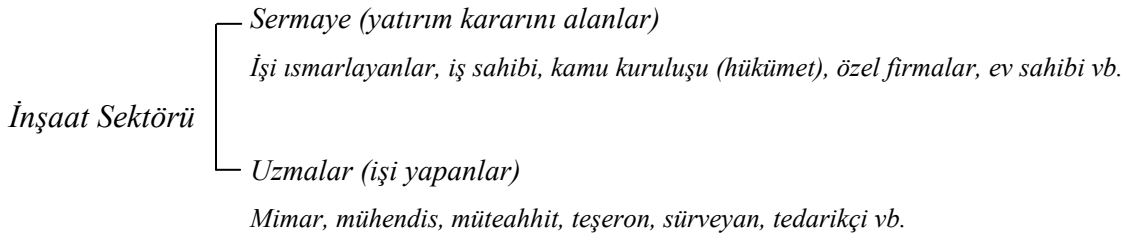
- Tümüyle risksiz ya da riskten soyut bir dünya amaçlamaz. Böyle bir ortamı sağlamak için harcanacak para kaçınılan kayıptan çok büyüktür. Böylesine bir iddia ya ekonomik olmaz ya da riskli olduğu için tüm projelerden kaçınmayı öngörür. Zira gerçek hayatta risksiz bir proje yoktur.
- Çok nadir gerçekleşen ve tümüyle yıkıcı etkisi olan risklerden korunmayı ve kurtulmayı içermez.
- Önemsiz riskleri abartarak gündeme getirerek insanları korkutmaz.
- İşe yaramaz dokümantasyon oluşturmaz.

Şekil 2.1.'de inşaat projelerinde herhangi bir olayın gerçekleşme olasılığı ile etkileri karşılaştırılmıştır. Düşük etkiye sahip olaylar şiddetli/ciddi değildir ve önemsiz ya da beklenen olaylar biçiminde değerlendirilir. Yüksek etki ve olasılığa sahip olanlar ise proje yönetiminin (PY) en önemli etkinliklerinden biri olabilir.



Şekil 2.1. Olasılık/Etki

Flanagan ve Norman'a (2003) göre inşaat sürecine dahil olan taraflar:



Risklerin tümünün planlama aşamasında öngörülmesi mümkün değildir. Bu nedenle, sözleşme koşulları kapsamlı bir risk tahsisini içermez. Sözleşme sonrasında risklerin etkin bir biçimde yönetilmesi projeye iştirak eden tarafların hep birden gayretini gerektirir. Projeye dahil olanların tutum ve motivasyonu işbirliği yapmaları bakımından kritik bir öneme sahiptir (Rahman ve Kumaraswamy, 2005).

Lam ve diğ. (2007), inşaat sözleşmelerinde taraflar arasında risk dağılımının proje başarısını etkileyebilecek önemli bir karar olduğunu ve sürecin dilsel ifadeler yardımıyla tanımlanan bir dağılımı esas aldığını belirtmiştir. Bu durum, inşaat uzmanlarının kişisel değerlendirmesine, muhakemeye, deneyim ve bilgi birikimine başvurmayı gerektirir.

Uff ve Odams'ın (1995) çalışmasındaki risk dağılımı; olası kayıp ve kazancın ve ilgili sorumluluğun tanımı ile paylaşımını ve bir projenin planlanandan farklı gelişmesi halinde değişik nazari durumlar için sorumluluk tahsisini hedefler.

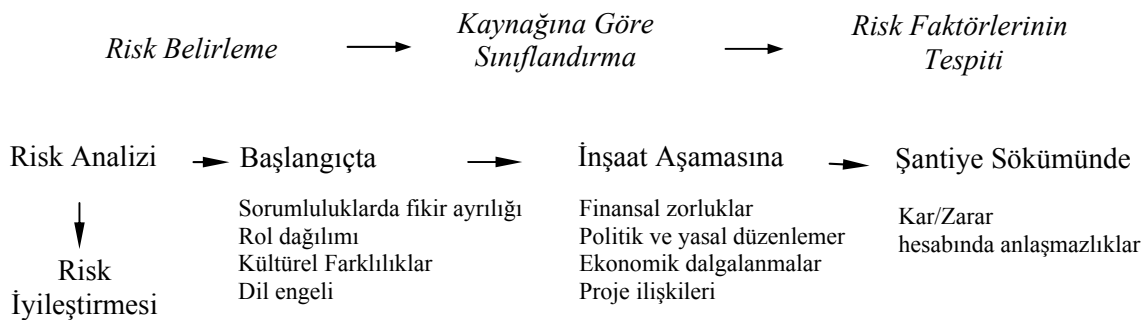
Thompson ve Perry'e (1992) göre proje hedeflerin tutturulabilmesi için adil bir risk tahsisinin işin en zor kısımlarından biridir. Genel şartlar saydamlık arz ederken risk tahsisi ve izlenen kurallar ile mevzuatın tartışma konusu teşkil edebilir.

Camprieu ve diğ. (2007) farklı kültürel horizonlardan gelmiş proje yöneticilerinin proje riskini nasıl değerlendirdiğini incelemiş, deneyim ve birikimin çeşitli faktörlere bağımlı olduğu sonucuna varmıştır. Yazarlara göre proje teklifi aşamasında risk ve fırsatları değerlendirmek karmaşık bir süreçtir. Objektif faktörler kadar subjektif olanları da gündeme getirir. Söz konusu karmaşıklık süreçte kullanılacak verilerin toplanmasında da mevcuttur. Sosyal bilimler insanların farklı algılama ve değerlendirme kabiliyetine sahip olduğunu öngörür. Karar aşamasına dahil olan yöneticilerin proje risk seviyesini algılaması gelişmiş olmalıdır.

Douglas ve Wildavsky'e (1983) göre her bir sosyal yaşam formu kendine ait bir risk portföyüne sahiptir ve risk algısı sosyal organizasyon ile bütünleşmiş "kültürel önyargıdan" büyük ölçüde etkilenir.

Flanagan ve Norman'a (2003) göre birçok organizasyon riski "dört harfli" bir kelime olarak değerlendirerek kendilerini riskten izole eder ve beklenen maliyetleri fiyat artışlarıyla müşterilere yükler. RY'de ayrıntılı ve özgün bir karar verme sürecine ihtiyaç duyulur. Etkin bir RY, risk ile ödünç alınan paranın maliyetini, projenin geri dönüşünü ya da diğer proje seçeneklerinin geri dönüşlerini bir arada değerlendirmelidir. RY mümkün olanların proje hedeflerini temin etmek için yapılmasını garanti eder. Risk belirlenip tanımlandığında risk olmaktan çıkar ve yönetimin problemi haline dönüşür.

Bing ve diğ (1999) risk konusu teşkil hususları ve süreci aşağıdaki biçimde tanımlamıştır:



PMBOK Guide (2004) risk belirlemede (KB) kullanılan bazı edimleme teknikleri:

i. *Beyin Fırtınası*

Proje risklerinin tam ve eksiksiz bir listesini oluşturmak için yapılan beyin fırtınasına genellikle farklı disiplinlerden gelen uzmanlarla birlikte yapılır. Risk döküm şemasına vb.

risk sınıfları konuşmalara temel teşkil eder. Daha sonra, riskler belirlenerek türüne özelliklerine göre gruplanır.

ii. *Delfi Tekniği*

Bu yöntem, uzmanların fikir birliğine ulaşmasını sağlayan bir yoldur. Bu tekniğe proje risk uzmanları birey olarak değil de grup olarak katılırlar. Önemli riskler hakkında bilgi temin etmek için bir anket hazırlanır. Sonuçlar özetlenir ve daha ileri yorumlar almak üzere tekrar uzmanlara dağıtılır. Bu işlem birkaç kez tekrarlandıktan sonra bir uzlaşmaya varılır. Delfi yöntemi, bilgi toplamadaki yanlı ve taraflı tutumu azaltır ve çıkan sonuçlardan dolayı katılanların tesir altında kalmasını engeller.

iii. *Görüşmeler*

RB aşamasında bilgi toplamak için kullanılan kaynakların en önemlisi, deneyimli çalışanlarla yapılan görüşmelerdir.

iv. *Asıl Nedenlerin Tespiti*

Proje risklerinin asıl kaynağını tespit etmek için yapılan sorgulama sonucunda kesin olarak tanımlanan riskler nedenlerine göre gruplanabilir. Risk kaynağının doğru tanımlanması ona karşı gösterilecek tepkideki başarıyı da olumlu yönde etkiler.

v. *Güçlü Olan Kısımlar, Zayıf noktalar, Fırsatlar, Tehlikeler (SWOT Analizi)*

Bu teknikte, projedeki en güçlü olan kısımlar, zayıf noktalar, fırsatlar ve projeyi tehdit eden tehlikeler incelenerek risk çeşitliliği temin edilir.

NEDO'nun (1974) yaptığı araştırmada inşaat sektöründeki riskleri teknik, inşaat, finansal ve politik olmak üzere dört ana grupta toplanmıştır. Teknik riskler; eksik tasarım, yetersiz saha araştırması, kaynak ve malzeme teminindeki belirsizliktir. İnşaat riskleri; iklim, sektörel ilişkiler, kaynak verimliliğindeki belirsizliklerdir. Finansal olanlar ise enflasyon, kur, ödeme gecikmesi, fonların yurtdışına gitmesi ve vergiden kaynaklanır. Söz konusu çalışma politik riskleri; yurtdışı projeleri için işgücü bulma zorlukğu, gümrük ve ithalat sınırlamaları, makina ve ekipmanların elden çıkarılması ve yerel ortaklarla yaşanan sıkıntılar biçiminde ele almıştır. Tah ve Carr (2000), risk sınıflandırmasında riskleri; yerel ve global olmak üzere dahili ve ekonomik, fiziki, politik ve teknik değişim olmak üzere harici riskler biçiminde iki grupta toplamıştır.

Milner ve Lessard'a (2001) göre proje risklerini anlama ve yönetme özellikle büyük mühendislik girişimlerinde büyük bir mücadeleyi gerektirir. Çalışmaları riskleri pazarla ilgili

olanlar (talep ve finansal kaynak), rekabetten kaynaklananlar (teknik ve inşaat faaliyetleri) ve organizasyona ait riskler (kanun, sosyal kabul edilebilirlik, hakim güç) olmak üzere sınıflandırmıştır. Çoğu risk ve onun kontrolünün aslında teknik değil yönetimle ilgilidir. Bunlardan bazıları tahsis etme ve azaltma yöntemleri ile yönlendirilebilirken diğerleri en iyi bir biçimde ancak yetkin ve yeterli bilgiye sahip uzmanlar tarafından kontrol edilmelidir. Hala mevcut olan riskler ise finansal araçlar sayesinde çözümlenir. Belalı risklerle yalnızca uzman kuruluşların katılımıyla mücadele edilebilir.

Chapman ve Ward (2004) risk etkinliği kavramının PY'de anahtar bir öneme sahip olduğunu ve genel uygulamaların istenen sonucu temin edilmesinde yetersiz kalacağını iddia etmiştir. Çalışmalarında, karar verme aşamasındaki korkular kadar fırsatların da doğru bir biçimde ölçülmesi gereğine vurgu yapılmış ve daha fazla ödül için daha etkin bir risk üstlenme/alma kültürünün geliştirilmesini tavsiye edilmiştir.

Berkeley ve diğ. (1991) proje risk aksiyon tekniklerini inceledikleri çalışmada iş sahibi ile proje yöneticilerine risk kaynakları için yararlanabilecekleri bir model sunmuştur. Geliştirdikleri model, proje yöneticilerini risk hususunda daha duyarlı olmaya cesaretlendirirken risklerin belirlenmesi, etkilerinin takdir edilmesi ve uygun stratejilerle kayıpların azaltılması sayesinde planlanan hedefleri temin etmeyi amaçlar.

Ranasignhe'ye (1998) göre sigorta sektörü ile inşaat sektörünün risk algısı oldukça farklı olmasına rağmen inşaat firmalarının sigorta firmalarındaki RY yaklaşımından faydalanabilir. İnşaat sektörü, proje maliyeti ve süresi gibi değişkenlere bir başarı hedefi belirlemeli ve bu hedef için bir olasılık değeri atamalı ve bunu uygulama aşamasında izleyerek güncellemeli ve böylece projenin yüksek bir olasılıkla tamamlanmalıdır.

Chao ve Liou (2007) yetersiz ihale teklif fiyatının sadece kardan vazgeçmeyi değil zarar riskini de artırdığını ve şiddetli ihale rekabeti ortamının mevcut akademik ihale modelleriyle kolay açıklanamayacağını iddia etmiştir. Proje için en düşük teklif fiyatını hesap eden olasılık modeli tüm riskin en aza indirilmesi esasına dayanır. Bu yaklaşım ihale kararı verilirken acımasız bir fiyat kırımını da engeller.

Yanlış bir risk payı hesabı ya ihale teklif fiyatına yetersiz bir karşılık ekler ya da üretim kalitesinde bir düşüşü neden olur (Fisk, 2005). İş sahibi, proje boyunca artan ihtilafları çözümlmek için daha fazla sayıda elemanını ve yönetim kaynağını harcamak zorunda kalabilir. En kötü senaryoda iş sahibi risk payını teklif fiyatının içindeki ve mahkeme masraflarını olmak üzere iki kez ödemek zorunda kalır.

Büyük mühendislik projelerinin belirsiz koşullar altında değerlerinin ölçülmesi yatırım kararlarında büyük önem taşıyan bir aşamadır (Mattar ve Cheah 2006). Değer ölçümü/kıymet takdiri riski dinamik ve stokastik yapısı gereği artan oranda belirsizliğe sahiptir. Finans teorisinde riskler; pazar ve işe ait riskler olmak üzere ikiye ayrılır. Yazarların özel risk olarak tanımladıkları risk, yatırımcı varlığının önemli bir kısmını temsil eder ve stratejik nedenlerle işe dahil edilemez. Bu özel riskleri fiyatlandırma ilkeleri tercih edilen tepki yöntemine göre değişir.

Yap-işlet-devret modeli, kamu yatırımlarında ödenek yetersizliğinin söz konusu olduğu hallerde projelerin hızlı bir biçimde gerçekleşmesine olanak tanır. Bu tür uygulamalar sahip olunan karmaşık yapı, ilgili disiplinlerin çokluğu, farklı önceliğe sahip kamu kuruluşları ile yatırımcıları bir araya getirmesi vb. nedenlerden dolayı ağır riskler içerir (Xenidis ve Angelides, 2005). Çalışmaları, bu tür projelerin yaşam döngüsü boyunca karşılaşılabileceği 27 finans riskini kaynağa ve ortaya çıkabileceği aşamaya göre sınıflandırmıştır. Bir risk analiz prosesini öngördükleri model, tarafların ihale teklifi hazırlarken ve pazarlık sürecinde yardımına sunulmuştur.

İyi bir maliyet tahmini yapabilmek inşaat sürecinin çok önemli bir kısmını temsil eder (Birnie ve Yates, 1991). Yeterli deneyim ve birikime sahip uzmanların muhakemesine başvurmayı öngören model bir ev tadilatı projesinde karar/risk analizi yaparak uygulanmıştır.

Friend ve Hickling'in (1997) karar verme sürecine yardımcı olmayı amaçladıkları "stratejik seçim" yaklaşım modeli; proje belirsizliğini çalışma çevresi, kullanılan değerler ve kararlara ilişkin olmak üzere üç grupta toplar. Söz konusu yaklaşım PY sorunlarına odaklanmaz. Doğrusallığı hedeflemek yerine döngüsel çalışmayı öğrenmeyi öngörür. Kişisel sezgi ve muhakemelerin kullanımına izin verir. Kesinlik yerine belirsiz ortamlarda çalışmayı

öğrenmek gerektiğine vurgu yapar. Herşeyi anlamak yerine seçici olmayı ve gerekenlere odaklanabilmeyi önemser.

Thomas (2001) mevcut çalışmalarda RY ile değer yönetimi faaliyetleri arasındaki yanlış aktarılmış bir farkın varlığından bahsettiği çalışmasında, bunlar arasındaki kavramsal ayrımın sürdürülemeyeceği tezini savunmuştur. Söz konusu fark, çoğu zaman terimlerden daha çok anlatım sırasında belirginleşir. Risk ve değer yönetiminin bir arada uygulanması performans sonuçlarını olumlu etkileyecektir. Uygun bir biçimde birleştirilmiş risk ve değer yönetimi kavramı “stratejik seçim” yaklaşımı sayesinde gündeme gelir. “Risk” ve “değer” ifadeleri “belirsizlik” ifadesiyle yer değiştirir. Bu yaklaşımdaki en önemli kabul riskin gelecekteki sonuçların belirsiz olması kabulüdür. Geleneksel PRY esas olarak finansal ve faaliyetlerle ilgili teknik sorunları konu edinir ve belirsizliğe çok az önem verir.

Rahman ve Kumaraswamy (2001) sözleşme kurallarına katı bir bağlılık yerine daha esnek bir yaklaşıma sahip “ilişkisel sözleşmeleri” (İS) kullanmayı önermiştir. Bunlar, sözleşmelere esneklik kazandırır ve rijitlik ve esneklik arasında bir denge sağlar. Rijitler; teknik faktörlerdir ki fiyat, performans, süre ve kaliteyi içerir. Esnek olanlar ise ilişkisel hususlardır ki takım çalışması yaklaşımı, uzlaşma ve işyerindeki ilişkilerden oluşur. İS aynı zamanda, takım çalışması için gereken unsurları harekete geçirmeyi ve ilişkilerde sürekliliği cesaretlendirir. Ortaklık, ittifak, değişik risk paylaşım mekanizmaları, ortak girişim vb. gibi ilişkileri geliştirmenin gerekliliğini savunur. Başarı için ilişkilerin kalitesi büyük önem taşır. Çalışmalarında proje ortağı seçerken önem taşıyan 22 faktör belirlenmiş ve yapılan anket sonucunda örneğin iş sahibi için en önemli olan faktör ortağın finans gücüyken müteahhitler için tümü yaklaşık bir öneme sahip çıkmıştır. Karşılıklı güven en çok önemsenen hususu teşkil ederken geleneksel iş sahibi-müteahhit-taşeron hiyerarşisi önemini yitirmiştir. Yazarlar 2002 yılında yaptıkları bir başka çalışmada risk kontrolü için müşterek risk yönetimini (MRY) zorunlu görmüştür. İlişkisel sözleşme ilkelerine dayanan MRY için uyum içinde çalışacak bir takımın oluşturulurken seçim kriterleri belirlenir, başarılı bir ilişkisel sözleşme için gereken unsurlar değerlendirilir ve üyeler uygun proje aşamalarına dahil edilir.

Infrisk-WBI (1999) (Dünya Bankası) yap-işlet-devret alt yapı projelerinde teknik ve finansal risk değerlendirmesinde sümülasyon ve hassaslık analizleri kullanmıştır.

Tummala ve Leung'in (1999) RY için geliştirdikleri modeli yüksek gerilim elektrik iletim tesislerinde maliyet riski kontrolü için önermiştir.

Uluslararası inşaat pazarındaki küreselleşme, yerel inşaat firmalarının uluslararası rekabete katılarak yabancı pazarlarda büyüebilmeleri için olağanüstü fırsatlar sunar (ERN, 1997).

Han ve Diekmann (2001) uluslararası inşaat marketine girmek isteyen müteahhitler için bir risk tabanlı devam/vazgeçme karar modeli geliştirmiştir. Karşılıklı etki analizi sayesinde uluslararası inşaat pazarının sahip olduğu belirsizliklerini değerlendirmek suretiyle risk tabanlı bir ihale teklif verme yöntemi önermiştir.

Uluslararası projeler yalnızca yerel inşaat işlerinde rastlanan belirsizlikleri değil aynı zamanda uluslararası işlemlerden kaynaklanan karmaşık riskleri de içerir (Lee ve Walters, 1989)

Riskli yapısına ve karmaşıklığına rağmen çoğu inşaat firması sezgi ve tecrübeleri ışığında uluslararası pazara girmişlerdir (Mesner , 1994).

Uluslararası inşaat proje risklerini değerlendirmek için geliştirdikleri modelde Hastak ve Shaked (2000), rekabet nedeniyle artan maliyetleri iş sahibine aktarmanın daha zor olduğunu ve finansal riskleri teşeronlara yüklemenin güven kaybına sebep olduğunu öngörmüştür.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki uluslararası inşaat projelerinin maruz kaldığı grift riskleri kontrol etmek yalnızca iş güvenliği bakımından değil aynı zamanda kar eldesi için de önemlidir (Wang ve diğ., 2004). Uluslararası yatırımcılar, iş sahipleri ve müteahhitlerin uygulayabileceği bir RY modelini sunan çalışma 28 risk kriterini 3 ayrı grupta toplamış ve kritikliği ölçerek derecelendirmiştir. Ayrıca, her bir risk için azaltma yöntemi de sunulmuştur. Modelde, risk kritikliği ve azaltma yöntemlerini derecelendirmek üzere 1 (hiç kritik değil ve azaltma değerleri etkin değil) ile 7 (olağanüstü kritik ve azaltma yöntemleri olağanüstü etkin) arasında değişen bir skala uygulanmıştır. 400 uluslararası inşaat firmasına gönderdikleri anketten alınan 31 adet geçerli cevap değerlendirilmiştir.

Etkin bir RY; tüm seçenek ve faktörlerin değişebilir olduğu kabul eder ve onları ayrıntılı bir biçimde inceler, risk ölçüm formüllerini tespit eder, ön proje safhasında riskleri tahsis eder. İş sahibi ve(ya) temsilcisi, danışmanların mutlak katılımını gerektirir (ACA, 1999).

Ponniah ve Smith'e (1999) göre RY büyük projelerin başarıyla tamamlanmasında büyük önem taşır. Bununla birlikte, RY uygulamaları sektöre, projeye ve aşamaya bağlı olarak farklılık gösterir. Risk kontrolünün asıl bileşenlerinden biri risk tepkisidir ve uygun tepkinin seçimi önem taşır. Risk azaltma en yaygın biçimde kullanılan bir yöntemdir. Yazarlar inşaat sektöründeki finansal riskin azaltılması yönünde petrol ve doğalgaz sektöründeki birikimden yararlanabileceğini öngörmüştür.

Buchan (1994) RY'nin risk tanımlama, analiz etme ve tepki olmak üzere adım adım ilerleyen üç aşamadan oluşan bir süreç olarak nitelendirmiştir. Aşamaların sayısı Bostwicks'in makalesinde (1987) dörtken Nummedal (1996) ve Eloff (1993) çalışmalarında ve İngiliz standartlarında (BSI 1996) beşe yükselmiştir. Bunlar, tanımlama, değerlendirme, ölçme, tepki ve izlemedir. Söz konusu beş aşama basit bir döngüyü oluşturur ve ısrarlı bir biçimde uygulanması halinde riskin kontrol edildiği bir ortama neden olur.

Lyons ve Skitmore (2004) inşaat endüstrisine dahil olan üst düzey yöneticilerin kullandığı RY tekniklerine ilişkin yaptıkları anket çalışması, organizasyon tip ve büyüklüğü ile risk tolerans düzeyi arasındaki bağı ve yöneticilerin risk tolerans deneyimini incelemiştir. RY'nin planlama ve uygulama aşamalarında inşaat projelerinin tasarım ve bitiş aşamalarına nazaran daha çok kullanıldığı sonucu ortaya çıkmıştır. Riskin tanımlama ve ölçümü tepki ve belgeleme/arşiv oluşturmanın önünde yer almıştır. Beyin fırtınasının en yaygın kullanılan risk tanımlama yöntemi olduğu gözlemlenmiştir. Risk ölçümünde kalitatif yöntemlerin sıklıkla kullanıldığı, risk azaltmanın en yaygın risk tepki yöntemi olduğu, riskin sözleşmeler yardımıyla aktarılmasının ve ihtiyat fonu oluşturmasının sigortaya oranla daha çok tercih edildiği ve proje takımının risk tepki sürecine şirket içi ya da dışı uzmanlardan daha çok katıldığı sonucuna varılmıştır.

Raftery (1994) risk tepkisinde; bertaraf etme, aktarma, alma/üstlenme ve azaltma olmak üzere 4 olası teknikten söz etmiştir.

Riskin bertaraf edilmesi bazı durumlarda riskten kaçınma olarak da tanımlanır (Carter ve Doherty, 1974). Müteahhit ihale teklifi sunmaz ya da iş sahibi projeye yatırım yapmaz. Risk tümüyle bertaraf edilir. Çok yüksek ihale teklifi sunma, teklife şartlar ekleme, sözleşme öncesi pazarlık aşamasında belirli risklerin kime ait olduğunu belirleme, sözleşmenin çok riskli bölümüne teklif yapamama.

Thompson ve Perry (1992), risk transferinin iki temel formda gerçekleştiğini belirtmiştir. Bunlardan ilkinde riskli mal ve faaliyetler aktarılır, tehlikeli iş kalemleri için taşeron çalıştırılırken ikincisinde riskli mal ve faaliyet tutulur ancak finansal riskin aktarılır, sigorta vb. gibi. Riskin paylaşımı ve kaptive sigorta şirketlerinin kurulması bir tür risk transferidir.

Risk aktarması aslında, riskin olumsuz etkileriyle birlikte tepki sorumluluğunun da üçüncü şahıslara devredilmesidir. Böylece, basit bir biçimde sorumluluk başkalarına geçmiş olur. Bu durum risk ortadan kaldırmaz. En etkin yöntem finansal tepki yöntemidir. Riski alan taraf bir risk primi öder. Sigorta performans poliçeleri, garantiler vb. gibi risk aktarma yöntemlerinde sözleşme yapılması zorunludur. Uygulamaların çoğunda, maliyet tipi sözleşmeler risk maliyetini alıcıya, sabit fiyat tipi sözleşmeler ise satıcıya aktarır (PMBOK, Guide 2004).

Hertz (1964) için yardımcı sigorta, yeniden sigorta, tenzili muafiyet ve ilk kayıp karşılığı olmak üzere risk paylaşımının dört şekli vardır.

Edwards (1995) kaptive sigorta şirketinin (kendi sigorta şirketinin) RY bir parçası olduğunu ve ana firmanın sahip olduğu riskleri sigortalamak üzere kurulduğunu ifade eder.

Carter ve Doherty (1974) risk alma/üstlenme yöntemi riskleri kontrol eden firmanın onlarla uğraştığı bir yöntemdir. Öngörül(mey)en risklerin sözleşme şartlarını yerine getirecek firma/müteahhit tarafından kontrol ve finansman edildiği haldir.

Bir projedeki risklerin tümüyle ortadan kaldırılması mümkün değildir. Bu nedenle, risklerle mücadelede PYP'de bir değişiklik yapılmak istenmiyorsa ya da daha uygun bir tepki stratejisi yoksa risklerin üstlenilmesi yoluna gidilir. İki tür risk alma/üstlenme yöntemi vardır. İlki aktif (kendini sigorta) risk almaktır ki yönetim olası kayıpların ve riskle mücadele maliyetinin bilincindedir. İkincisi pasif risk alma (sigortasız), görmezlikten gelme, aldırma ya da karar eksikliği vb. gibi riskin tanımlanmadığı ve işi yapan müteahhit riskin sonuçlarına katlandığı durumlardır. Sık oluşan ve önemsiz kayıp ve zarara neden olan riskler bu yöntemle üstlenilebilir. En yaygın kabul etme yöntemi, ilerisi için bilinen ya da bilinmeyen tehlike ve fırsatlar için zaman, para ve kaynak içeren bir yedek rezervi ayırmaktır.

Risk azaltma risk üstlenmenin bir parçası olarak görülebilir. Zira, azaltmak için önce söz konusu riskin üstlenilmesi gerekir. Zorlayıcı bir tehlikenin olabirliğini ve/veya etkisini azaltmayı öngörür. Önceden riskin olabirlik ve etkisini azaltmak, risk gerçekleşikten sonra oluşacak kayıp ve zararı telafi etmekten daha etkilidir. Sürecin daha az karmaşık olması veya daha fazla sayıda test yapılması ya da daha güvenilir tedarikçi kullanımı gibi örnekler azaltmaya yönelik faaliyetlerdendir.

Azaltma için bazı durumlarda ürün ya da sürecin bir modeli oluşturulur ve oranlama yapılarak uygun çözümler üretilebilir. Olabirliği azaltmak mümkün değilse hedefleri etkileyen riskler önem derecelerine göre azaltılmaya çalışılır. Örneğin, bir alt sistemdeki tasarım değişikliği hatadan kaynaklanan etkiyi bütün sistemde azaltabilir. Bu kategorilerdeki azaltma firmaların fiziki, prosedür, eğitim ve iyileştirme yöntemlerinin gelişmesine neden olur. Pozitif riskler ve fırsatlar için stratejiler faydalanma, paylaşma, iyileştirme olmak toplam üç adettir (PMBOK, Guide 2004).

Faydalanma, organizasyonun bir fırsatın da başka bir ifadeyle olumlu sonuçları olabilecek bir riskin varlığından emin olması halinde gündeme gelir. Fırsatların kesinlikle gerçekleşmesi sağlamak suretiyle riskle ilgili belirsizliği ortadan kaldırmayı amaçlar. Örneğin, projeye daha yetenekli çalışanlar atandığı bir durumda planlanan sürenin kısılması biçiminde gerçekleşir.

Paylaşma, en iyi faydayı temin edecek 3. kişiler projeye dahil edilir. Örneğin, risk paylaşım ortaklığı ve grupları, özel amaçlı şirketler, ortak girişim vb. gibi fayda artırmaya yönelik ortaklıklarda nasıl bir amacın güdüldüğü baştan belirtilmelidir.

İyileştirme, fırsata ait olabirlik ve/veya etki değerlerini yükseltmek için riski çoklaştıran hususları tanımlayarak artırmaya amaçlar. Fırsat kaynağını güçlendirmeye yönelik gayretler ya da onu hayata geçirecek unsurları tetikleyen çalışmalar proje fırsatların daha kolay gerçekleşmesini sağlayan iyileştirmelerdir.

Fiziki araçlar sürekli bakımdan geçirilir ve güncellenirse kayıp önlenir. Üretim araçlarının geliştirilmesi olağanüstü olumlu sonuçlara neden olur. Temizlik, bakım-onarım, ilk yardım prosedürleri ve güvenlik daha iyi bir morale, gelişmiş iş ilişkilerine, verimliliğe ve sonuçta kara neden olur. Her bölümdeki eğitim ve geliştirme büyük önem taşır ve çalışma ortamındaki zararlı etkileri azaltır.

Tablo 2.1. RY Modelleri

Model Adı/Faydası	Temel Yöntem/Teori	Yazar/Araştırmacı	Görüş
İş sahibi ve müteahhit arasındaki değişik risk tahsisinde maliyet etkisinin hesabi	Karar analizi	Lewitt ve diğ. (1980)	Farklı risk algılamalarına yer vermiş, uygulaması kolay, kontrol edilebilen risklerin değeri ve risk kabulünde farklı tercihler
Riskli yatırımlar için karar modeli	Çoklu fayda teorisi ve Bayes olabilirliği	Ibbs ve Crandall (1982)	Karmaşık
Uluslararası inşaatta politik riskler için maliyet hesabı	Etki diyagramı	Ashley ve Bonner (1987)	Politik risk kaynakları tespit edilmiş, bunların işçilik maliyeti, malzeme maliyeti ve genel giderler üzerindeki etkisi incelenmiş.
Tanımlama, hedef tespiti, risk tahsisi, risk hesabı ve risk azaltma	Expert sistem ve Bulanık küme analizi	Kangari ve Boyer (1989)	Uzmanların kişisel verilerini değerlendiren bilgisayar modeli
Proje aksiyon yönetimi		Berkeley ve Ward (1991)	Eski hususunda daha duyarlı olmaya cesaretlendirmiş.
Karar ve risk analizi teknikleriyle maliyet tahmini...	Karar/risk analizi	Birmie ve Yates (1991)	Yeterli deneyim ve birikime sahip uzmanların görüşüne başvurarak maliyet tahmini modeli geliştirmiş.
İhale aşamasında riskin değerlendirilmesi	Analitik hiyerarşi prosesi	Mustafa ve Al-Bahar (1991)	Kişisel ve nesnel verileri kabul eden bir model
İnşaat riskleri için fiyat artırım	Bulanık küme teorisi	Peak ve diğ. (1993)	Riskle ilgili sonuçlar bulanık sayılar taramıyla hesaplanmış
Kayıp hesabı modeli	Bulanık kümeler ve yapay sinir ağları	Jablonowski (1994)	Değişik risk senaryoları ve uzmanların sınır seçimleri için bulanık risk profilleri kullanılmış.
Sorumluluk hesabı modeli	Karar analizi, etki diyagramı ve ikisinin kombinasyonu	Jeljeli ve Russell (1995)	Uzmanların kişisel düşüncelerini dahil etmiş. Çevre temizlik projelerinde sorumluluk hesabı uygulaması yapılmış.
Maliyet risk analizi	Etki diyagramı ve Monte Carlo sümülasyon yöntemi	Diekmann ve diğ. (1996)	Harici riskler için etki diyagramı ve dahili olanlar için de Monte Carlo sümülasyonu kullanılmış.
Proje yaşam döngüsü risklerinin değerlendirilmesi	Hata ağacı ve güvenilirlik çizelgesi analizi	Tsai ve diğ. (1999)	Her bir risk için nesnel veriye ihtiyaç var. Risk faktörlerinin hassaslığı ve RY tekniklerinin değerlendirilmesi.
İş programı risk değerlendirme modeli	Bilgi sistemleriyle bir arada karar analizi	Mulholland ve Christian (1999)	Uzmanların bilgi birikimi ve deneyimi ile proje spesifik bilgilerinin dahil etmiş
Proje anlaşmazlıkları için sorumluluk değerlendirmesi modeli	Monte Carlo sümülasyon yöntemi	Winter (1999)	Baker ve Mckenzie tarafından geliştirilmiş.
EHV projelerindeki maliyet risk için RY uygulaması		Tummala ve Leung (1999)	Yüksek ihale hattı inş için maliyet riski için RY uygulaması
Uluslararası projelerdeki finans işlemleri RY 'de bilgisayar sümülasyon yaklaşımı	Sümülasyon	INFRISK-WBI, (1999)	Finans riskleri için bilgisayar destekli RY modeli

Uluslararası projeler için risk değerlendirilmesi (ICRAM1)	Analitik hiyerarşi prosesi	Hasnak ve Shaked (2000)	Uluslararası projelerin sahip olduğu ülke, pazar ve proje risk seviyesinin tespitine imkan tanıyan bir yaklaşım.
İnşaat proje risklerinin değerlendirilmesi	Risk döküm şeması ve bulanık mantık	Tah ve Carr (2000)	Projelerin maruz kaldığı süre, maliyet, kalite ve güvenlik risklerinin uzmanların dilsel ifadeleri yardımıyla değerlendirilmesi.
Aly yapı tesislerinde risk analiz modeli (IRAM)	Olay ağacı ve uygunluk olasılığı	Ezel ve diğ. (2000)	Su dağıtım sistemleri için geliştirilmiş ancak diğerleri için de uygulanabilir. Unsurların hassasiyeti kişisel değerlendirilebilir ve senaryo analizi olay ağacı analizi yardımıyla yapılabilir.
Alt yapı tesis projelerinde yatırım kararı hesabı	Monte Carlo sümülasyon yöntemi	Ye ve Tiong (2000)	Risk altında net bugünkü değer için karar kriterleri, sermayenin hesaplanan ağırlıklı maliyetleri birleştirilmiş risk dönüş yöntemleri. Sıkışıklık fonksiyonu olasılığı için gereken girdi temininde zorluklar var.
Proje seçimi için bir stokastik teknik modeli	Stokastik yöntemler	Flanagan ve Norman (2000)	Proje seçiminin çok önemli olduğunu belirten yazarlar stokastik yöntemlerin yardımcı olabileceğini öngörmüştür.
Uluslararası projeler için yatırım karar modeli	Risk tabanlı normatif karar teorisi, karşılıklı etki analizi	Han ve Diekmann (2001)	Değişkenler arasındaki ilişkinin kişisel olarak tarifinde etkili farklı karar seçenekleri için senaryo ve hassaslık analizi yapılabilir.
Birleştirilmiş risk ve değer yönetimi terimi.	RY ve Değer yönetimi tekniklerinin bir arada kullanımı	Thomas ve Towards (2001)	Yalnızca, RY ve değer yönetimi yerine risk ve değer yönetimi yaklaşımını geliştirmiştir.
İnşaat sektöründeki RY trendleri		Rahman ve Kumaraswamy (2002)	Sözleşme kurallarına katı bir bağlılık yerine daha esnek bir yaklaşıma sahip "ilişkisel sözleşmeleri" (IS) kullanmayı önermiştir
Proje risk yönetimini belirsizlik yönetimine dönüştürmek.	Belirsizliğe odaklı yöntem	Ward ve Chapman (2003)	Sadece riske yoğunlaşmak tehdit ve tehlike bakış açısını teşvik eder. Belirsizliğin önemsenmesi RY geliştirir ve fırsatları da önmeser.
İnşaat maliyet performansını etkileyen kresel risklerin modellenmesi		Baloi ve Price (2003)	İnşaatteki maliyet performansları etkileyen riskler incelenmiş
Gelişmekte olan ülkeler için bir RY yapısı		Wang, Dulaimi ve Aguria (2004)	28 risk kriteri 3 grupta toplamışlar ve azaltma yöntemleriyle birlikte anket yapmışlar.
BOT projeleri için finans riskleri..		Xenidis ve Angelides (2005)	Yap-işlet-devret modeli projeler için finansal riskleri değerlendirmişler.
Büyük müh projelerinin risk altında değerlendirilmesi...	Değer ölçümü	Mattar ve Cheah (2006)	Finans teorisine göre riskleri Pazar ve işe ait risk olarak gruplanmış, özel risk olarak tanımladıkları sermaye riskini incelemişler.
İnşaat sözleşmelerinde risk dağılımının modellenmesi	Bulanık mantık	Lam ve diğ. (2007)	İnşaat risk dağılımını dilsel ifadeler yardımıyla sağlamış.
İhale teklif sınır değeri için risk azaltma yaklaşımı	Olasılık teorisi	Chao ve Liou (2007)	Uygun model için olasılık tekniklerini kullanmış
Projelerde belirsizliğin tanımlanması; yeni yaklaşım.		Perminova ve diğ. (2008)	Belirsizlikle mücadeledeki en önemli unsur kendini geliştirmek ve etkin bir tepki yönteminin seçiminde hızlı karar verebilmektir

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. İNŞAAT RİSK YÖNETİMİNDE BULANIK YAKLAŞIM

İnşaat sektörü, belki de diğerlerinden daha fazla performans düşüşü, maliyet artışı, süre aşımı ve hatta proje başarısızlığı gibi olumsuz sonuçları olabilecek değişik risklere maruzdur (An ve diğ., 2005).

İnşaat ortamının sürekli değişmesi, tehlikeli kaynakların doğrudan kullanımı, iş programına bağlı kalma mecburiyeti, maliyet kontrolü baskısı ve inşaat yöntemlerinin artan karmaşıklığı vb. gibi inşaatın doğal yapısına ait hususlar maruz kalınan risklerle mücadeleyi zorunlu bir yöntem haline getirmiştir (HSE Book Report 387, 2001).

Projelerin karmaşık ve dinamik yapısı ile doğru orantılı artan risklerin büyüklük ve önemi onların gerçekleşme olasılığı ile şiddetlerine bağlıdır. Proje başarısızlığına neden olabilecek her türlü faktör bir değerlendirme/analiz sürecine tabi tutulmalıdır Risk analizi; risk faktörlerinin proje süresi, maliyeti ve (kalite ve teknik) performansı üzerindeki etkisini gösterir (Zeng ve diğ., 2007).

Gerçekleştirilecek bir projenin sahip olduğu risklerin değerlendirilmesi içerdikleri büyük belirsizlik nedeniyle oldukça zordur. İnşaatın doğal yapısı gereği ortaya çıkan belirsizlikler, kullanılan birçok risk yönetim modeli için zorluk çıkarır. Söz konusu zorlukların üstesinden gelmeyi amaç edinen proje risk yönetim modelleri, yalnızca proje başarısının temini için değil aynı zamanda sektörel performans geliştirilmesi için de kritik bir öneme sahiptir.

Literatür araştırmasında ulaşılan kaynaklar yayımlandığı yıllar bakımından incelendiğinde inşaat risk yönetimini (İRY) konu edinen çalışma sayısının son yıllarda artan bir eğilim içinde olduğu gözlemlenir.

Teze konu teşkil eden bulanık yaklaşım ve analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yönteminin İRY'deki uygulamalarını içeren çalışmalar aşağıda değerlendirilmiştir.

İnşaat risklerinin değerlendirilmesinde bulanık mantık kullanmayı öneren Tah ve Carr (2000), inşaat projelerinde günden güne artan karmaşık ve dinamik yapının daha fazla belirsizlik ve bulanıklık sarmalına neden olduğunu ve mevcut yöntem ve tekniklerin gereken risk yönetimi

ihtiyacı ile buluşmadığını belirtmiştir. Çok bilinen bir tanımlama olan “proje kapsamı zayıf tanımlanmış ise proje riski yüksektir” ifadesindeki “zayıf” ve “yüksek” terimlerinin bile bulanık olduğunu söyleyen yazarlara göre bunların alışlagelmiş yöntemlerle sayısallaştırılması imkansızdır. Çalışmalarında bulanıklığın üstesinden gelebilmek için bilgi birikimi ile deneyim ve tecrübeye dayanan dilsel ifadelerin kullanımının kaçınılmaz olduğu vurgulanmıştır. Öngördükleri yöntemde, risk bileşenlerine ait bulanık değerler dikkate alınarak onların olasılık ve şiddetleri ile tüm projenin süresi, maliyeti, kalite ve güvenlik performansı üzerindeki etkileri sözel tanımlamalar yardımıyla hesaplanmıştır.

Wang ve Liang (2004) proje yöneticilerinin belirsiz ortamlardaki karar verme problemlerini çözmek için çok sayıda belirsiz ve bulanık amacı programlayabilecek interaktif bir model geliştirmişlerdir. Modele dayanak olarak, geleneksel yöntemlerdeki hedef ve model girdilerini oluşturan çoğu kabulün gerçek dünyada bir kesinlik arz etmediğini, üstelik mevcut proje yönetimi tekniklerinin de sahip olunan belirsiz ve bulanık yapıyı konu edinmediğini göstermişlerdir.

Karar verme aşamalarının çoğunda sayısal değişkenler kadar dilsel değişkenlerin de etkili olduğunu belirten Lam ve diğ. (2001), nicel kavramların çözümünde zorluk yaşandığını ifade etmişlerdir. Bu noktadan başlangıçla geliştirdikleri ve bulanık mantık tekniği ile bulanık optimizasyon metodunu bir arada kullandıkları modelin, inşaat proje yönetimindeki karar verme sürecine yardımcı olabileceğini öngörmüşlerdir. Finansman yönetimindeki karlar için geliştirdikleri model, kar marjı ile nesnel hedeflerin (bulanık sınır ve kısıtların) kesişimine yoğunlaşan kaynak kullanımı üzerinden en iyi kar ya da maliyet riskini ölçer. En az kaynak kullanımı ile en uygun nakit akışını hedefleyen çalışmaları aynı zamanda aşırı kaynak kullanımı ve atıl kapasite oluşumunu da engeller.

Kazaz ve Manisalı (2008) inşaatта işgücü verimliliğini inceledikleri çalışmalarında değerlendirme skalası olarak 1 ile 5 arasında değişen sayısal değerlerin yanında ‘önemsiz’...‘son derece önemli’ gibi dilsel ifadeleri de kullanmışlardır.

Rasgele değişimin sözkonusu olduğu proje seçimlerinde çok amaçlı fayda teorisi ile bulanık analizi birlikte kullandıkları modelde, Wong ve diğ. (2000) projelerin net bugünkü değeri, iş imkanı sayısı vb. gibi kriterleri uzman görüşü yardımıyla “en kötümser”, “en olası”, “en

iyimser” ve benzeri ifadeler üzerinden karşılaştırmış ve daha sonra seçeneklerin bulanık toplam fayda fonksiyonlarını elde etmişlerdir. Sonuçlar stokastik baskınlık testine tabi tutularak önce her bir proje için toplam fayda fonksiyonunun kümülatif olasılıkları üretilmiş ve daha sonra toplam fayda skoru en yüksek olan projenin seçilmesi öngörülmüştür. Böylece, belirsiz değişkenler istatistik dağılımlar yerine bulanık ifadeler sayesinde modele dahil edilmiştir.

Geleneksel hata ağacı analizinde kullanılan hatalı/kusurlu olaylarla ilgili verilerin yetersiz olduğu ya da kusurun insan hatası gibi belirsizlik arz eden nedenlerden kaynaklandığı durumlarda olayın gerçekleşme olasılığının kesin bir biçimde hesaplanması zordur. Bu tür problemlerin aşılması için bulanık kümeler ile olasılık teorisini bir arada kullandığı çalışmada Pan (2006), olasılıklar için uzman görüşüne başvurmuş ve tahminler önce bir bulanık kümeyi daha sonra bulanık olasılık değerleri oluşturmuştur. Güvenlik/emniyet mühendisliğinde hata/kusur olasılığının etkin bir biçimde hesaplanması öngörüsüyle geliştirdiği model, aynı zamanda inşaat performansının daha iyi bir biçimde değerlendirilmesine de yardımcı olur.

Dimamik kaynaklar için bir bulanık karar verme yöntemi geliştiren Zhang ve Tam (2003), çalışmalarına başlangıç noktası olarak inşaat faaliyetlerine uygun kaynak tahsisi için yaşanan çok amaçlı karar verme sürecinde çoğunlukla anlık bilgi teminin mümkün olmamasını göstermişlerdir. Belirsiz ve yetersiz tanımlamalar ile subjektif değerlendirmelerin ortaya çıkardığı belirsizlik ve bulanıklık, çok amaçlı kaynak tahsisi kararlarında bulanık yaklaşımı gündeme getirmiştir. Böylece, süreç anlık bilgilerin kullanıldığı bir bulanık dinamik kaynak tahsisine dönüşmüştür. Farklı tahsisler arasında karşılaştırma yapmak suretiyle oluşturulan simülasyonlar sayesinde, öngördükleri modelin inşaat verimi üzerindeki faydası da analiz edilmiştir.

Finansal kararlarda yöneticileri kuşatan asıl sorun beklenen nakit akışının belirsiz ve bulanık olmasıdır (Eldin, 1989). Bu noktadan başlayarak yaptıkları çalışmada Boussabaine ve Elhag (1999) inşaat yönetimindeki en önemli analizlerden biri olan nakit akışı analizine bulanık teknikleri uygulamışlardır. Hakediş dönemlerinde nakit akışının ne miktarda olduğundan daha çok onun ne yönde hareket ettiğinin daha önemli olduğunu vurgulayan çalışma bulanık küme teorisinin bu sürece yardımcı olabileceğini önermiştir. Nakit akışı için alternatif bir yol sunan

model projenin farklı aşamalarındaki nakit akışının belirsizlik içerdiği kabulüne dayanır. Nakit akışının risk ve belirsizlikleri göz önüne alarak hesaplanmasında “çok yüksek nakit akışı”, “orta nakit akışı” veya “düşük nakit akışı” vb. gibi dilsel ifadeler bulanık kümeler yardımıyla sayısallaştırılmıştır.

İrem ve diğ. (2007), uluslararası inşaat projelerindeki maliyet artış riskini karşılamak üzere ihale teklifinde yapılacak fiyat artırımını (mark up) belirlemek için bulanık risk hesabını uygulayan bir yol sunmuşlardır. Fiyat artırım seviyesini risklerin bir fonksiyonu olarak öngören çalışmalarında; maliyet artış riskini ülke riskleri ve proje riskleri olarak iki gruba ayırmışlar ve bunları etki diyagramları yardımıyla modellemişlerdir. Ülke riski ile sözleşme şartları arasındaki etkileşim “düşük”, “düşük-orta”, “orta”, “orta-yüksek” ve “yüksek” gibi dilsel ifadeler yardımıyla karar matrislerine dönüştürüldükten sonra 1 ile 9 arasında değişen risk skorlarının üyelik dereceleri bulanık işlemlere tabi tutularak sonuçta nihai ülke riski hesaplanmıştır. Benzer biçimde, proje riski ile benzer proje deneyimi ele alınarak nihai proje riskine ulaşılmış ve geliştirdikleri model, fiyat artırımını bu iki nihai risk skoruna bağlı olarak hesaplamıştır.

Proje riskini proje kritikliği olarak adlandıran Kutchta (2001), kritiklik ölçüsünü risklerin ve denetlemeye duyulan ihtiyacın ölçümüne dayandırmıştır. Bu yönde, karar vericinin “çok kritik” veya “biraz kritik” vb. gibi ifadeleri bulanık sayı formuna çevrilerek 0 ile 1 aralığında bir kritiklik derecesine dönüştürülmüştür. Çalışmalarında elde ettikleri tüm proje kritiklik derecesi onun kabulü ya da reddi yönündeki kararları etkilerken faaliyetlerin kritiklik derecesi de denetim ve kontrolün hangi aşamada yoğunlaştırılması gerektiğine ışık tutar.

Key (2002) belirsizliğin neden olduğu risklerin hesabında AHP ve karar ağacı tekniklerini bir arada kullandığı sayısal bir yaklaşım sunan bir model geliştirmiştir. İlk olarak, iş paketlerindeki risklerin olasılığını AHP yardımıyla ve şiddetini de yaklaşık tahmin yöntemi sayesinde hesapladığı modelinde daha sonra tepki seçeneklerini sıralamış ve azaltma tedbirlerinin maliyetini listelemiştir. Çalışmasında, karar ağacı diyagramları yardımıyla her bir alternatif için beklenen parasal değeri tespit etmiş ve risk yönetiminde daha doğru kararların ancak olasılık analizi sayesinde verilebileceğini öngörmüştür.

Mustafa ve Al-Bahar (1991) AHP kullanarak proje risklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, proje hedeflerini yakalamadaki başarısızlığın genellikle müteahitlerin risk faktörlerini analiz etmek ve değerlendirmekteki başarısızlığından kaynaklandığını belirtmiştir. İhale teklifi aşamasında müteahitler tarafından kullanılan mevcut risk analiz tekniklerindeki sınırlamaların AHP yardımıyla aşabileceğini öngörmüşlerdir. AHP karar vericiye bir problemi mantıklı ve akılcı bir biçimde formüle etmesi için esnek ve kolay anlaşılır bir yol sunar.

Zeng ve diğ. (2007) proje hedeflerini etkileyen her türlü faktörü değerlendirerek risk hesabına dahil eden bir faktör indeksinin kullanmayı önermişlerdir. Değişik risk faktörlerini hiyerarşik bir yapı dahilinde bir araya getirdikleri çalışmada, analitik hiyerarşi prosesi kullanımıyla faktörler önceliklerine göre sıralanır. İnşaatın grift bir hal aldığı durumlarda ortaya çıkan risklerle mücadelede çözüm ararken bulanık mantık yöntemlerine baş vurmuşlardır.

Çin'deki ortak girişim inşaat projelerinin maruz kaldığı riskleri hesaplamak için bir model geliştiren Zhang ve Zou (2000), risk uzmanlarının bilgi birikimini değerlendirmede mevcut sayısal metotlarda varolan boşluğu doldurmayı amaçlamışlardır. Bunun temini yönünde yaptıkları çalışmada önce risklerin hiyerarşik yapısı oluşturulmuş daha sonra akılcı kararlar verebilmek için bulanık analitik hiyerarşi prosesi (BAHP) modeli geliştirilmiştir.

Büyük ölçekli inşaat projelerinde süre, maliyet ve kalite hedeflerinin temin edilebilmesi; teknolojik kısıtlamalar, uzun iş süreleri, büyük sermaye ihtiyacı ve kapsam tanımındaki eksiklikler nedeniyle belirsizdir (Key, 2002).

Herhangi bir proje için başarı onun belirlenen bütçe dahilinde, öngörülen sürede ve gereken teknik ve kalite performansının temini nisbetinde ölçülür. Başarının önündeki en büyük engel tasarımın, iş sahibi veya onun için çalışan proje grubunun, danışmanların, müteahit firmanın ve tedarikçilerin değişmesi vb. gibi proje ortamında meydana gelen değişiklikler ve belirsizliğe neden olan diğer faktörlerdir. Başarısızlık riski belirsizliğin derecesine bağlı olarak katlanabilir. Değişikliklerin yanında belirsizliği (riski) artıran unsurlar; politik çevre, kanun ve yönetmelikler, iş sahibinin tutumu, kaynak (malzeme-işgücü-ekipman) temini, finansman, projenin kapsamı, planlama ve tasarımdaki karmaşıklık, iklim şartları, kültürel farklar, ekonomik durum ve pazar rekabeti vb. gibi hususlardır.

3.2. BULANIKLIK

Kangari (1989), risk değerlendirmesinde kullanılan yöntemleri; olasılık analizi ve Monte Carlo simülasyonu gibi klasik modeller ile bulanık küme analizi vb. kavramlara dayalı modeller şeklinde iki grupta toplamıştır. Olasılık modellerin karşılaştığı iki zorluk bulunmaktadır. Bunlardan ilki, planlama esnasında elde edilmesi pek mümkün olmayan detaylı sayısal verilere duyulan ihtiyaçtır. Diğer zorluk ise problemlerin eğreti tanımlanması ve bulanıklık arz etmesi nedeniyle proje çalışanlarının kesin ve doğru karar vermede sorun yaşamaları ve klasik modellerin üstesinden gelemeyeceği bir subjektif değerlendirmeye duyulan ihtiyaçtır.

Belirsizliklerden kaynaklanan risk kavramı doğası gereği subjektiftir. Bununla birlikte, onları subjektif bir anlayışla yönetmeye çalışmak proje hedeflerinden büyük sapmalara neden olabilir. Üstelik, risk analizinde etkin olmayan çözümlerin üretilmesi ve uygun olmayan tepkilerin gösterilmesi tehlikesini de gündeme getirir. Proje risk yönetimi için objektif bir metodolijisi olan subjektif bir yaklaşıma ihtiyaç vardır.

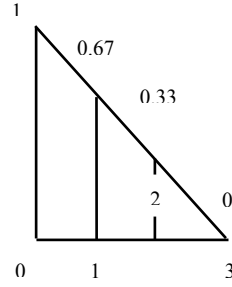
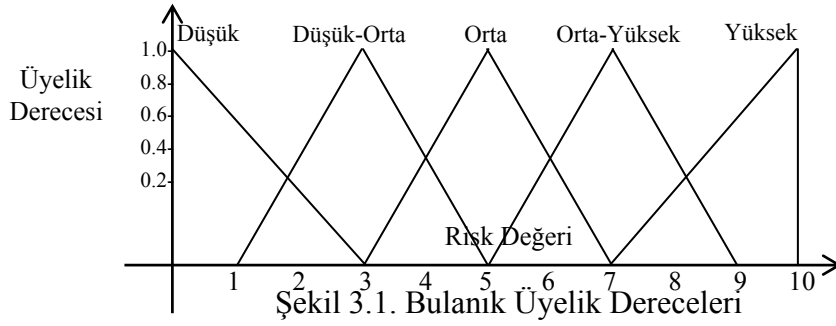
Karar aşamasında tahmin ve belirsiz bilgilere başvuran insan muhakemesine paralel bir uyum gösteren bulanık mantık teorisi, özellikle belirsizlik ve bulanıklığı matematiksel ifade edebilmek ve birçok problemin özünde varolan bu tür hususların üstesinden gelebilmek üzere tasarlanmıştır (Zhang ve Zou, 2000).

Bulanık Mantık teknikleri inşaat sürecinde ortaya çıkan nitel ve nicel bilgi ve veri kaynaklarını değerlendirebilecek bir yöntem sunar. Yöntemin, iyi tanımlanamayan karmaşık problemlerin çözümünde ve güvenilir bir kararın alınmasında faydalı olduğu ispatlanmıştır (Zeng ve diğ., 2005).

Gerçek hayattaki karar verme süreçlerinde geniş bir uygulama sahasına sahip bulanık mantık teorisi Zadeh'in (1994) anlatımıyla yönetim, mühendislik, ekonomi vb. alanlarda büyük rağbet görmektedir.

Bulanıklık kesin olmayan belirsiz durumları konu edinmesine rağmen çok güçlü bir matematik teoriye dayanır (Chen ve Hang, 1992).

Bulanık kümeler 0 ... 1 arasında değişen üyelik fonksiyonları tarafından tanımlanır ve kısmi üyeliğe izin verir. Verilen bir üye; 0 (üye değil) ile 1 (tam üye) arasında değişik üyelik dereceleriyle bulanık kümenin elemanı olabilir. Geleneksel kümelerde ya üyedir (1) ya da üye değildir (0) şeklinde kesin bir üyelik kavramı söz konusudur. Dilsel değişkenler, bulanıklık halinde insan toleransını modelliyebilecek bir imkan tanır (Şekil 3.1).



Düşük : { 1, 0.67, 0.33, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }

Bunun anlamı; 0 risk değeri 1 üyelik derecesiyle (tam üye) düşük kümesine aittir.

1 risk değeri 0.67 üyelik derecesiyle düşük kümesine aittir.

2 risk değeri 0.33 üyelik derecesiyle düşük kümesine aittir.

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 değerleri düşük kümesine ait değildir.

Benzer biçimde diğer kümelerin üyelik dereceleri aşağıdaki gibidir:

Düşük-Orta : { 0, 0, 0.5, 1, 0.5, 0, 0, 0, 0, 0 }

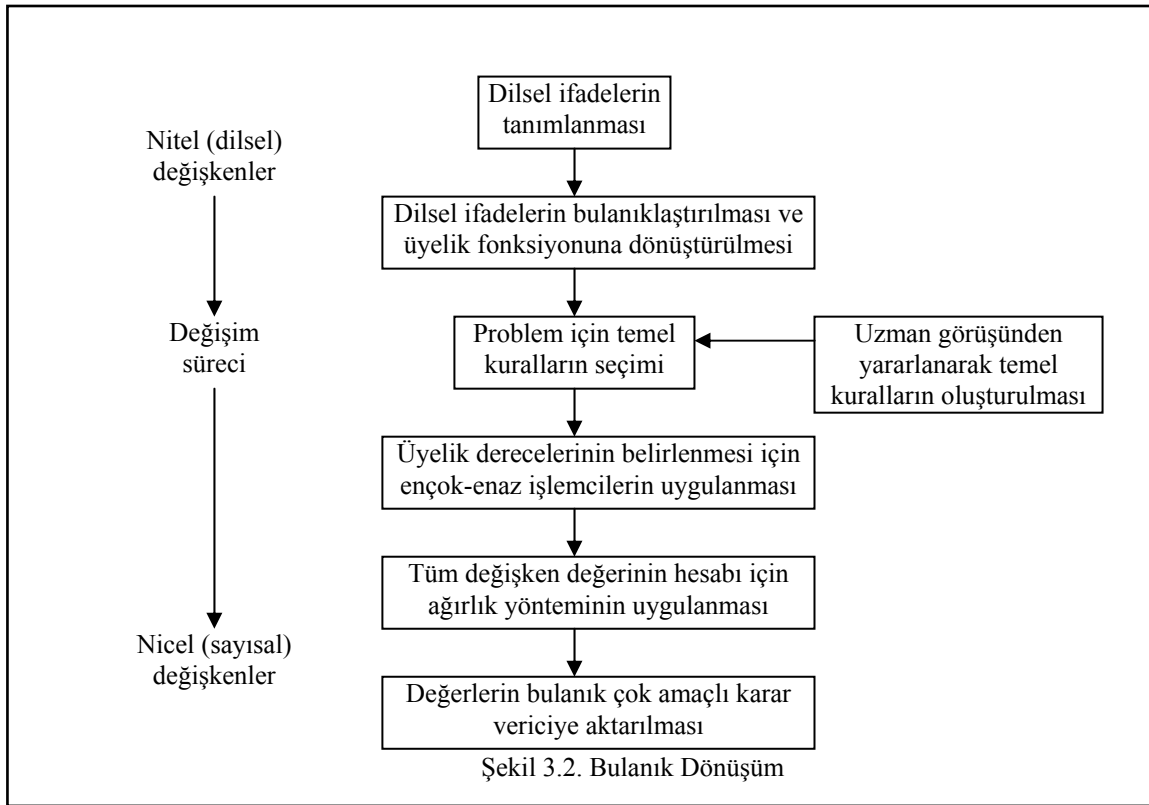
Orta : { 0, 0, 0, 0, 0.5, 1, 0.5, 0, 0, 0 }

Orta-Yüksek : { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.5, 1, 0.5, 0 }

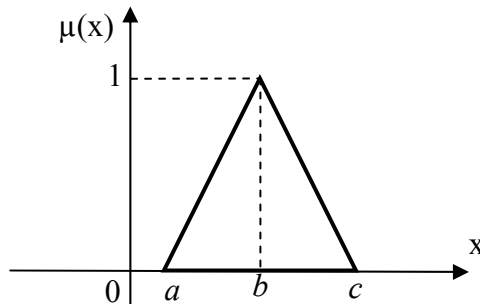
Yüksek : { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.33, 0.67, 1 }

Bulanık üyelik fonksiyonları deneyim, dilsel ifadeler ve simülasyondan elde edilir. Dilsel değişkenler tanımlanır. Eğer bir değişkenin değeri/ölçüsü bir kelimeyle ifade ediliyorsa dilsel değişken adını alır ve ifade uzayında tanımlanan bulanık kümelerdeki kelimeleri oluştururlar. Matematik yöntemler mümkün ya da uygulanabilir değilse, kararlar ile ilgili bilgiler bulanık kümenin üyesine çevrilir.

Değişkenlerin nitel olanlardan nicel olanlara dönüşümü Şekil 3.2.'de sunulmuştur.



Üçgen, trapez ve S şeklinde olmak üzere birçok geometrik fonksiyon gösterimi bulunan bulanık sayıların çoğunlukla ilk ikisi inşaat risk analizinde kullanılır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Üçgen Bulanık Sayılar

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c \\ 0 & \text{diger durumlar} \end{cases} \quad (3.1)$$

3.3. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP)

AHP genel bir ölçüm teorisidir. Genel formunda AHP, tündengelimli ve tümevarımlı bir düşünceyle tüm bilgilerin kıyas kullanılmaksızın bir araya getirilmesine imkan tanır. Sonuca varabilmek için birçok faktörü eşzamanlı değerlendirir. Faktörler arası bağımlılığın yanında bilginin geribeslemesine izin veren sayısallıktan vazgeçilmiş doğrusal olmayan bir yapı oluşturur.

Seçenekler arasında öncelik sıralaması yapılırken zorlu matematik işlemler yerine akla yatkın kolay uygulanabilir bir tekniği öngörür. Karmaşık karar verme problemlerinin çözümünde yaygın bir biçimde kullanılan çok amaçlı bir karar verme yöntemidir (Kablan, 2004). Ayrıca, planlama, kaynak tahsisi ve fikir ayrılıklarının çözümü vb. gibi alanlarda geniş bir uygulama imkanı bulmuştur (Satty, 1990b).

Satty (1980) tarafından geliştirilen AHP, proje risk analizinde kullanılabilir esnek ve kolay anlaşılır bir yol sunar. Risk faktörlerini değerlendirmek için uzman görüşüne başvuran ve yapılan tahminlerde bir anlaşmayı varmayı öngören bir yöntemdir. Bu nedenle, yöneticilerin ortak akıl kullanımına dayalı kararlar vermesine imkan tanır.

Objektif faktörler kadar subjektif olanları da değerlendiren yöntemde (Saaty, 1990 - Harbi, 2001), sözel ifadeler uzmanların sezgi ve tahminlerini, deneyim ve bilgisini yani kısacası subjektif görüşlerini yansıtır. Saaty (1994) farklı muhakemeler duyulan ihtiyaç nedeniyle yaptığı çalışmasında gruplara ait yargı ve görüşlerin sentezlemiştir.

Bu yöntemde faktörler farklı grup ve seviyeler altında sınıflandırılır ve oluşturulan hiyerarşik yapıdaki ikili karşılaştırmalar sayesinde tutarlı bir öncelik ya da ağırlık sıralaması yapılır. AHP'de tutarlılıktan uzaklaşma ya da uzaklaşmanın ölçüsü ile hiyerarşik yapıyı oluşturan unsurların birbirine bağımlılığı büyük önem taşır.

Karşılaştırmalarda kullanılan ölçütler ya gerçek değerlerden ya da düşünce ve tercihleri yansıtan ölçeklerden oluşur. Önem duygusu, “çok önemli”, “biraz önemli”, “ne kadar fazla önemli” veya “kaç kez daha önemli” vb. gibi ifadeler yardımıyla deneyim duygusu üzerindeki büyüklüklere çevrilmiştir. Böylece, faktörleri bir araya getirilebilmek ve ikili tercihler yapılabilme üzere soyuttan somuta bir dönüşüm gerçekleşir.

Küçük olan unsurun büyük olan ile karşılaştırılması zordur. Zira, karşılaştırmalarda insan beyni küçük olanı birim olarak kullanılır ve diğerinin kaç kat büyük olduğunu yargılar. Nesnelerin göreceli önceliği diğerleri üzerindeki baskınlığına ve üstünlüğüne bağlıdır.

Bir problemin AHP kullanılarak modellenmesinde, unsurlar arasındaki ilişkiyi kurmak üzere ikili karşılaştırmalara duyulan ihtiyaç kadar problemi temsil edecek bir hiyerarşik yapının oluşturulması da önem taşır.

Belki de karar verme sürecinin sonuca en çok etkisi olan en yaratıcı kısmı, kararın hiyerarşik bir biçimde yapılandırılmasıdır. “Alt seviyedeki bir unsurun bir üst seviyedeki unsur(lar) ile karşılaştırabilmesi mümkün müdür?” sorusunun cevabı bu yapıyı oluşturmanın temel prensibidir. Amaçtan mümkün olduğu kadar alt seviyelere doğru aşağı inilir ve daha sonra seçeneklerden üst seviyelere doğru karşılaştırmanın mümkün olduğu seviyeye kadar yukarı çıkılır.

Öncelikle, deneyim ve tecrübesine başvurulacak uzman grubu belirlenir. Uzmanlar sırasıyla, asıl hedefin veya başarılmak istenen hususun ya da çözüm aranan asıl sorunun ne olduğu tanımlar. Sonra, bunları etkileyecek faktör(ler) ve eğer varsa alt faktörler(ler) belirlenir. Faktörleri sağlayacak kriterler/ölçütler tespit edilir. Kriterler ve eğer varsa alt kriterler, değer aralıkları (sayısal) ya da “yüksek”, “orta”, “düşük” vb. gibi (sözel) şiddet tanımlamaları biçiminde olabilir. Seçenekler ya da sonuçlar belirlenir.

Tipik bir hiyerarşide en üst seviye/düzey karar probleminin hedefini (amacı) yansıtır. Kararı etkileyen faktörler orta seviyede yer alır. En alt seviyede ise karar seçenekleri bulunur. Hiyerarşi oluşturulduktan sonra faktörlerin önceliklerini sıralaması için işlemler başlar. Her

seviyedeki faktörler uzmanlar tarafından ikili karşılaştırmaya tabi tutulur. Karşılaştırma matrisleri sayesinde faktörlerin ağırlıkları bulunur.

Her seviyedeki faktörlerin bir üst seviyedekilere nazaran ağırlıkları normalleştirilmiş özvektöre dönüştürülür. Sonuçta, söz konusu karşılaştırma matrisi için en büyük özdeğer bulunur.

Hiyerarşinin en alt seviyesindeki karar seçeneklerinin ağırlıkları, hiyerarşi boyunca ağırlıkların toplanması sayesinde hesaplanır.

Hiyerarşinin en üst düzeyinden en alt düzeyindeki her bir alternatife uzanan her bir unsurun ağırlıkları ile çarpılır. Böylece, tüm seçeneklerin ağırlıklarının normalleştirilmiş vektörü bulunur. Ağırlıkların bulunması Saaty (1980) tarafından hesaplanmıştır.

AHP'nin dağalım modunda muhakemenin temelini teşkil eden bir oran skalasının benzersiz bir hesabını oluşturmak için özvektör normalleştirilmiştir. Bu mod, alternatif sayısının önemli olduğu durumlarda faydalıdır. Eski seçeneklerden yapılan tercihi değiştirebilecek ve sıralamayı altüst edebilecek yeni ve baskın seçeneklerin yapıya dahil edilmesine izin verir (Saaty,1993).

AHP'nin ideal modunda her bir kriter için seçeneklerin normalleştirilmiş değeri en yüksek dereceki alternatif değerine bölünür. Bu nedenle, yeni katılan bir alternatif heryeri etkileyeceğinden mevcut seçeneklerin sıralanmasında değişikliğe neden olmaz (Saaty,1994)

Somut olaylarda söz konusu karşılaştırmalar üstünlük matrisini oluşturur ve daha sonra özvektör ve özfonksiyon şeklinde oran ölçüleri (ağırlıklar) elde edilir (Saaty, 1993). Saaty'nin, (1990b) büyük uğraşlarla oluşturduğu matrisler pozitif ve karşılıklıdır. Yani, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ dir.

AHP ölçümün oran derecelerini elde etmek için kesin ve nispi karşılaştırmalar yapar. Bulunan nispi ölçütler w_i ; $i = 1,2,...,n$ ve n unsurların sayısı olmak üzere söz konusu unsur için atanmış değerlerin oran ölçüsüdür ve diğer unsurlar ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda bulunur.

İkili karşılaştırmada iki unsurdan i (küçük olan) birim olarak kullanılır ve j (büyük olan) söz konusu birimin katı olarak $(w_i/w_j)/1$ biçiminde hesaplanır. Bu durumda, w_i/w_j oranı gerçek değerlerin esas ölçütlerinden alınır.

Faktörler (ya da varsa alt faktörler) için önceliklendirme yapıldıktan sonra takdir edilen ölçütlere göre her bir faktörün altında öncelikler belirlenir ve bunların en büyük yoğunluğuna bölünerek ikili karşılaştırma yapılır. Son olarak seçenekler her bir faktörün kendi değerine göre puanlanır ve tüm faktörler için bunlar toplanır. Sonuçta, alternatif için bir oran ölçüsü puan oluşturulur. Her biri toplama bölünerek normalleştirilir.

AHP'deki ikili karşılaştırma muhakemesi iki homojen element, öge ya da unsura uygulanır. Satty (1980) öngördüğü ikili karşılaştırmada unsurlar arasında insan tercihlerini yansıtmak için eşit önem, zayıf önem, güçlü önem, çok güçlü önem, baskın önem ve ara değerler olmak üzere toplam 9 ölçüt kullanmıştır. Karşılaştırmalar, bilgi birikimi ile tecrübe ve deneyimleri ışığında uzman görüşüne dayanır. Muhakeme/takdir ölçülerini gösteren değerler Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. AHP Esas Ölçeği

Önem derecesi	Tanımlama	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet hedefe eşit miktarda katılıyor
2	Çok az fazla önem	
3	Orta önem	Deneyim ve sağduyu bir faaliyeti diğerine göre biraz daha önemsiyor
4	Ortadan fazla önem	
5	Kuvvetli	Deneyim ve sağduyu bir faaliyeti diğerine göre kuvvetle önemsiyor
6	Daha kuvvetli	
7	Çok kuvvetli ya da belirgin önem	Bir faaliyet diğerine göre çok kuvvetli bir öneme sahip; uygulamada belirgin bir üstünlük sözkonusu.
8	Çok çok kuvvetli	
9	Olağanüstü önem	Kanıtlar, bir faaliyetin diğeri üzerinde en yüksek derecede hükmettiği yönünde

Bu skalanın geçerliliği, sadece daha etkin çözüm arayan çok sayıda insan tarafından kullanılması değil aynı zamanda teorik açıdan diğer skalalarla karşılaştırıldığında sahip olduğu üstünlük nedeniyle de onaylanmıştır.

Bu ölçeğin dışında mutlak (görelî) olmayan ölçüm (puanlama) kriterlerinin takdiri (ağırlığı); “mükemmel”, “çok iyi”, “iyi”, “ortalama”, “ortalamanın altında”, “zayıf” ve “çok zayıf” ya da A, B, C, D, E, F, G biçiminde oluşturulmuş ölçekler de bulunmaktadır.

Çoğu durumda, ölçüm için karşılaştırılan unsurlar birbirine çok yakındır. Bu nedenle, karşılaştırma birinin diğerinden tam sayılarla değil kesirli olarak kaç kez büyük olduğu hesaplanmak yönündedir. Başka bir ifadeyle 1 ile 2 arasında yapılan karşılaştırmanın 1.1,1.2,...,1.9 gibi değerleri sözlü biçimde hesaplanabilir.

Sayısal olarak yapılan karşılaştırmada sorun yoktur. Kesirli karşılaştırmalar için sözel ölçütlerin kullanılması öngörülmüştür. Öyle ki, 1.1 az bir miktar, 1.3 biraz fazla, 1.5 kuvvetli fazla, 1.7 çok kuvvetli ve 1.9 son derece fazla olam üzere 1’den 9’a kadar herhangi bir aralık için benzer hassasiyetler kullanılabilir. Gerekli olması halinde daha ileri bir hassasiyet için 1.2,1.4,1.6,1.8 gibi ara değerler de kullanılabilir.

3.3.1 Ağırlık ve Tutarlılık İçin Özvektör Çözümü

Matris $A=(a_{ij})$ nin öncelik vektörünün bulunmasında sayısız yöntem vardır. Ancak tutarlılık vurgusu, çözüm için özdeğer hesabını zorunlu kılar.

Eğer a_{ij} alternatif i nin alternatif j üzerindeki önemini, a_{jk} yine alternatif i nin alternatif j üzerindeki önemini ve a_{ik} da alternatif i nin alternatif k üzerindeki önemini ifade ediyorsa muhakemenin tutarlı olması için $a_{ij}=a_{jk}$ olmalıdır. Ölçü hiç yoksa ya da uygun değilse $a_{ij}=w_i/w_j$ değeri tahmin edilir. λ_{max} değerinin $a'_{ji}=1/a'_{ij}$ olmak üzere $A'=(a'_{ij})$ matrisinin en büyük özdeğer olduğu yerde problem $A'w'=\lambda_{max}w'$ haline dönüşür. Daha kolay anlatım için A ikili karşılaştırma matrisi olmak üzere $Aw=\lambda_{max}w$ biçiminde yazılır.

Matrisin yeteri derecede üssünü ($k.üssü$) almak suretiyle öncelik vektörünü ($w=w_1, w_2, \dots, w_n$) elde etmek için satırlar toplanır ve normalleştirilir. Bunun en kolay yolu satır değerlerinin geometrik ortalamasını almaktır. Bu yöntem $n \leq 3$ için özvektörler ile çakışır ve tutarlıdır. Diğer bir yol muhakeme matrisinin her kolonundaki değerleri normalleştirmek daha sonra oluşan satırların ortalamasını almaktır.

Öncelik vektörünün $k.$ ile $(k+1).$ üssünde elde edilen unsurlar arasındaki farkın daha önceden tespit edilmiş bir değerden az olması durumunda işlem durdurulur.

λ_{max} 'ın gerçek (ya da tahmini) değerini bulmak için w 'nun gerçek (ya da tahmini) değeri normleştirme sayesinde elde edilebiliyorsa A daki kolonları toplamak ve sonuç vektörünü w vektörü ile çarpmaktır.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = \lambda_{max} w_i \quad \text{ve} \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \right) w_j = \sum_{i=1}^n \lambda_{max} w_i = \lambda_{max} \quad (3.3)$$

Özdeğer vektörünün (w) ne kadar iyi tahmin edildiği önemli bir sorundur. Eğer bu sorunu çözerek ($w = w_1, w_2, \dots, w_n$)^T bulabilirsek w_i/w_j den oluşan matris tutarlıdır. Orjinal A matrisi tutarlı olmak zorunda değildir. Aslında A nın geçişli olması da gerekmez. A_1 matrisi yerine A_2 , A_2 matrisi yerine A_3 ve A_3 matrisi yerine de A_1 tercih edilebilir.

Tutarsızlıktan kaynaklanan hatanın ölçülmesi gerekir. A matrisi yalnız ve yalnız $\lambda_{max} = n$ olması halinde tutarlıdır. Ancak, her zaman $\lambda_{max} \geq n$ dir. Bu hal bize $\lambda_{max} - n$ değerini tutarlılıktan ayrılma indeksi olarak sunar.

$$\lambda_{max} - n = - \sum_{i=2}^n \lambda_i \quad \lambda_{max} = \lambda_1 \quad (3.4) \quad \lambda_i$$

A nın özdeğeri $i = (1, 2, \dots, n)$

$(\lambda_{max} - n)/(n-1)$ ortalama değerini buluruz. Bu değer λ_i nin (negatif) ortalamasıdır ve a_{ij} hesabında ortaya çıkan sapma/varyans/tutarsızlık değeridir.

Bu hesap aşağıdaki biçimde de yapılabilir:

$$a_{ij} = (w_i/w_j) \varepsilon_i \quad \varepsilon_i : \varepsilon_{ij} > 0 \quad \text{ve} \quad (3.5)$$

$$\varepsilon_{ij} = 1 + \delta_{ij} \quad \delta_{ij} > -1 \quad (3.6)$$

λ_{max} yerine kullanılır. Tarafsız ve yansız bir tahminleme için $|\delta_{ij}| < 1$ olmalıdır.

Tutarsızlık ölçüsü, tahminlerin daha tutarlı yapılabilmesinde yardımcı olur.

Karşılaştırma matrislerinde tutarlılık indeksi CI ile gösterilir;

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1) \quad (3.7)$$

Tutarlılık oranı (CR); tutarlılık indeksi (CI) değerinin Tablo 3.2'de verilen ortalama rasgele tutarlılık indeksi (RI) ile karşılaştırılması sonucunda bulunur. RI değerleri rasgele seçilen 500 adet karşılaştırma matrisinin 1/9, 1/8, ..., 1, ..., 8, 9 ölçeklerinin kullanılmasıyla elde edilmiştir.

Tablo 3.2. Rassallık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rasgele Tutarlılık İndeksi (RI)	0	0	.52	.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

$CR = CI / RI \leq 0.10$ ise kabul edilebilir bir tutarlılık
 > 0.10 ise problem tekrar gözden geçirilmelidir.

Toplam hiyerarşi için tutarlılık indeksi,

$$C_H = \sum_{j=1}^{n_{j+1}} \sum_{i=1}^j w_{ij} \mu_{ij+1} \quad (3.7)$$

$j = 1$; $w_{ij} = 1$

n_{ij+1} ; j seviyesindeki i . kritere göre $(j+1)$. seviyesindeki eleman sayısıdır.

$|C_k|$; C_k nın eleman sayısıdır.

$w_{(k)(h)}$; h . bileşenin k . bileşen üzerindeki etkisinin önceliğidir.

Bu durumda;

$$w_{(k)(h)} = w_{(k)}(C_h) \text{ ya da } C_h \longrightarrow w_{(k)(h)}$$

Bir hiyerarşi için sistemin bileşenleri hat boyunca benzer biçimde adlandırılır.

k . bileşendeki j . unsurun sınırlanan önceliği w_{jk} ile gösterirsek:

$$C_s = \sum_{k=1}^s \sum_{j=1}^k w_{jk} \sum_{h=1}^{|C_k|} w_{(k)(h)} \mu_{k(j,h)} \quad (3.8)$$

$\mu_{k(j,h)}$ k . bileşendeki unsurun h . bileşendeki j . unsura nazaran karşılaştırma matrisi tutarlılık indeksidir.

3.4. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (BAHP) ve TOPSİS

Klasik AHP yönteminde uzmanlar öncelik vektörünü bulurken 1 ile 9 aralığındaki tamsayılarla ifade edecekleri bir ölçü kullanarak faktörlerin ikili karşılaştırmalarını yaparlar. Faktörlerden eşit öneme sahip olanlar için bu ölçü 1, biraz daha önemli olanlar için 3, daha güçlü ve çok daha güçlü ve kesinlikle çok çok daha güçlü öneme sahip olanlar için 5, 7 ve 9 dur. Çift sayılar genelde kullanılmaz ancak tek sayılar arasında çok az bir fark olması halinde 2,4,6,8 biçiminde değerlendirilir. Karşıt karşılaştırmalar için 1,1/2, 1/3,...,1/9 ölçütleri kullanılır. Unsurların birbirine çok yakın olması halinde kesirli büyüklüklerin, örneğin 1,1.1,...1.9,2 vb. gibi, ya da sözel ölçütlerin kullanılabilir.

Bazı durumlarda faktörlerin karşılaştırması belirsizlik içerir. Örneğin bir uzman bir faktörün diğerine nazaran önemli olduğunu bilmesine rağmen üstünlüğünü sayı ile ifade edemeyebilir. Bazen de iki faktör hakkında sayısal karşılaştırma yapabilecek kadar yeterli bilgiye sahip olmayabilir. Bu durumda, bulanık ve eksik karşılaştırmalar nedeniyle klasik AHP kullanılamaz. Uzmanların “çok düşük” “az” “orta” vb. gibi sayısal olmayan değerlendirmeleri de çözüm için bir anlam taşır.

Risk analizinde kullanılan yöntemler; hata ağacı analizi, olay ağacı analizi, Monte-Carlo analizi, senaryo planı, hassaslık analizi, hata modu ve etki analizi, Pert vb. gibi yöntemlerdir. Söz konusu yöntemlerin etkin bir biçimde kullanılabilmesi için nitelikli bir veri kaynağının varlığı önkoşuldur. Ne yazık ki inşaat sektöründe böylesine bir veri kaynağını bulmak mümkün değildir. Üstelik, inşaat faaliyetlerindeki belirsizlik ve subjektiflik bu kaynağı tümünden kurutur.

Projeyi etkileyebilecek her türlü risk faktörünün analiz edilmesi gereği, güvenilir bir risk bilgisinin olmadığı ve klasik AHP'nin mevcut bulanık bilgi ve subjektif görüşleri değerlendirmede inşaat proje yönetimi kararları için kabul edilebilir yeni bir modeli zorunlu hale getirmiştir.

Bu durum, AHP'nin yeniden düzenlenmiş halini, bulanık analitik hiyerarşi prosesi (BAHP), modele dahil ederek faktörlerin bulanık mantık üyelik fonksiyonlarıyla derecelendirilmesi ve ağırlıkların da AHP sayesinde hesaplanmasını öngörmüştür.

Bulanık AHP'de kullanılan sayısal süreç aşağıdaki gibidir:

i. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması:

Bulanık AHP klasik AHP'nin geliştirilmiş halidir ve büyük önem taşıyan bu yöntem ilk kez Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından önerilmiştir. Klasik AHP'ye benzer olarak, BAHP yönteminde de ikili karşılaştırma ölçeği kullanılmaktadır. Bulanık üçgen sayılardan meydana gelen bu ölçek Tablo 3.3'de sunulmuştur.

Tablo 3.3. Bulanık AHP Ölçeği

Bulanık Sayılar	Açıklama	Bulanık Sayılar	Açıklama
(1/11, 1/9 , 1/7)	Kesinlikle Fazla Önemsiz	(1 , 1 , 1)	Eşit
(1/10, 1/8 , 1/6)	Kesinlikle Önemsiz	(1 , 2 , 4)	Biraz Önemli
(1/9 , 1/7 , 1/5)	Çok Fazla Önemsiz	(1 , 3 , 5)	Önemli
(1/8 , 1/6 , 1/4)	Fazla Önemsiz	(2 , 4 , 6)	Oldukça Önemli
(1/7 , 1/5 , 1/3)	Oldukça Fazla Önemsiz	(3 , 5 , 7)	Oldukça Fazla Önemli
(1/6, 1/4 , 1/2)	Oldukça Önemsiz	(4 , 6 , 8)	Fazla Önemli
(1/5 , 1/3 , 1/1)	Önemsiz	(5 , 7 , 9)	Çok Fazla Önemli
(1/4 , 1/2 , 1/1)	Biraz Önemsiz	(6 , 8 , 10)	Kesinlikle Önemli
(1/1 , 1/1, 1/1)	Eşit	(7 , 9 , 11)	Kesinlikle Fazla Önemli

İkili karşılaştırmalarda kullanılan bulanık ifadeler $\tilde{D}_{jep}=(a_{jep}, b_{jep}, c_{jep})$ şeklindeki bulanık sayılara dönüştürülür. Yapılan karşılaştırmalar sonrasında \tilde{E} bulanık matrisi elde edilir.

$$\tilde{E} = \begin{matrix} & \begin{matrix} K_1 & K_2 & K_3 & \dots & K_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ \vdots \\ K_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{D}_{11} & \tilde{D}_{12} & \tilde{D}_{13} & \dots & \tilde{D}_{1n} \\ \tilde{D}_{21} & \tilde{D}_{22} & \tilde{D}_{23} & \dots & \tilde{D}_{2n} \\ \tilde{D}_{31} & \tilde{D}_{32} & \tilde{D}_{33} & \dots & \tilde{D}_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \tilde{D}_{n1} & \tilde{D}_{n2} & \tilde{D}_{n3} & \dots & \tilde{D}_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.9)$$

ii. *Bulanık ağırlıkların hesaplanması:*

Bulanık ağırlıkların hesaplanmasında ilk olarak bulanık geometrik ortalama değerlerine ihtiyaç duyulur.

$$(\tilde{\eta}_j) = \left(\sqrt[m]{a_{j1} \cdot a_{j2} \cdot \dots \cdot a_{jm}}, \sqrt[m]{b_{j1} \cdot b_{j2} \cdot \dots \cdot b_{jm}}, \sqrt[m]{c_{j1} \cdot c_{j2} \cdot \dots \cdot c_{jm}} \right) j=1,2,3, \dots, n$$

$\tilde{D}_{je}=(a_{je}, b_{je}, c_{je})$ bulanık sayılarında \hat{w} nispi bulanık ağırlık, \hat{W} ise bulanık ağırlık vektörlerinin formülleri aşağıda verilmiştir.

$$\tilde{w}_j = \frac{\sum_{e=1}^m \tilde{D}_{je}}{\sum_{j=1}^m \sum_{e=1}^m \tilde{D}_{je}} \quad \text{ve} \quad \tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \tilde{w}_3, \dots, \tilde{w}_m)^T \quad (3.10)$$

Klasik AHP'ye benzer olarak, bulanık ağırlık vektörünün geçerliliğinin testetmek için CR tutarlılık oranının hesaplanması gerekir. $CR > 0,10$ olması durumunda ikili karşılaştırma süreci tekrarlanır. Klasik AHP ile aynı formülde olan CR değerinin hesabında $\lambda = \sqrt[3]{\lambda_a \cdot \lambda_b \cdot \lambda_c}$ şeklindedir.

iii. Bulanık AHP-TOPSIS hesaplanması:

Bulanık AHP nin son aşaması aşağıda formülü verilen nihai bulanık değerlendirme matrisinin (\tilde{N}) oluşturulmasıdır.

$$\tilde{N} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} \otimes \tilde{w}_1 & \tilde{a}_{12} \otimes \tilde{w}_2 & \cdots & \tilde{a}_{1m} \otimes \tilde{w}_m \\ \tilde{a}_{21} \otimes \tilde{w}_1 & \tilde{a}_{22} \otimes \tilde{w}_2 & \cdots & \tilde{a}_{2m} \otimes \tilde{w}_m \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} \otimes \tilde{w}_1 & \tilde{a}_{m2} \otimes \tilde{w}_2 & \cdots & \tilde{a}_{mm} \otimes \tilde{w}_m \end{bmatrix} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{m}_{11} & \tilde{m}_{12} & \cdots & \tilde{m}_{1m} \\ \tilde{m}_{21} & \tilde{m}_{22} & \cdots & \tilde{m}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{m}_{m1} & \tilde{m}_{m2} & \cdots & \tilde{m}_{mm} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Nihai bulanık değerlendirme matrisinin elde edilmesinden sonra bulanık TOPSIS'in hesaplanması için ihtiyaç duyulan \tilde{d}_i^+ ve \tilde{d}_i^- değerinin bulunması gerekir. Bu değerlerin hesaplanma işlemi aşağıda verilmiştir (LIN, 2008) ve (YANG, 2007).

$$\tilde{k}_j^+ = \{ \max \tilde{m}_{ij} \quad i = 1,2,\dots,n \quad j = 1,2,\dots,m \} \quad (3.12)$$

$$\tilde{k}_j^- = \{ \min \tilde{m}_{ij} \quad i = 1,2,\dots,n \quad j = 1,2,\dots,m \} \quad (3.13)$$

$$\tilde{d}_i^+ = \left[\sum_{j=1}^m (k_j^+ - m_{ij}^+)^2 \right]^{1/2} \quad \tilde{d}_i^+ = (ad_i^+, bd_i^+, cd_i^+) \quad (3.14)$$

$$\tilde{d}_i^- = \left[\sum_{j=1}^m (k_j^- - m_{ij}^-)^2 \right]^{1/2} \quad \tilde{d}_i^- = (ad_i^-, bd_i^-, cd_i^-) \quad (3.15)$$

Elde edilen \tilde{d}_i^+ ve \tilde{d}_i^- bulanık değerlerinin durulaştırılmasında 3 farklı yöntem kullanılmaktadır: Ağırlık merkezi yöntemi , (CHIU ve PARK, 1994), Kaufmann ve Gupta (1988) yöntemi ve Liou ve Wang (1992) yöntemidir.

Ağırlık merkezi yöntemine göre:

$$d_i^+ = \frac{ad_i^+ + bd_i^+ + cd_i^+}{3} \text{ ve } d_i^- = \frac{ad_i^- + bd_i^- + cd_i^-}{3} \quad (3.16)$$

Kaufmann ve Gupta (1988) yöntemine göre:

$$d_i^+ = \frac{ad_i^+ + 2bd_i^+ + cd_i^+}{4} \text{ ve } d_i^- = \frac{ad_i^- + 2bd_i^- + cd_i^-}{4} \quad (3.17)$$

Liou ve Wang (1992) yöntemine göre ($\alpha \in (0,1)$):

$$d_i^+ = \frac{\alpha \cdot cd_i^+ + bd_i^+ + (1-\alpha) \cdot ad_i^+}{2} \text{ ve } d_i^- = \frac{\alpha \cdot cd_i^- + bd_i^- + (1-\alpha) \cdot ad_i^-}{2} \quad (3.18)$$

Bulanık AHP-TOPSIS'in son aşaması alternatiflerin sıralanmasıdır. Aşağıda formülü bulunan R_i değeri her bir alternatifin ağırlığını verdiği için, R_i lerin büyükten küçüğe sıralaması aynı zamanda üstünlük sıralamasıdır.

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (3.19)$$

4. MODELİN GELİŞTİRİLMESİ

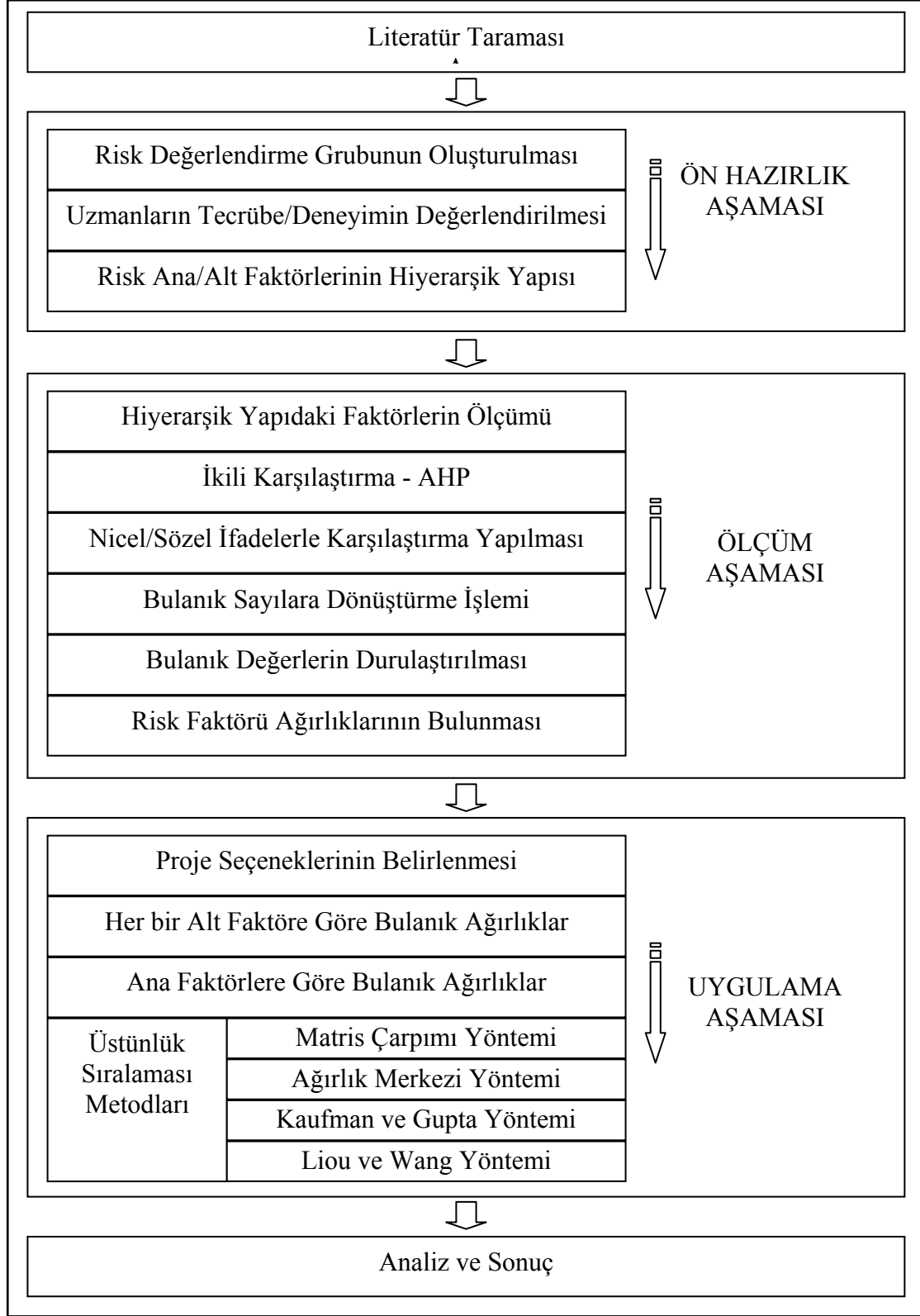
Bulanık analitik hiyerarşi prosesi yardımıyla inşaat sektörü için öngörülen bir risk modelinde Şekil 4.1.'de sunulan akış şeması izlenmiştir. Modelin ihtiyaç duyduğu verilerin firma anketleriyle temininde büyük zorluk yaşanmıştır. Sektördeki hiçbir firmanın RY bölümünün olmaması ve riskin yalnızca iş geliştirme ve ihale teklifi hazırlayan birimler tarafından değerlendiriliyor olması çalışmayı büyük bir sıkıntıya sokmuştur. Zira, görüşülen firmalar için teklif fiyatına ekliyecekleri risk payı oldukça gizlilik arz eden bilgiler içerir. İnşaat riskleriyle yalnızca ihale sürecinde ilgilenen birkaç firmadan alınana veriler de model için yeterli niteliğe sahip değildir. Bu durumun neden olduğu açmaz “uzman görüşüne başvurma yöntemini” gündeme getirmiştir.

İNşaat sektöründeki riskler hususunda yeterli bilgi birikimi ve deneyime sahip 6 kişiden oluşan uzman gurubu gerek risklerin değerlendirilmesi gerekse modelin ihtiyaç duyduğu verilen sağlanmasında büyük katkıda bulunmuştur.

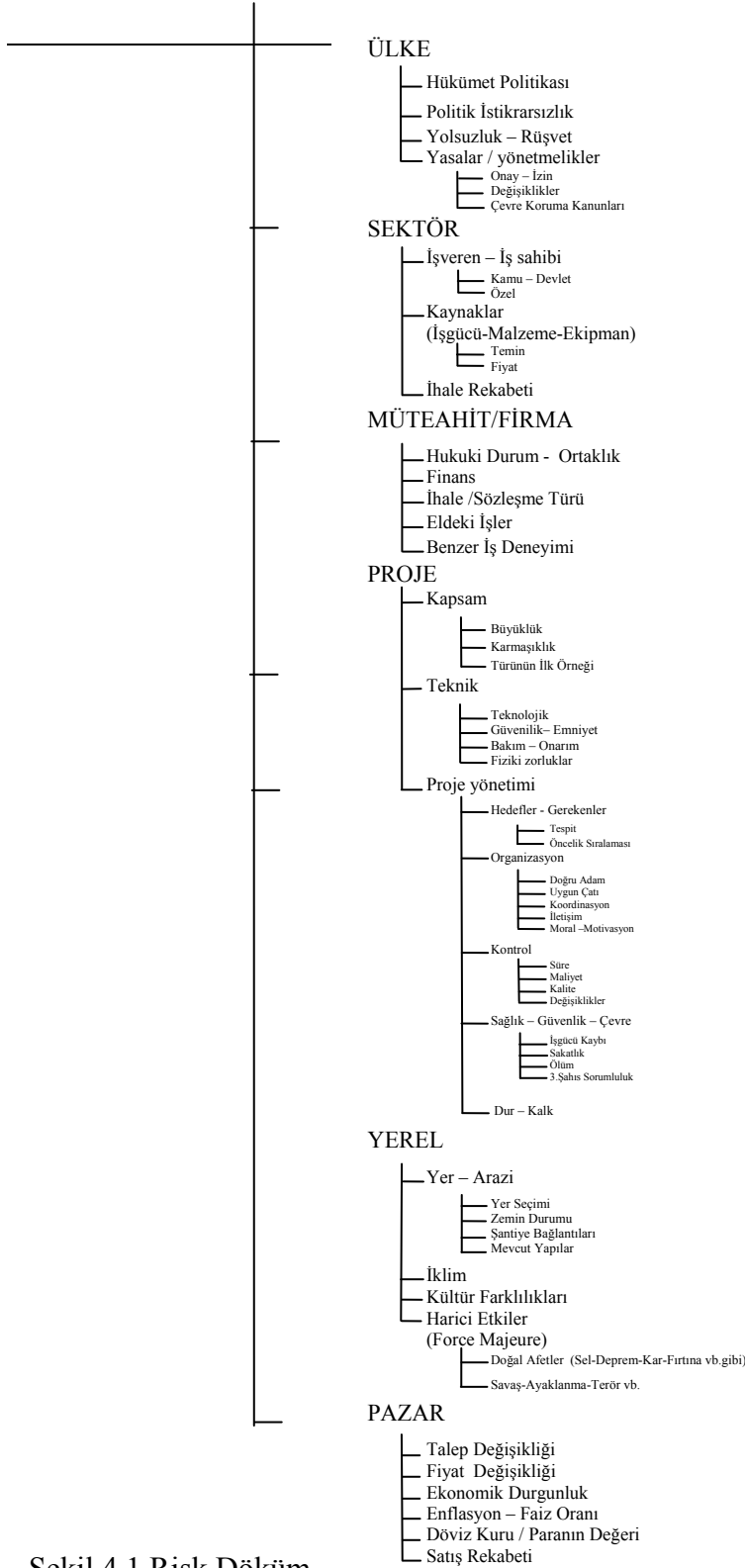
Uzmanlık alanları; İnşaat yönetimi (40 yıllık deneyim, akademisyen)
İNşaat risk yönetimi (17 yıllık deneyim, akademisyen)
İşletme (15 yıllık deneyim, akademisyen)
İNşaat sigortaları (22 yıllık deneyim, sigortacı uzman)
İNşaat uygulama (28 yıllık deneyim, inşaat proje müdürü)
İhale hazırlık (23 yıllık deneyim, iş geliştirme uzmanı)

İlk iş olarak uzmanlarla yapılan ilk görüşmeler ile literatür taramasından elde edilen bilgiler ışığında Türkiye inşaat sektörünün maruz kaldığı riskler gruplara ve bunların altındaki faktör ve alt faktörlere ayrıştırılmış ve Şekil 4.2'de sunulan benzersiz risk döküm şeması oluşturulmuştur. Risk döküm şeması modelin temelini teşkil eder.

Bunun üzerine kurulacak hiyerarşik yapıdaki amaç kısmı tezin adını, orta seviyeler risk döküm şemasının katmanlarını ve en son/alt seviye ise modelin öngörüsü nisbetinde tercih yapabileceğimiz seçenekleri içerir (Şekil 4.3).



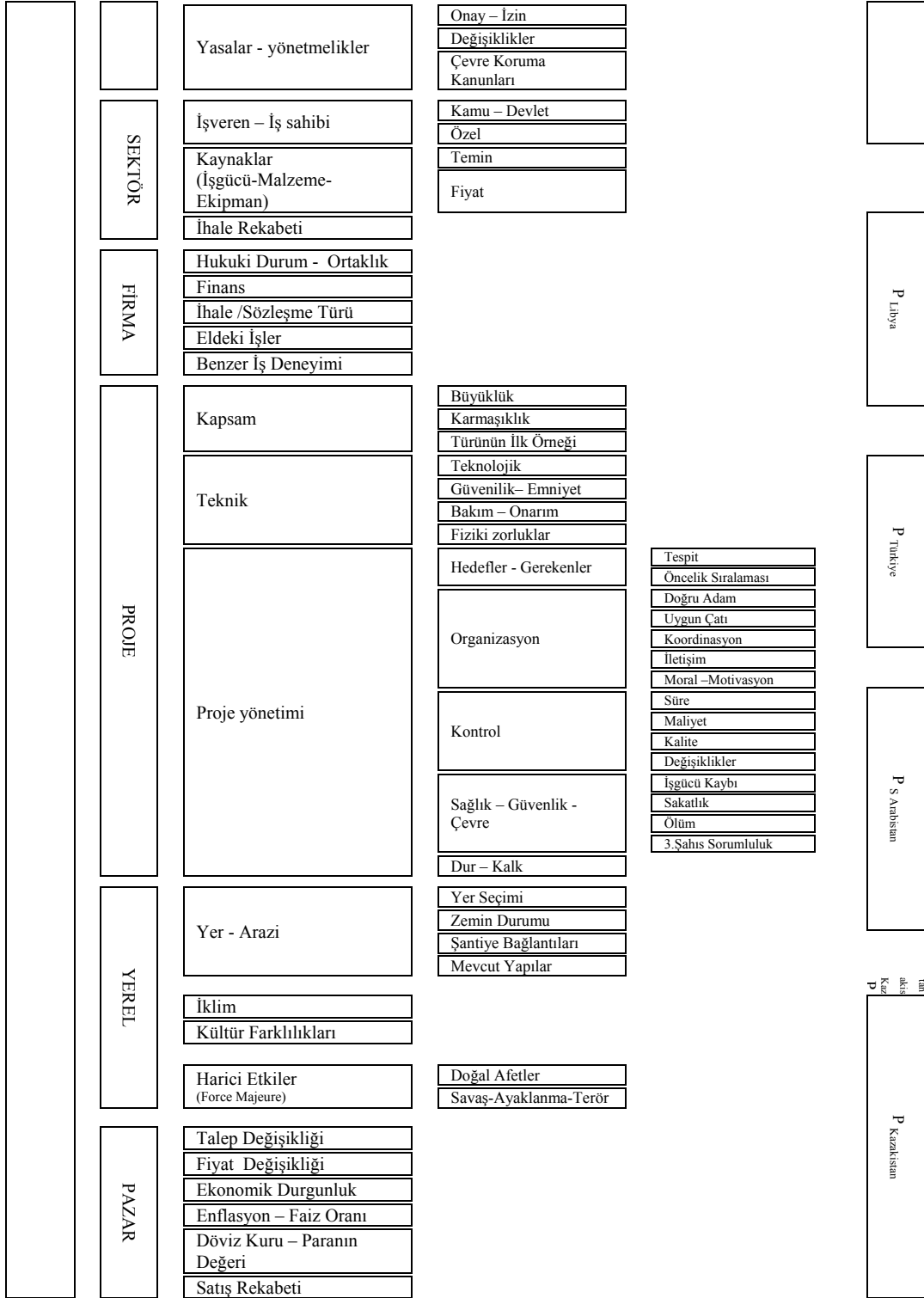
Şekil 4.1. Model Akış Diyagramı



Şekil 4.1.Risk Döküm

Şeması

AMAÇ	GRUPLAR/FAKTÖRLER/ALTFAKTÖRLER	SEÇENEKLER							
KİŞİ BİR ÜÇİN SİYAZEDİ	<table border="1"> <tr> <td>ÜLKE</td> <td>Hükümet Politikası</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Politik İstikrarsızlık</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Yolsuzluk – Rüşvet</td> </tr> </table>	ÜLKE	Hükümet Politikası		Politik İstikrarsızlık		Yolsuzluk – Rüşvet	<table border="1"> <tr> <td>P Kuşya</td> </tr> </table>	P Kuşya
ÜLKE	Hükümet Politikası								
	Politik İstikrarsızlık								
	Yolsuzluk – Rüşvet								
P Kuşya									



Şekil 4.3. Hiyerarşik Yapı

Model, hiyerarşinin her seviyesindeki risklerin ağırlıklarını bir üst seviyedeki risklere nazaran değerlendirir. Sistemin performansı değişik faktörlerin arasındaki etkileşimin bir sonucudur.

Her faktör kendi rolünü oynar ve sisteme kendi katkısını yapar. İkili karşılaştırma, risklerin hangisinin diğerine göre baskın olduğunu gösterir. Örneğin, Tablo 4.1'deki ülke ile sektör ikili karşılaştırmasındaki, klasik AHP (Tablo 3.1'den), “3” değeri ülkeden kaynaklanabilecek risklerin sektörle ilgili olanlardan “biraz daha önemli” olduğunu gösterir. Bu değer, uzmanların her birinden alınan verilerin medyanı hesaplanarak bulunmuştur. Uzmanlardan karşılaştırmayı dilsel değişkenler yardımıyla yapması halinde Tablo 3.3'deki bulanık sayılar kullanılır. Böylece, her bir ikili karşılaştırma hem klasik hem de bulanık AHP yöntem ile hesaplanmış olur. Bu durum, hem sayısal verilerin hem de sözel muhakemelerin birbirlerine dönüşümüyle modele dahil edilmesine imkan tanır. Ayrıca, iki yöntemin karşılaştırılmasına da olanak sağlanır. Aynı işlemin iki kez yapılması değil kişisel muhakemenin modele dahil edilmesidir.

Son olarak matrisler BAHP teknikleriyle değerlendirilir ve her bir faktörün hiyerarşideki oran değeri bulunur.

Bulanık AHP, ikili karşılaştırma matrisi oluşturma süreci iki aşamadan meydana gelmektedir. İlk aşama hiyerarşik yapıdaki ana kriterlerin (grupların, ölçütlerin) ve faktörlerin (alt ölçütlerin) ikili karşılaştırılmasıdır. İkinci aşamada ise hiyerarşik yapıdaki her bir alt faktörün alternatiflere göre ikili karşılaştırılmasıdır. İkili karşılaştırma işleminde karar vericiler eşit önem, çok az fazla önem, orta önem, ortadan fazla önem, kuvvetli, daha kuvvetli, çok kuvvetli ya da belirgin önem, çok çok kuvvetli, olağanüstü önem şeklinde dilsel ifadeler kullanılır. Aşağıda 30 adet tablo (Tablo 4.1 – Tablo 4.30 arası) ölçütler arası ikili karşılaştırma verilerini göstermektedir. Tablolardan da görüleceği üzere her bir ölçütün hem klasik AHP, hem de bulanık AHP ikili karşılaştırma değerleri ard arda verilmiştir. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda ölçütlerin ağırlık vektörleri (w_i) son sütunda bulunmaktadır. Klasik AHP'de ağırlık vektörünün hesaplanması için;

-
- Klasik AHP'ye göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinin her bir sütunun toplamı bulunur.
 - Her bir sütunun normalleştirilmesi için bulunan toplam değerler, sütun elemanlarına bölünerek normalleştirilmiş matris elde edilir.

- NxN boyutunda elde edilen yeni matrisin her bir satırının toplamı N e bölünerek yeni bir sütun vektörü meydana gelir.

Bu sütun vektörü klasik AHP ye göre ağırlık vektörünü temsil eder ve elemanlarının toplamı 1'dir. Sonuçlar aynı zamanda yüzde dağılımı da ifade eder.

Elde edilen ağırlık vektörünün tutarlı olup olmadığını hesaplamak için;

- İkili karşılaştırma matrisi ile ağırlık vektörü matris çarpımı yöntemine göre çarpılır ve yeni bir vektör bulunur.
- Bulunan yeni vektör elemanlarının her biri ağırlık vektör elemanlarının her birine bölünerek tüm değerlerin ortalaması alınır (özdeğer).
- Bu ortalama değer λ yı temsil eder.
- $CR = (\lambda - N)/(N-1)RI$ formülünden CR değeri bulunur. Burada N, NxN tipindeki ikili karşılaştırma matrisinin boyutu, RI ise rassallık endeksi verisinden bulunur.
- Eğer $CR < 0.10$ ise ağırlık vektörü sonucu tutarlıdır denir, aksi halde ikili karşılaştırma süreci yenilenir.

Bulanık AHP de ağırlık vektörünün hesaplanması için;

- Bulanık AHP ye göre oluşturulan ve bulanık sayılardan meydana gelen ikili karşılaştırma matrisinin her bir satırının bulanık geometrik ortalaması bulunur.
- Bulanık geometrik ortalama değeri, (L, M, N) tipindeki satır vektörü elemanlarının her bir L, M ve N verilerinin aralarındaki geometik ortalamaları değerlerinden meydana gelir.
- $(geoL, geoM, geoN) = \left(\sqrt[n]{L_1 \cdot L_2 \cdot \dots \cdot L_n}, \sqrt[n]{M_1 \cdot M_2 \cdot \dots \cdot M_n}, \sqrt[n]{N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_n} \right)$
- Her bir satır için hesaplanan bulanık geometrik ortalama değerleri toplanarak matrisin $(topgeoL, topgeoM, topgeoN)$ şeklinde bulanık toplam geometrik ortalama değeri bulunur.
- Her bir satırın bulanık geometrik ortalama değerlerinin, bulanık mantık yaklaşımına göre, bulanık geometrik ortalama toplam değerine bölümünden elde edilen vektör, matrisin bulanık ağırlıklarını temsil eder.

Grupların klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.1'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.2'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Ülke faktörü en büyük, Müteahit/Firma faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0664 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.1. Grupların (Anakriterlerin) Klasik İkili Karşılaştırılması

	Ülke	Sektör	Müteahit/Firma	Proje	Yerel	Pazar	w_i
Ülke	1	3	5	3	2	2	0.3171
Sektör	1/3	1	2	1/4	1/3	1/4	0.0689
Müteahit/Firma	1/5	1/2	1	1/3	1/2	1/6	0.0482
Proje	1/3	4	3	1	3	1/2	0.1790
Yerel	1/2	3	2	1/3	1	1/4	0.1123
Pazar	1/2	4	6	2	4	1	0.2745

$$\lambda_{\max} = 6.4118 \quad CR = 0.0664$$

Tablo 4.2. Grupların (Anakriterlerin) Bulanık İkili Karşılaştırılması

	Ülke	Sektör	Müteahit Firma	Proje	Yerel	Pazar	Bulanık Ağırlıklar
Ülke	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.1, 0.3, 0.87)
Sektör	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.07, 0.24)
Firma	Oldukça Fazla Önemli (1/7, 1/5, 1/3)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Fazla Önemli (1/8, 1/6, 1/4)	(0.02, 0.05, 0.16)
Proje	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.18, 0.56)
Yerel	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	(0.04, 0.11, 0.35)
Pazar	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Fazla Önemli (4, 6, 8)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.29, 0.78)

Ülke ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.3'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.4'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Politik İstikrarsızlık faktörü en büyük, Hükümet Politikası faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0691 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.3. Ülke Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

ÜLKE	Hükümet Politikası	Politik İstikrarsızlık	Yolsuzluk	Yasalar- Yönetmelikler	w_i
Hükümet Politikası	1	1/2	1/2	1	0.1775
Politik İstikrarsızlık	2	1	2	1	0.3290
Yolsuzluk	2	1/2	1	1/2	0.2062
Yasalar-Yönetmelikler	1	1	2	1	0.2873

$$\lambda_{\max} = 4.1866 \quad CR = 0.0691$$

Tablo 4.4. Ülke Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

ÜLKE	Hükümet Politikası	Politik İstikrarsızlık	Yolsuzluk	Yasalar-Yönetmelikler	Bulanık Ağırlıklar
Hükümet Politikası	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.17, 0.33)
Politik İstikrarsızlık	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.34, 0.67)
Yolsuzluk	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.2, 0.47)
Yasalar-Yönetmelikler	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.29, 0.47)

Yasa-Yönetmelik ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.5'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.6'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Onay-İzin faktörü en büyük, Çevre Koruma Kanunlar faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0157 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.5. Yasa-Yönetmelik Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

YASALAR-YÖNETMELİKLER	Onay-İzin	Değişiklikler	Çevre Koruma Kanunları	w_i
Onay-İzin	1	1	3	0.4429
Değişiklikler	1	1	2	0.3873
Çevre Koruma Kanunlar	1/3	1/2	1	0.1698
$\lambda_{max}=0.8333$				CR= 0.0157

Tablo 4.6. Yasa-Yönetmelik Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

YASALAR-YÖNETMELİKLER	Onay-İzin	Değişiklikler	Çevre Koruma Kanunları	Bulanık Ağırlıklar
Onay-İzin	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	(0.23, 0.44, 0.72)
Değişiklikler	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.23, 0.39, 0.67)
Çevre Koruma Kanunları	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.17, 0.42)

Sektör ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.7'da, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.8'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; İş Sahibi faktörü en büyük, İhale rekabeti faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0462 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.7. Sektör Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

SEKTÖR	İş Sahibi	Kaynaklar*	İhale rekabeti	w_i
İş Sahibi	1	1	2	0.41
Kaynaklar*	1	1	1	0.33
İhale rekabeti	1/2	1	1	0.26

* İşgücü-Malzeme-Ekipman

 $\lambda_{\max}=3.0537$ CR=0.0462

Tablo 4.8. Sektör Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

SEKTÖR	İş Sahibi	Kaynaklar	İhale rekabeti	Bulanık Ağırlıklar
İş Sahibi	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.28, 0.41, 0.6)
Kaynaklar	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.28, 0.33, 0.38)
İhale rekabeti	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.26, 0.38)

Müteahhid-Firma ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.9'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.10'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Finans faktörü en büyük, İhale/Sözleşme Türü faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0152 <0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.9. Müteahhid-Firma Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

MÜTEAHİT/FİRMA	H D / O	Finans	İhale / S T	Eldeki İşler	Benzer İş Deneyimi	w_i
Hukuki durum /Ortaklık	1	1/3	3	1	1/2	0.1558
Finans	3	1	4	2	1	0.3298
İhale/Sözleşme Türü	1/3	1/4	1	1/2	1/3	0.0761
Eldeki İşler	1	1/2	2	1	1/2	0.1512
Benzer İş Deneyimi	2	1	3	2	1	0.2871

 $\lambda_{\max}=0.0183$ CR=0.0152

Tablo 4.10. Müteahhid-Firma Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

MÜTEAHİT/FİRMA	Hukuki durum / Ortaklık	Finans	İhale/Sözleşme Türü	Eldeki İşler	Benzer İş Deneyimi	Bulanık Ağırlıklar
Hukuki durum /Ortaklık	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.15, 0.39)
Finans	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.33, 0.74)
İhale/Sözleşme Türü	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.07, 0.25)
Eldeki İşler	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.15, 0.37)
Benzer İş Deneyimi	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.29, 0.68)

Proje ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.11'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.12'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Proje Yönetimi faktörü en büyük, Teknik faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0453 <0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.11. Proje Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

PROJE	Kapsam	Teknik	Proje Yönetimi	w_i
Kapsam	1	2	1/2	0.3119
Teknik	1/2	1	1/2	0.1976
Proje Yönetimi	2	2	1	0.4905

$$\lambda_{\max}=3.0537 \quad CR=0.0463$$

Tablo 4.12. Proje Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

PROJE	Kapsam	Teknik	Proje Yönetimi	Bulanık Ağırlıklar
Kapsam	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.12, 0.31, 0.79)
Teknik	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.19, 0.5)
Proje Yönetimi	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.49, 1.25)

Proje Kapsamı ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.13'da bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.14'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Karmaşıklık faktörü en büyük, Büyüklük faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0817 <0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.13. Proje Kapsamı Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

KAPSAM	Büyüklük	Karmaşıklık	Türünün İlk Örneği	w_i
Büyüklük	1	1/4	1/5	0.1018
Karmaşıklık	4	1	2	0.5321
Türünün İlk Örneği	5	1/2	1	0.3661

$$\lambda_{\max}=3.0537 \quad CR=0.0817$$

Tablo 4.14. Proje Kapsamı Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

KAPSAM	Büyüklük	Karmaşıklık	Türünün İlk Örneği	Bulanık Ağırlıklar
Büyüklük	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Oldukça Fazla Önemsiz (1/7, 1/5, 1/3)	(0.05, 0.1, 0.23)
Karmaşıklık	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.23, 0.54, 1.19)
Türünün İlk Örneği	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.36, 0.79)

Teknik Proje ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.15'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.16'da verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Güvenlik/Emniyet faktörü en büyük, Fiziki Zorluklar faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0392 <0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.15. Teknik Proje Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

TEKNİK	Teknolojik	Güvenlik Emniyet	Bakım Onarım	Fiziki Zorluklar	w_i
Teknolojik	1	1	4	1	0.2952
Güvenlik/Emniyet	1	1	6	3	0.4247
Bakım Onarım	1/4	1/6	1	1/3	0.0694
Fiziki Zorluklar	1	1/3	3	1	0.2107

$$\lambda_{\max}=4.1033 \quad CR=0.0392$$

Tablo 4.16. Teknik Proje Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

TEKNİK	Teknolojik	Güvenlik / Emniyet	Bakım Onarım	Fiziki Zorluklar	Bulanık Ağırlıklar
Teknolojik	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.19, 0.29, 0.45)
Güvenlik/Emniyet	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Fazla Önemli (4, 6, 8)	Önemli (1, 3, 5)	(0.23, 0.43, 0.72)
Bakım Onarım	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Fazla Önemsiz (1/8, 1/6, 1/4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.07, 0.17)
Fiziki Zorluklar*	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.21, 0.43)

Proje Yönetimi ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.17'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.18'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Kontrol faktörü en büyük, Sağlık/Güvenlik/Çevre faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0305 <0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.17. Proje Yönetimi Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

PROJE YÖNETİMİ	H/G	Org	Kontrol	S/G/Ç	Dur-Kalk	w_i
Hedefler/Gerekenler	1	1/2	1/2	2	4	0.2047
Organizasyon	2	1	1/2	2	3	0.2483
Kontrol	2	2	1	2	4	0.3451
Sağlık/Güvenlik/Çevre	1/2	1/2	1/2	1	2	0.1321
Dur-Kalk	1/4	1/3	1/4	1/2	1	0.0699

$$\lambda_{\max}=5.1468 \quad CR=0.0305$$

Tablo 4.18. Proje Yönetimi Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

PROJE YÖNETİMİ	Hedefler / Gerekenler	Organizasyon	Kontrol	Sağlık Güv./ Çevre	Dur-Kalk	Bulanık Ağırlıklar
Hedefler/Gerekenler	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	(0.07, 0.20, 0.58)
Organizasyon	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	(0.08, 0.25, 0.74)
Kontrol	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	(0.12, 0.35, 1.02)
Sağlık/Güvenlik/Çevre	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.04, 0.13, 0.41)
Dur-Kalk	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.03, 0.07, 0.23)

Organizasyon ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.19'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.20'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Doğru Adam faktörü en büyük, Moral/Motivasyon faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0306 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.19. Organizasyon Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

ORGANİZASYON	Doğru Adam	Uygun Çatı	Kordinasyon	İletişim	Moral Motivasyon	w_i
Doğru Adam	1	2	2	3	3	0.3527
Uygun Çatı	1/2	1	2	3	3	0.2672
Kordinasyon	1/2	1/2	1	2	3	0.1879
İletişim	1/3	1/3	1/2	1	2	0.1125
Moral/Motivasyon	1/3	1/3	1/3	1/2	1	0.0796

$$\lambda_{\max} = 5.1464 \quad CR = 0.0306$$

Tablo 4.20. Organizasyon Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

ORGANİZASYON	Doğru Adam	Uygun Çatı	Kordinasyon	İletişim	Moral / Motivasyon	Bulanık Ağırlıklar
Doğru Adam	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	(0.1, 0.35, 1.11)
Uygun Çatı	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	(0.08, 0.27, 0.84)
Kordinasyon	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	(0.06, 0.19, 0.61)
İletişim	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.04, 0.11, 0.44)
Moral/Motivasyon	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.03, 0.08, 0.33)

Kontrol ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.21'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.22'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Değişiklikler faktörü en büyük, Kalite faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0689 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.21. Kontrol Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

KONTROL	Süre	Maliyet	Kalite	Değişiklikler	w_i
Süre	1	1/2	1	1	0.2111
Maliyet	2	1	1	1/2	0.2472
Kalite	1	1	1	1/2	0.1972
Değişiklikler	1	2	2	1	0.3444

$$\lambda_{\max} = 4.1861 \quad CR=0.0689$$

Tablo 4.22. Kontrol Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

KONTROL	Süre	Maliyet	Kalite	Değişiklikler	Bulanık Ağırlıklar
Süre	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.21, 0.32)
Maliyet	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.13, 0.24, 0.45)
Kalite	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.13, 0.21, 0.32)
Değişiklikler	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.18, 0.34, 0.65)

Yerel ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.23'da, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.24'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Yer Seçimi faktörü en büyük, Mavcut Yapılar faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca CR=0.0115 < 0.1 değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.23. Yerel Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

YEREL	Yer/Arazi	İklim	Kültür Farklılıkları	Doğal Afet	w_i
Yer/Arazi	1	2	4	1	0.3701
İklim	1/2	1	2	1/2	0.1850
Kültür Farklılıkları	1/4	1/2	1	1/3	0.0999
Doğal Afet	1	2	3	1	0.3451

$$\lambda_{\max} = 4.0104 \quad CR=0.0038$$

Tablo 4.24. Yerel Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

YEREL	Yer/Arazi	İklim	Kültür Farklılıkları	Doğal Afet	Bulanık Ağırlıklar
Yer/Arazi	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.18, 0.37, 0.74)
İklim	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.19, 0.47)
Kültür Farklılıkları	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.05, 0.1, 0.28)
Doğal Afet	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.15, 0.34, 0.71)

Yer-Arazi ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.25'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.26'da verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Yer Seçimi faktörü en büyük, Mavcut Yapılar faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0115 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.25. Yer-Arazi Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

YER/ARAZİ	Yer Seçimi	Zemin Durumu	Şantiye Bağlantıları	Mevcut Yapılar	w_i
Yer Seçimi	1	2	4	3	0.4658
Zemin Durumu	1/2	1	3	2	0.2771
Şantiye Bağlantıları	1/4	1/3	1	1/2	0.0960
Mavcut Yapılar	1/3	1/2	2	1	0.1611

$$\lambda_{\max}=4.0310 \quad CR=0.0115$$

Tablo 4.26. Yer-Arazi Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

YER/ARAZİ	Yer Seçimi	Zemin Durumu	Şantiye Bağlantıları	Mevcut Yapılar	Bulanık Ağırlıklar
Yer Seçimi	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Önemli (1, 3, 5)	(0.15, 0.47, 1.25)
Zemin Durumu	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.09, 0.28, 0.8)
Şantiye Bağlantıları	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.32)
Mavcut Yapılar	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.16, 0.53)

Sağlık/Güvenlik/Çevre ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.27'da bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.28'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; İşgücü Kaybı faktörü en büyük, 3.Şahıs Sorumluluk faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0685 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.27. Sağlık/Güvenlik/Çevre Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

SAĞLIK/GÜVENLİK/ÇEVRE	İşgücü Kaybı	Sakatlık	Ölüm	3.Şahıs Sorumluluk	w_i
İşgücü Kaybı	1	1	2	2	0.3417
Sakatlık	1	1	1/2	1	0.2063
Ölüm	1/2	2	1	2	0.2875
3.Şahıs Sorumluluk	1/2	1	1/2	1	0.1646

$$\lambda_{\max}=4.1850 \quad CR=0.0685$$

Tablo 4.28. Sağlık/Güvenlik/Çevre Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

SAĞLIK/GÜVENLİK/ÇEVRE	İşgücü Kaybı	Sakatlık	Ölüm	3.Şahıs Sorumluluk	Bulanık Ağırlıklar
İşgücü Kaybı	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.17, 0.34, 0.69)
Sakatlık	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.2, 0.34)
Ölüm	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.12, 0.29, 0.69)
3.Şahıs Sorumluluk	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.17, 0.34)

Pazar ölçütünün klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.29'de bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.30'de verilmiştir. Ağırlıkların yer aldığı her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; Ekonomik Durgunluk faktörü en büyük, Talep Değişikliği faktörü ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0406 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.29. Pazar Faktörlerinin Klasik İkili Karşılaştırılması

PAZAR	Talep Değ.	Fiyat Değ.	E D	Enflasyon-Faiz Oranı	Döviz kuru	Satış Rekabeti	w_i
Talep Değişikliği	1	1/2	1/5	1/4	1/3	1/3	0.0534
Fiyat Değişikliği	2	1	1	1/2	1/2	1/2	0.1218
Ekonomik Durgunluk	5	1	1	2	1	2	0.2531
Enflasyon-Faiz Oranı	4	2	1/2	1	2	2	0.2371
Döviz kuru	3	2	1	1/2	1	1	0.1772
Satış Rekabeti	3	2	1/2	1/2	1	1	0.1573

$$\lambda_{\max}=6.2899 \quad CR=0,0406$$

anlık İkili Karşılaştırılması

PAZAR	Talep Değişikliği	Fiyat Değişikliği	Ekonomik Durgunluk	Enflasyon-Faiz Oranı	Döviz kuru	Satış Rekabeti	Bulanık Ağırlıklar
Talep Değişikliği	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Fazla Önemli (1/7, 1/5, 1/3)	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	(0.02, 0.06, 0.17)
Fiyat Değişikliği	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.12, 0.29)
Ekonomik Durgunluk	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.12, 0.25, 0.52)
Enflasyon-Faiz Oranı	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.09, 0.24, 0.63)
Döviz kuru	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.18, 0.39)
Satış Rekabeti	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.16, 0.39)

Tablo 4.30. Pazar Faktörlerinin Bulanık İkili Karşılaştırılması

4.1. UYGULAMA

Modelin sayısal uygulaması, “Engineering News - Record” dergisinin Ağustos 2007 sayısında yayımladığı dünyanın en büyük 225 inşaat firması arasında yer alan bir Türk inşaat firmasında yapılmıştır. Görüşülen diğer inşaat firmalarda olduğu gibi söz konusu firmanın da ayrı bir “risk yönetim grubu” yoktur. Çoğu firmaya benzer biçimde, risk hususu sadece iş geliştirme ve ihale hazırlık birimlerinde çalışan uzmanlar tarafından değerlendirilmektedir.

Libya, Türkiye, Suudi Arabistan ve Kazakistan’daki değişik inşaat projeleri için ihale teklifi hazırlayan firmanın Rusya’da henüz aldığı bir proje sanki ihale hazırlık aşamasındaymış gibi uygulamaya dahil edilmiştir. Böylece, model 5 farklı ülkedeki değişik projeler riskleri bakımından değerlendirmiş ve sonuçta hangi projenin daha az riskli ya da tercih edilebilir olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, uygulama projelerin hangi risk faktörlerine karşı daha duyarlı olduğu hususuna da ışık tutmuştur.

Proje Seçenekleri:

Proje Rusya (P_{Rusya}):

Proje Libya (P_{Libya}):

Proje Türkiye ($P_{Türkiye}$):

Proje Suudi Arabistan ($P_{Suudi Arabistan}$):

Proje Kazakistan ($P_{Kazakistan}$):

Bulanık AHP, ikili karşılaştırma matrisi oluşturma sürecinin ikinci aşamasında hiyerarşik yapıdaki her bir alt faktörün alternatiflere göre ikili karşılaştırılması yapılmıştır. İzlenen yol ilgili bölümde anlatıldığı gibidir (Sayfa 47). Aşağıda 110 adet tablo (Tablo 4.31 – Tablo 4.140 arası) faktörler arası ikili karşılaştırma verilerini göstermektedir. Tablolardan da görüleceği üzere her bir ölçütün hem klasik AHP, hem de bulanık AHP ikili karşılaştırma değerleri ard arda verilmiştir. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda ölçütlerin ağırlık vektörleri (w_i) son sütunda bulunmaktadır.

Hükümet Politikasına göre farklı ülkelerdeki projelerin her birinin klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.31'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.32'de verilmiştir. Bu ölçüte göre ağırlıkların verildiği her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; $P_{Türkiye}$ projesi en büyük, $P_{Suudi Arabistan}$ projesi ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0584 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.31. Projelerin Hükümet Politikasına Göre Klasik Karşılaştırması

HÜKÜMET POLİTİKASI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	W_i
P_{Rusya}	1	1/2	1/2	3	1/2	0.1605
P_{Libya}	2	1	1	2	1	0.2409
$P_{Türkiye}$	2	1	1	3	2	0.2973
$P_{Suudi Arabistan}$	1/3	1/2	1/3	1	1	0.1105
$P_{Kazakistan}$	2	1	1/2	1	1	0.1909
				$\lambda_{max} =$	5.2804	CR=0.0584

Tablo 4.32. Projelerin Hükümet Politikasına Göre Bulanık Karşılaştırması

HÜKÜMET POLİTİKASI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.15, 0.38)
P_{Libya}	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.25, 0.49)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.13, 0.31, 0.67)
$P_{Suudi Arabistan}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.05, 0.11, 0.28)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.19, 0.37)

Politik İstikrarsızlığa göre farklı ülkelerdeki projelerin her birinin klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.33'da, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.34'de verilmiştir. Bu ölçüte göre ağırlıkların verildiği her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; $P_{Türkiye}$ projesi en büyük, P_{Libya} projesi ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0114 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.33. Projelerin Politik İstikrarsızlığa Göre Klasik Karşılaştırması

POLİTİK İSTİKRARSIZLIK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	W_i
P_{Rusya}	1	2	1/2	3	1	0.2092
P_{Libya}	1/2	1	1/4	2	1/3	0.1020
$P_{Türkiye}$	2	4	1	5	1	0.3492
$P_{S. Arabistan}$	1/3	1/2	1/5	1	1/4	0.0642
$P_{Kazakistan}$	1	3	1	4	1	0.2755
				$\lambda_{max} =$	5.0547	CR=0.0114

Tablo 4.34. Projelerin Politik İstikrarsızlığa Göre Bulanık Karşılaştırması

POLİTİK İSTİKRAR..	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.21, 0.46)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.05, 0.1, 0.29)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.35, 0.7)
$P_{S. Arabistan}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Fazla Önemsiz (1/7, 1/5, 1/3)	Eşit (1, 1, 1)	(1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.06, 0.17)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.28, 0.5)

Yolsuzluğa göre farklı ülkelerdeki projelerin her birinin klasik AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri Tablo 4.35'de, bulanık AHP'ye göre ikili karşılaştırma değerleri ise Tablo 4.36'de verilmiştir. Bu ölçüte göre ağırlıkların verildiği her iki tablodaki son sütundan da görüleceği üzere; $P_{Türkiye}$ projesi en büyük, P_{Libya} projesi ise en küçük orana sahiptir. Ayrıca $CR=0.0114 < 0.1$ değeri verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.35. Projelerin Yolsuzluğa Göre Klasik Karşılaştırması

YOLSUZLUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	W_i
P_{Rusya}	1	2	3	4	1	0.3301
P_{Libya}	1/2	1	2	3	1/2	0.1951
$P_{Türkiye}$	1/3	1/2	1	2	1	0.1488
$P_{Suudi Arabistan}$	1/4	1/3	1/2	1	1/2	0.0826
$P_{Kazakistan}$	1	2	1	2	1	0.2434
$\lambda_{max} = 5.2177$						$CR=0.0454$

Tablo 4.36. Projelerin Yolsuzluğa Göre Bulanık Karşılaştırması

YOLSUZLUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.34, 0.73)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.2, 0.51)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.14, 0.37)
$P_{S. Arabistan}$	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.25)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.24, 0.49)

Uygulamanın kalan kısmındaki tablolar için ikili matrislerin yorumlanması benzer biçimde verilmek yerine en sonunda toplam bir tablo halinde sunulmuştur. Her bir ikili karşılaştırmadaki en büyük ve en küçük orana sahip projeler Tablo 4.141'de kolaylıkla görülür.

Tablo 4.37. Projelerin Onay-İzine Göre Klasik Karşılaştırması

ONAY VE İZİN	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	2	1	0.2818
P_{Libya}	1/2	1	3	2	1	0.2300
$P_{Türkiye}$	1/2	1/3	1	1/2	1/3	0.0913
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1/2	2	1	1/2	0.1384
$P_{Kazakistan}$	1	1	3	2	1	0.2586

$\lambda_{\max} = 5.1216$ CR=0.0253

Tablo 4.38. Projelerin Onay-İzine Göre Klasik Karşılaştırması

ONAY VE İZİN	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.28, 0.66)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.23, 0.52)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.09, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.14, 0.38)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.26, 0.52)

Tablo 4.39. Projelerin Yasal Değişikliklere Göre Klasik Karşılaştırması

YASAL DEĞİŞİKLİKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	1	2	1/2	0.2115
P_{Libya}	1/2	1	1/2	2	1	0.1708
$P_{Türkiye}$	1	2	1	2	1/2	0.2115
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1/2	1/2	1	1/3	0.0954
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	3	1	0.3108

$\lambda_{\max} = 0.6667$ CR=0.0445

Tablo 4.40. Projelerin Yasal Değişikliklere Göre Bulanık Karşılaştırması

YASAL DEĞİŞİKLİKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.51)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.07, 0.16, 0.39)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.51)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.3)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.31, 0.71)

Tablo 4.41. Projelerin Çevre Korumaya Göre Klasik Karşılaştırması

ÇEVRE KORUMA	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/2	1/2	0.2046
P_{Libya}	1/2	1	1/2	1/3	1	0.1147
$P_{Türkiye}$	1/3	2	1	1/2	1/2	0.1347
$P_{S. Arabistan}$	2	3	2	1	2	0.3329
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	1/2	1	0.2131

$\lambda_{max} = 5.3654$ CR=0.0761

Tablo 4.42. Projelerin Çevre Korumaya Göre Bulanık Karşılaştırması

ÇEVRE KORUMA	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.2, 0.58)
P_{Libya}	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.05, 0.11, 0.32)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.13, 0.42)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.35, 1.01)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.21, 0.55)

Tablo 4.43. Projelerin İş Sahibi Devlete Göre Klasik Karşılaştırması

İŞ SAHİBİ: DEVLET	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	4	2	4	2	0.3969
P_{Libya}	1/4	1	1/2	2	1/2	0.1174
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	2	1	0.1985
$P_{S. Arabistan}$	1/4	1/2	1/2	1	1/2	0.0887
$P_{Kazakistan}$	1/2	2	1	2	1	0.1985

$\lambda_{max} = 5.0591$ CR=0.0123

Tablo 4.44. Projelerin İş Sahibi Devlete Göre Bulanık Karşılaştırması

İŞ SAHİBİ: DEVLET	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.14, 0.4, 1.01)
P_{Libya}	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.32)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.2, 0.5)
$P_{S. Arabistan}$	Oldukça Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.25)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.2, 0.5)

Tablo 4.45. Projelerin İş Sahibi Özele Göre Klasik Karşılaştırması

İŞ SAHİBİ : ÖZEL	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	2	2	1/2	0.2186
P_{Libya}	1	1	2	2	1	0.2471
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1	1/2	0.1236
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1/2	1	1	1/2	0.1236
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	2	1	0.2871

$\lambda_{max} = 5.0584$ CR=0.0128

Tablo 4.46. Projelerin İş Sahibi Özele Göre Bulanık Karşılaştırması

İŞ SAHİBİ : ÖZEL	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.22, 0.48)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.25, 0.48)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.12, 0.28)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.12, 0.28)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.29, 0.63)

Tablo 4.47. Projelerin Kaynak Teminine Göre Klasik Karşılaştırması

KAYNAK TEMİNİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/2	1	0.2381
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1	1/4	0.0848
$P_{Türkiye}$	1/2	3	1	2	1/2	0.1907
$P_{S. Arabistan}$	2	1	1/2	1	1/3	0.1649
$P_{Kazakistan}$	1	4	2	3	1	0.3215

$\lambda_{max} = 5.5253$ CR=0.1094

Tablo 4.48. Projelerin Kaynak Teminine Göre Bulanık Karşılaştırması

KAYNAK TEMİNİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.23, 0.54)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.04, 0.09, 0.26)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.2, 0.54)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.15, 0.39)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.34, 0.77)

Tablo 4.49. Projelerin Kaynak Fiyatına Göre Klasik Karşılaştırması

KAYNAK FİYAT	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	1	2	1	0.2529
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1	1/4	0.0863
$P_{Türkiye}$	1	3	1	2	1/2	0.2204
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1	1/2	1	1/3	0.1073
$P_{Kazakistan}$	1	4	2	3	1	0.3331

$\lambda_{max} = 5.0557$ CR=0.0116

Tablo 4.50. Projelerin Kaynak Fiyatına Göre Bulanık Karşılaştırması

KAYNAK FİYAT	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.25, 0.5)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.04, 0.09, 0.24)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.22, 0.5)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.05, 0.11, 0.27)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.33, 0.71)

Tablo 4.51. Projelerin İhale Rekabetine Göre Klasik Karşılaştırması

İHALE REKABETİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1	1	0.2524
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1	1/4	0.0901
$P_{Türkiye}$	1/2	3	1	1/2	1/2	0.1512
$P_{S. Arabistan}$	1	1	2	1	1/3	0.1758
$P_{Kazakistan}$	1	4	2	3	1	0.3306

$\lambda_{max} = 5.3186$ CR=0.0663

Tablo 4.52. Projelerin İhale Rekabetine Göre Bulanık Karşılaştırması

İHALE REKABETİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.26, 0.5)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.05, 0.09, 0.24)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.15, 0.38)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.09, 0.17, 0.36)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.34, 0.71)

Tablo 4.53. Projelerin Firma Hukuki Duruma Göre Klasik Karşılaştırması

HUKUKİ DURUM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	2	1/2	1/3	0.1455
P_{Libya}	1	1	3	1	1/2	0.1962
$P_{Türkiye}$	1/2	1/3	1	1/2	1/3	0.0890
$P_{S. Arabistan}$	2	1	2	1	1/2	0.2047
$P_{Kazakistan}$	3	2	3	2	1	0.3645

$$\lambda_{\max} = 5.1044 \quad CR=0.0217$$

Tablo 4.54. Projelerin Firma Hukuki Duruma Göre Bulanık Karşılaştırması

HUKUKİ DURUM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.14, 0.39)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.19, 0.41)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.3)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.52)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.37, 0.99)

Tablo 4.55. Projelerin Firma Finansına Göre Klasik Karşılaştırması

FİNANS	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1	1	1	0.2000
P_{Libya}	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{S. Arabistan}$	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{Kazakistan}$	1	1	1	1	1	0.2000

$$\lambda_{\max} = 5.0000 \quad CR=0.0000$$

Tablo 4.56. Projelerin Firma Finansına Göre Bulanık Karşılaştırması

FİNANS	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)

Tablo 4.57. Projelerin İhale Türüne Göre Klasik Karşılaştırması

İHALE TÜRÜ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	2	1/2	1/2	0.1566
P_{Libya}	1	1	2	1	1/3	0.1637
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/2	1/4	0.0883
$P_{S. Arabistan}$	2	1	2	1	1/2	0.2074
$P_{Kazakistan}$	2	3	4	2	1	0.3840

$\lambda_{max} = 5.0784$ CR=0.0163

Tablo 4.58. Projelerin İhale Türüne Göre Bulanık Karşılaştırması

İHALE TÜRÜ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.16, 0.38)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.08, 0.16, 0.38)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.09, 0.25)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.2, 0.5)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.39, 0.99)

Tablo 4.59. Projelerin Eldeki İşler Göre Klasik Karşılaştırması

ELDEKİ İŞLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	1	1/2	1	0.1872
P_{Libya}	1/2	1	1/2	1/3	1/2	0.0986
$P_{Türkiye}$	1	2	1	1/2	1	0.1872
$P_{S. Arabistan}$	2	3	2	1	1	0.3099
$P_{Kazakistan}$	1	2	1	1	1	0.2172

$\lambda_{max} = 5.0521$ CR=0.0108

Tablo 4.60. Projelerin Eldeki İşler Göre Bulanık Karşılaştırması

ELDEKİ İŞLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.19, 0.34)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.26)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.19, 0.34)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.31, 0.63)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.22, 0.34)

Tablo 4.61. Projelerin Benzer İş Deneyimine Göre Klasik Karşılaştırması

BENZER İŞ DENEYİMİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	1	1/2	1	0.1917
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1/4	1/3	0.0700
$P_{Türkiye}$	1	3	1	1/2	1	0.1917
$P_{S. Arabistan}$	2	4	2	1	2	0.3549
$P_{Kazakistan}$	1	3	1	1/2	1	0.1917

$\lambda_{max} = 5.0199$ CR=0.0041

Tablo 4.62. Projelerin Benzer İş Deneyimine Göre Bulanık Karşılaştırması

BENZER İŞ DENEYİMİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.19, 0.38)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.07, 0.24)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.19, 0.38)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.14, 0.36, 0.9)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.19, 0.38)

Tablo 4.63. Projelerin Benzer Proje Büyüklüğüne Göre Klasik Karşılaştırması

BÜYÜKLÜK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/2	2	0.2601
P_{Libya}	1/2	1	1	1/2	1	0.1377
$P_{Türkiye}$	1/3	1	1	1/3	1/2	0.1029
$P_{S. Arabistan}$	2	2	3	1	2	0.3416
$P_{Kazakistan}$	1/2	1	2	1/2	1	0.1577

$\lambda_{max} = 5.0976$ CR=0.0203

Tablo 4.64. Projelerin Benzer Proje Büyüklüğüne Göre Bulanık Karşılaştırması

BÜYÜKLÜK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.08, 0.26, 0.73)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.14, 0.3)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.3)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.34, 0.96)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.16, 0.4)

Tablo 4.65. Projelerin Benzer Proje Karmaşıklığına Göre Klasik Karşılaştırması

KARMAŞIKLIK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/3	2	0.2458
P_{Libya}	1/2	1	1/2	1/2	1	0.1204
$P_{Türkiye}$	1/3	2	1	1/3	1	0.1404
$P_{S. Arabistan}$	3	2	3	1	1	0.3296
$P_{Kazakistan}$	1/2	1	1	1	1	0.1638
$\lambda_{max} = 5.4303$						CR=0.0896

Tablo 4.66. Projelerin Benzer Proje Karmaşıklığına Göre Bulanık Karşılaştırması

KARMAŞIKLIK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.09, 0.24, 0.7)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.05, 0.12, 0.29)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.14, 0.38)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.33, 0.73)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.16, 0.29)

Tablo 4.67. Projelerin Türünün İlk Örneği Olmasına Göre Klasik Karşılaştırması

TÜRÜNÜN İLK ÖRNEĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1	1/3	1/2	0.1184
P_{Libya}	1	1	1	1/3	1/4	0.1061
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1/3	1/3	0.1102
$P_{S. Arabistan}$	3	3	3	1	2	0.3796
$P_{Kazakistan}$	2	4	3	1/2	1	0.2856
$\lambda_{max} = 5.0917$						CR=0.0191

Tablo 4.68. Projelerin Türünün İlk Örneği Olmasına Göre Bulanık Karşılaştırması

TÜRÜNÜN İLK ÖRNEĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.12, 0.29)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.06, 0.1, 0.25)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.11, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.38, 1.01)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.28, 0.76)

Tablo 4.69. Projelerin Teknolojik Özelliklerine Göre Klasik Karşılaştırması

TEKNOLOJİK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1	1/3	1/3	0.1066
P_{Libya}	1	1	1	1/3	1/5	0.0970
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1/3	1/4	0.1006
$P_{S. Arabistan}$	3	3	3	1	1	0.3197
$P_{Kazakistan}$	3	5	4	1	1	0.3761

$\lambda_{max} = 5.0296$ CR=0.0061

Tablo 4.70. Projelerin Teknolojik Özelliklerine Göre Bulanık Karşılaştırması

TEKNOLOJİK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.11, 0.25)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Oldukça Fazla Önemsiz (1/7, 1/5, 1/3)	(0.06, 0.1, 0.2)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(1/6, 1/4, 1/2)	(0.06, 0.1, 0.22)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.32, 0.66)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.17, 0.38, 0.74)

Tablo 4.71. Projelerin Güvenlik-Emniyete Göre Klasik Karşılaştırması

GÜVENLİK/EMNİYET.	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	2	1/2	1/3	0.1418
P_{Libya}	1	1	3	1/2	1/2	0.1725
$P_{Türkiye}$	1/2	1/3	1	1/2	1/3	0.0893
$P_{S. Arabistan}$	2	2	2	1	1/2	0.2348
$P_{Kazakistan}$	3	2	3	2	1	0.3616

$\lambda_{max} = 5.1476$ CR=0.0307

Tablo 4.72. Projelerin Güvenlik-Emniyete Göre Bulanık Karşılaştırması

GÜVENLİK/EMNİYET	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.14, 0.41)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.17, 0.43)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.32)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.24, 0.72)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.37, 1.05)

Tablo 4.73. Projelerin Bakım-Onarıma Göre Klasik Karşılaştırması

BAKIM-ONARIM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	2	1/3	1/2	0.1394
P_{Libya}	1	1	2	1/3	1/2	0.1394
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/3	1/3	0.0869
$P_{S. Arabistan}$	3	3	3	1	2	0.3869
$P_{Kazakistan}$	2	2	3	1/2	1	0.2474

$\lambda_{max} = 5.0720$ CR=0.0149

Tablo 4.74. Projelerin Bakım-Onarıma Göre Bulanık Karşılaştırması

BAKIM-ONARIM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.14, 0.42)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.14, 0.42)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.32)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.39, 1.11)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.25, 0.77)

Tablo 4.75. Projelerin Fiziki Zorluklara Göre Klasik Karşılaştırması

FİZİKİ ZORLUKLAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/3	2	0.2463
P_{Libya}	1/2	1	1/2	1/2	1/2	0.1025
$P_{Türkiye}$	1/3	2	1	1/3	1	0.1379
$P_{S. Arabistan}$	3	2	3	1	1	0.3271
$P_{Kazakistan}$	1/2	2	1	1	1	0.1862

$\lambda_{max} = 5.4094$ CR=0.0853

Tablo 4.76. Projelerin Fiziki Zorluklara Göre Bulanık Karşılaştırması

FİZİKİ ZORLUKLAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.08, 0.24, 0.73)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.3)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.14, 0.4)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.33, 0.76)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.19, 0.4)

Tablo 4.77. Projelerin Hedef Tespitine Göre Klasik Karşılaştırması

HEDEF TESPİT	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/3	1	0.2123
P_{Libya}	1/2	1	1	1/2	1/2	0.1200
$P_{Türkiye}$	1/3	1	1	1/3	1	0.1200
$P_{S. Arabistan}$	3	2	3	1	2	0.3673
$P_{Kazakistan}$	1	2	1	1/2	1	0.1804

$\lambda_{max} = 5.2146$ CR=0.0447

Tablo 4.78. Projelerin Hedef Tespitine Göre Bulanık Karşılaştırması

HEDEF TESPİT	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.21, 0.53)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.12, 0.29)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.12, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.12, 0.37, 0.97)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.18, 0.38)

Tablo 4.79. Projelerin Hedef Öncelik Belirlemeye Göre Klasik Karşılaştırması

HEDEF ÖNCELİK...	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/3	1	0.2123
P_{Libya}	1/2	1	1	1/2	1/2	0.1200
$P_{Türkiye}$	1/3	1	1	1/3	1	0.1200
$P_{S. Arabistan}$	3	2	3	1	2	0.3673
$P_{Kazakistan}$	1	2	1	1/2	1	0.1804

$\lambda_{max} = 5.2146$ CR=0.0447

Tablo 4.80. Projelerin Hedef Öncelik Belirlemeye Göre Bulanık Karşılaştırması

HEDEF ÖNCELİK...	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.21, 0.53)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.12, 0.29)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.06, 0.12, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.12, 0.37, 0.97)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.18, 0.38)

Tablo 4.81. Projelerin Çalışanlara Göre Klasik Karşılaştırması

ORGANİZASYON ÇALIŞANLAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/3	1/2	0.1757
P_{Libya}	1/3	1	1/2	1/3	1/2	0.0882
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	1/3	1/3	0.1141
$P_{S. Arabistan}$	3	3	3	1	2	0.3778
$P_{Kazakistan}$	2	2	3	1/2	1	0.2442

$$\lambda_{\max} = 5.2207 \quad CR=0.0459$$

Tablo 4.82. Projelerin Çalışanlara Göre Bulanık Karşılaştırması

ORG. ÇALIŞANLAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.17, 0.61)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.34)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.44)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.1, 0.38, 1.16)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.25, 0.81)

Tablo 4.83. Projelerin Organizasyon Çatısına Göre Klasik Karşılaştırması

ORGANİZASYON UYGUN ÇATI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/2	1	0.2169
P_{Libya}	1/3	1	1/2	1/3	1/2	0.0882
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	1/3	1/3	0.1169
$P_{S. Arabistan}$	2	3	3	1	2	0.3582
$P_{Kazakistan}$	1	2	3	1/2	1	0.2198

$$\lambda_{\max} = 5.1319 \quad CR=0.0275$$

Tablo 4.84. Projelerin Organizasyon Çatısına Göre Bulanık Karşılaştırması

ORG. UYGUN ÇATI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.31)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.41)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.36, 1.04)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)

Tablo 4.85. Projelerin Koordinasyona Göre Klasik Karşılaştırması

KOORDİNASYON	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/2	1	0.2169
P_{Libya}	1/3	1	1/2	1/3	1/2	0.0882
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	1/3	1/3	0.1169
$P_{S. Arabistan}$	2	3	3	1	2	0.3582
$P_{Kazakistan}$	1	2	3	1/2	1	0.2198

$\lambda_{max} = 5.1319$ CR=0.0275

Tablo 4.86. Projelerin Koordinasyona Göre Bulanık Karşılaştırması

KOORDİNASYON	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.31)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.41)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.36, 1.04)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)

Tablo 4.87. Projelerin İletişime Göre Klasik Karşılaştırması

İLETİŞİM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/2	1	0.2169
P_{Libya}	1/3	1	1/2	1/3	1/2	0.0882
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	1/3	1/3	0.1169
$P_{S. Arabistan}$	2	3	3	1	2	0.3582
$P_{Kazakistan}$	1	2	3	1/2	1	0.2198

$\lambda_{max} = 5.1319$ CR=0.0275

Tablo 4.88. Projelerin İletişime Göre Bulanık Karşılaştırması

İLETİŞİM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.31)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.41)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.36, 1.04)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)

Tablo 4.89. Projelerin Moral-Motivasyona Göre Klasik Karşılaştırması

MORAL/MOTİVASYON	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	2	1/2	1	0.2169
P_{Libya}	1/3	1	1/2	1/3	1/2	0.0882
$P_{Türkiye}$	1/2	2	1	1/3	1/3	0.1169
$P_{S. Arabistan}$	2	3	3	1	2	0.3582
$P_{Kazakistan}$	1	2	3	1/2	1	0.2198

$\lambda_{max} = 5.1319$ CR=0.0275

Tablo 4.90. Projelerin Moral-Motivasyona Göre Bulanık Karşılaştırması

MORAL/MOTİVASYON	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.31)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.41)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.36, 1.04)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.22, 0.57)

Tablo 4.91. Projelerin Süre Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması

KONTROL: SÜRE	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	1	1/2	0.2072
P_{Libya}	1/2	1	2	1/2	1/3	0.1270
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/3	1/3	0.0884
$P_{S. Arabistan}$	1	2	3	1	1	0.2569
$P_{Kazakistan}$	2	3	3	1	1	0.3205

$\lambda_{max} = 5.0813$ CR=0.0169

Tablo 4.92. Projelerin Süre Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması

KONTROL: SÜRE	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.5)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.05, 0.13, 0.38)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.09, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.26, 0.53)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.32, 0.73)

Tablo 4.93. Projelerin Maliyet Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması

KONTROL: MALİYET	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	1	1/2	0.2072
P_{Libya}	1/2	1	2	1/2	1/3	0.1270
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/3	1/3	0.0884
$P_{S. Arabistan}$	1	2	3	1	1	0.2569
$P_{Kazakistan}$	2	3	3	1	1	0.3205

$\lambda_{max} = 5.0813$ CR=0.0169

Tablo 4.94. Projelerin Maliyet Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması

KONTROL: MALİYET	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.5)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.05, 0.13, 0.38)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.09, 0.29)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.26, 0.53)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.32, 0.73)

Tablo 4.95. Projelerin Değişiklik Kontrolüne Göre Klasik Karşılaştırması

KONTROL: DEĞİŞİKLİK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	1	1/2	0.2136
P_{Libya}	1/2	1	2	1/2	1/2	0.1383
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/2	1/3	0.0973
$P_{S. Arabistan}$	1	2	2	1	2	0.2828
$P_{Kazakistan}$	2	2	3	1/2	1	0.2681

$\lambda_{max} = 5.2135$ CR=0.0444

Tablo 4.96. Projelerin Değişiklik Kontrolüne Göre Bulanık Karşılaştırması

KONTROL: DEĞİŞİKLİK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.21, 0.54)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.14, 0.4)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.31)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.11, 0.28, 0.71)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.27, 0.74)

Tablo 4.97. Projelerin İşgücü Kaybına Göre Klasik Karşılaştırması

İŞGÜCÜ KAYBI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	1/2	1/2	0.1852
P_{Libya}	1/2	1	2	1/2	1/2	0.1419
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1/2	1/3	0.0986
$P_{S. Arabistan}$	2	2	2	1	1	0.2771
$P_{Kazakistan}$	2	2	3	1	1	0.2971

$$\lambda_{\max} = 5.1112 \quad CR=0.0231$$

Tablo 4.98. Projelerin İşgücü Kaybına Göre Bulanık Karşılaştırması

İŞGÜCÜ KAYBI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	(1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.18, 0.53)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.14, 0.4)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.3)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.28, 0.69)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.3, 0.73)

Tablo 4.99. Projelerin Sakatlığa Göre Klasik Karşılaştırması

SAKATLIK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1	1	1	0.2000
P_{Libya}	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{S. Arabistan}$	1	1	1	1	1	0.2000
$P_{Kazakistan}$	1	1	1	1	1	0.2000

$$\lambda_{\max} = 5.0000 \quad CR=0.0000$$

Tablo 4.100. Projelerin Sakatlığa Göre Bulanık Karşılaştırması

ÖLÜM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.2, 0.2, 0.2)

Tablo 4.101. Projelerin 3. Şahıs Sorumluluğuna Göre Klasik Karşılaştırması

3. ŞAHIS SORUMLULUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/2	2	0.2587
P_{Libya}	1/2	1	1/2	1/2	1/2	0.1066
$P_{Türkiye}$	1/3	2	1	1/2	2	0.1708
$P_{S. Arabistan}$	2	2	2	1	3	0.3351
$P_{Kazakistan}$	1/2	2	1/2	1/3	1	0.1289

$$\lambda_{\max} = 5.2847 \quad CR=0.0593$$

Tablo 4.102. Projelerin 3. Şahıs Sorumluluğuna Göre Bulanık Karşılaştırması

3. ŞAHIS SORUMLULUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.08, 0.26, 0.79)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.1, 0.33)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.06, 0.17, 0.58)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	(0.1, 0.34, 1.05)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.04, 0.13, 0.43)

Tablo 4.103. Projelerin Yer Seçimine Göre Klasik Karşılaştırması

YER SEÇİMİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/4	1/3	1/2	1/2	0.0877
P_{Libya}	4	1	1	1	1	0.2447
$P_{Türkiye}$	3	1	1	1	1/2	0.1995
$P_{S. Arabistan}$	2	1	1	1	1/2	0.1828
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	2	1	0.2853

$$\lambda_{\max} = 5.1571 \quad CR=0.0327$$

Tablo 4.104. Projelerin Yer Seçimine Göre Bulanık Karşılaştırması

YER SEÇİMİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.09, 0.22)
P_{Libya}	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.16, 0.24, 0.36)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.2, 0.35)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.19, 0.33)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.28, 0.58)

Tablo 4.105. Projelerin Zemin Durumuna Göre Klasik Karşılaştırması

ZEMİN DURUMU	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/3	1/3	1/2	1/3	0.0834
P_{Libya}	3	1	1	1	1/2	0.1967
$P_{Türkiye}$	3	1	1	1	1/2	0.1967
$P_{S. Arabistan}$	2	1	1	1	1/2	0.1800
$P_{Kazakistan}$	3	2	2	2	1	0.3433

$$\lambda_{\max} = 5.0556 \quad CR=0.0116$$

Tablo 4.106. Projelerin Zemin Durumuna Göre Bulanık Karşılaştırması

ZEMİN DURUMU	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.28)
P_{Libya}	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.2, 0.39)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.2, 0.39)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.18, 0.37)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.34, 0.9)

Tablo 4.107. Projelerin Şantiye Bağlantıları Göre Klasik Karşılaştırması

ŞANTIYE BAĞLANTISI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/3	1/3	1/2	1/3	0.0803
P_{Libya}	3	1	2	2	1/2	0.2534
$P_{Türkiye}$	3	1/2	1	2	1/2	0.1960
$P_{S. Arabistan}$	2	1/2	1/2	1	1/2	0.1355
$P_{Kazakistan}$	3	2	2	2	1	0.3348

$$\lambda_{\max} = 5.1463 \quad CR=0.0304$$

Tablo 4.108. Projelerin Şantiye Bağlantıları Göre Bulanık Karşılaştırması

ŞANTIYE BAĞLANTISI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.33)
P_{Libya}	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.26, 0.79)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.19, 0.6)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.13, 0.43)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.34, 1.04)

Tablo 4.109. Projelerin Mevcut Yapılara Göre Klasik Karşılaştırması

MEVCUT YAPILAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/4	1/3	1/2	1/2	0.0857
P_{Libya}	4	1	1/3	1	1	0.2065
$P_{Türkiye}$	3	3	1	1	1/2	0.2538
$P_{S. Arabistan}$	2	1	1	1	1/2	0.1731
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	2	1	0.2809

$$\lambda_{\max} = 5.4082 \quad CR=0.0850$$

Tablo 4.110. Projelerin Mevcut Yapılara Göre Bulanık Karşılaştırması

MEVCUT YAPILAR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.09, 0.24)
P_{Libya}	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.11, 0.2, 0.4)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.25, 0.52)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.19, 0.36)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.28, 0.63)

Tablo 4.111. Projelerin İklim Göre Klasik Karşılaştırması

İKLİM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	3	1	2	0.2682
P_{Libya}	1	1	2	1	2	0.2482
$P_{Türkiye}$	1/3	1/2	1	1/2	1/2	0.1000
$P_{S. Arabistan}$	1	1	2	1	1	0.2174
$P_{Kazakistan}$	1/2	1/2	2	1	1	0.1663

$$\lambda_{\max} = 5.0747 \quad CR=0.0155$$

Tablo 4.112. Projelerin İklim Göre Bulanık Karşılaştırması

İKLİM	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.14, 0.27, 0.47)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.14, 0.25, 0.45)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.1, 0.26)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.22, 0.34)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.08, 0.17, 0.34)

Tablo 4.113. Projelerin Kültür Farklılıklarına Göre Klasik Karşılaştırması

KÜLTÜR FARKLILIĞI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	3	2	1/2	0.2229
P_{Libya}	1	1	3	1	1/2	0.1922
$P_{Türkiye}$	1/3	1/3	1	1/2	1/4	0.0752
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1	2	1	1/2	0.1561
$P_{Kazakistan}$	2	2	4	2	1	0.3536

$$\lambda_{\max} = 5.0620 \quad CR=0.0129$$

Tablo 4.114. Projelerin Kültür Farklılıklarına Göre Bulanık Karşılaştırması

KÜLTÜR FARKLILIĞI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.22, 0.52)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.09, 0.19, 0.39)
$P_{Türkiye}$	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.07, 0.25)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.16, 0.38)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.36, 0.94)

Tablo 4.115. Projelerin Doğal Afetlere Göre Klasik Karşılaştırması

DOĞAL AFETLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/2	1/2	3	1/2	0.1665
P_{Libya}	1/3	1	1/4	2	1/2	0.1161
$P_{Türkiye}$	2	4	1	3	2	0.3880
$P_{S. Arabistan}$	1/3	1/2	1/3	1	1	0.1101
$P_{Kazakistan}$	2	2	1/2	1	1	0.2193

$$\lambda_{\max} = 5.1018 \quad CR=0.0212$$

Tablo 4.116. Projelerin Doğal Afetlere Göre Bulanık Karşılaştırması

DOĞAL AFETLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.16, 0.44)
P_{Libya}	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	(0.04, 0.11, 0.37)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.13, 0.41, 1.11)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.04, 0.11, 0.32)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.22, 0.56)

Tablo 4.117. Projelerin Savaş-Teröre Göre Klasik Karşılaştırması

SAVAŞ-TERÖR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	1	2	1	0.2467
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1/2	1/3	0.0783
$P_{Türkiye}$	1	3	1	3	3	0.3388
$P_{S. Arabistan}$	1/2	2	1/3	1	1/2	0.1211
$P_{Kazakistan}$	1	3	1/2	2	1	0.2151

$$\lambda_{\max} = 5.2088 \quad CR=0.0435$$

Tablo 4.118. Projelerin Savaş-Teröre Göre Klasik Karşılaştırması

SAVAŞ-TERÖR	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağarlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.25, 0.53)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.03, 0.08, 0.29)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Önemli (1, 3, 5)	(0.12, 0.34, 0.76)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.12, 0.38)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.09, 0.22, 0.53)

Tablo 4.119. Projelerin Talep Değişikliğine Göre Klasik Karşılaştırması

TALEP DEĞİŞİKLİĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1/2	4	2	0.2359
P_{Libya}	1	1	1/3	2	1/3	0.1272
$P_{Türkiye}$	2	3	1	5	1	0.3269
$P_{S. Arabistan}$	1/4	1/2	1/5	1	1/4	0.0589
$P_{Kazakistan}$	1/2	3	1	4	1	0.2512

$$\lambda_{\max} = 5.2843 \quad CR=0.0592$$

Tablo 4.120. Projelerin Talep Değişikliğine Göre Bulanık Karşılaştırması

TALEP DEĞİŞİKLİĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağarlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.1, 0.23, 0.5)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.13, 0.35)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Eşit (1, 1, 1)	(0.15, 0.34, 0.71)
$P_{S. Arabistan}$	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Fazla Önemsiz (1/7, 1/5, 1/3)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.06, 0.16)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.25, 0.53)

Tablo 4.121. Projelerin Fiyat Değişikliğine Göre Klasik Karşılaştırması

FİYAT DEĞİŞİKLİĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1/2	4	2	0.2359
P_{Libya}	1	1	1/3	2	1/3	0.1272
$P_{Türkiye}$	2	3	1	5	1	0.3269
$P_{S. Arabistan}$	1/4	1/2	1/5	1	1/4	0.0589
$P_{Kazakistan}$	1/2	3	1	4	1	0.2512

$\lambda_{max} = 5.2843$ CR=0.0592

Tablo 1.122. Projelerin Fiyat Değişikliğine Göre Bulanık Karşılaştırması

FİYAT DEĞİŞİKLİĞİ	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.1, 0.23, 0.5)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.06, 0.13, 0.35)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Fazla Önemli (3, 5, 7)	Eşit (1, 1, 1)	(0.15, 0.34, 0.71)
$P_{S. Arabistan}$	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Fazla Önemsiz (1/7, 1/5, 1/3)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.03, 0.06, 0.16)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.25, 0.53)

Tablo 4.123. Projelerin Ekonomik Durgunluğa Göre Klasik Karşılaştırması

EKONOMİK DURGUNLUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1	1/4	1	1/4	0.0976
P_{Libya}	1	1	1/2	1	1/4	0.1099
$P_{Türkiye}$	4	2	1	3	1/2	0.2812
$P_{S. Arabistan}$	1	1	1/3	1	1/2	0.1217
$P_{Kazakistan}$	4	4	2	2	1	0.3896

$\lambda_{max} = 5.1376$ CR=0.0286

Tablo 4.124. Projelerin Ekonomik Durgunluğa Göre Bulanık Karşılaştırması

EKONOMİK DURGUNLUK	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.05, 0.1, 0.2)
P_{Libya}	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.06, 0.11, 0.23)
$P_{Türkiye}$	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.28, 0.7)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.12, 0.27)
$P_{Kazakistan}$	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.15, 0.39, 0.96)

Tablo 4.125. Projelerin Enflasyon-Faiz Oranına Göre Klasik Karşılaştırması

ENFLASYON-FAİZ ORANI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	3	1	2	1	0.2484
P_{Libya}	1/3	1	1/3	1	1/4	0.0867
$P_{Türkiye}$	1	3	1	3	1/2	0.2467
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1	1/3	1	1	0.1354
$P_{Kazakistan}$	1	4	2	1	1	0.2829

$$\lambda_{\max} = 5.2825 \quad CR=0.0588$$

Tablo 4.126. Projelerin Enflasyon-Faiz Oranına Göre Bulanık Karşılaştırması

ENFLASYON-FAİZ ORANI	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.13, 0.26, 0.48)
P_{Libya}	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.05, 0.09, 0.23)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.1, 0.25, 0.5)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.07, 0.13, 0.26)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.15, 0.28, 0.5)

Tablo 4.127. Projelerin Döviz Kuruna Göre Klasik Karşılaştırması

DÖVİZ KURU	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	3	1/2	0.2459
P_{Libya}	1/2	1	2	2	1/4	0.1596
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	2	1/2	0.1386
$P_{S. Arabistan}$	1/3	1/2	1/2	1	1/2	0.0976
$P_{Kazakistan}$	2	4	2	2	1	0.3584

$$\lambda_{\max} = 5.2952 \quad CR=0.0155$$

Tablo 4.128. Projelerin Döviz Kuruna Göre Bulanık Karşılaştırması

DÖVİZ KURU	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.26, 0.76)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	(0.05, 0.16, 0.48)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.13, 0.42)
$P_{S. Arabistan}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.03, 0.09, 0.32)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.36, 1.04)

Projelerin ana kriterlere göre ikili karşılaştırmaları Tablo 4.129 – Tablo 4.140 sunulmuştur.

Tablo 4.129. Projelerin Ülke Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

ÜLKE - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	1	2	1	0.2396
P_{Libya}	1/2	1	1/2	4	1/2	0.1798
$P_{Türkiye}$	1	2	1	1	1	0.2196
$P_{S. Arabistan}$	1/2	1/4	1	1	1/2	0.1213
$P_{Kazakistan}$	1	2	1	2	1	0.2396

$\lambda_{max} = 5.4060$ CR=0.0846

Tablo 4.130. Projelerin Ülke Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

ÜLKE-SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.25, 0.45)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemli (2, 4, 6)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.17, 0.37)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.22, 0.34)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Oldukça Önemsiz (1/6, 1/4, 1/2)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.06, 0.11, 0.22)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.25, 0.45)

Tablo 4.131. Projelerin Sektör Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

SEKTÖR-SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	2	1	0.2656
P_{Libya}	1/2	1	1/3	1/2	1	0.1261
$P_{Türkiye}$	1/2	3	1	2	1/3	0.1952
$P_{S. Arabistan}$	1/2	2	1/2	1	1/2	0.1404
$P_{Kazakistan}$	1	1	3	2	1	0.2727

$\lambda_{max} = 5.4672$ CR=0.0973

Tablo 1.132. Projelerin Sektör Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

SEKTÖR-SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.29, 0.68)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.05, 0.11, 0.3)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.07, 0.19, 0.54)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.05, 0.14, 0.39)
$P_{Kazakistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.12, 0.27, 0.54)

Tablo 4.133. Projelerin Müteahhid-Firma Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

FİRMA - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	2	1/3	1/3	0.1703
P_{Libya}	1/2	1	2	1/2	1/2	0.1485
$P_{Türkiye}$	1/2	1/2	1	1	1	0.1588
$P_{S. Arabistan}$	3	2	1	1	1	0.2613
$P_{Kazakistan}$	3	2	1	1	1	0.2613

$\lambda_{max} = 5.3456$ CR=0.0720

Tablo 4.134. Projelerin Müteahhid-Firma Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

FİRMA - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.08, 0.21, 0.5)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.13, 0.27)
$P_{Türkiye}$	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.07, 0.13, 0.27)
$P_{S. Arabistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.28, 0.5)
$P_{Kazakistan}$	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.25, 0.48)

Tablo 4.135. Projelerin Proje Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

PROJE - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	2	3	1/2	1/2	0.2104
P_{Libya}	1/2	1	1	1/3	1	0.1345
$P_{Türkiye}$	1/3	1	1	1	1/2	0.1386
$P_{S. Arabistan}$	2	3	1	1	1	0.2707
$P_{Kazakistan}$	2	1	2	1	1	0.2457

$\lambda_{max} = 5.4126$ CR=0.0859

Tablo 4.136. Projelerin Proje Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

PROJE - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.21, 0.5)
P_{Libya}	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.07, 0.13, 0.27)
$P_{Türkiye}$	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.07, 0.13, 0.27)
$P_{S. Arabistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.28, 0.5)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	(0.14, 0.25, 0.48)

Tablo 4.137. Projelerin Yerel Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

YEREL - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/2	1	1	1/2	0.1413
P_{Libya}	2	1	1	2	1/3	0.2074
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1	2	0.2272
$P_{S. Arabistan}$	1	1/2	1	1	1/2	0.1413
$P_{Kazakistan}$	2	3	1/2	2	1	0.2827

$\lambda_{max} = 5.4413$ CR=0.0919

Tablo 4.138. Projelerin Yerel Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

YEREL - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.15, 0.28)
P_{Libya}	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.1, 0.21, 0.48)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.13, 0.22, 0.36)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.15, 0.28)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.28, 0.66)

Tablo 4.139. Projelerin Pazar Ana Kriterine Göre Klasik Karşılaştırması

PAZAR - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	w_i
P_{Rusya}	1	1/2	1	1	1/2	0.1413
P_{Libya}	2	1	1	2	1/3	0.2074
$P_{Türkiye}$	1	1	1	1	2	0.2272
$P_{S. Arabistan}$	1	1/2	1	1	1/2	0.1413
$P_{Kazakistan}$	2	3	1/2	2	1	0.2827

$\lambda_{max} = 5.4413$ CR=0.0919

Tablo 4.140. Projelerin Pazar Ana Kriterine Göre Bulanık Karşılaştırması

PAZAR - SEÇENEKLER	P_{Rusya}	P_{Libya}	$P_{Türkiye}$	$P_{S. Arabistan}$	$P_{Kazakistan}$	Bulanık Ağırlıklar
P_{Rusya}	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.15, 0.28)
P_{Libya}	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemsiz (1/5, 1/3, 1/1)	(0.1, 0.21, 0.48)
$P_{Türkiye}$	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	(0.13, 0.22, 0.36)
$P_{S. Arabistan}$	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Eşit (1, 1, 1)	Eşit (1, 1, 1)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	(0.08, 0.15, 0.28)
$P_{Kazakistan}$	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Önemli (1, 3, 5)	Biraz Önemsiz (1/4, 1/2, 1/1)	Biraz Önemli (1, 2, 4)	Eşit (1, 1, 1)	(0.1, 0.28, 0.66)

Tablo 4.141. İkili Karşılaştırma Sonuçları

Seçeneklerin sıralanmasının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin ilki matris çarpımıdır. Tablo 4.142’de, Tablo 4.4’den elde edilen ağırlık vektörü ile Tablo 4.129 (Ülke), Tablo 4.131 (Sektör), Tablo 4.133 (Firma), Tablo 4.135 (Proje), Tablo 4.137 (Yerel) ve Tablo 4.139 (Pazar) klasik AHP ağırlık vektörlerinden meydana gelen matrisin çarpımı yer almaktadır. Bu çarpım sonucuna göre Kazakistan ilk sırada yer alırken (en riskli), bu ülkeyi Rusya ve Türkiye Suudi Arabistan takip etmektedir. Libya ise son sıradadır.

Tablo 4.142. Klasik AHP Matris Çarpımı

AHP	ÜLKE	SEKTÖR	FİRMA	PROJE	YEREL	PAZAR	ANA ÖLÇÜTLER	SIRALAMA
P_{Rusya}	0.2396	0.2656	0.1703	0.2104	0.1413	0.2300	0.3171	0.2192
P_{Libya}	0.1798	0.1261	0.1485	0.1345	0.2074	0.1384	0.0689	0.1582
$P_{Türkiye}$	0.2196	0.1952	0.1588	0.1386	0.2272	0.2818	0.0482	0.2184
$P_{S. Arabistan}$	0.1213	0.1404	0.2613	0.2707	0.1413	0.0913	0.1790	0.1501
$P_{Kazakistan}$	0.2396	0.2727	0.2613	0.2457	0.2827	0.2586	0.1123	0.2541
							0.2745	

Benzer biçimde aynı işlem BAHP ye göre elde edilen vektörler için de yapılmıştır. Tablo 4.143’de, Tablo 3.2’deki ağırlık merkezi yöntemine (Formül 4.16) göre durulaştırılmış ağırlık vektörü ile Tablo 4.130 (Ülke), Tablo 4.132 (Sektör), Tablo 4.134 (Firma), Tablo 4.136 (Proje), Tablo 4.138 (Yerel) ve Tablo 4.140 (Pazar) BAHP ağırlık merkezi yöntemine göre durulaştırılmış ağırlık vektörlerinden meydana gelen matrisin çarpımı yer almaktadır. Doğal olarak, sıralamada değişiklik olmamakla birlikte ağırlıklarında farklılaşma gözlenmiştir: Kazakistan, Rusya, Türkiye, Sudi Arabistan ve Libya.

Tablo 4.143. BAHP Matris Çarpımı

BULANIK AHP	ÜLKE	SEKTÖR	FİRMA	PROJE	YEREL	PAZAR
P_{Rusya}	(0.14 , 0.25 , 0.45)	(0.12 , 0.29 , 0.68)	(0.07 , 0.16 , 0.49)	(0.08 , 0.21 , 0.5)	(0.08 , 0.15 , 0.28)	(0.09 , 0.23 , 0.52)
P_{Libya}	(0.07 , 0.17 , 0.37)	(0.05 , 0.11 , 0.3)	(0.06 , 0.14 , 0.37)	(0.07 , 0.13 , 0.27)	(0.1 , 0.21 , 0.48)	(0.05 , 0.14 , 0.38)
$P_{Türkiye}$	(0.14 , 0.22 , 0.34)	(0.07 , 0.19 , 0.54)	(0.07 , 0.14 , 0.28)	(0.07 , 0.13 , 0.27)	(0.13 , 0.22 , 0.36)	(0.12 , 0.28 , 0.66)
$P_{S. Arabistan}$	(0.06 , 0.11 , 0.22)	(0.05 , 0.14 , 0.39)	(0.13 , 0.27 , 0.52)	(0.14 , 0.28 , 0.5)	(0.08 , 0.15 , 0.28)	(0.04 , 0.09 , 0.29)
$P_{Kazakistan}$	(0.14 , 0.25 , 0.45)	(0.12 , 0.27 , 0.54)	(0.13 , 0.27 , 0.52)	(0.14 , 0.25 , 0.48)	(0.1 , 0.28 , 0.66)	(0.12 , 0.26 , 0.52)
k(max)	(0.14 , 0.25 , 0.45)	(0.12 , 0.29 , 0.68)	(0.13 , 0.27 , 0.52)	(0.14 , 0.28 , 0.50)	(0.13 , 0.28 , 0.66)	(0.12 , 0.28 , 0.66)
k(min)	(0.06 , 0.11 , 0.22)	(0.05 , 0.11 , 0.30)	(0.06 , 0.14 , 0.28)	(0.07 , 0.13 , 0.27)	(0.08 , 0.15 , 0.28)	(0.04 , 0.09 , 0.29)

BULANIK AHP	ÜLKE	SEKTÖR	FİRMA	PROJE	YEREL	PAZAR	ANA ÖLÇÜTLER	SIRALAMA	
								R	R(nrm)
P_{Rusya}	0.2800	0.3633	0.2400	0.2633	0.2800	0.2800	0.3171	0.2760	0.2324
P_{Libya}	0.2033	0.1533	0.1900	0.1567	0.1900	0.1900	0.0689	0.1742	0.1467
$P_{Türkiye}$	0.2333	0.2667	0.1633	0.1567	0.3533	0.3533	0.0482	0.2352	0.1981
$P_{S. Arabistan}$	0.1300	0.1933	0.3067	0.3067	0.1400	0.1400	0.1790	0.2114	0.1781
$P_{Kazakistan}$	0.2800	0.3100	0.3067	0.2900	0.3000	0.3000	0.1123	0.2904	0.2446

Tablo 4.144'da ise ağırlık merkezi - TOPSIS yöntemine göre sıralaması yer almaktadır. Tablodaki durulaştırılmış $d(\max)$ ve $d(\min)$ değerlerine 4.16 da yer alan formül kullanılarak ulaşılmıştır. Seçeneklerin ağırlık sıralamasının gösteren R değeri ise formül 4.19'dan elde edilmiştir. Diğer taraftan $R(nrm)$ normalleştirilmiş yüzde dağılımı ifade eder. Bu yöntemde göre de ilk sırada Kazakistan ve devamında Rusya, Türkiye, Sudi Arabistan ve Libya gelmektedir.

Tablo 4.144. Ağırlık Merkezi-TOPSIS Yöntemi

	AĞARLIK MERKEZİ YÖNTEMİ					
	Bulanık $d(\max)$	Bulanık $d(\min)$	$d(\max)$	$d(\min)$	R	$R(nrm)$
P_{Rusya}	(0.10, 0.19, 0.41)	(0.12, 0.28, 0.59)	0.23	0.33	0.59	0.23
P_{Libya}	(0.16, 0.32, 0.58)	(0.02, 0.10, 0.28)	0.35	0.13	0.28	0.11
$P_{Türkiye}$	(0.10, 0.23, 0.48)	(0.13, 0.24, 0.46)	0.27	0.28	0.50	0.20
$P_{S. Arabistan}$	(0.14, 0.31, 0.65)	(0.10, 0.20, 0.34)	0.37	0.21	0.37	0.15
$P_{Kazakistan}$	(0.03, 0.04, 0.20)	(0.17, 0.35, 0.64)	0.09	0.39	0.81	0.32

Sıralamanın test edildiği bir diğer yöntem ise Kaufmann ve Gupta – TOPSIS metodur. Sıralamaya ait verilerin Tablo 4.145'de yer aldığı bu yöntemin durulaştırılmış $d(\max)$ ve $d(\min)$ değerlerine 4.17 deki formül kullanılarak ulaşılmıştır. Seçeneklerin ağırlık sıralamasının gösteren R değeri ise yine formül 4.19'dan elde edilmiştir. Benzer olarak, $R(nrm)$ değerleri normalleştirilmiş yüzde dağılımı ifade eder. Bu yöntemde göre de ilk sırada Kazakistan yer almakta ve devamında Rusya, Türkiye, Sudi Arabistan ve Libya gelmektedir.

Tablo 4.145. Kaufman ve Gupta – TOPSIS Yöntemi

	KAUFMAN VE GUPTA YÖNTEMİ					
	Bulanık d(max)	Bulanık d(min)	d(max)	d(min)	R	R(nrm)
P_{Rusya}	(0.10, 0.19, 0.41)	(0.12, 0.28, 0.59)	0.22	1.27	0.85	0.22
P_{Libya}	(0.16, 0.32, 0.58)	(0.02, 0.10, 0.28)	0.35	0.50	0.59	0.15
$P_{Türkiye}$	(0.10, 0.23, 0.48)	(0.13, 0.24, 0.46)	0.26	1.08	0.80	0.21
$P_{S. Arabistan}$	(0.14, 0.31, 0.65)	(0.10, 0.20, 0.34)	0.35	0.84	0.71	0.18
$P_{Kazakistan}$	(0.03, 0.04, 0.20)	(0.17, 0.35, 0.64)	0.08	1.51	0.95	0.24

Kullanılan son yöntem ise Liou ve Wang – TOPSIS metodur. Burada ise durulaştırılma işleminde 4.17 deki formül kullanılarak ulaşılmıştır. Kaufman ve Gupta – TOPSIS yöntemine benzer olarak burada da ideal çözüme olan bağıl yakınlık hesaplanmasında 4.19'daki formül kullanılmıştır (Tablo 4.146). Bu yöntemde göre $\alpha=0.5$ için ilk sırada Kazakistan yer almakta ve devamında Rusya, Türkiye, Sudi Arabistan ve Libya gelmektedir.

Tablo 4.146. Liou ve Wang Yöntemi

	LİOU VE WANG YÖNTEMİ ($\alpha=0.50$)					
	Bulanık d(max)	Bulanık d(min)	d(max)	d(min)	R	R(nrm)
P_{Rusya}	(0.10, 0.19, 0.41)	(0.12, 0.28, 0.59)	0.22	0.32	0.59	0.23
P_{Libya}	(0.16, 0.32, 0.58)	(0.02, 0.10, 0.28)	0.35	0.13	0.27	0.10
$P_{Türkiye}$	(0.10, 0.23, 0.48)	(0.13, 0.24, 0.46)	0.26	0.27	0.51	0.20
$P_{S. Arabistan}$	(0.14, 0.31, 0.65)	(0.10, 0.20, 0.34)	0.35	0.21	0.38	0.15
$P_{Kazakistan}$	(0.03, 0.04, 0.20)	(0.17, 0.35, 0.64)	0.08	0.38	0.83	0.32

Tablo 4.147. Liou ve Wang Yöntemi $\alpha \in (0,1)$ Değerleri

	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$
P_{Rusya}	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
P_{Libya}	0.22	0.24	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29
$P_{Türkiye}$	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50
$P_{S. Arabistan}$	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.37	0.37
$P_{Kazakistan}$	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81	0.81

Tablo 4.148. Sonuçlar

SONUÇLAR	Ağırlık Merkezi Yöntemi	Kaufman Gupta Yöntemi	Liou ve Wang Yöntemi (α Değerleri) Normalleştirilmiş									
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	SIRALAMA
P_{Rusya}	0.23	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	2
P_{Libya}	0.11	0.15	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	5
$P_{Türkiye}$	0.20	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	3
$P_{S. Arabistan}$	0.15	0.18	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	4
$P_{Kazakistan}$	0.32	0.24	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	1

P_{Libya} en az riskli projedir.

4.2. SONUÇ VE TARTIŞMA

Hayellerin önce tasarımlara ve daha sonra ürünlere dönüştüğü projeler, belirsizlik ve riskin olumlu ya da olumsuz sonuçlarının yaşandığı bir süreci öngörülen başarıyla tamamlamayı hedefler. RY bunun sağlanması yönünde engellerin analiz ve kontrolünü ve sürekli bir biçimde izlenerek kayıt altına alınmasını sağlar.

Türkiye inşaat sektörü için bir risk yönetim modeli geliştiren çalışma, sektörün sahip olduğu riskleri onun risk algısı ışığında ülke, sektör, müteahhit, proje, yerel ve pazar olmak üzere altı ana kriter altında toplamış ve bunları alt kriterleriyle birlikte özgün bir risk döküm şeması halinde sunmuştur. Söz konusu şema, risklerin belirlenmesine ve analitik hiyerarşik yapının oluşturulmasına esas teşkil eder.

Dilsel değişkenlerin sayısal verilere nazaran daha çok olması ve uzman görüşüne duyulan ihtiyaç ile çok amaçlı karar vermede risk faktörleri arasında karşılaştırma yapmak suretiyle onları analiz etmeye imkan tanınması AHP yönteminin tercih edilmesine neden olmuştur.

Bulanık mantığın bir yöntem olarak tercih edilmesinin nedeni ise model için büyük önem taşıyan dilsel ifadelerin değerlendirilmesine imkan tanınmasıdır. Böylece, klasik ve bulanık analitik prosesler karşılıklı dönüşümler sayesinde bir bütünü oluşturacak biçimde bir arada kullanılmıştır. İkili karşılaştırma matrislerinde uzman görüşleri hem klasik hem de bulanık yöntemlerle değerlendirilmiştir. Ana kriterden ülkenin ağırlıklığı en çok (0.3171) müteahhitin ağırlığı ise en az (0.0482) bulunmuştur. Hiyerarşik yapıdaki tüm risklerin sahip ağırlıklar Tablo 4.141’de sunulmuştur.

Ülkenin en ağırlıklı risk kaynağı olması nedeniyle modelin uygulaması uluslararası inşaat projelerindeki riskleri değerlendirmiştir. Bunun için ERN'in 2007 yılında yayımladığı dünyanın en büyük inşaat firmaları arasında yer alan Türk inşaat firmalarıyla görüşülmüştür. Hiçbir firmanın ayrı bir "RY birimi/grubu" bulunmadığı tespit edilmiştir. Riskin yalnızca iş geliştirme ve ihale teklif hazırlık bölümleri tarafından değerlendiriliyor olması sektörde etkin bir RY kültürünün oluşmadığını gösterir. İhale teklifi için risk payı hesabının firmalar için çok gizli belgeleri içermesi ve firmaların bu tür bilgileri paylaşmak istememesi çalışma sırasında karşılaşılan bir başka zorluğu teşkil etmiştir.

Buna rağmen, model 5 ayrı ülkedeki farklı projeleri önceden belirlenen risk faktörlerine göre değerlendirmiştir. Ülke risklerini; OECD, IMF, Dünya Bankası, Standards&Poors ve The Economist en düşükten başlamak üzere Suudi Arabistan, Libya, Rusya, Türkiye ve Kazakistan yönünde yayımlamıştır. Modelin en önemli risk olarak nitelediği ülke riskine göre Suudi Arabistandaki bir projenin en düşük riskli proje olması gerekir. Ancak, uygulama sonucunda Libya'daki proje en az riskli çıkmıştır. Bunun nedeni, risk faktörlerinin etkileşim içinde olması ve tek başlarına değil hepsi birden değerlendirilmesi gereğidir. BAHP'de uygulanan değişik yöntemlerde ağırlık yüzdeleri değişse de sıralama değişmemiştir.

Çalışmanın ortaya koyduğu çıkardığı bir başka sonuç; ihale aşamasında belirlenen risk payına rağmen teklif fiyatının bir yönetim kararı olduğu ve çoğu zaman şiddetli rekabet ve işe duyulan ihtiyaç nedeniyle öngörülen proje maliyetine çok yakın tekliflerin işi aldığı ve riskin tümüyle göz ardı edildiğidir. Bu durumun özellikle uluslararası inşaat projelerinde büyük sorunlara neden olabileceği açıktır.

Etkin bir sözleşme yönetimiyle söz konusu projelerde daha fazla riskin gündeme gelmesi engellenebilir. FIDIC, JIC vb. kurumlar tarafından hazırlanmış standart sözleşmelerin uygulanması ödeme şekli, sabit ya da değişken kur olması vb. hususları içeren hakediş maddelerinin düzenlenmesi büyük önem taşır.

Modelin etkinliği; faktörlerin ve seçeneklerin değişebilir olması kabulüne dayanır. Zamana ve zemine uygun değişiklikler yapmak suretiyle farklı amaçlara yönelik çözümler üretilebilir. Örneğin, seçenekler kısmında projeler yerine müteahhitlerin olması ve faktörlerin isteğe göre yeniden düzenlenmesiyle model onları risk ağırlıklarına göre sıralar ve uygun müteahhidin

seçimi modeline dönüşecektir. Seçeneklerin yatırım projeleri olması halinde fayda-maliyet analizlerine temel teşkil edebilecek bir sıralama sunar.

Modelin sektör için bir risk yönetimi metodu sunduğu iddiası onun geniş bir uygulama sahasına sahip olmasından kaynaklanır.

Ayrıca, modelin objektif olduğu kadar subjektif değerlendirmelere de imkan tanınması veri toplamadaki karmaşıklığı ortadan kaldırır. İnşaat sektöründeki risk faktörlerini ve bunların arasındaki etkileşimi değerlendirebilecek yeterli bilgi birikimi ve deneyime sahip farklı disiplinlerden gelen uzmanlardan çok değerli ve kullanılabilir bilgiler temin edilmiştir.

Model, RY geliştirilen diğer yöntemler gibi kayıtlamayı, veri birikimini ve kendi risk algısı ile kültürünü geliştirmeyi öngörür. Uzun soluklu bir mücadelenin bir parçasıdır, kararlılık ister ve süreklilik arz eder. Faktörlerin ikili karşılaştırması ve muhakemnin kullanılması firmanın kendini tanınmasına ve uygun iş stratejilerine olanak tanır. sektörün ve ülkenin bir kültürü halini almalıdır.

Model, sezgi ve muhakemeye dayalı, deneyim ve bilgi birikimini gerektiren bir yaklaşımı temsil eder. Belirsiz ortamlarda öğrenmeyi ve gerekenlere odaklanmayı öngörür.

Ölçüm risk yönetimi modellerinin en önemli aşamasıdır. Her tür veriyi değerlendirerek ölçümün yapıldığı çalışmanın son bölüm önceki bölümlerde bahsedilen riske karşı tepki yöntemleriyle bütünleştğinde model sağlam bir yapıya kavuşur ve kendini tamamlar.

Model, projelerin dinamik bir yapıya sahip olması nedeniyle değişik projeler için yeniden düzenlenmelidir. Bu durum, diğer RY modelleri için de geçerlidir. Firmalar kendi risk kültürüne uygun hale dönüştürdükleri modeli sürekli bir biçimde güncellemelidir.

Model pratik bir kullanıma sahiptir. Bir sonraki çalışmada hedeflenen uyarılma ve güncelleştirmeler için ihtiyaç duyulan yazılım programının tamamlanmasıdır. Hiyerarşik yapıyı kendisi oluşturan ve sayısal ve dilsel değerleri bulanıklaştırma/durulaştırma yöntemleri sayesinde değerlendiren ve seçenekleri risk ağırlıklarına göre sıralayan bir bilgisayar yazılımı amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

AN M., BAKER C. ve ZENG J. A., 2005, Fuzzy-logic-based approach to qualitative risk modelling in the construction process, *World Journal Engineer*, 2 (1), 1–12.

ACA, 1999, Relationship contracting; optimising project outcomes, Australia

ASHLEY, D.B. ve BONNER, J.J., 1987, Political risks in international construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 113 (3), 447–467.

BALOI, D, ve PRICE D. F., 2003, Modelling global risk factors affecting construction cost performance, *International Journal of Project Management*, 21 (4), 261-269

BERKELEY D., HUMPHREYS P.C. ve THOMAS R.D., 1991, Project risk action management *Construction Management and Economics*, 9 (1), 3 - 17

BİNG L. ve TİONG R.L.K., 1999, Risk Management Model for International Construction Joint Ventures, *Journal of Construction Engineering and Management*, 125 (5), 377-384

BIRNIE, J. ve YATES, A, Cost prediction using decision/risk analysis methodologies , *Construction Management and Economics*, Volume 9, Issue April 1991, 171 - 186

BOUSSABAIN A.H., ELHAG T., 1999, Applying fuzzy techniques to cash flow analysis, *Construction management and economics*, 17, 745-755.

BOSTWICK A.P., 1987, Risk management and survival, *National Underwriter*, 91 (12), 15-21

BUCHAN D.H., 1994, Risk analysis some practical suggestions, *Cost Engineering*, 36 (1), 29- 34

BUNNI N.G., 1986, *Construction Insurance*, Elsevier Science, New York,

BUNN, D.W., 1984, *Applied decision Analysis*, McGraw Hill, London

CAMPRIEU R., DESBIENS J. ve FEIXUE Y., 2007, Cultural differences in project risk perception; an empirical comparison of China and Canada, *International Journal of Project Management*, 25 (7), 683-693

CARTER R.L. ve DOHERTY, N.A., (1974) *Handbook of Risk Management*, Kluwer-Harrap Handbooks, London

CHAO L.C. ve LIOU C.N., 2007, Risk minimizing approach to bid-cutting limit determination, *Construction Management and Economics*, 25, 835-843

CHAPMAN, C.B. ve COOPER, D. F., 1983, Risk analysis: testing some prejudices, *European journal of operational research*, 14, 238-247

CHAPMAN, C. ve WARD, S., 2004, Why risk efficiency is a key aspect of best practice projects, *International Journal of Project Management*, 22 (8), 619-632.

Concise Oxford English Dictionary, 2006, Oxford University press,

CHEN, S.J. ve HANG, C.L., 1992, *Fuzzy multiple attribute decision-making: methods and applications*, Springer, Verlag, Berlin.

CHIU, C.Y ve PARK, C.S. ,1994, Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion, *The Engineering Economist*, 39 (2), 113–137.

COOPER, D.F. ve CHAPMAN, C.B., 1987, *Risk analysis for large projects*, Wiley, Chichester.

COOPER, D.F., MACDONALD, D.H. ve CHAPMAN, C.B., 1985, Risk analysis of a construction cost estimate, *International journal of project management*, 3 (3), 141-149.

DEY, P.K., TABUCANON, M.T., OGUNLANA.S.O., 1994, Planning for project control through risk analysis; A case of petroleum pipeline laying project, *International journal of project management*, 12 (1), 23-33.

DEY, P.K., 2002, Project risk management: A combined analytic hierarchy process and decision tree approach, *Cost engineering*, 44-3,

DIEKMANN, J., FEATHERMAN, D., MOODY, R., MOLENAAR, K. ve RODRIGUEZ-GUY, M., 1996, Project cost risk analysis using influence diagrams. *Project Management Journal*, 28 (4), 23–30.

DIKMEN, I, BIRGONUL M.T., HAN S., 2007, Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects, *International journal of project management*, 25, 494–505.

DOUGLAS M. ve WILDAVSKY A., 1983, *Risk and culture*, University of California Press, Berkeley

EDWARDS L, 1995, *Practical Risk Management in the Construction Industry*, Thomas Telford, London.

EDWARDS P.J. ve BOWEN P.A., Risk and risk management in construction: a review and future directions for research, *Engineering Construction and Architectural Management*, Blackwell Science Ltd, 5 (4), 339 – 349, 2002,

ELDIN, N., 1989, Cost control systems for PMT use, *Transactions of the ACE*, F3.1- F3.5.

ELOFF J.H.P., LABUSCHAGNE L., BADENHORST K.P., 1993, A comparative framework for risk analysis methods, *Computers & Security*, 12 (6), 597-603.

ENR, *Engineering News Record*, 1997, McGraw Hill, New York

EZELL, B.C., FARR, J.V. ve WIESE, I., 2000, Infrastructure risk analysis of municipal water distribution system, *Journal of Infrastructure Systems*, 6 (3), 118–22.

FABER, W., 1979, *Protecting great projects: a study of problems and solutions in the area of risk and insurance*, Willis Faber, UK

FISK, E.R., 2005, *Construction project administration*, Pearson Custom, Boston,

FRIEND, J. K. ve HICKLING A., 1997, *Planning under Pressure: the Strategic Choice Approach*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

HAN, S.H., ve DIEKMANN, J.E., 2001, Approaches for making risk-based go/no-go decision for international projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 127 (4), 300–307.

HAN S.H. ve DIEKMANN J.E., 2001, Making a risk-based bid decision fot overseas construction projects, *Construction Management and Economics*, 19, 765-776

HARBI, K.M.A., 2001, Application of AHP in project management, *International journal project management*; 19 (4), 19–27.

HASTAK, M. ve SHAKED, A., 2000, Icram-1: Model for international construction risk assessment, *Journal of management in engineering*, ASCE, 16 (1), 59-69.

HEALE, J.R., 1982, Contingency funds evaluation, *Transaction of America Association of cost engineers*

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE), 2001, Improving health and safety in construction, *Contract research report*, Sudbury, Suffolk, 387.

HERTZ D.B., 1964, Risk analysis in capital investment, *Harvard Business Review*, 42 (1), 95-106

HERTZ, D.B. ve THOMAS, H., 1983, *Risk analiysis and its applications*, John Wiley&Sons, New York

HOFSTEDE G., 1984, *Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values*, Sage Publications, London

IBBS, C.W., ve CRANDALL, K.C., 1982, Construction risk: multi-attribute approach, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 108(2), 187–200.

INFRISK-WBI, 1999, A computer simulation approach to risk management in infrastructure project finance transactions, World Bank Institute, Washington DC.

- JAFARI A., 2001, Management of risks, uncertainties and opportunities on projects; time for a fundamental shift, *International Journal of Project Management* , 19
- JAUCH L.R. ve KRAFT K.L., 1986, Strategic management of uncertainty, *International Journal of Project Management*, Acad Management, 777–790
- JELJELI, M.N. ve RUSSELL, J.S., 1995, Coping with uncertainty in environmental construction: decision-analysis approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 121(4), 370–379.
- JABLONOWSKI, M., 1994, Fuzzy risk analysis using AI systems. *AI Expert*, 12, 34–38.
- KABLAN, M.M., 2004, Decision support for energy conservation promotion: An analytic hierarchy process approach, *Energy Policy*, 32 (1), 1151–1158.
- KANGARI, R., RIGGS, L.S., 1989, Construction risk assessment by linguistics, *IEEE Trans. engineering management.*, 36 (2), 126-131.
- KANGARI, R. ve Boyer, L.T. 1989 Risk management by expert systems. *Project Management Journal*, 4, 40–48.
- KAZAZ, A., MANISALI, E. ve ULUBEYLI, S., 2008, Effect of basic motivational factors on construction workforce productivity in Turkey, *Journal of civil engineering and management*, 14 (2), 95-106.
- KEYNES J.M., 1937, The General Theory of Employment, *Quarterly Journal of Economics*
- KNIGHT H.F., Risk, 1921, Uncertainty and profit, Beard Books, U.S.
- KUTCHA, D., 2001, Use of fuzzy numbers in project risk (criticality) assessment, *International journal of project management*, 19, 305-310.
- LAARHOVEN, P.J.M. ve PEDRYCZ W., 1983, A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy set System*, 11, 229–41.
- LAM, K. C., SO, A.T.P., HU, T., 1985, Risk and its management in construction projects, *Proceedings of the institution of civil engineers*, 78 (1), 499–521.

LAM K.C., WANG D., PATRÍCIA T.K. ve LEE Y.T., 2007, Modelling risk allocation decision in construction contracts, *International Journal of Project Management* 25(5), 485-493

LATHAM M.,1994, *Constructing the Team: Final Report: Joint Review of Procurement and Contractual Arrangements in theUK construction industry*, London, HMSO Books

LAUFER, A. ve COHECA, D., 1990, Factors affecting construction planning outcomes. *Journal of construction engineering, and management*, 116 (6), 135-156.

LEE J. ve WALTERS D., 1989, *International trade in construction, design and engineering services*, Ballinger Publishing, Cambridge

LEVITT, D.B., ASHLEY, D.B. ve LOGCHER, R.D., 1980, Allocating risk and incentive in Construction, *Journal of Construction Division*, ASCE, 106, 297–305.

MULHOLLAND, B. ve CHRISTIAN, J., 1999, Risk assessment in construction schedules, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 125(1), 8–15.

LIFSON, M.W. ve SHAIFFER, E.F., 1982, *Decision and risk analysis for construction management*, Wiley& Sons, Inc, New York,

LIN M.C., WANG C.C., CHEN, M.S., Chang C.A., 2008, Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process, *Computers in Industry*, 59, 17–31

LYONS T. ve SKITMORE M., 2004, Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey, *International Journal of Project Management*, 22 (1), 51-61

MANISALI, E., 1981, *Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde çok ölçütlü karar verme modeli*, Tez (Doktora), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

MATTAR, M.H. ve CHEAH, C.Y.J., 2006, Valuing large engineering projects under uncertainty: private risk effects and real options, *Construction Management and Economics*, 24 (8), 847 – 860

MESSNER J., 1994, *An information framework for evaluating international construction projects*, PhD thesis, The Pennsylvania State University,

MILNER R. ve LESSARD D., 2001, Understanding and managing risks in large engineering projects , *International Journal of Project Management*, 19, 437-443

- MON, D.L., CHENG C.H. ve LU H.C., 1995, Application of fuzzy distributions on project management, *Fuzzy sets and systems*, 73, 227-234.
- MOORE P.G., 1980, *The business of risk*, Cambridge University Press, Cambridge,
- MUSTAFA, M.A. ve AL-BAHAR, J.F., 1991, Project risk assessment using the analytic hierarchy process, *IEEE Trans. engineering management*. 38 (1), 46-52.
- NEDO (National Economic Development Office), 1974, *Before you Build, What the Client needs to know about the Construction Industry*, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), London.
- NUMMEDAL T.A., HIDE A. ve HEYERDAHL R., 1996, Cost effective risk management on ageing offshore installations, *Proceedings of the International Conference on Health, Safety and Environment*, 2, 557- 565,
- PAN, N.F. 2006, Evaluation of building performance using fuzzy FTA, *Construction Management and Economics*, 24, 1241–1252.
- PEAK, J.H., LEE, Y.W. ve OCK, J.H., 1993 Pricing construction risks: fuzzy set application, *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 119 (4),
- PERMINOVA O., GUSTAFSSON M. ve WIKSTROM K., 2008, Defining uncertainty in projects: a new perspective, *International Journal of Project Management*, 26 (1), 73-79
- PERRY, J.G. ve Hayes R.W., 1985, Risk and its management in construction projects, *Proceeding of Institution of civil Engineers*, Part 1, Volume 78, 499-521
- PMBOK® Guide, 2004, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Third Edition, Project Management Institute, NY, ABD
- PONNIAH, S.D. ve SMITH, S, 1999, Risk response techniques employed currently for major projects, *Construction Management and Economic*, , 17, 205-213
- RAHMAN, M.M. ve KUMARASWAMY M.M., 2001, Joint risk management through transactionally efficient relational contracting, *Construction management and economics*, 20, 45-54
- RAHMAN, M.M. ve KUMARASWAMY M.M., 2002, Risk management trends in the construction industry, *Engineering cost and architectural management*, 9 (2), 131-151
- RAHMAN, M.M. ve KUMARASWAMY M.M., 2005, Assembling integrated project teams for joint risk management, *Construction management and economics*, 23, 365-375
- RANASIGNHE M., 1998, Risk Management in the insurance industry: insights for the engineering construction industry, *Construction Management and Economics*, 16, 31-39

- RAFTERY J., 1994, *Risk Analysis in Project Management*, E&FN Spon, London
- PRAM (Project risk analysis and management guide), 2004, Association for *Project Management*(APM), Princes Risborough, Buckinghamshire, UK
- SAATY, T.L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, ABD.
- SAATY T.L., 1986, *Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process*, *Management Science*, 32, 841-855.
- SAATY T.L., 1990a, *Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process*, Pittsburgh, ABD, RWS Publications, ABD.
- SAATY T.L., 1990b, *Decision Making for Leaders*, RWS Publications, Pittsburgh, ABD.
- SAATY T.L., 1990c, *The Analytic Hierarchy Process paperback edition*, RWS Publications, McGraw Hill, New York, ABD.
- SAATY T.L., 1993, What is Relative Measurement? The Ratio Scale Phantom, *Mathematical and computer modelling*, 17 (4-5), 1-12.
- SCHROEDER, B. ve JACKSON J.A., 2007, Why Traditional Risk Management Fails in the Oil and Gas Sector, *Empirical Front-Line Evidence and Effective Solutions*, *International Transactions*, AACE
- TAH, J.H.M., THORPE, A. ve MCCAFFER, R., 1993, Contractor project risks contingency allocation using linguistic Approximation, *Computing systems in engineering*, 4 (2-3), 281-93.
- TAH, J.H.M. ve CARR,V., 2000, A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic, *construction management and economics*, 18, 491-500.
- TAM, C.M., ve THOMAS K.L., 2006, Comparing non-structural fuzzy decision support system and analytical hierarchy process in decision-making for construction problems, *European journal of operational research*, 174, 1317-1324
- THOMAS, A.V., KALIDINDI, S.N. ve GANESH, L.S., 2006, Modelling and assessment of critical risks in BOT road projects, *Construction management and economics*, 24, 407-424.
- THOMAS, S.D., 2001, Towards an integrated script for risk and value management, *International Project Management Journal*, 7 (1), 52-58
- THOMPSON, P.A. ve PERRY J.G., 1992, *Engineering construction risks: a guide to project risk analysis and risk management*, , London, Thomas Telford Ltd.
- TSAI, T., FURUSAKA, S. ve KANETA, T., 1999, Evaluating risk factors and risk management strategies of procurement systems in construction projects, *Proceedings of 2nd International Conference on Concurrent Engineering in Construction: Challenges for the New Millennium*, 25-27 August, Espoo, Finland

TUMMALA, R. ve LEUNG, Y.H., 1999, Applying a risk management process to manage cost risk for an EHV transmission line project, *International journal of project management*, 17, 223-235

UFF J. ve ODAMS A.M., *Risk, management and procurement in construction*, King's College (University of London). Centre of Construction Law and Management

WARD, S. ve CHAPMAN, C., 2003, Transforming project risk management into project uncertainty management, *International Journal of Project Management* 21 (2), 97-105

WANG, J., 2002, Afuzzy project scheduling approach to minimize schedule risk for product development, *Fuzzy sets and systems*, 127, 99–116

WANG, R.C., LIANG, T.F., 2004, Project management decisions with multiple fuzzy goals, *Construction mangement and economics*, 22, 1047–1056.

WANG, S.Q., TIONG, R.L.K., TING, S.K. ve ASHLEY, D., 1999, Political risks: Analysis of key contract clauses in China's BOT project, *J. Constr. Eng. Management.*, 125 (3), 190–197.

WANG, S.Q., DULAIMI, M.F. ve AGURIA, M.Y., 2004, Risk management framework for construction projects in developing countries, *Construction Management and Economics*, 22 (3), 237-252

WARING A. ve GLENDON A., 1998, *Managing Risk*, 2 Editions, London ; Boston : International Thomson Business Press,.

WELLS, J., 2007, Informality in the construction sector in developing countries, *Construction management and economics*, 25, 87–93

WINTER, J., 1999, *Risk Analysis in Construction*, Baker & McKenzie Pub, London

WONG, E.T.T., NORMAN,G ve FLANAGAN, R., 2000, A fuzzy stochastic technique for project selection, *Construction mangement and economics*, 18, 407-414.

XENIDIS, Y. ve ANGELIDES, D., 2005, The financial risks in build-operate-transfer projects *Construction Management and Economics*, 23 (4), 431-441

YANG T., HUNG C.C., 2007, Multiple-attribute decision making methods for plant layout design problem, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23,126–137

YE, S. ve TIONG, R.L.K., 2000, NPV at risk method in infrastructure project investment evaluation, *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (3), 227–33. ASCE

ZADEH, L.A., 1975, *The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning*, Information Sciences, 199-249

ZADEH, L.A., 1994, Fuzzy logic, neural networks, and soft computing. *Communications of the ACM*, 37 (3), 77- 84.

ZHANG, Z.Y., 1991, *Fuzzy mathematics: Introduction and application in construction management*, Chinese Construction Industry Publishing Ltd., Pekin, Çin.

ZENG J., AN M. ve CHAN A.H.C., 2005, A fuzzy reasoning decision making approach based multi-expert judgement for construction project risk analysis, *Proceedings of the twenty-first annual conference. Association of researchers in construction management (ARCOM)*. Londra, UK., 841–852.

ZENG, J. , AN, M. ve SMITH, N.J. 2007, Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment, *International journal of project management*, 25, 589–600.

ZENG, J., AN, M., CHAN A.H.C. ve LİN Y., 2004, A methodology for assessing risks in the construction process, *Proceedings of the twentieth annual conference, association of researchers in construction management (ARCOM)*. Edinburgh, UK, 1165–1174.

ZHANG, H. ve TAM C. M., 2003, Fuzzy decision-making for dynamic resource allocation, *Construction management and economics*, 21, 31–41.

ZHANG G. ve ZOU P.X.W., 2007, Fuzzy Analytical Hierarchy Process Risk Assessment Approach for Joint Venture Construction Projects in China, *Journal of construction engineering and management*, 133- 10, 771-779.

ZIMMERMANN, H.J., 1976, Description and optimization of fuzzy systems, *International journal of general systems*, 2, 209–215.

ZIMMERMANN, H.J., 1978, Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy sets and systems*, 1, 45–56.

ÖZGEÇMİŞ

Ercan Erhan Gürer 1969 yılında Tokat'ta doğmuştur. İlk ve Orta öğretimini Tokat'ta tamamlamıştır. Daha sonra İstanbul Özel Kalamış Lisesi'ni bitirmiştir. Üniversite eğitimini Yıldız Teknik Üniversitesi'nde yaparak İnşaat Mühendisi olmuştur. 1996 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Ana Bilim Dalına bağlı Yapı İşletmesi programında yüksek lisans yapmıştır. İngiltere Reading Üniversitesinde iki yıl inşaat risk yönetimi üzerinde çalışma yapmıştır.