



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**BAKIM YÖNETİMİNDE BULANIK ÇOK AMAÇLI KARAR  
VERME MODELİ**

**Endüstri Yüksek Mühendisi Maşuk METE  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Endüstri Mühendisliği Programı**

**Danışman  
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI**

**Ekim, 2007**

**İSTANBUL**



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**BAKIM YÖNETİMİNDE BULANIK ÇOK AMAÇLI KARAR  
VERME MODELİ**

**Endüstri Yüksek Mühendisi Maşuk METE  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Endüstri Mühendisliği Programı**

**Danışman  
Prof.Dr. Ekrem MANİSALI**

**Ekim, 2007**

**İSTANBUL**

Bu çalışma 08/10/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliğı programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Ekrem MANİSALI  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Nurkan YAĞIZ  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İşletme Fakültesi

Doç. Dr. şakir ESNAF  
İstanbul Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Cengiz GÜNGÖR  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İşletme Fakültesi

## ÖNSÖZ

Tüm doktora süresince, özellikle tez konusunun saptanması ve tez konusunda gerekli çalışmaların yapılması hususunda desteklerini esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Ekrem MANİSALI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışması süresince desteklerini eksik etmeyen İstanbul Metrosu Elektronik Tesisler Şefi Aziz DEMİRÖRS'e, Anka Danışma grubu danışmanlarından Mustafa CANPOLAT'a, İSBAK A.Ş. planlama uzmanı Hüseyin ÇOLAK'a ve İSBAK A.Ş. Ar-Ge uzmanlarından Orhan KIRAY'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım süresince sürekli fedakarlık yapan, beni teşvik eden ve bana destek olan çok kıymetli eşime; zaman zaman bilgisayarımı karıştırarak, zaman zaman dokümanlarımı karalayarak ve genellikle de baba kalk oynayalım diyerek desteklerini esirgemeyen 3 yaşındaki oğlum Ahmet'e ve doktora çalışmalarımın son altı ayında aramıza katılarak bize moral kaynağı olan küçük oğlum Yusuf'a ayrıca teşekkür ederim.

**Ekim, 2007**

**Maşuk METE**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	İ
İÇİNDEKİLER .....	İİ
ŞEKİL LİSTESİ .....	V
TABLO LİSTESİ .....	İX
SEMBOL LİSTESİ .....	Xİİ
ÖZET .....	XIV
SUMMARY .....	XV
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Bakım Yönetim Sistemlerinde Çok Ölçütlü Karar Verme .....	3
2.1.2. Bakım Yönetiminde Bulanık Karar Verme.....	11
2.1.3. Bakım Yönetim Sistemlerinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme.....	13
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1. BAKIM SİSTEMİ .....</b>	<b>20</b>
3.1.1. Genel Tanımlar .....	20
3.1.2. Bakım Stratejileri.....	21
3.1.2.1. Düzeltici Bakım (DB).....	21
3.1.2.2. Periyodik Bakım (PB) .....	24
3.1.2.3. Duruma Dayalı Bakım (DDB).....	24
3.1.2.4. Kestirimci Bakım (KB).....	25
3.1.2.4. Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB).....	25
3.1.2.5. Toplam Verimli Bakım (TVB) .....	26

<b>3.2. BAKIM UYGULAMA KARARLARI ANALİZİ.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1. Araştırmanın Tasarlanması .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.2. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.2.1. Bakım Yönetiminde Karar Verme .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.2.2. Kullanılan Bakım Teknikleri.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. MODEL GELİŞTİRME .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.1. Bulanık Mantık .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3.1.1. Bulanık Sistem .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3.1.2. Üçgen Bulanık Sayılar.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3.1.3. Üçgen Bulanık Sayılarda Matematiksel İşlemler .....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.2. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV).....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.4. TOPSIS .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP).....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.6. Klasik AHP-TOPSIS Modeli.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3.7. Bulanık AHP-TOPSIS Modeli .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4. UYGULAMA .....</b>	<b>56</b>
<b>3.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi.....</b>	<b>57</b>
<b>3.4.1.1. Maliyet .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4.1.2. Uygulanabilirlik .....</b>	<b>58</b>
<b>3.4.1.3. Emniyet.....</b>	<b>59</b>
<b>3.4.1.4. Rekabet Avantajı .....</b>	<b>59</b>
<b>3.4.1.5. Çalışma Morali.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.2. Alternatiflerin Belirlenmesi.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.3. Klasik AHP-TOPSIS Uygulaması .....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.3.1. Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması.....</b>	<b>60</b>
<b>3.4.3.2. Kriterlerin ve Alternatiflerin Kıyaslanması .....</b>	<b>61</b>
<b>3.4.3.3. Alternatiflerin Sıralanması.....</b>	<b>73</b>
<b>3.4.3.4. Klasik Duyarlılık Analizi.....</b>	<b>73</b>
<b>3.4.4. Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS Uygulaması .....</b>	<b>76</b>
<b>3.4.4.1. Amaç Tanımı .....</b>	<b>76</b>
<b>3.4.4.2. Kriter Tanımlama.....</b>	<b>78</b>
<b>3.4.4.3. Bulanık Karşılaştırma Ölçeğinin Tanımlanması.....</b>	<b>80</b>

3.4.4.4. Alternatif Tanımları.....	80
3.4.4.5. Kriterlerin Kıyaslanması.....	82
3.4.4.6. Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması.....	85
3.4.4.7. Alternatiflerin Kıyaslanması.....	88
3.4.4.8. Alternatiflerin Bulanık Ağırlıklarının Hesaplanması .....	95
3.4.4.9. Bulanık TOPSIS ile Alternatiflerin Sıralanması.....	101
3.4.4.10. Bulanık Duyarlılık Analizi.....	103
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>108</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>114</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>117</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>123</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>238</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1:	Aşınma/yıpranma biçimine göre bakım stratejisi seçimi (Takata,1999) .....	11
Şekil 2.2:	Bulanık çok ölçütlü karar verme metodolojisinin kavramsal tasarımı (Al-Najjar ve Alsyouf, 2003) .....	18
Şekil 3.1:	Ekipman yaşlandıkça arıza sayısının artması.....	21
Şekil 3.2:	Arızaların banyo küveti eğrisi gösterdiği durum. ....	21
Şekil 3.3:	Yaşla orantılı olarak arıza sayısının arttığı durum .....	22
Şekil 3.4:	Başlangıçta arıza sayısının az olduğu durum.....	22
Şekil 3.5:	Arıza sayısının sabit seyrettiği durum.....	23
Şekil 3.6:	Başlangıçta arıza sayısının fazla olduğu durum.....	23
Şekil 3.7:	Ankete katılan firmaların kamu ve özel sektör durumuna göre dağılımı .....	30
Şekil 3.8:	Ankete katılan firmaları personel sayılarına göre dağılımı.....	30
Şekil 3.9:	SORU_4'e verilen cevapların dağılımı.....	34
Şekil 3.10:	SORU_4'e özel kurumların verdikleri cevapların dağılımı .....	35
Şekil 3.11:	SORU_4'e kamu kurumlarının verdikleri cevapların dağılımı.....	35
Şekil 3.12:	Genel bir bulanık sistem .....	40
Şekil 3.13:	A Bulanık Üçgen Sayısı .....	41
Şekil 3.14:	AHP Modeli (Wang ve diğ., 2004) .....	44
Şekil 3.15:	Bulanık AHP Prosedürü.....	46
Şekil 3.16:	Geliştirilen Bulanık AHP ve TOPSIS uygulama modeli .....	52
Şekil 3.17:	Alternatif ve kriterlerin tanımlanması.....	60
Şekil 3.18:	Ana kriterlerin önem dereceleri ve alternatiflerin sıraları.....	74
Şekil 3.19:	Alternatiflerin ana kriterlere göre sıralanması .....	74
Şekil 3.20:	Maliyet kriterine göre duyarlılık analizi .....	75
Şekil 3.21:	Emniyet kriterine göre duyarlılık analizi .....	76
Şekil 3.22:	Amaç tanımlama formu.....	77
Şekil 3.23:	Yeni amaç ekleme formu .....	77
Şekil 3.24:	Amaç tanımları görünümü ekranı .....	78
Şekil 3.25:	Kriter Listesi .....	78
Şekil 3.26:	Kriter Ekleme Formu .....	79
Şekil 3.27:	Kriterlerin tamamının listelenmesi.....	79
Şekil 3.28:	Alternatif Listesi (Boş).....	81
Şekil 3.29:	Alternatif Ekleme Formu .....	81
Şekil 3.30:	Alternatif Listesi (Dolu).....	81
Şekil 3.31:	Kriter karşılaştırma formu ve ana kriterlerin karşılaştırılması.....	82
Şekil 3.32:	Maliyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	82
Şekil 3.33:	Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	83
Şekil 3.34:	Uygulama maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	83
Şekil 3.35:	Uygulanabilirlik ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	83
Şekil 3.36:	Uygulama kolaylığı kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	83



<b>Şekil 3.37:</b>	Ekipman karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması .....	84
<b>Şekil 3.38:</b>	Arıza karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	84
<b>Şekil 3.39:</b>	Rekabet avantajı ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması .....	84
<b>Şekil 3.40:</b>	Çalışma morali kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması .....	85
<b>Şekil 3.41:</b>	Emniyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması.....	85
<b>Şekil 3.42:</b>	Ana kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	86
<b>Şekil 3.43:</b>	Maliyet ana kriterline bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	86
<b>Şekil 3.44:</b>	Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	86
<b>Şekil 3.45:</b>	Uygulama maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	86
<b>Şekil 3.46:</b>	Uygulanabilirlik ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	87
<b>Şekil 3.47:</b>	Uygulama kolaylığı kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	87
<b>Şekil 3.48:</b>	Ekipman karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	87
<b>Şekil 3.49:</b>	Arıza karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıklar .....	87
<b>Şekil 3.50:</b>	Rekabet avantajı ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	88
<b>Şekil 3.51:</b>	Çalışma morali ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	88
<b>Şekil 3.52:</b>	Emniyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	88
<b>Şekil 3.53:</b>	Alternatif karşılaştırma formu.....	89
<b>Şekil 3.54:</b>	İşgücü maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	89
<b>Şekil 3.55:</b>	Malzeme maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	89
<b>Şekil 3.56:</b>	İşletme kaybı maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	89
<b>Şekil 3.57:</b>	Yazılım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	90
<b>Şekil 3.58:</b>	Donanım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	90
<b>Şekil 3.59:</b>	Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	90
<b>Şekil 3.60:</b>	Eleman kalifikasyonuna göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	90
<b>Şekil 3.61:</b>	Eğitim ihtiyacına göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	91
<b>Şekil 3.62:</b>	Gerektirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	91
<b>Şekil 3.63:</b>	Ekipmanın Komplekslik düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	91
<b>Şekil 3.64:</b>	Ekipmanın proseteki önemine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	91
<b>Şekil 3.65:</b>	Ekipmana erişim gücüne göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	92
<b>Şekil 3.66:</b>	Arıza sıklığına göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	92
<b>Şekil 3.67:</b>	Arızanın teşhis edilebilirliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	92
<b>Şekil 3.68:</b>	Tamir süresine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	92
<b>Şekil 3.69:</b>	İşletme düzeyine katkı kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	93
<b>Şekil 3.70:</b>	Müşteri algısına etki düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması.....	93
<b>Şekil 3.71:</b>	Bilgi düzeyine katkısına göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	93
<b>Şekil 3.72:</b>	Motivasyona etkisine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	93

<b>Şekil 3.73:</b>	Ekipmanı sahiplenme düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması ....	94
<b>Şekil 3.74:</b>	Ekip ruhuna katkısına göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	94
<b>Şekil 3.75:</b>	Çalışana verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	94
<b>Şekil 3.76:</b>	Tesise verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması .....	94
<b>Şekil 3.77:</b>	Çevreye verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması ....	95
<b>Şekil 3.78:</b>	İşgücü maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	95
<b>Şekil 3.79:</b>	Malzeme maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	95
<b>Şekil 3.80:</b>	İşletme kaybı maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	96
<b>Şekil 3.81:</b>	Yazılım maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	96
<b>Şekil 3.82:</b>	Donanım maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	96
<b>Şekil 3.83:</b>	Eğitim maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	96
<b>Şekil 3.84:</b>	Eleman kalifikasyonu kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	97
<b>Şekil 3.85:</b>	Eğitim ihtiyacı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	97
<b>Şekil 3.86:</b>	Gerektirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	97
<b>Şekil 3.87:</b>	Ekipmanın Komplekslik düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	97
<b>Şekil 3.88:</b>	Ekipmanın prosesteki önemi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	98
<b>Şekil 3.89:</b>	Ekipmanın erişim gücüne göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	98
<b>Şekil 3.90:</b>	Arıza sıklığı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	98
<b>Şekil 3.91:</b>	Arızanın teşhis edilebilirliği kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	98
<b>Şekil 3.92:</b>	Tamir süresi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	99
<b>Şekil 3.93:</b>	İşletme/üretim kalitesine katkı düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	99
<b>Şekil 3.94:</b>	Müşteri algısına etki düzeyine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	99
<b>Şekil 3.95:</b>	Bilgi düzeyine katkı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	99
<b>Şekil 3.96:</b>	Motivasyon kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	100
<b>Şekil 3.97:</b>	Ekipmanı sahiplenme kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	100
<b>Şekil 3.98:</b>	Ekip ruhu kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	100

<b>Şekil 3.99:</b>	Çalışana hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	<b>100</b>
<b>Şekil 3.100</b>	Tesise hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	<b>101</b>
<b>Şekil 3.101:</b>	Çevreye hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları .....	<b>101</b>
<b>Şekil 3.102:</b>	Alternatiflerin ana kriterlere göre bulanık ağırlık puanları .....	<b>101</b>
<b>Şekil 3.103:</b>	Alternatiflerin Ağırlık merkezi yöntemine göre sıralanması .....	<b>102</b>
<b>Şekil 3.104:</b>	Alternatiflerin Kaufman ve Gupta yöntemine göre sıralanması .....	<b>102</b>
<b>Şekil 3.105:</b>	Alternatiflerin Liou ve Wang yöntemine göre sıralanması.....	<b>103</b>
<b>Şekil 3.106:</b>	Alternatiflerin Ağırlık merkezi yöntemine göre sıralanması .....	<b>104</b>

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 3.1:</b>	TVB'nin sağladığı kültürel değişim.....	28
<b>Tablo 3.2:</b>	Anket puanlama cetveli.....	31
<b>Tablo 3.3:</b>	Güvenilirlik analizi .....	33
<b>Tablo 3.4:</b>	Kamu kurumları için güvenilirlik analizi.....	33
<b>Tablo 3.5:</b>	Özel kurumlar için güvenilirlik analizi .....	33
<b>Tablo 3.6:</b>	Bakım kararı vermede kullanılan tekniklerin karşılaştırılması .....	36
<b>Tablo 3.7:</b>	Bakım faaliyetlerinde karar verme ile ilgili kriterlere uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları .....	36
<b>Tablo 3.8:</b>	Kullanılan bakım teknikleri.....	37
<b>Tablo 3.9:</b>	Kullanılan bakım tekniklerinin kamu ve özel kurumlara göre karşılaştırılması .....	37
<b>Tablo 3.10:</b>	AHP karşılaştırma ölçeği (Saaty ve Vargas, 1991).....	44
<b>Tablo 3.11:</b>	Bulanık oran ölçeği (Chen, 2004) .....	46
<b>Tablo 3.12:</b>	Rassallık göstergesi (Özdemir, 2002) .....	49
<b>Tablo 3.13:</b>	Alternatif ve Kriter tablosu .....	61
<b>Tablo 3.14:</b>	Ana kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri.....	62
<b>Tablo 3.15:</b>	Maliyet kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	62
<b>Tablo 3.16:</b>	Uygulanabilirlik kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	62
<b>Tablo 3.17:</b>	Rekabet avantajı kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	63
<b>Tablo 3.18:</b>	Çalışma morali kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	63
<b>Tablo 3.19:</b>	Emniyet kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	63
<b>Tablo 3.20:</b>	Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	63
<b>Tablo 3.21:</b>	Uygulama maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	64
<b>Tablo 3.22:</b>	Uygulama kolaylığı kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	64
<b>Tablo 3.23:</b>	Ekipman karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	64
<b>Tablo 3.24:</b>	Arıza karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	64
<b>Tablo 3.25:</b>	İşgücü maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	65
<b>Tablo 3.26:</b>	Malzeme maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	65

<b>Tablo 3.27:</b> İşletme kaybı maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>65</b>
<b>Tablo 3.28:</b> Yazılım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>66</b>
<b>Tablo 3.29:</b> Donanım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>66</b>
<b>Tablo 3.30:</b> Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>66</b>
<b>Tablo 3.31:</b> Eleman kalifikasyonuna göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>67</b>
<b>Tablo 3.32:</b> Eğitim ihtiyacına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>67</b>
<b>Tablo 3.33:</b> Gerektirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>67</b>
<b>Tablo 3.34:</b> Ekipman kompleksliğine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>68</b>
<b>Tablo 3.35:</b> Ekipmanın prostedeki önemine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>68</b>
<b>Tablo 3.36:</b> Ekipmana erişim güçlüğüne göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>68</b>
<b>Tablo 3.37:</b> Arıza sıklığına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>69</b>
<b>Tablo 3.38:</b> Teşhis edilebilirliğe göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>69</b>
<b>Tablo 3.39:</b> Tamir süresine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>69</b>
<b>Tablo 3.40:</b> Kaliteye katkı düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>70</b>
<b>Tablo 3.41:</b> Müşteri algısına katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>70</b>
<b>Tablo 3.42:</b> Bilgi düzeyine katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>70</b>
<b>Tablo 3.43:</b> Motivasyona katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>71</b>
<b>Tablo 3.44:</b> Ekipmanı sahiplenme düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>71</b>
<b>Tablo 3.45:</b> Ekip ruhuna katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>71</b>
<b>Tablo 3.46:</b> Çalışana hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>72</b>
<b>Tablo 3.47:</b> Tesise hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>72</b>
<b>Tablo 3.48:</b> Çevreye hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri .....	<b>72</b>
<b>Tablo 3.49:</b> Alternatiflerin TOPSIS yöntemiyle sıralanması .....	<b>73</b>
<b>Tablo 3.50:</b> Bulanık karşılaştırma ölçeği.....	<b>80</b>
<b>Tablo 3.51:</b> Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar.....	<b>104</b>
<b>Tablo 3.52:</b> Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar.....	<b>105</b>

<b>Tablo 3.53:</b> Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar.....	<b>106</b>
<b>Tablo 4.1:</b> Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlara göre sıralanması.....	<b>109</b>
<b>Tablo 4.2:</b> Alternatiflerin alt kriterlerden aldıkları puanlara göre sıralanması.....	<b>111</b>
<b>Tablo 4.3:</b> Alternatiflerin alt kriterlerden aldıkları puanlara göre sıralanmalarının detayı.....	<b>112</b>

## SEMBOL LİSTESİ

- $A_i$  : Alternatif i  
 $C_j$  : Kriter j  
 $a_{ijp}$  : p karar vericisinin i alternatifini/kriterini j alternatifi/kriterine göre karşılaştırma puanı  
 $a_{ij}$  : i alternatifinin/kriterinin j alternatifine/kriterine göre ikili karşılaştırma puanı  
 $w_i$  : i kriterinin bağıl önemi  
 $W$  : Ağırlık vektörü  
 $\lambda$  : Özdeğer vektörü  
 $\lambda_{\max}$  : Maksimum özdeğer  
 $CI$  : Tutarlılık göstergesi  
 $RI$  : Rassallık göstergesi  
 $CR$  : Tutarlılık oranı  
 $\tilde{a}_{ij}$  : i alternatifinin j kriterine göre bulanık uyum puanı  
 $\tilde{B}$  : Kriterlerin birbirleriyle ikili karşılaştırılmalarından elde edilen bulanık karşılaştırma matrisi;  
 $\tilde{U}$  : i alternatifinin j kriterine göre değerlendirilmesi sonucu elde edilen alternatif-kriter uyum matrisi;  
 $\tilde{N}$  : i alternatifinin j kriterine göre değerlendirmeler sonucu hesaplanan ağırlıklı nihai bulanık değerlendirme matrisi  
 $d_{jep}$  : p karar vericisinin j ve e kriterlerini ikili olarak karşılaştırdığı dilsel değişken,  
 $\tilde{d}_{jep}$  :  $d_{jep}$  dilsel değişkenine ait bulanık üçgen sayılar;  
( $L_{jep}, M_{jep}, R_{jep}$ ):  $d_{jep}$  dilsel değişkenine ait üçgen bulanık sayıların sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri  
 $\tilde{d}_{je}$  : j ve e kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma puanı;  
 $\tilde{w}_j$  : Belirli bir  $C_j$  kriterine ait nispi bulanık ağırlık ;  
 $\tilde{W}$  : Bulanık ağırlık vektörü  
 $\tilde{\lambda}$  : Bulanık özdeğer vektörü  
( $\lambda_i, \lambda_j, \lambda_k$ ): Bulanık özdeğer vektörünün sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri  
 $\tilde{m}_{ij}$  : i alternatifinin j kriterine göre ağırlıklı bulanık performans puanı  
( $Lm_{ij}, Mm_{ij}, Rm_{ij}$ ):  $\tilde{m}_{ij}$  bulanık ağırlıklı performans puanının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri  
 $K$  : Her bir karar vericinin değerlendirmeleri sonucu elde edilen ikili karşılaştırma matrisi  
 $\tilde{k}_j^+$  : i alternatifinin j kriterine göre aldığı bulanık maksimum performans puanı (bulanık pozitif ideal çözüm)

- $\tilde{k}_j^-$  : i alternatifinin j kriterine göre aldığı bulanık minimum performans puanı (bulanık negatif ideal çözüm)
- $\tilde{d}_i^+$  : i alternatifinin performans puanının bulanık pozitif ideal çözüme olan bulanık uzaklığı
- $\tilde{d}_i^-$  : i alternatifinin performans puanının negatif ideal çözüme olan bulanık uzaklığı
- $d_i^+$  : i alternatifinin performans puanının pozitif ideal çözüme olan uzaklığı
- $d_i^-$  : i alternatifinin performans puanının negatif ideal çözüme olan uzaklığı
- $(Ld_i^+, Md_i^+, Rd_i^+) : \tilde{d}_i^+$  bulanık uzaklığının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri
- $(Ld_i^-, Md_i^-, Rd_i^-) : \tilde{d}_i^-$  bulanık uzaklığının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri
- $\alpha$  : İyimserlik katsayısı
- $k_j^+$  : i alternatifinin j kriterine göre aldığı maksimum performans puanı (pozitif ideal çözüm)
- $k_j^-$  : i alternatifinin j kriterine göre aldığı minimum performans puanı (negatif ideal çözüm)
- $R_i$  : i alternatifinin ideal çözüme olan bağıl yakınlığı



## ÖZET

### **BAKIM YÖNETİMİNDE BULANIK ÇOK AMAÇLI KARAR VERME MODELİ**

Bu çalışmada bakım yönetiminin önemli bir problemi olan bakım stratejilerinin seçilmesine bulanık çok ölçütlü karar verme modeli kullanılarak karar verilmiştir. Bunun için öncelikle bakım yönetiminde çok ölçütlü karar verme, bakım yönetiminde bulanık karar verme ve bakım yönetiminde bulanık çok ölçütlü karar verme konularında daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Ülkemizde bakım sektöründe karar verme ve kullanılan bakım tekniklerini analiz edebilmek için bir anket çalışması yapılmış ve elde edilen anket verileri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bakım yönetimi, bakım stratejileri, bulanık mantık, çok ölçütlü karar verme, bulanık çok ölçütlü karar verme , analitik hiyerarşi prosesi (AHP), bulanık AHP ve TOPSIS konuları hakkında bilgi verilmiştir.

Klasik AHP-TOPSIS ve bulanık AHP-bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak bakım stratejilerinin seçimi için bir model geliştirilmiştir. Klasik AHP-TOPSIS yönteminde bakım stratejilerinin seçimi için Expertchoice yazılımı kullanılmış; bulanık AHP-bulanık TOPSIS yönteminde ise bir bulanık çok ölçütlü karar verme yazılımı hazırlanmıştır. Hazırlanan yazılım kullanılarak bakım stratejileri seçilmiştir. Her iki yöntemde de seçim işleminde maliyet, uygulanabilirlik, rekabet avantajı, emniyet ve çalışma morali ana kriterleri kullanılarak, düzeltici bakım, periyodik bakım, duruma dayalı bakım, kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakım ve toplam verimli bakım alternatifleri sıralanmıştır.

Klasik AHP-TOPSIS ve bulanık AHP-bulanık TOPSIS yöntemlerinde alternatifler, sıralandıktan sonra duyarlılık analizine tabi tutulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bakım yönetimi, bakım stratejileri seçimi, çok ölçütlü karar verme, ÇÖKV, bulanık mantık, bulanık çok ölçütlü karar verme AHP, Bulanık AHP, TOPSIS, bulanık TOPSIS, bulanık ÇÖKV yazılımı.

## **SUMMARY**

### **FUZZY MULTIPLE CRITERIA DECISION MAKING MODEL IN MAINTENANCE MANAGEMENT**

In this study, selection of maintenance strategies that is an important problem of maintenance management is decided using the fuzzy multiple criteria decision making model. Therefore, primarily, previous studies made about multiple criteria decision making in maintenance management, fuzzy decision making in maintenance management and fuzzy multiple criteria decision making in maintenance management have been reviewed.

A survey is conducted for analyzing to decision making and maintenance techniques used in our country and the collected data of the survey is analyzed statistically.

The information is given about maintenance management, maintenance strategies, fuzzy logic, multiple criteria decision-making fuzzy, multiple criteria decision-making, analytical hierarchy process (AHP), fuzzy (AHP), and TOPSIS.

A model has been developed for choosing maintenance strategies by using the classic AHP-TOPSIS and fuzzy AHP-fuzzy TOPSIS methods. Expert Choice software has been used for the selection of maintenance strategies at the method of the classic AHP-TOPSIS but a fuzzy multiple criteria decision-making software has been developed for the method of fuzzy AHP-fuzzy TOPSIS. Maintenance strategies have been selected by using prepared software. In both of two methods; alternatives of corrective maintenance, periodic maintenance, condition based maintenance, predictive maintenance, reliability centered maintenance and total productive maintenance have been ordered by using main criteria of the elective procedure's cost, applicability, advantage of competition, safety and morality of working.

Alternatives in classic AHP-TOPSIS and fuzzy AHP- fuzzy TOPSIS methods have been tested through the sensitivity analyze after they were graded.

Keywords: maintenance management, maintenance strategy selection, multiple criteria decision making, MCDM, fuzzy MCDM, fuzzy logic, AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS, fuzzy MCDM software.

## 1. GİRİŞ

Hizmet ve üretim sektöründe kullanılan her sistemin (makine, ekipman, araç vb.) belirli bir ömrü vardır ve sistemler yaşam çevrimleri süresince bakıma ihtiyaç duyarlar. Sistemin belirlenen şartlarda devamlılığını sağlamak için bakımın etkisi göz ardı edilemez. Uygun bakım stratejisinin belirlenmesi ise bakım yönetiminin önemli bir sorunudur. Çünkü sistem oldukça karmaşık ve birbiriyle çelişen çok sayıda parametre/kriter tarafından etkilenmektedir. Parametrelerin fazla olması ise çok ölçütlü bir değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. Bir çok parametrenin de belirsiz, bulanık bir yapıya sahip olduğu düşünüldüğünde bulanık mantık yaklaşımını da sisteme dahil etmek gerekmektedir.

Bu çalışmada bulanık mantık, bakım yönetimi ve çok ölçütlü karar verme bilim dalları bakım stratejilerinin seçilmesi hususunda entegre edilmiştir. Yapılan literatür araştırması ve bakım yöneticileriyle yüz yüze görüşmelerde ülkemizde yapılan çalışmalarda yukarıda belirtilen konuların hepsini bünyesinde barındıran ve entegre eden bir tez çalışmasının bulunmadığı görülmüştür. Bakım stratejilerinin seçilmesi hususunda sistematik bir karar verme yaklaşımının bulunmadığı, ki bu konu ilerleyen bölümlerde irdelenecektir, geleneksel yaklaşımlarla bakım stratejilerine karar verildiği ve bu alanda ciddi bir eksiklik olduğu tespit edildiğinden bu çalışmada bakım stratejilerinin bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla seçilmesi çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmada karar verme yaklaşımı olarak tamamen bulanık mantık felsefe kullanılmamış, olayın bulanıklaştırılmasında bulanık mantık felsefesinden faydalanılmıştır.

Bu çalışma yukarıda ifade edilen üç bilim dalının entegrasyonunu sağlayan, orijinal, daha önce çalışılmamış ve bakım yönetiminde yeni bir yaklaşımı ortaya koyacağından bu çalışmanın bilime ve ülke sanayisine önemli bir katkısı olacağı düşünülmektedir.

Tezin genel kısımlar bölümünde literatür araştırması yapılmış, bakım yönetimi sistemlerinde çok ölçütlü karar verme, bakım yönetiminde bulanık karar verme ve bakım yönetiminde bulanık çok ölçütlü karar verme konuları incelenmiştir.

Malzeme ve yöntem kısmında öncelikle bakım sisteminde kullanılan genel tanımlar verilmiş, daha sonra bakım stratejileri incelenmiştir. Bu incelemenin ardından ülkemizde bakım tekniklerinin kullanımı ve bu tekniklere nasıl karar veriliği bir anket çalışmasıyla analiz edilmiştir. Anket çalışmasında ülkemizdeki bakım uygulamaları da analiz edilmiş ve Ek B’de sunulmuştur.

Elde edilen anket verileri SPSS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Anket çalışması ile mevcut durum analiz edildikten sonra uygulamaya esas teşkil etmek üzere bulanık mantık hakkında genel bir bilgi verilmiş, çok ölçütlü karar verme konusu irdelenmiş, analitik hiyerarşi prosesi (AHP), bulanık analitik hiyerarşi prosesi (BAHP) ve TOPSIS yöntemleri incelenmiştir. Bu incelemelerden sonra BAHP ve bulanık TOPSIS metotları kullanılarak bakım stratejilerinin seçimi için bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model kullanılarak Windows tabanlı bir çok ölçütlü karar verme yazılımı hazırlanmıştır. Bulanık AHP-bulanık TOPSIS modeli için hazırlanan yazılım ve klasik AHP-TOPSIS modeli için ise Expert Choice yazılımı kullanılarak İstanbul Metrosu Elektronik Sistemleri için bakım stratejilerinin seçimi ayrı ayrı yapılmıştır.

Alternatif sıraları klasik ve bulanık modelde ayrı ayrı duyarlılık analizine tabi tutulmuştur. Duyarlılık analizinde kriterlerin önem değerlerindeki değişmelerin alternatiflerin sıralarındaki değişimlerine olan etkileri incelenmiştir.

Bulgular bölümünde yapılan çalışmadan elde edilen bilgiler sunulmuş, sonuç ve tartışmalar kısmında ise çalışmadan elde edilen sonuç, literatüre yapılan katkılar ve öneriler sunulmuştur.

## **2. GENEL KISIMLAR**

### **2.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

Tez konusuyla ilgili kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve bu konuda yapılan geçmiş çalışmalar bu bölümde özetlenmiştir.

Yapılan çalışmaları incelendiğinde bunların üçe ayrıldıkları görülmektedir. Bunların ilki bakım yönetim sistemlerinde çok ölçütlü karar verme, ikincisi bakım yönetim sistemlerinde bulanık karar verme ve üçüncüsü bakım yönetim sistemlerinde bulanık çok ölçütlü karar verme modelidir.

#### **2.1.1. Bakım Yönetim Sistemlerinde Çok Ölçütlü Karar Verme**

Bakım programı geliştirmek bir çok problemden etkilenen zor bir süreçtir. Bu problemlerden en önemlisi ise sistematik ve tutarlı bir yaklaşımın bulunmamasıdır. Geliştirilen bakım programı bir çok kişiyi etkilediğinden, bu kişilerin çelişen amaçları dolayısıyla aynı anda memnun edilmesi zor olduğundan, bakım yöneticileri bu amaçları aynı anda gerçekleştirmek için uğraş vermektedirler (Labib,1998).

Labib(1998) yaptığı çalışmada İngiltere Otomotiv Endüstrisi için Dünya Klasında Bakım olarak adlandırdığı bir sistem geliştirmiştir. Bu sistemde makineler gösterdikleri performansa göre değerlendirilmiş, performans ölçütü olarak arıza sayısı ve arıza sıklığı ele alınmış ve düşük performans gösteren makineler incelenerek bunlara uygulanması gereken bakım stratejilerine çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla karar verilmiştir. Labib (1998) yaptığı bu çalışma sonucunda makinelerin arıza sürelerinin aylık 800 saatten 100 saate düştüğünü ifade etmiştir. Labib (1998) kötü performans gösteren makinelerin belirlenmesi ve bunların durumunun iyileştirilmesinin yeni bir konu olmadığını, ancak çok kriterli ve kural tabanlı bir yaklaşımın kendi geliştirdiği modelin bakım sistemine bir katkısı olduğunu ifade etmiştir.

Bakım stratejisi seçimi düşünülmesi gereken çok sayıda soyut faktörü içerdiğinden karmaşık bir prosestir. İyi bir bakım programının farklı makineler için farklı stratejiler belirleyeceği kesindir. Bunların bir kısmı temel olarak tesisin işleyişini etkileyecek, bir kısmı emniyet problemleriyle ilgilenecek ve diğerleri de yüksek bakım maliyetlerini kapsayacaktır (Bevilacqua ve Braglia, 2000).

Bevilacqua ve Braglia (2000) çoğu firmanın bakımı mecburi maliyet kaynağı olarak gördüklerini ifade etmektedirler. Bu tür firmaların bakımı acil durumlar için uyguladıklarını, ancak bu tarz bir yaklaşımın artık kabul edilebilir bir yaklaşım olmadığını belirtmektedir.

Bevilacqua ve Braglia (2000) bir İtalyan petrol şirketi için Analitik Hiyerarşi Prosesini (AHP) kullanarak bakım stratejisi seçimi çalışması yapmıştır. Bu çalışmada makineler kritiklik analizine tabi tutulduktan sonra bakım stratejileri AHP ile değerlendirilmiştir. AHP'nin etkinliğini artırmak için kullanılan metodoloji duyarlılık analizine tabi tutulmuştur. Bakım stratejilerinde önceliklerin potansiyel değişimlerini incelemek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Amaç karar vericilerin değerlendirme düşünceleri değiştiğinde sonucun ne kadar değiştiğini kontrol etmektir.

Bevilacqua ve Braglia (2000) yaptıkları çalışmada bakım planlarını geliştirirken Hata Türleri Etkileri ve Kritiklik Analizi (HTEKA)'den faydalanmışlardır. Analiz sonucunda her makine için bir kritiklik indeksi oluşturulmuş ve bu sayede en iyi bakım politikası seçilmiştir.

Kodalı ve Chandra (2001) Geleneksel Bakım Metotlarıyla(GBM), Toplam Verimli Bakımı (TVB) AHP kullanarak karşılaştırmıştır. Yazarlar düzeltici bakım ve periyodik koruyucu bakımı geleneksel bakım metotları olarak adlandırmış ve bunları tek başlıkta toplamıştır. Karşılaştırma verimlilik, kalite, teslimat, maliyet, emniyet, iş ortamı ve rekabet avantajı kriterlerine göre yapılmıştır. Değerlendirme için bir yazılım geliştirilmiş ve karar vericinin bu yazılım ile bakım seçeneklerini değerlendirmesi istenmiştir. Modelin geçerliliği için tutarlılık oranından faydalanılmıştır. Geliştirilen bu model, proses endüstrisinde hizmet veren, yüksek üretim hacmine sahip, pazar lideri bir

firmada uygulanmıştır. Uygulama sonuçları yukarıdaki kriterler ele alındığında karar vericilerin TVB'yi GBM'ye tercih ettiklerini göstermiştir.

Shen ve diğerleri (1998) İngiltere ve Hong-Kong'daki kamu binalarının bakım önceliklerine karar vermek için AHP kullanarak bir çok ölçütlü karar verme modeli geliştirmişlerdir. Yazarlar bakıma ayrılan bütçenin yeterli olmadığını, dolayısıyla da önceliklere göre harcanması gerektiğini ifade etmektedirler. Hong-Kong'da bakıma ayrılan bütçe varlıkların toplam değiştirme maliyetinin %2'sinden daha azdır. Bakıma pek önem verilmemektedir. Aynı durum İngiltere için de geçerlidir. 1993'te yapılan bir araştırmada okullarda £8.04/ m<sup>2</sup> bakım ve onarım için harcanmıştır. Ancak okulların tam anlamıyla bakımlarının yapılması için ise £20.25/m<sup>2</sup> ihtiyaç duyulmaktadır.

Bakımda kullanılan kaynaklar kısıtlı olduğundan, bu kaynakların kullanım kararının nasıl verileceği önemli bir sorundur. Bu kararın verilmesinde şu faktörler önemlidir:

1. Binanın statüsü
2. Fiziksel durumu
3. Kullanım önemi(mesela resepsiyon önceliklidir.)
4. Kullanıcılara olan etkisi
5. Ekipmanlara etkisi
6. Servis sağlama etkisi

Bu faktörler dışında legal gereksinimler, bakım politikaları ve günlük politikalardan kaynaklanan baskılar da dikkate alınmalıdır.

Bakım faaliyetleri yukarıdaki ilk 5 faktör kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Bunun için AHP kullanılmış ve bakım yöneticileriyle anket/görüşmeler yoluyla datalar toplanmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek öncelik indeksleri çıkarılmıştır.

Şeffaflık açısından böyle bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır. Bu yöntemle sonuç bilimsel ve tarafsız olmaktadır. Ayrıca kullanıcı ve müşteriler de şeffaf olan bu yöntemden memnun kalmaktadır.

İngiltere’de bakım öncelikleri şu şekilde tespit edilmektedir:

- 1.öncelik: Legal şartları olan ,sağlık ve emniyeti etkileyen ve sistemin durmasına neden olacak işler.
- 2.öncelik: Ciddi aşınmaları engellemek için bir yıl içerisinde yapılması gereken işler.
- 3.öncelik: Bir yıldan daha sonra yapılması gereken işler (binaların çevresinin kalitesinin artırılması için yapılacak işler).

Davidson ve Labib(2003), geçmiş arıza verilerini göz önünde tutarak tasarım iyileştirmeleri için AHP tekniğini kullanarak çok ölçütlü bir karar verme modeli geliştirmişleridir. Geliştirdikleri modeli 2000 yılında meydana gelen Concorde uçak kazasına uygulamışlardır. Önerilen model AHP ile Hata Türleri ve Etkileri Analizini (HTEA) entegre etmektedir.

İncelenen örnek olayda kaza esnasında uçağın sol tekerleği kopmuş ve zincirleme olaylar sonucu yakıt tankına çarparak delmiş, yakıt tankı alev almış ve uçak düşmüştür. Olayı incelediklerinde aslında geçmişte de tekerlek arızalarının olduğunu ancak bunun uçağın düşmesine neden olmadığını görmüşlerdir. Tekerlek arızalarını gidermek için havayolu şirketleri tekerleklerin değiştirilmesi yoluna gitmişler, olayın detayına inmemişleridir. Tekerlekler değiştirilmesine rağmen tekerlek arızaları devam etmiştir.

Kazadan sonra uçuşlar durdurulmuş ve uçaklar incelemeye alınmıştır. İnceleme sonucunda gerekli önlemler alındığı takdirde uçakların tekrar uçurulabileceği görüşüne varılmıştır. Alınabilecek önlemler ise yakıt tankının kaplanması, tekerleklerin değiştirilmesi, hiçbir değişiklik yapılmaması ve uçağın uçurulmamasıdır. Bu alternatif çözüm önerileri AHP kullanılarak emniyet, ekonomiklik, imaj, pratiklik ve HTEA kriterlerine bağlı olarak incelenmiştir. İnceleme sonucu yakıt tankının kaplanmasının en iyi alternatif olduğuna karar verilmiştir.

Davidson ve Labib (2003) tarafından geliştirilen modelin çözüm önerisiyle, kazadan sonra oluşturulan ekibin çözüm önerileri birbirine paralellik göstermektedir. Sonuç olarak Concorde, yakıt tankının kaplanması seçeneğini tercih etmiş ve 17 milyon £ harcayarak bunu yapmıştır.



Triantaphyllou ve diğeri (1997) bakım kararlarını verirken en önemli kriterleri belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada karar vermede çok ölçütlü karar verme yaklaşımı önerilmiştir. Yazarlar bakım kriterlerinin bağıl önemleri hakkında karar vericinin şüpheye düşebileceğini, dolayısıyla kriterleri tespit ettikten sonra bu kriterlerin duyarlılık analizine tabi tutulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Triantaphyllou ve diğeri (1997) kendisinde yapılan en ufak değişikliğin alternatiflerin sırasını değiştirdiği kriterin en kritik olduğunu ifade etmişler ve mevcut alternatiflerin sırasını değiştiren yüzde olarak en küçük ağırlık değişimini kriterlerin kritiklik derecesi olarak tanımlamışlardır.

Labib (1999) Toplam Verimli Bakımı (TVB) inceleyerek daha üst bir model olduğunu düşündüğü Uygun Verimli Bakımı (UVB) önermektedir. UVB'nin bir prosese uyarlanması için sistematik bir karar modeli sunmaktadır.

Üretim ortamındaki problemler incelendiğinde en önemlisinin “makine arızaları” olduğu görülmektedir. Bakım problemlerinin bulanık bir yapısı bulunmaktadır. Bunun sebebi ise bakım faaliyetlerinin tekrarlı olmamasıdır.

Labib (1999) revize bir bakım yaklaşımına ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir. Öyle ki bu yaklaşım bakımı iş stratejisinin bir parçası olarak görür ve şirket amaçlarını gerçekleştirmek için uygun bir bakım politikasının belirlenmesini önerir.

Artan kalite, güvenilirlik ve verimlilik talebi makinelerin daha kompleks ve sermaye yoğun olmalarına neden olmuştur. Bakım programı geliştirmek ve uygulamak bir çok faktörden etkilenen zor bir süreçtir. Genelde bu hususta sistematik ve tutarlı bir yaklaşım bulunmamaktadır. Ayrıca bakım programı geliştirme süreci, birçok tarafı ilgilendirdiğinden tüm bu tarafların aynı anda memnun edilmesi ve aynı zamanda şirket amaçlarının gerçekleştirilmesi zorlaşır. Bakım programı geliştirmek, çelişen amaçlara sahip farklı karar vericileri içeren iteratif bir süreçtir. Bundan dolayı bakım yöneticileri çoklu ve genellikle de çelişen amaçları mevcut iş planı, yedek parça, işgücü ve becerilerini dikkate alarak başarmaya çalışırlar.

Labib (1999) TVB yaklaşımının basit ve anlaşılması kolay olduğunu ancak bir takım eksiklikleri bulunduğunu ifade etmektedir. Yöneticiler uzun vadeli kayıp azaltma amacından ziyade kısa vadeli sonuçlara odaklanmak istemektedirler. Personelin geliştirilmesi ve şirket kültürünün değiştirilmesi söylendiği kadar kolay değildir. İşletme ve bakım arasındaki geleneksel kültürel ayırım değiştirilmelidir. Sürekli iyileştirme veri analizi demektir. Veriler genelde toplanır ancak analiz edilmez. Daha az zaman alan, ayrıca doğru olan bir metoda ihtiyaç duyulmaktadır.

TVB programının 4 aşamadan geçtiği kabul edilir: Kendini geliştirme, faaliyetlerin iyileştirilmesi, problem çözme ve özerk bakım. Ancak çoğu gruplar ikinci aşamadan üçüncü aşamaya geçinceye kadar dağılmaktadır.

Yazar bilgi ve birikimiyle TVB'nin doğru bir yaklaşım olduğunu kabul etmekte ancak bunun bir "uygunluk" ifadesi ile revize edilmesi gerektiğini; ayrıca dinamik, pratik, odaklanmış ve organizasyonun diğer fonksiyonlarıyla entegre bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedir.

Bütün bu incelemeler ışığında Labib (1999), TVB'nin batı endüstrisine uygulanmasının zor olduğunu, sonuç odaklı olmaktan ziyade faaliyet merkezli olma tehlikesi bulunduğunu ve revize edilmiş bir TVB yaklaşımına ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedir.

Önerilen UVB modeli hiyerarşik yapıya ayrıştırılıp, daha sonra karar prosesini etkileyen farklı kriterler ve parametreleri dikkate alan değerlendirmeler yapıldığından "uygun" terimi kullanılmıştır.

Önerilen UVB modeli 3 aşamaya ayrılmıştır:

1. Temel UVB: Bu kısımda veri toplama, veri analizi işlemleri yapılır ve uygun bakım modelleri belirlenir. Verilerin kararlara dönüşmesinde AHP ve bulanık mantık gibi teknikleri etkin ve verimli tekniklerdir. Arıza süreleri ve sıklıkları, yedek parça maliyetleri vb. verileri gerçek zamanlı olarak sağlayan bir veri toplama sisteminin olması avantajlıdır.

2. Laboratuvar UVB: Bu aşamada bakım politikası belirlenir ve daha sonra kritiklik, karmaşıklık, yaş vb. kriterlere göre pilot bir makine seçilir. Belirlenen bakım politikası seçilen makineye uygulanır. Burada amaç üst yönetimin stratejisini aşağılara yayacak bir metodun önerilmesidir.
3. Şirket çapında UVB: Öğrenilen derslerden yola çıkarak stratejinin şirket geneline uyarlanması yapılır.

Yapılan incelemelerde bakım yöneticilerinin etkinliğe verimlilikten daha çok önem verdiklerini göstermiştir. Matematiksel modeller genellikle verimlilik ile ilgilenmişler ve şu tür sorulara cevap aramışlardır: Bu makineye ne kadar bakım yapılmalıdır? Bu parça ne kadar sıklıkla değiştirilmelidir? Ne kadar yedek parça stoğu tutulmalıdır? Ancak uygulamacılar daha çok şu tür sorulara cevap aramışlardır: Hangi makine iyileştirilmelidir ve nasıl? Bu tür sorular ise çok ölçütlü karar verme yaklaşımının konularındandır (Labib ve diğ., 1998).

Labib ve diğerleri (1998) AHP kullanarak etkin bir bakım karar verme modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada karar verici arıza sıklığı, arıza süresi, darboğazlar ve yedek parça maliyeti kriterlerinin önceliklerine karar verir. Bu kriterler önceliklendirildikten sonra karar verici 2. aşamada bu kriterlerin herbiri için makinelerin kritikliklerine karar verir. En kritik makine belirlendikten sonra 3. aşamada ise arıza detaylarının analizine odaklanılmıştır. Bu şekilde karar verici hiyerarşik ayrıştırmayı kullanarak hiyerarşinin en alt seviyesindeki bir arızaya odaklanabilir.

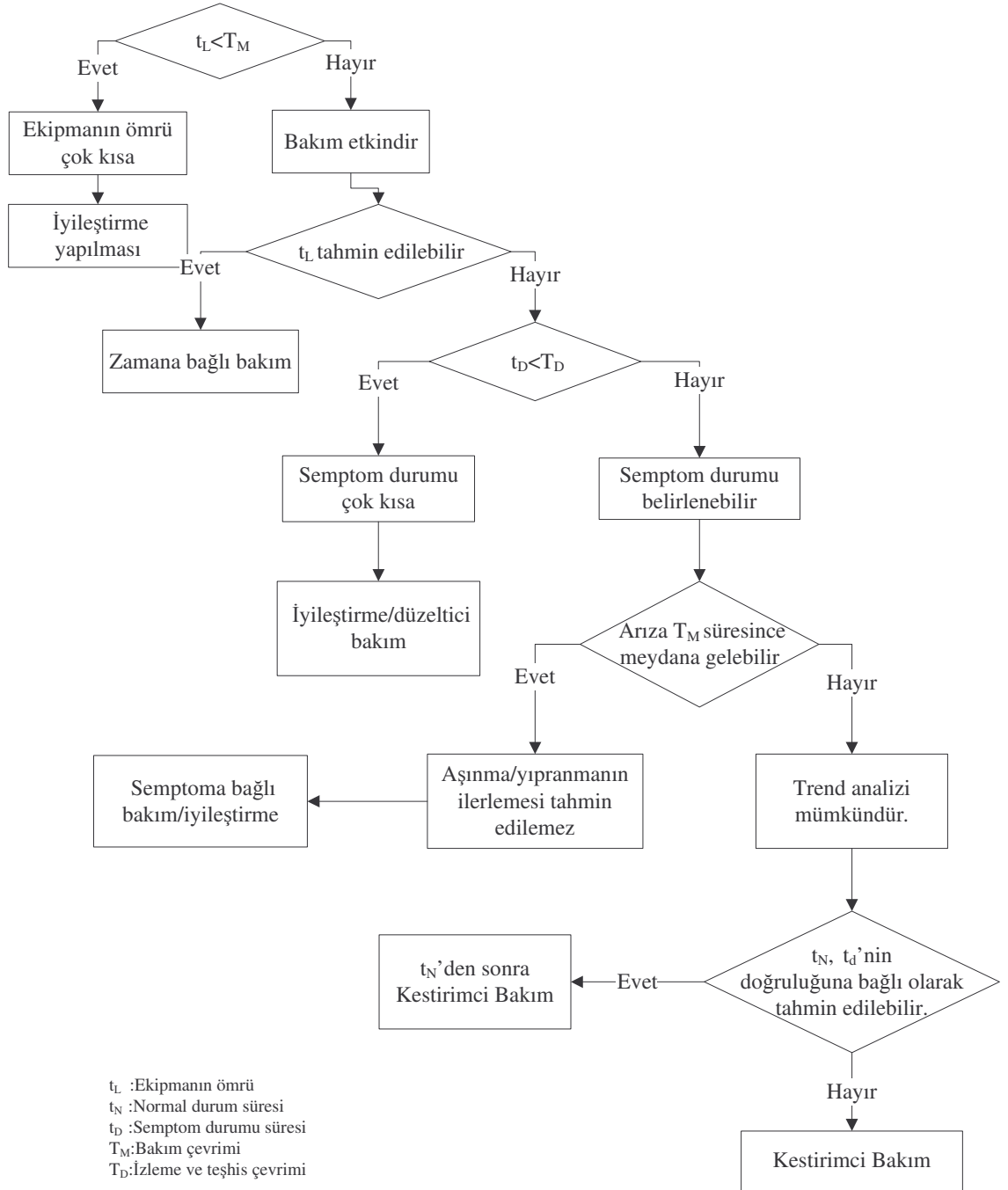
Geliştirilen modelin geçerli kılınması için gerçekte olanla modelin ürettiği sonuçlar karşılaştırılmıştır. Model fonksiyonellik ve kullanılabilirlik açılarından geçerli kılınmıştır. Modelin fonksiyonelliği ürettiği dataların uzman görüşlerine sunulmasıyla geçerli kılınmıştır. Modelin kullanılabilirliği ise iyileştirme prosesine olan katkısı analiz edilerek geçerli kılınmıştır. Modelin sonuçları incelendiğinde nispeten basit arızaların çok sık tekrar ettiği ve işgücü kaynağının büyük bir kısmının buralarda kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu konuda operatörlere eğitim verilmiş ve bakım personelinin daha önemli işlerle uğraşması sağlanmıştır.

Geliştirilen modelin avantajı ise geri besleme sağlamasıdır. Model ayrıca düzeltici ve önleyici bakımların entegre edilmesini önerir. Ayrıca üretim ve bakımı entegre eder. Adaptif ve dinamik bir yaklaşım sunar. Dolayısıyla stratejik bakım kararlarını destekler.

Hall ve diğerleri (2004) altyapı sistemlerindeki ekipmanların performansa dayalı yönetimi için bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Çalışmada İngiltere'deki barajlar, sel ve su baskınlarından koruma sektörleri gibi ekonomik açıdan önemli ve emniyet açısından kritik sistemlere odaklanılmıştır. Altyapı sistemi hiyerarşik olarak tanımlanmış ve hiyerarşinin her seviyesi için performans göstergeleri oluşturulmuştur. Performansla ilgili göstergeler şu kaynaklardan alınmıştır: izleme sistemleri, uzman görüşleri, geçmiş arıza kayıtları vb. Üst seviye performans göstergeleri olarak yıkıcı arıza ihtimali, müşteri hizmetinin aksaması, alt seviye performans göstergeleri için bakım maliyetleri, yapısal bozulma oranı vb. alınmıştır. Performansın ölçülmesi için performans göstergelerine değerleri atanmış, bağıl öncelikleri ağırlıklandırılmış ve bunlar ortak bir ölçekte birleştirilmiştir.

Geliştirilen model İngiltere'de büyük bir hidroelektrik santrale uygulanmış ve performans değerlendirme için Windows tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Hidroelektrik santrali için işletme, emniyet, finansal ve çevresel performans göstergeleri oluşturulmuştur. Performans göstergeleri incelenirken risk değerlendirme yönetimi kullanılarak kritiklik indeksine karar verilmiştir. Risk değerlendirmede uzmanların her bir faktörü 1-5 arasında puanlaması istenmiştir.

Takata (1999) bakım stratejilerinin seçiminde emniyet, işletme ve ekonomik faktörlerin yanında bakım faaliyetlerinin uygulanabilirliği ve etkinliğinin de hesaba katılması gerektiğini ifade etmekte ve ekipmanlardaki yıpranmalar analiz edilerek bakım kararları için mantıksal karar ağaçları oluşturulabileceğini belirtmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Aşınma/yıpranma biçimine göre bakım stratejisi seçimi (Takata,1999)

### 2.1.2. Bakım Yönetiminde Bulanık Karar Verme

Moyle (2001) çatıların bakımı için karar desteği sağlayan bir bulanık uzman sistem modeli kullanmıştır. Çatının aşınma durumu, bulunduğu yer ve çatının tipi kriterlerine göre çatıya yapılacak bakıma karar veren bir bulanık uzman sistem geliştirilmiştir. Muhtemel bakım seçenekleri ise hiç bir şey yapılmaması, çatı yüzeyinin temizlenmesi, problemlili kısımlara bakım yapılması ve çatının komple değiştirilmesidir. Geliştirilen bu uzman sistem için bir yazılım hazırlanmış ve bu yazılım el terminallerinde çalışır

hale getirilmiştir. Yazılım tamamlandıktan sonra bir grup uzman tarafından değerlendirilmiş ve uzmanların görüşleri doğrultusunda yazılım üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Yazılımda çatının durumu ile ilgili bilgileri veritabanına kaydedilerek geçmiş kayıtlardan daha sonra faydalanılması imkanı da sunulmuştur. Geliştirilen sistemle çatı bakım seçeneklerinin otomatik olarak fiyatlandırılmasının da mümkün olduğu ifade edilmektedir. Bakıma karar veren bulanık uzman sistem sayesinde yeni personelin eğitilmeleri için gereken sürenin de kısılacağı belirtilmektedir.

Bakım sistemlerinin en pratik alanlarından birisi de parça değişikliği analizleridir. Çoğu modelde belirsizliğin deterministik veya probabilistik olarak modellenebileceği varsayılmaktadır. Bu tabii ki her zaman geçerli değildir. Parça değişikliği modellerini bu iki yaklaşımla sınırlandırmak, ya belirsizliği ihmal eder veya belirsizliğin probabilistik olduğunu ve bu probabilistik bilginin de tamamen bilindiğini varsayar. Her bir periyotta yapılan parça değişiklikleri sadece mevcut nakit akışlarına bağlı olmayıp ayrıca tahmin edilen gelecek nakit akışlarından da etkilenir. Dolayısıyla nakit akışlarındaki bu belirsizlik optimal parça değişikliği politikasını etkiler. Probabilistik varsayımın yaklaşımları yeterli olmadığından bulanık mantık parça değişikliği kararlarında kullanılabilir (Esogbue ve Hearness, 2001).

Esogbue ve Hearness (2001) parça değişikliği kararları için işletme gelirleri, işletme giderleri, enflasyon oranı, teknolojik yaş ve kronolojik yaş gibi kriterleri kullanarak en optimal parça değişikliği periyoduna karar vermeye çalışmışlardır. Geliştirdikleri modelde kriterlerle ilgili değerlerin olasılık dağılımlarının bilinmediği veya stokastik bir modelle çözülmesinin çok zor olduğu durumda, bulanık mantık yaklaşımından faydalanmışlardır. Optimal parça değişikliği periyoduna karar vermek için bulanık bir dinamik programlama modelini kullanmışlardır.

Sittithumwat ve diğerleri (2004) elektrik iletim hatlarında, bütçe kısıtı altında arıza sayısı ve bakım maliyetine göre, ekipmanlara uygulanacak bakım seviyelerine karar vermede kullanılan bir model geliştirmişlerdir. Amaç minimum maliyetle sistemdeki duruşları en aza indirmektir. Yoğun, minimum ve sıfır bakım gibi üç bakım seviyesi tanımlamışlardır. İki ayrı durum için uygulanacak bakım seviyelerine karar vermeye

çalışmışlardır. Birinci durumda arıza dağılımlarının belirsizlik içermediği ve tam olarak bilindiği varsayımından yola çıkmışlar ve lineer programlama kullanarak optimum bakım seviyelerine karar vermişlerdir. İkinci durumda ise arıza dağılımlarının tam olarak bilinmediği, belirsizlik içerdiği varsayımından yola çıkmışlar ve arıza dağılımlarını bulanık üyelik fonksiyonlarıyla tanımlamışlardır. Daha sonra bulanık lineer programlama kullanarak optimum bakım seviyelerine karar vermişlerdir. Sitithumwat ve diğerleri (2004) bulanık mantık yaklaşımının uygulandığı ikinci durumdaki çözümün birinci duruma göre daha iyi sonuçlar ürettiğini ifade etmektedirler. Birinci durumda ekipmanların büyük bir çoğunluğuna yoğun bakım yapılması kararı verilmişken, ikinci durumda ekipmanlara yapılacak bakımların üç alternatif arasında dağıldığını ifade etmektedirler.

### **2.1.3. Bakım Yönetim Sistemlerinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme**

Colombrita ve diğerleri (2004), İtalyanın CATANA bölgesinde karayollarının bakım faaliyetlerine kaynak tahsisine karar vermek için çok ölçütlü bir karar verme yaklaşımı geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yolun bozulma durumu, fonksiyonel sınıfı, yoldaki kaza düzeyi, trafik hacmi ve en son bakım tarihi kriterleri dikkate alınarak yolların bakım önceliklerine karar verilmiştir. Kriterlerin değerleri belirlenirken bulanık mantık yaklaşımından faydalanılmıştır. EĞER...İSE.. kuralları oluşturularak bakım aciliyetlerine karar verilmiştir. Tespit edilen kurallar neticesinde 4 aciliyet sınıfı oluşturulmuştur. Yazarlar geliştirdikleri modelin, hem anlaşılması kolay hem de şeffaflık sağlayan bir yöntem olduğunu ifade etmektedirler.

Savaş anında verilen kararların hızı ve kalitesi önemlidir. Bütün bu kararlarda zaman kritik bir faktördür. Fakat stres karar vericinin performansını etkiler. Bu kapsamda karar destek sistemleri karar prosesinde önemli rol oynamaktadır (Simoes Marques ve diğ.).

Simoes Marques ve diğerleri (2000) Portekiz Deniz Kuvvetleri için savaş koşullarında ekipman tamir önceliklerine karar vermek üzere bir bulanık çok ölçütlü karar verme modeli geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model şu anda deniz kuvvetlerinde test edilmektedir.

Geliştirilen modelde ekipman tamir önceliğine karar vermek için şu kriterler belirlenmiştir:

1. Operasyonel kriterler:Sistemin seyir ihtiyaçları ile ilgili faktörlerdir.
  - Geminin genel operasyon senaryosu
  - Geminin özel misyonu
  - Tehdit derecesi
2. Teknik kriterler:Sistemin mimarisi ve işleyişi ile ilgilidir.
  - Sistem mimarisi
  - Lojistik veya teknik kısıtlar
  - Arızalı ekipmanın yıpranma düzeyi

Yukarıda belirtilen kriterler dikkate alınarak, bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla ekipmanların tamir öncelikleri belirlenmiştir.

Petrokimya, nükleer, uzay, otomotiv, elektrik sanayi vb. kritik faaliyetlerli yürüten şirketlerin çoğu potansiyel istenmeyen durumların tespit edilmesi için HTEKA'yı kullanmaktadırlar. Firmalar risk düzeylerini tespit etmek için risk öncelik katsayısını kullanmaktadırlar. Risk Öncelik Katsayısı (RÖK) şu şekilde hesaplanmaktadır (Braglia ve Bevilacqua, 2000):

$$RÖK=P*D*S \quad (2.1)$$

P:Arıza İhtimali

S:Arıza etkisinin ciddiyeti

D:Arızanın teşhis edilememe ihtimali

Braglia ve Bevilacqua (2000), RÖK tekniğinde kullanılan üç faktöre dayalı olarak üretim sistemlerinin kritikliğini değerlendirmek için bir bulanık kritiklik değerlendirme modeli geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde AHP tekniğini kullanmışlardır. Braglia ve Bevilacqua (2000) kritiklik değerlendirmede sayısal metotlar yerine bulanık mantığın kullanılmasının şu avantajları sağladığını ifade etmektedirler:



- Bakım personelinin arıza modlarını değerlendirmelerini normal konuşma cümleleriyle ifade edebilmelerini sağlar.
- Sayısal, sözel ve belirsiz dataların aynı anda kullanılmasını sağlar.

Arıza ihtimalini değerlendirmek için, Arızalar Arası Ortalama Süre (AAOS) kullanılmıştır. AAOS dataları bakım personelinin tecrübesiyle entegre edilmiştir. Arıza ihtimali uzak, düşük, normal, yüksek, çok yüksek ifadeleriyle modellenmiştir.

Teşhis edilememe ihtimalini değerlendirmek için çıplak gözle görülebilir, kontrol panelinden izlenebilir, inceleme sonrası görülebilir ve periyodik inceleme sonrası görülebilir kategorileri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kategoriler bakım personelinin tecrübesine göre puanlanmıştır.

Arızanın ciddiyetini değerlendirmek için ise arızaların Ortalama Tamir Süresi (OTS), yedek parça maliyeti, emniyet problemleri faktörleri kullanılmıştır.

Model bir İtalyan buzdolabı üretim firmasında uygulanmıştır. Modelin geleneksel RÖK tekniğinden daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmektedir.

Uçak bakımlarında sivil havacılık kuralları, emniyet ve güvenlik kuralları, standartlar, işçi niteliği ve müşteri gereklilikleri gibi çok sayıda faktörün aynı anda hesaba katılması gerektiği için bu problem, çelişen amaçları içinde barındıran bulanık bir model haline gelmektedir. (Wang ve diğ, 2004).

Wang ve diğerleri (2004) uçak bakım endüstrisinde bakımlara personel atanmasıyla ilgili AHP kullanarak bulanık çok ölçütlü bir karar verme modeli geliştirmişlerdir. Bu model bakım planlama ve çizelgeleme prosesini desteklemektedir. Bakıma işgücü atanması belirli bir zamanda belirli bir işin yapılmasıyla ilgili olduğu için kritik bir süreçtir. Modelde bakıma işgücü atanırken ilgili personelin bakım tecrübesi, sahip olduğu sertifikalar, aynı tür uçaktaki bakım tecrübesi, eğitim, şirket kuralları vb. kriterler ele alınarak, bulanık mantık yaklaşımıyla modellenmiş ve değerlendirmede AHP kullanılmıştır.

Labib (2003) daha önce kullandığı bakımda çok ölçütlü karar verme modelini (Labib, 1998) geliştirerek, bakım stratejilerinin belirlenmesinde bulanık çok ölçütlü karar verme modeli kullanmıştır. Arıza sıklığı, arıza süresi, darboğaz ve yedek parça maliyetine göre makineleri sistem, alt sistem ve ekipman hiyerarşisinde sınıflandırarak EĞER...İSE... kuralları tanımlamış ve kuralların çıktılarına göre bakım stratejilerine karar vermiştir.

Bakım yönetimini destekleyen bilgi ihtiyacı için birçok faktör bulunmaktadır. Mevcut dataların gerçek zamanlı olarak alınması, artan bir ihtiyaçtır. Şu anda eğilim geçmiş datalar yerine, mevcut datalarla çalışmaktır. Ayrıca datalara erişim yöntemi de değişmektedir. Bir çok sektörde bilgisayar önemli bir alan haline gelmiştir. Bakım da bilgisayarlı uygulamaların olduğu bir alandır. Bu alanda çok sayıda bilgisayar destekli bakım yönetim sistemi yazılımları (BDBYS) bulunmaktadır. BDBYS çoğu şirketlerin bakım bölümlerinin ana bileşeni haline gelmiştir. BDBYS'nin bir çok avantajı bulunmaktadır. Bunlar;

- Yedek parça hareketlerini izleme imkanı sunar.
- Arızaların hızlı bir şekilde bildirimini sağlar.
- Bakım ve işletme personeli arasındaki iletişimi geliştirir.
- Koruyucu bakım programlarının geliştirilmesi için bilgi sağlar.

Ancak bu sistemlerin en büyük dezavantajı karar desteği sunmamalarıdır. BDBYS'ler koruyucu bakımları belirlenen sıklıklara göre günü geldiğinde çıkarırlar. Ancak arıza durumu ve ciddiyetine bakmaksızın bunu yaparlar. Aslında BDBYS'lerde bulunması gereken akıllı bir özellik koruyucu bakımların arıza modlarına göre oluşturulması ve önceliklendirilmesidir. Bakım manuellere bakılarak verilen kararlar şu sebeplerden dolayı uygulanabilir değildir:

- Her ekipmanın çalışma ortamı farklıdır ve dolayısıyla farklı koruyucu bakım gerektirir.
- Ekipman tasarımcıları, ekipmanları kullanan ve bakımlarını yapan kişiler kadar makine arızaları ve bunların giderilmesi tecrübesine sahip değildir.

- Ekipman satıcıları koruyucu bakımlarla daha fazla parça değişikliğini istiyor olabilirler.

BDBYS'ler ana kullanım gerekçeleri olan arıza sayısının azaltılmasını ihmal etmektedirler (Labib,2004).

Sherwin (2000) tarafından yapılan incelemede bakım yöneticilerinin şu sebeplerden dolayı, önerilen bakım modelleri ve optimizasyon tekniklerini yaygın olarak kullanamadıkları belirlenmiştir:

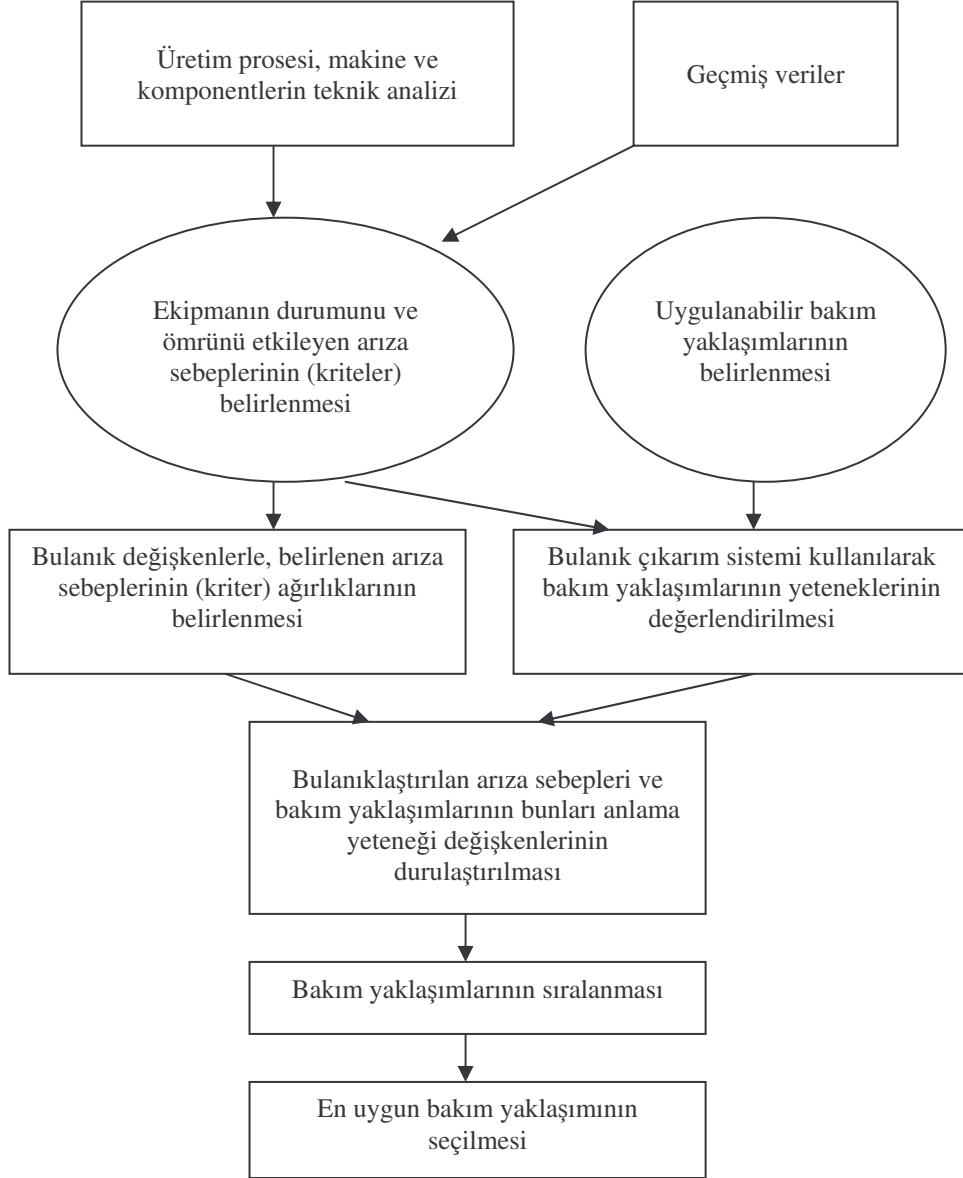
- Data yetersizliği,
- Bu modellerin farkında olmama,
- Bu modellerin bazılarının kısıtlayıcı varsayımlara sahip olması,
- Teorinin pratikteki bakım modellerine uyarlanması arasındaki kopukluk.

Bu çalışma sonucunda Sherwin (2000), teori ve pratik arasında akıllı optimizasyon teknikleriyle bir köprü kurulması ve ayrıca geliştirilen modellerin yazılımlar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Labib (2004) daha önce geliştirdiği çok ölçütlü karar verme tekniklerinin (Labib,1998 ve Labib,2003), bir BDBYS yazılımında birleştirildiğini ve İngiltere'de bir bilgisayar üretim şirketinde uygulandığını ifade etmektedir. Bu şekilde BDBYS ile akıllı karar verme sistemlerinin entegre edildiğini belirtmektedir.

Labib (2004) kullanılan diğer BDBYS yazılımlarından da istenilen sonuçların alınabilmesi ve bakım ortamlarında etkinliğin sağlanabilmesi için mutlaka bulanık mantık, çok ölçütlü karar verme ve/veya diğer akıllı karar sistemleriyle entegre edilmesi gerektiği görüşünü savunmaktadır.

Al-Najjar ve Alsyouf (2003) arıza davranışlarının değişimi hakkında bakım yaklaşımlarının bilgi sağlama yeteneğini bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla değerlendirmişlerdir. Önerilen metodoloji Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Bulanık çok ölçütlü karar verme metodolojisinin kavramsal tasarımı (Al-Najjar ve Alsyouf, 2003)

Önerilen metodolojide öncelikle arıza sebepleri belirlenir ve ağırlıklandırılır. Bunun için makine tarihçesi, personel tecrübesi ve teknik analizlerden faydalanılır. Arıza sebeplerinin önemi değerlendirilirken bulanık değişkenler kullanılmıştır. Arıza sebeplerinin önemi 7 kategoriye ayrılarak değerlendirilmiştir. Bunlar çok düşük, düşük, biraz düşük, normal, biraz yüksek, yüksek ve çok yüksektir. Arıza sebepleri belirlendikten sonra uygulanabilir bakım yaklaşımları sabit aralıklı bakım, yaşa bağlı koruyucu bakım, titreşime bağlı koruyucu bakım, titreşime bağlı düzeltici bakım, yaşa

bağlı toplam verimli bakım, yaşa bağlı güvenilirlik merkezli bakım ve titreşime bağlı bakım politikasını kullanarak toplam kalite bakım politikaları belirlenmiştir. Bu bakım yaklaşımları her bir arıza sebebindeki değişiklikler hakkında sağladığı bilgi yeteneğine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirmede tecrübe ve mevcut bilgilerden faydalanılmıştır. Bakımların arıza sebeplerindeki değişimleri açıklama yeteneği için çok zayıf, zayıf, biraz zayıf, normal, biraz güçlü, güçlü ve çok güçlü gibi kategoriler kullanılmıştır. Bulanık kural tabanı çıkarımı için Mamdani Metodu kullanılmıştır. Değerlendirme sonucu bakım yaklaşımları yeteneklerine göre sıralanmıştır.

Al-Najjar ve Alsyouf (2003) arıza sebeplerindeki değişmeler hakkında gerekli bilgiyi sağlayıp kullanabilen yaklaşımın aynı zamanda en maliyet etkin yaklaşım olduğunu ifade etmektedirler.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. BAKIM SİSTEMİ

##### 3.1.1. Genel Tanımlar

Bu çalışmada kullanılacak genel tanımlar bu kısımda verilmiştir.

**1. Bakım:** Bir sistemin veya ekipmanının kendisinden beklenen faaliyetleri yerine getirmesi için üzerinde yapılması gereken faaliyetlerin tümüne bakım denir (ALSTOM, 2000).

**2. Bakım Yönetimi:** Bakım yönetimi kısaca sistemin işlerliğini devam ettirebilmesi için bakımların etkin bir şekilde planlanması ve yapılması olarak tanımlanabilir (Hernandez ve diğ., 2002).

Bakım yönetimi, yapılacak işlerin tanımlanması, planlanması, bu işlere her türlü kaynağın tahsis edilmesi, bakımların yapılması ve raporlanması faaliyetlerini kapsar.

**3. Arıza:** Bir ekipmanın kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirememesi durumudur (Campbell, 1995).

**4. Tamir:** Ekipmanın, bozuk ya da eskimiş parçalarının onarılarak ve/veya değiştirilerek kullanılabilir hale getirilmesidir (Campbell, 1995).

**5. Kullanılabilirlik:** Ekipmanın belirli bir anda kendisinden beklenen fonksiyonları başarılı bir şekilde yerine getirmesi yeteneğidir (Wireman, 2002).

**6. Sürdürülebilirlik:** Bir ekipmanın tespit edilen prosedürler doğrultusunda bakımları yapıldığında, kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirebileceği koşullar altında tutulması yeteneğidir (Blanchard ve diğ., 1995).

**7. Güvenilirlik:** Bir ekipmanın tespit edilen belirli bir zaman periyodunda kendinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilmesi yeteneğidir (Guo ve Love, 2003).

**8.Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA):** Kritik arızaların sayısallaştırılması ve sıralanmasında kullanılan bir tekniktir. Potansiyel arızalar tespit edilir ve bunların sistem üzerindeki etkileri incelenir (Ree ve Ishii, 2002).

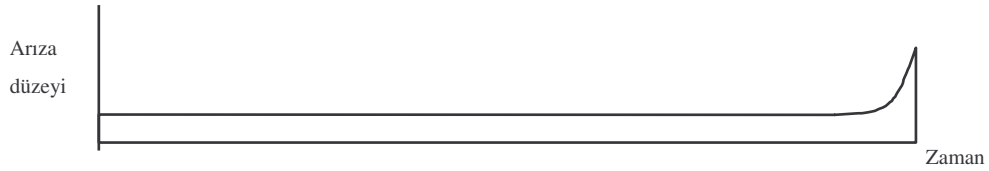
### 3.1.2. Bakım Stratejileri

#### 3.1.2.1. Düzeltici Bakım (DB)

Bir arıza neticesinde sistemi eski haline getirmek için yapılan işlemlerin tümüne denir. Düzeltici bakımın amacı, sistemin çalışır ve emniyet kuralları açısından normal bir duruma getirilmesinin temin edilmesidir. Düzeltici bakımda önemli iki kavram bulunmaktadır. Bunlar iki arıza arasında geçen sürenin ortalaması (AAOS) ve Ortalama Tamir Süresi (OTS)'dir.

Arıza tipleri incelendiğinde şu durumlar ortaya çıkmıştır (Campbell, 1995):

#### 1. Ekipman yaşlandıkça arıza sayısının arttığı durum (Şekil 3.1)

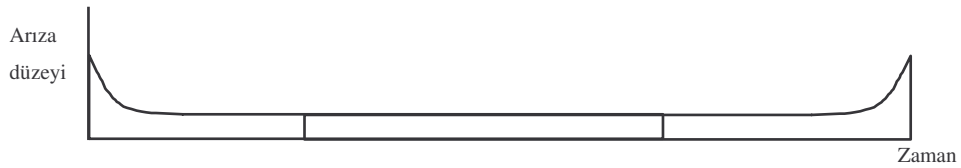


Şekil 3.1: Ekipman yaşlandıkça arıza sayısının artması

#### Özellikleri,

- Yaşa bağlı yaşlanmalardan kaynaklanır.
- Belirli bir kullanımdan sonra hızlı arıza artışı olur.
- Yaygınlığı en az olan arıza mekanizmasıdır.
- Takvim bazlı rutin bakım etkindir.
- Meydana gelen arızaların %2'sini oluşturur.

#### 2. Banyo Küveti Eğrisi şeklinde arızaların seyrettiği durum (Bathtub Curve)

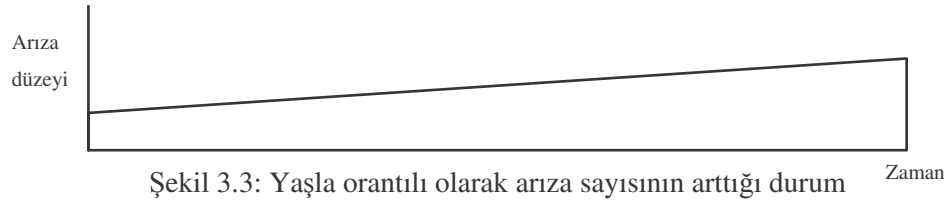


Şekil 3.2: Arızaların banyo küveti eğrisi gösterdiği durum.

### Özellikleri;

- Kullanım başlangıcı ve kullanım sonlarında arıza ihtimali yüksektir.
- Ekipman yaşam çevrimi başlangıcı ve sonları için ayrı ayrı taktikleri kullanılmalıdır.
- 1 ve 6 nolu yaklaşımların karmasıdır.
- Meydana gelen arızaların %4'ünü oluşturur.

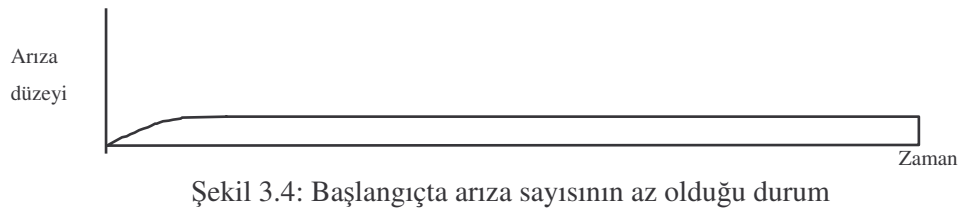
### 3. Yaşla orantılı olarak arıza sayısının yavaş yavaş arttığı durum (Slow Aging)



### Özellikleri;

- Yaşa bağlı olarak arıza ihtimali yavaş yavaş artar.
- Ekipmanın üretilen ürüne temas ettiği durumlarda sık görülür.
- Ekipmanın tekrar eski haline getirilmesi için bakım yapılması veya komponent değiştirme taktiği kullanılabilir.
- Pompalar, tekerlekler vb.'de sık görülür.
- Meydana gelen arızaların %5'ini oluşturur.

### 4. Başlangıçta arıza sayısının en az olduğu durum (Best New)

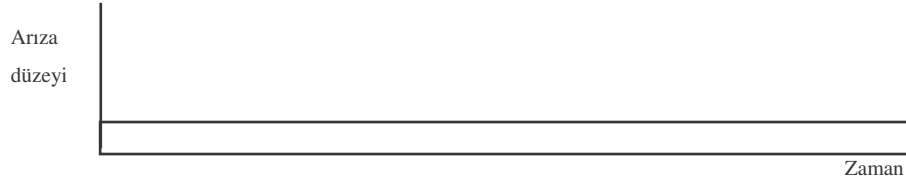


### Özellikleri;

- Başlangıç dönemi hariç yaşa bağlı değildir
- Yaşa bağlı rutin bakım etkili değildir
- Duruma dayalı bakım stratejisi uygulanabilir.
- Meydana gelen arızaların %7'sini oluşturur.



### 5. Arıza sayısının sabit seyrettiği durum (Constant)

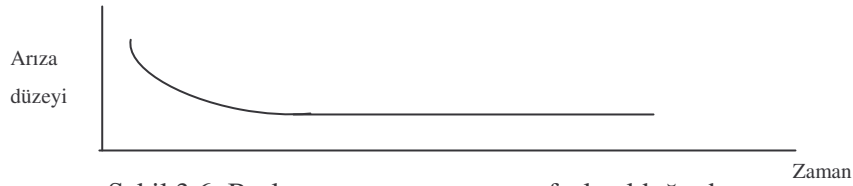


Şekil 3.5: Arıza sayısının sabit seyrettiği durum

#### Özellikleri;

- Arızalar rassal olarak meydana gelir, yaşa bağlı değildir.
- Elektrik, elektronik ve mekanik gibi kompleks ekipman sistemlerinde sık görülür.
- Rutin yaşa bağlı bakım etkili değildir.
- Elektronik, Uçuş sistemleri, çok karmaşık, entegre ekipmanlarda görülür.
- Meydana gelen arızaların %14'ünü oluşturur.

### 6. Başlangıçta arıza sayısının en fazla olduğu durum (Worst New)



Şekil 3.6: Başlangıçta arıza sayısının fazla olduğu durum

#### Özellikleri;

- Kompleks ekipmanlar için en yaygın durumdur.
- Yaşa bağlı olarak arıza ihtimali azalır.
- Başlangıçta karşılaşılan problemler çözüldüğünde rutin bakımın rolü azalır.
- Meydana gelen arızaların %68'ini oluşturur.

Arıza durumları incelendiğinde şu sonuçlara varılabilir:

- Arıza genellikle yaş veya kullanımla ilgili değildir.
- Arızalar kolay tahmin edilemez. Dolayısıyla zaman veya kullanıma dayalı bakımlar arıza ihtimalinin düşürülmesine yardım etmez.
- Büyük onarımlar yüksek arıza ihtimaline yol açacağından iyi fikir değildir.

- Yaşa dayalı ekipman değişiklikleri çok pahalı olabilir.

### 3.1.2.2. Periyodik Bakım (PB)

Belirli aralıklarla yapılan planlı koruyucu bakım faaliyetleridir (Shikari, 2004). Periyodik bakım faaliyetleri arıza çıkma olasılığı üzerine kurulmuştur. Düzeltici bakıma alternatif olarak geliştirilmiştir. PB ile çok fazla bakım yapılabileceği gibi, öngörülen periyottan önce arıza çıkma olasılığı da mevcuttur (Köse, 2003).

PB'de ekipman bozulmadan tamir edilmesi prensibi uygulanır (Bengtsson ve diğ., 2004).

Ekipmanlar ilk alındığında birtakım problemlerle karşılaşılır. Bunlar düzeltildiği zaman arızalar neredeyse yaştan bağımsız hale gelir. Eğer bir ekipmanın ortalama ömrü biliniyorsa takvime dayalı bakım fizibildir. Bir arıza mekanizması zamana bağlıysa veya arıza zaman, yaş ve kullanımla artıyorsa bakım faaliyetleri takvim bazlı olmalıdır (Duffuaa ve diğ., 1999).

### 3.1.2.3. Duruma Dayalı Bakım (DDB)

Duruma Dayalı Bakım (DDB), ekipmanın durumuna bağlı olarak başlatılan koruyucu bakım faaliyetidir. Titreşim, yağ analizi, ultrasonik test, sensör vb. modern teknikler kullanılarak makine/ekipmanlarda problemler oluşmadan teşhis edilebilir (Bengtsson ve diğ., 2004).

DDB stratejisi ile beklenmedik arızaların önüne geçilmesi, malzemelerin ihtiyaç duyulduğunda alınması, bakımın gerektiğinde yapılması ve ekipman ömrünün uzatılması avantajları sağlanır (Reis ve Pati, 2000). Ancak DDB stratejisinin uygulanması maliyetlidir ve uygulamak için ilave beceriler gerektirir (Bengtsson ve diğ., 2004).

Duruma dayalı bakım stratejisi 3 temel adımdan oluşur (Jardine, 2005). Bunlar;

1. Sistemin durumu ile ilgili verilerin toplanması,
2. Toplanan verilerin değerlendirilmesi,
3. Etkin bakım kararının verilmesi.

DDB ekipmanın geleceği ile ilgili bilginin olmayışı veya eksik oluşu nedeniyle mevcut durumuna bakarak bakım kararı verir (Chen ve diğ., 2002).

#### 3.1.2.4. Kestirimci Bakım (KB)

Ekipmandaki muhtemel değişim trendlerini bulmak için duruma dayalı bakımda kontrol edilen parametreler analiz edilir. Böylece kontrol edilen parametrelerin belirlenen değerlere ne zaman ulaşacağı tahmin edilebilir. Bu sayede bakım personeli ekipman üzerinde ne zaman bakım yapılması gerektiğine kolayca karar verebilir (Bevilacqua ve Braglia, 2000; McKone ve Weiss, 2002).

#### 3.1.2.4. Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)

Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB), ABD sivil havacılık endüstrisi tarafından geliştirilmiştir. Birleşik Havayollarında kompleks ekipmanlarda yapılan periyodik bakımların etkinliği ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırmada kompleks ekipmanlarda yapılan periyodik bakımlarla arızalar arasındaki ilişkiler incelenmiş ve birebir direkt ilişki görülmemiştir. Araştırmadan çıkarılan ana sonuç ise kompleks ekipmanlar üzerinde yapılan periyodik bakımların arıza sıklığını pozitif ya da negatif olarak etkilemediğidir. Ancak bazı ekipmanlarda bakım sonrası arıza sıklığının arttığı görülmüştür. Kompleks ekipmanlarda arızaların yaş yerine beklenmeyen durumlarda ortaya çıktığı (enerji kesilmesi, yanlış kullanım, yağlama eksikliği v.b.) görülmüştür. Bu araştırma banyo küveti eğrisinin 6 ana arıza modelinin sadece birisi olduğunu göstermiştir. Kompleks ekipmanlar için en yaygın durum ise ekipmanların yeni olduğu zaman daha fazla arıza gösterdikleri durumdur (Duffuaa ve diğ, 1999).

GMB, Meydana gelen arızaların ciddi ekonomik kayıplara yol açacağı, emniyet ve çevresel riskler oluşturacağı durumlara oldukça uygundur (Campbell,1995).

GMB, aşırı bakım yapmadan kaynaklanan maliyet ile bakım yapmaktan kaynaklanan arıza durumlarını dengelemeye çalışır (Smith, 2005).

GMB hata türleri, etkileri ve kritiklik analizi tekniğini kullanan bir yaklaşımdır. GMB şu adımlar takip edilerek oluşturulur:

1. Sistem için en önemli sistemlerin/ekipmanların seçilmesi,
2. Ekipmandan beklenen performansın tanımlanması dolayısıyla arızayı neyin oluşturduğunun tanımlanması,
3. Fonksiyonel arızaların kök sebeplerinin belirlenmesi,
4. Bu sebepler için etkilere karar verilmesi,
5. Arızanın etkisinin kritikliğinin hesaplanması,
6. Arızayı gidermek için en uygun bakım taktiğinin seçilmesi ,
7. Fonksiyonel arızaları giderecek spesifik faaliyetlere çizelgeleme sıklığına karar verilmesi,
8. Herhangi bir önleyici faaliyet uygun değilse
  - Arızalanıncaya kadar çalıştırma,
  - Redizayn ihtiyacı,
  - Arızayı değerlendirmek için test yapılması kararlarından birinin verilmesi.

#### 3.1.2.5. Toplam Verimli Bakım (TVB)

TVB bir organizasyondaki tüm çalışanların ekipman iyileştirmesine odaklanmasıyla ilgilenen bir yönetim yaklaşımıdır. Japon Tesis Bakım Enstitüsü (J.I.P.M.) tarafından TVB'nin aşağıdaki 5 temel amaca sahip olduğu ifade edilmiştir (Duffuaa ve diğ, 1999).

- Toplam ekipman etkinliğinin artırılması,
- Sürdürülebilirlik, güvenilirlik ve yaşam çevrim maliyetine sistematik bir yaklaşım getirmesi,
- İşletme personelini, malzeme yönetimi, bakım, mühendislik ve ekipman yönetimine dahil etmesi,
- Tüm seviyelerdeki yönetici ve işçileri bünyesinde tutması,
- Küçük grup faaliyetleri ve ekip performansıyla ekipman performansının iyileştirilmesi.

TVB faaliyetlerinde odak noktası operatörlerdir. Operatörler ekipman problemlerini kötüleşmeden teşhis etmeyi öğrenir (Campbell,1995).

Ekipmanlar beklenenden düşük bir performans gösterdiğinde performans kayıpları kaydedilir ve izlenir. Bu kayıplar 6 kategoride gruplanabilir (Arı ve diğ., 2003). Bunlar;

1. Arıza kayıpları
2. Hazırlık ve ayarlamalardan kaynaklanan kayıplar
3. Boşluklar ve küçük duruşlardan kaynaklanan kayıplar
4. Hız düşüklüğünden kaynaklanan kayıplar
5. Proses hatalarından kaynaklanan kayıplar
6. Çıktı kayıpları

Yukarıda belirtilen kayıplar ekipman etkinliğini aşağıdaki şekilde etkiler:

1. Ekipmanın kullanıma hazırlığı ayar ve ekipman arızalarından etkilenir.
2. Ekipman etkinliği, boşluktan küçük duruşlar ve düşük hızlardan etkilenir.
3. Çıktı azlığı ve proses hataları ürün kalitesini etkiler.

Nakajima (1989), TVB'nin aşağıda belirtilen 12 adım ile uygulanmasını önerir. Bunlar;

1. Üst yönetimin TVB uygulama kararını duyurması
2. TVB ile ilgili eğitim verilmesi
3. TVB ekibinin oluşturulması
4. Temel TVB politikalarının belirlenmesi
5. TVB ana planının oluşturulması
6. TVB başlangıç toplantısının yapılması
7. Herbir ekipmanın etkinliğinin iyileştirilmesi
8. Özerk bir bakım programının geliştirilmesi
9. Bakım bölümü için planlı bakım programının oluşturulması
10. İşletme ve bakım personeli için beceri geliştirme eğitimlerinin yapılması
11. Etkin bir yönetim programının geliştirilmesi
12. TVB uygulanması

TVB uygulanması organizasyondaki bakım kültürünü bir çok yönden değiştirir. İnsanların düşünce yapısının değişmesi TVB uygulamasını kolaylaştırır. Ancak çalışanlar genelde değişime direnç gösterir. Çalışanlar TVB'yi bir proje olarak görürler. Halbuki TVB sürekli devam eden bir prosestir. Çalışanların işlerinin bir parçasıdır. Başarılı bir TVB uygulamasının oluşturduğu kültürel değişim Tablo 3.1'de gösterilmiştir (Leflar, 2001).

Tablo 3.1: TVB'nin sağladığı kültürel değişim.

<b>Eski Kültür</b>		<b>TVB Kültürü</b>
1.	Sadece önemli problemlerle ilgilenilir.	Küçük-büyük bütün problemlerle ilgilenilir.
2.	İyileştirme metotlarının uygulanma biçimi net değildir.	İyileştirme metotları büyük bir titizlikle tanımlanır ve tam olarak uygulanır.
3.	Organizasyondaki iyileştirmeler lokal olarak yapılır.	Organizasyondaki iyileştirmeler yöneticiler tarafından koordine edilir. Dolayısıyla tüm organizasyon iyileştirme tekniklerini öğrenir ve kullanır.
4.	Arızalar olduktan sonra giderilir.	Arızaların oluşması engellenmeye çalışılır.
5.	Sadece sonuçlar ölçülür.	Sonuçlarla birlikte sonuçları oluşturan süreçler de ölçülür.
6.	İyileştirme adımları bir defaya mahsus olarak geliştirilir ve daha sonra gözden geçirilmez.	İyileştirme adımları çalışanların becerileri geliştikçe ve performans beklentileri yükseldikçe tekrar gözden geçirilir.

TVB uygulamalarında birçok zorlukla karşılaşılabilir. Bunların üstesinden gelmek için sabırlı olmalı, asla vazgeçilmemeli ve hedeflere odaklanılmalıdır (Leflar, 2001).

## **3.2. BAKIM UYGULAMA KARARLARI ANALİZİ**

### **3.2.1. Araştırmanın Tasarlanması**

Türkiye'deki bakımda karar verme ve kullanılan bakım tekniklerini analiz etmek için anket yöntemi kullanılmıştır. Anket soruları hazırlanırken kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve Alsyouf (2004), Baker (2004), Higgs ve diğerleri (2004), Ikhwan ve Burney (1994), Hauer (1999), Reunanen (2001) ve Swanson(1999)'un çalışmaları incelenmiştir.

Hazırlanan anket soruları (Ek A) doğru anlaşılıp anlaşılmama, cevaplama kolaylığı ve cevaplama süresi açısından test edilmek üzere bakım yöneticileri, lisansüstü öğrencileri ve profesyonel araştırma şirketi yöneticilerinden oluşan bir test grubuna ayrı ayrı sunulmuştur. Test grubunun değerlendirmeleri ve görüşleri doğrultusunda anket sorularına son hali verilmiştir.

Ankette “Evet/Hayır” şeklinde cevaplandırılan sorular hariç, 5’li Likert ölçeği kullanılmıştır (Tablo 3.2).

Anketler cevaplandırılmak üzere 512 firmaya gönderilmiş,. gönderilen anketlerden 108 tanesi cevaplandırılarak geri gönderilmiştir. Cevaplandırılan bu anketlerden 8 tanesi tam olarak doldurulmama, okunmaksızın bütün sorulara aynı cevap verme vb. sebeplerden değerlendirmeye alınmamıştır.

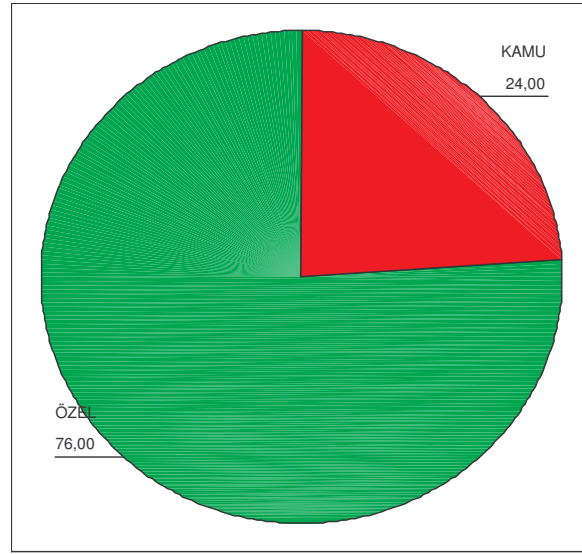
Anket verileri 3.2.2.bölümünde anlatıldığı şekilde geçerlilik testine tabi tutulmuş ve değerlendirilmiştir.

### **3.2.2. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

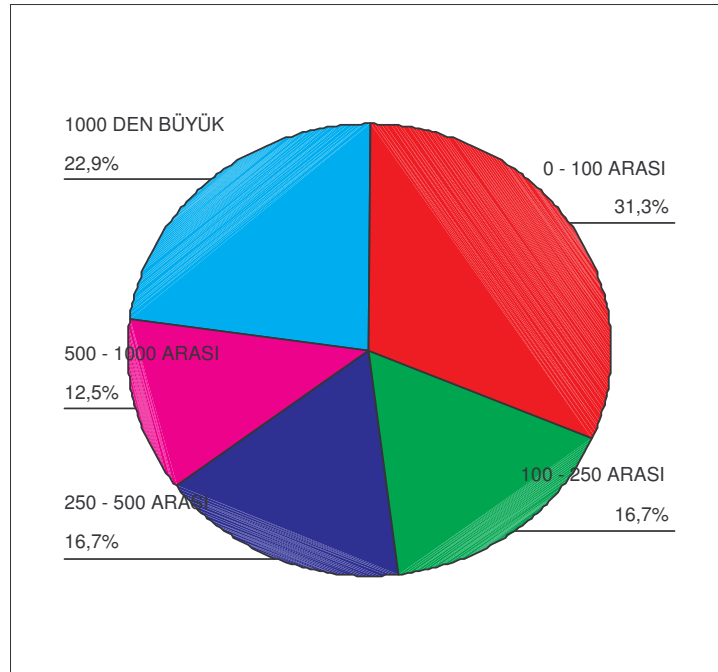
Çeşitli sektörlerden firmalarda gerçekleştirilen bakım anketinin bu bölümde değerlendirilmesi yapılmıştır. Ankete katılan firmaların, yürüttükleri bakım faaliyetleriyle ilgili olarak fikirleri alınmıştır. Ankete katılan firmaların faaliyet

gösterdikleri belli başlı sektörler Otomotiv, Gıda, Metal Sanayi, Elektronik, Mobilya, Beyaz Eşya ve Ulaşım sektörleridir.

Ankete katılan firmaların kamu ve özel sektörlere göre dağılımı Şekil 3.7’de ve personel sayılarına göre dağılımları ise Şekil 3.8’de verilmiştir. Buna göre ankete katılan firmaların 24 tanesi kamu kuruluşu iken 76 tanesi özel kuruluştur.



Şekil 3.7: Ankete katılan firmaların kamu ve özel sektör durumuna göre dağılımı



Şekil 3.8: Ankete katılan firmaların personel sayılarına göre dağılımı



Bu firmalara, bakım kararlarını nasıl verdiklerini ölçebilmek amacıyla sorular yöneltilmiş ve bu soruları “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde cevaplandırmaları istenmiştir. Sorulara verilen cevaplar değerlendirilirken aşağıdaki Tablo 3.2’deki puanlama cetveli kullanılmıştır.

Tablo 3.2: Anket puanlama cetveli

Cevap	Puan
Kesinlikle Katılıyorum	5
Katılıyorum	4
Kararsızım	3
Katılmıyorum	2
Kesinlikle Katılmıyorum	1

Sorulara verilen cevaplar öncelikli olarak tek tek incelenmiştir. Daha sonra kamu ve özel sektör kuruluşlarının ve ankete katılan değişik büyüklükteki firmaların verdikleri cevaplar karşılaştırılmış ve genel durumdan ne kadar farklı olduğuna bakılmıştır. Kamu ve özel kuruluşların sorulara verdikleri cevaplar bağımsız iki örneklem testleri arasında en yaygın kullanıma sahip teknik olan Mann-Whitney U testi ile test edilmiştir.

Bu test, birbirinden bağımsız iki grubun veya örneklemin bağımlı bir değişkene ilişkin ölçümlerinin karşılaştırılarak iki dağılım arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılır. Test istatistiği, her iki örneklem üzerinden elde edilen verilerin tek bir dağılım oluşturacak şekilde birleştirilerek, küçükten büyüğe doğru, sıralanması ve her bir veriye 1’den başlamak üzere sıra değerleri verilmesi yoluyla hesaplanır.

Mann-Whitney U testinde;

Bağımsız değişkene ait veriler sayısal karakterler ile ifade edilmeli, Örneklem birbirinden bağımsız olarak rasgele seçilmeli ve bağımlı değişkene ilişkin ölçümler, sıralama, aralık veya oran ölçeğinde olmalıdır (Ural&Kılıç, 2005).

Tüm istatistiksel testlerin sonuçları olasılık veya risk açısından ifade edilir. Diğer bir ifade ile anlamlılığı test etmek için araştırmacılar risk düzeyini (Alfa düzeyi) belirlemeye ihtiyaç duyar. Bu çalışmada, anlamlılığı test etmek için kullanılan Mann-Whitney U testinin sonuçları  $p < 0,05$  risk düzeyinde incelenmiştir. Bir başka ifade ile iki bağımsız küme arasında anlamlı bir fark bulunup bulunmadığı 0,05 anlamlılık düzeyinde test edilmiştir.

Bakım kararları analiz edildikten sonra, firmaların kullandıkları bakım teknikleri irdelenmiştir.

Tüm bu değerlendirmeler yapılırken, veri analizi sürecinde zaman, maliyet ve enerji tasarrufu sağlaması, sonuçların belirli bir düzen içerisinde alınması ve en önemlisi hesaplamalardan kaynaklanan hata payının ortadan kaldırılması (Ural&Kılı, 2007) gibi pek çok yararlarının bulunması nedeniyle Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi olan (Statistical Packages for the Social Sciences) SPSS Programından yararlanılmıştır.

Anket çalışmalarından elde edilen verilerin güvenilirliği önemli bir konudur. Anket verilerinin güvenilirlik seviyesi düşük (yetersiz) ıkarsa o veriler analizlerde kullanılmaz. Bir ölçümün güvenilirliği onun tutarlılığını göstermektedir. Güvenilirlik ile verilerin ne kadar tutarlı olduğu ölçülür. İç tutarlılık özellikle çoklu-madde(item) ölçekleri için önemlidir. Her bir sorunun aynı fikri ölçüp ölçmediği ve böylece ölçekteki maddelerin içsel tutarlılığının olup olmadığı incelenir (Brayma&Cramer, 1990). Diğer bir ifade ile güvenilirlik analizi bir ölçekte yer alan maddeler arasındaki iç tutarlılığı ölçer ve bu maddeler arasındaki ilişkiler hakkında bilgi sunar (Everit,1996). Güvenilirlik analizinin temel varsayımları; her madde toplam skorun bir doğrusal bileşeni olması ve ölçekte toplanabilirlik özelliğinin bulunması yani maddeler arasında negatif korelasyon olmaması şeklindedir(Bayram, 2004).

Analiz edilen veri gurubunda ölçme hatası yok ise, güvenilirlik katsayısı bire eşit olacak ve gözlenmiş skordaki değişkenliğin tamamı ölçüm hatasından kaynaklanıyorsa güvenilirlik katsayısı sifıra eşit olacaktır. Bu nedenle güvenilirlik katsayısı daima 0 ile 1 arasında değer alır. Soru gurupları için en yaygın kullanılan içsel güvenilirlik indeksi Cronbach Alphasıdır. Bu indeks değişkenler arasındaki ortalama korelasyonu temel

olarak, bir ölçekteki değişkenlerin iç tutarlılığını ölçer Cronbach Alpha değeri 0,70'in üzerinde olan ölçeklerin içsel tutarlılığa sahip olduğu, yani ele alınan ölçeğin güvenilir olduğu söylenir(Carter, 1997).

Bakım faaliyetleriyle ilgili olarak firmalarda uygulanan anket çalışmasında toplanılan verilerin güvenilirliği ile ilgili yapılan analizin sonucu aşağıdaki tabloda da görüldüğü üzere 0,9528 çıkmıştır. Bu değer, verilerin güvenilirliğinin oldukça yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 3.3: Güvenilirlik analizi

Alpha-Güvenilirlik	Soru Sayısı
0,9528	40

Kamu ve özel sektörde faaliyet gösteren kurumları ayrı ayrı ele alındığında, toplanılan verilerin güvenilirliği ile ilgili yapılan analizin sonuçları Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'de verilmiştir. Her iki kurum türüne göre de verilerin güvenilirliği oldukça yüksektir.

Tablo 3.4: Kamu kurumları için güvenilirlik analizi

Alpha-Güvenilirlik	Soru Sayısı
0,8902	40

Tablo 3.5: Özel kurumlar için güvenilirlik analizi

Alpha-Güvenilirlik	Soru Sayısı
0,9611	40

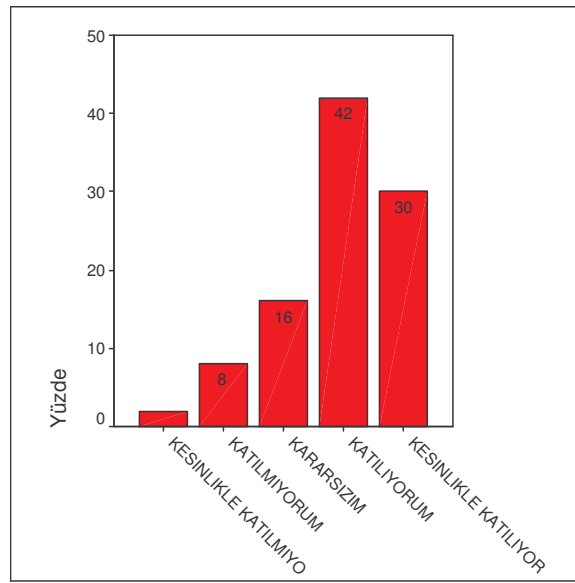
#### 3.2.2.1. Bakım Yönetiminde Karar Verme

Firma/Kurumların bakım stratejileri kararları için seçim kriterlerinin belirlenmiş olup olmadığının ve bakım kararları alınırken hangi tekniklerden faydalandığını anlamak amacıyla ankete katılanlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

- SORU\_4 Bakım politikası seçim kriterleri bellidir.
- SORU\_5 Bakım kararları verilirken satıcı manüellerinden faydalanılmaktadır.
- SORU\_6 Bakım kararları verilirken çok ölçütlü karar verme tekniklerinden faydalanılmaktadır.

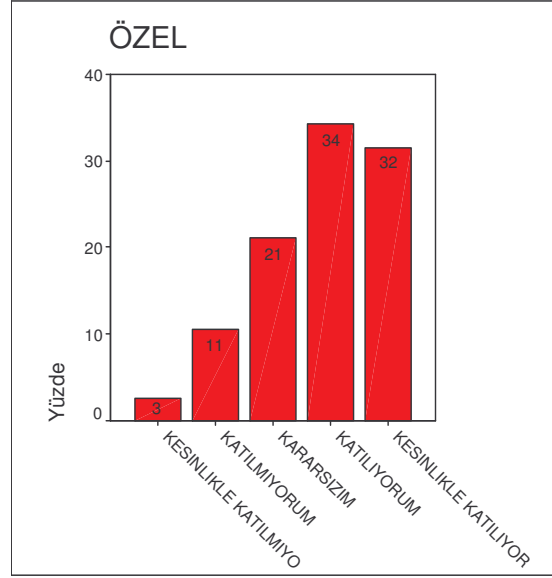
- SORU\_7 Bakım kararları verilirken geçmiş tecrübelerden faydalanılmaktadır.
- SORU\_8 Bakım kararları verilirken geçmiş arıza sayıları dikkate alınmaktadır.
- SORU\_9 Bakımda kalite tekniklerinden faydalanılmaktadır.

Ankete katılan kurumların % 72'si firmalarında bakım politikası seçim kriterlerinin belli olduğunu belirtmişlerdir ( Şekil 3.9 ).

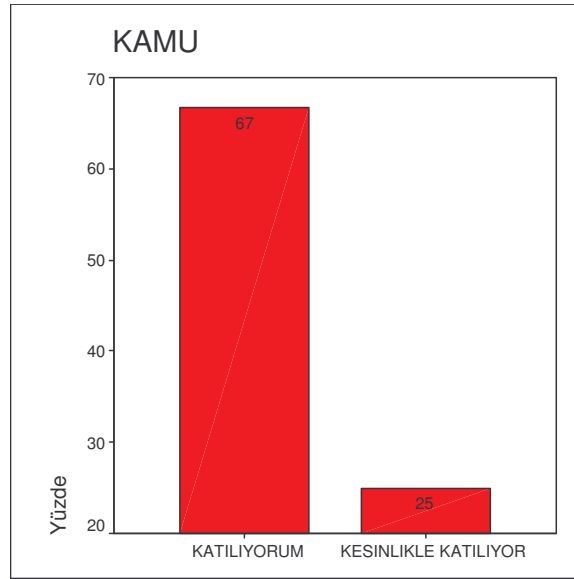


Şekil 3.9: SORU\_4'e verilen cevapların dağılımı

Ankete katılan firmaları kamu ve özel kurum olup olmamalarına göre incelendiğinde, bakım politikası seçim kriterlerinin belli olup olmamasına göre 0,05 anlamlılık düzeyinde iki kurum türü arasında çok önemli bir fark bulunmamaktadır. Bununla beraber, ankete katılan özel kurumların %66'sı bakım politikaları seçim kriterlerinin belli olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3.10). Ankete katılan kamu kurumlarında ise ankete cevap verenlerin tamamı bu soruya “ katılıyorum” veya “kesinlikle katılıyorum” diye cevap vermiştir (Şekil 3.11). Bundan da anlaşılmaktadır ki, kamu kurumlarında bakım politikası seçim kriterlerinin belirlenmiş olduğu ile ilgili herhangi bir şüphe yoktur.



Şekil 3.10: SORU\_4'e özel kurumların verdikleri cevapların dağılımı



Şekil 3.11: SORU\_4'e kamu kurumlarının verdikleri cevapların dağılımı

Bakım kararları verilirken, en çok hangi kaynak veya tekniklerin kullanıldığı incelendiğinde, ilk sırada geçmiş tecrübeler yer almaktadır (Tablo 3.6). Bu da gösteriyor ki, bakım kararları alınırken, bakım personelinin tecrübeleri en önemli girdiyi oluşturmaktadır. Daha sonra sırasıyla geçmiş arıza sayıları ve satıcı manüelleri yer almaktadır. Kalite teknikleri ve çok ölçütlü karar verme teknikleri ise son sırada yer almaktadır. Bu gibi tekniklerin uygulanması için bilgi ve beceri düzeyi yüksek olan personel gerektirmektedir. Dolayısıyla bu teknikleri uygulamak diğerlerine göre daha zor olabilir. Kamu ve Özel kurumlara göre bu teknik ve kaynakların kullanımları

karşılaştırıldığında iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli bir farkla karşılaşılmamaktadır (Tablo 3.7). Her ikisinde de geçmiş tecrübeler ilk sırada yer almakta birlikte çok ölçütlü karar verme teknikleri ve kalite teknikleri son sıralarda yer almaktadır. Tek farklılık ise kamu kurumlarında geçmiş arıza sayılarına göre satıcı manüellerinden daha fazla yararlanılmasıdır.

Tablo 3.6: Bakım yönetiminde karar vermede kullanılan tekniklerin karşılaştırılması

	N	ORTALAMA
SATICI MANUELLERİ	100	3,97
ÇOK AMAÇLI KARAR VERME TEKNİKLERİ	100	3,44
GEÇMİŞ TECRÜBELER	100	4,34
GEÇMİŞ ARIZA SAYILARI	100	4,18
KALİTE TEKNİKLERİ	100	3,68

Tablo 3.7: Bakım faaliyetlerinde karar verme ile ilgili kriterlere uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_4	SORU_5	SORU_6	SORU_7	SORU_8	SORU_9
Mann-Whitney U	816,000	766,000	770,000	752,000	819,000	808,000
Wilcoxon W	3742,000	3692,000	3696,000	3678,000	1119,000	3734,000
Z	-,819	-1,283	-1,195	-1,426	-,813	-,869
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,413	,200	,232	,154	,416	,385

### 3.2.2.2. Kullanılan Bakım Teknikleri

Firmalarda kullanılan bakım teknikleri ile ilgili elde edilen anket sonuçları Tablo 3.8’de verilmiştir. En çok kullanılan bakım teknikleri düzeltici bakım faaliyetleri ve periyodik bakım faaliyetleridir. Düzeltici bakım tekniği hemen hemen firmalarımızın tamamında kullanılırken, periyodik bakım tekniği ise firmaların % 77’sinde kullanılmaktadır. Bu iki bakım tekniğinden sonra en çok kullanılan teknik duruma dayalı bakım tekniğidir. Duruma dayalı bakım tekniği de firmaların %65’inde kullanılmaktadır. Diğer üç teknik; kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakım ve toplam verimli bakım ise firmaların çok azında kullanılmaktadır.

Tablo 3.8: Kullanılan bakım teknikleri

<b>BAKIM TEKNİKLERİ</b>	<b>EVET ( % )</b>	<b>HAYIR ( % )</b>
Düzeltilici Bakım	95	5
Periyodik Bakım	77	23
Kestirimci Bakım	18	82
Duruma Dayalı Bakım	65	35
Güvenilirlik Merkezli Bakım	17	83
Toplam Verimli Bakım	26	74

Kamu ve özel kurumlarda kullanılan bakım teknikleri karşılaştırıldığında, Tablo 3.9’da görüldüğü gibi her iki kurum türünde de kullanılan bakım tekniklerinin sırası genel sıralamadan sadece küçük bir fark ile ayrılmaktadır. Genel sıralamada kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakımdan önce gelirken, kamu kurumlarında bu iki bakım tekniği sıralamada yer değiştirmiştir. Kamu ve özel kurumlarda, bu bakım tekniklerinin kullanım yüzdeleri arasında toplam verimli bakım tekniklerinin kullanılma yüzdesi dışındakilerde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakım ve toplam verimli bakım gibi az duyulmuş bakım tekniklerinin kamu kurumlarında kullanılma oranı özel kurumlardakine oranla daha yüksektir.

Tablo 3.9: Kullanılan bakım tekniklerinin kamu ve özel kurumlara göre karşılaştırılması

<b>BAKIM TEKNİKLERİ</b>	<b>KAMU</b>		<b>ÖZEL</b>	
	<b>EVET ( % )</b>	<b>HAYIR ( % )</b>	<b>EVET ( % )</b>	<b>HAYIR ( % )</b>
Düzeltilici Bakım	95,8	4,2	94,7	5,3
Periyodik Bakım	87,5	12,5	73,7	26,3
Kestirimci Bakım	25,0	75,0	15,8	84,2
Duruma Dayalı Bakım	62,5	37,5	65,8	34,2
Güvenilirlik Merkezli Bakım	29,2	70,8	13,2	86,8
Toplam Verimli Bakım	41,7	58,3	21,1	78,9

Bakım yönetiminde karar verme ve kullanılan bakım tekniklerinin analizi yapılırken, ülkemizdeki bakım yönetimi uygulamaları da analiz edilmiş, ancak bu hususlar direkt tez konusuyla ilgili olmadığından burada bahsedilmemiş fakat Ek B’de sunulmuştur.

Bakım yönetiminde karar verme ve kullanılan bakım teknikleri yukarıda irdelendikten sonra; bundan sonraki kısımlarda bu çalışmada önerilen karar verme yöntemi sunulmuştur.

### **3.3. MODEL GELİŞTİRME**

Bu kısımda geliştirilen model anlatılacaktır. Bunun için öncelikle geliştirilen modelle diğer bakım yönetiminde kullanılan matematiksel modeller kıyaslanacak, bulanık mantık, çok ölçütlü karar verme, AHP, bulanık AHP ve TOPSIS konularında bilgi verilecek, daha sonra geliştirilen model matematiksel olarak anlatılacaktır.

Bakım yönetim sistemlerinde kullanılan matematiksel modeller etkinlikten çok verimlilikle ilgilenmişlerdir. Bu modellerde parça değişim sıklığı, tutulacak stok miktarı vb. sayısal olarak cevaplanabilecek durumlara cevap aranmıştır. Ancak yöneticiler verimlilikten ziyade etkinlikle ilgilenmektedirler (Labib ve diğ., 1998). Yöneticiler etkin bir bakım yönetim sistemi ile ilgilenmekte ve bakım yönetim sistemini nasıl iyileştirebileceklerine çalışmaktadırlar. Bunun için etkin bir karar verme modelinin kullanılması kaçınılmazdır. Kullanılan bakım yönetim sisteminin hiyerarşik olarak etkin bir şekilde analiz edilmesinde çok ölçütlü karar verme yaklaşımları oldukça faydalı olmaktadır.

Bakım yönetim sisteminde kullanılan matematiksel modeller deterministik veya probabilistiktir. Ancak bakım sistemlerinde çok fazla belirsizlik bulunmaktadır. Matematiksel modellerde bu belirsizlikleri modellemek mümkün değildir. Dolayısıyla belirsizlikleri modelleyebilmek için bakım sistemlerinde bulanık mantık felsefesinden faydalanmak kaçınılmazdır (Esogbue ve Hearnness, 2001).

Bu çalışmada geliştirilen modelin bakım yönetim sistemlerinde kullanılan diğer karar verme tekniklerinden önemli farkları bulunmaktadır. Bunlar;



1. Hiyerarşik bir yapı kullanıldığından modelin anlaşılması kolaydır.
2. Modelde belirsizlikler dikkate alınmıştır.
3. Karar vermek için gerekli tüm faktörler dikkate alınmaya çalışılmıştır.
4. Birden fazla yöntemle karar verilmiş ve bu yöntemlerin verdiği sonuçlar birbirleriyle kıyaslanmıştır.
5. Alternatiflerin ideal çözüme olan yakınlıkları incelenmiştir.

### 3.3.1. Bulanık Mantık

Belirsizlik içeren problemlere çözüm üretmek için 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Bulanıklık belirsizliğin bir ifadesi olarak açıklanmaktadır. Bulanık mantıkta belirsizlik dilsel değişkenlerle ifade edilmektedir. Bulanıklık bir olaydaki belirsizlik özelliği; rasgelelik ise o olayın meydana gelmesindeki belirsizliğin sayısal ölçüsüdür (Şen,2001). Bir bilginin sınırları kesin olarak tanımlanamıyorsa bulanıklık söz konusudur (Lee ve diğ.,2001)

Kompleks bir sistemi muhakeme ederken insanlar sistemin davranışı hakkında yaklaşık bir bilgiye sahip olurlar. Bu genelleme ve bulanıklık insanların karmaşık sistemleri algılaması için yeterlidir(Cox, 1995). Komplekslik ve bulanıklık birbiriyle ilişkilidir. Gerçek dünya problemleri ne kadar yakından incelenirse problemin çözümü o kadar bulanıklaşır (Ross, 1997).

Bulanık mantığın genel özellikleri şu şekilde özetlenmiştir (Elmas, 2003):

- Kesin değerlere dayanan düşünme yerine, yaklaşık düşünme kullanılır.
- Herşey [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bilgi dilsel değişkenlerle ifade edilir.
- Matematiksel modeli zor elde edilen sistemler için uygundur.

Bulanık mantık şu durumlarda yaygın olarak kullanılır (Şen, 2001):

1. İncelenen olayın çok karmaşık olduğu ve bununla ilgili yeterli bilginin bulunmadığı durumlar,
2. İnsan algılamasına, muhakemesine ve karar vermesine ihtiyaç duyulan durumlar.

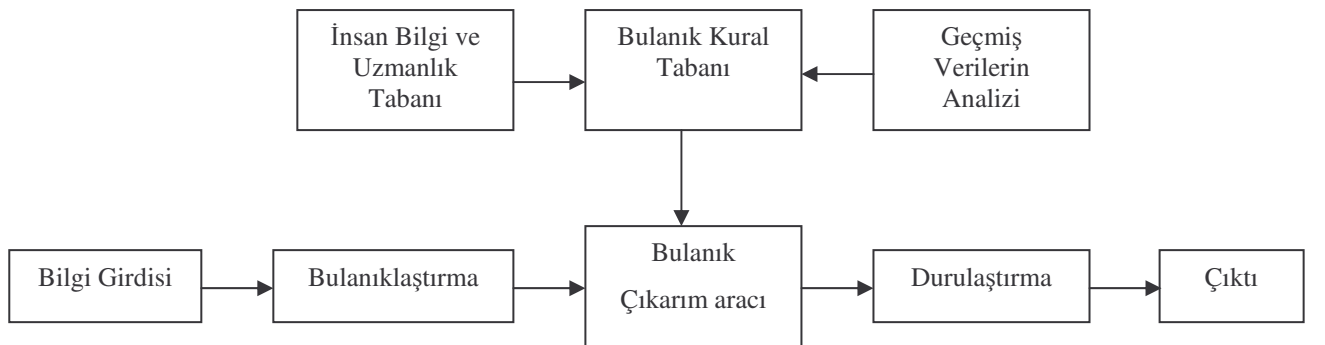
Bulanık mantık uygulamalarında bulanık küme kavramı kullanılmaktadır. Bulanık kümelerle ilgili şu tanımlar yapılabilir(Chen, 2004):

1.  $U$  Evrensel kümesindeki bir  $\tilde{A}$  bulanık kümesi,  $[0,1]$  aralığında değer alan bir  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  üyelik fonksiyonu ile tanımlanır.
2. Bir bulanık kümenin yüksekliği en büyük üyelik fonksiyonuna eşittir. Bir bulanık kümenin yüksekliği 1'e eşitse buna normal bulanık küme denir.

### 3.3.1.1. Bulanık Sistem

Şekil 3.12'de bir bulanık sistem görülmektedir. Bulanık sistemin temel birimi bulanık kural tabanıdır. Diğer bileşenler bu kuralları makul ve etkin yöntemlerle işlemek için kullanılır. Bulanık çıkarım süreci bulanık kural tabanındaki kuralları entegre eder ve daha sonra bu girdilerin çıktılara dönüştürülmesini sağlar.

Bulanık sistemin girdi ve çıktıları çoğu uygulamalarda sayısal değerler olduğundan bulanık çıkarım süreci ve çevre arasında arayüzler, bulanıklaştırıcı ve durulaştırıcı mekanizmalar oluşturulmalıdır. Bulanıklaştırma süreci, verilerin bulanık kümelere dönüştürüldüğü süreçtir. Durulaştırma süreci ise bulanık kümelere gerçek sayıların elde edilmesi sürecidir.

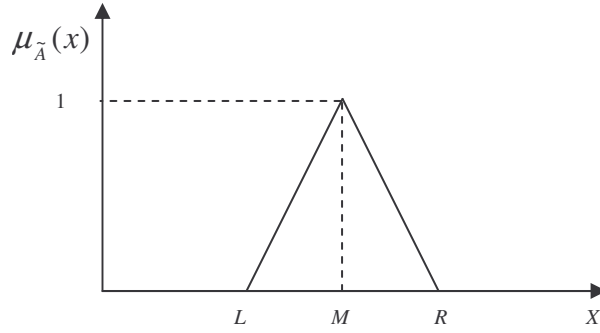


Şekil 3.12: Genel bir bulanık sistem

### 3.3.1.2. Üçgen Bulanık Sayılar

Şekil 3.13'deki gibi bir  $\tilde{A}$  üçgen bulanık sayısı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- $\mu_{\tilde{A}}(x)=0, \forall x \in (-\infty, L];$
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ,  $[L, M]$  aralığında artmaktadır;
- $\mu_{\tilde{A}}(x)=1, x =M$  için;
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ,  $[M, U]$  aralığında azalmaktadır;
- $\mu_{\tilde{A}}(x)=0, \forall x \in [U, \infty);$



Şekil 3.13: A Bulanık Üçgen Sayısı

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-L}{M-L}, & L \leq x \leq M \\ \frac{U-x}{U-M}, & M \leq x \leq U \\ 0, & \text{Diğer} \end{cases} \quad (3.1)$$

### 3.3.1.3. Üçgen Bulanık Sayılarda Matematiksel İşlemler

$\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$  ve  $\tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$  iki pozitif üçgen bulanık sayı olsun.  $\tilde{M}$  ve  $\tilde{N}$  kullanılarak yapılabilecek temel aritmetik işlemler aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{M}^{-1} = \left( \frac{1}{m_3}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{m_1} \right)$$

$$\tilde{M} \oplus \tilde{N} = (m_1 + n_1, m_2 + n_2, m_3 + n_3)$$

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} \cong (m_1 \times n_1, m_2 \times n_2, m_3 \times n_3) \quad (3.2)$$

$$\frac{\tilde{M}}{\tilde{N}} \cong \left( \frac{m_1}{n_3}, \frac{m_2}{n_2}, \frac{m_3}{n_1} \right)$$

$$k\tilde{M} = (km_1, km_2, km_3) \quad \forall k > 0, k \in R$$

$$k\tilde{M} = (km_3, km_2, km_1) \quad \forall k < 0, k \in R$$

### 3.3.2. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV)

Karar verme, bir amacı/amaçları gerçekleştirmek için alternatifler arasından uygun alternatif(ler)i seçme sürecidir (Simoos Marques ve diğ.,1998).

Karar verme kişiden kişiye değiştiği için subjektif bir prosestir. Karar verme prosesi belirsizlikler içermektedir (Manisalı, 1981).

Normal karar verme süreci belirsiz ve kesin olamayan durumlarda kullanılmadığından bu durumlarda bulanık karar verme modelleri kullanılır.

Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemleri çok boyutlu gerçek dünya problemleri ile ilgilenir (Prakash, 2003).

ÇÖKV, karar vericinin aralarından seçim veya sıralama yapacağı sonlu sayıdaki alternatifi içerir. Burada sonlu sayıdaki kriter önemlerine göre ağırlıklandırılır Bu arada uygun bir ölçek kullanılarak her bir kritere göre alternatiflerin değerlendirildiği bir karar verme matrisi oluşturulur (Al-Najjar ve Alsyouf, 2003).

Planlama ve karar verme prosesi üç ana adımdan oluşur (Prakash, 2003). Bunlar;

1. Zeka (Intelligence) Adımı: Problem ve içinde bulunduğu koşulların tanımlandığı adımdır.
2. Tasarım Adımı: Problemin anlaşıldığı, alternatiflerin oluşturulduğu, kriterlerin belirlendiği ve aralarındaki ilişkilerin tanımlandığı adımdır.
3. Seçim/Karar Adımı: Amaca ulaşmak için kriterlerin kullanılarak alternatiflerin değerlendirildiği adımdır.

ÇÖKV'nin aşamaları şunlardır (Opricovic ve Tzeng, 2003):

1. Alternatiflerin tanımlanması,
2. Kriterlerin belirlenmesi,
3. Kriterlerin kıyaslanması ve alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi,
4. Uygun bir ÇÖKV yönteminin kullanılması,
5. Optimal çözümün bulunması,
6. Nihai çözüm uygun değilse yeni bilgilerin toplanması ve adımların tekrar gerçekleştirilmesi.

2 ve 5. adım karar verme seviyesinde gerçekleştirilir ki burada karar vericinin rolü önemlidir. Diğer adımlar ise genel olarak mühendislik adımlarıdır.

### 3.3.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilen AHP yöntemi ÇÖKV problemlerinin pratik çözümü için en fazla kullanılan yöntemlerden birisi olmuştur (Lee ve diğ., 2001; Kontio, 1996).

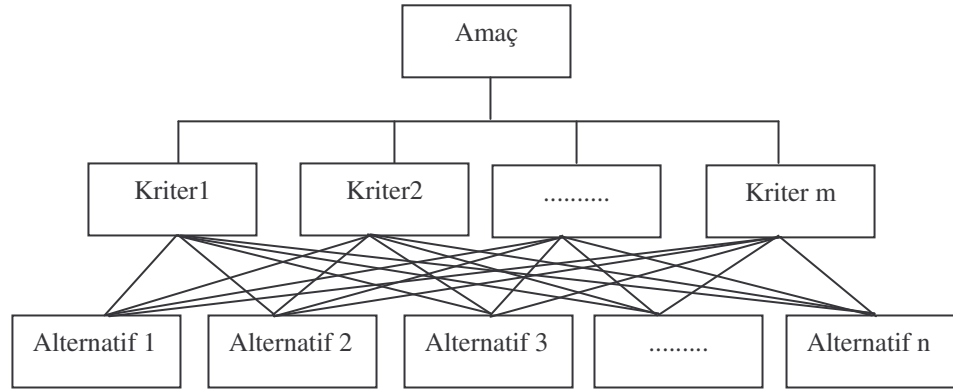
AHP çok ölçütlü karar verme problemlerini hiyerarşilere bölerek çözen bir yöntemdir. AHP ile problemlerin çözülmesinde şu adımlar kullanılır (Saaty, 1980):

1. Ayırıştırma(Decomposition): Problem öncelikle küçük parçalara bölünür ve hiyerarşik olarak yapılandırılır. Saaty ve Vargas (1991), bir karar vericinin aynı anda  $7 \pm 2$  karşılaştırmadan daha fazlasını yapamayacaklarını ifade ederek problemlerin çözümünde hiyerarşik yapıyı önermektedirler. Bu hiyerarşide ana amaç, ki genellikle en iyi alternatifin seçilmesidir, en üst seviyede bulunur. Aynı özelliklere sahip elemanlar (kriterler) aynı seviyede gruplandırılır ve son olarak karar değişkenleri (alternatifler) hiyerarşinin en alt seviyesine yerleştirilir (Şekil 3.14).
2. Mukayeseli Karar Verme: Aynı seviyedeki elemanlar ikili olarak karşılaştırılır. İkili karşılaştırma için Saaty (1980) tarafından önerilen ölçek (Tablo 3.10 ) kullanılarak bütün kriterler için karar matrisleri oluşturulur.

3. Önceliklerin Sentezi: Karar matrisleri kullanılarak kriterlerin nispi ağırlıkları hesaplanır. Son olarak alternatiflerin seçimi/sıralanması için nispi ağırlıklar toplanarak sentezlenir.

Ancak klasik AHP yöntemiyle ilgili eleştiriler yapılmaktadır. Bunlar (Lee ve diğ., 2001; Leung ve Cao, 2000);

- AHP genel olarak klasik karar uygulamalarında kullanılır.
- Değerlendirmede basitlik için 1-9 ölçeği kullanılmasına rağmen karar vericinin sayıları eşleştirmesiyle ilgili belirsizliği dikkate almamaktadır.
- Karar vericinin seçim ve tercihleriyle ilgili subjektif değerlendirme AHP metodu üzerinde çok ciddi etkiler yapmaktadır.



Şekil 3.14: AHP Modeli (Wang ve diğ., 2004)

Tablo 3.10: AHP karşılaştırma ölçeği (Saaty ve Vargas, 1991)

Sayısal Değer	Açıklama
1	Eşit önem
3	Biraz önemli
5	Oldukça önemli
7	Çok Önemli
9	Kesinlikle Önemli
2,4,6,8	Ara değerler

### 3.3.4. TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS (Technique for Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution) yönteminde alternatiflerin sıralanması

işlemi gerçekleştirilir. TOPSIS ideal çözüm ve alternatifler arasındaki mesafeyi hesaplayarak sıralama yapan bir yöntemdir (Chen ve Liu, 2005). Pozitif ideal ve negatif ideal olmak üzere iki ayrı çözüm tanımlanır. Pozitif ideal çözüm maksimum fayda çözümü olarak ifade edilir ve kriterlerin en iyi değerlerini içerir. Negatif ideal çözüm ise minimum fayda çözümü olarak bilinir ve kriterlerin en kötü değerlerinden oluşur. TOPSIS'te çözümler pozitif ideal çözüme en yakın ve aynı zamanda negatif ideal çözümden en uzak noktalar olarak tanımlanır. Alternatiflerin seçilmesi/sıralanması prosesinde optimal alternatif, ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak olanıdır (Chen, 2004). Genel olarak TOPSIS'in hesaplama prosedürü şu şekilde ifade edilir (Olson, 2004):

1. Alternatifler için normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması
2. Alternatiflerin ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması
3. Pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi
4. Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığının hesaplanması
5. Her bir alternatifin ideal çözüme olan bağıl yakınlığının hesaplanması
6. Alternatiflerin sıralanması

### **3.3.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)**

Yukarıda belirtilen eksikliklerin üstesinden gelmek için ÇÖKV'de bulanık AHP yöntemi önerilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2003; Lee ve diğ., 2001; Chan ve diğ., 2003; Murtaza, 2003; Korvin ve Kleye, 1999). Böylece kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkinin belirsiz ve bulanık olduğu durumlarda AHP yönteminin kullanılması mümkün olmuştur (Jeganathan, 2003; Jie ve diğ., 2006).

Birçok karar verme ve problem çözme faaliyeti sayısal olarak anlaşılamayacak kadar karmaşık olduğundan bu durumda insanlar kesin bilgi yerine kesin olmayan bilgileri kullanmayı tercih etmektedirler (Kahraman ve diğ., 2004).

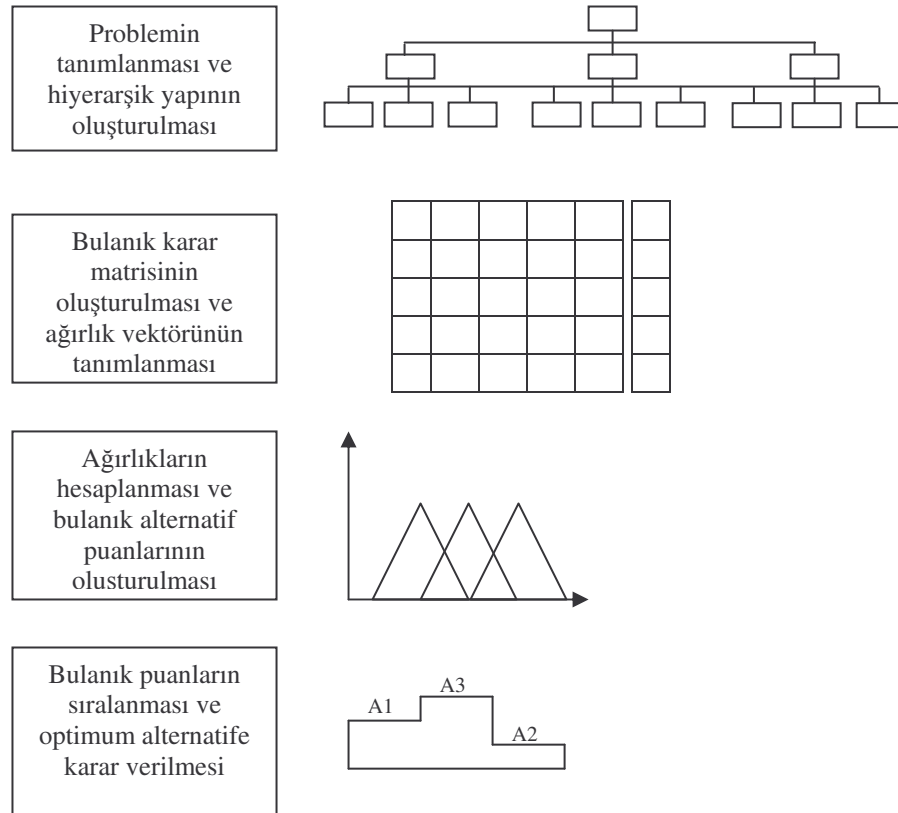
Bulanık AHP, klasik AHP'yi bulanık küme teorisini kullanarak genişletir. BAHP'de kriterlerin nispi ağırlıklarına karar vermek ve bulanık karar matrisini oluşturmak için bulanık üçgen sayılardan oluşan bulanık oran ölçeği (Tablo 3.11) kullanılır.

Tablo 3.11: Bulanık oran ölçeği (Chen, 2004)

Bulanık Sayı	Açıklama
$\tilde{1}$	(1,1,3)
$\tilde{x}$	(x-2,x,x+2), x=3,5,7 için
$\tilde{9}$	(7,9,9)

BAHP şu adımlardan oluşur (Şekil 3.15):

1. Çözülecek problemin hiyerarşik yapısının oluşturulması: Bu adımda problemin tanımı yapılır, amaç ve alt amaçlar belirlenir, değerlendirme kriterleri belirlenir, alternatifler oluşturulur ve böyle hiyerarşik bir yapı oluşturulmuş olur.
2. Bulanık değerlendirme matrisinin ve ağırlık vektörünün oluşturulması:
3. Alternatiflerin sıralanması ve optimal olanın seçilmesi



Şekil 3.15: Bulanık AHP Prosedürü



### 3.3.6. Klasik AHP-TOPSIS Modeli

Klasik AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin/alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmış, alternatiflerin sıralanması için ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

$A_i$ : Alternatif  $i$ ,  $i=1,2,\dots,n$

$C_j$ : Kriter  $j$ ,  $j=1,2,\dots,m$

$a_{ijp}$ :  $p$  karar vericisinin  $i$  alternatifini/kriterini  $j$  alternatifi/kriterine göre karşılaştırma puanı

$a_{ij}$ :  $i$  alternatifinin/kriterinin  $j$  alternatifine/kriterine göre ikili karşılaştırma puanı

$w_i$ :  $i$  kriterinin bağıl önemi

$K$ : Her bir karar vericinin değerlendirmeleri sonucu elde edilen ikili karşılaştırma matrisi

$A$ : Grup ikili karşılaştırma matrisi

$W$ : Ağırlık vektörü

$\lambda$ : Özdeğer vektörü

$\lambda_{\max}$ : Maksimum özdeğer

$CI$ : Tutarlılık göstergesi

$RI$ : Rassallık göstergesi

$CR$ : Tutarlılık oranı

$k_j^+$ :  $i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre aldığı maksimum performans puanı (pozitif ideal çözüm)

$k_j^-$ :  $i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre aldığı minimum performans puanı (negatif ideal çözüm)

$d_i^+$ :  $i$  alternatifinin performans puanının pozitif ideal çözüme olan uzaklığı

$d_i^-$ :  $i$  alternatifinin performans puanının negatif ideal çözüme olan uzaklığı

$R_i$ :  $i$  alternatifinin ideal çözüme olan bağıl yakınlığı

Yukarıdaki açıklamalar kullanılarak klasik AHP'de işlemler şu şekilde yapılır:

1. Kriterlerin/alternatiflerin ikili karşılaştırmaları yapılarak  $K$  ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Karşılaştırmalarda Tablo 3.10'daki karşılaştırma ölçeği kullanılır.

$$a_{jip} = 1/a_{ijp} \quad (3.3)$$

$$K = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_m \end{matrix} \begin{bmatrix} a_{11p} & a_{12p} & \dots & a_{1mp} \\ a_{21p} & a_{22p} & \dots & a_{2mp} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1p} & a_{m2p} & \dots & a_{mmp} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

2. K karar matrisindeki veriler geometrik ortalama kullanılarak A grup karşılaştırma matrisine dönüştürülür:

$$a_{ij} = \sqrt[p]{a_{ij1} \times a_{ij2} \times \dots \times a_{ijp}} \quad (3.5)$$

$$A = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_m \end{matrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

3. A, grup ikili karşılaştırma matrisi, oluşturulduktan sonra kriterlerin ağırlıkları şu şekilde hesaplanır:

$$w_i = \frac{\sum_j \left( \frac{a_{ij}}{m} \right)}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}, \quad j=1,2,\dots,m \quad (3.7)$$

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T \quad (3.8)$$

4. Ağırlık vektörü bulunduktan sonra matrisin özdeğer vektörü ve maksimum özdeğer ( $\lambda_{\max}$ ) hesaplanır.

$$\lambda = A.W / W \quad (3.9)$$

$$\lambda_{\max} = \max(\lambda) \quad (3.10)$$

5. Son aşamada tutarlılık göstergesi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. Tutarlılık oranının 0,1'den küçük çıkması halinde matrisin tutarlı olduğu kabul

edilir. Aksi takdirde değerlendirmelerin tekrar gözden geçirilmesi gerekir. Rassallık göstergesi için Tablo 3.12'deki değerlerden faydalanılır.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.11)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.12)$$

Tablo 3.12: Rassallık göstergesi (Özdemir, 2002)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Rassallık Göstergesi</b>	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

n: Matrisin boyutu

6. Alternatiflerin sıralanması işlemi TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılır. Tüm  $C_j$  kriterleri için  $j=1,2,\dots,m$  en iyi ve en kötü performans puanı bulunur.

$$k_j^+ = \left\{ \max_{i=1,2,\dots,n} k_{ij}, i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \right\} \quad (3.13)$$

$$k_j^- = \left\{ \min_{i=1,2,\dots,n} k_{ij}, i=1,2,\dots,n \quad j=1,2,\dots,m \right\} \quad (3.14)$$

(3.13) ve (3.14) nolu denklemler kullanılarak her bir kriter için pozitif ve negatif ideal çözümler bulunur. Pozitif ve negatif ideal çözümler bulunduktan sonra pozitif ve negatif ideal çözümlerle alternatif arasındaki uzaklık (3.15) ve (3.16) nolu denklemler kullanılarak hesaplanır.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (k_{ij} - k_j^+)^2} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.15)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (k_{ij} - k_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.16)$$

$d_i^+$  ve  $d_i^-$  alternatiflerin ( $A_i$ ) krisp performans puanlarının ( $k_{ij}$ ,  $j=1,2,\dots,m$ ) pozitif ideal çözüm( $d_i^+$ ) ve negatif ideal çözüme ( $d_i^-$ ) olan uzaklıklarını gösterir. Öncelikli alternatif pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafededir. Sonuç olarak her bir alternatifin ideal çözüme olan bağıl yakınlığı şu şekilde ifade edilir:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.17)$$

$R_i$  final performans puanını gösterir. Alternatifler  $R_i$  değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır.

### 3.3.7. Bulanık AHP-TOPSIS Modeli

Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin kıyaslanması, alternatiflerin normalize edilmiş karar matrisleri ve ağırlıklı karar matrisleri oluşturulmuştur. Alternatiflerin sıralanması için ise bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

$A_i$ : Alternatif  $i$ ,  $i=1,2,\dots,n$

$C_j$ : Kriter  $j$ ,  $j=1,2,\dots,m$

$\tilde{a}_{ij}$ :  $i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre bulanık uyum puanı

$\tilde{B}$ : Kriterlerin ikili karşılaştırılmalarından elde edilen bulanık karşılaştırma matrisi

$\tilde{U}$ :  $i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre değerlendirilmesi sonucu elde edilen alternatif-kriter uyum matrisi

$\tilde{N}$ :  $i$  alternatifinin  $j$  kriterine göre değerlendirmeler sonucu hesaplanan ağırlıklı nihai bulanık değerlendirme matrisi

$d_{jep}$ :  $p$  karar vericisinin  $j$  ve  $e$  kriterlerini ikili olarak karşılaştırdığı dilsel değişken,  $e=1,2,\dots,m$

$\tilde{d}_{jep}$ :  $d_{jep}$  dilsel değişkenine ait bulanık üçgen sayılar

$(L_{jep}, M_{jep}, R_{jep})$ :  $d_{jep}$  dilsel değişkenine ait üçgen bulanık sayıların sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri

$\tilde{d}_{je}$ :  $j$  ve  $e$  kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma puanı

$\tilde{w}_j$  :Belirli bir Cj kriterine ait nispi bulanık ağırlık

$\tilde{W}$  :Bulanık ağırlık vektörü

$\tilde{\lambda}$  : Bulanık özdeğer vektörü

$(\lambda_i, \lambda_j, \lambda_k)$  : Bulanık özdeğer vektörünün sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri

$\tilde{m}_{ij}$  :i alternatifinin j kriterine göre ağırlıklı bulanık performans puanı

$(Lm_{ij}, Mm_{ij}, Rm_{ij})$  :  $\tilde{m}_{ij}$  bulanık ağırlıklı performans puanının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri

$\tilde{k}_j^+$  : i alternatifinin j kriterine göre aldığı bulanık maksimum performans puanı (bulanık pozitif ideal çözüm)

$\tilde{k}_j^-$  :i alternatifinin j kriterine göre aldığı bulanık minimum performans puanı (bulanık negatif ideal çözüm)

$\tilde{d}_i^+$  : i alternatifinin performans puanın bulanık pozitif ideal çözüme olan bulanık uzaklığı

$\tilde{d}_i^-$  : i alternatifinin performans puanın negatif ideal çözüme olan bulanık uzaklığı

$d_i^+$  : i alternatifinin performans puanın pozitif ideal çözüme olan uzaklığı

$d_i^-$  : i alternatifinin performans puanın negatif ideal çözüme olan uzaklığı

$(Ld_i^+, Md_i^+, Rd_i^+)$  :  $\tilde{d}_i^+$  bulanık uzaklığının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri

$(Ld_i^-, Md_i^-, Rd_i^-)$  :  $\tilde{d}_i^-$  bulanık uzaklığının sırasıyla sol, orta ve sağ taraf değerleri

$\alpha$  : İyimserlik katsayısı

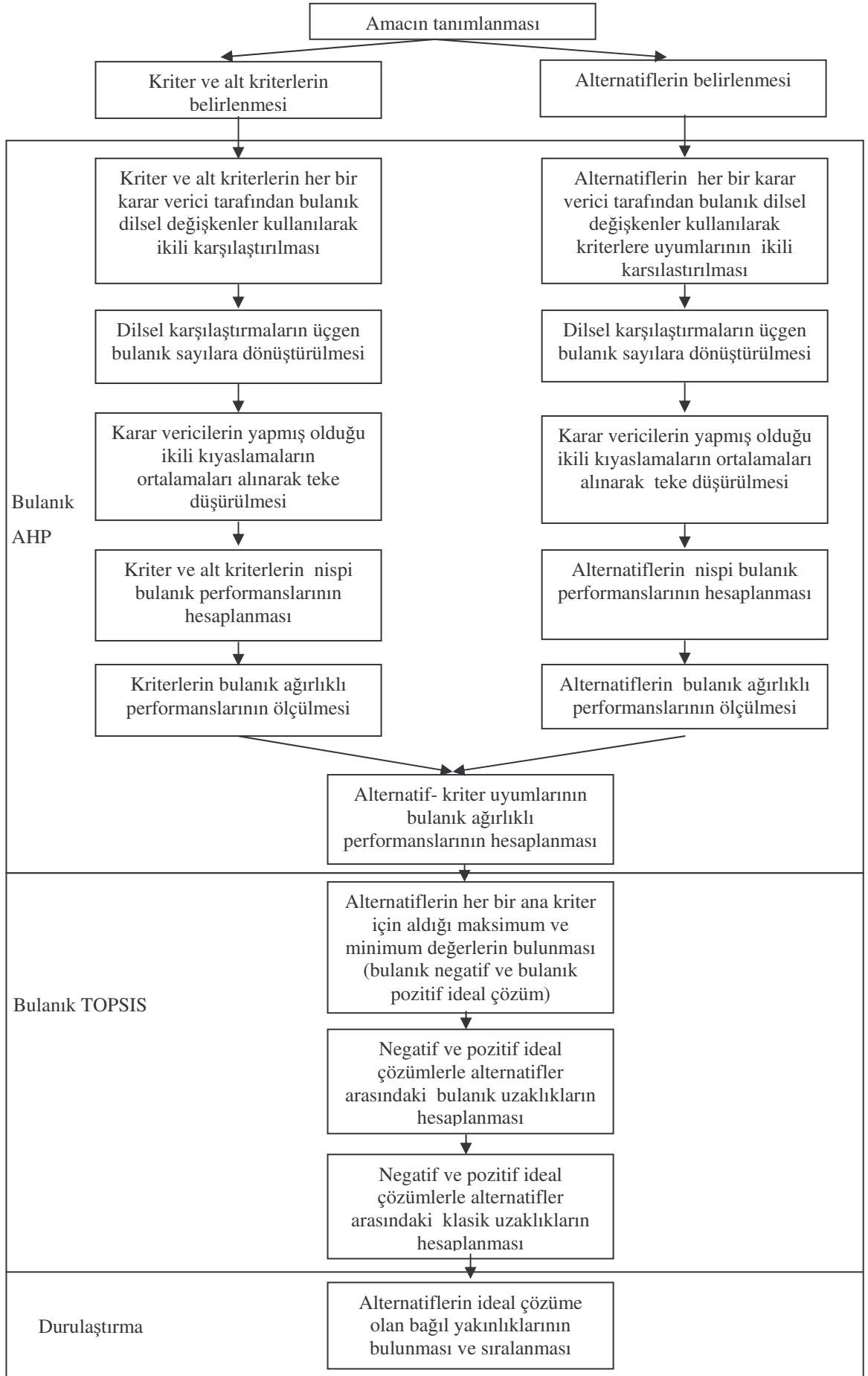
$R_i$  : i alternatifinin ideal çözüme olan bağlı yakınlığı

Geliştirilen modelde (Şekil 3.16) yapılan işlemler sırasıyla aşağıda sunulmuştur:

1.  $d_{jep}$  dilsel değişkeni, bulanık karşılaştırma ölçeği (Tablo 3.50) kullanılarak üçgen bulanık sayılara ( $\tilde{d}_{jep}$ ) dönüştürülür.

$$\tilde{d}_{jep} = (L_{jep}, M_{jep}, R_{jep}), j=1,2,\dots,m, e=1,2,\dots,m, p=1,2,\dots,t \quad (3.18)$$

2. Bulanık karar verme matrisi, karar vericilerin üçgen bulanık sayılara ( $\tilde{d}_{jep}$ ) dönüştürülen karşılaştırmaları kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır:



Şekil 3.16: Geliştirilen Bulanık AHP ve TOPSIS uygulama modeli

$$L_{je} = \sqrt[p]{L_{je1} \otimes L_{je2} \otimes \dots \otimes L_{jep}}, j=1,2,\dots,m, e=1,2,\dots,m, p=1,2,\dots,t \quad (3.19)$$

$$M_{je} = \sqrt[p]{M_{je1} \otimes M_{je2} \otimes \dots \otimes M_{jep}}, j=1,2,\dots,m, e=1,2,\dots,m, p=1,2,\dots,t \quad (3.20)$$

$$U_{je} = \sqrt[p]{U_{je1} \otimes U_{je2} \otimes \dots \otimes U_{jep}}, j=1,2,\dots,m, e=1,2,\dots,m, p=1,2,\dots,t \quad (3.21)$$

$$\tilde{d}_{je} = (L_{je}, M_{je}, R_{je}), j=1,2,\dots,m \text{ ve } e=1,2,\dots,m \quad (3.22)$$

$$\tilde{d}_{ej} = (1/R_{je}, 1/M_{je}, 1/L_{je}), j=1,2,\dots,m \text{ ve } e=1,2,\dots,m \quad (3.23)$$

Bulanık karşılaştırma matrisi ( $\tilde{B}$ ) aşağıdaki gibi olur:

$$\tilde{B} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \tilde{d}_{12} & \dots & \tilde{d}_{1m} \\ \tilde{d}_{21} & \tilde{d}_{22} & \dots & \tilde{d}_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{d}_{m1} & \tilde{d}_{m2} & \dots & \tilde{d}_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.24)$$

3. Bulanık karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra kriterlerle ilgili nispi bulanık ağırlıklar ( $\tilde{w}_j$ ) ve bulanık ağırlık vektörü ( $\tilde{W}$ ) hesaplanır.

$$\tilde{w}_j = \frac{\sum_{e=1}^m \tilde{d}_{je}}{\sum_{j=1}^m \sum_{e=1}^m \tilde{d}_{je}}, j=1,2,\dots,m; e=1,2,\dots,m; \quad (3.25)$$

$$\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_m)^T \quad (3.26)$$

4. Bulanık ağırlık vektörü ( $\tilde{W}$ ) bulunduktan sonra bulanık özdeğer vektörü ( $\tilde{\lambda}$ ), klasik özdeğer vektörü ( $\lambda$ ) ve maksimum özdeğer ( $\lambda_{\max}$ ) hesaplanır.

$$\tilde{\lambda} = (\lambda_i, \lambda_j, \lambda_k) \quad (3.27)$$

$$\tilde{\lambda} = \tilde{B} \otimes \tilde{W} / \tilde{W} \quad (3.28)$$

$$\lambda = \sqrt[3]{\lambda_i \times \lambda_j \times \lambda_k} \quad (3.29)$$

$$\lambda_{\max} = \max(\lambda) \quad (3.30)$$

5. Tutarlılık göstergesi ( $CI$ ) ve tutarlılık oranı ( $CR$ ) hesapları için (3.11) ve (3.12) nolu denklemler kullanılır.
6. (3.18) –(3.26) nolu denklemler yardımıyla benzer şekilde alternatif-kriter uyum matrisi ( $\tilde{U}$ ) oluşturulur .  $\tilde{U}$  matrisi (3.27)-(3.30)'da anlatıldığı şekilde tutarlılık testine tabi tutulur.

$$\tilde{U} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1m} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \dots & \tilde{a}_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}_{m1} & \tilde{a}_{m2} & \dots & \tilde{a}_{mm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.31)$$

7. (3.26) ve (3.31) nolu denklemler her bir kriter için ayrı ayrı çarpılarak nihai bulanık değerlendirme matrisi ( $\tilde{N}$ ) oluşturulur.

$$\tilde{N} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} \otimes \tilde{w}_1, \tilde{a}_{12} \otimes \tilde{w}_2, \dots, \tilde{a}_{1m} \otimes \tilde{w}_m \\ \tilde{a}_{21} \otimes \tilde{w}_1, \tilde{a}_{22} \otimes \tilde{w}_2, \dots, \tilde{a}_{2m} \otimes \tilde{w}_m \\ \dots \\ \tilde{a}_{m1} \otimes \tilde{w}_1, \tilde{a}_{m2} \otimes \tilde{w}_2, \dots, \tilde{a}_{mm} \otimes \tilde{w}_m \end{bmatrix} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{m}_{11} & \tilde{m}_{12} & \dots & \tilde{m}_{1m} \\ \tilde{m}_{21} & \tilde{m}_{22} & \dots & \tilde{m}_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{m}_{m1} & \tilde{m}_{m2} & \dots & \tilde{m}_{mm} \end{bmatrix} \quad (3.32)$$

8. Nihai bulanık değerlendirme matrisi hesaplandıktan sonra alternatiflerin sıralanması için bulanık TOPSIS yöntemi kullanılır.  $\tilde{N}$  matrisi kullanılarak bulanık en iyi ( $\tilde{k}_j^+$ ) ve en kötü ( $\tilde{k}_j^-$ ) performans puanları hesaplanır.

$$\tilde{k}_j^+ = \left\{ \max \quad \tilde{m}_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (3.33)$$

$$\tilde{k}_j^- = \left\{ \min \quad \tilde{m}_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (3.34)$$

9. Pozitif ve negatif ideal çözümler bulunduktan sonra pozitif ve negatif ideal çözümlerle alternatif arasındaki bulanık uzaklıklar (3.35) ve (3.36) nolu denklemler kullanılarak hesaplanır.



$$\tilde{d}_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (\tilde{m}_{ij} - \tilde{k}_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.35)$$

$$\tilde{d}_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (\tilde{m}_{ij} - \tilde{k}_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.36)$$

10.  $\tilde{d}_i^+$  ve  $\tilde{d}_i^-$  bulanık sayıları aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\tilde{d}_i^+ = (Ld_i^+, Md_i^+, Rd_i^+) \quad (3.37)$$

$$\tilde{d}_i^- = (Ld_i^-, Md_i^-, Rd_i^-) \quad (3.38)$$

11. Bulanık negatif ve pozitif ideal çözümlerle alternatif arasındaki uzaklığı hesaplayabilmek için bulanık negatif ve pozitif ideal çözümler aşağıda belirtilen yöntemlerle durulaştırma işlemine tabi tutulur. Birden fazla durulaştırma yönteminin kullanılması her bir yöntemle elde edilen alternatif sıralamalarının kıyaslanabilmesi için yapılmıştır.

i. Ağırlık merkezi yöntemi: En yaygın kullanılan durulaştırma yöntemidir. Bir çok yazar durulaştırma yöntemi olarak ağırlık merkezi yöntemini kullanmıştır (Opricovic ve Tzeng, 2003; Kuo ve diğ., 2002; Chen ve diğ., 2005; Chan ve diğ., 2003; Chiou ve diğ., 2005),

$$d_i^+ = (Ld_i^+ + Md_i^+ + Rd_i^+) / 3 \quad (3.39)$$

$$d_i^- = (Ld_i^- + Md_i^- + Rd_i^-) / 3 \quad (3.40)$$

ii. İyimserlik temelli durulaştırma yöntemleri: Karar vericinin iyimserlik/kötümserlik düzeyini dikkate alarak durulaştırma yapan yöntemlerdir.

a. Kaufmann ve Gupta Yöntemi: Bu yöntemde bulanık sayının orta değeri daha büyük bir katsayıyla çarpılarak hesaplama yapılır (Chan ve diğ., 2003).

$$d_i^+ = (Ld_i^+ + 2Md_i^+ + Rd_i^+) / 4 \quad (3.41)$$

$$d_i^- = (Ld_i^- + 2Md_i^- + Rd_i^-) / 4 \quad (3.42)$$

- b. Liou ve Wang Yöntemi:  $\alpha$  iyimserlik katsayısını kullanarak hesaplama yapar (Kaptanoğlu ve Özok, 2006).

$$d_i^+ = ((1 - \alpha)Ld_i^+ + Md_i^+ + \alpha Rd_i^+) / 2 \quad (3.43)$$

$$d_i^- = ((1 - \alpha)Ld_i^- + Md_i^- + \alpha Rd_i^-) / 2 \quad (3.44)$$

12. Durulaştırma işleminden sonra alternatiflerin ideal çözüme olan bağıl yakınlığı hesaplanır. Öncelikli alternatif pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafededir.

$$Ri = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.45)$$

$Ri$  final performans puanını gösterir. Alternatifler  $Ri$  değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır.

### 3.4. UYGULAMA

Uygulama için klasik AHP-TOPSIS ve bulanık AHP-TOPSIS modelleri bakım stratejisi seçim kararlarında uygulanmıştır. Uygulama İstanbul Metrosu Elektronik ekipmanların bakım sistemi için geliştirilmiştir. İncelenen ekipmanlar sinyal, haberleşme ve yangın algılama sistemlerini kapsamaktadır. Mevcut durumda bu ekipmanlar için düzeltici ve periyodik bakım stratejileri uygulanmaktadır.

Uygulamada öncelikle amaç tanımlanmış ve bu amaca ulaşmak için gereken kriterler ve alternatifler hiyerarşik olarak belirlenmiş, Klasik AHP ve BAHP yöntemi kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmış ve alternatiflerin sıralanması için klasik ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

### 3.4.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Literatür incelendiğinde bakımda çok ölçütlü karar verme çalışmalarında maliyet, kalite, emniyet, rekabet avantajı ve arıza düzeyi kriterlerinin çok sık kullanıldığı görülmektedir.

Bakım kararlarında Triantaphyllou ve diğerleri (1997) maliyet, güvenilirlik, tamir edilebilirlik ve kullanılabilirlik; Labib (1998) arıza sayısı ve arıza sıklığı; Davidson ve Labib (2003) emniyet, maliyet, firma imajı ve pratiklik; Takata (1999) emniyet, maliyet, uygulanabilirlik ve etkinlik; Sitithumwat ve diğerleri (2004) arıza sayısı ve maliyet; Colombrita ve diğerleri (2004) arıza sayısı, kaza sayısı ve kullanım düzeyi; Kodalı ve Chandra (2001) kalite, maliyet, emniyet, verimlilik, çalışma ortamı ve rekabet avantajı; Braglia ve Bevilacqua (2005) maliyet, emniyet ve arıza sayısı; Al-Najjar ve Alsyouf (2003) kalite, çalışma koşulları ve kullanım süresi; Shen ve diğ. (1998) kritiklik, emniyet ve yıpranma düzeyi ; Esogbue ve Hearness (2001) maliyet ve ekipman yaşı kriterlerini kullanmışlardır.

Bakım stratejisi seçim kriterleri literatür araştırması ve bakım sektöründe uzmanlaşmış yönetici ve mühendislerle birlikte oluşturulmuştur. Bu çalışmada bakım stratejisi ana seçim kriterleri olarak maliyet, uygulanabilirlik, emniyet, rekabet avantajı ve çalışma morali kullanılmıştır.

#### 3.4.1.1. Maliyet

Maliyet, bakım maliyeti ve ilgili stratejiyi uygulama maliyeti olarak ikiye ayrılmıştır.

##### 1. Bakım Maliyeti

Bir sistemin kendinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilmesi için o sistem üzerinde sürekli olarak birtakım bakım faaliyetlerinin yapılması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda bakım maliyetinin toplam üretim/işletme maliyetinin %3-70'i arasında değiştiği ifade edilmektedir (Duffuaa ve diğ.,1999; Bevilacqua ve Braglia, 2000). Amerikan otomobil firmalarının bakıma harcadığı para ilgili ekipman maliyetinin %13'ü iken, Japon otomobil firmaları için bu oran sadece %3'tür. Yapılan araştırmalar

ekipman hatalarından kaynaklanan kayıpların ortadan kaldırılması durumunda üretimin %20 artırılabilceğini göstermektedir (Mitchell, 2000). Bu çalışmada yapılan anket araştırmasında Türkiye'deki bakım maliyetleriyle ilgili sağlıklı veriler alınamamıştır. Bakım maliyetleri olarak işgücü maliyeti, malzeme maliyeti ve bakımsızlıktan kaynaklanan işletme/üretim kaybı maliyeti ele alınacaktır.

## *2. Uygulama Maliyeti*

Her bir bakım stratejisini uygulamanın birtakım maliyetleri bulunmaktadır. Bunlar yazılım maliyeti, donanım maliyeti ve eğitim maliyeti olmak üzere üç başlıkta incelenecektir.

Yazılım maliyeti, seçilen stratejiyi uygulayabilmek için gerekli yazılımın alınması, eğitimlerinin verilmesi ve ilgili yazılımın sürekliliğinin sağlanması için gerekli maliyetleri kapsamaktadır.

Donanım maliyeti seçilen stratejiyi uygulayabilmek için alınması gereken makine ve ekipmanının maliyetlerini kapsamaktadır.

Eğitim maliyeti ise seçilen stratejinin uygulanabilmesi için çalışanlara verilmesi gereken eğitimlerin maliyetlerini kapsamaktadır.

### *3.4.1.2. Uygulanabilirlik*

Seçilen bakım stratejisinin uygulanabilir bir strateji olması önemlidir. Uygulanabilirlik başlığı altında uygulama kolaylığı, ekipman karakteri ve arıza karakteri alt kriterleri incelenecektir.

#### *1. Uygulama Kolaylığı*

Uygulama kolaylığı başlığı altında ilgili stratejinin gerektirdiği eleman kalifikasyonu, eğitim ihtiyacı ve gerektirdiği kültürel değişim düzeyi incelenecektir. Uygulama

kolaylığı seçilen stratejiyi devreye alma süresini ve sisteme gösterilecek direnç düzeyini etkileyecektir.

## *2. Ekipman Karakteri*

Bazı ekipmanların sistemin işlerliğini sürdürmesi için sürekli olarak çalışır vaziyette olmaları gerekir.

Ekipmanın işletmenin/üretim devamı üzerindeki etkisi, ekipmanın komplekslik düzeyi ve erişim gücü kriterleri ele alınacaktır.

## *3. Arıza Karakteri*

Meydana gelen bir arızanın sistemin işleyişine ne düzeyde etkilediğini tespit etmek için kullanılan bir kriterdir.

Arıza sıklığı, arıza tamir süresi ve arızanın teşhis edilebilirliği kriterleri ele alınacaktır.

### *3.4.1.3. Emniyet*

Bir sistemde beklenmedik olayların meydana gelmemesi durumudur. Bütün tedbirler alındıktan sonra kalan riskin kabul edilebilir olduğu durumdur. Ölüme, yaralanmaya ve/veya meslek hastalığına neden olan; tesiste hasar ve/veya kayba ve çevreye zarar veren durumların ortadan kaldırılmasıdır (MIL-STD-882D, 2000). İlgili ekipmanda bir kaza/olay olduğunda bunun çalışanlara, tesise ve çevreye vereceği hasarlar alt kriterler olarak ele alınacaktır.

### *3.4.1.4. Rekabet Avantajı*

Bakım stratejilerinin rekabet avantajı işletme/üretim kalitesine katkısı, müşteri algısına katkısı ve firma bilgi düzeyine katkısı olmak üzere üç başlık altında incelenecektir.

### 3.4.1.5. Çalışma Morali

Uygulanacak stratejinin çalışanlar üzerindeki etkisi önemlidir. Çalışma morali motivasyon, ekipmanı sahiplenme ve ekip ruhu başlıkları altında incelenecektir.

### 3.4.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

Alternatif bakım stratejileri olarak 3.1.2 bölümünde anlatılan bakım stratejileri ele alınacaktır. Bunlar;

1. Düzeltici bakım (DB)
2. Periyodik bakım (PB)
3. Duruma dayalı bakım (DDB)
4. Kestirimci bakım (KB)
5. Güvenilirlik merkezli bakım (GMB)
6. Toplam verimli bakım (TVB)

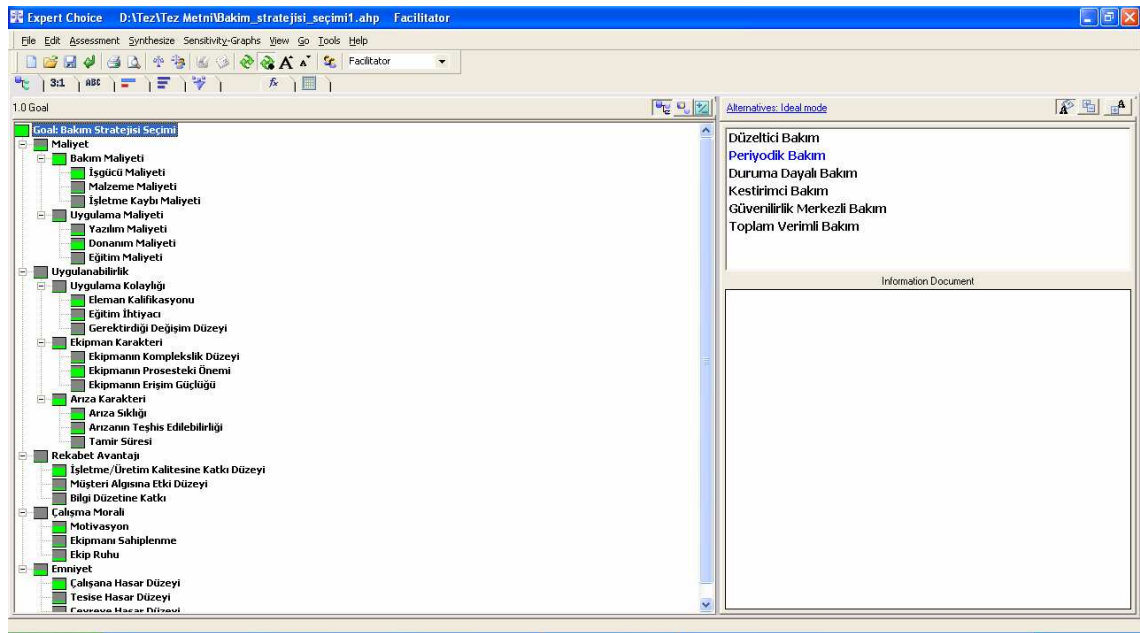
### 3.4.3. Klasik AHP-TOPSIS Uygulaması

Klasik AHP ile bakım stratejilerinin seçimi için Expert Choice yazılımı kullanılmıştır.

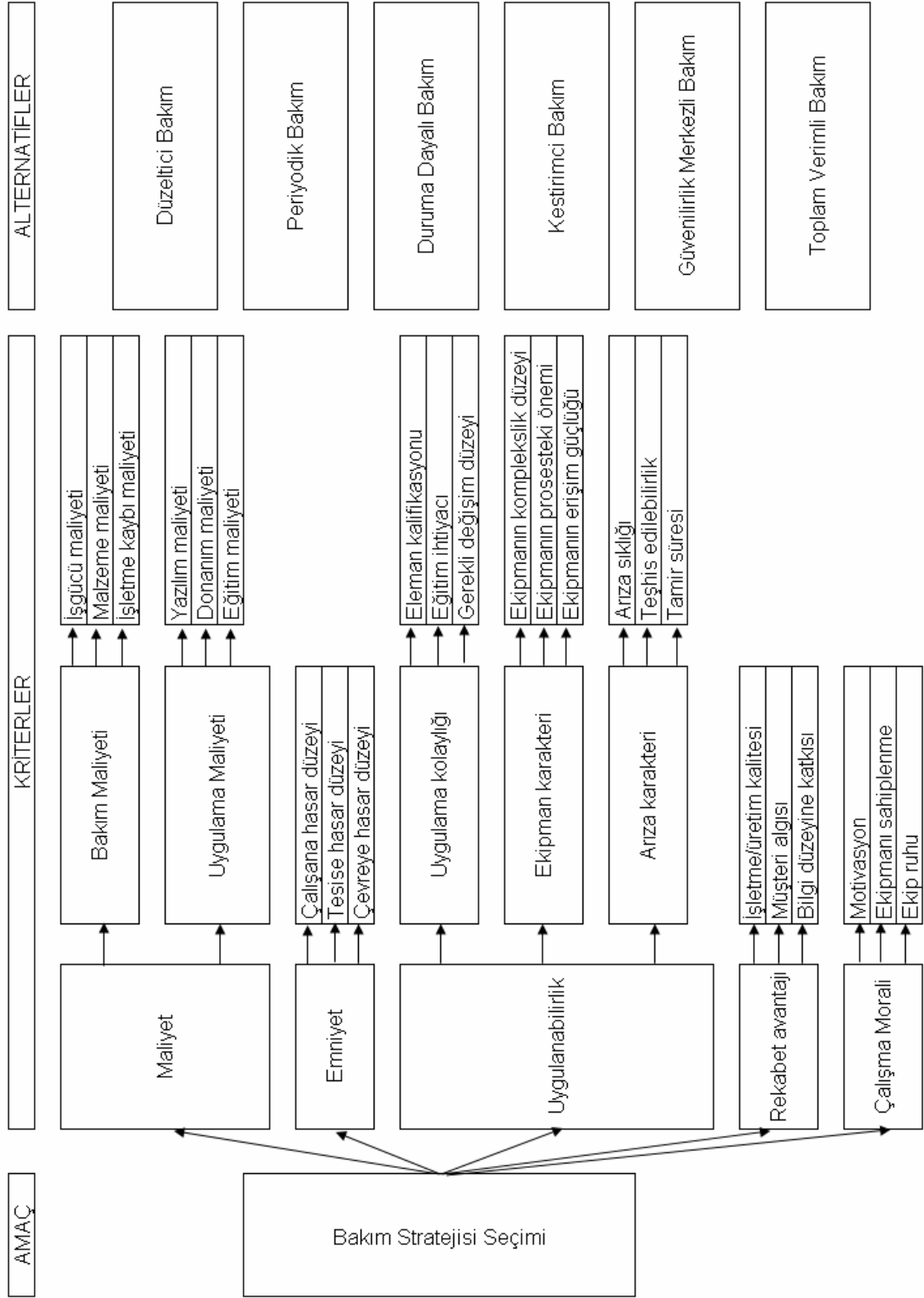
#### 3.4.3.1. Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması

Belirlenen kriterler ve alternatifler (Tablo 3.13) Expert Choice programına girilir (Şekil 3.17).

Şekil 3.17: Alternatif ve kriterlerin tanımlanması



Tablo 3.13: Alternatif ve Kriter tablosu



### 3.4.3.2. Kriterlerin ve Alternatiflerin Kıyaslanması

Kriterlerin birbirleriyle ve alternatiflerin kriterlere uyumlarının ikili olarak karşılaştırılmaları Tablo 3.10'daki AHP karşılaştırma ölçeği kullanılarak yapılır.

Karşılaştırmada grup karar verme tekniği kullanılır. Grup tarafından yapılan değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak işlemler yapılır. Kriterlerin ikili karşılaştırma değerleri Tablo 3.14-Tablo 3.48’de verilmiştir.

Tablo 3.14: Ana kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	<b>Maliyet</b>	<b>Uygulanabilirlik</b>	<b>Rekabet Avantajı</b>	<b>Çalışma Morali</b>	<b>Emniyet</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Maliyet	1	5,313	4,642	3,915	0,437	0,324
Uygulanabilirlik	0,188	1	2,621	3,557	0,275	0,128
Rekabet Avantajı	0,215	0,382	1	2,289	0,215	0,075
Çalışma Morali	0,255	0,281	0,437	1	0,188	0,053
Emniyet	2,289	3,634	4,642	5,313	1	0,420

Tutarlılık Oranı: 0,09

Tablo 3.15: Maliyet kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	<b>Bakım Maliyeti</b>	<b>Uygulama Maliyeti</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Bakım Maliyeti	1	5,944	0,856
Uygulama Maliyeti	0,168	1	0,144

Tutarlılık Oranı: 0,00

Tablo 3.16: Uygulanabilirlik kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	<b>Uygulama Kolaylığı</b>	<b>Ekipman Karakteri</b>	<b>Arıza Karakteri</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Uygulama Kolaylığı	1	0,347	0,255	0,122
Ekipman Karakteri	2,885	1	0,382	0,283
Arıza Karakteri	3,915	2,621	1	0,595

Tutarlılık Oranı: 0,05



Tablo 3.17: Rekabet avantajı kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	Müşteri Algısına Etki Düzeyi	Bilgi Düzeyine Katkı	Ağırlık (w)
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	1	4,217	4,932	0,680
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	0,237	1	2,885	0,218
Bilgi Düzeyine Katkı	0,203	0,347	1	0,102

Tutarlılık Oranı: 0,09

Tablo 3.18: Çalışma morali kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Motivasyon	Ekipmanı Sahiplenme	Ekip Ruhu	Ağırlık (w)
Motivasyon	1	3,557	2,289	0,582
Ekipmanı Sahiplenme	0,281	1	0,630	0,162
Ekip Ruhu	0,437	1,587	1	0,256

Tutarlılık Oranı: 0,00

Tablo 3.19: Emniyet kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Çalışana Hasar Düzeyi	Tesise Hasar Düzeyi	Çevreye Hasar Düzeyi	Ağırlık (w)
Çalışana Hasar Düzeyi	1	5,313	8,654	0,752
Tesise Hasar Düzeyi	0,188	1	3,302	0,179
Çevreye Hasar Düzeyi	0,116	0,303	1	0,069

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.20: Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	İşgücü Maliyeti	Malzeme Maliyeti	İşletme Kaybı Maliyeti	Ağırlık (w)
İşgücü Maliyeti	1	4,642	6,649	0,715
Malzeme Maliyeti	0,215	1	3,302	0,204
İşletme Kaybı Maliyeti	0,150	0,303	1	0,081

Tutarlılık Oranı: 0,07

Tablo 3.21: Uygulama maliyeti kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Yazılım Maliyeti	Donanım Maliyeti	Eğitim Maliyeti	Ağırlık (w)
Yazılım Maliyeti	1	0,303	4,642	0,257
Donanım Maliyeti	3,302	1	7,652	0,673
Eğitim Maliyeti	0,215	0,131	1	0,070

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.22: Uygulama kolaylığı kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Eleman Kalifikasyonu	Eğitim İhtiyacı	Gerektirdiği Değişim Düzeyi	Ağırlık (w)
Eleman Kalifikasyonu	1	3,302	3,302	0,620
Eğitim İhtiyacı	0,303	1	0,630	0,161
Gerektirdiği Değişim Düzeyi	0,303	1,587	1	0,219

Tutarlılık Oranı: 0,02

Tablo 3.23: Ekipman karakteri kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Ekipmanın Komplekslik Düzeyi	Ekipmanın Prosesteki Önemi	Ekipmanın Erişim Güçlüğü	Ağırlık (w)
Ekipmanın Komplekslik Düzeyi	1	0,215	3,915	0,209
Ekipmanın Prosesteki Önemi	4,642	1	7,319	0,718
Ekipmanın Erişim Güçlüğü	0,255	0,137	1	0,072

Tutarlılık Oranı: 0,09

Tablo 3.24: Arıza karakteri kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

	Arıza Sıklığı	Arızanın Teşhis Edilebilirliği	Tamir Süresi	Ağırlık (w)
Arıza Sıklığı	1	2,621	5,313	0,643
Arızanın Teşhis Edilebilirliği	0,382	1	1,587	0,226
Tamir Süresi	0,188	0,630	1	0,131

Tutarlılık Oranı: 0,01

Tablo 3.25: İşgücü maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: İşgücü Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,281	0,215	0,188	0,158	0,150	0,030
Periyodik Bakım (PB)	3,557	1	0,382	0,275	0,215	0,177	0,056
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,642	2,621	1	0,382	0,215	0,177	0,086
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	3,634	2,621	1	0,437	0,215	0,143
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,316	4,642	4,642	2,289	1	0,303	0,238
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,649	5,646	5,646	4,642	3,3019	1	0,446
Tutarlılık Oranı: 0,08							

Tablo 3.26: Malzeme maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Malzeme Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,232	0,188	0,158	0,137	0,030
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,303	0,188	0,168	0,158	0,045
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,309	3,302	1	0,347	0,188	0,144	0,081
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	5,313	2,885	1	0,303	0,347	0,157
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,316	5,944	5,313	3,302	1	0,437	0,289
Toplam Verimli Bakım (TVB)	7,319	6,316	6,952	2,885	2,289	1	0,398
Tutarlılık Oranı: 0,08							

Tablo 3.27: İşletme kaybı maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: İşletme Kaybı Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,275	0,215	0,158	0,137	0,032
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,437	0,275	0,168	0,150	0,049
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,634	2,289	1	0,275	0,188	0,150	0,071
Kestirimci Bakım (KB)	4,642	3,634	3,634	1	0,382	0,188	0,142
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,316	5,944	5,313	2,621	1	0,437	0,265
Toplam Verimli Bakım (TVB)	7,319	6,649	6,649	5,313	2,289	1	0,442
Tutarlılık Oranı: 0,06							

Tablo 3.28: Yazılım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Yazılım Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,289	6,316	6,316	4,932	2,621	0,406
Periyodik Bakım (PB)	0,437	1	3,302	2,289	2,289	2,289	0,208
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	0,158	0,303	1	0,303	0,347	0,275	0,043
Kestirimci Bakım (KB)	0,158	0,437	3,302	1	0,437	0,303	0,074
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	0,203	0,437	2,885	2,289	1	0,437	0,102
Toplam Verimli Bakım (TVB)	0,382	0,437	3,634	3,302	2,289	1	0,166

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.29: Donanım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Donanım Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,289	3,634	4,217	2,885	2,621	0,337
Periyodik Bakım (PB)	0,437	1	2,621	3,915	2,621	2,621	0,241
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	0,275	0,382	1	2,621	0,347	0,255	0,074
Kestirimci Bakım (KB)	0,237	0,255	0,382	1	0,275	0,437	0,051
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	0,347	0,382	2,885	3,634	1	0,382	0,123
Toplam Verimli Bakım (TVB)	0,382	0,382	3,915	2,289	2,6207	1	0,174

Tutarlılık Oranı: 0,08

Tablo 3.30: Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Eğitim Maliyeti</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,289	6,316	7,319	5,646	4,642	0,430
Periyodik Bakım (PB)	0,437	1	3,634	5,313	4,932	3,557	0,271
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	0,158	0,275	1	2,289	0,303	0,303	0,055
Kestirimci Bakım (KB)	0,137	0,188	0,437	1	0,382	0,382	0,040
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	0,177	0,203	3,302	2,621	1	0,630	0,091
Toplam Verimli Bakım (TVB)	0,215	0,281	3,302	2,621	1,587	1	0,112

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.31 Eleman kalifikasyonuna göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Eleman Kalifikasyonu</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,621	0,223	0,188	0,177	0,144	0,048
Periyodik Bakım (PB)	0,382	1	0,255	0,179	0,161	0,160	0,035
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,481	3,915	1	0,550	0,347	1,000	0,156
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	5,593	1,817	1	2,289	1,000	0,281
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	5,646	6,214	2,885	0,437	1	0,630	0,228
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,952	6,257	1,000	1,000	1,587	1	0,252

Tutarlılık Oranı: 0,06

Tablo 3.32: Eğitim ihtiyacına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Eğitim İhtiyacı</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,621	5,313	6,316	5,646	7,319	0,461
Periyodik Bakım (PB)	0,382	1	3,634	4,642	2,289	5,646	0,252
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	0,188	0,275	1	1,587	0,437	0,630	0,063
Kestirimci Bakım (KB)	0,158	0,215	0,630	1	1,000	0,550	0,056
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	0,177	0,437	2,289	1,000	1	0,630	0,084
Toplam Verimli Bakım (TVB)	0,137	0,177	1,587	1,817	1,587	1	0,084

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.33: Gerektirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Gerektirdiği Değişim Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	2,289	3,634	4,642	3,302	5,646	0,374
Periyodik Bakım (PB)	0,437	1	2,621	4,642	5,646	6,649	0,310
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	0,275	0,382	1	1,587	0,437	2,289	0,092
Kestirimci Bakım (KB)	0,215	0,215	0,630	1	0,630	2,289	0,071
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	0,303	0,177	2,289	1,587	1	1,587	0,106
Toplam Verimli Bakım (TVB)	0,177	0,150	0,437	0,437	0,630	1	0,047

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.34: Ekipman kompleksliğine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Ekipmanın Komplekslik Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,303	0,303	0,232	0,137	0,177	0,033
Periyodik Bakım (PB)	3,302	1	0,437	0,275	0,150	0,203	0,056
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,302	2,289	1	0,382	0,215	0,275	0,085
Kestirimci Bakım (KB)	4,309	3,634	2,621	1	0,255	0,303	0,141
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	7,319	6,649	4,642	3,915	1	2,885	0,428
Toplam Verimli Bakım (TVB)	5,646	4,932	3,634	3,302	0,347	1	0,257

Tutarlılık Oranı: 0,06

Tablo 3.35: Ekipmanın prosesteki önemine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Ekipmanın Prosesteki Önemi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,275	0,215	0,188	0,137	0,158	0,029
Periyodik Bakım (PB)	3,634	1	0,382	0,275	0,188	0,177	0,054
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,642	2,621	1	0,437	0,150	0,215	0,082
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	3,634	2,289	1	0,188	0,240	0,124
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	7,319	5,313	6,649	5,313	1	2,289	0,426
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,316	5,646	4,642	4,160	0,437	1	0,284

Tutarlılık Oranı: 0,09

Tablo 3.36: Ekipmana erişim güçlüğüne göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Ekipmanın Prosesteki Önemi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,203	0,168	0,137	0,158	0,031
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,550	0,275	0,158	0,188	0,054
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,932	1,817	1	0,437	0,188	0,275	0,088
Kestirimci Bakım (KB)	5,944	3,634	2,289	1	0,232	0,347	0,146
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	7,319	6,316	5,313	4,309	1	1,817	0,408
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,316	5,313	3,634	2,885	0,550	1	0,273

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.37: Arıza sıklığına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Arıza Sıklığı</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,275	0,215	0,158	0,137	0,033
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,550	0,275	0,203	0,150	0,055
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,634	1,817	1	0,437	0,275	0,203	0,084
Kestirimci Bakım (KB)	4,642	3,634	2,289	1	0,500	0,255	0,149
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,316	4,932	3,634	2,000	1	0,347	0,238
Toplam Verimli Bakım (TVB)	7,319	6,649	4,932	3,915	2,885	1	0,440

Tutarlılık Oranı: 0,04

Tablo 3.38: Teşhis edilebilirliğe göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Teşhis Edilebilirlik</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,232	0,144	0,137	0,232	0,034
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,550	0,275	0,160	0,275	0,061
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,309	1,817	1	0,437	0,191	0,315	0,093
Kestirimci Bakım (KB)	6,952	3,634	2,289	1	0,347	1,260	0,202
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	7,319	6,257	5,241	2,885	1	2,621	0,422
Toplam Verimli Bakım (TVB)	4,309	3,634	3,175	0,794	0,382	1	0,189

Tutarlılık Oranı: 0,03

Tablo 3.39: Tamir süresine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Tamir Süresi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,437	0,275	0,179	0,275	0,303	0,049
Periyodik Bakım (PB)	2,289	1	0,630	0,275	0,275	0,397	0,081
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,634	1,587	1	0,315	0,382	0,347	0,108
Kestirimci Bakım (KB)	5,593	3,634	3,175	1	1,587	0,874	0,279
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	3,634	3,634	2,621	0,630	1	0,382	0,197
Toplam Verimli Bakım (TVB)	3,302	2,520	2,885	1,145	2,621	1	0,287

Tutarlılık Oranı: 0,04

Tablo 3.40: Kaliteye katkı düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Kaliteye Katkı Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,630	0,382	0,303	0,179	0,144	0,043
Periyodik Bakım (PB)	1,587	1	0,630	0,437	0,237	0,168	0,061
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	2,621	1,587	1	0,550	0,347	0,203	0,089
Kestirimci Bakım (KB)	3,302	2,289	1,817	1	0,275	0,382	0,131
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	5,593	4,217	2,885	3,634	1	2,289	0,274
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,952	5,944	4,932	2,621	0,437	1	0,403

Tutarlılık Oranı: 0,02

Tablo 3.41: Müşteri algısına katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Müşteri Algısına Katkı Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,630	0,382	0,303	0,255	0,137	0,044
Periyodik Bakım (PB)	1,587	1	0,437	0,303	0,255	0,150	0,054
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	2,621	2,289	1	0,550	0,382	0,193	0,094
Kestirimci Bakım (KB)	3,302	3,302	1,817	1	0,550	0,237	0,139
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	3,915	3,915	2,621	1,817	1	0,303	0,199
Toplam Verimli Bakım (TVB)	7,319	6,649	5,192	4,217	3,302	1	0,470

Tutarlılık Oranı: 0,02

Tablo 3.42: Bilgi düzeyine katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Bilgi Düzeyine Katkı</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	1,587	0,215	0,150	0,275	0,215	0,054
Periyodik Bakım (PB)	0,630	1	0,347	0,275	0,437	0,347	0,064
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	4,642	2,885	1	0,794	2,289	1,587	0,252
Kestirimci Bakım (KB)	6,649	3,634	1,260	1	1,587	1,587	0,281
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	3,634	2,289	0,437	0,630	1	0,437	0,139
Toplam Verimli Bakım (TVB)	4,642	2,885	0,630	0,630	2,289	1	0,210

Tutarlılık Oranı: 0,03



Tablo 3.43: Motivasyona katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Motivasyon</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,437	0,303	0,255	0,232	0,131	0,037
Periyodik Bakım (PB)	2,289	1	0,550	0,322	0,215	0,150	0,055
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,302	1,817	1	0,500	0,303	0,168	0,082
Kestirimci Bakım (KB)	3,915	3,107	2,000	1	0,292	0,218	0,123
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	4,309	4,642	3,302	3,420	1	0,303	0,236
Toplam Verimli Bakım (TVB)	7,652	6,649	5,944	4,579	3,302	1	0,468

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.44: Ekipmanı sahiplenme düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Ekipmanı Sahiplenme</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,550	0,303	0,275	0,255	0,150	0,042
Periyodik Bakım (PB)	1,817	1	0,437	0,303	0,275	0,168	0,056
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,302	2,289	1	0,550	0,437	0,223	0,102
Kestirimci Bakım (KB)	3,634	3,302	1,817	1	0,275	0,215	0,129
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	3,915	3,634	2,289	3,634	1	0,347	0,231
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,649	5,944	4,481	4,642	2,885	1	0,441

Tutarlılık Oranı: 0,05

Tablo 3.45: Ekip ruhuna katkısına göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Ekip Ruhu</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,303	0,255	0,215	0,144	0,039
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,630	0,437	0,303	0,177	0,070
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,302	1,587	1	0,550	0,347	0,203	0,092
Kestirimci Bakım (KB)	3,915	2,289	1,817	1	0,437	0,215	0,129
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	4,642	3,302	2,885	2,289	1	0,347	0,218
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,952	5,646	4,932	4,642	2,885	1	0,453

Tutarlılık Oranı: 0,03

Tablo 3.46: Çalışana hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Çalışana Hasar Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,382	0,255	0,188	0,144	0,158	0,031
Periyodik Bakım (PB)	2,621	1	0,382	0,232	0,158	0,188	0,048
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,915	2,621	1	0,382	0,188	0,232	0,080
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	4,309	2,621	1	0,188	0,203	0,130
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,952	6,316	5,313	5,313	1	2,289	0,418
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,316	5,313	4,309	4,932	0,437	1	0,293

Tutarlılık Oranı: 0,08

Tablo 3.47: Tesise hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Tesise Hasar Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,550	0,303	0,215	0,131	0,150	0,034
Periyodik Bakım (PB)	1,817	1	0,382	0,303	0,158	0,215	0,050
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,302	2,621	1	0,437	0,168	0,215	0,083
Kestirimci Bakım (KB)	4,642	3,302	2,289	1	0,303	0,382	0,142
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	7,652	6,316	5,944	3,302	1	2,621	0,427
Toplam Verimli Bakım (TVB)	6,649	4,642	4,642	2,621	0,382	1	0,264

Tutarlılık Oranı: 0,04

Tablo 3.48: Çevreye hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırma ve ağırlık değerleri

<b>Kriter: Çevreye Hasar Düzeyi</b>	<b>DB</b>	<b>PB</b>	<b>DDB</b>	<b>KB</b>	<b>GMB</b>	<b>TVB</b>	<b>Ağırlık (w)</b>
Düzeltilici Bakım (DB)	1	0,630	0,255	0,188	0,158	0,188	0,038
Periyodik Bakım (PB)	1,587	1	0,437	0,347	0,177	0,232	0,054
Duruma Dayalı Bakım (DDB)	3,915	2,289	1	0,437	0,177	0,255	0,090
Kestirimci Bakım (KB)	5,313	2,885	2,289	1	0,232	0,550	0,151
Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB)	6,316	5,646	5,646	4,309	1	2,289	0,429
Toplam Verimli Bakım (TVB)	5,313	4,309	3,915	1,817	0,437	1	0,238

Tutarlılık Oranı: 0,04

### 3.4.3.3. Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılır. Burada (3.13) denklemi ile pozitif ideal çözüm, (3.14) denklemi ile negatif ideal çözüm, (3.15) denklemi ile alternatiflerin pozitif ideal çözüme uzaklıkları, (3.16) denklemi ile alternatiflerin negatif ideal çözüme olan uzaklıkları ve son olarak (3.17) denklemi ile de alternatiflerin ideal çözüme olan bağlı yakınlıkları bulunarak sıralama işlemi yapılır (Tablo 3.49).

Tablo 3.49: Alternatiflerin TOPSIS yöntemiyle sıralanması

	Maliyet	Uygulana- Bilirlik	Rekabet Avantajı	Çalışma Morali	Emniyet	$d_i^+$	$d_i^-$	$R_i$	Sıra No
DB	0,086	0,053	0,045	0,038	0,0320	<b>0,777</b>	<b>0,092</b>	<b>0,106</b>	<b>6</b>
PB	0,084	0,067	0,060	0,059	0,048	<b>0,747</b>	<b>0,099</b>	<b>0,117</b>	<b>5</b>
DDB	0,081	0,095	0,113	0,088	0,081	<b>0,685</b>	<b>0,143</b>	<b>0,172</b>	<b>4</b>
KB	0,131	0,175	0,154	0,126	0,134	<b>0,577</b>	<b>0,222</b>	<b>0,278</b>	<b>3</b>
GMB	0,229	0,299	0,240	0,230	0,420	<b>0,316</b>	<b>0,535</b>	<b>0,629</b>	<b>2</b>
TVB	0,390	0,311	0,387	0,459	0,284	<b>0,136</b>	<b>0,651</b>	<b>0,827</b>	<b>1</b>
$k_j^+$	<b>0,390</b>	<b>0,311</b>	<b>0,387</b>	<b>0,459</b>	<b>0,420</b>				
$k_j^-$	<b>0,081</b>	<b>0,053</b>	<b>0,045</b>	<b>0,038</b>	<b>0,032</b>				

Yapılan sıralamada en iyi alternatif toplam verimli bakım, en kötü alternatif ise düzeltici bakım olarak çıkmıştır.

### 3.4.3.4. Klasik Duyarlılık Analizi

Kriterlerin önem derecelerindeki değişmelere karşın alternatiflerin sıralarının değişimini incelemek üzere duyarlılık analizi yapılmıştır. Şekil 3.18'de ana kriterlerin önem dereceleri ve alternatiflerin sıralamaları görülmektedir.

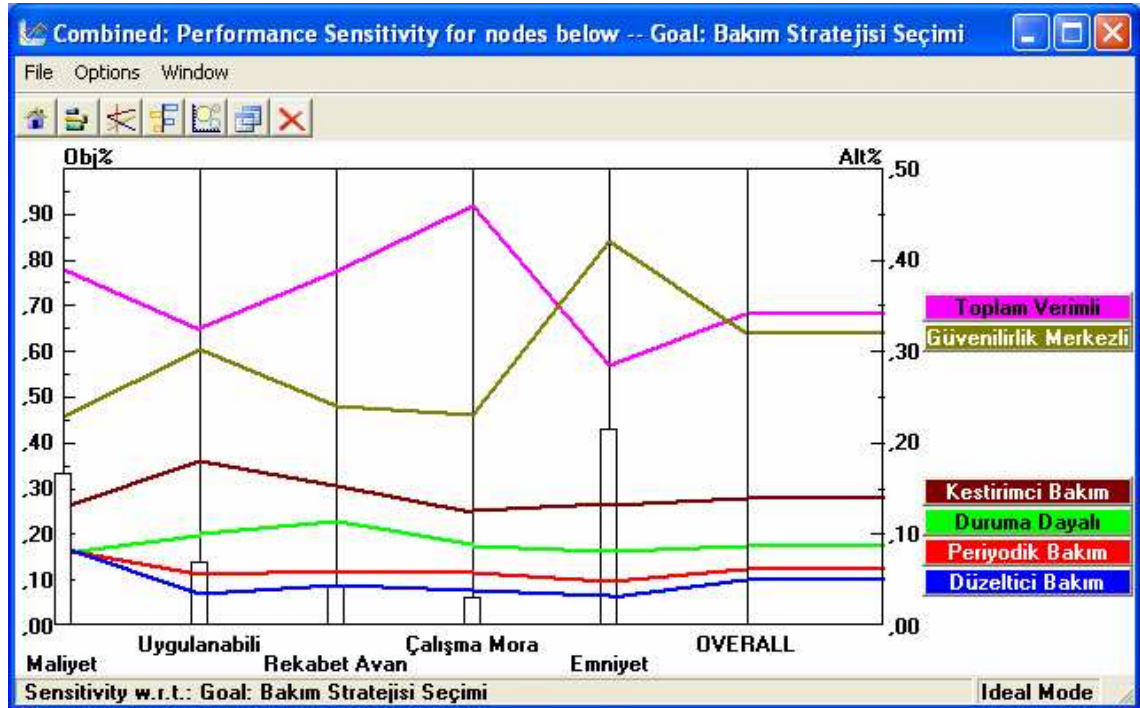
Şekil 3.18'de de görüldüğü gibi kriterlerin önem derecelerine göre sıralanmaları emniyet, maliyet, uygulanabilirlik, rekabet avantajı ve çalışma morali şeklindedir. Alternatiflerin sıralaması ise toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklindedir.

Duyarlılık analizinde kriterlerin önem derecelerinde değişikliklerin alternatiflerin sıralamalarındaki değişimine olan etkisi incelenmiştir.

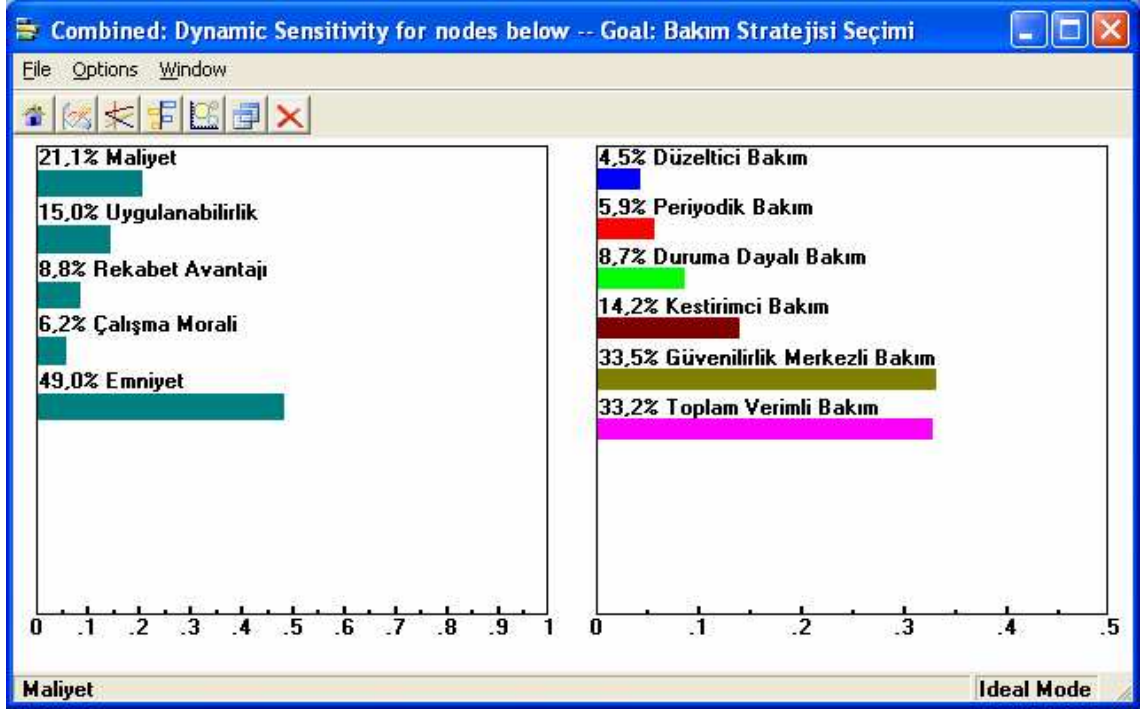


Şekil 3.18: Ana kriterlerin önem dereceleri ve alternatiflerin sıraları

Maliyet ana kriterinden en yüksek puanı toplam verimli bakım almıştır (Şekil 3.19). Dolayısıyla bu kriterin önem derecesinin artırılması toplam verimli bakımın sıralamada sürekli birinci sırada yer almasını sağlayacaktır. Ancak bu kriterin önem derecesinin azaltılması sıralamayı değiştirecektir. Maliyet kriterinin önem derecesi %32.4'den %21.2'ye düşürülünceye kadar alternatiflerin sıralaması değişmemekte ancak bu noktadan sonra güvenilirlik merkezli bakım sıralamada birinciliğe yükselmektedir (Şekil 3.20).



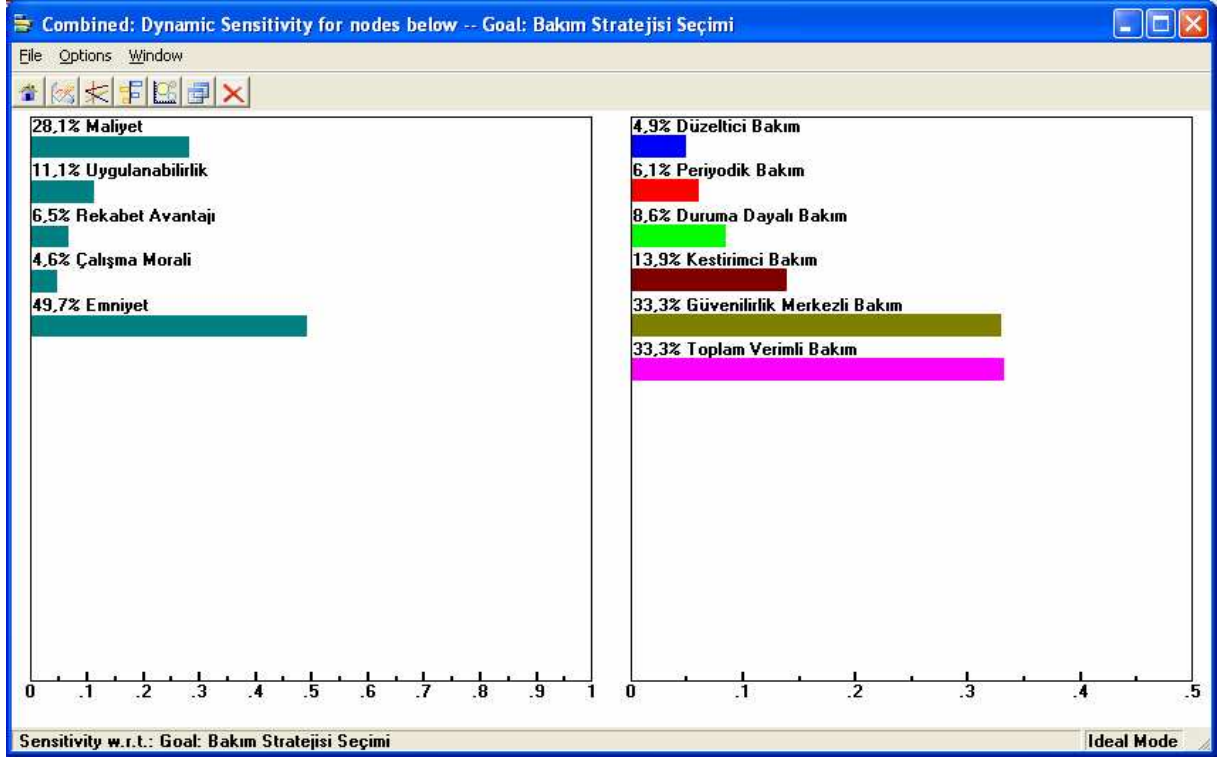
Şekil 3.19: Alternatiflerin ana kriterlere göre sıralanması



Şekil 3.20: Maliyet kriterine göre duyarlılık analizi

Emniyet ana kriterinden en yüksek puanı güvenilirlik merkezli bakım almıştır (Şekil 3.19). Dolayısıyla bu kriterin önem derecesinin azaltılması toplam verimli bakımın sıralamada sürekli birinci sırada yer almasını sağlayacaktır. Ancak bu kriterin önem derecesinin artırılması sıralamayı değiştirecektir. Emniyet kriterinin önem derecesi %42'den %49.7'ye çıkarılıncaya kadar alternatiflerin sıralaması değişmemekte ancak bu noktadan sonra güvenilirlik merkezli bakım sıralamada birinciliğe yükselmektedir (Şekil 3.21).

Uygulanabilirlik, rekabet avantajı ve çalışma morali kriterlerinden en yüksek puanı toplam verimli bakım almıştır (Şekil 3.19). Dolayısıyla bu kriterlerin önem derecelerinin artırılması toplam verimli bakımın sıralamada birinci sırada yer almasını pekiştirmektedir. Bu kriterlerin önem derecelerinin azaltılması toplam verimli bakımın sıralama puanını azaltmakta ancak sıralamadaki yerini değiştirmemektedir.



Şekil 3.21: Emniyet kriterine göre duyarlılık analizi

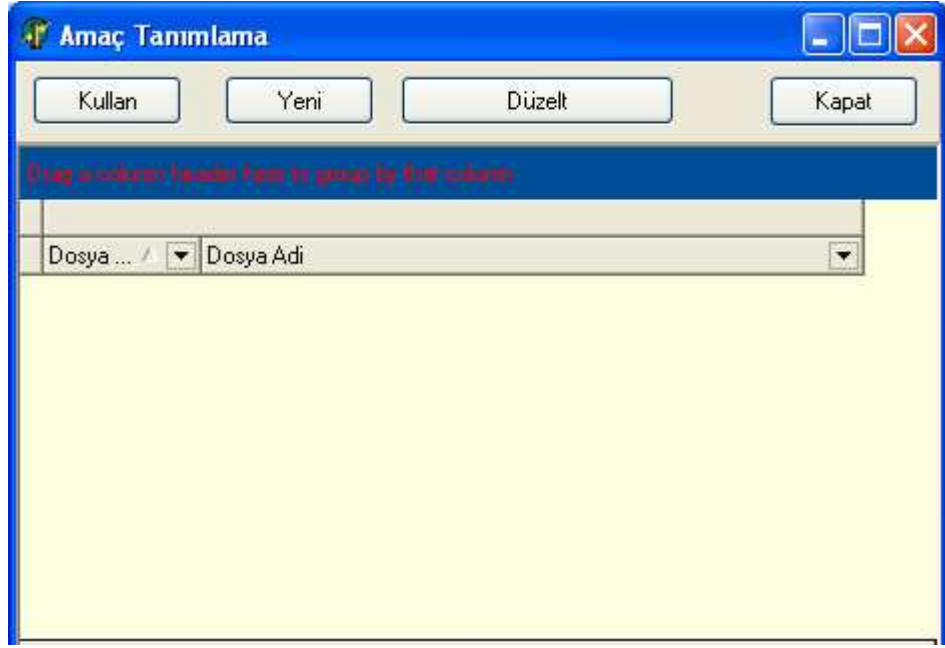
#### 3.4.4. Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS Uygulaması

Bulanık çok ölçütlü karar verme modelinin hesaplama zorluğu ve bu alanda uygun bir yazılım bulunamadığından uygulama için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS metodolojisi ile Windows işletim sistemi, Delphi 6.0 yazılım dili ve SQL Server veritabanı kullanılarak bir bulanık çok ölçütlü karar verme yazılımı geliştirilmiştir. Yazılımın kaynak kodları Ek C’de sunulmuştur. SQL Server veritabanı kullanılmasına rağmen yazılım farklı veri tabanları ile de çalıştırılabilir. Yazılım paketlenerek kurulum dosyası hazırlanmış ve dolayısıyla herhangi bir bilgisayara kurulum kullanılması oldukça kolay hale getirilmiştir. Geliştirilen yazılım tamamen parametrik olup değişik sektörlerdeki farklı bulanık çok ölçütlü karar problemleri için kullanılabilir. Bu çalışmada ise sadece bakım stratejilerinin bulanık çok ölçütlü seçim problemi ile ilgilenilmiştir.

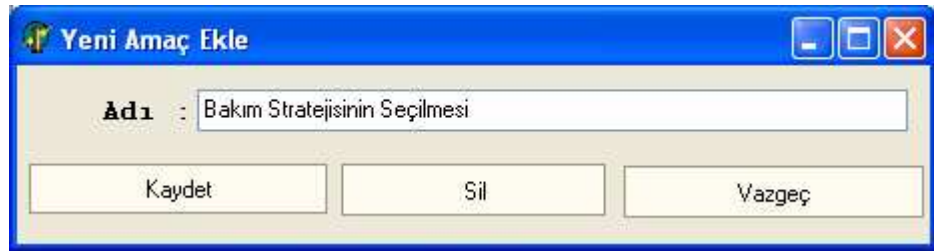
##### 3.4.4.1. Amaç Tanımı

Amaç tanımı şu şekilde yapılır:

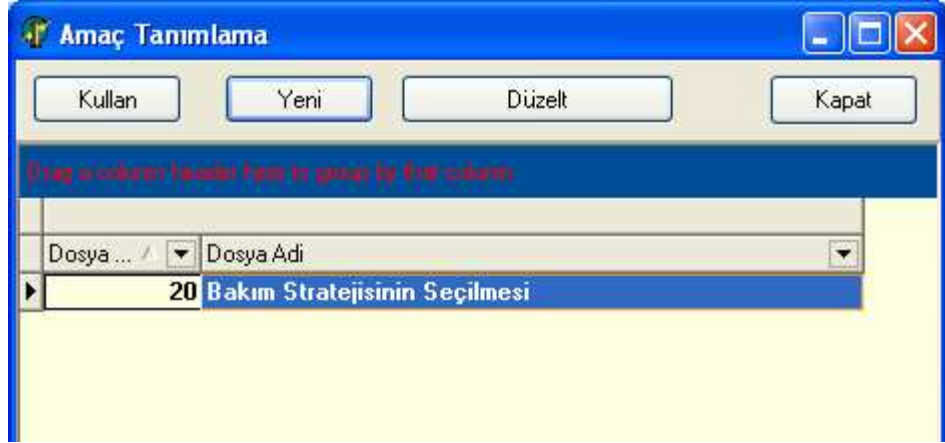
1. Yazılım ana ekranında Sistem Yöneticisi>Amaç Tanımlama'ya basılarak, amaç tanımlama formunun ekrana gelmesi sağlanır (Şekil 3.22).
2. Şekil 3.22'de “Yeni” butonuna tıklandığında Yeni Amaç Ekleme formu (Şekil 3.23) ekrana gelir.
3. Şekil 3.23'de “Ad” alanına ilgili amaç yazıldıktan sonra “Kaydet” butonuna basılarak girilen amaç kaydedilmiş olur (Şekil 3.24).



Şekil 3.22: Amaç tanımlama formu



Şekil 3.23: Yeni amaç ekleme formu

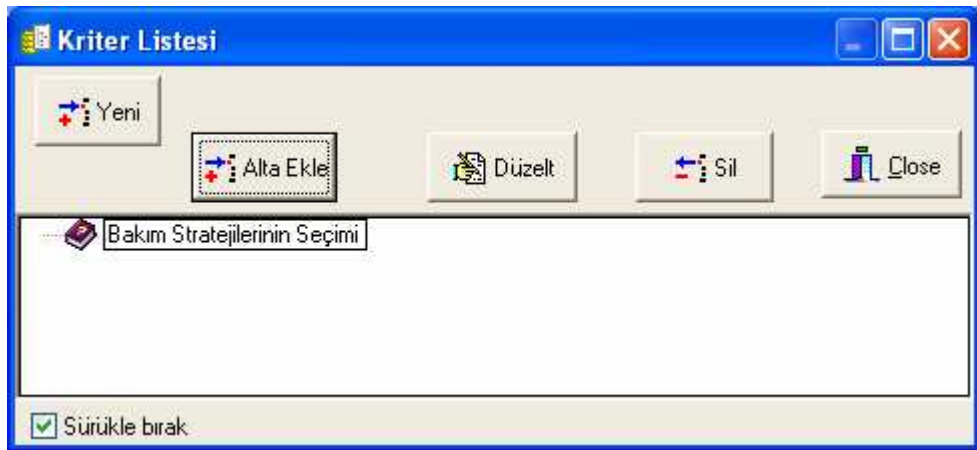


Şekil 3.24: Amaç tanımları görünümü ekranı

#### 3.4.4.2. Kriter Tanımlama

Amaç tanımları yapıldıktan sonra ilgili amaç seçilir ve bu amacı değerlendirmede kullanılacak ana ve alt kriterler aşağıdaki gibi tanımlanır.

1. Ana menüden Sistem Yöneticisi>Kriterler seçeneği tıklanır. Ekranı gelen kriter listesi formundan (Şekil 3.25) aynı seviyede kriter eklemek için “**Yeni**”; alt seviyede kriter eklemek için “**Alta Ekle**” butonlarına tıklanır.
2. Kriter ekleme formuna (Şekil 3.26) kriter adı ve kriter kodu girilerek “**Ok**” butonuna basıldığında girilen kriter, kriter listesine kaydedilmiş olur.
3. Bu şekilde bütün kriterler tanımlandıktan sonra kriter listesi Şekil 3.27’deki halini alır.



Şekil 3.25: Kriter Listesi





**Kriter Ekleme Formu**

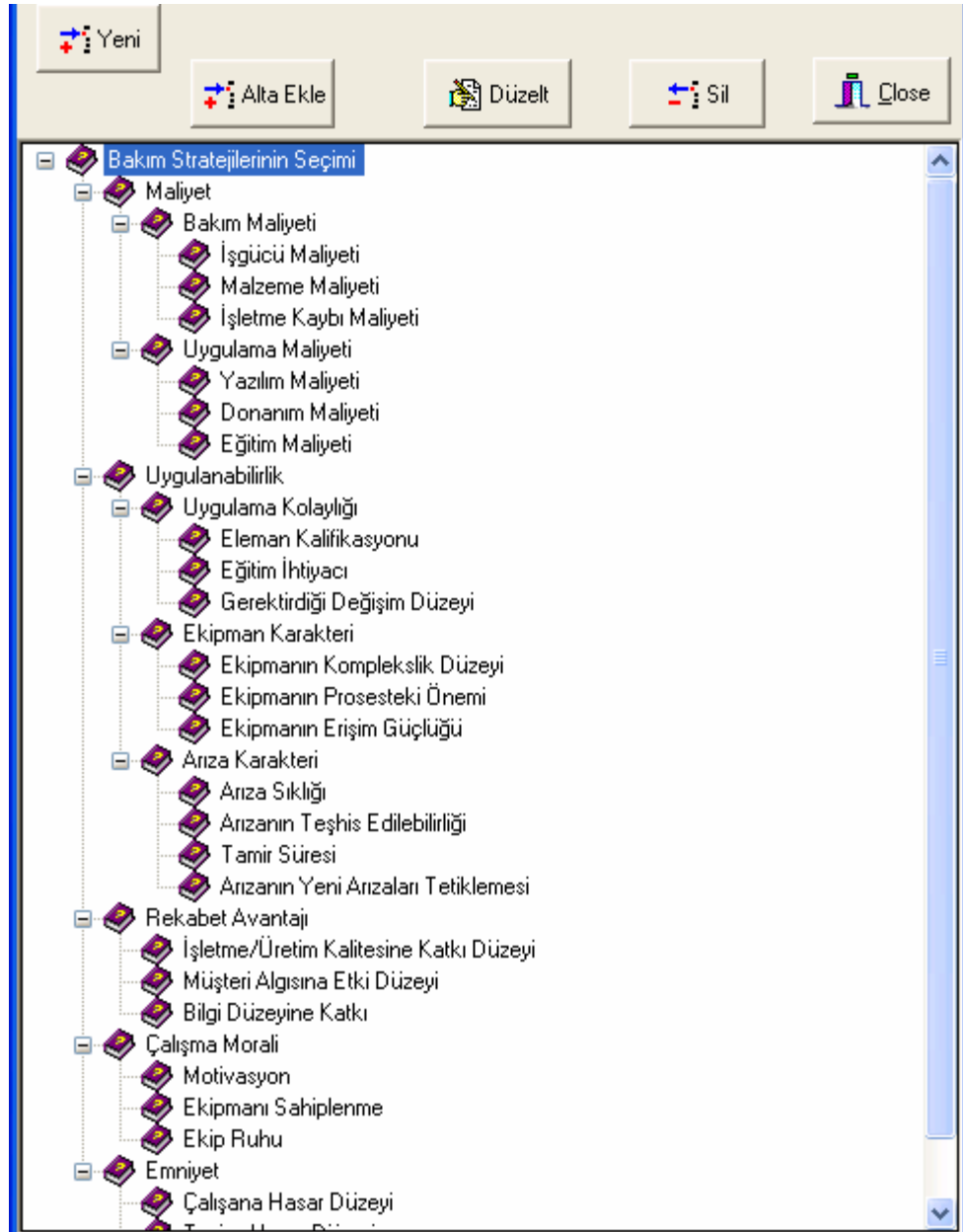
Ust Kriter :

Kriter Adı :

Kriter Kodu :

Ok Vazgeç

Şekil 3.26: Kriter Ekleme Formu



Şekil 3.27: Kriterlerin tamamının listelenmesi

### 3.4.4.3. Bulanık Karşılaştırma Ölçeğinin Tanımlanması

Dilsel değişkenler, üçgen bulanık sayılar (Tablo 3.11) ve (3.2) nolu denklemde verilen temel bulanık aritmetik işlemleri kullanılarak bulanık karşılaştırma ölçeği (Tablo 3.50) tanımlanır. Ölçek bir kez şablon olarak tanımlandıktan sonra her amaç tanımlama yapılırken bu şablon otomatik olarak kullanılır. Ancak bu şablon üzerinde istenilen değişiklikler yapılabilir.

Tablo 3.50: Bulanık karşılaştırma ölçeği

Dilsel Değişken	Dilsel Değişkenin Tersi	LO	MO	RO	LR	MR	RR
Biraz Önemsiz	Biraz Önemli	1/3	1	1	1	1	3
Önemsiz	Önemli	1/5	1/3	1	1	3	5
Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemli	1/7	1/5	1/3	3	5	7
Çok Fazla Önemsiz	Çok Fazla Önemli	1/9	1/7	1/5	5	7	9
Kesinlikle Önemsiz	Kesinlikle Önemli	1/9	1/9	1/7	7	9	9
Eşit	Eşit	1	1	1	1	1	1
Biraz Önemli	Biraz Önemsiz	1	1	3	1/3	1	1
Önemli	Önemsiz	1	3	5	1/5	1/3	1
Oldukça Önemli	Oldukça Önemsiz	3	5	7	1/7	1/5	1/3
Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemsiz	5	7	9	1/9	1/7	1/5
Kesinlikle Önemli	Kesinlikle Önemsiz	7	9	9	1/9	1/9	1/7

(LO,MO,RO):Orijinal Karşılaştırma Üçgen Bulanık Sayıları, (LR,MR,RR):Orijinal karşılaştırma bulanık sayılarının tersi

### 3.4.4.4. Alternatif Tanımları

Alternatifler şu şekilde tanımlanır:

1. Ana menüden “**Alternatifler**” seçeneği tıklanır.
2. Ekranı Alternatif Listesi gelir (Şekil 3.28). Alternatif Listesinde “**Yeni**” ikonu tıklanır.
3. Ekranı Alternatif Ekleme Formu gelir (Şekil 3.29). Bu forma alternatifler tek tek girilerek “**Kaydet**” butonuna tıklanır.
4. Tüm alternatifler girildikten sonra Alternatif Listesi Şekil 3.30’daki halini alır.



Şekil 3.28: Alternatif Listesi (Boş)



Şekil 3.29: Alternatif Ekleme Formu



Şekil 3.30: Alternatif Listesi (Dolu)

### 3.4.4.5. Kriterlerin Kıyaslanması

“**Kriter Karşılaştırma Formu**” (Şekil 3.31) aracılığıyla Tablo 3.50’deki dilsel değişkenler kullanılarak kriterler kıyaslanır. Her bir karar verici ayrı ayrı bu kıyaslama işlemini yapar. Bir karar vericinin yapmış olduğu ikili kıyaslamalar Şekil 3.31-Şekil 3.41’de verilmiştir.

The screenshot shows the 'Kriter Karşılaştırma Formu' window. The active title is 'Aktif Başlık : Bakım Stratejilerinin Seçimi'. The main table compares 'MALİYET' and 'UYGULANABİLİRLİK' across five criteria: 'REKABET AVANTAJI', 'ÇALIŞMA MORALI', and 'EMNİYET'. The comparison results are as follows:

	MALİYET	UYGULANABİLİRLİK	REKABET AVANTAJI	ÇALIŞMA MORALI	EMNİYET
<b>MALİYET</b>		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli
<b>UYGULANABİLİRLİK</b>	Biraz Önemli		Oldukça Önemli	Önemli	Oldukça Önemli
<b>REKABET AVANTAJI</b>	Önemli	Oldukça Önemli		Önemli	Kesinlikle Önemli
<b>ÇALIŞMA MORALI</b>	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Kesinlikle Önemli
<b>EMNİYET</b>	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Kesinlikle Önemli	Kesinlikle Önemli	

Below the main table is a 'Parametre Listesi' (Parameter List) with columns for 'Kesinlikle', 'Çok Fazla', 'Oldukça', 'Önemli', 'Biraz', and 'Eğit'. The interface also includes a 'Hesapla' (Calculate) button and a 'Temizle' (Clear) button.

Şekil 3.31: Kriter karşılaştırma formu ve ana kriterlerin karşılaştırılması

The screenshot shows the 'Kriter Karşılaştırma Formu' window with the active title 'Aktif Başlık : Maliyet'. The main table compares 'BAKIM MALİYETİ' and 'UYGULAMA MALİYETİ' across two criteria: 'BAKIM MALİYETİ' and 'UYGULAMA MALİYETİ'. The comparison results are as follows:

	BAKIM MALİYETİ	UYGULAMA MALİYETİ
<b>BAKIM MALİYETİ</b>		Oldukça Önemli
<b>UYGULAMA MALİYETİ</b>	Oldukça Önemli	

Below the main table is a 'Parametre Listesi' (Parameter List) with columns for 'Kesinlikle', 'Çok Fazla', 'Oldukça', 'Önemli', 'Biraz', and 'Eğit'. The interface also includes a 'Hesapla' (Calculate) button and navigation arrows.

Şekil 3.32: Maliyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Bakım Maliyeti**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>İŞGÜCÜ MALİYETİ</b>	<b>MALZEME MALİYETİ</b>	<b>KAYIP MALİYETİ</b>
Maliyet	3		<b>İŞGÜCÜ MALİYETİ</b>	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli
Bakım Maliyeti	5		<b>MALZEME MALİYETİ</b>	Oldukça Önemsiz	Önemli
Uygulama Maliyeti	13		<b>KAYIP MALİYETİ</b>	Çok Fazla Önemsiz	Önemsiz
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				

Hesapla

Şekil 3.33: Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Uygulama Maliyeti**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>YAZILIM</b>	<b>DONANIM MALİYETİ</b>	<b>EĞİTİM MALİYETİ</b>
Maliyet	3		<b>YAZILIM MALİYETİ</b>	Önemli	Biraz Önemli
Bakım Maliyeti	5		<b>DONANIM MALİYETİ</b>	Önemsiz	Biraz Önemsiz
Uygulama Maliyeti	13		<b>EĞİTİM MALİYETİ</b>	Biraz Önemsiz	Biraz Önemli
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				

Hesapla

Şekil 3.34: Uygulama maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Uygulanabilirlik**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>UYGULAMA KOLAYLIĞI</b>	<b>EKİPMAN KARAKTERİ</b>	<b>ARIZA KARAKTERİ</b>
Maliyet	3		<b>UYGULAMA KOLAYLIĞI</b>	Biraz Önemli	Oldukça Önemsiz
Bakım Maliyeti	5		<b>EKİPMAN KARAKTERİ</b>	Biraz Önemsiz	Önemsiz
Uygulama Maliyeti	13		<b>ARIZA KARAKTERİ</b>	Oldukça Önemli	Önemli
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				

Hesapla

Şekil 3.35: Uygulanabilirlik ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Uygulama Kolaylığı**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>KALİFİKASYON</b>	<b>EĞİTİM İHTİYACI</b>	<b>DEĞİŞİM DÜZEYİ</b>
Maliyet	3		<b>KALİFİKASYON</b>	Önemli	Biraz Önemli
Bakım Maliyeti	5		<b>EĞİTİM İHTİYACI</b>	Önemsiz	Önemsiz
Uygulama Maliyeti	13		<b>DEĞİŞİM DÜZEYİ</b>	Biraz Önemsiz	Önemli
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				

Hesapla

Şekil 3.36: Uygulama kolaylığı kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Ekipman Karakteri**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>KOMPLEKS LİK</b>	<b>EKİPMAN ÖNEMİ</b>	<b>EKİPMANA</b>
Maliyet	3	<b>KOMPLEKS LİK</b>		Biraz Önemsiz	Önemli
Bakım Maliyeti	5	<b>EKİPMAN ÖNEMİ</b>	Biraz Önemli		Biraz Önemli
Uygulama Maliyeti	13	<b>EKİPMANA ERİŞİM</b>	Önemsiz	Biraz Önemsiz	
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
<b>Ekipman Karakteri</b>	<b>31</b>				
Arıza Karakteri	39				

Hesapla

Şekil 3.37: Ekipman karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Arıza Karakteri**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>ARIZA SIKLIĞI</b>	<b>TEŞHİS</b>	<b>TAMİR SÜRESİ</b>
Maliyet	3	<b>ARIZA SIKLIĞI</b>		Oldukça Önemli	Önemli
Bakım Maliyeti	5	<b>TEŞHİS EDİLEBİLİRLİK</b>	Oldukça Önemsiz		Biraz Önemsiz
Uygulama Maliyeti	13	<b>TAMİR SÜRESİ</b>	Önemsiz	Biraz Önemli	
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
<b>Arıza Karakteri</b>	<b>39</b>				

Hesapla

Şekil 3.38: Arıza karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Rekabet Avantajı**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		<b>KALİTE</b>	<b>MÜŞTERİ ALGISI</b>	<b>BİLGİ DÜZEYİNE KATKI</b>
Maliyet	3	<b>KALİTE</b>		Biraz Önemli	Önemli
Bakım Maliyeti	5	<b>MÜŞTERİ ALGISI</b>	Biraz Önemsiz		Biraz Önemli
Uygulama Maliyeti	13	<b>BİLGİ DÜZEYİNE KATKI</b>	Önemsiz	Biraz Önemsiz	
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				
<b>Rekabet Avantajı</b>	<b>49</b>				
Çalışma Morali	57				

Hesapla

Şekil 3.39: Rekabet avantajı ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması



**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Çalışma Morali**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		MOTİVASYON	EKİPMANI	EKİP RUHU
Maliyet	3		MOTİVASYON	Biraz Önemsiz	Biraz Önemsiz
Bakım Maliyeti	5		EKİPMANI SAHİPLENME	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Uygulama Maliyeti	13		EKİP RUHU	Biraz Önemli	Biraz Önemsiz
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				
Rekabet Avantajı	49				
<b>Çalışma Morali</b>	<b>57</b>				
Emniyet	65				

Hesapla

Şekil 3.40: Çalışma morali kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Emniyet**

Bakım Stratejilerinin Seçimi	1		ÇALIŞANA HASAR	ÇEVREYE HASAR	TESİSE HASAR
Maliyet	3		ÇALIŞANA HASAR	Kesinlikle Önemli	Kesinlikle Önemli
Bakım Maliyeti	5		ÇEVREYE HASAR	Kesinlikle Önemsiz	Önemsiz
Uygulama Maliyeti	13		TESİSE HASAR	Kesinlikle Önemsiz	Önemli
Uygulanabilirlik	21				
Uygulama Kolaylığı	23				
Ekipman Karakteri	31				
Arıza Karakteri	39				
Rekabet Avantajı	49				
<b>Çalışma Morali</b>	<b>57</b>				
<b>Emniyet</b>	<b>65</b>				

Hesapla

Şekil 3.41: Emniyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması

#### 3.4.4.6. Kriterlerin Ağırlıklarının Hesaplanması

Karar vericiler tarafından kriterler ikili kıyaslandıktan sonra elde edilen dilsel ikili karşılaştırma matrisleri 3.19, 3.20 ve 3.21 nolu denklemler kullanılarak bulanık sayılardan oluşan tek bir matris haline getirilir. Bulanık karşılaştırma matrisleri (3.27)-(3.30) nolu denklemlerden faydalanılarak duyarlılık testine tabi tutulur. Elde edilen bulanık karşılaştırma matrisindeki kriterlerin 3.20 nolu denklem kullanılarak ağırlıkları bulunur. Her bir kriter için bulanık karşılaştırma ve bulanık ağırlık matrisleri Şekil 3.42-Şekil 3.52'de verilmiştir.

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması								
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0432		
	MALİYET	UYGULANABİLİRLİK	REKABET AVANTAJI	ÇALIŞMA MORALİ	EMNİYET	Wi_0	Wi_1	Wi_2
MALİYET	1---1---1	1---1---3	1,442---3,557---5,593	2,08---4,217---6,257	0,48---1---1,442	0,0991	0,2611	0,6966
UYGULANABİLİRLİK	0,333---1---1	1---1---1	1,442---2,924---3,659	1,71---2,759---5,13	0,179---0,281---0,693	0,0770	0,1930	0,4626
REKABET AVANTAJI	0,179---0,281---0,693	0,273---0,342---0,693	1---1---1	0,894---1,613---2,465	0,164---0,231---0,523	0,0414	0,0840	0,2165
ÇALIŞMA MORALİ	0,16---0,237---0,48	0,195---0,362---0,585	0,405---0,62---1,119	1---1---1	0,121---0,147---0,212	0,0311	0,0573	0,1368
EMNİYET	0,693---1---2,08	1,442---3,557---5,593	1,913---4,327---6,082	4,718---6,804---8,277	1---1---1	0,1612	0,4045	0,9278

Şekil 3.42: Ana kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması								
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0000		
	BAKIM MALİYETİ	UYGULAMA MALİYETİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2			
BAKIM MALİYETİ	1---1---1	1,442---1,71---3,979	0,3660	0,6310	1,3482			
UYGULAMA MALİYETİ	0,251---0,585---0,693	1---1---1	0,1875	0,3690	0,4584			

Şekil 3.43: Maliyet ana kriterline bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması								
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0788		
	İŞGÜCÜ MALİYETİ	MALZEME MALİYETİ	KAYIP MALİYETİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2		
İŞGÜCÜ MALİYETİ	1---1---1	1,442---2,466---4,718	1,709---3,271---3,979	0,2507	0,5767	1,2255		
MALZEME MALİYETİ	0,212---0,405---0,693	1---1---1	0,894---1,613---2,465	0,1272	0,2584	0,5255		
KAYIP MALİYETİ	0,251---0,306---0,585	0,405---0,62---1,119	1---1---1	0,1000	0,1649	0,3417		

Şekil 3.44: Bakım maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması								
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0873		
	YAZILIM MALİYETİ	DONANIM MALİYETİ	EĞİTİM MALİYETİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2		
YAZILIM MALİYETİ	1---1---1	1---2,08---2,924	1---1---3	0,2077	0,4268	1,0111		
DONANIM MALİYETİ	0,342---0,48---1	1---1---1	0,693---1---2,08	0,1409	0,2594	0,5958		
EĞİTİM MALİYETİ	0,333---1---1	0,48---1---1,442	1---1---1	0,1255	0,3138	0,5026		

Şekil 3.45: Uygulama maliyeti kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları



Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0902
	UYGULAMA KOLAYLIĞI	EKİPMAN KARAKTERİ	ARIZA KARAKTERİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2
UYGULAMA KOLAYLIĞI	1---1---1	1---1,442---3,557	0,523---0,585---1,442	0,1631	0,3165	0,8851
EKİPMAN KARAKTERİ	0,281---0,693---1	1---1---1	0,281---0,693---1	0,1010	0,2495	0,4426
ARIZA KARAKTERİ	0,693---1,71---1,913	1---1,442---3,557	1---1---1	0,1741	0,4341	0,9546

Şekil 3.46:Uygulanabilirlik ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0885
	KALİFİKASYON	EĞİTİM İHTİYACI	DEĞİŞİM DÜZEYİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2
KALİFİKASYON	1---1---1	1,71---2,759---5,13	0,405---0,693---1,442	0,1561	0,3309	0,8279
EĞİTİM İHTİYACI	0,195---0,362---0,585	1---1---1	0,143---0,2---0,333	0,0670	0,1161	0,2097
DEĞİŞİM DÜZEYİ	0,693---1,442---2,466	3---5---7	1---1---1	0,2352	0,5531	1,1443

Şekil 3.47:Uygulama kolaylığı kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0996
	KOMPLEKS LİK	EKİPMAN ÖNEMİ	EKİPMANA ERİŞİM GÜÇLÜĞÜ	Wi_0	Wi_1	Wi_2
KOMPLEKS LİK	1---1---1	0,281---0,693---1	1---2,08---4,217	0,1231	0,3442	0,7983
EKİPMAN ÖNEMİ	1---1,442---3,557	1---1---1	2,08---2,924---5,278	0,2202	0,4896	1,2628
EKİPMANA ERİŞİM GÜÇLÜĞÜ	0,237---0,48---1	0,19---0,342---0,48	1---1---1	0,0770	0,1662	0,3184

Şekil 3.48:Ekipman karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0,0956
	ARIZA SIKLIĞI	TEŞHİS EDİLEBİLİRLİK	TAMİR SÜRESİ	Wi_0	Wi_1	Wi_2
ARIZA SIKLIĞI	1---1---1	0,843---1,185---2,759	0,693---2,08---2,924	0,1679	0,4387	1,0600
TEŞHİS EDİLEBİLİRLİK	0,362---0,843---1,185	1---1---1	0,48---1,442---1,71	0,1220	0,3379	0,6178
TAMİR SÜRESİ	0,342---0,48---1,442	0,585---0,693---2,08	1---1---1	0,1276	0,2235	0,7172

Şekil 3.49: Arıza karakteri kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıklar

Bulank Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0.0988
	KALİTE	MÜŞTERİ ALGISI	BİLGİ DÜZEYİNE KATKI	Wi_0	Wi_1	Wi_2
KALİTE	1---1---1	0,523---0,843---1,709	0,48---1,442---1,71	0,1395	0,3574	0,6929
MÜŞTERİ ALGISI	0,585---1,185---1,913	1---1---1	0,843---1,185---2,759	0,1691	0,3667	0,8893
BİLGİ DÜZEYİNE KATKI	0,585---0,693---2,08	0,362---0,843---1,185	1---1---1	0,1356	0,2759	0,6687

Şekil 3.50: Rekabet avantajı ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulank Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0.0883
	MOTİVASYON	EKİPMANI SAHİPLENME	EKİP RUHU	Wi_0	Wi_1	Wi_2
MOTİVASYON	1---1---1	0,693---1,71---1,913	0,251---0,585---0,693	0,1315	0,3333	0,4959
EKİPMANI SAHİPLENME	0,523---0,585---1,442	1---1---1	0,362---0,585---1	0,1275	0,2195	0,4734
EKİP RUHU	1,442---1,71---3,979	1---1,71---2,759	1---1---1	0,2328	0,4471	1,0642

Şekil 3.51: Çalışma morali ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulank Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması						
Güncelle		Toplu Hesapla		Temizle		Tutarlılık Oranı: 0.0748
	ÇALIŞANA HASAR	ÇEVREYE HASAR	TESİSE HASAR	Wi_0	Wi_1	Wi_2
ÇALIŞANA HASAR	1---1---1	6,257---8,277---9	6,257---8,277---9	0,5350	0,8040	1,1342
ÇEVREYE HASAR	0,111---0,121---0,16	1---1---1	0,493---0,822---1,913	0,0635	0,0890	0,1834
TESİSE HASAR	0,111---0,121---0,16	0,523---1,216---2,027	1---1---1	0,0647	0,1070	0,1902

Şekil 3.52: Emniyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

#### 3.4.4.7. Alternatiflerin Kıyaslanması

“Alternatif Karşılaştırma Formu” (Şekil 3.53) aracılığıyla Tablo 3.50’deki dilsel değişkenler kullanılarak her bir alternatif, kriterleri karşılama derecesine göre birbirleriyle ikili olarak kıyaslanır Her bir karar verici ayrı ayrı bu kıyaslama işlemi yapar. Bir karar vericinin yapmış olduğu ikili kıyaslamalar Şekil 3.54-Şekil 3.77’de verilmiştir

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Aktif Başlık : İşgücü Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım						
Periyodik Bakım						
Duruma Dayalı Bakım						
Kestirimci Bakım						
Güvenilirlik Merkezli Bakım						
Toplam Verimli Bakım						

**Parametre Listesi**

Kesirlik	Kesirlik
Çok Fazla	Çok Fazla
Oldukça	Oldukça
Önemli	Önemli
Biraz	Biraz Önemli
Eğit	Eğit
Biraz Önemli	Biraz
Önemli	Önemli
Oldukça	Oldukça
Çok Fazla	Çok Fazla

Hesapla

Temizle

Şekil 3.53: Alternatif karşılaştırma formu

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: İşgücü Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemli	Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	

Hesapla

Temizle

Şekil 3.54: İşgücü maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Malzeme Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Önemli		Önemli	Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli
Kestirimci Bakım	Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Oldukça Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	

Hesapla

Temizle

Şekil 3.55: Malzeme maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: İşletme Kaybı Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Oldukça Önemli		Önemli	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli
Kestirimci Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla

Temizle

Şekil 3.56: İşletme kaybı maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Yazılım Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Oldukça Önemli	Biraz Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli		Önemli
Toplam Verimli Bakım	Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.57: Yazılım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Donanım Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli
Kestirimci Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli		Çok Fazla Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli		Biraz Önemli
Toplam Verimli Bakım	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.58: Donanım maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Eğitim Maliyeti

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Kesinlikle Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Oldukça Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Kestirimci Bakım	Çok Fazla Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli
Toplam Verimli Bakım	Kesinlikle Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.59: Eğitim maliyetine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Eleman Kalifikasyonu

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.60: Eleman kalifikasyonuna göre alternatiflerin karşılaştırılması



**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Eğitim İhtiyacı

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Çok Fazla Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli		Önemli	Biraz Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Önemli	Biraz Önemli	Önemli	Önemli		Oldukça Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	

Hesapla

← →

✖ Temizle

Şekil 3.61: Eğitim ihtiyacına göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Gerekirdiği Değişim Düzeyi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Kesinlikle Önemli
Periyodik Bakım	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Çok Fazla Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Biraz Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Oldukça Önemli
Toplam Verimli Bakım	Kesinlikle Önemli	Çok Fazla Önemli	Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	

Hesapla

← →

✖ Temizle

Şekil 3.62: Gerekirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Ekipmanın Komplekslik Düzeyi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Çok Fazla Önemli
Periyodik Bakım	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Önemli	Oldukça Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Kesinlikle Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	

Hesapla

← →

✖ Temizle

Şekil 3.63: Ekipmanın Komplekslik düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Ekipmanın Prosesteki Önemi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli
Periyodik Bakım	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli
Duruma Dayalı Bakım	Önemli	Biraz Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Oldukça Önemli
Toplam Verimli Bakım	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli	Oldukça Önemli	

Hesapla

← →

✖ Temizle

Şekil 3.64: Ekipmanın prosesteki önemine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Ekipmanın Erişim Güçlüğü

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz
Periyodik Bakım	Önemli		Önemsiz	Biraz Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Önemsiz
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli		Önemsiz	Önemsiz
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Biraz Önemli
Toplam Verimli Bakım	Çok Fazla Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Biraz Önemsiz	

Hesapla Temizle

Şekil 3.65: Ekipmana erişim güçlüğüne göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Arıza Sıklığı

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz	Kesinlikle Önemsiz
Periyodik Bakım	Önemli		Önemsiz	Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemsiz	Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Önemsiz	Önemsiz
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Biraz Önemsiz
Toplam Verimli Bakım	Kesinlikle Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Fazla Önemli	Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.66: Arıza sıklığına göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Arızanın Teşhis Edilebilirliği

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz
Periyodik Bakım	Önemli		Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Biraz Önemsiz	Önemsiz
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Önemsiz	Biraz Önemli	Biraz Önemli
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Oldukça Önemli	Önemli		Önemli	Önemli
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Oldukça Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemsiz	Önemsiz		Biraz Önemsiz
Toplam Verimli Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemsiz	Önemsiz	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.67: Arızanın teşhis edilebilirliğine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Tamir Süresi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Düzeltilici Bakım		Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz	Kesinlikle Önemsiz
Periyodik Bakım	Önemli		Önemsiz	Önemsiz	Oldukça Önemsiz	Çok Fazla Önemsiz
Duruma Dayalı Bakım	Oldukça Önemli	Önemli		Biraz Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz
Kestirimci Bakım	Oldukça Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Önemsiz	Biraz Önemsiz
Güvenilirlik Merkezli Bakım	Çok Fazla Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Önemli		Biraz Önemsiz
Toplam Verimli Bakım	Kesinlikle Önemli	Çok Fazla Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Biraz Önemli	

Hesapla Temizle

Şekil 3.68: Tamir süresine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi	35					
Ekipmanın Erşim Güçlüğü	37					
Arıza Sıklığı	41					
Arzaman Teşhis Edilebilirliği	43					
Tamir Süresi	45					
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	51					
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	53					
Bilgi Düzeyine Katkı	55					
Motivasyon	59					
Ekipmanı Sahiplenme	61					
Ekip Ruhu	63					

Hesapla

← →

Temizle

Şekil 3.69: İşletme/üretim düzeyine katkı kalitesine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Müşteri Algısına Etki Düzeyi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi	35					
Ekipmanın Erşim Güçlüğü	37					
Arıza Sıklığı	41					
Arzaman Teşhis Edilebilirliği	43					
Tamir Süresi	45					
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	51					
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	53					
Bilgi Düzeyine Katkı	55					
Motivasyon	59					
Ekipmanı Sahiplenme	61					
Ekip Ruhu	63					

Hesapla

← →

Temizle

Şekil 3.70: Müşteri algısına etki düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Bilgi Düzeyine Katkı

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi	35					
Ekipmanın Erşim Güçlüğü	37					
Arıza Sıklığı	41					
Arzaman Teşhis Edilebilirliği	43					
Tamir Süresi	45					
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	51					
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	53					
Bilgi Düzeyine Katkı	55					
Motivasyon	59					
Ekipmanı Sahiplenme	61					
Ekip Ruhu	63					

Hesapla

← →

Temizle

Şekil 3.71: Bilgi düzeyine katkısına göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

Kriter: Motivasyon

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi	35					
Ekipmanın Erşim Güçlüğü	37					
Arıza Sıklığı	41					
Arzaman Teşhis Edilebilirliği	43					
Tamir Süresi	45					
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	51					
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	53					
Bilgi Düzeyine Katkı	55					
Motivasyon	59					
Ekipmanı Sahiplenme	61					
Ekip Ruhu	63					

Hesapla

← →

Temizle

Şekil 3.72: Motivasyona etkisine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

**Kriter: Ekipmanı Sahiplenme** Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanın Enjün Güçlüğü		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arıza Sıklığı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arzaman Teşhis Edilebilirliği		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Tamir Süresi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
İşleme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Müşteri Algısına Etki Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Bilgi Düzeyine Katkı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Motivasyon		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanı Sahiplenme		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekip Ruhu		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli

Hesapla ← → Temizle

Şekil 3.73: Ekipmanı sahiplenme düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

**Kriter: Ekip Ruhu** Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanın Enjün Güçlüğü		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arıza Sıklığı		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arzaman Teşhis Edilebilirliği		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Tamir Süresi		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
İşleme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Müşteri Algısına Etki Düzeyi		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Bilgi Düzeyine Katkı		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Motivasyon		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanı Sahiplenme		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekip Ruhu		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli

Hesapla ← → Temizle

Şekil 3.74: Ekip ruhuna katkısına göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

**Kriter: Çalışana Hasar Düzeyi** Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanın Enjün Güçlüğü		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arıza Sıklığı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arzaman Teşhis Edilebilirliği		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Tamir Süresi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
İşleme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Müşteri Algısına Etki Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Bilgi Düzeyine Katkı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Motivasyon		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanı Sahiplenme		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekip Ruhu		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli

Hesapla ← → Temizle

Şekil 3.75: Çalışana verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

**Alternatif Karşılaştırma Formu**

**Kriter: Tesise Hasar Düzeyi** Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosedeki Önemi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanın Enjün Güçlüğü		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arıza Sıklığı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Arzaman Teşhis Edilebilirliği		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Tamir Süresi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
İşleme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Müşteri Algısına Etki Düzeyi		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Bilgi Düzeyine Katkı		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Motivasyon		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekipmanı Sahiplenme		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
Ekip Ruhu		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli

Hesapla ← → Temizle

Şekil 3.76: Tesise verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması



Alternatif Karşılaştırma Formu

Kriter: Çevreye Hasar Düzeyi

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım
Ekipmanın Prosetteki Önemi	35					
Ekipmanın Erişim Güçlüğü	37					
Arıza Sıklığı	41					
Arızanın Teşhis Edilebilirliği	43					
Tamir Süresi	45					
İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi	51					
Müşteri Algısına Etki Düzeyi	53					
Bilgi Düzeyine Katkı	55					
Molivasyon	58					
Ekipmanı Sahiplenme	61					
Ekip Ruhu	63					
<b>Düzeltilici Bakım</b>		Önemli	Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
<b>Periyodik Bakım</b>	Önemli		Biraz Önemli	Önemli	Önemli	Önemli
<b>Duruma Dayalı Bakım</b>	Önemli	Biraz Önemli		Önemli	Önemli	Önemli
<b>Kestirimci Bakım</b>	Önemli	Önemli	Önemli		Önemli	Önemli
<b>Güvenilirlik Merkezli Bakım</b>	Önemli	Önemli	Önemli	Biraz Önemli		Önemli
<b>Toplam Verimli Bakım</b>	Önemli	Önemli	Önemli	Biraz Önemli	Önemli	

Hesapla

Temizle

Şekil 3.77: Çevreye verilen hasar düzeyine göre alternatiflerin karşılaştırılması

#### 3.4.4.8. Alternatiflerin Bulanık Ağırlıklarının Hesaplanması

Çok sayıda karar verici tarafından kriterler ikili kıyaslandıktan sonra elde edilen dilsel ikili karşılaştırma matrisleri 3.19, 3.20 ve 3.21 nolu denklemler kullanılarak bulanık sayılardan oluşan tek bir matris haline getirilir. Bulanık karşılaştırma matrisleri (3.27)-(3.30) nolu denklemlerden faydalanılarak duyarlılık testine tabi tutulur. Elde edilen bulanık karşılaştırma matrisindeki alternatiflerin 3.25 nolu denklem kullanılarak ağırlıkları bulunur. Her bir alternatif için bulanık karşılaştırma ve bulanık ağırlık matrisleri Şekil 3.78-Şekil 3.101'de verilmiştir.

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriter: İşgücü Maliyeti

Güncelle

Toplu Hesapla

Temizle

Tutarlılık Oranı: 0,0353

Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
<b>Düzeltilici Bakım</b>	1---1---1	0,2---0,333---1	0,179---0,281---0,693	0,16---0,237---0,48	0,131---0,179---0,281	0,111---0,131---0,179	0,0192	0,0366	0,1047
<b>Periyodik Bakım</b>	1---3---5	1---1---1	0,48---1---1,442	0,342---0,48---1,442	0,237---0,48---1	0,16---0,237---0,48	0,0347	0,1051	0,2986
<b>Duruma Dayalı Bakım</b>	1,442---3,557---5,593	0,693---1---2,08	1---1---1	0,237---0,48---1	0,281---0,693---1	0,16---0,237---0,48	0,0411	0,1181	0,3214
<b>Kestirimci Bakım</b>	2,08---4,217---6,257	0,693---2,08---2,924	1---2,08---4,217	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,0575	0,1841	0,4725
<b>Güvenilirlik Merkezli Bakım</b>	3,557---5,593---7,612	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	1---1---3	1---1---1	0,237---0,48---1	0,0839	0,1966	0,5874
<b>Toplam Verimli Bakım</b>	5,593---7,612---9	2,08---4,217---6,257	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---2,08---4,217	1---1---1	0,1373	0,3595	0,8918

Şekil 3.78: İşgücü maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriter: Malzeme Maliyeti

Güncelle

Toplu Hesapla

Temizle

Tutarlılık Oranı: 0,0384

Çıkış

	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
<b>Düzeltilici Bakım</b>	0,2---0,333---1	0,179---0,281---0,693	0,16---0,237---0,48	0,143---0,2---0,333	0,111---0,143---0,2	0,0193	0,0374	0,1071
<b>Periyodik Bakım</b>	1---1---1	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,2---0,333---1	0,143---0,2---0,333	0,0308	0,0973	0,2697
<b>Duruma Dayalı Bakım</b>	1---1,442---3,557	1---1---1	0,405---0,693---1,442	0,405---1---1,71	0,16---0,237---0,48	0,0475	0,1352	0,3982
<b>Kestirimci Bakım</b>	1---2,08---4,217	0,693---1,442---2,466	1---1---1	0,48---1---1,442	0,237---0,48---1	0,0591	0,1743	0,4734
<b>Güvenilirlik Merkezli Bakım</b>	1---3---5	0,585---1---2,466	0,693---1---2,08	1---1---1	0,251---0,585---0,693	0,0703	0,1976	0,5270
<b>Toplam Verimli Bakım</b>	3---5---7	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1,442---1,71---3,979	1---1---1	0,1456	0,3582	0,9089

Şekil 3.79: Malzeme maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması									
Kriter: İşletme Kaybı Maliyeti									
Tutarlılık Oranı: 0,0415									
	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,212---0,405---0,693	0,179---0,281---0,693	0,131---0,179---0,281	0,111---0,143---0,2	0,111---0,131---0,179	0,0172	0,0317	0,0721
Periyodik Bakım	1,442---2,466---4,718	1---1---1	0,281---0,693---1	0,179---0,281---0,693	0,143---0,2---0,333	0,131---0,179---0,281	0,0314	0,0715	0,1899
Duruma Dayalı Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,2---0,333---1	0,16---0,237---0,48	0,0403	0,1078	0,2988
Kestirimci Bakım	3,557---5,593---7,612	1,442---3,557---5,593	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,212---0,405---0,693	0,0740	0,1883	0,4603
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5---7---9	3---5---7	1---3---5	1---1,442---3,557	1---1---1	0,405---0,693---1,442	0,1127	0,2692	0,6388
Toplam Verimli Bakım	5,593---7,612---9	3,557---5,593---7,612	2,08---4,217---6,257	1,442---2,466---4,718	0,693---1,442---2,466	1---1---1	0,1419	0,3314	0,7347

Şekil 3.80: İşletme kaybı maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması									
Kriter: Yazılım Maliyeti									
Tutarlılık Oranı: 0,0391									
	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	1---1,442---3,557	2,08---4,217---6,257	3,557---5,593---7,612	0,843---1,185---2,759	0,693---2,08---2,924	0,1136	0,3172	0,8645
Periyodik Bakım	0,281---0,693---1	1---1---1	1---3---5	2,08---2,924---5,278	1---1---3	1---3---5	0,0788	0,2375	0,7271
Duruma Dayalı Bakım	0,16---0,237---0,48	0,2---0,333---1	1---1---1	0,585---0,693---2,08	0,342---0,48---1,442	0,342---0,693---1,71	0,0326	0,0702	0,2765
Kestirimci Bakım	0,131---0,179---0,281	0,19---0,342---0,48	0,48---1,442---1,71	1---1---1	0,273---0,493---0,822	0,342---0,48---1,442	0,0299	0,0805	0,2056
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,212---0,405---0,693	0,333---1---1	0,693---2,08---2,924	1,216---2,027---3,659	1---1---1	0,342---0,48---1,442	0,0470	0,1429	0,3843
Toplam Verimli Bakım	0,342---0,48---1,442	0,2---0,333---1	0,585---1,442---2,924	0,693---2,08---2,924	0,693---2,08---2,924	1---1---1	0,0435	0,1516	0,4380

Şekil 3.81: Yazılım maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması									
Kriter: Donanım Maliyeti									
Tutarlılık Oranı: 0,0417									
	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,693---1---2,08	3,979---6,062---7,612	4,718---6,804---8,277	1,913---3---5,13	0,693---2,08---2,924	0,1450	0,3298	0,6978
Periyodik Bakım	0,48---1---1,442	1---1---1	1,442---3,557---5,593	2,08---4,217---6,257	1---1---3	1---1---3	0,0781	0,1945	0,5240
Duruma Dayalı Bakım	0,131---0,164---0,251	0,179---0,281---0,693	1---1---1	0,693---1---2,08	0,251---0,306---0,585	0,143---0,2---0,333	0,0267	0,0487	0,1276
Kestirimci Bakım	0,121---0,147---0,212	0,16---0,237---0,48	0,48---1---1,442	1---1---1	0,16---0,273---0,342	0,16---0,237---0,48	0,0232	0,0478	0,1022
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,195---0,333---0,523	0,333---1---1	1,709---3,271---3,979	2,924---3,659---6,24	1---1---1	0,333---1---1	0,0724	0,1695	0,3549
Toplam Verimli Bakım	0,342---0,48---1,442	0,333---1---1	3---5---7	2,08---4,217---6,257	1---1---3	1---1---1	0,0865	0,2097	0,5087

Şekil 3.82: Donanım maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması									
Kriter: Eğitim Maliyeti									
Tutarlılık Oranı: 0,0624									
	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	1---1,442---3,557	3---5---7	5,593---7,612---9	2,08---4,217---6,257	6,257---8,277---9	0,2052	0,4418	0,8933
Periyodik Bakım	0,281---0,693---1	1---1---1	1---3---5	1,442---3,557---5,593	1---1---3	4,217---6,257---8,277	0,0969	0,2487	0,5954
Duruma Dayalı Bakım	0,143---0,2---0,333	0,2---0,333---1	1---1---1	1---1---3	0,405---1---1,71	1---2,08---4,217	0,0406	0,0900	0,2809
Kestirimci Bakım	0,111---0,131---0,179	0,179---0,281---0,693	0,333---1---1	1---1---1	0,585---0,693---2,08	0,693---1---2,08	0,0314	0,0658	0,1754
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,16---0,237---0,48	0,333---1---1	0,585---1---2,466	0,48---1,442---1,71	1---1---1	0,585---0,693---2,08	0,0341	0,0862	0,2179
Toplam Verimli Bakım	0,111---0,121---0,16	0,121---0,16---0,237	0,237---0,48---1	0,48---1---1,442	0,48---1,442---1,71	1---1---1	0,0263	0,0674	0,1384

Şekil 3.83: Eğitim maliyeti kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Eleman Kalifikasyonu**    Tutarlılık Oranı: **0,0302**

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,693---1---2,08	0,342---0,693---1,71	0,273---0,493---0,822	0,342---0,48---1,442	0,405---0,62---1,119	0,0458	0,1104	0,3520
Periyodik Bakım	0,48---1---1,442	1---1---1	0,48---1---1,442	0,342---0,48---1,442	0,48---1---1,442	0,342---0,693---1,71	0,0468	0,1332	0,3652
Duruma Dayalı Bakım	0,585---1,442---2,924	0,693---1---2,08	1---1---1	0,333---1---1	0,48---1---1,442	0,405---1---1,71	0,0524	0,1659	0,4375
Kestirimci Bakım	1,216---2,027---3,659	0,693---2,08---2,924	1---1---3	1---1---1	1---1,442---3,557	0,693---2,08---2,924	0,0839	0,2479	0,7350
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,693---2,08---2,924	0,693---1---2,08	0,693---1---2,08	0,281---0,693---1	1---1---1	0,48---1---1,442	0,0575	0,1744	0,4534
Toplam Verimli Bakım	0,894---1,613---2,465	0,585---1,442---2,924	0,585---1---2,466	0,342---0,48---1,442	0,693---1---2,08	1---1---1	0,0614	0,1683	0,5331

Şekil 3.84: Eleman kalifikasyonu kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Eğitim İhtiyacı**    Tutarlılık Oranı: **0,0270**

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,48---1---1,442	0,523---1,216---2,027	0,693---1,29---1,913	0,585---1,442---2,924	0,822---1,443---2,08	0,0639	0,1919	0,4843
Periyodik Bakım	0,693---1---2,08	1---1---1	0,693---2,08---2,924	0,843---1,709---3,271	1---1,71---2,759	1,29---1,913---2,758	0,0860	0,2443	0,6292
Duruma Dayalı Bakım	0,493---0,822---1,913	0,342---0,48---1,442	1---1---1	0,48---1---1,442	0,585---0,693---2,08	0,585---1---2,466	0,0543	0,1297	0,4399
Kestirimci Bakım	0,523---0,775---1,442	0,306---0,585---1,185	0,693---1---2,08	1---1---1	0,585---1---2,466	0,693---1,442---2,466	0,0592	0,1506	0,4525
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,342---0,693---1,71	0,362---0,585---1	0,48---1,442---1,71	0,405---1---1,71	1---1---1	1---1,71---2,759	0,0559	0,1669	0,4206
Toplam Verimli Bakım	0,481---0,693---1,216	0,362---0,523---0,775	0,405---1---1,71	0,405---0,693---1,442	0,362---0,585---1	1---1---1	0,0470	0,1167	0,3038

Şekil 3.85: Eğitim ihtiyacı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Gerektirdiği Değişim Düzeyi**    Tutarlılık Oranı: **0,0433**

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	1---2,08---4,217	2,08---4,217---6,257	3---5---7	1,442---2,466---4,718	6,257---8,277---9	0,1608	0,3843	0,8287
Periyodik Bakım	0,237---0,48---1	1---1---1	1---1,442---3,557	1---1---3	1---1,442---3,557	4,217---6,257---8,277	0,0920	0,1938	0,5249
Duruma Dayalı Bakım	0,16---0,237---0,48	0,281---0,693---1	1---1---1	1---1---3	1---1---3	2,08---4,217---6,257	0,0601	0,1359	0,3794
Kestirimci Bakım	0,143---0,2---0,333	0,333---1---1	0,333---1---1	1---1---1	0,693---1---2,08	2,08---4,217---6,257	0,0499	0,1404	0,3004
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,212---0,405---0,693	0,281---0,693---1	0,333---1---1	0,48---1---1,442	1---1---1	1,442---2,466---4,718	0,0408	0,1095	0,2536
Toplam Verimli Bakım	0,111---0,121---0,16	0,121---0,16---0,237	0,16---0,237---0,48	0,16---0,237---0,48	0,212---0,405---0,693	1---1---1	0,0192	0,0360	0,0785

Şekil 3.86: Gerektirdiği değişim düzeyine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Ekipmanın Komplekslik Düzeyi**    Tutarlılık Oranı: **0,0478**

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,2---0,333---1	0,16---0,237---0,48	0,147---0,212---0,405	0,111---0,131---0,179	0,121---0,147---0,212	0,0175	0,0316	0,0848
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---1	0,281---0,693---1	0,2---0,333---1	0,131---0,179---0,281	0,16---0,237---0,48	0,0278	0,0835	0,2269
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---1,442---3,557	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,2---0,333---1	0,0487	0,1299	0,3577
Kestirimci Bakım	2,466---4,718---6,804	1---3---5	1---1---3	1---1---1	0,2---0,333---1	0,212---0,405---0,693	0,0590	0,1604	0,4531
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5,593---7,612---9	3,557---5,593---7,612	1---2,08---4,217	1---3---5	1---1---1	0,585---1---2,466	0,1279	0,3111	0,7586
Toplam Verimli Bakım	4,718---6,804---8,277	2,08---4,217---6,257	1---3---5	1,442---2,466---4,718	0,405---1---1,71	1---1---1	0,1069	0,2835	0,6982

Şekil 3.87: Ekipmanın Komplekslik düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları



**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: Ekipmanın Prosesteği Önemi

Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0728 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---	0,179---0,281---0,693	0,16---0,237---0,48	0,121---0,16---0,237	0,111---0,131---0,179	0,121---0,16---0,237	0,0159	0,0273	0,0622
Periyodik Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1---	0,237---0,48---1	0,16---0,237---0,48	0,131---0,179---0,281	0,131---0,179---0,281	0,0292	0,0782	0,1901
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---1---	0,251---0,585---0,693	0,16---0,237---0,48	0,16---0,237---0,48	0,0438	0,1160	0,2889
Kestirimci Bakım	4,217---6,257---8,277	2,08---4,217---6,257	1,442---1,71---3,979	1---1---	0,237---0,48---1	0,237---0,48---1	0,0867	0,1963	0,4735
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5,593---7,612---9	3,557---5,593---7,612	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---1---	1,442---1,71---3,979	0,1381	0,3083	0,7057
Toplam Verimli Bakım	4,217---6,257---8,277	3,557---5,593---7,612	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	0,251---0,585---0,693	1---1---	0,1140	0,2739	0,6175

Şekil 3.88: Ekipmanın prosesteği önemi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: Ekipmanın Erişim Güçlüğü

Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0518 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---	0,2---0,333---1	0,143---0,2---0,333	0,121---0,16---0,237	0,111---0,131---0,179	0,111---0,143---0,2	0,0164	0,0284	0,0667
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---	0,237---0,48---1	0,19---0,342---0,48	0,121---0,16---0,237	0,16---0,237---0,48	0,0263	0,0754	0,1854
Duruma Dayalı Bakım	3---5---7	1---2,08---4,217	1---1---	0,251---0,585---0,693	0,179---0,281---0,693	0,179---0,281---0,693	0,0545	0,1333	0,3234
Kestirimci Bakım	4,217---6,257---8,277	2,08---2,924---5,278	1,442---1,71---3,979	1---1---	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,0899	0,1888	0,4645
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5,593---7,612---9	4,217---6,257---8,277	1,442---3,557---5,593	1---1,442---3,557	1---1---	0,693---1---2,08	0,1354	0,3016	0,6675
Toplam Verimli Bakım	5---7---9	2,08---4,217---6,257	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	0,48---1---1,442	1---1---	0,1068	0,2725	0,6223

Şekil 3.89: Ekipmanın erişim güçlüğü göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: Arıza Sıklığı

Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0566 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---	0,2---0,333---1	0,143---0,2---0,333	0,121---0,16---0,237	0,111---0,143---0,2	0,111---0,121---0,16	0,0158	0,0266	0,0636
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---	0,281---0,693---1	0,164---0,251---0,585	0,131---0,179---0,281	0,131---0,179---0,281	0,0254	0,0720	0,1768
Duruma Dayalı Bakım	3---5---7	1---1,442---3,557	1---1---	0,281---0,693---1	0,164---0,251---0,585	0,147---0,212---0,405	0,0526	0,1168	0,2941
Kestirimci Bakım	4,217---6,257---8,277	1,71---3,979---6,082	1---1,442---3,557	1---1---	0,237---0,48---1	0,2---0,333---1	0,0786	0,1833	0,4540
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5---7---9	3,557---5,593---7,612	1,71---3,979---6,082	1---2,08---4,217	1---1---	0,48---1---1,442	0,1198	0,2806	0,6372
Toplam Verimli Bakım	6,257---8,277---9	3,557---5,593---7,612	2,466---4,718---6,804	1---3---5	0,693---1---2,08	1---1---	0,1407	0,3205	0,6837

Şekil 3.90: Arıza sıklığı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: Arızanın Teşhis Edilebilirliği

Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0367 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---	0,237---0,48---1	0,16---0,237---0,48	0,131---0,179---0,281	0,16---0,237---0,48	0,179---0,281---0,693	0,0215	0,0451	0,1334
Periyodik Bakım	1---2,08---4,217	1---1---	0,281---0,693---1	0,179---0,281---0,693	0,212---0,405---0,693	0,2---0,333---1	0,0331	0,0895	0,2918
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---1,442---3,557	1---1---	0,237---0,48---1	0,585---1---2,466	0,585---0,693---2,08	0,0633	0,1650	0,5550
Kestirimci Bakım	3,557---5,593---7,612	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	1---1---	1---2,466---3,271	0,693---2,08---2,924	0,1002	0,3135	0,8350
Güvenilirlik Merkezli Bakım	2,08---4,217---6,257	1,442---2,466---4,718	0,405---1---1,71	0,306---0,405---1	1---1---	0,48---1,442---1,71	0,0659	0,1968	0,5561
Toplam Verimli Bakım	1,442---3,557---5,593	1---3---5	0,48---1,442---1,71	0,342---0,48---1,442	0,585---0,693---2,08	1---1---	0,0859	0,1901	0,5707

Şekil 3.91: Arızanın teşhis edilebilirliği kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Tamir Süresi** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0477 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---1	0,2---0,333---1	0,16---0,237---0,48	0,143---0,2---0,333	0,121---0,16---0,237	0,121---0,147---0,212	0,0174	0,0317	0,0845
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---1	0,237---0,48---1	0,179---0,281---0,693	0,147---0,212---0,405	0,131---0,179---0,281	0,0269	0,0785	0,2171
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---1---1	0,281---0,693---1	0,2---0,333---1	0,179---0,281---0,693	0,0474	0,1312	0,3670
Kestirimci Bakım	3---5---7	1,442---3,557---5,593	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,0695	0,1856	0,4961
Güvenilirlik Merkezli Bakım	4,217---6,257---8,277	2,466---4,718---6,804	1---3---5	1---1,442---3,557	1---1---1	0,48---1,442---1,71	0,1015	0,2723	0,6825
Toplam Verimli Bakım	4,718---6,804---8,277	3,557---5,593---7,612	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	0,585---0,693---2,08	1---1---1	0,1229	0,3008	0,7455

Şekil 3.92: Tamir süresi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **İşletme/Üretim Kalitesine Katkı Düzeyi** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0546 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---1	0,2---0,333---1	0,16---0,237---0,48	0,16---0,237---0,48	0,131---0,179---0,281	0,111---0,121---0,143	0,0175	0,0313	0,0870
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---1	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,179---0,281---0,693	0,131---0,179---0,281	0,0281	0,0840	0,2307
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---1,442---3,557	1---1---1	0,237---0,48---1	0,2---0,333---1	0,16---0,237---0,48	0,0465	0,1149	0,3417
Kestirimci Bakım	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---2,08---4,217	1---1---1	0,405---0,693---1,442	0,2---0,333---1	0,0565	0,1551	0,4661
Güvenilirlik Merkezli Bakım	3,557---5,593---7,612	1,442---3,557---5,593	1---3---5	0,693---1,442---2,466	1---1---1	0,179---0,281---0,693	0,0782	0,2217	0,5749
Toplam Verimli Bakım	7---9---9	3,557---5,593---7,612	2,08---4,217---6,257	1---3---5	1,442---3,557---5,593	1---1---1	0,1598	0,3931	0,8859

Şekil 3.93: İşletme/üretim kalitesine katkı düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Müşteri Algısına Etki Düzeyi** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0446 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---1	0,179---0,281---0,693	0,16---0,237---0,48	0,131---0,179---0,281	0,131---0,179---0,281	0,111---0,121---0,143	0,0174	0,0304	0,0687
Periyodik Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,2---0,333---1	0,111---0,143---0,2	0,0337	0,0993	0,2323
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---1---3	1---1---1	0,281---0,693---1	0,281---0,693---1	0,143---0,2---0,333	0,0486	0,1190	0,2987
Kestirimci Bakım	3,557---5,593---7,612	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	1---1---1	0,48---1,442---1,71	0,251---0,585---0,693	0,0740	0,1851	0,4458
Güvenilirlik Merkezli Bakım	3,557---5,593---7,612	1---3---5	1---1,442---3,557	0,585---0,693---2,08	1---1---1	0,2---0,333---1	0,0745	0,1839	0,4804
Toplam Verimli Bakım	6,257---8,277---9	5---7---9	3---5---7	1,442---1,71---3,979	1---2,08---4,217	1---1---1	0,1797	0,3822	0,8113

Şekil 3.94: Müşteri algısına etki düzeyine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Bilgi Düzeyine Katkı** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0475 Çıkış

	Düzeltilci Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilci Bakım	1---1---1	0,306---0,405---1	0,19---0,342---0,48	0,147---0,212---0,405	0,2---0,333---1	0,147---0,212---0,405	0,0230	0,0478	0,1482
Periyodik Bakım	1---2,466---3,271	1---1---1	0,281---0,693---1	0,2---0,333---1	0,2---0,333---1	0,195---0,362---0,585	0,0332	0,0990	0,2713
Duruma Dayalı Bakım	2,08---2,924---5,278	1---1,442---3,557	1---1---1	0,2---0,333---1	0,405---0,693---1,442	0,333---0,523---0,843	0,0579	0,1319	0,4531
Kestirimci Bakım	2,466---4,718---6,804	1---3---5	1---3---5	1---1---1	1---1,442---3,557	0,693---2,08---2,924	0,0827	0,2908	0,8387
Güvenilirlik Merkezli Bakım	1---3---5	1---3---5	0,693---1,442---2,466	0,281---0,693---1	1---1---1	0,237---0,48---1	0,0486	0,1835	0,5341
Toplam Verimli Bakım	2,466---4,718---6,804	1,71---2,759---5,13	1,185---1,913---3	0,342---0,48---1,442	1---2,08---4,217	1---1---1	0,0889	0,2471	0,7457

Şekil 3.95: Bilgi düzeyine katkı kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Motivasyon** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0430 Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,251---0,585---0,693	0,251---0,585---0,693	0,179---0,281---0,693	0,179---0,281---0,693	0,111---0,131---0,179	0,0223	0,0522	0,1113
Periyodik Bakım	1,442---1,71---3,979	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,333---1---1	0,131---0,179---0,281	0,0393	0,0980	0,2328
Duruma Dayalı Bakım	1,442---1,71---3,979	1---1---3	1---1---1	0,333---1---1	0,281---0,693---1	0,143---0,2---0,333	0,0474	0,1023	0,2906
Kestirimci Bakım	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	1---1---3	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,0566	0,1664	0,4455
Güvenilirlik Merkezli Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1---3	1---1,442---3,557	1---1---3	1---1---1	0,237---0,48---1	0,0641	0,1547	0,4833
Toplam Verimli Bakım	5,593---7,612---9	3,557---5,593---7,612	3---5---7	1---2,08---4,217	1---2,08---4,217	1---1---1	0,1711	0,4264	0,9312

Şekil 3.96: Motivasyon kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Ekipmanı Sahiplenme** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0369 Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,281---0,693---1	0,212---0,405---0,693	0,179---0,281---0,693	0,2---0,333---1	0,111---0,121---0,16	0,0211	0,0468	0,1236
Periyodik Bakım	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,237---0,48---1	0,121---0,16---0,237	0,0306	0,0703	0,2119
Duruma Dayalı Bakım	1,442---2,466---4,718	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,405---0,693---1,442	0,147---0,212---0,405	0,0455	0,1076	0,3295
Kestirimci Bakım	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	1---1---1	0,693---1,442---2,466	0,16---0,237---0,48	0,0563	0,1613	0,4706
Güvenilirlik Merkezli Bakım	1---3---5	1---2,08---4,217	0,693---1,442---2,466	0,405---0,693---1,442	1---1---1	0,16---0,237---0,48	0,0453	0,1397	0,3970
Toplam Verimli Bakım	6,257---8,277---9	4,217---6,257---8,277	2,466---4,718---6,804	2,08---4,217---6,257	2,08---4,217---6,257	1---1---1	0,1926	0,4742	1,0220

Şekil 3.97: Ekipmanı sahiplenme kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Ekip Ruhu** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0454 Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,281---0,693---1	0,2---0,333---1	0,2---0,333---1	0,179---0,281---0,693	0,111---0,131---0,179	0,0214	0,0474	0,1329
Periyodik Bakım	1---1,442---3,557	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,237---0,48---1	0,121---0,147---0,212	0,0318	0,0778	0,2119
Duruma Dayalı Bakım	1---3---5	1---1---3	1---1---1	0,333---1---1	0,281---0,693---1	0,121---0,16---0,237	0,0405	0,1173	0,3065
Kestirimci Bakım	1---3---5	1---2,08---4,217	1---1---3	1---1---1	0,693---1---2,08	0,212---0,405---0,693	0,0532	0,1452	0,4361
Güvenilirlik Merkezli Bakım	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	0,48---1---1,442	1---1---1	0,237---0,48---1	0,0560	0,1636	0,4584
Toplam Verimli Bakım	5,593---7,612---9	4,718---6,804---8,277	4,217---6,257---8,277	1,442---2,466---4,718	1---2,08---4,217	1---1---1	0,1950	0,4487	0,9678

Şekil 3.98: Ekip ruhu kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

**Bulanık Alternatif Ağırlıklarının Hesaplanması**

Kriter: **Çalışana Hasar Düzeyi** Güncelle Toplu Hesapla Temizle Tutarlılık Oranı: 0,0569 Çıkış

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,179---0,281---0,693	0,16---0,237---0,48	0,147---0,212---0,405	0,111---0,131---0,179	0,147---0,195---0,362	0,0182	0,0322	0,0816
Periyodik Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1---1	0,333---1---1	0,237---0,48---1	0,121---0,16---0,237	0,164---0,231---0,523	0,0345	0,1005	0,2448
Duruma Dayalı Bakım	2,08---4,217---6,257	1---1---3	1---1---1	0,333---1---1	0,179---0,281---0,693	0,195---0,362---0,585	0,0501	0,1229	0,3281
Kestirimci Bakım	2,466---4,718---6,804	1---2,08---4,217	1---1---3	1---1---1	0,362---0,843---1,185	0,342---0,48---1,442	0,0645	0,1583	0,4620
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5,593---7,612---9	4,217---6,257---8,277	1,442---3,557---5,593	0,843---1,185---2,759	1---1---1	0,693---2,08---2,924	0,1442	0,3393	0,7736
Toplam Verimli Bakım	2,759---5,13---6,804	1,913---4,327---6,082	1,71---2,759---5,13	0,693---2,08---2,924	0,342---0,48---1,442	1---1---1	0,0881	0,2468	0,6120

Şekil 3.99: Çalışana hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları



	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,2---0,333---1	0,179---0,281---0,693	0,143---0,2---0,333	0,111---0,131---0,179	0,131---0,164---0,251	0,0168	0,0300	0,0805
Periyodik Bakım	1---3---5	1---1---1	0,281---0,693---1	0,16---0,237---0,48	0,111---0,143---0,2	0,164---0,251---0,585	0,0259	0,0757	0,1924
Duruma Dayalı Bakım	1,442---3,557---5,593	1---1,442---3,557	1---1---1	0,237---0,48---1	0,131---0,179---0,281	0,212---0,405---0,693	0,0383	0,1005	0,2823
Kestirimci Bakım	3---5---7	2,08---4,217---6,257	1---2,08---4,217	1---1---1	0,212---0,405---0,693	0,237---0,48---1	0,0717	0,1875	0,4695
Güvenilirlik Merkezli Bakım	5,593---7,612---9	5---7---9	3,557---5,593---7,612	1,442---2,466---4,718	1---1---1	1---3---5	0,1676	0,3794	0,8458
Toplam Verimli Bakım	3,979---6,082---7,612	1,71---3,979---6,082	1,442---2,466---4,718	1---2,08---4,217	0,2---0,333---1	1---1---1	0,0889	0,2268	0,5734

Şekil 3.100 Tesise hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

	Düzeltilici Bakım	Periyodik Bakım	Duruma Dayalı Bakım	Kestirimci Bakım	Güvenilirlik Merkezli Bakım	Toplam Verimli Bakım	Wi_0	Wi_1	Wi_2
Düzeltilici Bakım	1---1---1	0,237---0,48---1	0,237---0,48---1	0,179---0,281---0,693	0,131---0,164---0,251	0,143---0,2---0,333	0,0204	0,0453	0,1313
Periyodik Bakım	1---2,08---4,217	1---1---1	0,281---0,693---1	0,237---0,48---1	0,147---0,212---0,405	0,179---0,281---0,693	0,0302	0,0825	0,2552
Duruma Dayalı Bakım	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	1---1---1	0,281---0,693---1	0,164---0,251---0,585	0,2---0,333---1	0,0387	0,1008	0,3486
Kestirimci Bakım	1,442---3,557---5,593	1---2,08---4,217	1---1,442---3,557	1---1---1	0,237---0,48---1	0,237---0,48---1	0,0522	0,1570	0,5023
Güvenilirlik Merkezli Bakım	3,979---6,082---7,612	2,466---4,718---6,804	1,71---3,979---6,082	1---2,08---4,217	1---1---1	1,442---2,466---4,718	0,1230	0,3531	0,9340
Toplam Verimli Bakım	3---5---7	1,442---3,557---5,593	1---3---5	1---2,08---4,217	0,212---0,405---0,693	1---1---1	0,0812	0,2613	0,7213

Şekil 3.101: Çevreye hasar düzeyi kriterine göre alternatiflerin bulanık karşılaştırma değerleri ve bulanık ağırlıkları

Alternatiflerin ana kriterlerden aldığı toplam bulanık ağırlık puanları 3.32 denklemi kullanılarak hesaplanır (Şekil 3.102).

	Maliyet	Uygulanabilirlik	Rekabet Avantajı	Çalışma Morali	Emniyet
Düzeltilici Bakım	0,0016-0,0406-0,7517	0,0008-0,0208-0,6764	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225
Periyodik Bakım	0,0013-0,0382-0,9676	0,0007-0,0214-0,7531	0,0006-0,0079-0,1186	0,0005-0,0048-0,0604	0,0036-0,0389-0,3350
Duruma Dayalı Bakım	0,0010-0,0267-0,8210	0,0008-0,0263-0,9233	0,0009-0,0102-0,1744	0,0007-0,0063-0,0857	0,0051-0,0480-0,4543
Kestirimci Bakım	0,0013-0,0365-1,0391	0,0011-0,0387-1,2530	0,0013-0,0171-0,2772	0,0008-0,0089-0,1242	0,0068-0,0653-0,6545
Güvenilirlik Merkezli Bakım	0,0020-0,0471-1,3677	0,0013-0,0442-1,3247	0,0012-0,0166-0,2561	0,0008-0,0089-0,1252	0,0154-0,1395-1,1223
Toplam Verimli Bakım	0,0029-0,0719-1,9711	0,0012-0,0416-1,2697	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0094-0,0995-0,8680

Şekil 3.102: Alternatiflerin ana kriterlere göre bulanık ağırlık puanları

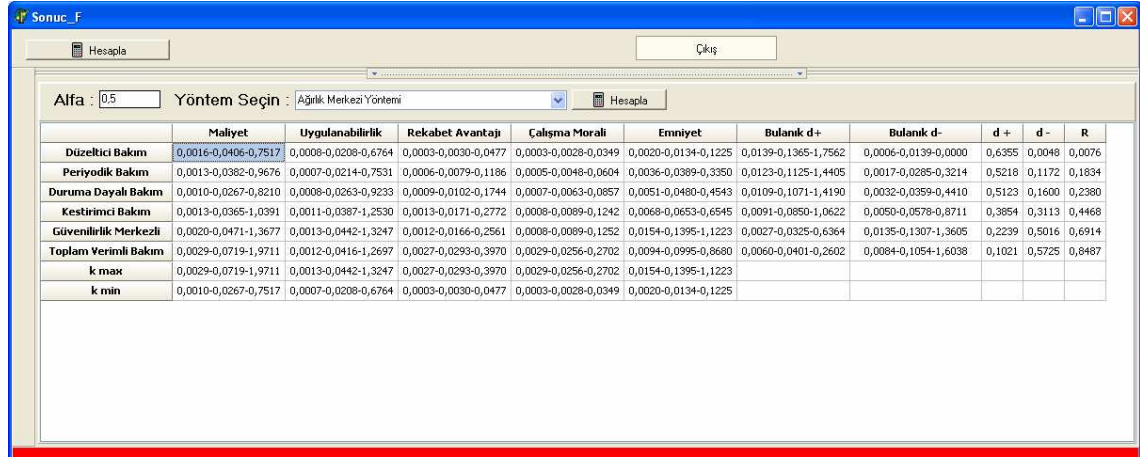
#### 3.4.4.9. Bulanık TOPSIS ile Alternatiflerin Sıralanması

Alternatiflerin bulanık ağırlık puanları (Şekil 3.102), bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanır. Bu maksatla (3.33) ve (3.34) nolu denklemler kullanılarak bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümler hesaplanır. Bundan sonra (3.35) ve (3.36) nolu denklemler kullanılarak alternatiflerin bulanık negatif ve bulanık pozitif ideal çözümlere olan bulanık uzaklıkları hesaplanır.

Alternatiflerin ideal çözümlere olan bulanık uzaklıklarını klasik uzaklıklara dönüştürmek için üç ayrı yöntem kullanılır. Bunlar ağırlık merkezi yöntemi, Kaufman-

Gupta yöntemi ve Liou-Wang yöntemleridir. Ağırlık merkezi yöntemine göre klasik uzaklıkların bulunması için (3.39) ve (3.40) denklemleri, Kaufmann ve Gupta yöntemine göre klasik uzaklıkların hesaplanması için (3.41) ve (3.42) denklemleri ve Liou ve Wang yöntemine göre klasik uzaklıkların hesaplanması için de (3.43) ve (3.44) denklemleri kullanılır. Son olarak her üç yöntemde de alternatiflerin ideal çözüme olan klasik bağlı yakınlıklarını hesaplamak için (3.45) denklemi kullanılır.

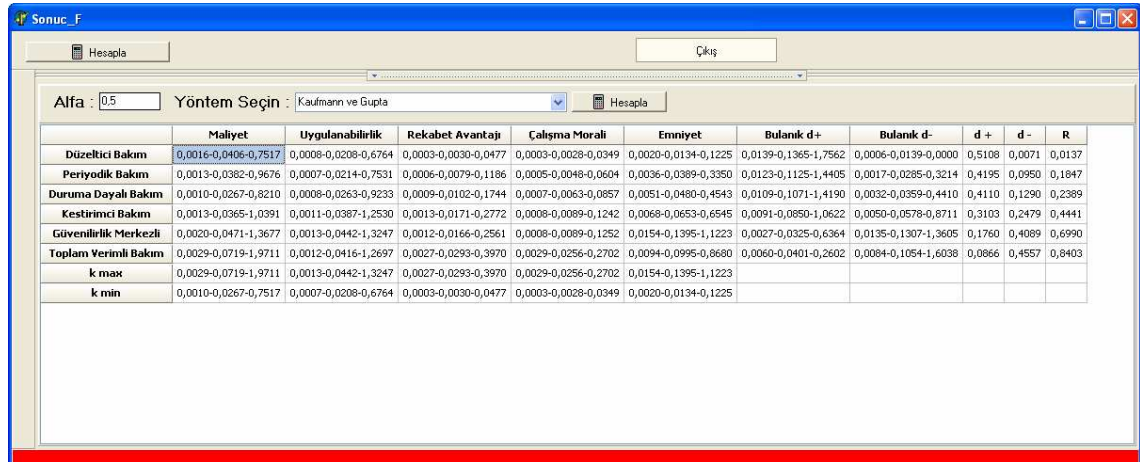
Ağırlık merkezi, Kaufman-Gupta ve Liou-Wang yöntemlerine göre hesaplanan bulanık ve klasik ideal çözüm, ideal çözüme olan klasik bağlı yakınlık değerleri sırasıyla Şekil 3.103, Şekil 3.104 ve Şekil 3.105'te verilmiştir.



	Maliyet	Uygulanabilirlik	Rekabet Avantajı	Çalışma Morali	Emniyet	Bulanık d+	Bulanık d-	d +	d -	R
Düzeltilici Bakım	0,0016-0,0406-0,7517	0,0008-0,0208-0,6764	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225	0,0139-0,1365-1,7562	0,0006-0,0139-0,0000	0,6355	0,0048	0,0076
Periyodik Bakım	0,0013-0,0382-0,9676	0,0007-0,0214-0,7531	0,0006-0,0079-0,1186	0,0005-0,0048-0,0604	0,0036-0,0389-0,3350	0,0123-0,1125-1,4405	0,0017-0,0285-0,3214	0,5218	0,1172	0,1834
Duruma Dayalı Bakım	0,0010-0,0267-0,8210	0,0008-0,0263-0,9233	0,0009-0,0102-0,1744	0,0007-0,0063-0,0857	0,0051-0,0480-0,4543	0,0109-0,1071-1,4190	0,0032-0,0359-0,4410	0,5123	0,1600	0,2380
Kestirimci Bakım	0,0013-0,0365-1,0391	0,0011-0,0387-1,2530	0,0013-0,0171-0,2772	0,0008-0,0089-0,1242	0,0068-0,0653-0,6545	0,0091-0,0850-1,0622	0,0050-0,0578-0,8711	0,3854	0,3113	0,4468
Güvenilirlik Merkezli	0,0020-0,0471-1,3677	0,0013-0,0442-1,3247	0,0012-0,0166-0,2561	0,0008-0,0089-0,1252	0,0154-0,1395-1,1223	0,0027-0,0325-0,6364	0,0135-0,1307-1,3605	0,2239	0,5016	0,6914
Toplam Verimli Bakım	0,0029-0,0719-1,9711	0,0012-0,0416-1,2697	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0094-0,0995-0,8680	0,0060-0,0401-0,2602	0,0084-0,1054-1,6038	0,1021	0,5725	0,6487
k max	0,0029-0,0719-1,9711	0,0013-0,0442-1,3247	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0154-0,1395-1,1223					
k min	0,0010-0,0267-0,7517	0,0007-0,0208-0,6764	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225					

Şekil 3.103: Alternatiflerin Ağırlık merkezi yöntemine göre sıralanması

Ağırlık merkezi yöntemine göre yapılan sıralamada en iyi alternatif toplam verimli bakım, en kötü alternatif ise Düzeltici bakım olarak çıkmıştır.



	Maliyet	Uygulanabilirlik	Rekabet Avantajı	Çalışma Morali	Emniyet	Bulanık d+	Bulanık d-	d +	d -	R
Düzeltilici Bakım	0,0016-0,0406-0,7517	0,0008-0,0208-0,6764	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225	0,0139-0,1365-1,7562	0,0006-0,0139-0,0000	0,5108	0,0071	0,0137
Periyodik Bakım	0,0013-0,0382-0,9676	0,0007-0,0214-0,7531	0,0006-0,0079-0,1186	0,0005-0,0048-0,0604	0,0036-0,0389-0,3350	0,0123-0,1125-1,4405	0,0017-0,0285-0,3214	0,4195	0,0950	0,1847
Duruma Dayalı Bakım	0,0010-0,0267-0,8210	0,0008-0,0263-0,9233	0,0009-0,0102-0,1744	0,0007-0,0063-0,0857	0,0051-0,0480-0,4543	0,0109-0,1071-1,4190	0,0032-0,0359-0,4410	0,4110	0,1290	0,2389
Kestirimci Bakım	0,0013-0,0365-1,0391	0,0011-0,0387-1,2530	0,0013-0,0171-0,2772	0,0008-0,0089-0,1242	0,0068-0,0653-0,6545	0,0091-0,0850-1,0622	0,0050-0,0578-0,8711	0,3103	0,2479	0,4441
Güvenilirlik Merkezli	0,0020-0,0471-1,3677	0,0013-0,0442-1,3247	0,0012-0,0166-0,2561	0,0008-0,0089-0,1252	0,0154-0,1395-1,1223	0,0027-0,0325-0,6364	0,0135-0,1307-1,3605	0,1760	0,4089	0,6990
Toplam Verimli Bakım	0,0029-0,0719-1,9711	0,0012-0,0416-1,2697	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0094-0,0995-0,8680	0,0060-0,0401-0,2602	0,0084-0,1054-1,6038	0,0866	0,4557	0,8403
k max	0,0029-0,0719-1,9711	0,0013-0,0442-1,3247	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0154-0,1395-1,1223					
k min	0,0010-0,0267-0,7517	0,0007-0,0208-0,6764	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225					

Şekil 3.104 Alternatiflerin Kaufmann ve Gupta yöntemine göre sıralanması



	Rekabet Avantajı	Çalışma Morali	Emniyet	Bulanık d+	Bulanık d-	d +	d -	R
Düzeltici Bakım	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225	0,0139-0,1365-1,7562	0,0006-0,0139-0,0000	0,5108	0,0071	0,0137
Periyodik Bakım	0,0006-0,0079-0,1186	0,0005-0,0048-0,0604	0,0036-0,0389-0,3350	0,0123-0,1125-1,4405	0,0017-0,0285-0,3214	0,4195	0,0950	0,1847
Duruma Dayalı Bakım	0,0009-0,0102-0,1744	0,0007-0,0063-0,0857	0,0051-0,0480-0,4543	0,0109-0,1071-1,4190	0,0032-0,0359-0,4410	0,4110	0,1290	0,2369
Kestirimci Bakım	0,0013-0,0171-0,2772	0,0008-0,0089-0,1242	0,0068-0,0653-0,6545	0,0091-0,0850-1,0622	0,0050-0,0578-0,8711	0,3103	0,2479	0,4441
Güvenilirlik Merkezli	0,0012-0,0166-0,2561	0,0008-0,0089-0,1252	0,0154-0,1395-1,1223	0,0027-0,0325-0,6364	0,0135-0,1307-1,3605	0,1760	0,4089	0,6990
Toplam Yerimli Bakım	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0094-0,0995-0,8680	0,0060-0,0401-0,2602	0,0084-0,1054-1,6038	0,0866	0,4557	0,8403
k max	0,0027-0,0293-0,3970	0,0029-0,0256-0,2702	0,0154-0,1395-1,1223					
k min	0,0003-0,0030-0,0477	0,0003-0,0028-0,0349	0,0020-0,0134-0,1225					

Şekil 3.105: Alternatiflerin Liou ve Wang yöntemine göre sıralanması

#### 3.4.4.10. Bulanık Duyarlılık Analizi

Kriterlerin önem derecelerindeki değişmelere karşın alternatiflerin sıralarının değişimini incelemek üzere bulanık modelde duyarlılık analizi yapılmıştır. Bulanık modelde yapılan duyarlılık analizinde ana kriterlere farklı bulanık dilsel değişkenler atanarak bu kriterlerin önem düzeyi değiştirilmiş ve yapılan bu değişikliklerin sonuç üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca iyimserlik katsayısını kullanan Liou ve Wang yönteminde iyimserlik katsayısına farklı değerler atanarak sonuçlardaki değişimler incelenmiştir.

Duyarlılık analizinde kriterlerin önem derecelerinde değişikliklerin alternatiflerin sıralamalarındaki değişimine olan etkisi incelenmiştir.

Karar vericiler, ikili karşılaştırmalarda maliyet ana kriterinin emniyet kriteri hariç diğer kriterlerden daha önemli olduğunu düşünmektedirler. Maliyetin emniyet kriterinden ise biraz daha önemsiz olduğunu düşünmektedirler. Dolayısıyla maliyet kriterinin diğer kriterler karşısında önem derecesinin azaltılması durumunda (Şekil 106) ağırlık merkezi ve Kaufmann-Gupta yöntemlerinde sıralama değişmemekte; Liou ve Wang yönteminde ise  $\alpha \geq 0,29$  olması durumunda sıralama değişmemektedir. Liou ve Wang yönteminde  $\alpha < 0,29$  olduğunda GMB birinci sıraya yükselmekte, TVB ise ikinci sıraya düşmektedir (Tablo 3.51).

**Kriter Karşılaştırma Formu**

**Aktif Başlık : Bakım Stratejilerinin Seçimi** Çıkış

		MALİYET	UYGULANABİLİRLİK	REKABET AVANTAJI	ÇALIŞMA MORALİ	EMNİYET
Bakım Stratejilerinin Seçimi	1					
Maliyet	3		Biraz Önemsiz	Biraz Önemsiz	Biraz Önemsiz	Biraz Önemsiz
Bakım Maliyeti	5					
Uygulama Maliyeti	13	UYGULANABİLİRLİK	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Önemli	Oldukça Önemsiz
Uygulanabilirlik	21	REKABET AVANTAJI	Biraz Önemli	Oldukça Önemsiz	Önemli	Kesinlikle Önemsiz
Uygulama Kolaylığı	23	ÇALIŞMA MORALİ	Biraz Önemli	Önemsiz	Önemsiz	Kesinlikle Önemsiz
Ekipman Karakteri	31	EMNİYET	Biraz Önemli	Oldukça Önemli	Kesinlikle Önemli	Kesinlikle Önemli
Arıza Karakteri	39					
Rekabet Avantajı	49					
Çalışma Morali	57					
Emniyet	65					

Hesapla ← → X Temizle

Şekil 3.106: Maliyet ana kriterine göre bulanık duyarlılık analizi

Tablo 3.51: Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar

Alternatif	Ağırlık Merkezi	Kaufman ve Gupta	Liou ve Wang	Liou ve Wang	Liou ve Wang
			(Alfa=0,29)	(Alfa=0,5)	(Alfa=0,9)
			Ri		
DB	0,0044	0,0078	0,00120	0,0078	0,0047
PB	0,1817	0,1828	0,1834	0,1828	0,1824
DDB	0,3219	0,3172	0,3106	0,3172	0,3221
KB	0,5802	0,5677	0,5506	0,5677	0,5804
GMB	0,7882	0,7905	0,7932	0,7905	0,7884
TVB	0,8125	0,8047	0,7932	0,8047	0,8134

Maliyetin diğer kriterler karşısında önem derecesi azaltıldıkça TVB pozitif ideal çözümden uzaklaşmaya devam etmekte ancak sıralama değişmemektedir.

Maliyetin önem derecesi diğer kriterlerle eşit seviyeye getirildiğinde tüm yöntemlerde (Tablo 3.52 ) sıralama değişmekte ve GMB birinci sıraya yükselmekte, TVB ikinci sıraya düşmektedir.

Tablo 3.52: Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar

Alternatif	Ağırlık	Kaufman	Liou ve	Liou ve	Liou ve
	Merkezi	ve Gupta	Wang	Wang	Wang
			(Alfa=0,1)	(Alfa=0,5)	(Alfa=0,9)
	Ri				
DB	0,0056	0,0097	0,0260	0,0097	0,0058
PB	0,1848	0,1858	0,1862	0,1858	0,1857
DDB	0,3184	0,3130	0,2881	0,3130	0,3188
KB	0,5692	0,5550	0,4894	0,5550	0,5699
GMB	0,8083	0,8091	0,8113	0,8091	0,8086
TVB	0,8007	0,7924	0,7502	0,7924	0,8022

Maliyetin diğer kriterler karşısında önem derecesi “oldukça önemli” kadar artırıldıkça sıralamada herhangi bir değişiklik olmamakta ancak bu noktadan sonra PB, beşinci sıradan dördüncü sıraya yükselmektedir. Aynı zamanda maliyetin önem derecesi arttırıldıkça TVB pozitif ideal çözüme oldukça yaklaşmakta ( $R_i=0,9115$ ), GMB ise pozitif ideal çözümden oldukça uzaklaşmaktadır ( $R_i=0,5747$ ).

Karar vericiler emniyet kriterini diğer kriterlerden oldukça önemli görmektedirler. Emniyetin diğer kriterler karşısında önem derecesinin artırılması (tüm kriterlerden oldukça önemli hale getirilmesi) durumunda GMB’de iyileşme sağlanmakta ancak Ağırlık merkezi ve Kaufmann-Gupta yöntemlerinde alternatif sıraları değişmemekte, Liou ve Wang yönteminde ise  $\alpha > 0,12$  olması durumunda sıralama değişmemekte,  $\alpha \leq 0,12$  için GMB birinci sıraya yükselmekte ( $R_i=0,7753$ ), TVB ise ikinci sıraya düşmektedir ( $R_i=0,7722$ ).

Emniyetin önem derecesinin “çok fazla önemli” yükselmesi durumunda ağırlık merkezi ve Kaufmann-Gupta yöntemlerinde alternatiflerin sıraları değişmemekte ancak TVB ve GMB alternatiflerinin  $R_i$  değerleri birbirlerine oldukça yaklaşmaktadır (Kaufmann-Gupta yönteminde TVB için  $R_i=0,7879$ , GMB için  $R_i=0,7799$ ). Liou ve Wang yönteminde ise  $\alpha > 0,4$  için sıralama değişmemekte,  $\alpha \leq 0,4$  için GMB birinci sıraya yükselmekte ( $R_i=0,7850$ ), TVB ise ikinci sıraya düşmektedir ( $R_i=0,7825$ ).

Emniyetin diğer kriterler karşısındaki önem derecesi “kesinlikle önemliye” yükseltildiğinde ağırlık merkezi yönteminde sıralama değişmemekte, Kaufmann-Gupta yönteminde sıralama değişmekte ve GMB birinci sıraya yükselmekte, TVB ise ikinci sıraya düşmektedir. Liou-Wang yönteminde  $\alpha > 0,64$  için sıralama değişmemekte,  $\alpha \leq 0,64$  olması durumunda TVB ikinci sıraya düşmekte, GMB ise birinci sıraya yükselmektedir (Tablo 3.53).

Tablo 3.53: Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlar

Alternatif	Ağırlık Merkezi	Kaufman ve Gupta	Liou ve	Liou ve	Liou ve
			Wang (Alfa=0,1)	Wang (Alfa=0,64)	Wang (Alfa=0,9)
Ri					
DB	0,0064	0,0011	0,0046	0,0091	0,0068
PB	0,1937	0,1947	0,1922	0,1950	0,1954
DDB	0,2733	0,2728	0,2684	0,2734	0,2740
KB	0,4691	0,4623	0,4315	0,4660	0,4704
GMB	0,7788	<b>0,7931</b>	<b>0,8523</b>	<b>0,7859</b>	0,7775
TVB	0,7905	0,7790	0,7228	0,7858	0,7939

Emniyet kriterinin diğer kriterler karşısındaki önem derecesi azaltıldıkça GMB sürekli olarak pozitif ideal çözümden uzaklaşmakta, TVB ise sürekli olarak pozitif ideal çözüme yaklaşmaktadır. Ancak hiçbir yöntemde alternatiflerin sıraları değişmemektedir.

Karar vericiler uygulanabilirliğin maliyet ve emniyetten önemsiz, rekabet avantajı ve çalışma moralinden daha önemli olduğunu düşünmektedirler. Uygulanabilirliğin önem derecesi artırıldıkça KB GMB'ye, GMB ise TVB'ye yaklaşmakta ancak sıralama değişmemektedir. Uygulanabilirliğin önem derecesi azaltıldıkça GMB pozitif ideal çözümden uzaklaşmakta, TVB ise pozitif ideal çözüme yaklaşmaktadır. Ancak alternatiflerin sırası değişmemektedir.

Karar vericiler rekabet avantajını çalışma moralinden önemli, diğer kriterlerden ise oldukça önemsiz görmektedirler. Rekabet avantajı kriterinin önem derecesinin

artırılması veya azaltılması durumunda alternatif sıralarında bir değişiklik olmamaktadır.

Karar vericiler çalışma moralinin tüm kriterlerden önemsiz olduğunu düşünmektedirler. Çalışma moralinin önem derecesinin artırılması veya azaltılması durumunda alternatif sıralarında bir değişiklik olmamaktadır.

#### 4. BULGULAR

Klasik AHP uygulaması irdelendiğinde karar vericilerin kriterler arasında en büyük önemi Emniyete verdikleri görülmektedir. Daha sonra sırasıyla maliyet, uygulanabilirlik, rekabet avantajına önem vermektedirler. En az önem verdikleri kriter ise çalışma morali olmuştur.

Alternatifler kriterler açısından incelendiğinde maliyet kriterinde sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, düzeltici bakım, periyodik bakım ve duruma dayalı bakım şeklinde olmuştur.

Uygulanabilirlik açısından alternatifler incelendiğinde sıralama toplam verimli bakım , güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, düzeltici bakım ve periyodik bakım olarak gerçekleşmiştir.

Rekabet avantajı açısından alternatifler incelendiğinde sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Çalışma morali açısından alternatifler incelendiğinde sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Emniyet açısından alternatifler incelendiğinde sıralama güvenilirlik merkezli bakım, toplam verimli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Alternatifler pozitif ideal çözüme olan bağıl mesafeleri açısından incelendiğinde nihai sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Bulanık AHP-bulanık TOPSIS uygulaması irdelendiğinde karar vericilerin kriterler arasında en büyük önemi Emniyete verdikleri görülmektedir. Daha sonra sırasıyla uygulanabilirlik, maliyet, rekabet avantajına önem vermektedirler. En az önem verdikleri kriter ise çalışma morali olmuştur.

Alternatifler kriterler açısından incelendiğinde maliyet kriterinde sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, periyodik bakım, duruma dayalı bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Uygulanabilirlik açısından alternatifler incelendiğinde sıralama güvenilirlik merkezli bakım, toplam verimli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım olarak gerçekleşmiştir.

Rekabet avantajı açısından alternatifler incelendiğinde sıralama toplam verimli bakım, kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Çalışma morali açısından alternatifler incelendiğinde sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Emniyet açısından alternatifler incelendiğinde sıralama güvenilirlik merkezli bakım, toplam verimli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Alternatifler pozitif ideal çözüme olan bağıl mesafeleri açısından incelendiğinde nihai sıralama toplam verimli bakım, güvenilirlik merkezli bakım, kestirimci bakım, duruma dayalı bakım, periyodik bakım ve düzeltici bakım şeklinde olmuştur.

Alternatiflerin kriterlere göre aldıkları puanların sıralamaları Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Geliştirilen modelde alternatiflerin kriterlerden aldıkları ağırlıklı puanlara göre sıralanması

Sıra\Kriter	Maliyet		Uygulanabilirlik		Rekabet avantajı		Çalışma morali		Emniyet	
	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP
1	TVB	TVB	TVB	GMB	TVB	TVB	TVB	TVB	GMB	GMB
2	GMB	GMB	GMB	TVB	GMB	KB	GMB	GMB	TVB	TVB
3	KB	KB	KB	KB	KB	GMB	KB	KB	KB	KB
4	DB	DDB	DDB	DDB	DDB	DDB	DDB	DDB	DDB	DDB
5	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
6	DDB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB

Alternatiflerin kriterlerden aldığı puanlar incelendiğinde TVB, klasik AHP’de maliyet, uygulanabilirlik, rekabet avantajı ve çalışma morali kriterlerinde ilk sırada yer almış, emniyet kriterlerinde ikinci sırada yer almıştır. BAHP’de ise maliyet, rekabet avantajı ve çalışma morali kriterlerinde ilk sırada yer almış, uygulanabilirlik ve emniyet kriterlerinde ikinci sırada yer almıştır.

GMB klasik AHP’de emniyet kriterinde ilk sırada yer almış, maliyet, uygulanabilirlik, rekabet avantajı ve çalışma morali kriterlerinde ikinci sırada yer almıştır. BAHP’de ise emniyet ve uygulanabilirlik kriterlerinde ilk sırada yer almış, maliyet ve çalışma morali kriterlerinde ikinci sırada yer almış, rekabet avantajı kriterinde ise üçüncü sırada yer almıştır

KB klasik AHP’de tüm kriterlerde üçüncü sırada yer almıştır. BAHP’de ise rekabet avantajında ikinci sırada yer almış, maliyet, uygulanabilirlik, çalışma morali ve emniyet kriterlerinde ise üçüncü sırada kalmıştır.

DDB klasik AHP’de maliyette son sırada yer almış uygulanabilirlik, rekabet avantajı, çalışma morali ve emniyet kriterlerinde dördüncü sırada yer almıştır. BAHP’de ise tüm kriterlerde dördüncü sırada yer almıştır.

PB klasik ve bulanık AHP’de tüm kriterlerde beşinci sırada yer almıştır.



DB klasik ve bulanık AHP’de tüm kriterlerde altıncı (son) sırada yer almıştır.

Alternatiflerin alt kriterlerden aldıkları puanlara göre sıralamaları (Tablo 4.2) ile ilgili detaylar (Tablo 4.3) aşağıda sunulmuştur:

Tablo 4.2: Alternatiflerin alt kriterlerden aldıkları puanlara göre sıralanması

Sıra\	1		2		3		4		5		6	
	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	AHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP
<b>DB</b>	5	4	0	1	0	0	0	0	1	0	18	19
<b>PB</b>	0	1	5	4	0	0	0	0	18	19	1	0
<b>DDB</b>	0	0	1	0	0	2	19	20	3	2	1	0
<b>KB</b>	2	3	1	1	16	16	0	1	2	1	3	2
<b>GMB</b>	7	6	9	9	4	4	4	3	0	2	0	0
<b>TVB</b>	10	10	8	9	4	2	1	0	0	0	1	3
<b>Toplam</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

TVB klasik AHP’de 24 alt kriterin 10’unda 1. sırada, 8’inde 2.sırada, 4’ünde 3.sırada, 1’inde 4.sırada ve 1’inde de son sırada yer almıştır. BAHP’de ise alt kriterlerin 10’unda 1. sırada, 9’unda 2.sırada, 2’sinde 3.sırada, 1’inde ise son sırada yer almıştır.

GMB klasik AHP’de 24 alt kriterin 7’sinde 1. sırada, 9’unda 2.sırada, 4’ünde 3.sırada, 4’ünde ise 4.sırada yer almıştır. BAHP’de ise alt kriterlerin 6’sında 1. sırada, 9’unda 2.sırada, 4’ünde 3.sırada, 3’ünde 4.sırada ve 2’sinde de 5.sırada yer almıştır.

KB klasik AHP’de 24 alt kriterin 2’sinde 1. sırada, 1’inde 2.sırada, 4’ünde 3.sırada, 1’inde ise 6.sırada yer almıştır. BAHP’de ise alt kriterlerin 6’sında 1. sırada, 9’unda 2.sırada, 4’ünde 3.sırada, 3’ünde 4.sırada ve 2’sinde de 5.sırada yer almıştır.

DDB klasik AHP’de 24 alt kriterin 1’inde 2. sırada, 19’unda 4.sırada, 3’ünde 5.sırada, 4’ünde ise 4.sırada yer almıştır. BAHP’de ise alt kriterlerin 2’sinde 3. sırada, 20’sinde 4.sırada ve 2’sinde de 5.sırada yer almıştır.

Tablo 4.3: Alternatiflerin alt kriterlerden aldıkları puanlara göre sıralanmalarının detayı

Sıra\	1		2		3		4		5		6	
	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	AHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP	AHP	BAHP
<b>İşgücü maliyeti</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Malzeme maliyeti</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>İşletme kaybı maliyeti</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Yazılım maliyeti</b>	DB	DB	PB	PB	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	DDB	DDB	KB
<b>Donanım maliyeti</b>	DB	DB	PB	PB	TVB	TVB	GMB	GMB	DDB	DDB	KB	KB
<b>Eğitim maliyeti</b>	DB	DB	PB	PB	TVB	DDB	GMB	GMB	DDB	KB	KB	TVB
<b>Eleman kalifikasyonu</b>	KB	KB	TVB	TVB	GMB	GMB	DDB	DDB	DB	PB	PB	DB
<b>Eğitim ihtiyacı</b>	DB	PB	PB	DB	GMB	KB	TVB	DDB	DDB	GMB	KB	TVB
<b>Gerekli değişim düzeyi</b>	DB	DB	PB	PB	GMB	DDB	DDB	KB	KB	GMB	TVB	TVB
<b>Ekipmanın komplekslik düzeyi</b>	GMB	GMB	TVB	TVB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Ekipmanın prosesteki önemi</b>	GMB	GMB	TVB	TVB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Ekipmanın erişim güçlüğü</b>	GMB	GMB	TVB	TVB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Arıza sıklığı</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Teşhis edilebilirlik</b>	GMB	KB	TVB	TVB	KB	GMB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Tamir süresi</b>	TVB	TVB	KB	GMB	GMB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>İşletme/üretim kalitesi</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Müşteri algısı</b>	TVB	TVB	GMB	GMB	KB	KB	DDB	DDB	PB	PB	DB	DB
<b>Bilgi düzeyine katkısı</b>	KB	KB	DDB	TVB	TVB	GMB	GMB	DDB	PB	PB	DB	DB

PB klasik AHP'de 24 alt kriterin 5'inde 2.sırada, 18'inde 5.sırada, 1'inde ise 6.sırada yer almıştır. BAHP'de ise alt kriterlerin 1'inde 1.sırada, 4'ünde 2. sırada ve 19'unda 5.sırada yer almıştır.

DB klasik AHP'de 24 alt kriterin 5'inde 1.sırada, 1'inde 5.sırada, 18'inde ise 6.sırada yer almıştır. BAHP'de ise alt kriterlerin 4'ünde 1.sırada, 1'inde 2. sırada ve 19'unda 5.sırada yer almıştır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bakım stratejilerinin seçilmesinde bulanık çok ölçütlü bir karar modeli geliştirilmiş, klasik ve bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımları kullanılarak bakım stratejilerinin seçilmesi çalışması yapılmıştır. Ülkemizde bugüne kadar bakım sistemlerinde böyle bir çalışma olmadığından bu çalışmanın literatüre ve ülke sanayisine oldukça önemli katkıları olduğu düşünülmektedir.

Bakım faaliyetlerinde geleneksel bakım teknikleri olarak nitelendirilen düzeltici bakım ve periyodik bakım tekniklerinin firmalarda kullanım oranı çok yüksektir. Bu tekniklerin firmalarda bu kadar yoğun bir şekilde kullanılması göstermektedir ki, firmalar bakım faaliyetleriyle ilgili alışkanlıklarından kurtulamamakta ve geleneksel tekniklerin kullanımına devam etmektedirler. İleri bakım teknikleri olarak nitelendirilen kestirimci bakım, güvenilirlik merkezli bakım ve toplam verimli bakım teknikleri firmalarda çok düşük oranda kullanılmaktadır. Dünyada uygulaması her geçen gün artan toplam verimli bakım tekniğinin ise büyük ölçekli firmalar dışında kullanımı yok denecek kadar azdır.

Bakım faaliyetlerinde kullanılan karar verme teknik ve kaynaklarında da gelenekçilik söz konusudur. Bakım kararları verilirken en çok bakım personelinin geçmiş tecrübelerinden yararlanılmakta olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da göstermektedir ki; firmaların bakım faaliyetleri kişilere bağımlı bir yapı göstermektedir. Daha sonra karar vermede sırasıyla geçmiş arıza sayılarından, satıcı manüellerinden ve kalite tekniklerinden yararlanılmaktadır. En az kullanılan teknik ise çok ölçütlü karar verme teknikleridir. Dolayısıyla bakım kararlarının bir analiz sonucuna dayanmadığı görülmüştür. Bu analizin yapılabilmesi için karar verme desteği sağlayan bir yazılımın alınması uygun olacaktır. Ancak yazılımlarda genelde karar desteği bulunmamaktadır. Bu çalışmada geliştirilen modelle bilgisayar destekli bakım yönetimi yazılımlarının entegre edilmesi bakım yönetiminde sağlıklı kararların verilmesi için oldukça önemlidir.

Bu çalışmada bakım stratejilerinin seçilmesi ile ilgilenilmiş seçilen sistemin adapte edilmesi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Bunun sebebi ise birincisi tezin ana konusunun dışına çıkmamak ve ikincisi ve de daha önemlisi bu stratejilerin uygulanmasıyla ilgili oldukça fazla dökümanın mevcut olmasıdır.

Bu çalışmada geliştirilen yazılım oldukça esnek olup, farklı sektörler ve hatta farklı alanlardaki çok ölçütlü karar verme problemleri için kullanılması mümkündür.

Yapılan çalışma sonucu kompleks sistemlerde arızaların genellikle yaş veya kullanımla ilgili olmadığı ve de her zaman tahmin edilmesinin kolay olmayacağı, dolayısıyla zaman veya kullanıma dayalı bakımların arıza ihtimalini çok düşürmeyeceği görülmüştür.

Anket sonuçları ve İstanbul Metrosundaki durum birbiriyle paralellik arzetymekte ve en fazla kullanılan bakım stratejileri düzeltici ve periyodik bakım olmaktadır. Ancak İstanbul Metrosunda incelenen sistemin kompleks, emniyet açısından önemli, çalışanlar ve yolculara direk etkisi olduğundan mevcut durumda kullanılan düzeltici ve periyodik bakımın böyle bir sistem için uygun olmadığı görülmüştür. Periyodik bakım kompleks sistemlerde arıza ihtimalini azaltmamakta bazen hatta artırmaktadır. Dolayısıyla incelenen sistem için düzeltici ve periyodik bakım seçeneklerinin son sıralarda yer alması, toplam verimli bakım ve güvenilirlik merkezli bakım seçeneklerinin ilk iki sırada yer alması gayet normaldir. Kompleks sistemlerde arızaların birbirini tetikleme ihtimali, yol açacağı maddi ve manevi zararlar çok büyük olacağından bu sistemlerde olabilecek arızaları meydana gelmeden ortadan kaldırmak ve bakımı bir yönetim felsefesi olarak sürdürmek kaçınılmazdır.

Labib (1998) bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımıyla geliştirdiği yöntem uygulandığında arıza sürelerinin aylık 800 saatten 100 saate düştüğünü ifade etmektedir. Sitithumwat ve diğerleri (2004) bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemiyle geliştirdikleri modeli uyguladıklarında mevcut durumda tüm ekipmanlara yoğun bakım stratejisi uygulandığını; ancak kendi modellerinde uygulanan bakım seviyelerinin değişken olduğunu ifade etmişlerdir. Bakım yönetim sistemlerinde çok ölçütlü karar

verme yöntemlerini kullanan yazarlar (Shen ve diğ., 1998; Colombrina ve diğ., 2004) bu yöntemlerin ayrıca şeffaflık sağladığını ifade etmektedirler. Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin bir faydası ise anlaşılmasının kolay olmasıdır. Braglia ve Bevelacqua (2000) ekipmanların risk önceliğine karar vermek için geliştirdikleri bulanık ÇÖKV yönteminin bir buzdolabı üretim şirketinde oldukça iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedirler.

Klasik AHP-TOPSIS ve Bulanık AHP-TOPSIS ile yapılan bakım stratejisi seçim çalışmalarının alternatifler açısından aynı sıralamayı vermiş olması bakım stratejilerinin seçimi için ÇÖKV yaklaşımlarını kullanmanın uygun bir çözüm olacağını göstermektedir. Ayrıca yukarıda özetlenen literatür sonuçları da bu durumla paralellik arz etmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma ile literatüre yapılan katkılar şu şekilde sıralanabilir:

1. AHP, bulanık AHP, bulanık mantık, TOPSIS ve bulanık TOPSIS gibi bilinen bir dizi yöntemin entegre edilerek yeni bir alanda kullanılması
2. Bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarında kullanılacak bir tutarlılık hesaplama yönteminin geliştirilmesi
3. Bulanık duyarlılık analizinin yapılması
4. Tüm sektörlerde kullanılacak bir bulanık çok ölçütlü karar verme yazılımının geliştirilmesi
5. Bakım yönetimi gibi çok önemli bir konuda tamamen yeni ve farklı bir çalışma yapılmış olması

## KAYNAKLAR

AL-NAJJAR, B., A. ve ALSYOUF, I.,2003, Selecting the Most Efficient Maintenance Approach Using Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, *International Journal of Production Economics*, 84 (2003), 85-100.

ALSTOM, 2000, Operation and Maintenance Manual for İstanbul Metro, Alstom.

ALSYOUF, I., 2004, Cost Effective Maintenance for Competitive Advantages, Växjö University Pres, Göteborg, 91-7636-401-1.

ARI, Ö., Ö., ELMACI, O. ve ARI, Y., 2003, Toplam Verimli Bakım Konseptinin Oluşturulması ve Uygulanması, Bakım Teknolojileri Kongresi, 16-19 Ekim 2003 Denizli, Ankara: Makine Mühendisleri Odası, 33-42.

BAKER, P., 2004, A Picture of Maintenance in Practice, Works Management, Findlay Publications Ltd.

BAYRAM, N., 2004, *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*, Ezgi Kitabevi, Bursa.

BENGTSSON, M., OLSSON, E., FUNK, P. ve JACKSON, M, 2004, Technical Design of Condition Based Maintenance System, Maintenance and Reliability Conference, 2-5 Mayıs 2004 Knoxville, Knoxville:Maintenance and Reliability Center.

BEVILACQUA M., BRAGLIA B., 2000, The Analytic Hierarchy Process Applied to Maintenance Strategy Selection, *Reliability Engineering and System Safety*, 70(2) 71-83.

BLANCHARD, B., J., VERMA, D. ve PETERSON, E., L.,1995, Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management, John Wiley&Sons Inc., New York, 0-471-59132-7.

BRAGLIA B., BEVILACQUA M., 2000, Fuzzy Modelling and Analytical Hierarchy Process as a Means of Quantifying Risk Levels Associated With Failure Modes in Production,, *Technology Law and Insurance*,2000(5) 125-134.

BRYMAN, A., ve CRAMER, D., 2001, Quantitative Data Analysis With SPSS Release 10 For Windows: A Guide For Social Scientist, Routledge, New York.

CAMPBELL, J., D., 1995, Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management, Productivity Press, Portland, 1-56327-053-6.

CARTER, C., D., 1997, *Doing Quantitative Psychological Research: From Design to Report*, Psychology Press Ltd., UK

CHAN, F., T., S., CHAN, H., K., ve CHAN, M., H., 2003, An Integrated Fuzzy Decision Support System for Multicriterion Decision Making Problems, *Proc. Instn Mech. Engrs*, 217(B), 11-28.

CHEN, H., 2004, A Research Based on Fuzzy AHP for Multi Criteria, Supplier Selection in Supply Chain.

CHEN, M., TZENG, G. ve TANG, T., 2005, Fuzzy MCDM Approach for Evaluation of Expatriate Assignments, *International Journal of Information Technology&Decision Making*, 4(2), 277-296.

CHIOU, H., WAN, C. ve TZENG, G., 2005, Fuzzy AHP with MCDA to Construct the Roadmap of R&D Consortia in Taiwan's M&S Enterprises, *ISAHP 2005*, 8-10 July 2005, Honolulu, Hawaii.

COLOMBRITA, R., AUGERI, M., G., LO CERTO, A., GRECO, S., MATARAZZO, B. Ve LAGANA, G., 2004, Development of Multi-Criteria Decision Support System for Budget Allocation in Highway Maintenance Activities, *SIIV 2nd International Congress*, Florence, 888-4532-698.

COX, E., 1995, *Fuzzy Logic for Business and Industry*, Charles River Media, Rockland, 1-886801-01-0.

DAVIDSON, G., G., LABIB, A., W., 2003, Learning from Failures: Design Improvements Using a Multiple Criteria Decision Making Process, *Journal of Aerospace Engineering*, 217(G), 207-216.

DUFFUA, S., O., RAOUF, A., CAMPBELL, J., D., 1999, *Planning And Control Of Maintenance Systems*, John Wiley&Sons Inc., Newyork, 0-471-17981-7.

ELMAS, Ç., 2003, *Bulanık Mantık Denetleyiciler*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 975-347-613-2.

ESOGBUE, A., O. ve Hearnese, W., E., 2001, Maintenance and Replacement Models Under a Fuzzy Framework, *Fuzzy Sets in Decision Analysis*, 5(2), 421-447.

EVERIT, B., S., 1996, *Making Sense of Statistics in Psychology*, Oxford University Press, New York.

GUO, R. ve LOVE, E., 2003, Reliability Modelling with Fuzzy Covariates, *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 10(2), 131-157.

HALL, J., W., LE MASURIER, J., W., BAKER-LANGMAN, E., A., DAVIS, J., P., ve TAYLOR, C., A., 2004, A Decision Support Methodology for Performance Based Asset Management, 21(1), 51-75.



HAUER, J., 1999, Managing Preventive Maintenance for Local Government Buildings: A Best Practices Review, Office of the Legislative Auditor, Minnesota.

HERNANDEZ, G., SEEPERSAD., C., C. ve MISTREE, F., 2002, Designing for Maintenance: A Game Theoretic Approach, *Eng. Opt.*,34(2002), 561-577.

HIGGS, P., A., PARKIN, R. ve Jackson, M., 2004, A Survey on Condition Monitoring Systems in Industry, ASME, Manchester.

HWANG, C., L. ve YOON, K.,1981, Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, New York

IKHWAN, M., A., H., ve BURNEY, .F., A., 1994, Maintenance in Saudi Industry, *International Journal of Operations & Production Management*, 14(7), 70-80.

JARDINE, A., 2005, A Hybrid Diagnostics and Prognostics Platform [online], Center for Intelligence Maintenance Systems, <http://www.imscenter.net/Articles/2005/a-hybrid-diagnostics-and-prognostics-platform> [Ziyaret Tarihi: 3 Mart 2006].

JEGANATHAN, C., 2003, *Development of Fuzzy Logic Architecture to Assess the Sustainability of the Forest Management* [Online], International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, [www.itc.nl/library/Papers\\_2003/msc/gfm/jeganathan.pdf](http://www.itc.nl/library/Papers_2003/msc/gfm/jeganathan.pdf), [Ziyaret Tarihi:24 Mart 2006].

JIE, L., H., MENG, M., C. ve CHEONG, C., W., 2006, Web Based Fuzzy Multicriteria Decision Making Tool, *International Journal of The Computer, the Internet and Management*, 14(2), 1-14.

KAHRAMAN, C., CEBECİ, U. ve RUAN, D., 2004, Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey, *International Journal of Production Economics*, 87(2004), 171-184.

KAPTANOĞLU, D., ÖZOK, A.,F., 2006, Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bir Bulanık Model, *İTÜ Dergisi*, 5(1), 193-204.

KODALI, R.,CHANDRA, S., 2001, Analytical Hierarchy Process for Justification of Total Productive Maintenance, *Production Planning and Control*, 12(7), 695-705.

KONTIO, J., CALDIERA, G. ve BASILI, V., R., 1996, Defining Factors, Goals and Criteria for Reusable Component Evaluation, *CASCON '96 ,12-14 Kasım 1996 Toronto.*, Toronto: IBM Canada's Centre for Advanced Studies (CAS).

KORVIN, A. ve KLEYLE, R., 1999, Fuzzy Analytical Hierarchy Processes, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 7(1999), 387-400.

KÖSE, R. K., 2003, Makine Sağlığı Yönetimi, Bakım Teknolojileri Kongresi, 16-19 Ekim 2003 Denizli, Ankara: Makine Mühendisleri Odası, 33-42.

KUO, R. J., CHI, S. C. ve KAO, S. S., 2002, A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural Network, *Computers in Industry*, 47(2002), 199-214.

LABIB, A. W., 1998, World-Class Maintenance Using a Computerized Maintenance Management System, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(1), 66-75.

LABIB, A.,W., 1999, A Framework for Benchmarking Appropriate Productive Maintenance, *Management Decision*, 32(10), 792-799.

LABIB, A., W., 2004, A Decision Analysis Model for Maintenance Policy Selection Using a CMMS, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(3), 191-202.

LABIB, A.,W., O'CONNOR, R., F., WILLIAMS, G., B., 1998, An Effective Maintenance System Using the Analytic Hierarchy Process, *Integrated Manufacturing Systems*, 9(2), 87-98.

LEE, W., B., LAU, H., LIU, Z. ve TAM, S., 2001, A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Modular Product Design, *Expert Systems*, 18(1), 32-42.

LEFLAR, J., A., 2001, Practical TPM Successful Equipment Management at Agilent Technologies, Productivity Press, Portland, 0-56327-242-3.

LEUNG, L., C. ve CAO, D., 2000, On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 124 (2000), 102-113.

MANİSALI, E.,1981, *Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Çok Ölçütlü Model Yaklaşımı*, Doktora, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

MCKONE, K., E. ve WEISS, E.,N., 2002, Guidelines for Implementing Predictive Maintenance, *Production and Operations Management*, 11(2), 109-124.

MITCHELL J.S., 2000, Equipment Lifetime Management-Just a Name or Real Capacity Assurance, Maintenance and Reliability Conference,8-10 Mayıs 2000 Knoxville, Knoxville:Maintenance and Reliability Center ,1.01-1.13.

MIL-STD-882D, 2000, [Online], Ohio, US Department of Defence Standart Practice for System Safety, <http://www.safetycenter.navy.mil/instructions/osh/milstd882d.pdf>, [Ziyaret Tarihi:15 Aralık 2005].

MOYLE, S., A., 2001, The Use of Fuzzy Tools for Small Scale Decision Support Systems [online], University of Otago, [http://eprints.otago.ac.nz/169/01/The\\_roof\\_mtce\\_problem2001.PDF](http://eprints.otago.ac.nz/169/01/The_roof_mtce_problem2001.PDF) [Ziyaret Tarihi: 05 Mayıs 2005].

MURTAZA, M., 2003, B., Fuzzy AHP Application to Country Risk Assessment, *American Business Review*, 21(2), 109-116.

NAKAJIMA, S., 1989, TPM Development Program, Cambridge, Productivity Press.

OLSON, D., L., 2004, Comparison of Weights in TOPSIS Models, *Mathematical and Computer Modelling*, 2004(40), 721-727.

OPRICOVIC, S., ve TZENG, G., 2003, Defuzzification Within a Multicriteria Decision Model, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(5), 635-652.

ÖZDEMİR, M., S., 2002, Bir İşletmede Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Performans Değerleme Sistemi Tasarımı, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 12(2).

PRAKASH, T., N., 2003, Land Suitability Analysis For Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

REE, S., J. ve ISHII, K., 2002, Life Cost-Based FMEA Incorporating Data Uncertainty, *ASME2002 Design Engineering Technical Conferences*, 29 Eylül-2 Ekim 2002 Montreal, Montreal: ASME, 1-10.

REIS D. ve PATI, N., 2000, Applications of Artificial Intelligence to Condition Based Maintenance, *RAE*, 40(2), 102-107.

REUNANEN, M., 2001, Survey of Companies Interested in Maintenance Support Systems.

ROSS, J., T., 1997, Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill, Singapore, 0-07-053917-0.

SAATY, T., L. ve VARGAS, L., G., 1991, Prediction, Projection and Forecasting: Applications of the Analytic Hierarchy Process in Economics, Finance, Politics, Games and Sports, Kluwer Academic Publishers, Norwell, 0-7923-9104-7.

SHEN, Q., LO, K., ve WANG, Q., 1998, Priority Setting in Maintenance Management: A Modified Multi-Attribute Approach Using Analytic Hierarchy Process, *Construction Management and Economics*, 1998 (16), 693-702

SHERWIN, D., 2000, A Review of Overall Models for Maintenance Management, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6(3).

SHIKARI, B., 2004, Automation in Condition Based Maintenance Using Vibration Analysis, Maulana Azad National Institute Of Technology, Bhopal, 462007.

SIMOES-MARQUES, M., RIBEIRO, R., A. ve GAMEIRO-MARQUES, A., 1998, A Fuzzy Decision Support System for Equipment Repair under Battle Conditions, *Fuzzy Sets and Systems*, 115 (2000), 455-465.

SITTITHUMWAT, A., SOUDI, F. Ve TOMSOVIC, K., 2004, Optimal Allocation of Distribution Maintenance Resources with Limited Information, *Electric Power Research*, 68(2004), 208-220.

SMITH, D., J., 2005, Reliability Maintainability and Risk, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 0-7506-6694-3.

SWANSON, L., 1999, The Impact of Production Technologies on the Maintenance Function: An Empirical Study, International Journal of Production Research, 37(4), 849-869

ŞEN, Z., 2001, Mühendislikte Bulanık Modelleme İlkeleri, Bilge Kültür Sanat, İstanbul.

TAKATA, S., 1999, Life Cycle Maintenance Management, Computer Aided Maintenance Methodologies and Practices, Kluwer Academic Publishers, Suffolk, 209-230, 0-412-62970-4.

TRIANAPHYLLOU, E., KOVALERCHUK, B., MANN, L., KNAPP, G., M., 1997, Determining The Most Important Criteria in Maintenance Decision Making, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 3(1), 16-28.

URAL, A. ve KILIÇ, İ., 2005, Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara

WANG, L., IP, W., H. ve YUNG, K., L., 2004, Fuzzy AHP Manpower Planning in Aircraft Maintenance Industry, Queensland Supply Chain Seminar 10-11 Haziran 2004, Queensland :University of Technology, Brisbane

WIREMAN, T., 2002, Dollarizing Maintenance: How to Take Your Team's Performance up a Level, Maintenance Management, 2801.

## EKLER

### EK A:Türkiye'deki Bakım Uygulamaları Anketi

Aşağıdaki maddelerden heribirine, ifadelere katılma düzeyinize göre X işareti koyunuz.

Aksi belirtilmediği takdirde lütfen her madde için tek kutucuk işaretleyiniz.

		Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	Aşağıdaki maddelerden heribirine ifadelere katılma düzeyinize göre X işareti koyunuz. Aksi belirtilmediği takdirde lütfen her madde için tek kutucuk işaretleyiniz.					
1	Kurumunuzda/Firmanızda Koruyucu bakıma gereken önem verilmektedir.					
2	Genel olarak düzeltici bakım yapılmaktadır.					
3	Bakım faaliyetleri kurumun performansını olumlu yönde etkilemektedir.					
4	Bakım politikası seçim kriterleri bellidir.					
5	Bakım kararları verilirken satıcı manuellere dayanılmaktadır.					
6	Bakım kararları verilirken çok amaçlı karar verme tekniklerinden faydalanılmaktadır.					
7	Bakım kararları verilirken geçmiş tecrübelerden faydalanılmaktadır.					
8	Bakım kararları verilirken geçmiş arıza sayıları dikkate alınmaktadır.					
9	Bakımda kalite tekniklerinden faydalanılmaktadır.					
10	Bakımın organizasyondaki yeri tanımlıdır.					
11	Bakımın kimler tarafından yapılacağı önceden tanımlanmıştır.					
12	Bakım faaliyetleri önceden planlanmaktadır.					
13	Yönetim bakımı bir maliyet kaynağı olarak görmektedir.					

14	Bakımlar için malzeme ihtiyaç planı yapılmaktadır.					
15	Bakım personeline yeterli eğitim verilmektedir.					
16	Bakıma gereken önem verilmektedir.					
17	Bakım için yeterli kaynak ayrılmaktadır.					
18	Bakım verileri analiz edilerek anlamlı ve düzenli raporlar çıkarılmaktadır.					
19	Bakım verileri kullanılarak bakım sistemi sürekli iyileştirilmektedir.					
20	İşletme/üretim planı yapılırken bakım faaliyetleri de dikkate alınmaktadır.					
21	Bakım verileri kullanılarak istatistiksel analizler yapılmaktadır.					
22	Bakım personeli ile üretim personeli arasında iletişim sorunu yoktur.					
23	Arızalar zamanında giderilmektedir.					
24	Bakım personelinin nitelikleri yeterlidir.					
25	Bakım sürecinin performans göstergeleri bellidir.					
26	Bakım sürecinin performansı ölçülmektedir.					
27	Yıllık bakım planı yapılmaktadır.					
28	Kurumunuzda/Firmanızda diğer kurumların bakım uygulamaları ile ilgili kıyaslama yapılmaktadır.					
29	Kurumunuzda/Firmanızda dünyadaki bakım uygulamaları takip edilmektedir.					
30	Arıza bildirimlerinde sorun bulunmamaktadır.					
31	Kurumunuzda/Firmanızda bakım sistemi genel olarak etkindir.					
32	Kurumunuzda/Firmanızda bakım yazılımı kullanılmaktadır (Cevabınız hayır ise 43.soruya geçiniz).			Evet		Hayır
33	Kurumda hangi bakım yazılımı kullanılmaktadır?					
34	Kullanılan Bakım Yazılımının kullanımı kolaydır.					
35	Kullanılan Bakım Yazılımı bakım ihtiyaçlarını tam olarak karşılamaktadır.					
36	Kullanılan Bakım Yazılımı karar desteği sağlamaktadır.					

37	Kullanılan Bakım Yazılımı esnekler.					
38	Kullanılan Bakım Yazılımı şirkette kullanılan diğer yazılımlarla entegredir.					
39	Kullanılan Bakım Yazılımından istenen raporlar hızlı bir şekilde alınabilmektedir.					
40	Kullanılan Bakım Yazılımından genel olarak memnunuz.					
41	Kullanılan Bakım Yazılımıyla bakım planı yapılabilmektedir.					
42	Kullanılan Bakım Yazılımı Kurumun/Firmanın ihtiyaçları dikkate alınarak sürekli güncellenmektedir.					

43	Kurumun/Firmanın faaliyet gösterdiği sektör	
44	Kurumun/Firmanın Çalışan sayısı	
45	Kurumun/Firmanın Bakım personeli sayısı	
46	Bakım maliyetinin toplam maliyete oranı	
47	Kurumda kullanılan bakım teknikleri (1'den fazla işaretlenebilir)	Düzeltilici Bakım
		Periyodik Bakım
		Kestirimci Bakım
		Duruma Dayalı Bakım
		Güvenilirlik Merkezli Bakım
		Toplam Verimli Bakım
48	Kurum türü	Kamu
		Özel

## EK B. TÜRKİYEDEKİ BAKIM UYGULAMALARI

Türkiye’deki bakım uygulamalarıyla ilgili bir anket yapılmış ve tezin 3.2 kısmında araştırmanın tasarlanması, değerlendirme yöntemi ve tez konusuyla doğrudan ilişkisi bulunan bakım yönetiminde karar verme ve kullanılan bakım tekniklerinin analizi sunulmuştur. Bu kısımda ise tezin ana kısmında yer verilmeyen ülkemizdeki bakım uygulamalarının analizi sunulmuştur.

### *B.1. Firmaların/Kurumların Bakım Faaliyetlerine Genel Bakışı*

Firma/Kurumların bakım faaliyetlerine genel bakışlarını anlamak amacıyla ankete katılanlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

- SORU\_1 Kurumunuzda/Firmanızda Koruyucu bakıma gereken önem verilmektedir.
- SORU\_2 Genel olarak düzeltici bakım yapılmaktadır.
- SORU\_13 Yönetim bakımı bir maliyet kaynağı olarak görmektedir.
- SORU\_16 Bakıma gereken önem verilmektedir.
- SORU\_17 Bakım için yeterli kaynak ayrılmaktadır.

Bu sorulara verilen cevapların ortalama ve standart sapma değerleri Tablo B.1’de verilmiştir:

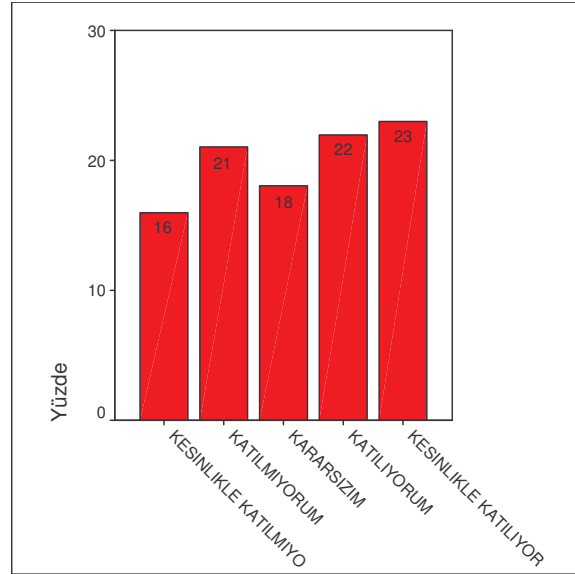
Tablo B.1: Firmaların bakım faaliyetlerine genel bakışını yansıtan sorulara verdikleri cevapların ortalama ve standart sapma değerleri

	N	ORTALAMA	STANDART SAPMA
SORU_1	100	3,97	1,068
SORU_2	100	3,98	,943
SORU_13	100	3,15	1,410
SORU_16	98	3,96	1,130
SORU_17	100	3,82	1,077



Ankete katılan firmaların büyük çoğunluğu yani 100 kişiden 78'i çalıştıkları firmalarda bakım faaliyetlerine gereken önemin verilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Ankete katılan kurumların %78'i ise firmasında koruyucu bakıma gereken önemin verilmekte olduğunu söylemişlerdir. Yine ankete katılanların %72'si bakım faaliyetlerine yönetim tarafından yeterli kaynağın ayrıldığını düşünmektedirler. Bu veriler ışığında genel olarak firmaların bakım faaliyetlerine üst yönetim tarafından gereken önemin gösterildiği söylenebilir.

Bakım faaliyetleriyle ilgili uzun yıllardan beri bakım faaliyetlerini yürüten personel tarafından dile getirilen en önemli sıkıntılardan biri üst yönetimin bakım faaliyetlerini maliyet kalemi olarak görmesiydi. Şekil B.1'de görüldüğü gibi ankete katılanlar arasında yönetimin bakım faaliyetlerine maliyet kaynağı olarak baktığını konusunda belirgin bir kararsızlık vardır. Bu da yönetimin bakım faaliyetlerini bir maliyet kaynağı olarak gördüğü fikrinin yavaş yavaş değişmeye başladığını fakat henüz istenen düzeyde olmadığını göstermektedir.



Şekil B.1: SORU\_16'ya verilen cevapların dağılımı

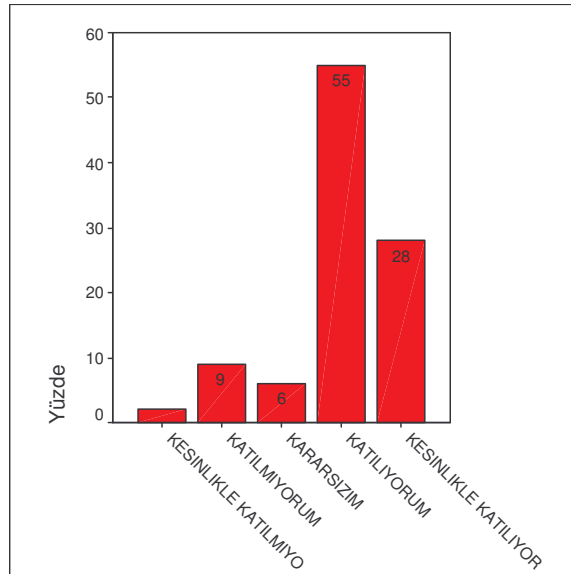
Yönetim tarafından bakım faaliyetlerinin bir maliyet kaynağı olarak görülmesinin özellikle 100 kişiden daha az personeli bulunan firmalarda daha yaygın olduğu Tablo B.2'de net bir şekilde görülmektedir. Bakım faaliyetlerinin yönetim tarafından bir maliyet kaynağı olarak görüldüğünü belirten 43 kişiden 20'si 100 kişiden daha az

personeli olan firmalarda çalışan bakım personelidir. Bu da göstermektedir ki, küçük ve orta ölçekli firmalarda bakım faaliyetleri maliyet kalemi olarak görülmektedir.

Tablo B.2: Firma büyüklüklerine göre SORU\_16'ya verilen cevapların dağılımı

	Yönetim bakımı bir maliyet kaynağı olarak görmektedir.					TOPLAM
	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILYORUM	KESİNLİKLE KATILYORUM	
SORU_44 0 - 100 ARASI	4		6	12	8	30
100 - 250 ARASI	6	6		2	2	16
250 - 500 ARASI	2	6	2	2	4	16
500 - 1000 ARASI		4		2	6	12
1000 DEN BÜYÜK	2	5	10	2	3	22
TOPLAM	14	21	18	20	23	96

Bakım faaliyetleriyle ilgili olarak uzun zamandır devam eden bir diğer önemli nokta da firmalarda bakım faaliyeti olarak genellikle düzeltici bakım faaliyetlerinin uygulanmasıdır. Anket katılan firmalar, firmalarında koruyucu bakıma gereken önemin verildiğini belirtmelerine rağmen, firmalarında genel olarak düzeltici bakım faaliyetlerinin yapıldığını söylemektedirler. Firmalarında genel olarak düzeltici bakım faaliyetlerinin yapıldığını belirtenlerin oranı %83 gibi çok yüksek bir orandır (Şekil B.2). Bu da gösteriyor ki firmalar koruyucu bakımın önemini bilmelerine ve gereken önemi göstermelerine rağmen, eski alışkanlıkları olan düzeltici bakım faaliyetlerine yürütmeye devam etmektedirler.



Şekil B.2: SORU\_2'ye verilen cevapların dağılımı

Ankete katılan firmaların özel veya kamu kurumu olma durumlarına göre kriterlere verdikleri cevapların ortalamaları Tablo B.3’de görülmektedir. Kamu kurumlarının koruyucu bakım faaliyetlerine özel kurumlara oranla daha fazla önem verdikleri görülmektedir. Tablo B.4’de görülen Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre 0.05 anlamlılık düzeyinde kamu ve özel kurumlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Kamu ve özel firmalarda ise genel olarak düzeltici bakım faaliyetlerinin yapıldığı görülmekte ve iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p > 0.05$ ).

Yönetimlerin bakım faaliyetlerini bir maliyet kaynağı olarak görmeleri kamu kurumlarına göre özel kurumlarda yüksek olmasına rağmen iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p > 0.05$ ).

Bununla da paralel olarak kamu kurumlarında özel kurumlara göre bakım faaliyetlerine çok daha fazla önem verilmekte ve kamu kurumlarında bakım faaliyetleri için yeterli kaynak ayırma oranı, özel kurumlara göre çok daha yüksektir. Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre de iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Buradan kamu kurumlarında bakım faaliyetlerinin daha bir ciddiyetle ele alındığını ve bakım faaliyetlerinin en iyi şekilde yürütülmesi için gerekli olan kaynağın bakım faaliyetlerinden esirgenmediğini söylemek mümkündür.

Tablo B.3: Kamu ve özel firmaların bakım faaliyetlerine genel bakışlarının karşılaştırılması

<b>KRİTERLER</b>	<b>GENEL ORTALAMA</b>	<b>KAMU ORTALAMA</b>	<b>ÖZEL ORTALAMA</b>
Kurumunuzda/Firmanızda Koruyucu bakıma gereken önem verilmektedir.	3,97	4,29	3,87
Genel olarak düzeltici bakım yapılmaktadır.	3,98	3,92	4,00
Yönetim bakımı bir maliyet kaynağı olarak görmektedir.	3,15	2,79	3,26
Bakıma gereken önem verilmektedir.	3,96	4,50	3,78
Bakım için yeterli kaynak ayrılmaktadır.	3,82	4,33	3,66

Tablo B.4: Firmaların bakım faaliyetlerine genel bakışını gösteren kriterlere uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_1	SORU_2	SORU_13	SORU_16	SORU_17
Mann-Whitney U	676,500	832,000	729,000	624,000	620,000
Wilcoxon W	3602,500	1132,000	1029,000	3399,000	3546,000
Z	-2,030	-,717	-1,509	-2,337	-2,518
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,042	,473	,131	,019	,012

### B.2. Bakımın Organizasyondaki Yeri

Bakım faaliyetlerinin organizasyondaki yerinin tanımlı olup olmadığı ve bakım faaliyetlerinin kimler tarafından yapılacağı belli olup olmadığını belirlemek amacıyla aşağıdaki sorular ankete katılan kurumlara yöneltilmiştir.

SORU\_10 Bakımın organizasyondaki yeri tanımlıdır.

SORU\_11 Bakımın kimler tarafından yapılacağı önceden tanımlanmıştır.

Ankete katılanların %81'i firmalarında bakım faaliyetlerinin organizasyondaki yerinin tanımlı olduğunu belirtmişler (Tablo B.5). Kamu kurumlarında bu oran %87'ye çıkarken, özel kurumlarda bu oran %79'a düşmektedir. Yine de bu oran çok yüksektir ve iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). Buradan hareketle, bakım faaliyetlerinin kamu ve özel kurumlarda organizasyondaki yerinin tanımlanmış olduğu söylenebilir (Tablo B.6).

Tablo B.5: Kamu ve özel kurumların SORU\_10'a verdikleri cevapların dağılımı

	Bakımın organizasyondaki yeri tanımlıdır.				TOPLAM
	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILIYORUM	KESİNLİKLE KATILIYORUM	
KAMU SIKLIK	2	1	9	12	24
YÜZDE	8,3%	4,2%	37,5%	50,0%	100,0%
ÖZEL SIKLIK	8	8	30	30	76
YÜZDE	10,5%	10,5%	39,5%	39,5%	100,0%
TOPLAM SIKLIK	10	9	39	42	100
YÜZDE	10,0%	9,0%	39,0%	42,0%	100,0%

Tablo B.6: SORU\_10'a uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

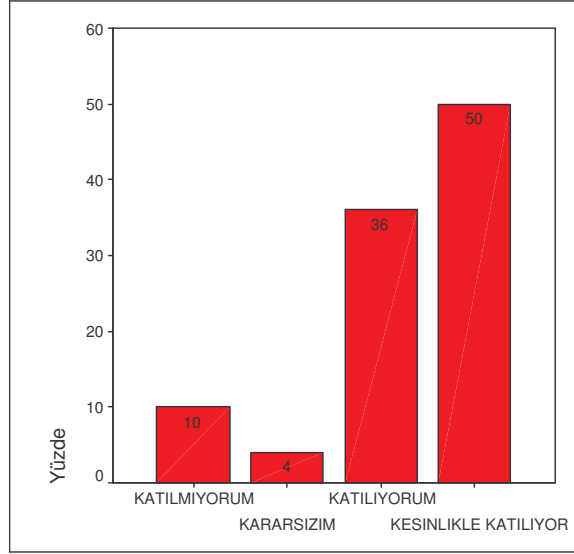
	SORU_10
Mann-Whitney U	793,000
Wilcoxon W	3719,000
Z	-1,033
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,302

Firmalarda çalışan personel sayısına göre, bu soruya verilen cevapların ortalamaları incelendiğinde firmalarda çalışan personel sayısı arttıkça bu soruya verilen cevapların ortalamasının önce arttığı, daha sonra 1000 kişiden fazla personeli bulunan firmalara geldiğinde ise biraz düştüğü görülmektedir. 1000 kişiden fazla personeli olan firmalarda bu ortalamanın 0 – 250 arası personeli olan firmalardaki kadar düşük olmadığı görülmektedir (Tablo B.7). Bu da bir anlamda kurumsal firmalarda bakım faaliyetlerin organizasyondaki yerinin tanımlanma oranının yüksek olduğunu ama personel sayısının çok fazla olduğu firmalarda bu oranın biraz daha düştüğünü göstermektedir.

Tablo B.7: Firma büyüklüklerine göre SORU\_10'a verilen cevapların ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMADA ÇALIŞAN PERSONEL SAYISI	ORTALAMA
0 - 100 ARASI	3,80
100 - 250 ARASI	4,00
250 - 500 ARASI	4,38
500 -1000 ARASI	4,67
1000 DEN BÜYÜK	4,41

Ankete katılanların %50'si "Firmalarımızda bakım faaliyetlerini gerçekleştirecek olan kişiler önceden tanımlanmıştır" sorusunu kesinlikle katılıyorum diye cevaplandırmış, %36'sı bu soruya katılıyorum diye cevap vermiştir. Bakım faaliyetlerini gerçekleştirecek kişiler önceden tanımlanmamıştır diyenlerin oranı ise sadece %10'dur. Buradan da anlaşılacağı gibi firmalarımızda bakım faaliyetlerini gerçekleştirecek kişiler büyük oranda önceden belirlenmiştir (Şekil B.3).



Şekil B.3: SORU\_11'e verilen cevapların dağılımı

Kamu ve özel kurumların verdikleri cevaplar ayrı ayrı değerlendirildiğinde (Tablo B.8), kamu kurumlarının tamamı bakım faaliyetlerini gerçekleştirecek kişilerin önceden tanımlanmış olduğunu belirtmişlerdir. Özel kurumlarda ise bu oran yaklaşık %81 civarındadır. İki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ), (Tablo B.9).

Tablo B.8: Kamu ve özel kurumların SORU\_11'e verdikleri cevapların dağılımı

	Bakımın kimler tarafından yapılacağı önceden tanımlanmıştır.				TOPLAM
	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILIYORUM	KESINLIKLE KATILIYORUM	
KAMU SIKLIK			14	10	24
YÜZDE			58,3%	41,7%	100,0%
ÖZEL SIKLIK	10	4	22	40	76
YÜZDE	13,2%	5,3%	28,9%	52,6%	100,0%
TOPLAM SIKLIK	10	4	36	50	100
YÜZDE	10,0%	4,0%	36,0%	50,0%	100,0%

Tablo B.9: SORU\_11'e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_11
Mann-Whitney U	910,000
Wilcoxon W	1210,000
Z	-,018
Asymp. Sig. (2-tailed)(p)	,986

“Bakımın kimler tarafından yapılacağı önceden tanımlanmıştır” sorusuna verilen cevapların ortalaması ise firmada çalışan personel sayısı artıka artmakta, ama 1000 kişiden fazla personel çalıştıran firmalarda tekrar azalmaktadır (Tablo B.10).

Tablo B.10: Firma büyüklüklerine göre SORU\_11'e verilen cevapların ortalamalarının karşılaştırılması

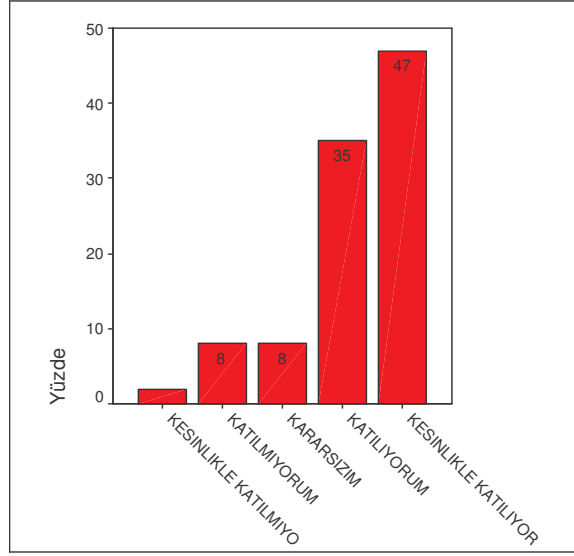
FİRMADA ÇALIŞAN PERSONEL SAYISI	ORTALAMA
0 - 100 ARASI	4,00
100 - 250 ARASI	4,25
250 - 500 ARASI	4,50
500 -1000 ARASI	4,83
1000 DEN BÜYÜK	4,09

### ***B.3. Bakım Faaliyetlerinin Planlanması***

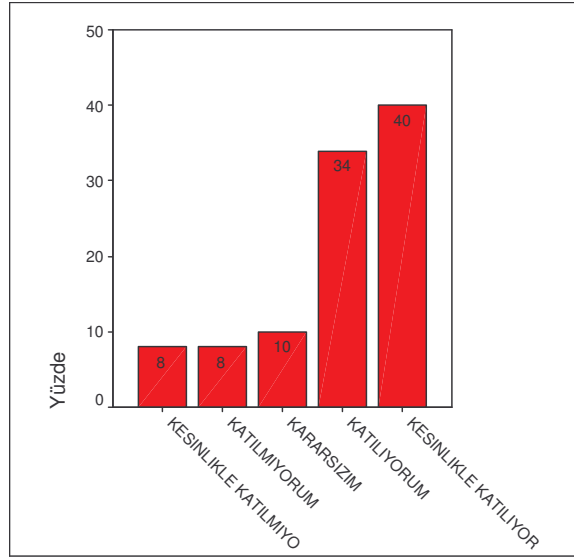
Bakım faaliyetlerinin planlanması ile ilgili olarak firmaların genel bakışını öğrenmek amacıyla aşağıdaki sorular ankete katılan bakım personeline yöneltilmiştir:

- SORU\_12 Bakım faaliyetleri önceden planlanmaktadır.  
 SORU\_14 Bakımlar için malzeme ihtiyaç planı yapılmaktadır.  
 SORU\_27 Yıllık bakım planı yapılmaktadır.

Ankete katılanların %82'si firmalarında bakım faaliyetlerinin önceden planlanmakta olduğunu belirtmişlerdir. Firmalarında yıllık bakım planı yapılmakta olduğunu belirtenlerin oranı ise % 74'dür. Bakım faaliyetleriyle ilgili olarak malzeme ihtiyaç planı yapılmakta olduğunu belirtenlerin oranı ise %67'dir. Bu veriler ışığında bakım faaliyetlerinin planlanması değerlendirildiğinde firmaların bakım faaliyetlerinin belirli bir plan çerçevesinde yapıldığını söylemek mümkündür. Firmaların büyük bir bölümü bakım planlarını bir yıllık periyotta hazırlamaktadır ve bakım faaliyetleriyle ilgili olarak malzeme ihtiyaç planı çıkarmaktadırlar. Aşağıdaki şekillerde (Şekil B.4, Şekil B.5 ve Şekil B.6) bu üç soruya verilen cevapların yüzdeleri dağılımları görülmektedir.

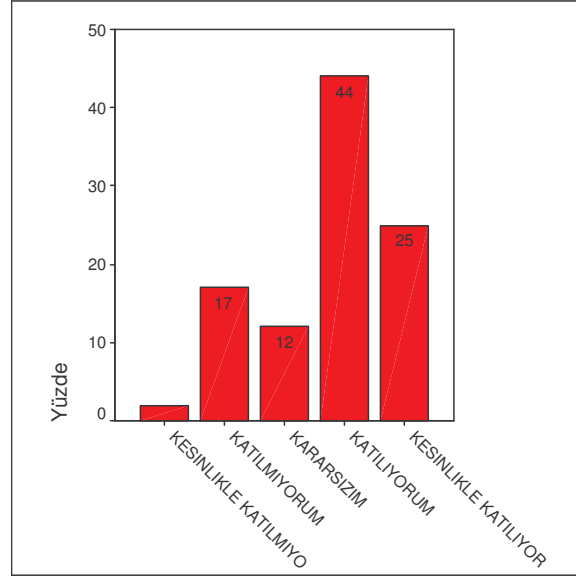


Şekil B.4: SORU\_12'ye verilen cevapların dağılımı



Şekil B.5: SORU\_27'ye verilen cevapların dağılımı





Şekil B.6: SORU\_14'e verilen cevapların dağılımı

Kamu ve Özel Kurumlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde her iki tür kurumda da planlama faaliyetlerine verilen önem açık bir şekilde görülmekte (Tablo B.11) ve iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli bir fark bulunmamaktadır ( $p < 0,05$ ), (Tablo B.12). Ankete katılan kamu kurumlarının tamamı bakım faaliyetlerinin önceden planlanmakta olduğunu belirtirken, özel kurumlarda bu soruya verilen “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” cevapları %76 civarındadır. Yıllık bakım planı yapıldığını belirtenlerin oranı ise kamu ve özel kurumlarda hemen hemen eşittir. (Kamu kurumlarında %75, Özel Kurumlarda %73) “Bakım faaliyetlerinde malzeme ihtiyaç planı yapılmaktadır” diyenlerin oranı ise Kamu kurumlarında %79 civarında iken özel kurumlarda %66 civarındadır.

Tablo B.11: Kamu ve özel kurumların planlama ile ilgili sorulara verdikleri cevapların dağılımı

KRİTERLER	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILYORUM	KESİNLİKLE KATILYORUM	
SORU_12	KAMU			45,80%	54,20%	
	ÖZEL	2,60%	10,50%	10,50%	31,60%	44,70%
SORU_14	KAMU		12,50%	8,30%	45,80%	33,30%
	ÖZEL	2,60%	18,40%	13,20%	43,40%	22,40%
SORU_27	KAMU		16,70%	8,30%	58,30%	16,70%
	ÖZEL	10,50%	5,30%	10,50%	26,30%	47,40%

Tablo B.12: Planlama ile ilgili sorulara uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_12	SORU_14	SORU_27
Mann-Whitney U	727,000	747,500	724,000
Wilcoxon W	3653,000	3673,500	1024,000
Z	-1,617	-1,405	-1,604
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,106	,160	,109

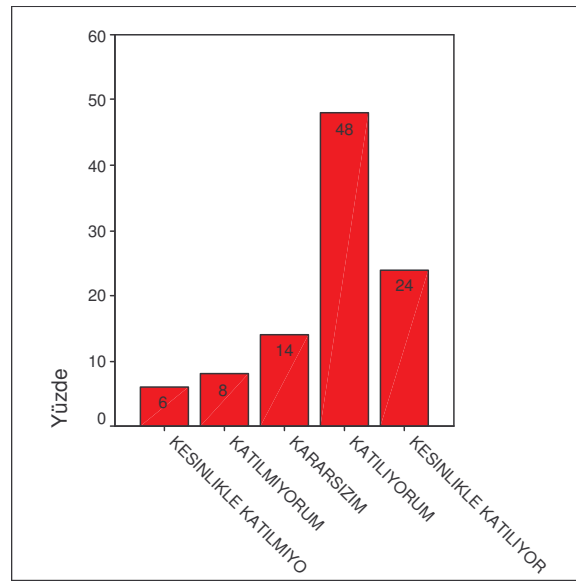
#### B.4. Bakım Personelinin Yeterliliği

Bakım personelinin yeterliliğini ölçmek ve bakım personelinin yeterliliğinin arttırmak için eğitim faaliyetlerinin yapılıp yapılmadığını öğrenmek için ankete katılanlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

SORU\_15 Bakım personeline yeterli eğitim verilmektedir.

SORU\_24 Bakım personelinin nitelikleri yeterlidir.

Ankete katılanların %72'si bakım personelinin niteliklerinin yeterli olduğunu belirtmiştir (Tablo B.13, Şekil B.7). Kamu ve özel kurumlar olarak ayrı ayrı bakıldığında da çok farklı bir yüzdeyle karşılaşılmamaktadır. Mann-Whitney U testi sonucuna göre de (Tablo B.14) iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli bir fark bulunmamaktadır ( $p < 0,05$ ). Genel olarak, firmalarımızda çalışan bakım personelinin niteliklerinin yeterli olduğu söylenebilir.



Şekil B.7: SORU\_24'e verilen cevapların dağılımı

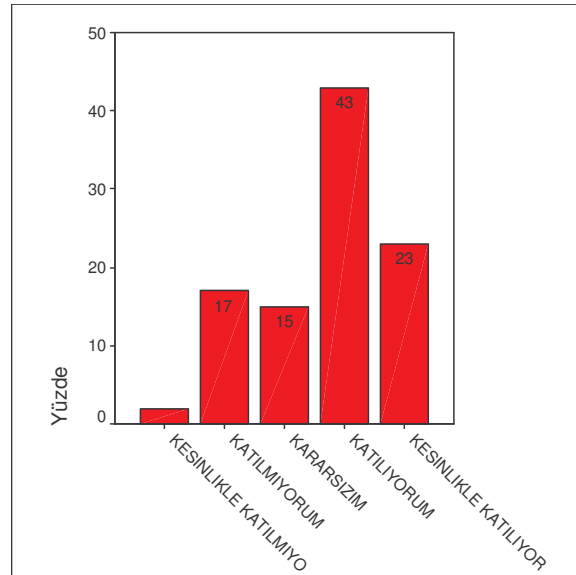
Tablo B.13: Kamu ve özel kurumların personel yeterliliği ile ilgili soruya verdikleri cevapların dağılımı

	Bakım personelinin nitelikleri yeterlidir.					TOPLAM
	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILIYORUM	KESİNLİKLE KATILIYORUM	
KAMU		8,3%	16,7%	50,0%	25,0%	100,0%
ÖZEL	7,9%	7,9%	13,2%	47,4%	23,7%	100,0%
TOPLAM	6,0%	8,0%	14,0%	48,0%	24,0%	100,0%

Tablo B.14: SORU\_24'e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_24
Mann-Whitney U	856,000
Wilcoxon W	3782,000
Z	-,484
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,628

Bakım personeline yeterli eğitimin verildiğini düşünenlerin oranı %66'dır (Şekil B.8). Bu oran kamu kurumlarında %70 civarında, özel kurumlarda ise %64 oranındadır. Buradan da anlaşılıyor ki; Kamu kurumları ve özel kurumlarda bakım personeline yeterli eğitimin verildiğini düşünenlerin oranları birbirine çok yakındır (Tablo B.15) ve Mann-Whitney U testi sonucuna göre de (Tablo B.16) iki kurum türü arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli bir fark bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).



Şekil B.8: SORU\_15'e verilen cevapların dağılımı

Tablo B.15: Kamu ve özel kurumların SORU\_15'e verdikleri cevapların dağılımı

	Bakım personeline yeterli eğitim verilmektedir.					TOPLAM
	KESİNLİKLE KATILMIYORUM	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILYORUM	KESİNLİKLE KATILYORUM	
KAMU		12,5%	16,7%	37,5%	33,3%	100,0%
ÖZEL	2,6%	18,4%	14,5%	44,7%	19,7%	100,0%
TOPLAM	2,0%	17,0%	15,0%	43,0%	23,0%	100,0%

Tablo B.16: SORU\_15'e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

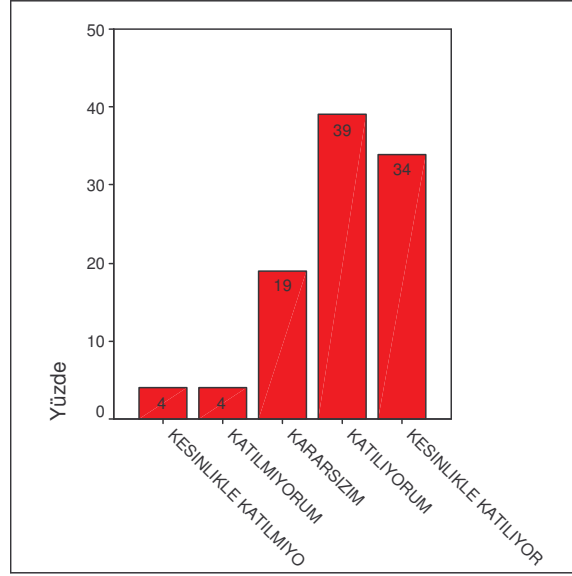
	SORU_15
Mann-Whitney U	767,000
Wilcoxon W	3693,000
Z	-1,233
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,217

### ***B.5. Bakım Faaliyetlerinin Etkinliği***

Bakım faaliyetlerinin etkinliğini tespit etmek amacıyla ankete katılanlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

- SORU\_3 Bakım faaliyetleri kurumun performansını olumlu yönde etkilemektedir.
- SORU\_23 Arızalar zamanında giderilmektedir.
- SORU\_25 Bakım sürecinin performans göstergeleri bellidir.
- SORU\_26 Bakım sürecinin performansı ölçülmektedir.
- SORU\_31 Kurumunuzda/Firmanızda bakım sistemi genel olarak etkindir.

Genel olarak baktığımızda ankete katılanların %73'ü bakım faaliyetlerinin kurumun performansını olumlu yönde etkilediğini düşünmektedir (Şekil B.9). Bu da bakım faaliyetlerini yürüten personelin yaptıkları çalışmaların kurum için ne kadar önemli olduğunun bilincinde olduklarını göstermektedir. Bu durumda bakım faaliyetlerinin etkinliği ne kadar arttırılırsa, kurumun performansı da aynı oranda artacaktır.



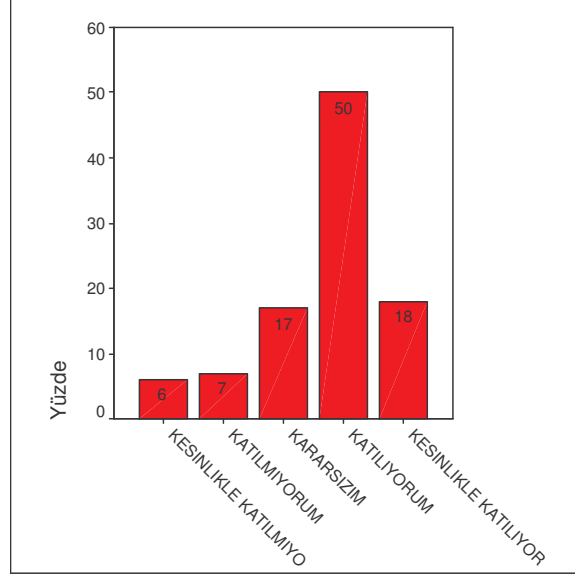
Şekil B.9: SORU\_3'e verilen cevapların dağılımı

Diğer bir açıdan bakıldığında; bu soruya verilen cevapların ortalaması 4,54 olmakla beraber kamu kurumlarının verdiği cevapların ortalaması 4,67, özel kurumların verdiği cevapların ortalaması ise 4,50 olarak ortaya çıkmıştır. Mann-Whitney U testini SORU\_3'e uyguladığımızda kamu ve özel kurumların bu soruya verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ). Bu durumda hem kamu kurumlarında hem de özel firmalarda bakım faaliyetlerinin kurumun performansını olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Tablo B.17'de Mann-Whitney U testinin sonuçları görülmektedir.

Tablo B.17: SORU\_3'e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

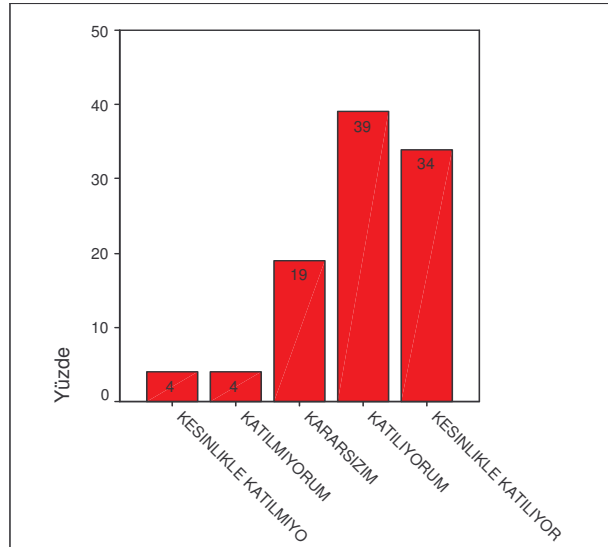
	SORU 3
Mann-Whitney U	850,000
Wilcoxon W	3776,000
Z	-,605
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,545

Firmalarımızda uygulanan bakım sisteminin etkin olduğunu düşünenlerin oranı ise %68'dir (Şekil B.10). Bu soruya cevap verenlerin %17'si ise kararsız olduklarını belirtmişlerdir. Yine ankete katılanların %73'i arızaların zamanında giderildiği belirtmekle birlikte kararsızların oranı bu soruda %19'a çıkmıştır (Şekil B.11).



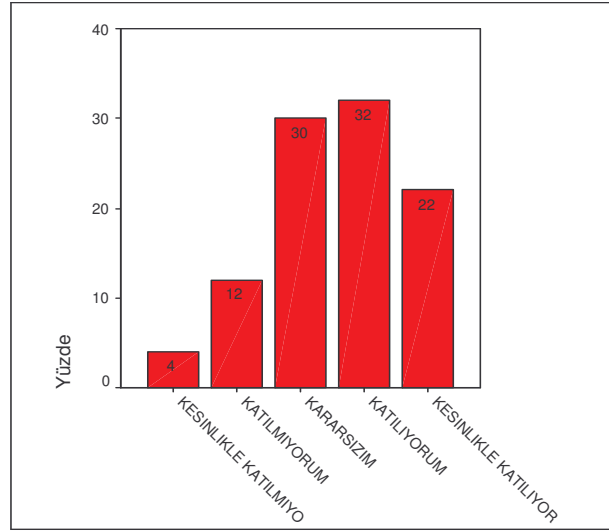
Şekil B.10: SORU\_31'e verilen cevapların dağılımı

Bu iki soruya verilen cevaplar değerlendirildiğinde, ankete katılanların genel olarak arızaların zamanında giderilmesinin bakım faaliyetlerinin etkinliğinin tek başına bir göstergesi olmadığını düşündüklerini söyleyebiliriz. Çünkü arızaların zamanında giderildiğini söyleyenlerin oranı bakım faaliyetlerinin etkin olduğunu söyleyenlerin oranından yüksektir. Aynı zamanda arızalar zamanında giderilmektedir sorusuna “Kararsızım” diye cevap verenlerin oranı da bakım faaliyetlerinin etkinliğine “Kararsızım” diye cevap verenlerin oranından daha yüksektir.



Şekil B.11: SORU\_23'e verilen cevapların yüzde dağılımı

“Bakım sürecinin performans kriterleri bellidir” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde firmalarında performans kriterlerinin belli olduğunu söyleyenlerin oranı %54’dür. Bu soruya “Kararsızım” diye cevap verenlerin oranı ise %30’dur (Şekil B.12). Bu durumda ankete katılan firmaların yarısında bakım sürecinin performans kriterleri belli iken, diğer yarısında belli olmadığı söylenebilir. Bu sorunun genel olarak ortalaması ise 3.56 dır. Kamu sektöründe bu ortalama 3,67, özel sektörde ise 3,53 dür. Mann-Whitney U testini bu soruya uyguladığımızda ise kamu ve özel sektörde kurumların bu soruya verdiği cevaplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu da bakım sürecinin performans kriterlerinin belli olup olmamasının firmanın kamu veya özel sektör firması olup olmasına göre farklılık göstermediği anlamına gelmektedir. Tablo B.18’de Mann-Whitney U testinin sonuçları görülmektedir.



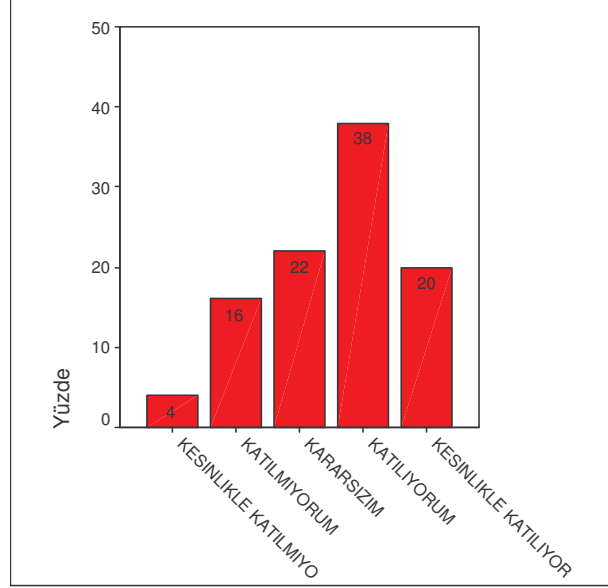
Şekil B.12: SORU\_25’e verilen cevapların dağılımı

Tablo B.18: SORU\_25’e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_25
Mann-Whitney U	888,000
Wilcoxon W	3814,000
Z	-,201
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,841

Firmalarımızda performans göstergelerinin belli olduğunu söyleyenlerin oranı (Şekil B.12), bakım sürecinin performansının ölçüldüğünü belirtenlerin oranından (Şekil B.13) daha düşüktür. Aynı zamanda kararsızların oranında da önemli oranda düşüş vardır.

Performans kriterleri belli olup olmadığı konusunda kararsızım olanların oranı %30 iken performansın ölçülüp ölçülmediği konusunda da kararsız olanların oranı %22 olmaktadır. Bu da göstermektedir ki, bakım faaliyetlerinin performans göstergeleri belli olmasa da firmalar bakım sürecinin faaliyetlerinin performansını ölçmektedirler.



Şekil B.13: SORU\_26'ya verilen cevapların dağılımı

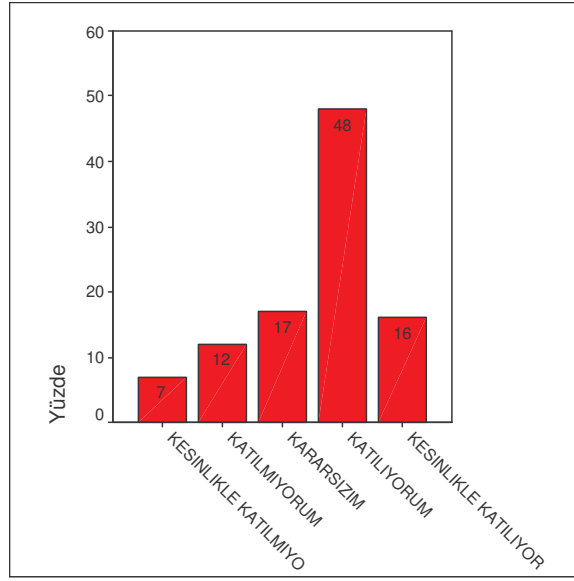
### ***B.6. Bakım Verilerinin Değerlendirilmesi***

Firmalarda bakım faaliyetlerinin sonuçları konusunda çalışılıp çalışılmadığı, elde edilen verilerin değerlendirilip değerlendirilmediği ve bu değerlendirme sonucunda faaliyete geçilip geçilmediğini öğrenmek amacıyla ankete katılanlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

- SORU\_18 Bakım verileri analiz edilerek anlamlı ve düzenli raporlar çıkarılmaktadır.
- SORU\_19 Bakım verileri kullanılarak bakım sistemi sürekli iyileştirilmektedir.
- SORU\_21 Bakım verileri kullanılarak istatistiksel analizler yapılmaktadır.
- SORU\_28 Kurumunuzda/Firmanızda diğer kurumların bakım uygulamaları ile ilgili kıyaslama yapılmaktadır.
- SORU\_29 Kurumunuzda/Firmanızda dünyadaki bakım uygulamaları takip edilmektedir.



Ankete katılanların yarısına yakını ( %48'i) bakım verilerinin analiz edilerek anlamlı ve düzenli raporlar çıkarılmaktadır sorusuna “Katılıyorum” şeklinde cevap vermişler. Anlamlı ve düzenli raporların çıkarıldığını belirtenlerin toplam oranı ise %64 olarak oluşmuştur (Şekil B.14). Bu soruya verilen cevapların ortalaması ise 3,54’dür. Kamu kurumlarının bu soruya verdikleri cevapların ortalaması 3,58; özel kurumların ortalaması ise 3,53 olarak çıkmıştır.



Şekil B.14: SORU\_18’e verilen cevapların dağılımı

Mann-Whitney U testini bu soruya uyguladığımızda ise kamu ve özel kurumlarının bu soruya verdiği cevaplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Bu da göstermektedir ki hem özel sektörde hem de kamu sektöründe bakım verileri analiz edilerek anlamlı ve düzenli rapor çıkarılma oranı birbirine çok yakındır. Tablo B.19’da Mann-Whitney U testinin sonuçları görülmektedir.

Tablo B.19: SORU\_18’e uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU_18
Mann-Whitney U	875,000
Wilcoxon W	3801,000
Z	-,319
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,750

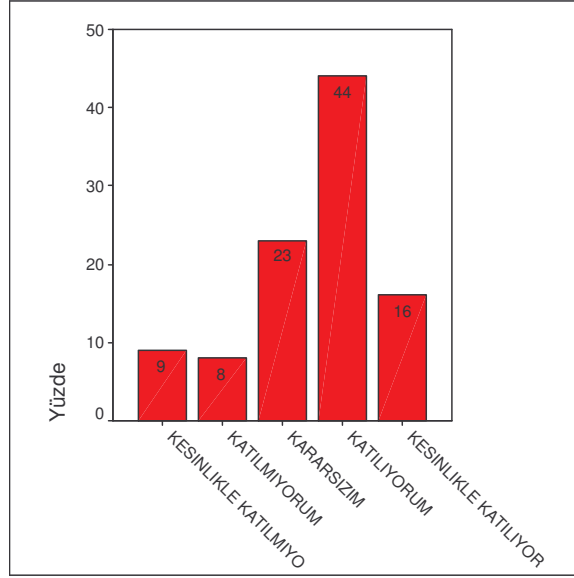
Ankete katılanlarının hemen hemen yarısı (%53’ü) firmalarında bakım verileri kullanılarak istatistiksel analizlerin yapılmakta olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı

şekilde firmalarının dünyadaki bakım faaliyetleri ile ilgili çalışmalarını takip etmekte olduğunu söyleyenlerin oranı da hemen hemen ankete katılanların yarısıdır ( %52' si). Bu iki soruya “Kararsızım” şeklinde cevap verenlerin oranı ise %19 dur. Firmalarındaki bakım uygulamalarının diğer kurumlardaki bakım uygulamaları ile kıyasladığını söyleyenlerin oranı ise %32'dir. Bu soruya “ Kararsızım” şeklinde cevaplayanların oranı ise %33'dür (Tablo B.20). Bu sonuçlar ışığında sunu söyleyebiliriz ki; ankete katılan firmaların yarısı bakım verilerini analiz etmekte ve dünyadaki bakım uygulamalarını yakından takip etmekte; diğer yarısı ise veri analizi yapmamakta ve dünyadaki bakım uygulamalarını takip etmemektedirler. Bakım kıyaslaması incelendiğinde firmaların kendi uyguladıkları bakım faaliyetleri ile diğer firmaların uyguladıkları bakım faaliyetlerini karşılaştırmadıkları görülmüştür.

Tablo B.20: SORU\_21, SORU\_28 ve SORU\_29'un karşılaştırılmaları

KRİTERLER	ORTALAMA	KATILİYORUM KESİN KATILİYORUM	KARARSIZIM
SORU_21	3,31	53%	19%
SORU_28	2,84	32%	33%
SORU_29	3,16	52%	19%

Günümüz yönetim felsefelerinin en önemli ilkelerinden biri olan sürekli iyileştirme ilkesi bakım faaliyetleri açısından sorgulandığında elde edilen sonuçlar Şekil B.15'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre, firmaların %60'ı bakım verilerini kullanarak kendi bakım sistemlerini sürekli iyileştirmektedirler. Firmaların %17'si ise bakım verilerini kullanarak bakım sistemlerini iyileştirmediklerini belirtmişlerdir (Şekil B.15). Ankete katılanların bu soruya verdikleri cevapların ortalaması ise 3,50 olarak gerçekleşmiştir. Kamu ve özel kurumlar açısından bu soruyu değerlendirirsek, kamu kurumlarının ortalaması ve özel kurumların ortalaması birbirine eşit yani 3,50 olarak gerçekleşmiştir. Bu da göstermektedir ki, kamu ve özel kurumların bakım sistemlerinin sürekli iyileştirme faaliyetlerine bakış açıları aynıdır.



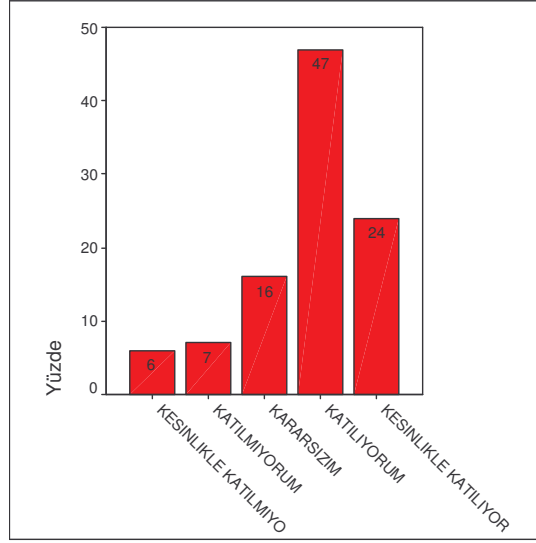
Şekil B.15: SORU\_19'a verilen cevapların yüzde dağılımı

### ***B.7. Bakımda İletişim***

Bir firmada bakım faaliyetleri yürüten personel ile işletme/üretim faaliyetlerini yürüten personel arasındaki sürekli bir iletişim vardır. Bu iletişim ne kadar kuvvetli ise o firmadaki bakım faaliyetlerinin ve üretim faaliyetlerinin etkinliği de o derece yüksektir. Firmalarımızda bakım faaliyetlerini yürüten personel ile işletme/üretim faaliyetlerini yürüten personel arasındaki iletişimin durumunu ölçmek amacıyla ankete katılan kurumlara aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

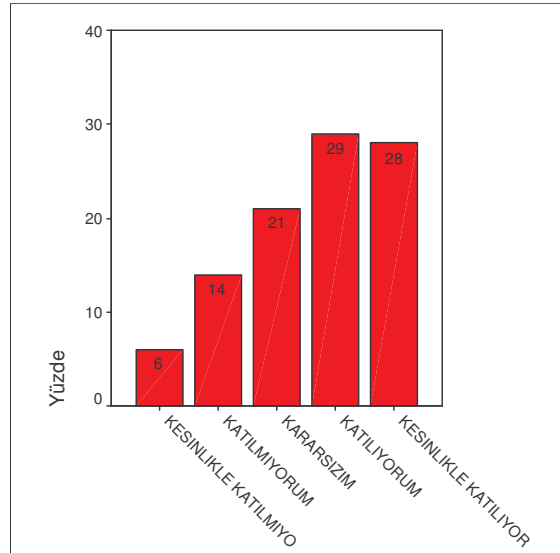
- SORU\_20 İşletme/üretim planı yapılırken bakım faaliyetleri de dikkate alınmaktadır.
- SORU\_22 Bakım personeli ile üretim personeli arasında iletişim sorunu yoktur.
- SORU\_30 Arıza bildirimlerinde sorun bulunmamaktadır.

Ankete katılanlara firmalarında, arıza bildirimlerinde sorun bulunup bulunmadığı sorusuna verdikleri cevapların dağılımı Şekil B.16'da görülmektedir. Buna göre firmalarımızın %71'i arıza bildirimlerinde sorun bulunmadığını belirtmişlerdir.



Şekil B.16: SORU\_30'a verilen cevapların yüzde dağılımı

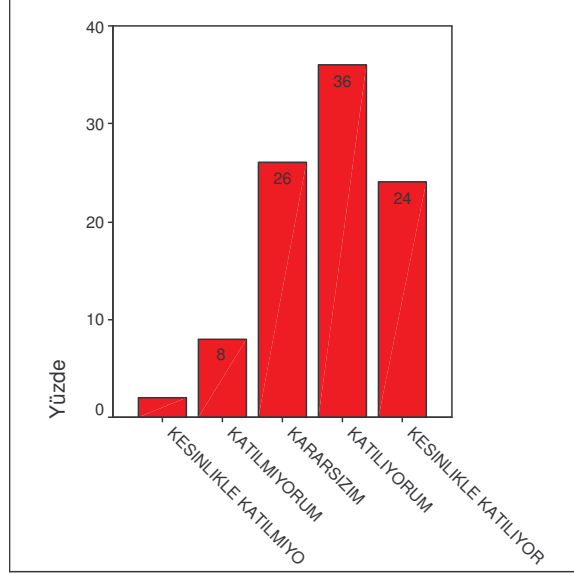
Firmalarda üretim planları yapılırken bakım faaliyetlerinin de dikkate alınması üretim ile bakım arasındaki ilişkinin sağlıklı olması için gereklidir. İşletmelerde üretim planları yapılırken, bakım faaliyetlerinin de dikkate alındığını belirtenlerin oranı %57 iken dikkate alınmadığını belirtenlerin oranı ise %20 olarak gerçekleşmiştir. Bu soruya “Kararsızım” şeklinde cevap verenlerin oranı ise %21 olarak gerçekleşmiştir (Şekil B.17).



Şekil B.17: SORU\_20'ye verilen cevapların dağılımı

Bakım personeli ve üretim personeli arasında iletişim sorunu olduğunu söyleyenlerin oranı %10 iken iletişim sorunu olmadığını söyleyenlerin oranı %60'dır. Bu sonuçlara

bakarak, firmalarda genel olarak bakım personeli ile üretim personeli arasında iletişim sorunu olmadığı söylenebilir (Şekil B.18).



Şekil B.18: SORU\_22'ye verilen cevapların dağılımı

### ***B.8. Bakım Faaliyetlerinde Yazılım Kullanımı***

Bakım faaliyetlerinin etkinliğini arttırmanın en kolay ve etkili yollarından biri bakım faaliyetleri için bir bakım yazılımı kullanmaktır. Bakım faaliyetlerinin planlanmasından, uygulanmasına ve bakım verilerinin analiz edilmesinden, düzenli ve anlamlı raporlar çıkarılmasına kadar tüm bakım sürecinin kontrol altında tutulması için bakım yazılımı kullanmak en uygun çözüm olacaktır.

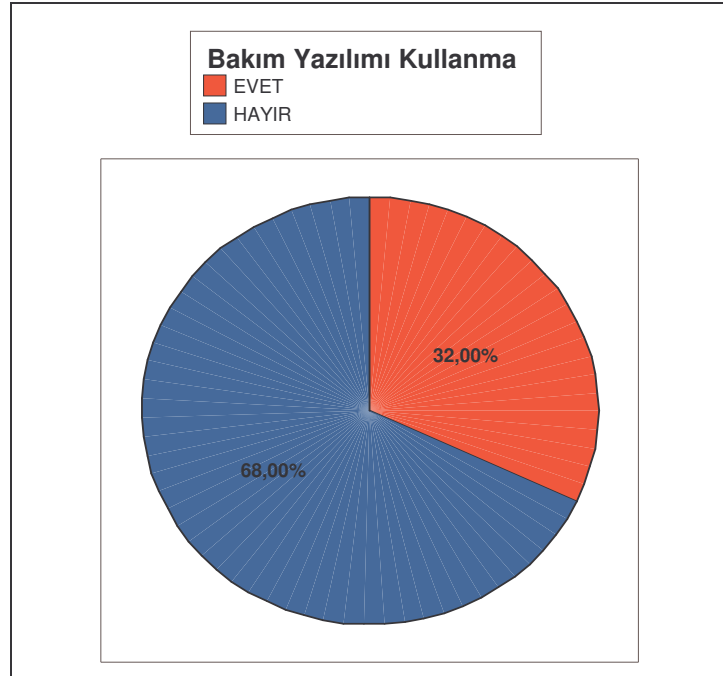
Anket verileri incelendiğinde bakım faaliyetlerinde bakım yazılımı kullanılma oranının çok yüksek olmadığı görülmektedir (Şekil B.19). Ankete katılan firmaların bakım faaliyetlerinde yazılım kullanım oranı %32 iken, bakım yazılımı kullanmama oranı %68 olarak gerçekleşmiştir.

Kamu ve özel kurumlarda bakım yazılımı kullanma oranı incelendiğinde çok farklı bir tabloyla karşılaşılmaktadır. Tablo B.21'de kamu ve özel kurumlarda bakım yazılımı kullanma oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre kamu kurumlarında bakım yazılımı kullanma oranı ile özel kurumlarda bakım yazılımı kullanma oranı arasında çok büyük fark vardır. Kamu kurumlarında bakım yazılımı kullanma oranı %68 iken özel

kurumlarda bakım yazılımı kullanma oranı % 21'dir. Bunun en önemli nedeni özel kurumlarda bakım yazılımlarının maliyetinin getirisinden daha yüksek olduğu düşüncesi olabilir.

Tablo B.21: Kamu ve özel kurumlarda bakım yazılımı kullanma oranı

		BAKIM YAZILIMI KULLANMA		TOPLAM
		EVET	HAYIR	
TOPLAM	KAMU	66,7%	33,3%	100,0%
	ÖZEL	21,1%	78,9%	100,0%
		32,0%	68,0%	100,0%



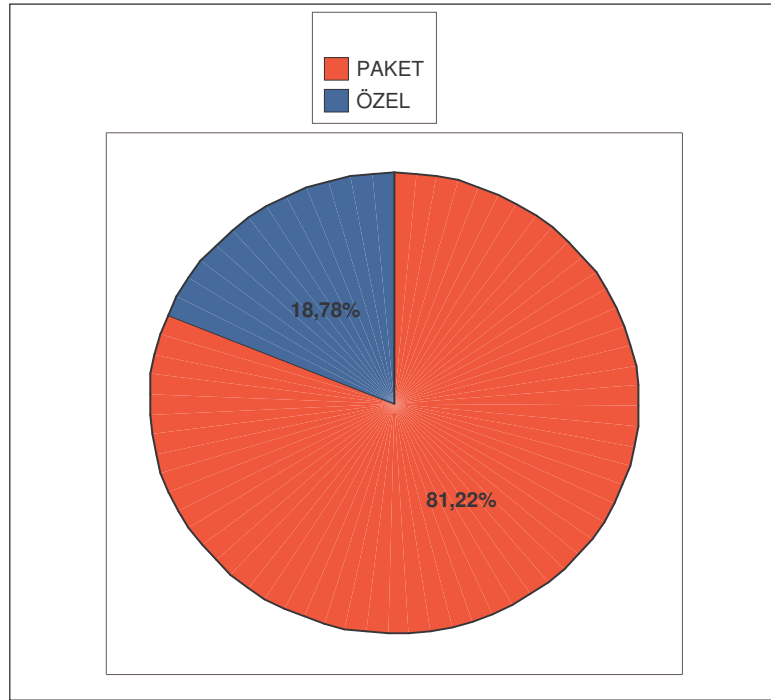
Şekil B.19: Bakım yazılımı kullanım durumu

Bakım yazılımı kullanma oranı, ankete katılan firmaların büyüklüklerine göre kıyaslandığında ise çok daha ilginç bir sonuç ile karşılaşılmıştır (Tablo B.22). Personel sayısı 0 ile 250 arasında olan firmaların hiç birinde, bakım yazılımı kullanılmamaktadır. 250 ile 500 arasında olan firmalarda bakım yazılımı kullanma oranı %50 elli iken daha büyük ölçekli firmalarda %50'nin ellinin üzerine çıkmaktadır. Buradan firmaların büyüklüğü ve aynı zamanda karmaşıklığı arttıkça bakım faaliyetlerini kontrol altında tutabilmek için bakım yazılımlarından yararlandıkları sonucu çıkarılabilir.

Tablo B.22: Firma büyüklüğüne göre bakım yazılımı kullanma oranı

	BAKIM YAZILIMI KULLANMA		TOPLAM
	EVET	HAYIR	
0 - 100 ARASI		100,0%	100,0%
100 - 250 ARASI		100,0%	100,0%
250 - 500 ARASI	50,0%	50,0%	100,0%
500 - 1000 ARASI	66,7%	33,3%	100,0%
1000 DEN BÜYÜK	63,6%	36,4%	100,0%
TOPLAM	31,3%	68,8%	100,0%

Kullanılan bakım yazılımları, paket ya da özel olarak hazırlanmış program olup olmadıklarına göre incelendiğinde, ankete katılan firmalarda kullanılan bakım yazılımlarının %81 gibi çok büyük bir bölümünün paket programlar olduğu görülmektedir (Şekil B.20).



Şekil B.20: Kullanılan bakım yazılımı türlerinin oranı

Kullanılan bakım yazılımı türleri kamu ve özel kurumlarda kullanılmalarına göre incelendiğinde, özel kurumlarda paket program kullanma oranının genele oranla düştüğü, kamu kurumlarında ise yükseldiği görülmektedir (Tablo B.23).

Tablo B.23: Kamu ve özel kurumlarda kullanılan bakım yazılımı türlerinin oranı

	BAKIM YAZILIMI TÜRÜ		TOPLAM
	PAKET	ÖZEL	
KAMU	87,5%	12,5%	100,0%
ÖZEL	75,0%	25,0%	100,0%
TOPLAM	81,3%	18,8%	100,0%

Firmalarda kullanılan bakım yazılımlarının ihtiyaçları karşılayıp karşılamadığı ile ilgili sorulara verilen cevapların genel ortalamaları ve paket ve özel programların ayrı ayrı ortalamaları Tablo B.24’de verilmiştir. Tablo B.25’de ise bu kriterlerin ortalama değerleri arasından paket veya özel program olup olmaları arasında anlamlı fark olup olmadığını test etmek amacıyla uygulanan Mann\_Whitney U testi sonuçları vardır.

Bu sonuçlardan kullanılan bakım yazılımlarının kullanımın kolay olduğu yönünde bir çıkarım yapılabilir, ancak bu kolaylığın derecesinin ortalamasının 3,63 olmasından dolayı çok yüksek olmadığını da söylemek mümkündür. Paket ve özel programların aralarında kullanım kolaylığı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ).

Kullanılan bakım yazılımları genel olarak bakım ihtiyaçlarını karşılamakta ve kullanıcıların kullandıkları programlardan memnun oldukları görülmektedir. Fakat yine de çok yüksek bir memnuniyet derecesi olmadığı söylenebilir. Paket ve özel programlar arasında bakım ihtiyaçlarını karşılama ve kullanılan programdan memnun olma açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ). Ama özel programları kullananların programlarının bakım ihtiyaçlarını daha iyi karşıladığını, paket programlara göre ortalamasının yüksek olmasından anlıyoruz. Bu da özel programların firmanın ihtiyaçları göz önüne alınarak yaptırıldığı düşünüldüğünde gayet normaldir.

Bakım yazılımlarının karar desteği sağlama fonksiyonundan kullanıcılar çok fazla olmasa da memnunsadırlar. Paket ve özel programların aralarında karar desteği sağlama konusunda anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ).

Bakım yazılımlarının esnekliğinin çok yüksek olmadığını özellikle de özel olarak hazırlanan programların esneklik yönünden kullanıcıda memnuniyet hissi



uyandırmadığını söylemek mümkündür. Ama yine de esneklik açısından paket ve özel programlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ).

Kullanılan bakım yazılımlarının firmalarda kullanılan diğer yazılımlarla entegre olup olmadığı incelendiğinde, paket programların diğer yazılımlarla entegre bir şekilde çalıştığı söylenebilirken, özel programlar için aynı şey söylenememektedir. Paket ve özel programların diğer yazılımlarla entegre bir şekilde çalışmaları konusunda aralarında anlamlı bir fark vardır ( $p > 0,05$ ).

Tablo B.24: Kullanılan bakım yazılımlarının özellikleri ile ilgili ortalamalar

<b>KRİTERLER</b>	<b>GENEL ORTALAMA</b>	<b>PAKET PROGRAM ORTALAMA</b>	<b>ÖZEL PROGRAM ORTALAMA</b>
SORU_34 Kullanılan Bakım Yazılımının kullanımı kolaydır.	3,63	3,62	3,67
SORU_35 Kullanılan Bakım Yazılımı bakım ihtiyaçlarını tam olarak karşılamaktadır.	3,44	3,38	3,67
SORU_36 Kullanılan Bakım Yazılımı karar desteği sağlamaktadır.	3,38	3,46	3,00
SORU_37 Kullanılan Bakım Yazılımı esnekler.	3,31	3,46	2,67
SORU_38 Kullanılan Bakım Yazılımı şirkette kullanılan diğer yazılımlarla entegredir.	3,28	3,58	2,00
SORU_39 Kullanılan Bakım Yazılımından istenen raporlar hızlı bir şekilde alınabilmektedir.	3,19	3,23	3,00
SORU_40 Kullanılan Bakım Yazılımından genel olarak memnunuz.	3,63	3,62	3,67
SORU_41 Kullanılan Bakım Yazılımıyla bakım planı yapılabilir.	3,97	3,88	4,33
SORU_42 Kullanılan Bakım Yazılımı Kurumun ihtiyaçları dikkate alınarak sürekli güncellenmektedir.	3,34	3,50	2,67

Bakım yazılımlarından hızlı bir şekilde raporların alındığını söylemek ise pek mümkün değildir. Kullanılan bakım yazılımları ile bakım planı yapmak genelde mümkündür. Hem paket programlar hem de özel program ile bakım planı yapılabilir. Bakım

yazılımlarının sürekli güncellenmesini paket programlarda gerçekleştirme oranı ise özel yazılımlara göre daha fazladır. Ama yine de paket ve özel programların kurumun ihtiyacını karşılayacak şekilde sürekli güncellenmesi konusunda aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ).

Tablo B.25: Paket ve özel programlara kriterlere göre uygulanan Mann-Whitney U testi sonuçları

	SORU 34	SORU 35	SORU 36	SORU 37	SORU 38	SORU 39	SORU 40	SORU 41	SORU 42
Mann-Whitney U	76,000	74,000	55,000	48,000	35,000	66,000	68,000	66,000	51,000
Wilcoxon W	427,000	425,000	76,000	69,000	56,000	87,000	89,000	417,000	72,000
Z	-,102	-,208	-1,153	-1,493	-2,219	-,593	-,511	-,640	-1,339
Asymp. Sig. (2-tailed) (p)	,919	,836	,249	,135	,026	,553	,610	,522	,181

**EK C: Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yazılımı Kaynak Kodları**

```

unit agac_u;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ExtCtrls, ElPanel, ElXPThemedControl, ElTree, ElPopBtn, ImgList,
  DB, DBTables, RzPanel, StdCtrls;

type
  Tagac_f = class(TForm)
    EIP1: TEIPanel;
    ImageList1: TImageList;
    Database1: TDatabase;
    ElGB1: TEIGraphicButton;
    AGAC: TEITree;
    Edit1: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    Panel1: TPanel;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Database2: TDatabase;
    Button1: TButton;
    CheckBox1: TCheckBox;
    CheckBox2: TCheckBox;
    procedure AGACDbClick(Sender: TObject);
    procedure EIP1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
      Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure EIP1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
      Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
    procedure EIP1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
      Y: Integer);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure ElGB1Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBox1Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBox2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  agac_f: Tagac_f;
  mdurum,durum:string;
implementation
uses
  ParametreListesi_U,
  BKM_BilgiAl_U,
  dbtree_U,
  Dosya_U,
  ParY_U,
  AnketDetay_U,
  Alt_Kriter_U,
  Alternatif_Kri_U,
  Sonuc_U
  ;

{$R *.dfm}

procedure Tagac_f.AGACDbClick(Sender: TObject);
begin

```

```

//Label2.Caption:='Karar Verici1';

if AGAC.Selected.Text='Amaç Tanımlama' then
begin
  Dosya_F:=TDosya_F.Create(Application);
  Dosya_F.ShowModal;
end;

if AGAC.Selected.Text='Kriter Tanımlama' then
begin
  if Edit1.Text<>" then
  begin
    DbTree_F:=TDbTree_F.Create(Application);
    DbTree_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
    DbTree_F.ShowModal;
  end
  else
  Begin
    ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
  end;
end;

if AGAC.Selected.Text='Parametreler' then
begin
  if Edit1.Text<>" then
  begin
    ParametreListesi_F:=TParametreListesi_F.Create(Application);
    ParametreListesi_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
    ParametreListesi_F.Show;
  end
  else
  Begin
    ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
  end;
end;

if AGAC.Selected.Text='Amaç Seç' then
begin
  Dosya_F:=TDosya_F.Create(Application);
  Dosya_F.Panel1.Visible:=False;
  Dosya_F.ShowModal;
end;

if AGAC.Selected.Text='Karar Verici' then
begin
  AnketDetay_F:=TAnketDetay_F.Create(Application);
  AnketDetay_F.ShowModal;
end;

if AGAC.Selected.Text='Alternatif Tanımlama' then
begin
  if Edit1.Text<>" then
  begin
    Alt_Kriter_F:=TAlt_Kriter_F.Create(Application);
    Alt_Kriter_F.ShowModal;
  end
  else
  Begin
    ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
  end;
end;

if AGAC.Selected.Text='Kriter Karşılaştırma' then
begin
  if (Edit1.Text<>" ) AND (Edit2.Text<>" ) then

```

```

begin
  BKM_BilgiAl_F:=TBKM_BilgiAl_F.Create(Application);
  BKM_BilgiAl_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
  BKM_BilgiAl_F.Edit2.Text:=Edit2.Text;
  BKM_BilgiAl_F.Show;
end
else
Begin
  ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
end;
end;

if AGAC.Selected.Text='Alternatiflerin Değerlendirilmesi' then
begin
if (Edit1.Text<>") then
begin
  Alternatif_Kri_F:=TAlternatif_Kri_F.Create(Application);
  Alternatif_Kri_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
  Alternatif_Kri_F.Edit2.Text:=Edit2.Text;
  Alternatif_Kri_F.Show;
end
else
Begin
  ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
end;
end;

if AGAC.Selected.Text='ÇIKIŞ' then
begin
  Agac_f.Close;
end;
end;

procedure Tagac_f.EIP1MouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
mdurum:='true';
end;

procedure Tagac_f.FormCreate(Sender: TObject);
begin
mdurum:='false';
end;

procedure Tagac_f.EIP1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
mdurum:='false';
durum:='true';
end;

procedure Tagac_f.EIP1MouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
  Y: Integer);
begin
if mdurum='true1' then
begin
  agac_f.Top:= x;
  agac_f.Left :=y;
  agac_f.Caption :='x değeri='+ inttostr(X) + '   Y değeri =' + inttostr(y);
end;
end;

procedure Tagac_f.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin

```

```

Action:=caFree;
end;

procedure Tagac_f.ElGB1Click(Sender: TObject);
begin
if ElGB1.Caption = '>>>' then
begin
AGAC.Align:=alNone;
AGAC.height:=17;
AGAC_F.Height:=100;
ElGB1.Caption := '<<<';
exit;
end;
if ElGB1.Caption = '<<<' then
begin
AGAC_F.Height:=281;
AGAC.Align:=alClient ;
ElGB1.Caption := '>>>';
end;

end;

procedure Tagac_f.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if (Edit1.Text<>") then
begin
Sonuc_F:=TSonuc_F.Create(Application);
Sonuc_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
Sonuc_F.Show;
end
else
Begin
ShowMessage('Lütfen dosyadan bir kayıt seçin');
end;
end;

procedure Tagac_f.CheckBox1Click(Sender: TObject);
begin
if CheckBox1.Checked then
begin
CheckBox2.Checked:=False;
end
else
begin
CheckBox2.Checked:=True;
end;

end;

procedure Tagac_f.CheckBox2Click(Sender: TObject);
begin
if CheckBox2.Checked then
begin
CheckBox1.Checked:=False;
end
else
begin
CheckBox1.Checked:=True;
end;

end;

end.

```

```

unit Dosya_U;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, dxTL, dxDBCtrl, dxDBGrid, DB, DBTables,
  dxCntner;
type
  TDosya_F = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Button2: TButton;
    dxDBGrid2: TdxDBGrid;
    Table1: TTable;
    DataSource1: TDataSource;
    Table1Dosya_No: TIntegerField;
    Table1Dosya_Adi: TStringField;
    dxDBGrid2Dosya_No: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2Dosya_Adi: TdxDBGridMaskColumn;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    Button5: TButton;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure dxDBGrid2DbClick(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  Dosya_F: TDosya_F;
implementation
uses
  Dosya_Ekle_U, agac_u;
{$R *.dfm}
procedure TDosya_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
  Table1.Open;
end;
procedure TDosya_F.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  Dosya_Ekle_F:=TDosya_Ekle_F.Create(Application);
  Dosya_Ekle_F.Edit1.Text:= "";
  Dosya_Ekle_F.Edit2.Text:= "";
  Dosya_Ekle_F.ShowModal;
end;
procedure TDosya_F.Button3Click(Sender: TObject);
begin
  agac_f.Edit1.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Dosya_No.Field.AsInteger);
  agac_f.Label1.Caption:=dxDBGrid2Dosya_Adi.Field.AsString;
  Close;
end;
procedure TDosya_F.dxBGrid2DbClick(Sender: TObject);
begin
  agac_f.Edit1.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Dosya_No.Field.AsInteger);
  agac_f.Label1.Caption:=dxDBGrid2Dosya_Adi.Field.AsString;
  Close;
end;
procedure TDosya_F.Button4Click(Sender: TObject);
begin
  Dosya_Ekle_F:=TDosya_Ekle_F.Create(Application);
  Dosya_Ekle_F.Edit1.Text:=dxDBGrid2Dosya_Adi.Field.AsString;
  Dosya_Ekle_F.Edit2.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Dosya_No.Field.AsInteger);
  Dosya_Ekle_F.ShowModal;
end;

```

```

end;
procedure TDosya_F.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
Action:=caFree;
end;
end.

unit Dosya_Ekle_U;

interface

uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, TFlatButtonUnit, DB, DBTables, Menus;

type
TDosya_Ekle_F = class(TForm)
  btnSendExcel: TFlatButton;
  FlatButton1: TFlatButton;
  Edit1: TEdit;
  Label4: TLabel;
  Query1: TQuery;
  FlatButton2: TFlatButton;
  PopupMenu1: TPopupMenu;
  Ekle1: TMenuItem;
  Sil1: TMenuItem;
  Edit2: TEdit;
  procedure btnSendExcelClick(Sender: TObject);
  procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
  procedure FlatButton2Click(Sender: TObject);
  procedure Sil1Click(Sender: TObject);
  procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
  procedure p_Kaydet();
  procedure p_Sil();
  procedure p_PerY_Kaydet();
end;

var
  Dosya_Ekle_F: TDosya_Ekle_F;

implementation
uses
  Dosya_U
  ;
{$R *.dfm}

procedure TDosya_Ekle_F.btnSendExcelClick(Sender: TObject);
begin
  p_Kaydet();
  close;
end;

procedure TDosya_Ekle_F.p_PerY_Kaydet();
var
  Q_SorA : TQuery ;
  Q_SorY : TQuery ;

  i:Integer;
  zi,zii:Integer;
  tamDosyaNo:integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);

```



```

Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

Q_SorY := TQuery.Create(nil);
Q_SorY.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;
//DosyaNo ---Par_Dosya

with Q_SorA do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('select max(Dosya_No) from DosyaAdi ');
open;
END;
tamDosyaNo:=Q_SorA.Fields.Fields[0].AsInteger;

with Q_SorA do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('select Adi,Karsilik_Adi,LO,MO,RO,LT,MT,RT from Par_Ana ');
open;
END;

i:=Q_SorA.RecordCount;

if i>0 then
begin
Q_SorA.First;
for zi:=0 to i-1 do
begin
with Q_SorY do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO Par_Dosya ');
sql.Add(' (Adi,Karsilik_Adi,LO,MO,RO,LT,MT,RT ,DosyaNo ) ');
sql.Add(' VALUES (:kn,:kn1,:k11,:k12,:k13,:k14,:k15,:k16,:kn3)');

parambyname('kn').AsString:=Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString ;
parambyname('kn1').AsString:=Q_SorA.Fields.Fields[1].AsString;

parambyname('k11').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[2].AsFloat ;
parambyname('k12').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[3].AsFloat ;
parambyname('k13').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[4].AsFloat ;
parambyname('k14').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[5].AsFloat ;
parambyname('k15').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[6].AsFloat ;
parambyname('k16').AsFloat:=Q_SorA.Fields.Fields[7].AsFloat ;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamDosyaNo;
ExecSQL;
END;
Q_SorA.Next;
end;
end;

Q_SorA.Free ;
Q_SorY.Free ;

end;

procedure TDosya_Ekle_F.p_Kaydet();
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
i:Integer;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);

```

```

Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

if Edit2.Text="" then
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO DosyaAdi ');
sql.Add(' (Dosya_Adi) ');
sql.Add(' VALUES (:kn)');

parambyname('kn').AsString:=edit1.Text;
ExecSQL;
END;
p_PerY_Kaydet();
end
else
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('UPDATE DosyaAdi ');
sql.Add(' SET Dosya_Adi =:kn');
sql.Add(' WHERE (Dosya_No =:kn1)');

parambyname('kn').AsString:=edit1.Text;
parambyname('kn1').AsString:=edit2.Text;
ExecSQL;
END;
end;

Dosya_F.Table1.Close;
Dosya_F.Table1.Open;
Dosya_F.dxDDBGrid2.Refresh;
end;

procedure TDosya_Ekle_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
begin
Close;
end;
procedure TDosya_Ekle_F.FlatButton2Click(Sender: TObject);
begin
p_Sil();
end;
procedure TDosya_Ekle_F.p_Sil();
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
i:Integer;
c:Word;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

if Edit2.Text<>"" then
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('select count(*) from AnaKriterler ');
sql.Add('where Dosya_No=:kn ');

parambyname('kn').AsString:=edit2.Text;
open;

```

```

END;
i:=(Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger);
if i>0 then
begin
  ShowMessage('Bu Kaydı silemezsiniz'+chr(13)+'Alt Kayıtlar Mevcuttur');
end
else
begin
  c:=MessageDlg('Silmek istediğinizden eminmisiniz ?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
  if c=mrYes then
  begin
    with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('DELETE FROM DosyaAdi ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No =:kn) ');
      parambyname('kn').AsInteger:=StrToInt(edit2.Text);
      ExecSQL ;
    end;
    Dosya_F.Table1.Close;
    Dosya_F.Table1.Open;
    Dosya_F.dxDDBGrid2.Refresh;
  end;
  CLOSE;
end;
end;
end;
procedure TDosya_Ekle_F.Sil1Click(Sender: TObject);
begin
  p_Sil;
end;
procedure TDosya_Ekle_F.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;
end.

```

```

unit Alt_Kriter_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, dxTL, dxDBCtrl, dxDBGrid, DB, DBTables,
  dxCntner;

type
  TAlt_Kriter_F = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Button2: TButton;
    dxDBGrid2: TdxDBGrid;
    DataSource1: TDataSource;
    Button4: TButton;
    Button5: TButton;
    Query1: TQuery;
    Query1Dosya_No: TIntegerField;
    Query1Sira_No: TIntegerField;
    Query1Kriter_Adi: TStringField;
    dxDBGrid2Dosya_No: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2Sira_No: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2Kriter_Adi: TdxDBGridMaskColumn;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure dxDBGrid2DbClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    procedure Q1_yenile(tamNo:integer);
    { Public declarations }
  end;

var
  Alt_Kriter_F: TAlt_Kriter_F;

implementation
uses
  Alt_Kriter_Ekle_U,
  agac_u
  ;
{$R *.dfm}

procedure TAlt_Kriter_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
  Q1_yenile(StrToInt(agac_f.Edit1.Text));
end;
procedure TAlt_Kriter_F.Q1_yenile(tamNo:integer);
begin
  with Query1 do
  begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add('select * from Alt_Kriterler ');
    sql.Add(' WHERE (Dosya_No =:kn)');
    parambyname('kn').AsInteger:=tamNo;
    open;
  END;
end;

procedure TAlt_Kriter_F.Button2Click(Sender: TObject);

```

```

begin
  Alt_Kriter_Ekle_F:=TAlt_Kriter_Ekle_F.Create(Application);
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit1.Text:="";
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit2.Text:="";
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit3.Text:=agac_f.Edit1.Text;
  Alt_Kriter_Ekle_F.ShowModal;
end;

procedure TAlt_Kriter_F.Button4Click(Sender: TObject);
begin
  Alt_Kriter_Ekle_F:=TAlt_Kriter_Ekle_F.Create(Application);
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit1.Text:=dxDBGrid2Kriter_Adi.Field.AsString;
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit2.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Sira_No.Field.AsInteger);
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit3.Text:=agac_f.Edit1.Text;
  Alt_Kriter_Ekle_F.ShowModal;
end;

procedure TAlt_Kriter_F.Button5Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;

procedure TAlt_Kriter_F.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
Action:=caFree;
end;

procedure TAlt_Kriter_F.dxBGrid2Db1Click(Sender: TObject);
begin
  Alt_Kriter_Ekle_F:=TAlt_Kriter_Ekle_F.Create(Application);
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit1.Text:=dxDBGrid2Kriter_Adi.Field.AsString;
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit2.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Sira_No.Field.AsInteger);
  Alt_Kriter_Ekle_F.Edit3.Text:=agac_f.Edit1.Text;
  Alt_Kriter_Ekle_F.ShowModal;
end;

end.

unit Alt_Kriter_Ekle_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, TFlatButtonUnit, DB, DBTables, Menus;

type
  TAlt_Kriter_Ekle_F = class(TForm)
    btnSendExcel: TFlatButton;
    FlatButton1: TFlatButton;
    Edit1: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Query1: TQuery;
    FlatButton2: TFlatButton;
    PopupMenu1: TPopupMenu;
    Ekle1: TMenuItem;
    Sil1: TMenuItem;
    Edit3: TEdit;
    Edit2: TEdit;
    procedure btnSendExcelClick(Sender: TObject);
    procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FlatButton2Click(Sender: TObject);
    procedure Sil1Click(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
  private
    { Private declarations }
  end;

```

```

public
  { Public declarations }
  procedure p_Kaydet();
  procedure p_Sil();
end;

var
  Alt_Kriter_Ekle_F: TAlt_Kriter_Ekle_F;

implementation
uses
  Alt_Kriter_U
  ;
{$R *.dfm}

procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.btnSendExcelClick(Sender: TObject);
begin
  p_Kaydet();
  close;
end;

procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.p_Kaydet();
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  if Edit2.Text="" then
    begin
      with Q_SorguAraci do
        begin
          close;
          sql.Clear ;
          sql.Add('INSERT INTO Alt_Kriterler ');
          sql.Add(' (Dosya_No,Kriter_Adi )');
          sql.Add(' VALUES (:kn,:kn1)');

          parambyname('kn').AsInteger:=StrToInt(edit3.Text);
          parambyname('kn1').AsString:=edit1.Text;

          ExecSQL;
          END;
        end
      else
        begin
          with Q_SorguAraci do
            begin
              close;
              sql.Clear ;
              sql.Add('UPDATE Alt_Kriterler ');
              sql.Add(' SET Kriter_Adi =:kn');
              sql.Add(' WHERE (Sira_No =:kn1)');
              parambyname('kn').AsString:=edit1.Text;
              parambyname('kn1').AsInteger:=StrToInt(edit2.Text);
              ExecSQL;
              END;
            end;
          Alt_Kriter_F.Q1_yenile(StrToInt(Edit3.Text));
          Alt_Kriter_F.dxDBGrid2.Refresh;
        end;
      procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
      begin
        Close;
      end;
    end;

```

```

end;
procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.FlatButton2Click(Sender: TObject);
begin
  p_Sil();
end;

procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.p_Sil();
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
  c:Word;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  if Edit2.Text<>" then
  begin
    with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('select count(*) from AltKriterDeger ');
      sql.Add('where DosyaNo=:kn ');

      parambyname('kn').AsInteger:=StrToInt(edit3.Text);
      open;
      END;

      i:=(Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger);

      if i>0 then
      begin
        ShowMessage('Bu Kaydı silemezsiniz'+chr(13)+'Alt Kayıtlar Mevcuttur');
      end
      else
      begin
        c:=MessageDlg('Silmek istediğinizden eminmisiniz ?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
        if c=mrYes then
          begin
            with Q_SorguAraci do
            begin
              close;
              sql.Clear ;
              sql.Add('DELETE FROM Alt_Kriterler ');
              sql.Add('WHERE (Sira_No =:kn) ');
              parambyname('kn').AsInteger:=StrToInt(edit2.Text);
              ExecSQL ;
            end;
            Alt_Kriter_F.Q1_yenile(StrToInt(Edit3.Text));
            Alt_Kriter_F.dxDDBGrid2.Refresh;
          end;
          CLOSE;
        end;
      end;
    end;
  end;

procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.Sil1Click(Sender: TObject);
begin
  p_Sil;
end;
procedure TAlt_Kriter_Ekle_F.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;
end.

```

```

unit ParametreListesi_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB, DBTables,
  dxTL, dxDBCtrl, dxDBGrid, dxCntner;

type
  TParametreListesi_F = class(TForm)
    Panel2: TPanel;
    Button2: TButton;
    dxDBGrid2: TdxDBGrid;
    DataSource1: TDataSource;
    Button1: TButton;
    Edit1: TEdit;
    Query1: TQuery;
    Query1Sira_No: TIntegerField;
    Query1Adi: TStringField;
    Query1Karsilik_Adi: TStringField;
    Query1DosyaNo: TIntegerField;
    Query1LO: TFloatField;
    Query1MO: TFloatField;
    Query1RO: TFloatField;
    Query1LT: TFloatField;
    Query1MT: TFloatField;
    Query1RT: TFloatField;
    dxDBGrid2Sira_No: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2Adi: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2Karsilik_Adi: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2DosyaNo: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2LO: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2MO: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2RO: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2LT: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2MT: TdxDBGridMaskColumn;
    dxDBGrid2RT: TdxDBGridMaskColumn;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure dxDBGrid2DbClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    procedure Q1_yenile(tamNo:integer);
    { Public declarations }
  end;

var
  ParametreListesi_F: TParametreListesi_F;

implementation
  uses
    ParY_U
    ;
  {$R *.dfm}

  procedure TParametreListesi_F.Q1_yenile(tamNo:integer);
  begin
    with Query1 do
      begin
        close;
        sql.Clear ;
        sql.Add('select * from Par_Dosya ');
      end;
    end;
  end;

```



```

        sql.Add(' WHERE (DosyaNo =:kn)');
        parambyname('kn').AsInteger:=tamNo;
        open;
        END;

end;

procedure TParametreListesi_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
    Q1_yenile(strtoint(Edit1.text));
end;

procedure TParametreListesi_F.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    PerY_F:=TPerY_F.Create(Application);
    PerY_F.Edit1.Text:="";
    PerY_F.Edit2.Text:="";

    PerY_F.Edit4.Text:="";
    PerY_F.Edit5.Text:=Edit1.Text;

    PerY_F.Ed_L.Text:="";
    PerY_F.Ed_M.Text:="";
    PerY_F.Ed_R.Text:="";

    PerY_F.ShowModal;
end;

procedure TParametreListesi_F.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    PerY_F:=TPerY_F.Create(Application);
    PerY_F.Edit1.Text:=dxDBGrid2Adi.Field.AsString;
    PerY_F.Edit2.Text:=dxDBGrid2Karsilik_Adi.Field.AsString;

    PerY_F.Edit4.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Sira_No.Field.AsInteger);
    PerY_F.Edit5.Text:=IntToStr(dxDBGrid2DosyaNo.Field.AsInteger);

    PerY_F.Ed_L.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2LO.Field.AsFloat);
    PerY_F.Ed_M.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2MO.Field.AsFloat);
    PerY_F.Ed_R.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2RO.Field.AsFloat);
    PerY_F.ShowModal;
end;

procedure TParametreListesi_F.FormClose(Sender: TObject);
var Action: TCloseAction);
begin
    Action:=caFree;
end;

procedure TParametreListesi_F.dxDBGrid2DbClick(Sender: TObject);
begin
    PerY_F:=TPerY_F.Create(Application);
    PerY_F.Edit1.Text:=dxDBGrid2Adi.Field.AsString;
    PerY_F.Edit2.Text:=dxDBGrid2Karsilik_Adi.Field.AsString;

    PerY_F.Edit4.Text:=IntToStr(dxDBGrid2Sira_No.Field.AsInteger);
    PerY_F.Edit5.Text:=IntToStr(dxDBGrid2DosyaNo.Field.AsInteger);

    PerY_F.Ed_L.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2LO.Field.AsFloat);
    PerY_F.Ed_M.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2MO.Field.AsFloat);
    PerY_F.Ed_R.Text:=FloatToStr(dxDBGrid2RO.Field.AsFloat);
    PerY_F.ShowModal;
end;

end.

```

```

unit ParY_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, TFlatButtonUnit, DB, DBTables, Menus,math;

type
  TPerY_F = class(TForm)
    btnSendExcel: TFlatButton;
    FlatButton1: TFlatButton;
    Edit1: TEdit;
    Label4: TLabel;
    Query1: TQuery;
    FlatButton2: TFlatButton;
    PopupMenu1: TPopupMenu;
    Ekle1: TMenuItem;
    Sil1: TMenuItem;
    Edit5: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Ed_L: TEdit;
    Edit4: TEdit;
    Label3: TLabel;
    Ed_M: TEdit;
    Label5: TLabel;
    Ed_R: TEdit;
    procedure btnSendExcelClick(Sender: TObject);
    procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FlatButton2Click(Sender: TObject);
    procedure Ekle1Click(Sender: TObject);
    procedure Sil1Click(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    procedure p_Kaydet();
    procedure p_Sil();
  end;

var
  PerY_F: TPerY_F;

implementation
uses
  Dosya_U,
  ParametreListesi_U
  ;
{$R *.dfm}

procedure TPerY_F.btnSendExcelClick(Sender: TObject);
begin
  p_Kaydet();
end;

procedure TPerY_F.p_Kaydet();
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

if Edit4.Text="" then
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO Par_Dosya ');
sql.Add(' (Adi,Karsilik_Adi,DosyaNo,LO,MO,RO,LT,MT,RT) ');
sql.Add(' VALUES (:kn,:kn1,:kn3,:klo,:kmo,:kro,:klt,:kmt,:krt)');

parambyname('kn').AsString:=edit1.Text;
parambyname('kn1').AsString:=edit2.Text;
parambyname('kn3').AsString:=edit5.Text;

parambyname('klo').AsFloat:=StrToFloat(Edit_L.Text);
parambyname('kmo').AsFloat:=StrToFloat(Edit_M.Text);
parambyname('kro').AsFloat:=StrToFloat(Edit_R.Text);

parambyname('klt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_R.Text)));
parambyname('kmt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_M.Text)));
parambyname('krt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_L.Text))) ;

ExecSQL;

END;

end
else
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('UPDATE Par_Dosya ');
sql.Add(' SET Adi =:kn,Karsilik_Adi =:kn1,LO=:klo,MO=:kmo,RO=:kro,LT=:klt,MT=:kmt,RT=:krt');

sql.Add(' WHERE (DosyaNo =:kn3) AND (Sira_No =:kn4) ');

parambyname('kn').AsString:=edit1.Text;
parambyname('kn1').AsString:=edit2.Text;

parambyname('klo').AsFloat:=StrToFloat(Edit_L.Text);
parambyname('kmo').AsFloat:=StrToFloat(Edit_M.Text);
parambyname('kro').AsFloat:=StrToFloat(Edit_R.Text);

parambyname('klt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_R.Text)));
parambyname('kmt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_M.Text)));
parambyname('krt').AsFloat:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',1 / StrToFloat(Edit_L.Text)));

parambyname('kn3').AsString:=edit5.Text;
parambyname('kn4').AsString:=edit4.Text;

ExecSQL;

END;

end;
ParametreListesi_F.Q1_yenile(strtoint(ParametreListesi_F.Edit1.text));
CLOSE;
end;

procedure TPerY_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
begin
Close;

```

```

end;
procedure TPerY_F.FlatButton2Click(Sender: TObject);
begin
  p_Sil();
end;

procedure TPerY_F.p_Sil();
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
  c:Word;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  if Edit4.Text<>" then
  begin
    c:=MessageDlg('Silmek istediğinizden eminmisiniz ?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
    if c=mrYes then
      begin
        with Q_SorguAraci do
          begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add('DELETE FROM Par_Dosya ');
            sql.Add('WHERE (DosyaNo =:kn) and (Sira_No =:kn1) ');
            parambyname('kn').AsInteger:=StrToInt(edit5.Text);
            parambyname('kn1').AsInteger:=StrToInt(edit4.Text);
            ExecSQL ;
          end;
        end;
        ParametreListesi_F.Q1_yenile(strtoint(ParametreListesi_F.Edit1.text));
        CLOSE;
      end;
    end;

end;

procedure TPerY_F.Ekle1Click(Sender: TObject);
begin
  p_Kaydet;
end;

procedure TPerY_F.Sil1Click(Sender: TObject);
begin
  p_Sil;
end;

procedure TPerY_F.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;

end.

```

```

unit BKM_BilgiAl_U;

interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB,
  DBTables, TFlatButtonUnit;
type
  TBKM_BilgiAl_F = class(TForm)
    EditGrid: TAdvStringGrid;
    Panel1: TPanel;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    Panel2: TPanel;
    Panel3: TPanel;
    AdvStrin1: TAdvStringGrid;
    Edit1: TEdit;
    ListBox1: TListBox;
    Edit2: TEdit;
    ListBox2: TListBox;
    FlatButton1: TFlatButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    Label4: TLabel;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    procedure EditGridGetEditorType(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      var AEditor: TEditorType);
    procedure EditGridComboCloseUp(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer);
    procedure EditGridSelectCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      var CanSelect: Boolean);
    procedure EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer;
      var CanEdit: Boolean);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
    procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    tamBulunanAdim:Integer;
    Q_SorguAraci : TQuery ;
    Q_Sorgu : TQuery ;
    procedure urunAgciOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer);
    procedure p_Basla();
    procedure p_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);
    procedure GridiYenile(TamColRow:integer);
    function p_ComboDoldur():integer;
    procedure p_GridiTemizle();
    procedure p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
    procedure p_Grid_Kaydet(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
    procedure p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
    function f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
    { Public declarations }
  end;

var
  BKM_BilgiAl_F: TBKM_BilgiAl_F;
  function KSVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;

implementation

{$R *.dfm}

```

```

uses
    BKM_Hesapla_U
;
type
TURunAgacNesne=class
private
protected
public
    basamak:integer;
    function KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
    function Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer;b:Integer):Integer;overload;virtual;
published
end;

TURunAgacNesne_cogalt=class(TURunAgacNesne)
private
protected
public
published
end;

function TURunAgacNesne.KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
VAR
queKSB : TQuery ;
begin
    queKSB := TQuery.Create(nil);
    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;
    queKSB.Active := True ;
    Result:= queKSB.RecordCount;
    queKSB.Destroy ;
end;

function TURunAgacNesne.Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer; b: Integer): Integer;
var
i:integer;
listeE :String;
listeE1 :String;
g:TURunAgacNesne;
queKD : TQuery ;
begin
    queKD := TQuery.Create(nil);
    queKD.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;
    queKD.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKD.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');
    queKD.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKD.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

    queKD.Active := True ;
    queKD.First;

    for i:=0 to queKD.RecordCount-1 do
        begin
            if KSVaryok(queKD.FieldName('Pr_id').AsString,queKD.FieldName('Dosya_No').AsInteger ) >0 then
                begin
                    listeE:= queKD.FieldName('Pr_id').AsString;
                    listeE1:=queKD.FieldName('Pr_name').AsString;

                    BKM_BilgiAl_F.ListBox1.AddItem (listeE,nil);
                    BKM_BilgiAl_F.ListBox2.AddItem (listeE1,nil);
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

basamak:= basamak+1;

if KSBul(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger ) >0 then
begin
try
g:=TUrUnAgacNesne_cogalt.Create ;
g.Topla(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,
basamak);
finally
g.Free;
end;
end;
queKD.Next;
end;
queKD.Destroy ;
Result := 1 ;
end;

```

```

function KSVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;

```

```

VAR

```

```

queKSB : TQuery ;

```

```

begin

```

```

queKSB := TQuery.Create(nil);

```

```

queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');

```

```

queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);

```

```

queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

```

```

queKSB.Active := True ;

```

```

Result:= queKSB.RecordCount;

```

```

queKSB.Destroy ;

```

```

end;

```

```

procedure TBKM_BilgiAl_F.urunAgciOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer);

```

```

var

```

```

listeE :String;

```

```

listeE1 :String;

```

```

queKD1 : TQuery ;

```

```

dahi:TUrUnAgacNesne;

```

```

begin

```

```

BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Clear;

```

```

BKM_BilgiAl_F.ListBox2.Clear;

```

```

queKD1 := TQuery.Create(nil);

```

```

queKD1.DatabaseName :='BkmBaglan' ;

```

```

queKD1.SQL.Add('select * from AnaKriterler where (Pr_parent =:kn) and (Dosya_No=:kn1)');

```

```

queKD1.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');

```

```

queKD1.parambyname('kn').AsInteger :=TamPr;

```

```

queKD1.parambyname('kn1').AsInteger :=tamDosyaNo;

```

```

queKD1.Active := True ;

```

```

if KSVarYok(queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldByName('Dosya_No').AsInteger) >0 then

```

```

begin

```

```

listeE:= queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString;

```

```

listeE1:= queKD1.FieldByName('Pr_name').AsString;

```

```

BKM_BilgiAl_F.ListBox1.AddItem(listeE,nil);

```

```

BKM_BilgiAl_F.ListBox2.AddItem(listeE1,nil);

```

```

end;

try
dahi:=TURunAgacNesne_cogalt.Create ;
dahi.Topla(queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,0);
finally
dahi.Free;
end;

queKD1.Destroy ;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);
var
i:Integer;

begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('SELECT Pr_id,Pr_parent,Pr_name,Kod,Dosya_No FROM AnaKriterler ');
sql.Add('WHERE (Pr_parent=:kn) AND (Dosya_No=:kn1)');
parambyname('kn').AsInteger :=tanBulAdim;
parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;

open;
END;

if Q_SorguAraci.RecordCount>0 then
begin
GridiYenile(Q_SorguAraci.RecordCount);
end;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_Grid_Kaydet(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
tcol,trow:Integer;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

p_Grid_Sil(tamDosyaNo,tamAnketNo,tamPrIdUst);

tcol:=1;
trow:=1;
for tcol:=1 to EditGrid.ColCount-1 do
begin
for trow:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
begin
with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO GridTablo ');
sql.Add(' (DosyaNo,AnketNo,Pr_Id_Ust,Pr_Id_C,Pr_Id_R,Deger) ');
sql.Add(' VALUES (:kn1,:kn2,:kn3,:kn4,:kn5,:kn6)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn2').AsInteger:=tamAnketNo;
parambyname('kn3').AsInteger:=tamPrIdUst;
parambyname('kn4').AsInteger:=tcol;

```



```

        parambyname('kn5').AsInteger:=trow;
        parambyname('kn6').AsString:= EditGrid.Cells[tCol,trow];
        ExecSQL;
    END;
end;
end;
Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
    Q_SorguAraci : TQuery ;
    tcol,trow:Integer;
    i:Integer;
    tamData:string;
begin
    Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
    Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorguAraci do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add(' select Pr_Id_C,Pr_Id_R,Deger from GridTablo ');
            sql.Add(' where (DosyaNo=:kn1) and (AnketNo=:kn2) and (Pr_Id_Ust=:kn3)');

            parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
            parambyname('kn2').AsInteger:=tamAnketNo;
            parambyname('kn3').AsInteger:=tamPrIdUst;
            open;
        END;

    Q_SorguAraci.First;
    for i:=0 to Q_SorguAraci.RecordCount do
        begin
            tcol:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger;
            trow:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[1].AsInteger;
            tamData:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[2].AsString;
            EditGrid.Cells[tCol,trow]:=tamData;
            Q_SorguAraci.Next;
        end;

    Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
    Q_SorguAraci : TQuery ;
    i:Integer;
    c:Word;
begin
    Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
    Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorguAraci do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add('DELETE FROM GridTablo ');
            sql.Add('WHERE (DosyaNo =:kn) and (AnketNo=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2)');
            parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
            parambyname('kn1').AsInteger:=tamAnketNo;
            parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;
            ExecSQL ;
        end;
end;

```

```

    Q_SorguAraci.Free;
end;

function TBKM_BilgiAl_F.f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
var
    Q_SorA : TQuery ;
    Q_SorY : TQuery ;

i:Integer;
zi,zii:Integer;
tamSay:Integer;
begin
    Q_SorA := TQuery.Create(nil);
    Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorA do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add('SELECT Pr_id,Pr_parent,Pr_name,Kod,Dosya_No FROM AnaKriterler ');
            sql.Add('WHERE (Pr_parent=:kn) AND (Dosya_No=:kn1)');
            parambyname('kn').AsInteger :=tanBulAdim;
            parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
            open;
            END;

        Q_SorA.Fields.Fields[3].AsString;

        i:=Q_SorA.RecordCount;
        tamSay:=0;

        if i>0 then
            begin
                Q_SorA.First;
                for zi:=0 to i do
                    begin
                        if tamSay<Length(Q_SorA.Fields.Fields[3].AsString) then
                            begin
                                tamSay:=Length(Q_SorA.Fields.Fields[3].AsString);
                            end;
                        Q_SorA.Next;
                    end;
                end;
                Result :=tamSay;
            end;
        Q_SorA.Free ;
    end;
function TBKM_BilgiAl_F.p_ComboDoldur():integer;
var
    Q_SorA : TQuery ;
    Q_SorY : TQuery ;

i:Integer;
zi,zii:Integer;
tamSay:Integer;
begin
    Q_SorA := TQuery.Create(nil);
    Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorA do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add('select Adi,Karsilik_Adi from Par_Dosya ');
            sql.Add('where DosyaNo=:kn ');
            parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(Edit1.Text);

```

```

    open;
    END;

i:=Q_SorA.RecordCount;
tamSay:=0;

if i>0 then
begin
    AdvStrin1.RowCount:=i+1;
    AdvStrin1.ColCount:=3;
    Q_SorA.First;
    for zi:=0 to i do
        begin

            AdvStrin1.Cells[0,zi+1]:=Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString ;
            AdvStrin1.Cells[1,zi+1]:=Q_SorA.Fields.Fields[1].AsString ;

            if tamSay<Length(AdvStrin1.Cells[0,zi+1]) then
                begin
                    tamSay:=Length(AdvStrin1.Cells[0,zi+1]);
                end;

            Q_SorA.Next;
        end;
    end;
    Result :=tamSay;
    Q_SorA.Free ;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.GridiYenile(TamColRow:integer);
var
    i:Integer;
    ii:Integer;
    za:Integer;
begin

    EditGrid.Clear;

    EditGrid.RowCount:=TamColRow+1;
    EditGrid.ColCount:=TamColRow+1;

    Q_SorguAraci.First;
    for i:=0 to TamColRow do
        begin
            EditGrid.Cells[0,i+1]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[3].AsString;
            EditGrid.Cells[i+1,0]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[3].AsString;
            Q_SorguAraci.Next;
        end;

    AdvStrin1.Clear;
    EditGrid.ClearComboString;

    p_ComboDoldur() ;
    //EditGrid.DefaultColWidth:=p_ComboDoldur()*6;
    EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
    EditGrid.FixedColWidth:=
f_FixedColonAyarla(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]))*8

    for i:=0 to AdvStrin1.RowCount-1 do
        begin
            EditGrid.AddComboString(AdvStrin1.Cells[0,i]);
        end;

    for i:=1 to EditGrid.ColCount -1 do
        begin

```

```

for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
if i<ii then
begin
EditGrid.Colors[i,ii]:=clWhite;
//EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
end;
if i=ii then
begin
EditGrid.Colors[i,ii]:=clSilver;
// EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
end;
if i>ii then EditGrid.Colors[i,ii]:=clCream;
end;
end;
Q_SorguAraci.Free;
EditGrid.Refresh;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.EditGridGetEditorType(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; var AEditor: TEditorType);
var
i,ii:Integer;
begin
for i:=1 to EditGrid.ColCount -1 do
begin
for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
if i<ii then
begin
aEditor:=edComboList;
end;
end;
end;
end;

{
case acol of

1:aEditor:=edComboList;
2:aEditor:=edEditBtn;
3:aEditor:=edSpinEdit;
4:aEditor:=edDateEdit;
end;
}
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.EditGridComboCloseUp(Sender: TObject; ARow,
ACol: Integer);
var
TamTers:string;
begin

TamTers:= AdvStrin1.Cells[1,EditGrid.Combobox.ItemIndex];
EditGrid.Cells [ARow,ACol]:=TamTers;

//EditGrid.ColWidths[ACol]:=Length(TamTers)*10;
EditGrid.repaint;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.EditGridSelectCell(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; var CanSelect: Boolean);
begin
if ARow=ACol then
begin
CanSelect:=False;
Hint:='Bu alanı seçemezsiniz';
end;
end;

```

```

        ShowHint:=True;
    end;

end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_Basla();
begin
    urunAgciOlustur(StrToInt(Edit1.Text),0);
    tamBulunanAdim:=0;
    ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
    ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
    p_KoduGuncelle(StrToInt(BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));
    p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
    Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow,
    ACol: Integer; var CanEdit: Boolean);
begin
    if (ACol=ARow) then CanEdit:=False;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.FormClose(Sender: TObject;
    var Action: TCloseAction);
begin
    Action:=caFree;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
    if tamBulunanAdim>=1 then
        begin
            p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
            tamBulunanAdim:=tamBulunanAdim-1;
            ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
            ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;

            p_KoduGuncelle(StrToInt(BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

            p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
            Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
        end
    else
        begin
            ShowMessage('İlk Kayıt');
        end;
end;

end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
begin
    if (ListBox1.Items.Count-1)>tamBulunanAdim then
        begin
            p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
            tamBulunanAdim:=tamBulunanAdim+1;
            ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
            ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;

            p_KoduGuncelle(StrToInt(BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

            p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
            Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
        end
    else

```

```

begin
    ShowMessage('Son Kayıt');
end;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.p_GridiTemizle();
begin
    EditGrid.Clear;
    EditGrid.RowCount:=1;
    EditGrid.ColCount:=1;

    EditGrid.DefaultColWidth:=50;
    EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
    EditGrid.Refresh;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
var
    c:Word;
begin
    c:=MessageDlg('Bilgiler Kaydedilsin mi ?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
    if c=mrYes then
        begin

p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
        end;
        Close;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
    p_Basla();

end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.SpeedButton3Click(Sender: TObject);
var
    c:Word;
begin
    c:=MessageDlg('Temizlemek istediğinizden emin misiniz ?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
    if c=mrYes then
        begin
            p_Grid_Sil(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));

p_KoduGuncelle(StrToInt(BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));

        end;
end;

procedure TBKM_BilgiAl_F.SpeedButton4Click(Sender: TObject);
begin
    BKM_Hesapla_F:=TBKM_Hesapla_F.Create(Application);
    BKM_Hesapla_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
    BKM_Hesapla_F.Edit2.Text:=Edit2.Text;
    BKM_Hesapla_F.Edit3.Text:=ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim];
    BKM_Hesapla_F.ShowModal;
end;

end.

```

```
unit BKM_Hesapla_U;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB,  
DBTables, TFlatButtonUnit,math;
```

```
type
```

```
TBKM_Hesapla_F = class(TForm)
```

```
EditGrid: TAdvStringGrid;
```

```
Panel1: TPanel;
```

```
Panel2: TPanel;
```

```
Edit1: TEdit;
```

```
Edit2: TEdit;
```

```
SpeedButton3: TSpeedButton;
```

```
Edit3: TEdit;
```

```
FlatButton1: TFlatButton;
```

```
SpeedButton1: TSpeedButton;
```

```
Wt0: TEdit;
```

```
Wt1: TEdit;
```

```
Wt2: TEdit;
```

```
Label4: TLabel;
```

```
Label1: TLabel;
```

```
Label2: TLabel;
```

```
SpeedButton2: TSpeedButton;
```

```
Edit4: TEdit;
```

```
Label3: TLabel;
```

```
Label5: TLabel;
```

```
Edit5: TEdit;
```

```
procedure EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer;
```

```
var CanEdit: Boolean);
```

```
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
```

```
procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
```

```
procedure FormShow(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
```

```
private
```

```
{ Private declarations }
```

```
public
```

```
tamBulunanAdim:Integer;
```

```
Q_SorguAraci : TQuery ;
```

```
Q_Sorgu : TQuery ;
```

```
procedure p_Basla();
```

```
procedure p_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);
```

```
procedure GridiYenile(TamColRow:integer);
```

```
procedure p_GridiTemizle();
```

```
procedure p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
```

```
procedure
```

```
p_Hucre_Doldur_ART(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
```

```
procedure
```

```
p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
```

```
procedure Wi_Hesapla();
```

```
function f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
```

```
procedure p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
```

```
procedure p_Grid_Kaydet();
```

```

function f_HesaplamaTuru():integer;
function f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
procedure p_Fuzzy_Hesapla();
function f_BUL_RI(n:integer):Double ;
{ Public declarations }
end;

type
TP_HUCRELER= RECORD
  A0 : Double ;
  A1 :Double ;
  A2 :Double ;
end;
type
TP_FUZZY_SON= RECORD
  A0 : Double ;
  A1 :Double ;
  A2 :Double ;
  AT :Double ;
end;

var
BKM_Hesapla_F: TBKM_Hesapla_F;
Hucre: array[0..20,0..20] of TP_HUCRELER;
ToplamHucre: array[0..20] of TP_HUCRELER;

HucreFuzzy: array[0..20,0..20] of TP_HUCRELER;
ToplamHucreFuzzy: array[0..20] of TP_HUCRELER;
FuzyySon: array[0..20] of TP_FUZZY_SON;

function KSVarYok(DosyaNo:integer;ust:integer;C:Integer;R:integer;Kon:integer):integer;

implementation
uses
  BKM_BilgiAl_U,
  agac_u
  ;
{$R *.dfm}

// for ii:=0 to high(ppersonel[1]) do
// SetLength(Pgorevler ,0);
//array of array of
function TBKM_Hesapla_F.f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
var
Q_SorA : TQuery ;
Q_SorY : TQuery ;

i:Integer;
zi,zii:Integer;
tamSay:Integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);
  Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorA do
  begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add('SELECT Pr_id,Pr_parent,Pr_name,Kod,Dosya_No FROM AnaKriterler ');
    sql.Add('WHERE (Pr_parent=kn) AND (Dosya_No=kn1)');
    parambyname('kn').AsInteger :=tanBulAdim;
    parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;

```



```

    open;
    END;

i:=Q_SorA.RecordCount;
tamSay:=0;

if i>0 then
begin
    Q_SorA.First;
    for zi:=0 to i do
    begin
        if tamSay<Length(Q_SorA.Fields.Fields[3].AsString) then
        begin
            tamSay:=Length(Q_SorA.Fields.Fields[3].AsString);
        end;
        Q_SorA.Next;
    end;
end;
Result :=tamSay;
Q_SorA.Free ;
end;

function TBKM_Hesapla_F.f_HesaplamaTuru():integer;
begin
if agac_f.CheckBox1.Checked then
begin
//aritmatik ortalama
Result:=1;
end
else
begin
// Geometrik ortalama
Result:=0;
end;
end;
function TBKM_Hesapla_F.f_BUL_RI(n:integer):Double ;
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
i:Integer;
c:Word;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('select RI FROM RI ');
sql.Add('WHERE (n =:kn)');
parambyname('kn').AsInteger:=n;
open ;
end;
Result:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsFloat ;
Q_SorguAraci.Free;
end;

function TBKM_Hesapla_F.f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
i:Integer;
c:Word;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);

```

```

Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('select Pr_id FROM AnaKriterler ');
sql.Add('WHERE (Dosya_No =:kn) and (Kod=:kn1)');
parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn1').AsString:=tamDeger;
open ;
end;
Result:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger;
Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
i:Integer;
c:Word;
begin
Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

with Q_SorguAraci do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('DELETE FROM Hes_Kriter ');
sql.Add('WHERE (DosyaNo =:kn) and (Pr_Id_No=:kn1)');
parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn1').AsInteger:=tamPrIdUst;
ExecSQL ;
end;
Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.p_Grid_Kaydet();
var
Q_SorA : TQuery ;
tcol,trow:Integer;
tamDosyaNo:Integer;
tamPrIdUst:Integer;
begin
Q_SorA := TQuery.Create(nil);
Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

tamDosyaNo:=StrToInt(Edit1.Text);
trow:=1;

for trow:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
begin
if EditGrid.Cells[0,trow]<>'' then
begin

tamPrIdUst:=f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo,EditGrid.Cells[0,trow]);
p_Grid_Sil(tamDosyaNo,tamPrIdUst);
with Q_SorA do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO Hes_Kriter ');
sql.Add(' (DosyaNo,Pr_Id_No,Wi_0,Wi_1,Wi_2,Deger) ');
sql.Add(' VALUES (:kn0,;kn1,;kn2,;kn3,;kn4,;kn5)');
end;
end;
end;
end;

```

```

        parambyname('kn0').AsInteger:=tamDosyaNo;
        parambyname('kn1').AsInteger:=tamPrIdUst;

        parambyname('kn2').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-3,trow]);
        parambyname('kn3').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-2,trow]);
        parambyname('kn4').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-1,trow]);

        parambyname('kn5').AsString:=EditGrid.Cells[0,trow];
        ExecSQL;
    END;
end;
end;
Q_SorA.Free;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.p_Fuzzy_Hesapla();
var
    i:Integer;
    ii:Integer;
    za:Integer;

    TopOrt:Double;
    tamA0:Double;
    tamA1:Double;
    tamA2:Double;

    tamSatir:Integer;

    X:Double;
    CI:Double;
    CR:Double;

    w0:Double;
    w1:Double;
    w2:Double;

    tamRI:Double;
begin

    //1 yapılacak işlem
    //-----
    for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
    begin
        for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
        begin
            // Tüm Hücrelerin Toplamı
            w0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucure[ii].A0 / ToplamHucure[0].A2)));
            w1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucure[ii].A1 / ToplamHucure[0].A1)));
            w2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucure[ii].A2 / ToplamHucure[0].A0)));

            tamA0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucure[ii,i].A0));
            tamA1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucure[ii,i].A1));
            tamA2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucure[ii,i].A2));

            HucureFuzzy[i,ii].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA0*w0)));
            HucureFuzzy[i,ii].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA1*w1)));
            HucureFuzzy[i,ii].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA2*w2)));
        end;
    end;

end;

//2. yapılacak işlem
//-----

```

```

for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
  ToplamHucreFuzzy[i].A0:=0;
  ToplamHucreFuzzy[i].A1:=0;
  ToplamHucreFuzzy[i].A2:=0;

  for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
  begin
    // Satırdakilerin Toplamı

    tamA0:=HucreFuzzy[i,ii].A0;
    tamA1:=HucreFuzzy[i,ii].A1;
    tamA2:=HucreFuzzy[i,ii].A2;

    ToplamHucreFuzzy[i].A0:=ToplamHucreFuzzy[i].A0+ tamA0;
    ToplamHucreFuzzy[i].A1:=ToplamHucreFuzzy[i].A1+ tamA1;
    ToplamHucreFuzzy[i].A2:=ToplamHucreFuzzy[i].A2+ tamA2;
  end;

  FuzyySon[i].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A0/(ToplamHucre[i].A0 /
ToplamHucre[0].A2)))));
  FuzyySon[i].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A1/(ToplamHucre[i].A1 /
ToplamHucre[0].A1)))));
  FuzyySon[i].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A2/(ToplamHucre[i].A2 /
ToplamHucre[0].A0)))));

FuzyySon[i].AT:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(Power((FuzyySon[i].A0*FuzyySon[i].A1*FuzyySon[i].A2),1/3))
));

end;

//3 yapılacak işlem
//-----
FuzyySon[0].AT:=0;
tamSatir:=0;
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
  tamSatir:=tamSatir+1;
  FuzyySon[0].AT:=(FuzyySon[0].AT+FuzyySon[i].AT);
end;
X:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((FuzyySon[0].AT/tamSatir)));
CI:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((X-tamSatir)/(tamSatir-1))));
tamRI:=f_BUL_RI(tamSatir);
if tamRI>0 then
begin
  CR:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(CI /tamRI)));
end
else
begin
  CR:=0;
end;

Edit4.Text:=Formatfloat('0.0000',CR);

//4 kontrol yapılacak işlem
//-----

FuzyySon[0].A1:=0;
tamSatir:=0;
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
  tamSatir:=tamSatir+1;
  tamA1:=FuzyySon[i].A1;
  FuzyySon[0].A1:=(FuzyySon[0].A1+tamA1);
end;

```

```

X:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((FuzyySon[0].A1/tamSatir))));
CI:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((X-tamSatir)/(tamSatir-1))));

//Burayı baskasına sor
if tamRI>0 then
begin
CR:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(CI / tamRI)));
end
else
begin
CR:=0;
end;
Edit5.Text:=Formatfloat('0.0000',CR);
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.Wi_Hesapla();
var
i:Integer;
ii:Integer;
za:Integer;
tamA0:Double;
tamA1:Double;
tamA2:Double;

begin
// Tüm Hücrelerin Toplamını Barındır
ToplamHucre[0].A0:=0;
ToplamHucre[0].A1:=0;
ToplamHucre[0].A2:=0;

for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
begin
// Tüm Hücrelerin Toplamı
ToplamHucre[0].A0:=ToplamHucre[0].A0+ Hucre[ii,i].A0;
ToplamHucre[0].A1:=ToplamHucre[0].A1+ Hucre[ii,i].A1;
ToplamHucre[0].A2:=ToplamHucre[0].A2+ Hucre[ii,i].A2;
end;

end;

for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
ToplamHucre[i].A0:=0;
ToplamHucre[i].A1:=0;
ToplamHucre[i].A2:=0;

for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
begin
// Satırdakilerin Toplamı
ToplamHucre[i].A0:=ToplamHucre[i].A0+ Hucre[ii,i].A0;
ToplamHucre[i].A1:=ToplamHucre[i].A1+ Hucre[ii,i].A1;
ToplamHucre[i].A2:=ToplamHucre[i].A2+ Hucre[ii,i].A2;

end;

EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-3,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A0 / ToplamHucre[0].A2);
EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-2,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A1 / ToplamHucre[0].A1);
EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-1,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A2 / ToplamHucre[0].A0);

end;

end;

Wt0.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A0);
Wt1.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A1);
Wt2.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A2);

```

end;

function KSVarYok(DosyaNo:integer;ust:integer;C:Integer;R:integer;Kon:integer):integer;

VAR

queKSB : TQuery ;

begin

    queKSB := TQuery.Create(nil);

    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    queKSB.Close;

    queKSB.SQL.Add('select count(\*) from ');

    if Kon=0 then

        begin

            queKSB.SQL.Add(' V\_UST\_HUCRELER ');

        end

    else

        begin

            queKSB.SQL.Add(' V\_ALT\_HUCRELER ');

        end;

    queKSB.SQL.Add(' Where (Dosya\_No=:kn1) and (Pr\_Id\_Ust=:kn2) and (Pr\_Id\_C=:kn3) and (Pr\_Id\_R=:kn4)');

    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

    queKSB.parambyname('kn2').AsInteger :=ust;

    queKSB.parambyname('kn3').AsInteger :=C;

    queKSB.parambyname('kn4').AsInteger :=R;

    queKSB.Open;

    if queKSB.Fields.Fields[0].AsInteger<=1 then

        begin

            Result:=1;

        end

    else

        begin

            Result:= queKSB.Fields.Fields[0].AsInteger;

        end;

    queKSB.Free;

end;

procedure TBKM\_Hesapla\_F.p\_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);

var

i:Integer;

begin

    Q\_SorguAraci := TQuery.Create(nil);

    Q\_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q\_SorguAraci do

        begin

            close;

            sql.Clear ;

            sql.Add('SELECT Pr\_id,Pr\_parent,Pr\_name,Kod,Dosya\_No FROM AnaKriterler ');

            sql.Add('WHERE (Pr\_parent=:kn) AND (Dosya\_No=:kn1)');

            parambyname('kn').AsInteger :=tanBulAdim;

            parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;

        open;

    END;

    if Q\_SorguAraci.RecordCount>0 then

        begin

            GridiYenile(Q\_SorguAraci.RecordCount);

        end;

end;

procedure

TBKM\_Hesapla\_F.p\_Hucre\_Doldur\_ART(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;

tamYon:Integer);

var

```

Q_BulDeger : TQuery ;
tcol,trow:Integer;
i,ii:Integer;
tamData:string;
begin
  Q_BulDeger := TQuery.Create(nil);
  Q_BulDeger.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  if tamYon=0 then
    begin
      //sol değer
      with Q_BulDeger do
        begin
          close;
          sql.Clear ;
          sql.Add(' select sum(LO) from V_UST_HUCRELER ');
          sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

          parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
          parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

          parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
          parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

          open;
          END;
          if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
            begin

Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
              end
            else
              begin
                Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
              end;

          //orta değer
          with Q_BulDeger do
            begin
              close;
              sql.Clear ;
              sql.Add(' select Sum(MO) from V_UST_HUCRELER ');
              sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

              parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
              parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

              parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
              parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

              open;
              END;
              if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
                begin

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
                  end
                else
                  begin
                    Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
                  end;

          //sağ değer
          with Q_BulDeger do

```

```

begin
  close;
  sql.Clear ;
  sql.Add(' select sum(RO) from V_UST_HUCRELER ');
  sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

  parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
  parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

  parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
  parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

  open;
  END;
  if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin
      Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
      DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
      end
    else
      begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
      end;

      EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---
'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
      end;

    if tamYon=1 then
      begin

        //sol değer
        with Q_BulDeger do
          begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add(' select sum(LT) from V_ALT_HUCRELER ');
            sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

            parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
            parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

            parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
            parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

            open;
            END;
            if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
              begin

                Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
                DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
                end
              else
                begin
                  Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
                end;

                //orta değer
                with Q_BulDeger do
                  begin
                    close;
                    sql.Clear ;
                    sql.Add(' select Sum(MT) from V_ALT_HUCRELER ');
                    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

```





```

Q_BulDeger.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

if tamYon=0 then
begin
  //sol değer
  with Q_BulDeger do
  begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select LO from V_UST_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;

    Q_BulDeger.First;
    Carpim:=1;
    for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
    begin
      Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
      Q_BulDeger.Next;
    end;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin
      Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)))));
    end
    else
    begin
      Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
    end;

  //orta değer
  with Q_BulDeger do
  begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select MO from V_UST_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;

    Q_BulDeger.First;
    Carpim:=1;
    for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
    begin
      Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
      Q_BulDeger.Next;
    end;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin

```

```

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
    end
    else
    begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
    end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select RO from V_UST_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;

    Q_BulDeger.First;
    Carpim:=1;
    for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
        begin
            Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
            Q_BulDeger.Next;
        end;

    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
        begin

Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
    end
    else
    begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
    end;

        EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
    end;

    if tamYon=1 then
    begin

//sol değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select LT from V_ALT_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

```

```

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
    Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
    Q_BulDeger.Next;
end;

END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,t
amCol,tamRow,tamYon))));
end
else
begin
    Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
end;

//orta değer
with Q_BulDeger do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add(' select MT from V_ALT_HUCRELER ');
sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
    Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
    Q_BulDeger.Next;
end;
END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,t
amCol,tamRow,tamYon))));
end
else
begin
    Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add(' select RT from V_ALT_HUCRELER ');
sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;

```

```

parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
    Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
    Q_BulDeger.Next;
end;
END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
    end
    else
    begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
    end;

    EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
end;

Q_BulDeger.Free;
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
i,ii:Integer;
tamData:string;
tamKon:integer;
begin
for i:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
begin
for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
if i<ii then
begin
tamKon:=f_HesaplamaTuru;
if tamKon=1 then p_Hucre_Doldur_ART(tamDosyaNo,tamPrIdUst,i,ii,1);
if tamKon=0 then p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,i,ii,1);

end;
if i=ii then
begin
Hucre[i,ii].A0:=1;
Hucre[i,ii].A1:=1;
Hucre[i,ii].A2:=1;
EditGrid.Cells[i,ii]:=FloatToStr(Hucre[i,ii].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[i,ii].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[i,ii].A2);
end;
if i>ii then
begin
tamKon:=f_HesaplamaTuru;;
if tamKon=1 then p_Hucre_Doldur_ART(tamDosyaNo,tamPrIdUst,i,ii,0);
if tamKon=0 then p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,i,ii,0);
end;
end;
end;
end;
end;
end;

```

```

end;

procedure TBKM_Hesapla_F.GridiYenile(TamColRow:integer);
var
  i:Integer;
  ii:Integer;
  za:Integer;
begin
  EditGrid.Clear;

  EditGrid.RowCount:=TamColRow+1;
  EditGrid.ColCount:=TamColRow+4;

  Q_SorguAraci.First;
  for i:=0 to TamColRow do
    begin
      EditGrid.Cells[0,i+1]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[3].AsString;
      EditGrid.Cells[i+1,0]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[3].AsString;
      Q_SorguAraci.Next;
    end;

  EditGrid.Cells[TamColRow+1,0]:='Wi_0';
  EditGrid.Cells[TamColRow+2,0]:='Wi_1';
  EditGrid.Cells[TamColRow+3,0]:='Wi_2';

  EditGrid.DefaultColWidth:=200;
  //EditGrid.FixedColWidth:= f_FixedColonAyarla(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text))*8;

  for i:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
    begin
      for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
        begin
          if i<ii then
            begin
              EditGrid.Colors[i,ii]:=clWhite;
              //EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
            end;
          if i=ii then
            begin
              EditGrid.Colors[i,ii]:=clSilver;
              EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
            end;
          if i>ii then EditGrid.Colors[i,ii]:=clCream;
        end;
      end;
    end;
  Q_SorguAraci.Free;
  EditGrid.Refresh;
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.p_Basla();
begin
  tamBulunanAdim:=StrToInt(Edit3.Text);
  p_KoduGuncelle(tamBulunanAdim,StrToInt(Edit1.Text));
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow,
  ACol: Integer; var CanEdit: Boolean);
begin
  CanEdit:=False;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.FormClose(Sender: TObject;
  var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.p_GridiTemizle();

```

```

begin
  EditGrid.Clear;
  EditGrid.RowCount:=1;
  EditGrid.ColCount:=1;
  EditGrid.DefaultColWidth:=200;
  EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
  EditGrid.Refresh;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
  p_Basla();
  p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
  Wi_Hesapla();
  p_Fuzzy_Hesapla();
  p_Grid_Kaydet();
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.SpeedButton3Click(Sender: TObject);
var
  c:Word;
begin
  c:=MessageDlg('Temizlemek istediğinizden emin misiniz?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
  if c=mrYes then
    begin
      p_GridiTemizle;
    end;
end;
procedure TBKM_Hesapla_F.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
  p_Basla();
  p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
  Wi_Hesapla();
  p_Fuzzy_Hesapla();
  p_Grid_Kaydet();
end;

procedure TBKM_Hesapla_F.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
var
  i:Integer;
tamKaySayisi:Integer;
begin
  tamKaySayisi:=BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Count-1;
  for i:=0 to tamKaySayisi do
    begin
      Edit3.Text:=BKM_BilgiAl_F.ListBox1.Items.Strings[i];
      p_Basla();
      p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
      Wi_Hesapla();
      p_Grid_Kaydet();
    end;
    ShowMessage('İşlem Tamam');
    Close;
  end;
end.

```

```

unit Alternatif_Kri_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB,
  DBTables, TFlatButtonUnit;

type
  TAlternatif_Kri_F = class(TForm)
    EditGrid: TAdvStringGrid;
    Panel1: TPanel;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    Panel2: TPanel;
    Panel3: TPanel;
    AdvStrin1: TAdvStringGrid;
    Edit1: TEdit;
    ListBox1: TListBox;
    Edit2: TEdit;
    ListBox2: TListBox;
    FlatButton1: TFlatButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    Label4: TLabel;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    procedure EditGridGetEditorType(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      var AEditor: TEditorType);
    procedure EditGridComboCloseUp(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer);
    procedure EditGridSelectCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      var CanSelect: Boolean);
    procedure EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer;
      var CanEdit: Boolean);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
    procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    tamBulunanAdim:Integer;

    Q_SorguAraci : TQuery ;
    Q_Sorgu : TQuery ;

    procedure urunAgiOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer);

    procedure p_Basla();

    procedure p_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);
    procedure GridiYenile(TamColRow:integer);
    function p_ComboDoldur():integer;
    procedure p_GridiTemizle();

    procedure p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
    procedure p_Grid_Kaydet(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
    procedure p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);

    function f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;

```



```

    { Public declarations }
end;

var
    Alternatif_Kri_F: TAlternatif_Kri_F;
    function KSVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;

implementation

{$R *.dfm}
uses
    Alternatif_Kri_Hesapla_U
    ;
type
TUrUnAgacNesne=class
private
protected
public
    basamak:integer;
    function KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
    function Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer;b:Integer):Integer;overload;virtual;
published
end;

TUrunAgacNesne_cogalt=class(TUrUnAgacNesne)
private
protected
public
published
end;

function TUrunAgacNesne.KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
VAR
queKSB : TQuery ;
begin
    queKSB := TQuery.Create(nil);
    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;
    queKSB.Active := True ;
    Result:= queKSB.RecordCount;
    queKSB.Destroy ;
end;

function TUrunAgacNesne.Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer; b: Integer): Integer;
var
i:integer;
listeE :String;
listeE1 :String;
g:TUrUnAgacNesne;
queKD : TQuery ;
begin
    queKD := TQuery.Create(nil);
    queKD.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;
    queKD.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKD.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');
    queKD.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKD.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

    queKD.Active := True ;
    queKD.First;

```

```

for i:=0 to queKD.RecordCount-1 do
begin
if KSVarYok(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger ) >0 then
begin
end
else
begin
listeE:= queKD.FieldByName('Pr_id').AsString;
listeE1:=queKD.FieldByName('Pr_name').AsString;
Alternatif_Kri_F.ListBox1.AddItem (listeE,nil);
Alternatif_Kri_F.ListBox2.AddItem (listeE1,nil);
end;

basamak:= basamak+1;

if KSBul(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger ) >0 then
begin
try
g:=TUrunAgacNesne_cogalt.Create ;
g.Topla(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,
basamak);
finally
g.Free;
end;
end;
queKD.Next;
end;
queKD.Destroy ;
Result := 1 ;
end;

```

```

function KSVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;

```

```

VAR

```

```

queKSB : TQuery ;

```

```

begin

```

```

queKSB := TQuery.Create(nil);

```

```

queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');

```

```

queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);

```

```

queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

```

```

queKSB.Active := True ;

```

```

Result:= queKSB.RecordCount;

```

```

queKSB.Destroy ;

```

```

end;

```

```

function TAlternatif_Kri_F.f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;

```

```

var

```

```

Q_SorA : TQuery ;

```

```

Q_SorY : TQuery ;

```

```

i:Integer;

```

```

zi,zii:Integer;

```

```

tamSay:Integer;

```

```

begin

```

```

Q_SorA := TQuery.Create(nil);

```

```

Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

with Q_SorA do

```

```

begin

```

```

close;

```

```

sql.Clear ;

```

```

sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM ALt_Kriterler ');

```

```

sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');

```

```

        parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
        open;
        END;

i:=Q_SorA.RecordCount;
tamSay:=0;

if i>0 then
begin
    Q_SorA.First;
    for zi:=0 to i do
    begin
        if tamSay<Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString) then
        begin
            tamSay:=Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString);
        end;
        Q_SorA.Next;
    end;
end;
Result :=tamSay;
Q_SorA.Free ;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.urunAgciOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer);
var
    listeE :String;
    listeE1 :String;

    queKD1 : TQuery ;
    dahi:TUrunAgacNesne;

begin

    Alternatif_Kri_F.ListBox1.Clear;
    Alternatif_Kri_F.ListBox2.Clear;

    queKD1 := TQuery.Create(nil);
    queKD1.DatabaseName :='BkmBaglan' ;

    queKD1.SQL.Add('select * from AnaKriterler where (Pr_parent =:kn) and (Dosya_No=:kn1)');
    queKD1.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');
    queKD1.parambyname('kn').AsInteger :=TamPr;
    queKD1.parambyname('kn1').AsInteger :=tamDosyaNo;

    queKD1.Active := True ;

    if KSVarYok(queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldByName('Dosya_No').AsInteger) >0 then
    begin
        //listeE:= queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString;
        //listeE1:= queKD1.FieldByName('Pr_name').AsString;
        //Alternatif_Kri_F.ListBox1.AddItem(listeE,nil);
        //Alternatif_Kri_F.ListBox2.AddItem(listeE1,nil);
    end;

    try
        dahi:=TUrunAgacNesne_cogalt.Create ;
        dahi.Topla(queKD1.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,0);
    finally
        dahi.Free;
    end;

    queKD1.Destroy ;
end;

```

```

procedure TAlternatif_Kri_F.p_KoduGuncelle(tanBulAdim:integer;TamBulDosyaNo:integer);
var
i:Integer;

begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM Alt_Kriterler ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');
      parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
      open;
      END;

    if Q_SorguAraci.RecordCount>0 then
      begin
        GridiYenile(Q_SorguAraci.RecordCount);
      end;
    end;

procedure TAlternatif_Kri_F.p_Grid_Kaydet(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
Q_SorguAraci : TQuery ;
tcol,trow:Integer;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  p_Grid_Sil(tamDosyaNo,tamAnketNo,tamPrIdUst);

  tcol:=1;
  trow:=1;
  for tcol:=1 to EditGrid.ColCount-1 do
    begin
      for trow:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
        begin
          with Q_SorguAraci do
            begin
              close;
              sql.Clear ;
              sql.Add('INSERT INTO AltKriterDeger ');
              sql.Add(' (DosyaNo,AnketNo, Pr_Id_Ust,Pr_Id_C,Pr_Id_R,Deger) ');
              sql.Add(' VALUES (:kn1,;kn2,;kn3,;kn4,;kn5,;kn6)');

              parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
              parambyname('kn2').AsInteger:=tamAnketNo;
              parambyname('kn3').AsInteger:=tamPrIdUst;
              parambyname('kn4').AsInteger:=tcol;
              parambyname('kn5').AsInteger:=trow;
              parambyname('kn6').AsString:= EditGrid.Cells[tCol,trow];
              ExecSQL;
            END;
          end;
        end;
      Q_SorguAraci.Free;
    end;

procedure TAlternatif_Kri_F.p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
Q_SorguAraci : TQuery ;

```

```

tcol,trow:Integer;
i:Integer;
tamData:string;
begin
    Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
    Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorguAraci do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add(' select Pr_Id_C,Pr_Id_R,Deger from AltKriterDeger ');
            sql.Add(' where (DosyaNo=:kn1) and (AnketNo=:kn2) and (Pr_Id_Ust=:kn3)');

            parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
            parambyname('kn2').AsInteger:=tamAnketNo;
            parambyname('kn3').AsInteger:=tamPrIdUst;
            open;
            END;

        Q_SorguAraci.First;
        for i:=0 to Q_SorguAraci.RecordCount do
            begin
                tcol:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger;
                trow:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[1].AsInteger;
                tamData:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[2].AsString;
                EditGrid.Cells[tCol,trow]:=tamData;
                Q_SorguAraci.Next;
            end;

        Q_SorguAraci.Free;
    end;

procedure TAlternatif_Kri_F.p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamAnketNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
    Q_SorguAraci : TQuery ;
    i:Integer;
    c:Word;
begin
    Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
    Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorguAraci do
        begin
            close;
            sql.Clear ;
            sql.Add('DELETE FROM AltKriterDeger ');
            sql.Add('WHERE (DosyaNo =:kn) and (AnketNo=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2)');
            parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
            parambyname('kn1').AsInteger:=tamAnketNo;
            parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;
            ExecSQL ;
        end;
    Q_SorguAraci.Free;
end;

function TAlternatif_Kri_F.p_ComboDoldur():integer;
var
    Q_SorA : TQuery ;
    Q_SorY : TQuery ;

    i:Integer;

```

```

zi,zii:Integer;
tamSay:Integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);
  Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorA do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('select Adi,Karsilik_Adi from Par_Dosya ');
      sql.Add('where DosyaNo=:kn ');
      parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(Edit1.Text);

      open;
      END;

    i:=Q_SorA.RecordCount;
    tamSay:=0;

    if i>0 then
      begin
        AdvStrin1.RowCount:=i+1;
        AdvStrin1.ColCount:=3;
        Q_SorA.First;
        for zi:=0 to i do
          begin

            AdvStrin1.Cells[0,zi+1]:=Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString ;
            AdvStrin1.Cells[1,zi+1]:=Q_SorA.Fields.Fields[1].AsString ;

            if tamSay<Length(AdvStrin1.Cells[0,zi+1]) then
              begin
                tamSay:=Length(AdvStrin1.Cells[0,zi+1]);
              end;

            Q_SorA.Next;
          end;
        end;
        Result :=tamSay;
        Q_SorA.Free ;
      end;

end;

procedure TAlternatif_Kri_F.GridiYenile(TamColRow:integer);
var
  i:Integer;
  ii:Integer;
  za:Integer;
begin

  EditGrid.Clear;

  EditGrid.RowCount:=TamColRow+1;
  EditGrid.ColCount:=TamColRow+1;

  Q_SorguAraci.First;
  for i:=0 to TamColRow do
    begin
      EditGrid.Cells[0,i+1]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsString;
      EditGrid.Cells[i+1,0]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsString;
      Q_SorguAraci.Next;
    end;

  AdvStrin1.Clear;

```

```

EditGrid.ClearComboString;
p_ComboDoldur();
//EditGrid.DefaultColWidth:=p_ComboDoldur()*6;
EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
EditGrid.FixedColWidth:=
f_FixedColonAyarla(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]))*8
;

for i:=0 to AdvStrin1.RowCount-1 do
begin
  EditGrid.AddComboString(AdvStrin1.Cells[0,i]);
end;

for i:=1 to EditGrid.ColCount -1 do
begin
  for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
  begin
    if i<ii then
    begin
      EditGrid.Colors[i,ii]:=clWhite;
      //EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
    end;
    if i=ii then
    begin
      EditGrid.Colors[i,ii]:=clSilver;
      //EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
    end;
    if i>ii then EditGrid.Colors[i,ii]:=clCream;
  end;
end;
Q_SorguAraci.Free;
EditGrid.Refresh;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.EditGridGetEditorType(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; var AEditor: TEditorType);
var
  i,ii:Integer;
begin
  for i:=1 to EditGrid.ColCount -1 do
  begin
    for ii:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
    begin
      if i<ii then
      begin
        aEditor:=edComboList;
      end;
    end;
  end;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.EditGridComboCloseUp(Sender: TObject; ARow,
ACol: Integer);
var
  TamTers:string;
begin
  TamTers:= AdvStrin1.Cells[1,EditGrid.Combobox.ItemIndex];
  EditGrid.Cells [ARow,ACol]:=TamTers;
  EditGrid.repaint;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.EditGridSelectCell(Sender: TObject; ACol,
ARow: Integer; var CanSelect: Boolean);
begin
  if ARow=ACol then

```

```

begin
  CanSelect:=False;
  Hint:='Bu alanı seçemezsiniz';
  ShowHint:=True;
end;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.p_Basla();
begin
  urunAgciOlustur(StrToInt(Edit1.Text),0);
  tamBulunanAdim:=0;
  ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
  ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
  p_KoduGuncelle(StrToInt(Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));
  p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
  Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow,
  ACol: Integer; var CanEdit: Boolean);
begin
  if (ACol=ARow) then CanEdit:=False;

end;

procedure TAlternatif_Kri_F.FormClose(Sender: TObject;
  var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
  if tamBulunanAdim>=1 then
  begin

p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
  tamBulunanAdim:=tamBulunanAdim-1;
  ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
  ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
  p_KoduGuncelle(StrToInt(Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
  Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
  end
  else
  begin
  ShowMessage('İlk Kayıt');
  end;

end;

procedure TAlternatif_Kri_F.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
begin
  if (ListBox1.Items.Count-1)>tamBulunanAdim then
  begin

p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
  tamBulunanAdim:=tamBulunanAdim+1;
  ListBox1.ItemIndex :=tamBulunanAdim;
  ListBox2.ItemIndex :=tamBulunanAdim;

  p_KoduGuncelle(StrToInt(Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
  Label2.Caption := ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];

```



```

    end
  else
    begin
      ShowMessage('Son Kayıt');
    end;
  end;

procedure TAlternatif_Kri_F.p_GridiTemizle();
begin
  EditGrid.Clear;
  EditGrid.RowCount:=1;
  EditGrid.ColCount:=1;

  EditGrid.DefaultColWidth:=50;
  EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
  EditGrid.Refresh;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
var
  c:Word;
begin
  c:=MessageDlg('Bilgiler Kaydedilsin mi?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
  if c=mrYes then
    begin

p_Grid_Kaydet(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
    end;
  Close;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
  p_Basla();

end;

procedure TAlternatif_Kri_F.SpeedButton3Click(Sender: TObject);
var
  c:Word;
begin
  c:=MessageDlg('Temizlemek istediğinizden emin misiniz?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
  if c=mrYes then
    begin
      p_Grid_Sil(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));

p_KoduGuncelle(StrToInt(Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]),StrToInt(Edit1.Text));

p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit2.Text),StrToInt(ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim]));
    end;
end;

procedure TAlternatif_Kri_F.SpeedButton4Click(Sender: TObject);
begin
  Alternatif_Kri_Hesapla_F:=TAlternatif_Kri_Hesapla_F.Create(Application);
  Alternatif_Kri_Hesapla_F.Edit1.Text:=Edit1.Text;
  Alternatif_Kri_Hesapla_F.Edit2.Text:=Edit2.Text;
  Alternatif_Kri_Hesapla_F.Edit3.Text:=ListBox1.Items.Strings[tamBulunanAdim];
  Alternatif_Kri_Hesapla_F.Label3.Caption:=ListBox2.Items.Strings[tamBulunanAdim];
  Alternatif_Kri_Hesapla_F.ShowModal;
end;
end.

```

```
unit Alternatif_Kri_Hesapla_U;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,  
Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB,  
DBTables, TFlatButtonUnit,math;
```

```
type
```

```
TAlternatif_Kri_Hesapla_F = class(TForm)
```

```
EditGrid: TAdvStringGrid;
```

```
Panel1: TPanel;
```

```
Panel2: TPanel;
```

```
Edit1: TEdit;
```

```
SpeedButton3: TSpeedButton;
```

```
Edit3: TEdit;
```

```
FlatButton1: TFlatButton;
```

```
SpeedButton1: TSpeedButton;
```

```
Wt0: TEdit;
```

```
Wt1: TEdit;
```

```
Wt2: TEdit;
```

```
Label4: TLabel;
```

```
Label1: TLabel;
```

```
Label2: TLabel;
```

```
Edit2: TEdit;
```

```
Label3: TLabel;
```

```
Label5: TLabel;
```

```
SpeedButton2: TSpeedButton;
```

```
Label6: TLabel;
```

```
Label7: TLabel;
```

```
Edit5: TEdit;
```

```
Edit4: TEdit;
```

```
procedure EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer;  
var CanEdit: Boolean);
```

```
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
```

```
procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
```

```
procedure FormShow(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton3Click(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
```

```
procedure SpeedButton2Click(Sender: TObject);
```

```
private
```

```
{ Private declarations }
```

```
public
```

```
tamBulunanAdim:Integer;
```

```
Q_SorguAraci : TQuery ;
```

```
Q_Sorgu : TQuery ;
```

```
procedure p_Basla();
```

```
procedure p_KoduGuncelle(TamBulDosyaNo:integer);
```

```
procedure GridiYenile(TamColRow:integer);
```

```
procedure p_GridiTemizle();
```

```
procedure p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
```

```
procedure
```

```
p_Hucre_Doldur_ARM(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
```

```
procedure
```

```
p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
```

```
procedure Wi_Hesapla();
```

```
function f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
```

```

procedure p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamPrIdAlt:integer);
procedure p_Grid_Kaydet();

function f_HesaplamaTuru():integer;
function f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;

procedure p_Fuzzy_Hesapla();
function f_BUL_RI(n:integer):Double ;
{ Public declarations }
end;

type
TP_HUCRELER= RECORD
  A0 : Double ;
  A1 :Double ;
  A2 :Double ;
end;

type
TP_FUZZY_SON= RECORD
  A0 : Double ;
  A1 :Double ;
  A2 :Double ;
  AT :Double ;
end;

var
Alternatif_Kri_Hesapla_F: TAlternatif_Kri_Hesapla_F;
Hucre: array[0..150,0..150] of TP_HUCRELER;
ToplamHucre: array[0..150] of TP_HUCRELER;

HucreFuzzy: array[0..20,0..20] of TP_HUCRELER;
ToplamHucreFuzzy: array[0..20] of TP_HUCRELER;
FuzyySon: array[0..20] of TP_FUZZY_SON;

function KSVarYok(DosyaNo:integer;ust:integer;C:Integer;R:integer;Kon:integer):integer;

implementation

uses Alternatif_Kri_U,
  agac_u
  ;

{$R *.dfm}

// for ii:=0 to high(ppersonel[1]) do
// SetLength(Pgorevler ,0);
//array of array of

function TAlternatif_Kri_Hesapla_F.f_HesaplamaTuru():integer;
begin
if agac_f.CheckBox1.Checked then
begin
//aritmatik ortalama
Result:=1;
end
else
begin
// Geometrik ortalama
Result:=0;
end;
end;

function TAlternatif_Kri_Hesapla_F.f_BUL_RI(n:integer):Double ;

```

```

var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
  c:Word;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('select RI FROM RI ');
      sql.Add('WHERE (n =:kn)');
      parambyname('kn').AsInteger:=n;
      open ;
    end;
    Result:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsFloat ;
  Q_SorguAraci.Free;
end;

function TAlternatif_Kri_Hesapla_F.f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
var
  Q_SorA : TQuery ;
  Q_SorY : TQuery ;

  i:Integer;
  zi,zii:Integer;
  tamSay:Integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);
  Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorA do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM alt_Kriterler ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');
      parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
      open;
    END;

    i:=Q_SorA.RecordCount;
    tamSay:=0;

    if i>0 then
      begin
        Q_SorA.First;
        for zi:=0 to i do
          begin
            if tamSay<Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString) then
              begin
                tamSay:=Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString);
              end;
            Q_SorA.Next;
          end;
        end;
        Result :=tamSay;
      Q_SorA.Free ;
    end;

function TAlternatif_Kri_Hesapla_F.f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;

```

```

c:Word;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('select Sira_No FROM alt_Kriterler ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No =:kn) and (Kriter_Adi=:kn1)');
      parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
      parambyname('kn1').AsString:=tamDeger;
      open ;
    end;
    Result:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger;
  Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Grid_Sil(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamPrIdAlt:integer);
var
  Q_SorguAraci : TQuery ;
  i:Integer;
  c:Word;
begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('DELETE FROM Hes_Alt_Kriter ');
      sql.Add('WHERE (DosyaNo =:kn) and (Pr_Id_No=:kn1) and (Pr_Alt_No=:kn2)');
      parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
      parambyname('kn1').AsInteger:=tamPrIdUst;
      parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdAlt;
      ExecSQL ;
    end;
  Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Grid_Kaydet();
var
  Q_SorA : TQuery ;
  tcol,trow:Integer;
  tamDosyaNo:Integer;
  tamPrIdUst:Integer;
  tamPrIdAlt:Integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);
  Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  tamDosyaNo:=StrToInt(Edit1.Text);
  tamPrIdUst:=StrToInt(Edit3.Text);
  trow:=1;

  for trow:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
    begin
      if EditGrid.Cells[0,trow]<>'' then
        begin
          tamPrIdAlt:=f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo,EditGrid.Cells[0,trow]);
          p_Grid_Sil(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamPrIdAlt);
          with Q_SorA do
            begin

```

```

close;
sql.Clear ;
sql.Add('INSERT INTO Hes_Alt_Kriter ');
sql.Add(' ( DosyaNo,Pr_Id_No,Pr_Alt_No,Wi_0,Wi_1,Wi_2,Deger) ');
sql.Add(' VALUES  (:kn0,;kn1,;kn6,;kn2,;kn3,;kn4,;kn5)');

parambyname('kn0').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn1').AsInteger:=tamPrIdUst;
parambyname('kn6').AsInteger:=tamPrIdAlt;

parambyname('kn2').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-3,trow]);
parambyname('kn3').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-2,trow]);
parambyname('kn4').AsFloat :=StrToFloat(EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-1,trow]);

parambyname('kn5').AsString:=EditGrid.Cells[0,trow];
ExecSQL;
END;
end;
end;
Q_SorA.Free;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Fuzzy_Hesapla();
var
i:Integer;
ii:Integer;
za:Integer;

TopOrt:Double;
tamA0:Double;
tamA1:Double;
tamA2:Double;

tamSatir:Integer;

X:Double;
CI:Double;
CR:Double;

w0:Double;
w1:Double;
w2:Double;

tamRI:Double;
begin

//1 yapılacak işlem
//-----
for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
begin
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
// Tüm Hücrelerin Toplamı
w0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucre[ii].A0 / ToplamHucre[0].A2)));
w1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucre[ii].A1 / ToplamHucre[0].A1)));
w2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucre[ii].A2 / ToplamHucre[0].A0)));

tamA0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucre[ii,i].A0));
tamA1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucre[ii,i].A1));
tamA2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Hucre[ii,i].A2));

HucreFuzzy[i,ii].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA0*w0)));
HucreFuzzy[i,ii].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA1*w1)));
HucreFuzzy[i,ii].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(tamA2*w2)));

```

```

end;

end;

//2. yapılacak işlem
//-----
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
  ToplamHucreFuzzy[i].A0:=0;
  ToplamHucreFuzzy[i].A1:=0;
  ToplamHucreFuzzy[i].A2:=0;

  for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
  begin
    // Satırdakilerin Toplamı

    tamA0:=HucreFuzzy[i,ii].A0;
    tamA1:=HucreFuzzy[i,ii].A1;
    tamA2:=HucreFuzzy[i,ii].A2;

    ToplamHucreFuzzy[i].A0:=ToplamHucreFuzzy[i].A0+ tamA0;
    ToplamHucreFuzzy[i].A1:=ToplamHucreFuzzy[i].A1+ tamA1;
    ToplamHucreFuzzy[i].A2:=ToplamHucreFuzzy[i].A2+ tamA2;
  end;

  FuzyySon[i].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A0/(ToplamHucre[0].A0 /
ToplamHucre[0].A2)))));
  FuzyySon[i].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A1/(ToplamHucre[0].A1 /
ToplamHucre[0].A1)))));
  FuzyySon[i].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(ToplamHucreFuzzy[i].A2/(ToplamHucre[0].A2 /
ToplamHucre[0].A0)))));

  FuzyySon[i].AT:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(Power((FuzyySon[i].A0*FuzyySon[i].A1*FuzyySon[i].A2),1/3))
));

end;

//3 yapılacak işlem
//-----
FuzyySon[0].AT:=0;
tamSatir:=0;
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
  tamSatir:=tamSatir+1;
  FuzyySon[0].AT:=(FuzyySon[0].AT+FuzyySon[i].AT);
end;
X:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((FuzyySon[0].AT/tamSatir)))));
CI:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((X-tamSatir)/(tamSatir-1)))));
tamRI:=f_BUL_RI(tamSatir);
if tamRI>0 then
begin
  CR:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(CI /tamRI )));
end
else
begin
  CR:=0;
end;

Edit4.Text:=Formatfloat('0.0000',CR);

//4 kontrol yapılacak işlem
//-----

```

```

FuzyySon[0].A1:=0;
tamSatir:=0;
for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
    tamSatir:=tamSatir+1;
    tamA1:=FuzyySon[i].A1;
    FuzyySon[0].A1:=(FuzyySon[0].A1+tamA1);
end;
X:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((FuzyySon[0].A1/tamSatir))));
CI:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',((X-tamSatir)/(tamSatir-1))));

//Burayı baskasına sor
if tamRI>0 then
begin
    CR:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',(CI / tamRI)));
end
else
begin
    CR:=0;
end;
Edit5.Text:=Formatfloat('0.0000',CR);
end;

```

```

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.Wi_Hesapla();
var
i:Integer;
ii:Integer;
za:Integer;
tamA0:Double;
tamA1:Double;
tamA2:Double;

begin
    // Tüm Hücrelerin Toplamını Barındır
    ToplamHucre[0].A0:=0;
    ToplamHucre[0].A1:=0;
    ToplamHucre[0].A2:=0;

    for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
    begin
        for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
        begin
            // Tüm Hücrelerin Toplamı
            ToplamHucre[0].A0:=ToplamHucre[0].A0+ Hucre[ii,i].A0;
            ToplamHucre[0].A1:=ToplamHucre[0].A1+ Hucre[ii,i].A1;
            ToplamHucre[0].A2:=ToplamHucre[0].A2+ Hucre[ii,i].A2;
        end;
    end;

    for i:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
    begin
        ToplamHucre[i].A0:=0;
        ToplamHucre[i].A1:=0;
        ToplamHucre[i].A2:=0;

        for ii:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
        begin
            // Satırdakilerin Toplamı
            ToplamHucre[i].A0:=ToplamHucre[i].A0+ Hucre[ii,i].A0;
            ToplamHucre[i].A1:=ToplamHucre[i].A1+ Hucre[ii,i].A1;
            ToplamHucre[i].A2:=ToplamHucre[i].A2+ Hucre[ii,i].A2;
        end;
    end;
end;

```



```

EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-3,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A0 / ToplamHucre[0].A2);
EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-2,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A1 / ToplamHucre[0].A1);
EditGrid.Cells[EditGrid.ColCount-1,i]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i].A2 / ToplamHucre[0].A0);

end;

Wt0.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A0);
Wt1.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A1);
Wt2.Text:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A2);

end;

function KSVarYok(DosyaNo:integer;ust:integer;C:Integer;R:integer;Kon:integer):integer;
VAR
queKSB : TQuery ;
begin
  queKSB := TQuery.Create(nil);
  queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;
  queKSB.Close;
  queKSB.SQL.Add('select count(*) from ');

  if Kon=0 then
    begin
      queKSB.SQL.Add(' VA_UST_HUCRELER ');
    end
  else
    begin
      queKSB.SQL.Add(' VA_ALT_HUCRELER ');
    end;

  queKSB.SQL.Add('Where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');
  queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;
  queKSB.parambyname('kn2').AsInteger :=ust;
  queKSB.parambyname('kn3').AsInteger :=C;
  queKSB.parambyname('kn4').AsInteger :=R;
  queKSB.Open;

  if queKSB.Fields.Fields[0].AsInteger<=1 then
    begin
      Result:=1;
    end
  else
    begin
      Result:= queKSB.Fields.Fields[0].AsInteger;
    end;

  queKSB.Free;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_KoduGuncelle(TamBulDosyaNo:integer);
var
i:Integer;

begin
  Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
  Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorguAraci do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM Alt_Kriterler ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');
      parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
    end;
  end;
end;

```

```

        open;
    END;

    if Q_SorguAraci.RecordCount>0 then
        begin
            GridiYenile(Q_SorguAraci.RecordCount);
        end;
    end;

    procedure
    TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Hucre_Doldur_ARM(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
    var
    Q_BulDeger : TQuery ;
    tcol,trow:Integer;
    i,ii:Integer;
    tamData:string;
    begin
        Q_BulDeger := TQuery.Create(nil);
        Q_BulDeger.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

        if tamYon=0 then
            begin

                //sol değer
                with Q_BulDeger do
                    begin
                        close;
                        sql.Clear ;
                        sql.Add(' select sum(LO) from VA_UST_HUCRELER ');
                        sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

                        parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
                        parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

                        parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
                        parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

                        open;
                    END;
                    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
                        begin

                            Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
                            end
                        else
                            begin
                                Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
                            end;

                //orta değer
                with Q_BulDeger do
                    begin
                        close;
                        sql.Clear ;
                        sql.Add(' select Sum(MO) from VA_UST_HUCRELER ');
                        sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

                        parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
                        parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

                        parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
                        parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;

```

```

        open;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
        begin
            Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
            DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
            end
        else
            begin
                Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
            end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select sum(RO) from VA_UST_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
        begin
            Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
            DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
            end
        else
            begin
                Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
            end;

            EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---
'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
            end;

    if tamYon=1 then
        begin
            //sol değer
            with Q_BulDeger do
            begin
                close;
                sql.Clear ;
                sql.Add(' select sum(LT) from VA_ALT_HUCRELER ');
                sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

                parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
                parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

                parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
                parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

                open;
                END;
                if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
                    begin

```

```

Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
    end
    else
    begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
    end;

//orta değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select Sum(MT) from VA_ALT_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
        end
        else
        begin
            Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
        end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select sum(RT) from VA_ALT_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin

Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat/KSVarYok(tam
DosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon)));
        end
        else
        begin
            Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
        end;

    EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---
'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);

```

```

end;

Q_BulDeger.Free;
end;
procedure
TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer;tamCol:Integer;tamRow:integer;tamYon:Integer);
var
Q_BulDeger : TQuery ;
tcol,trow:Integer;
i,ii:Integer;
tamData:string;
zz:integer;
Carpim:Double;
begin
  Q_BulDeger := TQuery.Create(nil);
  Q_BulDeger.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  if tamYon=0 then
    begin
      //sol değer
      with Q_BulDeger do
        begin
          close;
          sql.Clear ;
          sql.Add(' select LO from VA_UST_HUCRELER ');
          sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

          parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
          parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

          parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
          parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

          open;

          Q_BulDeger.First;
          Carpim:=1;
          for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
            begin
              Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
              Q_BulDeger.Next;
            end;
          END;
          if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
            begin
              Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
            end
          else
            begin
              Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
            end;

          //orta değer
          with Q_BulDeger do
            begin
              close;
              sql.Clear ;
              sql.Add(' select MO from VA_UST_HUCRELER ');
              sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

              parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
              parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

```

```

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
    Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
    Q_BulDeger.Next;
end;
END;

if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
end
else
begin
    Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add(' select RO from VA_UST_HUCRELER ');
sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
    Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
    Q_BulDeger.Next;
end;

END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
end
else
begin
    Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
end;

EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
end;

```

```

if tamYon=1 then
begin

//sol değer
with Q_BulDeger do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add(' select LT from VA_ALT_HUCRELER ');
sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
Q_BulDeger.Next;
end;

END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

Hucre[tamCol,tamRow].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
end
else
begin
Hucre[tamCol,tamRow].A0:=0;
end;

//orta değer
with Q_BulDeger do
begin
close;
sql.Clear ;
sql.Add(' select MT from VA_ALT_HUCRELER ');
sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

open;

Q_BulDeger.First;
Carpim:=1;
for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
begin
Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
Q_BulDeger.Next;
end;

END;
if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
begin

```

```

Hucre[tamCol,tamRow].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
    end
    else
    begin
        Hucre[tamCol,tamRow].A1:=0;
    end;

//sağ değer
with Q_BulDeger do
begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add(' select RT from VA_ALT_HUCRELER ');
    sql.Add(' where (Dosya_No=:kn1) and (Pr_Id_Ust=:kn2) and (Pr_Id_C=:kn3) and (Pr_Id_R=:kn4)');

    parambyname('kn1').AsInteger:=tamDosyaNo;
    parambyname('kn2').AsInteger:=tamPrIdUst;

    parambyname('kn3').AsInteger:=tamCol;
    parambyname('kn4').AsInteger:=tamRow;

    open;

    Q_BulDeger.First;
    Carpim:=1;
    for zz:=0 to Q_BulDeger.RecordCount -1 do
    begin
        Carpim:=Carpim*Q_BulDeger.Fields.Fields[0].AsFloat;
        Q_BulDeger.Next;
    end;
    END;
    if Q_BulDeger.RecordCount >0 then
    begin

Hucre[tamCol,tamRow].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.000',Power(Carpim,1/KSVarYok(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCol,tamRow,tamYon))));
        end
        else
        begin
            Hucre[tamCol,tamRow].A2:=0;
        end;

        EditGrid.Cells[tamCol,tamRow]:=FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCol,tamRow].A2);
    end;

    Q_BulDeger.Free;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Grid_Yukle(tamDosyaNo:Integer;tamPrIdUst:integer);
var
i,ii:Integer;
tamData:string;
tamCo:Integer;
tamRo:Integer;
tamKon:integer;
begin
    tamCo:=0;
    for i:=1 to EditGrid.ColCount -4 do
    begin

```



```

tamCo:=tamCo+1;
tamRo:=0;
for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
tamRo:=tamRo+1;
if tamCo<tamRo then
begin
tamKon:=f_HesaplamaTuru;
if tamKon=1 then p_Hucre_Doldur_ARM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCo,tamRo,1);
if tamKon=0 then p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCo,tamRo,1);

end;
if tamCo =tamRo then
begin
Hucre[tamCo,tamRo].A0:=1;
Hucre[tamCo,tamRo].A1:=1;
Hucre[tamCo,tamRo].A2:=1;
EditGrid.Cells[tamCo,tamRo]:=FloatToStr(Hucre[tamCo,tamRo].A0)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCo,tamRo].A1)+'---'+FloatToStr(Hucre[tamCo,tamRo].A2);
end;
if tamCo >tamRo then
begin
tamKon:=f_HesaplamaTuru;
if tamKon=1 then p_Hucre_Doldur_ARM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCo,tamRo,0);
if tamKon=0 then p_Hucre_Doldur_GOM(tamDosyaNo,tamPrIdUst,tamCo,tamRo,0);

end;
end;
end;
end;
end;

```

```

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.GridiYenile(TamColRow:integer);

```

```

var

```

```

i:Integer;

```

```

ii:Integer;

```

```

za:Integer;

```

```

begin

```

```

EditGrid.Clear;

```

```

EditGrid.RowCount:=TamColRow+1;

```

```

EditGrid.ColCount:=TamColRow+4;

```

```

Q_SorguAraci.First;

```

```

for i:=0 to TamColRow do

```

```

begin

```

```

EditGrid.Cells[0,i+1]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsString;

```

```

EditGrid.Cells[i+1,0]:= Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsString;

```

```

Q_SorguAraci.Next;

```

```

end;

```

```

EditGrid.Cells[TamColRow+1,0]:='Wi_0';

```

```

EditGrid.Cells[TamColRow+2,0]:='Wi_1';

```

```

EditGrid.Cells[TamColRow+3,0]:='Wi_2';

```

```

EditGrid.DefaultColWidth:=175;

```

```

EditGrid.DefaultRowHeight:=20;

```

```

//EditGrid.FixedColWidth:= f_FixedColonAyarla(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text))*6;

```

```

for i:=1 to EditGrid.ColCount -4 do

```

```

begin

```

```

for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do

```

```

begin

```

```

if i<ii then

```

```

begin
    EditGrid.Colors[i,ii]:=clWhite;
    //EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
end;
if i=ii then
begin
    EditGrid.Colors[i,ii]:=clSilver;
    EditGrid.FontColors[i,ii]:=clWhite;
end;
if i>ii then EditGrid.Colors[i,ii]:=clCream;
end;
end;
Q_SorguAraci.Free;
EditGrid.Refresh;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_Basla();
begin
    tamBulunanAdim:=StrToInt(Edit3.Text);
    p_KoduGuncelle(StrToInt(Edit1.Text));
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.EditGridCanEditCell(Sender: TObject; ARow,
    ACol: Integer; var CanEdit: Boolean);
begin
    CanEdit:=False;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.FormClose(Sender: TObject;
    var Action: TCloseAction);
begin
    Action:=caFree;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.p_GridiTemizle();
begin
    EditGrid.Clear;
    EditGrid.RowCount:=1;
    EditGrid.ColCount:=1;

    EditGrid.DefaultColWidth:=80;
    EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
    EditGrid.Refresh;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
    p_Basla();
    p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
    Wi_Hesapla();
    p_Fuzzy_Hesapla();
    p_Grid_Kaydet();
end;
procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.SpeedButton3Click(Sender: TObject);
var
    c:Word;
begin
    c:=MessageDlg('Temizlemek istediğinizden emin misiniz?', mtWarning,[mbYes,mbNo],0);
    if c=mrYes then

```

```

        begin
            p_GridiTemizle;
        end;
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
begin
    p_Basla();
    p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
    Wi_Hesapla;
    p_Fuzzy_Hesapla();
    p_Grid_Kaydet()
end;

procedure TAlternatif_Kri_Hesapla_F.SpeedButton2Click(Sender: TObject);
var
    i:Integer;
    tamKaySayisi:Integer;
begin
    tamKaySayisi:=Alternatif_Kri_F.ListBox1.Count-1;
    for i:=0 to tamKaySayisi do
        begin
            Edit3.Text:=Alternatif_Kri_F.ListBox1.Items.Strings[i];
            p_Basla();
            p_Grid_Yukle(StrToInt(Edit1.Text),StrToInt(Edit3.Text));
            Wi_Hesapla();
            p_Grid_Kaydet();
        end;
        ShowMessage('İşlem Tamam');
        Close;
    end;
end.

```

```

unit Sonuc_U;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Buttons, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, BaseGrid, AdvGrid, DB, math,
  DBTables, TFlatButtonUnit, RzPanel, RzSplit;

type
  TSonuc_F = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Panel2: TPanel;
    Panel3: TPanel;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    FlatButton1: TFlatButton;
    Edit2: TEdit;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label1: TLabel;
    RzSplitter1: TRzSplitter;
    Panel4: TPanel;
    EditGrid: TAdvStringGrid;
    Panel5: TPanel;
    EditGrid_Hes: TAdvStringGrid;
    Panel6: TPanel;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    AdvStringGrid1: TAdvStringGrid;
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure FlatButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure SpeedButton4Click(Sender: TObject);
    procedure EditGridGetAlignment(Sender: TObject; ARow, ACol: Integer;
      var HAlign: TAlignment; var VAlign: TVAlignment);
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public

    Q_SorAra : TQuery ;
    Q_Sorgu : TQuery ;
    Q_ColanAdlari: TQuery ;
    tamAktifSatir:integer;
    procedure p_Basla();
    procedure p_KoduGuncelle(TamBulDosyaNo:integer);
    procedure GridiYenile(TamRow:integer;TamCol:integer);
    function f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
    function urunAgiOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer;tamAlt_Kriter_No:Integer):string;
    function f_FixedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
    procedure GridiSiralala();

    { Public declarations }
  end;
  type
  TP_HUCRELER= RECORD
    A0 : Double ;
    A1 :Double ;
    A2 :Double ;
  end;

var
  Sonuc_F: TSonuc_F;
  TGridHucreDegerler: array[0..150] of TP_HUCRELER;
  function KSAltVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
  function Hes_Alt_Carp(DosyaNo:integer;Pr_Id_No:Integer;Pr_Alt_No:integer):String;

```

```

function AltanGelenleCarp(DosyaNo:integer;Pr_Id_No:Integer):String;

implementation

{$R *.dfm}
type
TURunAgacNesne=class
private
protected
public
    basamak:integer;
    function KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
    function Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer; b: Integer;tamAlt_Kriter_No:integer): String ;overload;virtual;

published

end;

TURunAgacNesne_cogalt=class(TURunAgacNesne)
private
protected
public
published
end;

function TURunAgacNesne.KSBul(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;
VAR
queKSB : TQuery ;
begin
    queKSB := TQuery.Create(nil);
    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;
    queKSB.Active := True ;
    Result:= queKSB.RecordCount;
    queKSB.Destroy ;
end;

function TURunAgacNesne.Topla(const ubk:string;DosyaNo:integer; b: Integer;tamAlt_Kriter_No:integer): String ;
var
i:integer;
listeE :String;
listeE1 :String;
g:TURunAgacNesne;
queKD : TQuery ;
tamDegerler:string;
tamDegerAlt:string;
ToplamHucre: array[0..150] of TP_HUCRELER;
begin
    queKD := TQuery.Create(nil);
    queKD.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;
    queKD.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
    queKD.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');
    queKD.parambyname('kn').AsInteger :=StrToInt(ubk);
    queKD.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

    queKD.Active := True ;
    queKD.First;
    for i:=0 to queKD.RecordCount-1 do
        begin
            if KSAItVarYok(queKD.FieldName('Pr_id').AsString,queKD.FieldName('Dosya_No').AsInteger ) >0
then
                begin

```

```

try
    g:=TUrUnAgacNesne_cogalt.Create ;

    tamDegerler:=
g.Topla(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString,queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,
basamak,tamAlt_Kriter_No);
    tamDegerAlt:=
AltanGelenleCarp(queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,StrToInt(queKD.FieldByName('Pr_id').AsString));

    if (AnsiPos('-',tamDegerler)>0) then
begin
    ToplamHucre[i+1].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,AnsiPos('-',tamDegerAlt)-1))));
    Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
    Delete(tamDegerAlt ,1, AnsiPos('-',tamDegerAlt));
end;

    if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
begin
    ToplamHucre[i+1].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,AnsiPos('-',tamDegerAlt)-1))));
    Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
    Delete(tamDegerAlt ,1, AnsiPos('-',tamDegerAlt));
end;

ToplamHucre[i+1].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,Length(tamDegerler)
))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,Length(tamDegerAlt) ))));
    finally
    g.Free;
end;
end
else
begin

tamDegerler:=Hes_Alt_Carp(queKD.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,StrToInt(queKD.FieldByName('Pr_id').As
sString),tamAlt_Kriter_No);

    if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
begin
    ToplamHucre[i+1].A0:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1));
    Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
end;

    if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
begin
    ToplamHucre[i+1].A1:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1));
    Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
end;

    ToplamHucre[i+1].A2:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,Length(tamDegerler) ));
end;
queKD.Next;
end;

ToplamHucre[0].A0:=0;
ToplamHucre[0].A1:=0;
ToplamHucre[0].A2:=0;

for i:=0 to queKD.RecordCount-1 do
begin
    ToplamHucre[0].A0:=ToplamHucre[0].A0+ToplamHucre[i+1].A0;
    ToplamHucre[0].A1:=ToplamHucre[0].A1+ToplamHucre[i+1].A1;
    ToplamHucre[0].A2:=ToplamHucre[0].A2+ToplamHucre[i+1].A2;
end;

```

```

    queKD.Destroy ;
    Result := Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A0)+'-'+ Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A1)+ '-'
+Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A2) ;
end;

```

```

function AltanGelenleCarp(DosyaNo:integer;Pr_Id_No:Integer):String;

```

```

VAR

```

```

queKSB : TQuery ;

```

```

begin

```

```

    queKSB := TQuery.Create(nil);

```

```

    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

    queKSB.SQL.Add('select Wi_0,Wi_1,Wi_2 from Hes_Kriter where (Pr_Id_No =:kn) and (DosyaNo=:kn1)');

```

```

    queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=Pr_Id_No;

```

```

    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

```

```

    queKSB.Active := True ;

```

```

    Result:=Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[0].AsFloat));

```

```

    Result:=Result + '-' + Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[1].AsFloat));

```

```

    Result:=Result + '-' + Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[2].AsFloat));

```

```

    queKSB.Destroy ;

```

```

end;

```

```

function Hes_Alt_Carp(DosyaNo:integer;Pr_Id_No:Integer;Pr_Alt_No:integer):String;

```

```

VAR

```

```

queKSB : TQuery ;

```

```

Q_Alt : TQuery ;

```

```

begin

```

```

    queKSB := TQuery.Create(nil);

```

```

    queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

    Q_Alt := TQuery.Create(nil);

```

```

    Q_Alt.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

```

```

    queKSB.SQL.Add('select Wi_0,Wi_1,Wi_2 from Hes_Kriter where (Pr_Id_No =:kn) and (DosyaNo=:kn1)');

```

```

    queKSB.parambyname('kn').AsInteger :=Pr_Id_No;

```

```

    queKSB.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

```

```

    queKSB.Active := True ;

```

```

    Q_Alt.SQL.Add('select Wi_0,Wi_1,Wi_2 from Hes_Alt_Kriter where (Pr_Id_No =:kn) and (DosyaNo=:kn1) and
(Pr_Alt_No=:kn2)');

```

```

    Q_Alt.parambyname('kn').AsInteger :=Pr_Id_No;

```

```

    Q_Alt.parambyname('kn1').AsInteger :=DosyaNo;

```

```

    Q_Alt.parambyname('kn2').AsInteger :=Pr_Alt_No;

```

```

    Q_Alt.Active := True ;

```

```

    Result:=Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[0].AsFloat*Q_Alt.Fields.Fields[0].AsFloat));

```

```

    Result:=Result + '-' + Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[1].AsFloat*Q_Alt.Fields.Fields[1].AsFloat));

```

```

    Result:=Result + '-' + Formatfloat('0.0000',(queKSB.Fields.Fields[2].AsFloat*Q_Alt.Fields.Fields[2].AsFloat));

```

```

    queKSB.Destroy ;

```

```

    Q_Alt.Destroy;

```

```

end;

```

```

function KSAltVarYok(ubk:string;DosyaNo:integer):integer;

```

```

VAR
queKSB : TQuery ;
begin
  queKSB := TQuery.Create(nil);
  queKSB.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  queKSB.SQL.Add('select * from AnaKriterler where Pr_parent =:kn and (Dosya_No=:kn1)');
  queKSB.parambyname('kn').AsInteger := StrToInt(ubk);
  queKSB.parambyname('kn1').AsInteger := DosyaNo;
  queKSB.Active := True ;
  Result:= queKSB.RecordCount;
  queKSB.Destroy ;
end;

function TSONUC_F.urunAgciOlustur(tamDosyaNo:Integer;TamPr:integer;tamAlt_Kriter_No:Integer):string;
var
  listeE :String;
  listeE1 :String;

  queKD1 : TQuery ;
  dahi:TUrunAgacNesne;
  ToplamHucre: array[0..150] of TP_HUCRELER;
  i:Integer;
  tamDegerler:string;
  tamDegerAlt:String;
begin
  queKD1 := TQuery.Create(nil);
  queKD1.DatabaseName :='BkmBaglan' ;

  queKD1.SQL.Add('select * from AnaKriterler where (Pr_parent =:kn) and (Dosya_No=:kn1)');
  queKD1.SQL.Add('order by Pr_parent,Pr_id');
  queKD1.parambyname('kn').AsInteger :=TamPr;
  queKD1.parambyname('kn1').AsInteger :=tamDosyaNo;

  queKD1.Active := True ;
  queKD1.First;
  for i:=0 to queKD1.RecordCount-1 do
  begin
    if KSAItVarYok(queKD1.FieldName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldName('Dosya_No').AsInteger) >0
  then
    begin
      try
        dahi:=TUrunAgacNesne_cogalt.Create ;

        tamDegerler:=
dahi.Topla(queKD1.FieldName('Pr_id').AsString,queKD1.FieldName('Dosya_No').AsInteger,0,tamAlt_Kriter_
No);
        tamDegerAlt:=
AltanGelenleCarp(queKD1.FieldName('Dosya_No').AsInteger,StrToInt(queKD1.FieldName('Pr_id').AsString))
;
        if (AnsiPos('-',tamDegerler)>0) then
        begin
          ToplamHucre[i+1].A0:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-
,tamDegerler)-1))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,AnsiPos('-',tamDegerAlt)-1))));
          Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
          Delete(tamDegerAlt ,1, AnsiPos('-',tamDegerAlt));
        end;

        if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
        begin
          ToplamHucre[i+1].A1:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-
,tamDegerler)-1))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,AnsiPos('-',tamDegerAlt)-1))));
          Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
          Delete(tamDegerAlt ,1, AnsiPos('-',tamDegerAlt));
        end;
      except
      end;
    end;
  end;
end;

```



```

end;

ToplamHucre[i+1].A2:=StrToFloat(Formatfloat('0.0000',StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,Length(tamDegerler)
))*StrToFloat(Copy(tamDegerAlt,1,Length(tamDegerAlt) ))));

finally
dahi.Free;
end;
end
else
begin

tamDegerler:=Hes_Alt_Carp(queKD1.FieldByName('Dosya_No').AsInteger,StrToInt(queKD1.FieldByName('Pr_id')
).AsString,tamAlt_Kriter_No);

if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
begin
ToplamHucre[i+1].A0:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1));
Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler)+1);
end;

if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
begin
ToplamHucre[i+1].A1:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1));
Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler)+1);
end;

ToplamHucre[i+1].A2:=StrToFloat(Copy(tamDegerler,1,Length(tamDegerler) -1));

end;
queKD1.Next;
end;

ToplamHucre[0].A0:=0;
ToplamHucre[0].A1:=0;
ToplamHucre[0].A2:=0;

for i:=0 to queKD1.RecordCount-1 do
begin
ToplamHucre[0].A0:=ToplamHucre[0].A0+ToplamHucre[i+1].A0;
ToplamHucre[0].A1:=ToplamHucre[0].A1+ToplamHucre[i+1].A1;
ToplamHucre[0].A2:=ToplamHucre[0].A2+ToplamHucre[i+1].A2;
end;
Result:= Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A0)+'-'+ Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A1)+ '-'
+Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[0].A2);

for i:=0 to queKD1.RecordCount-1 do
begin
if TamPr=1 then
begin
EditGrid.Cells[i+1,tamAktifSatir]:=Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i+1].A0)+'-'+
Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i+1].A1)+ '-' +Formatfloat('0.0000',ToplamHucre[i+1].A2);
end
else
begin
end;
end;
end;

queKD1.Destroy ;
end;

```

```

procedure TSONUC_F.p_Basla();
begin
  p_KoduGuncelle(StrToInt(Edit1.Text));
end;

procedure TSONUC_F.FormClose(Sender: TObject;
  var Action: TCloseAction);
begin
  Action:=caFree;
end;

procedure TSONUC_F.FlatButton1Click(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TSONUC_F.FormShow(Sender: TObject);
begin
  p_Basla();
end;

procedure TSONUC_F.p_KoduGuncelle(TamBulDosyaNo:integer);
var
  i:Integer;
begin
  Q_SorAra := TQuery.Create(nil);
  Q_SorAra.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  Q_ColanAdlari := TQuery.Create(nil);
  Q_ColanAdlari.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorAra do
    begin
      close;
      sql.Clear ;
      sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM Alt_Kriterler ');
      sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');
      sql.Add('order by Sira_No ');

      parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;

      open;
    END;

    with Q_ColanAdlari do
      begin
        close;
        sql.Clear ;
        sql.Add('SELECT Pr_name FROM AnaKriterler ');
        sql.Add(' WHERE (Pr_parent = 1) AND (Dosya_No =:kn1)');
        parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
        open;
      END;
    if Q_SorAra.RecordCount>0 then
      begin
        GridiYenile(Q_SorAra.RecordCount,Q_ColanAdlari.RecordCount);
      end;
    end;
  end;

function TSONUC_F.f_FixsedColonAyarla(TamBulDosyaNo:Integer;tanBulAdim:integer):integer;
var
  Q_SorA : TQuery ;
  Q_SorY : TQuery ;

```

```

i:Integer;
zi,zii:Integer;
tamSay:Integer;
begin
  Q_SorA := TQuery.Create(nil);
  Q_SorA.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

  with Q_SorA do
  begin
    close;
    sql.Clear ;
    sql.Add('SELECT Kriter_Adi FROM ALt_Kriterler ');
    sql.Add('WHERE (Dosya_No=:kn1)');
    parambyname('kn1').AsInteger :=TamBulDosyaNo;
    open;
    END;

    i:=Q_SorA.RecordCount;
    tamSay:=20;

    if i>0 then
    begin
      Q_SorA.First;
      for zi:=0 to i do
      begin
        if tamSay<Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString) then
        begin
          tamSay:=Length(Q_SorA.Fields.Fields[0].AsString);
        end;
        Q_SorA.Next;
      end;
    end;
    Result :=tamSay;
    Q_SorA.Free ;
  end;

procedure TSONUC_F.GridiYenile(TamRow:integer;TamCol:integer);
var
  i:Integer;
  ii:Integer;
  za:Integer;
  tamDegerler:string;
  tamOrtalama:Double;
begin

  EditGrid.Clear;

  EditGrid.RowCount:=TamRow+1;
  EditGrid.ColCount:=TamCol+1;
  //EditGrid.ColCount:=5;

  Q_SorAra.First;
  for i:=0 to TamRow do
  begin
    EditGrid.Cells[0,i+1]:= Q_SorAra.Fields.Fields[0].AsString;
    Q_SorAra.Next;
  end;

  Q_ColanAdlari.First;
  for i:=0 to TamCol do
  begin
    EditGrid.Cells[i+1,0]:= Q_ColanAdlari.Fields.Fields[0].AsString;
    Q_ColanAdlari.Next;
  end;
end;

```

```

EditGrid.DefaultColWidth:=120;
EditGrid.DefaultRowHeight:=20;
EditGrid.FixedColWidth:= f_FixsedColonAyarla(StrToInt(Edit1.Text),1)*8;

tamAktifSatir:=1;
for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
    // ilk değer olarak 1 gönderdim eski hali ile çalışması için 0 gönderilmeli

tamDegerler:=urunAgciOlustur(StrToInt(Edit1.Text),1,f_BUL_PrIdNo(StrToInt(Edit1.Text),EditGrid.Cells[0,ii]));
tamAktifSatir:=tamAktifSatir+1;
end;

// ortalama Bulma fonksiyonlarından sadece biri açık olabilir
{
    // ortalamayı Bul Aritmetik
    for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
    begin
        EditGrid.Cells[4,ii]:= Formatfloat('0.0000',(StrToFloat(EditGrid.Cells[1,ii])
        + StrToFloat(EditGrid.Cells[2,ii])+ StrToFloat(EditGrid.Cells[3,ii]))/3);
    end;
}
{
    // ortalamayı Bul Geometrik
    for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
    begin
        EditGrid.Cells[4,ii]:=Formatfloat('0.0000',Power((StrToFloat(EditGrid.Cells[1,ii])
        * StrToFloat(EditGrid.Cells[2,ii])* StrToFloat(EditGrid.Cells[3,ii])),1/3));
    end;
}

{
    // En büyük ortalamaı bul
tamOrtalama:=0;
for ii:=1 to EditGrid.RowCount -1 do
begin
    if tamOrtalama<StrToFloat(EditGrid.Cells[4,ii]) then
    begin
        tamOrtalama:=StrToFloat(EditGrid.Cells[4,ii]);
        Label4.Caption:=EditGrid.Cells[4,ii];
        Label1.Caption:=EditGrid.Cells[0,ii];
    end;
end;
}
Q_SorAra.Free;
Q_ColanAdlari.Free;
EditGrid.Refresh;
end;

function TSONUC_F.f_BUL_PrIdNo(tamDosyaNo:Integer;tamDeger:string):integer;
var
    Q_SorguAraci : TQuery ;
    i:Integer;
    c:Word;
begin
    Q_SorguAraci := TQuery.Create(nil);
    Q_SorguAraci.DatabaseName := 'BkmBaglan' ;

    with Q_SorguAraci do
    begin
        close;
        sql.Clear ;
        sql.Add('select Sira_No FROM alt_Kriterler ');
        sql.Add('WHERE (Dosya_No =:kn) and (Kriter_Adi=:kn1)');
    end;
end;

```

```

        parambyname('kn').AsInteger:=tamDosyaNo;
        parambyname('kn1').AsString:=tamDeger;
        open ;
    end;
    Result:=Q_SorguAraci.Fields.Fields[0].AsInteger;
    Q_SorguAraci.Free;
end;

procedure TSONUC_F.SpeedButton4Click(Sender: TObject);
begin
    p_Basla;
end;

procedure TSONUC_F.EditGridGetAlignment(Sender: TObject; ARow,
    ACol: Integer; var HAlign: TAlignment; var VAlign: TVAlignment);
begin
    if(ACol=4) then HAlign := taCenter;
    if(ACol=1) or (ACol=2) or (ACol=3) then HAlign := taRightJustify ;
end;

procedure TSONUC_F.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
var
    i:integer;
    ii:integer;
    s1:string;
    s2:string;
    s3:string;
    tamDegerler:string;
    tamOrtalama:Double;
    tamSatirTopla:Double;
    tamKareAl:Double;
begin
    EditGrid_Hes.ColCount:=EditGrid.ColCount+4;
    EditGrid_Hes.RowCount:=EditGrid.RowCount+2;

    for i:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
        begin
            EditGrid_Hes.Cells[0,i]:=EditGrid.cells[0,i];
        end;
    EditGrid_Hes.Cells[0,EditGrid_Hes.RowCount-2]:='Max';
    EditGrid_Hes.Cells[0,EditGrid_Hes.RowCount-1]:='Min';

    for i:=1 to EditGrid.ColCount-1 do
        begin
            EditGrid_Hes.Cells[i,0]:=EditGrid.cells[i,0];
        end;
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-4,0]:='S1_Max';
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-3,0]:='S1_Min';
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,0]:='R';
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-1,0]:='SiraNo';

    EditGrid_Hes.DefaultColWidth:=170;
    // ortalamasını al
    for i:=1 to EditGrid.ColCount-1 do
        begin
            for ii:=1 to EditGrid.RowCount-1 do
                begin
                    tamDegerler:=EditGrid.cells[i,ii];
                    if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
                        begin
                            s1:=Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1);

```

```

        Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
    end;

    if AnsiPos('-',tamDegerler)>0 then
        begin
            s2:=Copy(tamDegerler,1,AnsiPos('-',tamDegerler)-1);
            Delete(tamDegerler ,1, AnsiPos('-',tamDegerler));
        end;

        s3:=Copy(tamDegerler,1,Length(tamDegerler) );
        EditGrid_Hes.Cells[i,ii]:= Formatfloat('0.0000',(StrToFloat(s1) + StrToFloat(s2)+ StrToFloat(s3))/3);
    end;
END;
EditGrid_Hes.Refresh;

// MAX değerleri bul
for i:=1 to EditGrid_Hes.ColCount-5 do
    begin
        tamOrtalama:=0;
        for ii:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
            begin
                if tamOrtalama<StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[i,ii]) then
                    begin
                        tamOrtalama:=StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[i,ii]);
                    end;
                end;
            EditGrid_Hes.Cells[i,EditGrid_Hes.RowCount-2]:= Formatfloat('0.0000',tamOrtalama);
        END;

// MIN değerleri bul
for i:=1 to EditGrid_Hes.ColCount-5 do
    begin
        tamOrtalama:=StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[i,1] );
        for ii:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
            begin
                if tamOrtalama>StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[i,ii]) then
                    begin
                        tamOrtalama:=StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[i,ii]);
                    end;
                end;
            EditGrid_Hes.Cells[i,EditGrid_Hes.RowCount-1]:= Formatfloat('0.0000',tamOrtalama);
        END;

// S1Max
for i:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
    begin
        tamSatirTopla:=0;
        tamKareAl:=0;
        for ii:=1 to EditGrid_Hes.ColCount-5 do
            begin
                tamKareAl:=(StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[ii,i])-
StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[ii,EditGrid_Hes.RowCount-2]));
                tamSatirTopla:=tamSatirTopla+(tamKareAl*tamKareAl) ;
            end;
            EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-4,i]:= Formatfloat('0.0000',sqrt(tamSatirTopla));
        END;
// S1Min
for i:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
    begin
        tamSatirTopla:=0;
        tamKareAl:=0;
        for ii:=1 to EditGrid_Hes.ColCount-5 do
            begin
                tamKareAl:=(StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[ii,i])-
StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[ii,EditGrid_Hes.RowCount-1]));
                tamSatirTopla:=tamSatirTopla+(tamKareAl*tamKareAl) ;
            end;
        END;

```

```

    end;
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-3,i]:= Formatfloat('0.0000',sqrt(tamSatirTopla));
END;

// R değeri
for i:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
begin
    tamSatirTopla:=0;
    tamSatirTopla:=(StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-
3,i])/(StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-
4,i])+StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-3,i])));
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,i]:= Formatfloat('0.0000',tamSatirTopla);
    END;
// Sirala
GridiSirala();

// En büyük ortalamayı bul
tamOrtalama:=0;
for ii:=1 to EditGrid_Hes.RowCount -3 do
begin
    if tamOrtalama<StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,ii]) then
begin
    tamOrtalama:=StrToFloat(EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,ii]);
    Label1.Caption:=EditGrid_Hes.Cells[0,ii];
end;
end;
end;

procedure TSONUC_F.GridiSirala();
var
i:integer;
ii:integer;

tamMax:Double;
tamAktifDeger:Double;
begin
AdvStringGrid1.RowCount:=EditGrid_Hes.RowCount-2;
AdvStringGrid1.ColCount:=2;

for i:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-1 do
begin
    AdvStringGrid1.Cells[0,i]:=EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,i];
end;
AdvStringGrid1.SortByColumn(0);

AdvStringGrid1.Refresh;

for i:=1 to AdvStringGrid1.RowCount -1 do
begin
for ii:=1 to EditGrid_Hes.RowCount-3 do
begin
if AdvStringGrid1.Cells[0,i]=EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-2,ii] then
begin
    EditGrid_Hes.Cells[EditGrid_Hes.ColCount-1,ii]:=inttostr(i);
    Break;
end;
end;
end;
end;

end;

end.

```

## ÖZGEÇMİŞ

Maşuk METE, 1975 yılında Gümüşhane’de doğmuştur. İlkokulu Gümüşhane’de tamamladıktan sonra, Ortaokul ve lise eğitimini 1987-1993 yılları arasında İstanbul’da tamamlamıştır. 1993-1998 yıllarında lisans eğitimine devam ederek 1998 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 1998-2000 yılları arasında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 2000 yılında Ulaşım A.Ş.’de Endüstri Mühendisi olarak başladığı iş hayatına aynı firmada Kalite Yönetim Şefi olarak sürdürmüş, 2005 yılında İSBAK A.Ş.’ye geçerek sırasıyla ERP Proje Yöneticisi, Strateji Geliştirme ve Planlama Müdürü olarak görevini sürdürdükten sonra halen aynı firmada Trafik Uygulama Müdürü olarak çalışmaya devam etmektedir. İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.