İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BELEDİYELERDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ BULANIK BİR MODEL ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Emre ALİOĞLU

Anabilim Dalı: SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ

Programı: STRATEJİ GELİŞTİRME TEKNOLOJİLERİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Günlük hayatımızda çoğu zaman farkında olmasak da belediye hizmetleri ile her an muhatap oluruz. Rekabet ortamının olmaması, yönetimin politik bir süreç sonunda işbaşına gelmesi, kamu mallarının doğru şekilde kullanılması gerektiği gibi konular düşünüldüğünde belediyelerin başarılı olmak zorunda oldukları gerçeğiyle karşılaşırız. Başarıyı ölçmenin yolu da performans değerlendirmesinden geçmektedir.

Bu çalışmamda objektif bir değerlendirme yapabilecek model önerileri geliştirmeye çalıştım. Kuşkusuz, yerel yönetimlere yetki devri ile her geçen gün performansları daha da çok sorgulanan belediyeler için performans ölçümü konusu daha da önem kazanacaktır.

Teşvikleriyle ve yönlendirmeleriyle bana her zaman destek olan İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden Hasan Özçelik'e, yüksek lisans eğitimimin en başından beri anlayışını ve yardımını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Cengiz Kahraman'a, tavsiyeleri ve tez yazımıma yaptığı katkılardan dolayı Harun Şahbaz'a, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme ve eşim Seda'ya teşekkür ederim.

Haziran 2006 **Emre Alioğlu**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **vii**
ÖZET **viii**
SUMMARY **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. PERFORMANS ÖLÇÜM TEKNİKLERİ **4**
2.1. Performans nedir? Niçin Ölçülür? 4
2.2. Oran Analizi 6
2.3. Regresyon Analizi 7
2.4. Veri Zarflama Analizi 8
2.5. Fayda Modeli 9
2.5.1. Toplamsal Fayda Modeli 10
2.5.2. Çarpımsal Fayda Modeli 11
2.6. AHP 12
2.7. TOPSIS 17
2.8. Bulanık Kümeler Yaklaşımı 19
2.8.1. Üyelik Fonksiyonu 20
2.8.2. Bulanık Sayılar 23
2.8.2.1. Üçgensel Bulanık Sayılar 23
2.8.2.2. Yamuksal Bulanık Sayılar 24
2.8.3. Bulanık Aritmetik İşlemler 24

3. BELEDİYELERDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ **26**
3.1. Literatürde Kullanılan Performans Ölçütleri 26
3.2. Dünyadaki Performans Ölçümü Örnekleri 29
3.2.1. Amerika Örneği 30
3.2.2. Kanada Örneği 31
3.2.3. Avustralya Örneği 34
3.2.4. İngiltere Örneği 35

4. BELEDİYELER İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜM MODELİ ÖNERİLERİ 37
4.1. İdeal Noktalara Yakınlık Ölçüsü Yöntemi 37
4.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi 43

5. BELEDİYELER İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI 50
5.1. İBB'nin Performans Ölçümü ve Duyarlılık Analizleri 50
5.2. İstanbul Sınırları İçindeki İlçe Belediyelerinin Performans Kıyaslaması 57

6. SONUÇLAR 67

KAYNAKLAR 69

EKLER 72

ÖZGEÇMİŞ 79

KISALTMALAR

BEPER	**:** Belediyelerde Performans Ölçüm Projesi.
CPA	**:** Çok Amaçlı Performans Değerlendirmesi (Comprehensive Performance Assessment)
GAO	**:** Merkezi Denetim Kurumu (Government Accountability Office)
IISD	**:** Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü (International Institute for Sustainable Development)
INTOSAI	**:** Uluslararası Yüksek Denetim Kurumları (International Organization of Supreme Audit Institutions)
İBB	**:** İstanbul Büyükşehir Belediyesi
MPMP	**:** Belediye Performans Ölçüm Programı (Municipal Performance Measurement Program)
VZA	**:** Veri Zarflama Analizi

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1	: Oran analizi örneği……	6
Tablo 2.2	: A ve B öğeleri arasındaki önemi anlatan ölçek tablosu……	13
Tablo 2.3	: Rastgele gösterge tablosu……..…….....	16
Tablo 3.1	: İstanbul için Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Birimi Göstergeleri (Sosyal, Çevresel)…….……..…..	28
Tablo 3.2	: İstanbul için Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Birimi Göstergeleri (Ekonomik, Kurumsal)…..……...	29
Tablo 4.1	: Karar Tablosu.....……...	37
Tablo 4.2	: Normalleştirilmiş karar tablosu.....……...	38
Tablo 4.3	: A ve B öğeleri arasındaki önemi anlatan ölçek tablosu….....	39
Tablo 4.4	: Rastgele göstergeler tablosu……..	40
Tablo 4.5	: İkili karşılaştırmalarda kullanılacak sözel ifadeler……...	43
Tablo 5.1	: Performans ölçümünde kullanılacak ölçütler……	50
Tablo 5.2	: Ölçütlerin ideal ve gerçekleşen değerleri…….	51
Tablo 5.3	: Normalleştirilmiş karar tablosu .....…….	51
Tablo 5.4	: Ölçütlerin ikili karşılaştırmalar değerlendirmesi……..……	52
Tablo 5.5	: Ölçüt ağırlıklarını hesaplama tablosu……...	52
Tablo 5.6	: İdeal değerlere uzaklık tablosu……..…….....	54
Tablo 5.7	: Katı atık bertarafı duyarlılık tablosu……...……..	55
Tablo 5.8	: Su kayıpları oranı duyarlılık tablosu……...……..	56
Tablo 5.9	: İlçe belediyeleri performans kıyaslamasında kullanılacak ölçütler.....	57
Tablo 5.10	: Ölçütlerin bulanık ikili karşılaştırmalar matrisi……...…….	59
Tablo 5.11	: İlçe belediyeleri verileri (BEPER)……...…….	61
Tablo 5.12	: İlçe belediyeleri verilerinin bulanıklaştırılmış hali……...……	62
Tablo 5.13	: Normalleştirilmiş bulanık karar matrisi…...…….	63
Tablo 5.14	: Normalleştirilmiş ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi..….	64
Tablo 5.15	: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere uzaklıklar tablosu…..	65
Tablo 5.16	: İlçelerin yakınlık katsayıları…….....	66

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : AHP modeline uygun örnek bir hiyerarşik yapı…….. 13
Şekil 2.2 : 2-boyutlu bir uzayda pozitif ideal ve negatif ideal çözümler…… 18
Şekil 2.3 : Bir problemin karmaşıklığının modelin kesinliğiyle ilişkisi……. 20
Şekil 2.4 : Boy uzunluğu örneğinin klasik yaklaşımdaki üyelik fonksiyonu. 22
Şekil 2.5 : Boy uzunluğu örneğinin bulanık üyelik fonksiyonu……. 22
Şekil 2.6 : Üçgensel bir bulanık sayı…..….. 23
Şekil 2.7 : Yamuksal bir bulanık sayı..... 24
Şekil 4.1 : Üçgensel bulanık sayılar..... 41
Şekil 4.2 : Tablo 4.3'teki sözel ifadelerin üyelik fonksiyonu..... 43
Şekil 4.3 : İki üçgensel bulanık sayının kesişimi..... 46
Şekil 5.1 : Katı atık bertarafı duyarlılık analizi grafiği..... 56
Şekil 5.2 : Su kayıpları oranı duyarlılık analizi grafiği..... 56

BELEDİYELERDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ BULANIK BİR MODEL ÖNERİSİ

ÖZET

Topluma en yakın hizmet götüren kurumlar yerel yönetimlerdir ve bu kurumların başında da belediyeler gelmektedir. Yeni kamu reformu çalışmaları ile birlikte belediyelerin yetkileri ve hizmet sahaları artmıştır. Rekabet ortamının olmadığı belediyelerde sorumlu olunan işlerin ne kadar verimli yapıldığı, sunulan hizmetlerden vatandaşların ne ölçüde memnun olduğu ancak performans ölçümü ile ortaya konabilecektir.

Performans ölçümü için yapılan çalışmalar genelde vatandaşın görüşlerini temel almaktadır. Bu çalışmada ise belediyelerde performans ölçümü için daha objektif olan matematiksel modeller geliştirilmeye çalışılmıştır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde belediyelerde performans ölçümü ile ilgili kısa bir bilgi verildikten sonra ikinci bölümde performans ölçüm teknikleri anlatılmıştır. Çalışmamız matematiksel modeller üzerinde yoğunlaştığından, literatürde performans ölçümünde kullanılan matematiksel modeller anlatılmaya çalışılmıştır. Üçüncü bölümde performans ölçümünde kullanılan ölçütler anlatılmış ve bu konuda dünyada önde gelen ülkelerin çalışmalarından bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde model önerileri anlatılmıştır. İki adet model önerilmiştir. Birincisi, bir belediyenin ideal olmaya ne kadar yakın olduğunun bulanık sayılar kullanılarak ölçülmesidir. İkincisi ise, benzer özellikteki belediyelerin performanslarının bulanık TOPSIS yöntemi ile kıyaslanmasıdır. Bu modellerin uygulaması beşinci bölümde yapılmıştır. İlk modelin uygulaması İstanbul Büyükşehir Belediyesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın sonunda ölçütlerin duyarlılık analizi yapılmıştır. İkinci model ise İstanbul içindeki altı adet ilçe belediyesi üzerinde uygulanmıştır. Son bölümde ise önerilen modellerin olumlu ve olumsuz yönleri irdelenmiş, performans ölçümünün sağlıklı yapılabilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

MULTI-CRITERIA FUZZY MODEL PROPOSAL FOR PERFORMANCE EVALUATION IN MUNICIPALITIES

SUMMARY

In terms of their public service level, local governments are nearest to their communities. Among these local governments, municipalities come first in this closeness. Authorities and service extents of municipalities have increased as a result of the recent public reform studies. Performance evaluation is the only method to determine the effectiveness of the responsibilities performed by municipalities where competition lacks, and the level of citizen satisfaction for the services offered by these municipalities.

In general, studies performed for performance evaluation are based on public opinions. In this study, however, we attempt to develop mathematical models which are believed to be more objective in performance evaluation of municipalities.

This paper consists of six sections. In the first section, brief information is given about the performance evaluation of municipalities. Performance evaluation techniques are discussed in the second section. Since our study concentrates mostly on mathematical models, we attempt to explain the mathematical models utilized in the literature of performance evaluation. In the third section, the criteria used in performance evaluation are explained and also the studies of the world's leading countries' on this issue are mentioned. Section four discusses model suggestions and proposes two models. The first model is the measurement of a municipality's proximity to the ideal status by using fuzzy numbers. The second model is the comparison of performances of municipalities with similar features using TOPSIS fuzzy numbers method. The applications of these models are performed in section five. The first model is applied on the Istanbul Metropolitan Municipality. At the end of the application, sensitivity analysis for the criterias is carried out. The second model is applied on six municipalities in Istanbul. In the final section, the positive and negative aspects of these models are examined and some of the important points necessary for a successful performance evaluation are stressed.

1. GİRİŞ

Yerel yönetimler, toplumun en yakından muhatap olduğu kurumlardır. Kentiçi ulaşım, atık yönetimi, su temini, hava kirliliği denetimi vb. birçok konuda yetkili olan belediyeler, toplum hayatındaki en önemli kurumlardan biridir.

Kanundaki tanıma göre belediye, "Belde sakinlerinin mahallî müşterek nitelikteki ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulan ve karar organı seçmenler tarafından seçilerek oluşturulan, idarî ve malî özerkliğe sahip kamu tüzel kişisi"dir.

Kanada'daki tanıma göre merkezi, eyalet veya yerel bazdaki yönetimlerin başlıca amacı vatandaşların günlük yaşamda karşılaştıkları kritik umumi hizmetlerin karşılanması ve bu hizmetlerin etkin ve verimli bir biçimde yapılmasıdır.

Seçimle işbaşına gelen belediyelerin başta seçmenleri olmak üzere, idaresi altında bulunan herkese hesap verme zorunlulukları vardır. Gerek seçim öncesi taahhüt edilen konular gerekse kanunun getirdiği zorunluluklarla ilgili nasıl bir çalışma içinde olunduğunun görülebilmesi anlamında performans ölçümü önemli kolaylıklar getirmektedir.

5393 sayılı Belediye Kanunu'nda stratejik plan ve performans programı ile ilgili maddeler yer almaktadır. Kanuna göre seçimlerden sonraki altı ay içinde stratejik planın ve buna bağlı olarak da performans programının hazırlanması gerekmektedir. Kanun maddesinde ayrıca stratejik plan ve performans programının, bütçenin hazırlanmasına esas teşkil etmesi ve belediye meclisinde bütçeden önce görüşülerek kabul edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Kaynakların verimli, iktisatlı ve etkin biçimde kullanılması gerektiği yerel yönetimlerin en büyük sorumluluklarındandır. Kamu yönetimi anlayışında meydana gelen değişmeler sonucu, hesap verme sorumluluğu ve şeffaflık kamu yönetimlerinin temel ilkesi haline gelmiştir. Kamu sektörünün muhasebe, bütçe ve iç kontrol sistemleri hesap verme sorumluluğuna ve şeffaflığa uygun hale getirilmeye başlanmıştır. Kamu sektöründe hizmet standartları yükselmeye, vergi ödeyen

vatandaşların, hizmetlerden yararlananların görüşleri dikkate alınmaya, vatandaşların beklentilerine uygun hizmet standartları oluşturulmaya, kıyaslama ve performans ölçümü yapılmaya başlanmıştır. Kamu kurumları faaliyetlerini uzun dönemli stratejik planlar ve yıllık performans planları çerçevesinde yürütürken bütçe sürecinde kaynak tahsisleri performans ölçümü sonucu ortaya çıkan performans bilgilerine dayalı olarak yapılmaya başlanmıştır. (Sayıştay, 2002)

Son yıllarda yurtdışında oldukça önem kazanan yerel yönetimlerde performans değerlendirmesi sisteminin amacı Kanada'nın başkenti Ottawa'daki modelde şu şekilde belirtilmektedir: Yerel yönetimler, daima en iyi ve güvenli servisleri en uygun maliyetle ve mutlak bir sorumlulukla, vergi mükellefi olan vatandaşlar adına sağlamalıdırlar ve bu hedefleri gerçekleştirmenin yollarından biri de performans değerlendirmesini kullanmaktır.

Performans, etkinlik ve verimlilik kavramlarıyla beraber kullanılmaktadır. Verimlilik, bir organizasyon tarafından üretilen malların ve hizmetlerin etkenlik ve etkililik ölçümleridir. Etkililik doğru zamanda doğru şeylerin yapılması, etkenlik ise her birim girdinin çıktıya olan oranıdır (Besen, 1994).

Uluslararası Yüksek Denetim Kurumları (International Organization of Supreme Audit Institutions - INTOSAI) Örgütüne göre performans denetimi, denetlenen kurumun sorumluluklarını yerine getirirken kullandığı kaynakların "etkenliğinin, verimliliğinin ve tutumluluğunun" denetimidir. Basit bir ifadeyle, performans denetimi, kurumların "doğru işleri" yapıp yapmadıklarının ve işleri "doğru şekilde ve ehven maliyetle" yapıp yapmadıklarının araştırılması olarak tanımlanabilir (Sayıştay, 2001).

Belediyecilik anlamında dünyada birçok ülke performans çalışmalarını yıllardır başarıyla sürdürmektedir. Bu konuda önde gelen şehirler Kanada'dan Calgary ve Winnipeg, ABD'den de Seattle ve Sunnyvale'dir. OECD'ye üye ülkeler ülke bazında performans ölçümü ile ilgili politikalara sahiptirler. Örneğin ABD'de 30 eyalet, performans ölçümü ile ilgili yasal düzenlemelere sahiptir.

Performans ölçümünü karar destek sistem olarak görmekte fayda vardır. Yalnızca bir hesap verme aracı olarak düşünmek, sisteme sağlıklı veri akışını engelleyebilir ve sistemin işleyişinde sorunlar çıkartabilir.

Kamu yönetimindeki yeni yaklaşımda yerel yönetimlere daha fazla inisiyatif verilmektedir. Yetkilerin fazlalaşmasıyla beraber sorumluluklar da artmaktadır. Yeni çıkan kanunlarla beraber kamu kurumlarında zorunluluk haline gelen "Stratejik Planlama"nın bir ayağı da "Performans Ölçümü"dür. Stratejik planda yer alan amaçlar doğrultusunda yapılan faaliyetlerin ne ölçüde başarılı olduğunun anlaşılması, performans ölçümü yöntemi ile mümkün olmaktadır. Ülkemizde "Performans Esaslı Bütçeleme" sistemine geçilme çalışmalarının sürdüğü de göz önünde bulundurulduğunda konunun önümüzdeki yıllarda daha çok önem kazanacağı açıktır.

Belediyelerin görünürde rakiplerinin olmaması, belediye yöneticilerini ve buna bağlı olarak da alt kademedeki çalışanları hantallığa itecek ve sonuçta verimlilik açısından sıkıntılar ortaya çıkacaktır. Organizasyonel anlamdaki performans ölçümünün bir sonraki aşamalarının birimsel ve bireysel bazda performans ölçümü olması gerektiği düşünülürse konunun önemi bir kez daha anlaşılacaktır.

"Yerel yönetimler için karar sürecinde şehirsel performans değerlendirmesi" adlı çalışmada performans değerlendirmesi yapmak için üç önemli nedenden bahsedilmektedir:

- Seçilenler ve vatandaşlar için kamu hizmetlerinin şeffaflığını sağlamak,

- Kalite ve sonuçları sürekli geliştirmek için hizmet sağlayanları motive etmek ve,

- Halkın, yönetime olan güvenini arttırmak (Ertekin, Erkut, 2003).

Son yıllardaki performansa dayalı bütçeleme ve denetim sistemine geçiş eğiliminin ardında vergi mükelleflerinin zorlaması, kamu hizmetlerinin özelleştirilmesi, kamu harcamalarının artması, merkezi yönetimdeki pek çok yetki ve sorumluluğun daha alt ve yerel yönetimlere devredilmesi gibi nedenler öne çıkmaktadır (Falay,1995).

2.PERFORMANS ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

2.1 Performans nedir? Niçin ölçülür?

Bir kuruluşun sunduğu mal ve hizmetlerin istenilen sonuçları verip vermediği, etkinliği (sunulan hizmetlerin verimliliği ve tamamlanma süresi), nitelikleri ve halkı memnun etme derecesiyle ilgili bilgi almak amacıyla belirli aralıklarla birtakım bilgilerin toplanmasına performans ölçümü denmektedir. Verimlilik, tanımı yapılmış bir işi en az maliyetle gerçekleştirmektir (bir ton çöpün çöp toplama kamyonuna yerleştirilip 1 km taşınma maliyetini olabilecek en düşük rakama gerçekleştirmek örneğinde olduğu gibi). Ancak, bir hizmetin tamamlanma süresi de önemli olduğu için, bu sürenin de elden geldiğince az olmasına çalışılmalıdır (Adaman ve diğ., 2000).

Performans denetimi kavramı, görevlilerin sorumluluğunun sadece fonların ve kaynakların kullanımında yasalara ve kurallara uymalarından ibaret olmadığı, aynı zamanda fon ve kaynakların gereksiz,verimsiz ve savurgan kullanılmasından kaçınmak ve amaçlara ulaşmak için gerekli önlemleri almak olduğunu esas alır. Yani, ne yapılması gerektiğini, yapılması gereken işten kimin sorumlu bulunduğunu ve öngörülen çıktı ve maliyetler karşısında gerçekleşen çıktı ve maliyetlerin ne olduğunu belirtir. Bu da işin ölçülmesini gerektirir (Falay, 2000).

Performans ölçümü son zamanlarda artan bir eğilimle karar verme sürecinde önemli bir araç olarak görülmektedir. Performans ölçülerek hangi konularda başarısız olunduğu anlaşılacak ve o konuda tedbir alınabilecektir.

Eğer performans ölçülmezse başarılı olanlar ödüllendirilemez. Halbuki ödüllendirme mekanizması, motivasyon konusunda çok önemlidir. Performans ölçüldüğü takdirde başarı artarak devam edecektir.

Performans programında koyulan hedeflere ulaşabilmek için devamlı iyileştirmeler yapılmaya çalışılacak ve böylece süreçler daha mantıklı işler hale gelecektir.

2000 yılında Kanada Ontario eyaletine bağlı belediyeler için yeni bir program olarak başlatılan performans ölçüm programına göre (MPMP - Municipal Performance Measurement Program) belediyeler her yıl performans ölçüm bilgilerini bağlı oldukları bakanlığa iletmek zorundadırlar.

Bu programa göre belediyelerde performans ölçümün neden önemli olduğu aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

- Ölçmek, performansın artmasına yardımcı olur.
  Hükümet programları, halka hizmet etmek ve bu hizmetleri en yüksek kalitede ve en etkin biçimde vermek için vardırlar. Performans ölçümü ile bu yüksek kaliteye ulaşılmasında önemli rol oynar.

- Performans ölçümü sorumluluk duygusunu kuvvetlendirir.
  Günümüzde hükümet yapıları karmaşık hale gelmiştir. Bu yüzden seçimle işbaşına gelmiş olanların ve kamu sektöründe çalışanların vergi mükelleflerini hükümet planları ve bu planların maliyetleri konusunda bilgilendirmeleri önemlidir. Performans ölçümü sayesinde vatandaşlar kendilerine nasıl bir hizmet sunulduğu ve ödedikleri vergilerin kendilerine ne şekilde döndüğünü görebileceklerdir.

- Performans Ölçümü verimliliği ve üretkenliği kamçılar.
  Çalışanların üretkenliğini teşvik etmek amacıyla ödüllendirme sistemi konulması ancak performans ölçümü ile gerçekleştirilebilir.

- Bütçe çalışmalarını geliştirir.
  Performans ölçümü sayesinde daha gerçekçi bütçeler oluşturmak ve tahminlerin ne oranda gerçekleştiği konusunda yardımcı olur.

Genelde kâr amacı gütmeyen belediye hizmetlerinin değerlendirilmesi için klasik yöntemler yetersiz kalacaktır zira klasik yöntemlerdeki finansal göstergelerin oranlanması, hizmet sektörü gibi düşünebileceğimiz yerel yönetimlerde çok fazla anlam ifade etmeyecektir. Literatürde bu konuda yapılmış çalışmalara baktığımızda kişilerin belediyelerin sunduğu hizmetler karşısındaki memnuniyetlerinin ön planda tutulduğunu görmekteyiz.

Her organizasyon için geçerli olabilecek bir model henüz geliştirilememiştir. Ölçüm yapılacak organizasyona göre model seçmek daha mantıklı görünmektedir. Örneğin, Veri Zarflama Analizi, hizmet sektöründeki bir kurumun performansını ölçmede etkiliyken, AHP yöntemi performans kıyaslaması yapılacağı zaman daha etkili olmaktadır.

Bundan sonraki başlıklarda, performans ölçümünde kullanılan belli başlı yöntemler anlatılacaktır.

2.2 Oran Analizi

Performans ölçüm teknikleri arasında en çok kullanılan ve basit olan yöntemdir. İşletmelerin kullandığı girdi ve çıktıların oranlanması şeklinde kullanılan bu analiz yalnız tek boyutlu (tek çıktı/tek girdi) olduğundan çoğu zaman yetersiz kalmakta ve sağlıklı sonuç vermemektedir.

Bu yöntemdeki sakıncaların başlıca sebebi, ölçülen oranların karar vermede yetersiz kalmasıdır. Tek bir çıktı-girdi oranına bakarak herhangi bir organizasyonun verimini ölçmek mantıksız olacaktır. Bu yüzden bu oran kullanılarak analiz yapıldığı durumlarda birden fazla sayıda oran kullanılır. Fakat bu sefer de incelenen oranların anlamlı bir grup haline getirilememesi dolayısı ile bir arada değerlendirilip yorumlanamaması gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (İnan, 2000).

Oran analizinin sonucunda ortaya çıkan veriler (oranlar), başka kurumlardaki benzer oranlamalarla kıyaslanmalıdır. Aksi takdirde tek başına bir anlam ifade etmeyecektir. Bu da oran analizinin bir kısıtı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Oran analizinin basit bir gösterimi Tablo 2.1'deki tanımlanabilir.

Tablo 2.1: Oran analizi örneği

Gösterge	Hedef	Gerçekleşme	Performans
1. Günlük toplanan çöp miktarı	100	80	% 80
2. …	…	…	…

Genel performans ölçümünde bir çok yetersizlikleri olmasına karşın oran analizi, tek girdili ve tek çıktılı durumlar için, basitliği ve sadeliği de göz önüne alınırsa, en

uygun değerlendirme yöntemi olarak görülebilir. Ancak bu uygunluğun, etkenliği eniyilemeden (optimize etmeden) ziyade, bir istatistiksel gösterge gereksinimleri durumları için olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Çünkü oran analizindeki oranlama, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesi işlemi değil yalnızca bir durum tespitidir (Gülcü ve diğ., 2004).

2.3 Regresyon Analizi

İki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak ve güçlü bir bağlantının bulunması halinde olası sonuçları tahmin etmek için kullanılan bir model oluşturma tekniğidir (Sayıştay, 2000). Parametrik yöntemler arasında en çok bilinen yöntemdir.

Regresyon analizinde bağımsız (açıklayan) değişken ile bağımlı (açıklanan) değişken arasındaki nedensel ilişkinin, kuramsal olarak var olması ve değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısının bilinmesi. Fonksiyonel yapıyı öğrenmek için de, değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiklerinden yararlanılır. Regresyon analizi ile performans değerlendirmesi regresyon doğrusuna göre yapılmaktadır. Regresyon doğrusunun üzerinde kalan karar birimleri göreceli olarak verimli, altında kalan karar birimleri ise verimsiz olarak değerlendirilmektedir. Göreceli teknik verimlilik, regresyon çıktılarından olan artıklarla (residual) yansıtılmaktadır. Pozitif artıklar verimliliği, negatif artıklar ise verimsiz karar birimlerini tanımlamaktadır. (Sherman,1984)

TESEV tarafından yerel ve merkezi yönetimler boyutlarında, karşılaştırmalı olarak, hizmetlerden tatmin, patronaj ilişkileri ve reform konusundaki değerlendirmeler ve beklentileri almak amacıyla yapılmış olan "Türkiye'de Belediye Performans Ölçümüne ve Halkın Belediyelerden Beklentilerine İlişkin Öncalışma" adlı çalışmada kent nüfusunu temsil eden 1206 kişi ile yapılan anket sonuçları incelenmiştir. Bu inceleme sırasında regresyon analizi güven, hizmetlere duyulan memnuniyet ve atfedilen önem, patronaj, reform ve denetime zaman ayırma başlıkları için eldeki bağımsız değişkenlerin bir etkisi varsa bunun yönünü ve büyüklüğünü anlamaya çalışmak amacıyla kullanılmıştır. Bahsedilen çalışmada kullanılan regresyon modeli şöyledir:

$$Y_i = \alpha + \Sigma \beta_i X_i + \Sigma \lambda_i KD_i + u_i \quad (2.1)$$

Burada X_i sürekli değişkenleri, KD_i ise kukla değişkenleri göstermektedir. Alfa (α), bu model içinde KD_i tarafından kapsanmayan tüm kategorilerden oluşan bir referans grubunun, sürekli bağımsız değişkenler sıfır değerini aldığında, ortalama bağımlı değişken değerini verir. Bu referans ortalama değerden her bir kukla değişkenin sapmasını λ_i verir. β_i, sürekli değişkenlerin bir birim değişmesinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösterir (Adaman ve diğ., 2000).

2.4 Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), karar verici durumunda olan birimlerin göreli verimliliğini ölçmek için kullanılan bir doğrusal programlama yöntemidir. Parametrik olmayan yöntemlerden en çok bilinenidir. Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında ortaya atılmıştır. İlk başta, kâr amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası göreli etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği önemli bir yenilik, birçok girdi kullanarak birçok çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir (Yolalan, 1993).

Bu yöntem, kamu ve hizmet sektöründeki kurumların performans ölçümünde çokça kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkar. Yerel eğitim birimlerinin verimliliğinin ölçümü, sağlık birimlerinin verimliliğinin ölçümü, üniversite bölümlerinin etkinliklerinin ölçülmesi çalışmalarında VZA kullanılmıştır.

Veri Zarflama Yöntemi'nin göreli etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak kısada şu şekilde özetlenebilir:

i) Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten "en iyi" gözlemleri (ya da etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerini) belirler.

ii) Söz konusu sınırı "referans" olarak kabul edip etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) "radyal" olarak ölçer (Yolalan, 1993).

Veri Zarflama Analizi'nin faydaları kısaca şu şekilde özetlenebilir:

a) Üretim fonksiyonu için özel bir matematiksel bir form oluşturmaya gerek yoktur.

b) Çok yönlü girdileri ve çıktıları işleyebilen bir yöntemdir.

c) Her türlü girdi ve çıktı ölçüm yöntemiyle sorunsuzca kullanılabilir.

d) Verimsizliğin sebebi her birim için ayrıca analiz edilebilir.

VZA'da verimliliği ölçülen her birim için kurulan modelin çözümü sonucunda 0 ile 1 arasında bir puan çıkar. Bu değer 1'e eşitse o birim verimli, 1'den küçükse verimsiz olarak tanımlanır.

2.5 Fayda Modeli

Çok ölçütlü karar problemleri için standart bir model henüz geliştirilememiştir. Farklı alanlar için farklı modeller kullanılmaktadır. Fakat Von Neumann ve Morgenstren, çok ölçütlü fayda teorisini her tür probleme uygun olabilecek bir model olarak geliştirmiş ve bu model birçok ilim adamı tarafından kabul görmüştür.

Güçlü bir kuramsal yapısı olan fayda teorisi, ilk geliştirildiği zamanlarda karmaşık problemlerde işe yaramayabiliyordu. Keeney ve Raiffa, 1976 yılında yayınladıkları çalışmayla fayda teorisinin gelişmesinde önemli bir atılım gerçekleştirmişlerdir. Geliştirdikleri yöntem ile karar vericilerin problemlerini pratiğe dökerek değerlendirme yapabilmelerini sağlamışlardır. Keeney ve Raiffa'nın yöntemi üç aşamadan oluşur:

1) Performans matrisinin oluşturulması.

2) Ölçütlerin bağımlı veya bağımsız olduğunun belirlenmesi.

3) Karar vericinin kararını gösteren sayı indeksini oluşturan ve parametrelerin matematiksel bir fonksiyonla yorumlanabilmesine imkân sağlayan fayda fonksiyonunun belirlenmesi.

Fayda Teorisi, hem kamu hem de özel sektörde birçok karar alınma sürecinde uygulanmıştır. Belirsizliği hesaplanabilir bir biçime getirerek karar destek sistemine yardımcı olması ve ölçütlerin karşılıklı etkileşimine izin vermesi bu modelin çokça talep görmesinin başlıca sebepleridir.

Fayda fonksiyonu genel olarak $U(x) = U(x_1, x_2, ..., x_n)$ şeklinde gösterilir. Buradaki $(x_1, x_2, ..., x_n)$, $(\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2, ..., \mathrm{X}_n)$ ölçütlerinin sonuçlarıdır. $U(x)$ fayda fonksiyonu, ölçütlerin hususi fayda fonksiyonları $U_1(x_1), U_2(x_2), ..., U_n(x_n)$'nin ya toplamsal veya çarpımsal fonksiyonları şeklinde ifade edilir.

2.5.1 Toplamsal Fayda Modeli

Ölçütlerin tercihli olarak birbirinden bağımsız olduğu durumlarda kullanılır. Tercihli bağımsızlığın anlamı şudur: iki ölçütü önem açısından kıyasladığımızı düşünelim. O sırada kıyasladığımız ölçütlerin dışındaki ölçütlerin önem düzeyiyle ilgilenmeyiz. Kazanç, kalite ve esneklik ölçütlerinin önemli olduğu bir karar probleminde kalitenin esneklikten daha önemli olup olmadığını sorgularken kazancın yüksek veya düşük olduğuna bakmayız.

n adet ölçütün $(X_1, X_2, ..., X_n)$ sonuçlarının birleşiminden oluşan fayda fonksiyonu $U(x)$ şu şekilde tanımlanır:

$$U(x) = \sum_{i=1}^{n} U(x_i, \bar{x}_i^{\,0}) = \sum_{i=1}^{n} k_i . U_i(x_i) \qquad (2.2)$$

$U(x_i, \bar{x}_i^{\,0})$: i. ölçütün sonucu x_i'den gelen ve i. ölçüt dışındaki ölçütlerin en kötü ihtimalli sonuçlarından gelen fayda.

k_i : i. ölçütün ağırlığı.

$U_i(x_i)$: i. ölçütün sonucu x_i'den gelen fayda.

Ayrıca, bu modelin doğru olması için $\sum_{i=1}^{n} k_i = 1$ olmalıdır.

2.5.2 Çarpımsal Fayda Modeli

Fayda bağımsız durumunda kullanılan bir modeldir. Yukarıda verdiğimiz örnekten gidecek olursak, kalite ve esneklik arasında olasılıklı değişmelere göre tercih yaptığımızı düşünelim. % 30 olasılıkla yüksek kalite ve % 60 olasılıkla iyi esneklik, % 20 olasılıkla yüksek kalite ve % 95 olasılıkla en iyi esnekliğe tercih edilebilir ve bu tercih sırasında kazancın seviyesinin ne olduğu önemli değildir.

n adet ölçütün $(X_1, X_2, ..., X_n)$ sonuçlarının birleşiminden oluşan fayda fonksiyonu $U(x)$, aşağıdaki eşitliğin çözümüyle elde edilir:

$$K.U(x)+1=\prod_{i=1}^{n}\left[K.k_i.U_i(x_i)+1\right] \tag{2.3}$$

Bu denklemden $U(x)$ çözüldüğünde şu sonuca varılır:

$$U(x)=\frac{\prod_{i=!}^{n}\left[K.k_i.U_i(x_i)+1\right]-1}{K} \tag{2.4}$$

$U_i(x_i)$ **:** $U_i(x_i^0)=0$ ve $U_i(x_i^*)=1$, (i = 1, 2, …, n) ile normalleştirilen ve X_i ölçütüne bağlı olan koşullu fayda fonksiyonu .

k_i : $k_i=U(x_i^*,\bar{x}_i^0)$

K: Denklem (2.5)'in çözümünden elde edilen ölçeklendirme sabiti.

$$1+K=\prod_{i=!}^{n}(1+K.k_i) \tag{2.5}$$

2.6 AHP

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden son yıllarda en yaygın olan yöntemlerden biri olan AHP yöntemi Thomas Saaty (1980) tarafından bilim dünyasına sunulmuştur. Değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik bir yapıda yapılandırılabildiği yerlerde etkili sonuç verir.

AHP yöntemi, kolay anlaşılır olmasının yanında hem nitel hem de nicel verileri işleyebilme özelliğine sahiptir. Bununla beraber uygulamada sıkıcı matematiksel ifadeler içermez (Kahraman ve Cebeci, 2003).

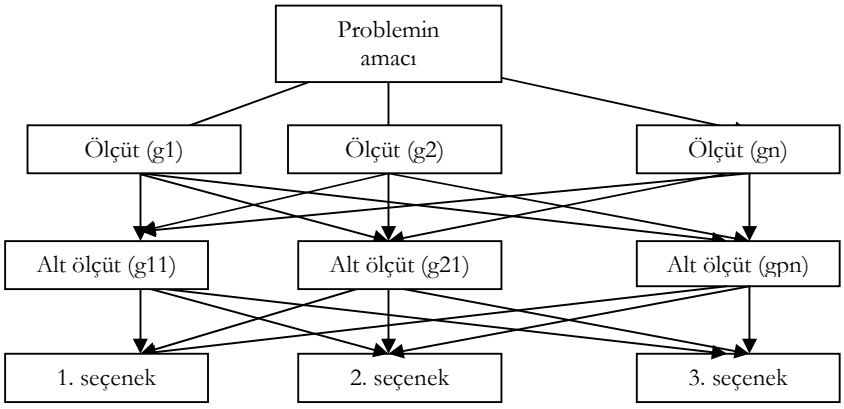
Özellikle son yirmi yıldır başta ABD olmak üzere birçok ülkede çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Birkaç örnek vermek gerekirse; yemek firması seçiminden (Kahraman ve diğ., 2003) askeri uçak seçimine birçok karar probleminde AHP yöntemi uygulanmaktadır. Bir başka tanımlamada AHP için şu ifade kullanılmıştır: "Sezgilerimizle anlamaya çalıştığımız karmaşık bir problemin hiyerarşik bir yapı kullanılarak biçimlendirilmesi" (Yoon ve Hwang, 1995).

Yöntem ölçütlerin ikili olarak karşılaştırılarak önceliklerin belirlenmesini temel aldığı için sezgilerin de işin içine sokularak karar probleminde kullanılabilmelerine imkân vermektedir.

AHP yönteminin temel girdisi, karar vericinin problemin ölçütleri arasındaki önceliklerini belirleyen ve genel olarak "A ölçütü B ölçütüne göre ne kadar önemlidir?" gibi bir formda sorulan sorulara verilen cevaplardan oluşur. Literatürde bu işlem, ikili karşılaştırmalar olarak tanımlanmaktadır.

Yöntem dört adımdan oluşur:

1. Hiyerarşik yapının oluşturulması: En basit şekliyle hiyerarşik yapı en az üç seviyeden oluşmak zorundadır. En üstte problemin amacı, orta bölümde ölçütler ve altta da birbiriyle yarışan seçenekler bulunur. En üst seviyeye odak noktası denir. Odak noktası bir öğeden oluşur ve amacımızı tamamıyla ifade eder. Sonraki seviye değerlendirme ölçütlerinin olduğu seviyedir. Bu ölçütler de alt ölçütlere ayrılabilir. Hiyerarşik yapı kurulurken unutulmaması gereken nokta şudur ki amaç en üst seviyede ve karar seçenekleri de en alt seviyede olmalıdır.



Şekil 2.1: AHP modeline uygun örnek bir hiyerarşik yapı.
(Doumpos ve Zopounidis, 2000)

2. İkili Karşılaştırmaların Yapılması: Bu adımın amacı ölçütlerin birbirlerine göre önem derecelerini tayin etmektir. Karşılaştırmaların yapıldığı seviyeden bir önceki seviyedeki öğeler dikkate alınarak karşılaştırmalar yapılır. Örneğin, yukarıdaki şemadaki durum göz önüne alındığında ikinci seviyedeki ölçütler kıyaslanırken birinci seviyedeki öğe -ana amaç- temelli bir yaklaşım olmalıdır. Aynı şekilde üçüncü seviyedeki ölçütler kıyaslanırken de ikinci seviyedeki ölçütler, sırayla dikkate alınarak hesaplamalar yapılmalıdır. Örneğin g11 ve g12 ölçütleri kıyaslanırken önce g1 ölçütüne göre daha sonra g2 ölçütüne göre kıyaslama yapılır. Bu süreç hiyerarşinin sonuna gelinene kadar devam ettirilir.

Karar vericiye yardım etmek amacıyla Saaty, 9-puanlı ölçeklendirme sistemi geliştirmiştir. İki öğe arasındaki öncelik durumunu belirten bu ölçeklendirme, aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 2.2 : A ve B öğeleri arasındaki önemi anlatan ölçek tablosu

Ölçek	Yorum
1	A ve B eşit derecede önemli (fark yok)
3	A, B'den orta derecede önemli
5	A, B'den kuvvetlice önemli
7	A, B'den çok kuvvetli derecede önemli
9	A, B'den aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Orta seviyedeki değerler

İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra ortaya çıkan veriler ile *nxn* ebatında bir matris oluşturmakta kullanılır.

$$W_k = \begin{bmatrix} w_{k1}/w_{k1} & w_{k1}/w_{k2} & \dots & w_{k1}/w_{kn} \\ w_{k2}/w_{k1} & w_{k2}/w_{k2} & \dots & w_{k2}/w_{kn} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ w_{kn}/w_{k1} & w_{kn}/w_{k2} & \dots & w_{kn}/w_{kn} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Bu matrise ikili karşılaştırmalar matrisi denmektedir. Hiyerarşideki her seviye için düzenlenen bu matriste, *k* kaçıncı seviyenin değerlendirmesinin yapıldığını, *n* ise o seviyede kaç öğe bulunduğunu gösterir.

Matristeki elemanlar şu anlama gelir: Örneğin w_{k1}/w_{k2}, w_{k1} öğesinin w_{k2} öğesine göre ne derece önemli olduğunu ifade eder.

3. Ağırlıkların Hesaplanması: Bu aşamada aynı seviyedeki ölçütlerin bağımlı ağırlıkları hesaplanır. AHP yönteminde ağırlıklar hesaplanırken özvektörler kullanılır. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör, ağırlıkları oluşturan vektör olarak kabul edilir.

Herhangi bir W kare matrisinin özdeğerleri şu eşitliğin çözümüyle bulunur:

$$\det(W - \lambda I) = 0 \quad (2.7)$$

Burada I birim matrisi, λ özdeğeri ifade eder. Yukarıdaki eşitlik sonucunda oluşacak olan polinomun çözümüyle özdeğerlere ulaşılır.

En büyük özdeğerin bilindiğini varsayalım ve λ_{maks} ile gösterelim. Bu halde λ_{maks}'a karşılık gelen özvektör (v) aşağıdaki denklem sisteminin çözülmesiyle bulunur:

$$(W - \lambda I)v = 0 \quad (2.8)$$

Teoride yukarıdaki şekilde bulunabilecek olan özvektörler için sayısal hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Çünkü Abel–Ruffini Teoremi'ne göre beşinci ve daha büyük derecedeki denklemler için genel bir çözüm yöntemi yoktur. Buradan yola çıkarsak beş veya daha büyük dereceli matrisler ($n > 5$) için özvektör hesaplanması oldukça karmaşık olacaktır.

Saaty'nin (1980) özvektör bulunması için önerdiği yöntem "geometrik ortalama" yöntemidir. Yöntem şu şekilde işlemektedir: Önce her satırdaki "n" adet eleman birbiriyle çarpılır ve sonra n. dereceden kökü alınır. Daha sonra oluşan bu yeni vektör normalleştirilir. Normalleştirmede kullanılan en yaygın yöntem ise vektördeki her elemanın, elemanların toplamına bölünmesi ile yapılandır.

4. Ağırlıklar Dikkate Alınarak Seçeneklerin Değerlendirilmesi: Bu aşama son aşama olan karar aşamasıdır. Bir önceki aşamada ölçütlerin ağırlıkları hesaplanmıştı. Kararı belirleyecek olan değerlendirme sonuçları, hangi seçeneğin hiyerarşik yapının ilk seviyesindeki ana amacı daha çok sağladığının anlaşılmasına yarar. Bu değerlendirme sonuçları şu şekilde hesaplanır:

$$V(s) = \sum_{i=1}^{m} w_i v_i(s) \tag{2.9}$$

$V(s)$: s seçeneğinin değerlendirme sonucu.

w_i : i. ölçütün bağımlı ağırlığı.

$v_i(s)$: s seçeneğinin i ölçütü temel alındığındaki bağımlı ağırlığı.

Tutarlılık Oranı:

Tutarlılık Oranı, ikili karşılaştırmalardaki yargıların tutarlığını ölçen matematiksel bir göstergedir. İkili karşılaştırmalar matrislerinin her biri için bu oran hesaplanır. Tutarlılık oranından önce tutarlılık göstergesi hesaplanmalıdır.

$$TG = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \tag{2.10}$$

TG : Tutarlılık göstergesi.

λ_{maks} : En büyük özdeğer.

n : Matrisin derecesi.

Tutarlılık oranını hesaplamak için rastgele göstergelerden faydalanılır. Saaty tarafından farklı boyutlardaki matrisler için çok sayıda yapılmış benzetimler

sonucunda hesaplanmış olan rastgele göstergeler (RG) aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 2.3 : Rastgele gösterge tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	…
RG	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	…

Tutarlılık oranının hesaplandığı matrisin ebatına göre yukarıdaki tablodan rastgele gösterge (RG) değeri bulunduktan sonra matrisin tutarlılık göstergesi (TG) de kullanılarak tutarlılık oranı (TO) hesaplanır:

$$TO = \frac{TG}{RG} \tag{2.11}$$

Deneysel gözlemlere göre $TO \leq 0.10$ olduğu durum kabul edilebilirdir ve bu yapılan ikili karşılaştırmalardaki yargılar tutarlıdır. Oran 0.10'dan büyük olduğu zaman karşılaştırmalar gözden geçirilmeli ve gerekiyorsa tekrar yapılmalıdır.

AHP Yönteminin Kısıtları:

AHP, karmaşık ve çok ölçütlü karar problemlerini biçimsel bir yapıya taşıyarak, ölçütlerin hangi derecelerde önemli oldukları konusunda bilgi vererek kara vericiye birçok kolaylık sağlamaktadır. Bununla beraber yöntem, hem teorik hem de pratik konularda ağır eleştirilere maruz kalmaktadır. French, Goodwin, Wright, Belton ve Gear gibi bilim adamları şu konularda eleştiriler yöneltmişlerdir:

a) 9 puanlı ölçeklendirme sistemi kendi içinde tutarsız olabilir. Örneğin, A unsurunun B'ye göre 3 kat daha önemli olduğunu varsayalım. Benzer şekilde B unsuru da C'ye göre 5 kat daha önemli olsun. Buna göre A unsuru C'ye göre 15 kat daha önemli olması gerekirken 9 puanlı ölçeklendirme sistemi buna izin vermemektedir.

b) AHP'nin temelini oluşturan ikili karşılaştırmaları oluşturan sözlü yargıların teorik bir altyapısı bulunmamaktadır.

c) Bilim dünyasında AHP yönteminin esas aldığı aksiyomların deneysel olarak test edilebilecek yeterlilikte açık olmadığı görüşü azımsanmayacak kadar çoktur.

d) Yeni bir seçeneğin eklenmesi ölçütlerin bağımlı ağırlıklarının değişmesine sebep olacaktır.

AHP'de kullanılan 9 puanlı ölçeklendirme sistemine karşı logaritmik bir ölçeğin kullanıldığı REMBRANDT yöntemi geliştirilmiştir.

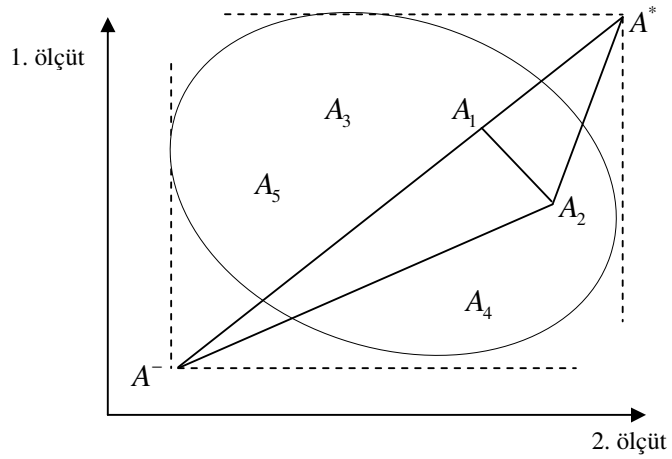
2.7 TOPSIS

m adet seçenek ve n adet ölçütü bulunan bir çok ölçütlü karar probleminin n-boyutlu bir uzaydaki m adet nokta ile ifade edilebileceği bir geometrik yapı fikri üzerine kurulmuş olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity) yöntemi, 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir.

TOPSIS yöntemi son yıllarda performans analizlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Yurdakul ve İç (2003) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de otomotiv sanayisinde faaliyet gösteren ve İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda (İMKB) işlem görmekte olan beş büyük ölçekli otomotiv firmasının bilançoları kullanılarak hesaplanan finansal oranlarla performans ölçmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Yöntem kullanılarak alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırılması gerçekleştirilmektedir (Yurdakul ve İç, 2003).

Karşılaşılan problemler, pozitif ideal çözüme en yakın seçenek ile negatif ideal çözüme en uzak olan seçeneğin genelde birbiriyle uyuşmadıklarını göstermiştir. Örneğin aşağıdaki şekilde A^1, A^* pozitif ideal çözümüne en yakın seçenek iken; A^2, A^- negatif ideal çözümüne en uzak nokta olarak görülmektedir.



Şekil 2.2: 2-boyutlu bir uzayda pozitif ideal ve negatif ideal çözümler (Hwang ve Yoon, 1981)

Yöntem birbirini takip eden adımlardan oluşur:

1. Adım: Normalleştirilmiş Oranların Hesaplanması. r_{ij}'nin hesaplanması için vektör normalleştirmesi kullanılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad i = 1,...,m;\ j = 1,...,n \tag{2.12}$$

2. Adım: Normalleştirilmiş Oranların Ağırlıklarının Hesaplanması.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \qquad i = 1,...,m;\ j = 1,...,n \tag{2.13}$$

3. Adım: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Belirlenmesi.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, ..., v_j^*, ..., v_n^*\}$$

$$= \{(\max_i v_{ij} \mid j \in J_1), (\min_j v_{ij} \mid j \in J_2) \mid i = 1,.....,m\} \tag{2.14}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, ..., v_j^-, ..., v_n^-\}$$

$$= \{(\min_i v_{ij} \mid j \in J_1), (\max_j v_{ij} \mid j \in J_2) \mid i = 1,...,m\} \tag{2.15}$$

Yukarıdaki eşitliklerde J_1, kazanç ölçütleri kümesi ve J_2 ise maliyet ölçütleri kümesidir.

4. Adım: Uzaklıkların Hesaplanması. Alternatiflerin arasındaki uzaklık, n-boyutlu Öklid uzaklık yöntemine göre aşağıdaki gibi hesaplanır:

Seçeneklerin pozitif ideal çözümden uzaklıkları,

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^*)^2} \qquad i = 1,...,m \tag{2.16}$$

Seçeneklerin negatif ideal çözümden uzaklıkları,

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \qquad i = 1,...,m \tag{2.17}$$

5. Adım: Pozitif İdeal Çözüme Yakınlıkların Hesaplanması.

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-) \qquad i = 1,...,m \tag{2.18}$$

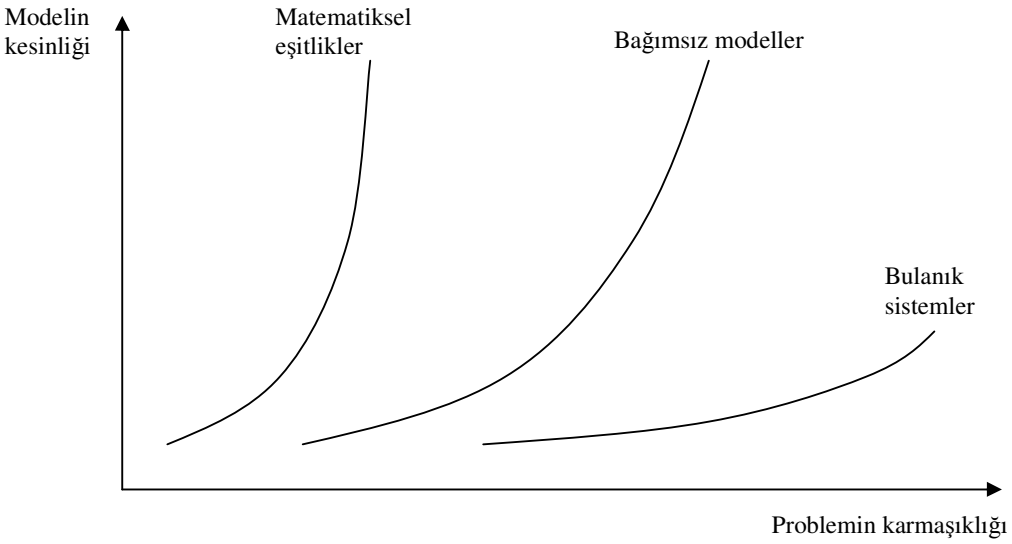
$0 \le C_i^* \le 1$. $A_i = A^-$ iken $C_i^* = 0$'dır. Benzer şekilde, $A_i = A^*$ iken $C_i^* = 0$'dır.

6. Adım: Seçeneklerin Önceliklere Göre Sıralanması. En fazla C_i^* değerine sahip seçenekten başlayarak azalan bir sıralamanın yapılması.

2.8 Bulanık Kümeler Yaklaşımı

Dünya gerçekten oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu karmaşıklık özellikle, belirsizliğin olduğu durumlarda çokça karşımıza çıkar. İktisat ve mühendislik bilimlerinde kullanılan geleneksel matematiksel modellerde standart klasik matematik kullanılır. Bu tür modeller, kesinleşmiş verilere ihtiyaç duyar. Oysa karmaşık problemlerin çoğu belirsizlik içermekte ve buna bağlı olarak da klasik modellerdeki katı sınıflandırmalar yetersiz kalmaktadır.

Bir sistem hakkındaki bilgilerimiz çoğaldıkça sistemin karmaşıklığı azalır ve anlayışımız çoğalır. Karmaşıklığın azaldığı durumlarda sayısal yöntemler problemi modellemede kolaylık sağlar.



Şekil 2.3: Bir problemin karmaşıklığının modelin kesinliğiyle ilişkisi

Zadeh'in 1965 yılında yayınladığı "Bulanık Kümeler" isimli makalesiyle temelleri atılan "bulanık mantık" yaklaşımı son otuz yıldır büyük bir ilgiyle takip edilmekte, üzerinde araştırmalar yapılmaktadır (Zadeh, 1965). Özellikle Japon araştırmacılar bulanık mantık yaklaşımının pratik uygulamaları konusunda oldukça ileridedirler. Dünyadaki en gelişmiş metro sistemlerinin bulunduğu Japonya'da, bulanık mantık kullanılarak enerji tasarrufu ve sinyalizasyon iyileştirmeleri gerçekleştirilmektedir. Video kamera cihazlarındaki yakınlaştırma, odaklama, görüntü sabitleştirme gibi ileri teknoloji gerektiren konularda da bulanık mantıktan faydalanılmaktadır. Benzer şekilde, kumaşın rengini ve cinsini fark ederek en uygun su sıcaklığı, deterjan miktarı vb. özellikleri seçip yıkamayı sağlayacak şekilde üretilen çamaşır makinesinin temelinde de bulanık mantık yaklaşımı yatmaktadır.

Zadeh'in ortaya attığı Bulanık Kümeler yaklaşımı, gerçek hayattaki belirsizliklerin matematiksel ifadelerde tanımlanabilmesini sağlar.

2.8.1 Üyelik Fonksiyonu

Klasik bir modelleme yaptığımızı ve oda sıcaklığı verisine ihtiyaç duyduğumuzu düşünelim. Oda sıcaklığının sınır değerini 24 derece olarak belirlediğimizde 24'ten düşük her sıcaklığı soğuk, 24'ten yüksek olan her sıcaklığı ise yüksek olarak nitelendirmek zorunda kalırız. Halbuki 24 dereceden düşük bir değer olan 23 derece

soğuk bir değeri ifade etmemesine rağmen klasik modelimizde soğuk olarak tanımlanmak zorunda kalır. Oysa bulanık mantık ile modelleme yapıldığında, sıcak ve soğuk gibi kesin ifadeler yerine daha duyarlı ifadeler olan üyelik dereceleri kullanılır.

x elemanlarının oluşturduğu bir X evrensel kümemiz olsun ve bu x elemanlarının oluşturduğu evrensel kümemiz X içinde bulunan kümeleri de A ile gösterelim. Klasik kümeler yaklaşımında herhangi bir x elemanı ya A kümelerinin bir üyesidir veya değildir. Bu ikili üyelik sistemi Karakteristik Fonksiyon olarak adlandırılır ve matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

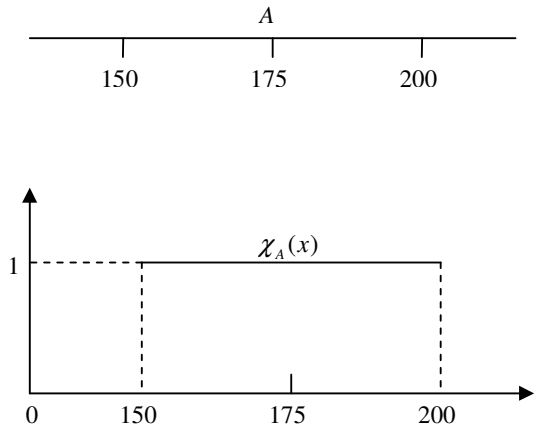
$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \tag{2.19}$$

$\chi_A(x)$: x elemanının kesin üyeliğini gösteren fonksiyon, karakteristik fonksiyon.

Klasik küme yaklaşımında bir kümeye ait olup olmamanın kesin özellikleri vardır fakat bulanık kümeler yaklaşımında üyeliğin kesin çizgileri yoktur. Klasik kümeler yaklaşımında karşımıza çıkan karakteristik fonksiyon, bulanık kümelerin üyelik fonksiyonunun özel bir durumu olarak da düşünülebilir.

Bir örnekle açıklamak gerekirse, evrensel küme olarak insanların boylarının uzunluklarının ve bu küme içinden A kümesi olarak da $150\text{ cm} \le x \le 200\text{ cm}$ uzunluğunda olan insanların tanımlandığı bir örnek düşünelim. Bu örnekte, 180 cm uzunluğundaki bir insan, x_1, A kümesinde olacağından bu kişinin üyelik değeri 1 olacaktır. Sembolik ifadeyle $X_A(x_1) = 1$ olacaktır. Benzer şekilde 149 cm uzunluğundaki bir insan, x_2, için üyelik değeri 0 olacaktır. Sembolik olarak göstermek istersek, $X_A(x_2) = 0$ olacaktır. Örneğin grafiksel gösterimi Şekil 2.4'teki gibidir.

Zadeh, bulanık mantık yaklaşımıyla, yukarıda bahsedilen ikili üyelik sistemini genişleterek $[0,1]$ aralığındaki reel sayılardan oluşan "üyelik dereceleri" kavramını tanımlamıştır. Bulanık sisteme göre 0 değeri üye olmamayı, 1 ise tam üyeliği gösterir. Bir bulanık kümenin elemanlarının üyelik dereceleri, sınır değerler [0-1] arasındaki sonsuz sayıdaki değer olabilir.



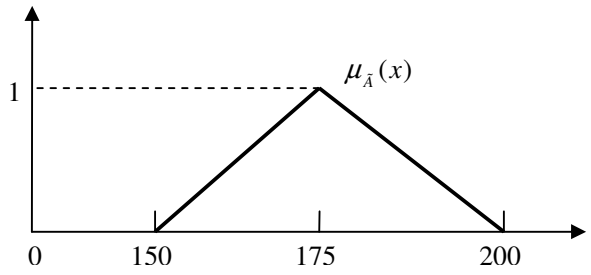
Şekil 2.4: Boy uzunluğu örneğinin klasik yaklaşımdaki üyelik fonksiyonu

Bulanık kümeler ile klasik kümeler arasındaki temel farklardan biri, klasik kümeler tek bir üyelik fonksiyonuna sahip olabilirken bulanık kümeler sonsuz sayıda üyelik fonksiyonuna sahip olabilirler. Böylece bulanık kümelerin kullanıldığı uygulamalarda içinde bulunulan durumun özelliklerine göre en uygun üyelik fonksiyonu seçilir. Bu da bulanık kümelerin esnekliğini gösteren bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bulanık bir küme, kümeyi gösteren sembolün üzerine koyulan '~' işareti ile ifade edilir ve matematiksel olarak da şöyle gösterilir:

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \tag{2.20}$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\tilde{A}$ bulanık kümesindeki x elamanlarının üyelik fonksiyonudur. Yukarıda verdiğimiz insan boylarının uzunlukları örneğindeki üyelik fonksiyonunu grafiksel olarak şöyle gösterebiliriz:

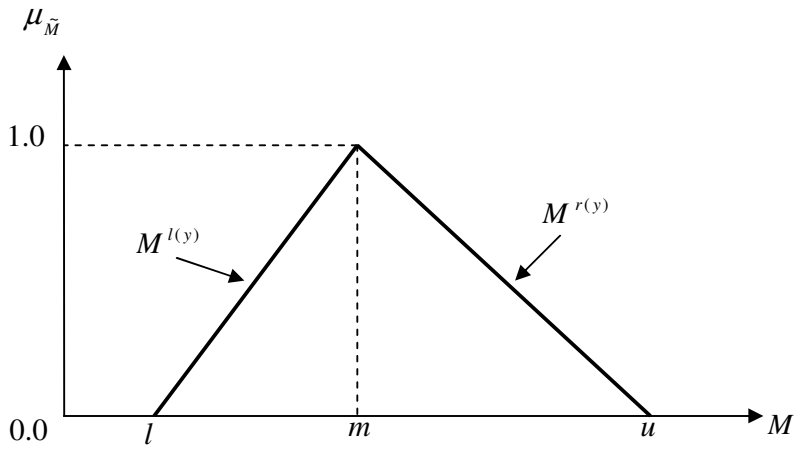


Şekil 2.5: Boy uzunluğu örneğinin bulanık üyelik fonksiyonu

2.8.2 Bulanık Sayılar

2.8.2.1 Üçgensel Bulanık Sayılar

Çok ölçütlü karar verme problemlerinde sıkça kullanılan üçgensel bir bulanık sayıların genel ifadesi Şekil 2.7.4'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.6: Üçgensel bir bulanık sayı (Kahraman ve diğ., 2004)

Yukarıdaki şekilde gösterilen $\tilde{M}$ üçgensel bulanık sayısı kısaca $(l/m, m/u)$ veya (l, m, u) şeklinde gösterilir. Buradaki *l, m* ve *u* değerleri sırasıyla en küçük olası değer, en elverişli değer ve en büyük olası değeri gösterir.

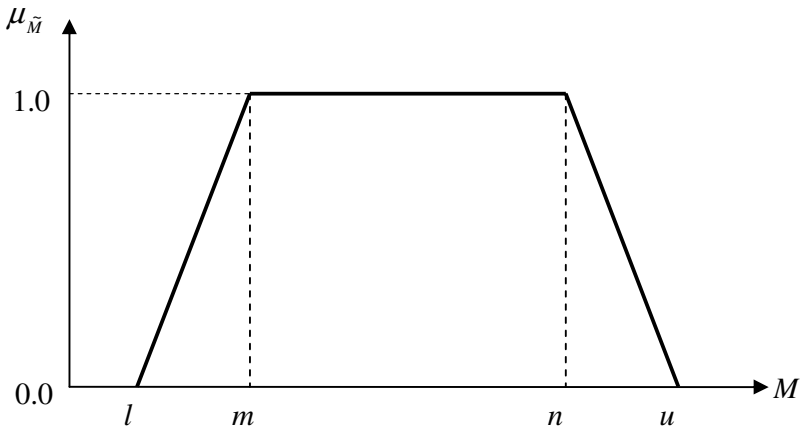
Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonlarının genel ifadesi şu şekildedir:

$$\mu(x \mid \tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & \mathrm{l} \le x \le m, \\ (u-x)/(u-m), & m \le x \le u, \\ 0, & \mathrm{x} > \mathrm{u} \end{cases} \tag{2.21}$$

Yukarıdaki grafikte belirtilen *l(y)* ve *r(y)* sağ ve sol gösterimleri ifade eder. Bir üçgensel bulanık sayı üyelik derecelerinin sağ ve sol gösterimleriyle de tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} \tilde{M} &= (M^{l(y)}, M^{r(y)}) \\ &= (l + (m-l)y, u + (m-u)y), \qquad \mathrm{y} \in [0,1] \end{aligned} \tag{2.22}$$

2.8.2.2 Yamuksal Bulanık Sayılar



Şekil 2.7: Yamuksal bir bulanık sayı

Yamuksal (trapezoidal) bulanık sayıların üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mu(x \mid \tilde{M}) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \le x \le m, \\ 1, & m \le x \le n \\ (u-x)/(u-n), & n \le x \le u, \\ 0, & x > u \end{cases} \tag{2.23}$$

2.8.3 Bulanık Aritmetik İşlemler

İki bulanık sayı arasındaki aritmetik işlemler Zadeh'in (1965) genişleme ilkesine göre genel olarak aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ iki bulanık sayı olsun.

$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = \tilde{C}$ olmak üzere $\tilde{C}$'nin üyelik fonksiyonu şöyledir:

$$\tilde{C}(z) = \sup_{x,y}\{\min(\tilde{A}(x), \tilde{B}(y)) \mid x + y = z\} \tag{2.24}$$

Benzer şekilde, $\tilde{A} \ominus \tilde{B} = \tilde{C}$ için üyelik fonksiyonu,

$$\tilde{C}(z) = \sup_{x,y}\{\min(\tilde{A}(x), \tilde{B}(y)) \mid x - y = z\} \tag{2.25}$$

Benzer şekilde, $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = \tilde{C}$ için üyelik fonksiyonu,

$$\tilde{C}(z) = \sup_{x,y}\{\min(\tilde{A}(x), \tilde{B}(y)) \mid x.y = z\} \tag{2.26}$$

Benzer şekilde, $\tilde{A} \varnothing \tilde{B} = \tilde{C}$ için üyelik fonksiyonu,

$$\tilde{C}(z) = \sup_{x,y}\{\min(\tilde{A}(x), \tilde{B}(y)) \mid x/y = z\} \tag{2.27}$$

Uygulamalardaki işlemlerde üçgensel bulanık sayılar kullanılacaktır. Uygulamalarda kullanılacak işlemler basitçe aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$ ve $\tilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$ iki üçgensel bulanık sayı olmak üzere toplama işlemi,

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \tag{2.28}$$

çarpma işlemi, k sabit bir sayı olmak üzere,

$$k.\tilde{A} = (k.a_1, k.a_2, k.a_3) \tag{2.29}$$

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1.a_2, b_1.b_2, c_1.c_2) \tag{2.30}$$

şeklinde olacaktır. Burada, $k \geq 0, a_i \geq 0$ ve $b_i \geq 0$ olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bu sayıların negatif olduğu durumlarda farklı işlemler uygulamak gerekecektir.

3. BELEDİYELERDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

3.1 Literatürde Kullanılan Performans Ölçütleri

Literatürde kamu sektörü ve belediyeler için performans ölçümü ile ilgili birçok çalışma mevcuttur.

IISD (International Institute for Sustainable Development)'nin raporuna göre yerel yönetimlerin performans ölçüm ve değerlendirmesinde kullanılacak göstergelerin bazı özelliklerinin olması gerektiğinden bahsedilmiştir (IISD, 1999). Bu özellikler,

Yalınlık: Bilgi hedef kitlenin kolayca anlayabileceği bir şekilde ortaya konulabilir mi?

Karmaşık konular ve hesaplamalar bile toplumun anlaması için basit bir şekilde ortaya konulabilir.

Geçerlilik: Gösterge gerçeğin doğru yansıması mıdır? Veri, bilimsel olarak savunulabilir bir ölçüm tekniği ile mi elde edilmektedir? Yöntemsel sağlamlık veriyi uzmanlar ve halkın gözünde inanılabilir hale getirir.

Duyarlılık: Gösterge sistemdeki küçük değişiklikleri saptayabilmekte midir? İzlemenin bir parçası olduğundan, küçük veya büyük değişikliklerin önceden saptanabilmesi gerekir.

Güvenilirlik: Göstergenin farklı yöntemlerle ölçülmesinden aynı sonuçlar mı alınmaktadır? İki farklı araştırmacı aynı sonuca ulaşabilmekte midir?

Zaman Bağlı Veri: Süreç içindeki eğilimi yansıtacak şekilde zaman dayalı veri sağlanabiliyor mu? Sınırlı sayıdaki zaman dilimlerinde elde edilen veriyle, toplumun gittiği noktayı belirlemek çoğu durumda mümkün olmayacaktır.

Elde Edilebilir Verilerin Uygunluğu: Kaliteli veriyi gelecekte kullanmak üzere bir izleme süreci içinde elde etmek mümkün mü? Veri mevcut ise, kabul edilebilir bir

maliyetle sağlanabiliyor mu? Bilgi para, zaman ve çabayla ortaya çıkmaktadır. (Ertekin ve Erkut, 2003)

Ölçütler, amaç ve hedeflerle ilişkili olmalı, mal ve hizmet için mümkünse birden fazla ölçüt geliştirilmeli, hedef alınan malın veya topluluğun (yaş, cinsiyet, meslek, gelir, eğitim vb.) niteliklerini yansıtmalı, tam ve açık şekilde tanımlanmalı, gerekirse parasal nitelikte olmalıdır (Hatry, l969).

Bu genel özelliklere sahip ölçütlerin; teknik ve genel ölçütler, hacim ve kalite ölçütleri, fizik ve sosyal ölçütler şeklinde bir ayırıma tabi tutulması mümkündür (Teitz, l969). Teknik ölçütler, daha çok, fizik çıktı veren hizmetler için, genel ölçütler ise iş yükünün ve iş hacminin ölçülebilmesi mümkün olduğu hizmetler için, kalite ölçütleri de hizmetlerin yeterlilik düzeyleri için kullanılır. Fizik ölçütler, somut olarak ölçülebilen hizmetler için, sosyal ölçütler ise genellikle hayat düzeyini ve kalitesini belirten hizmetler için kullanılır (Falay, l995).

Ölçüm yapılırken sadece etkinlik ve verimliliğin ölçülmesinin de bazı sakıncaları olabilecektir. Halkın beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığı, yönetime duyulan güven düzeyi, sunulan hizmetlerden duyulan memnuniyet gibi kıstaslar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Performans göstergeleri, kamu idarelerinin stratejik amaç ve hedefleri ile performans hedeflerinin yerine getirilmesinde ulaşılan sonuçları ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan ve performans denetimine temel oluşturan araçlardır. Kamu idarelerinin yürüttükleri faaliyetlerin her boyutunu (girdi, süreç, çıktı, sonuç) ölçmek ve değerlendirmek için oluşturulan performans göstergeleri kaynakların etkili, ekonomik ve verimli kullanılıp kullanılmadığını ölçmeye yardımcı olur (Sayıştay, 2004).

Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Bölümü, Sürdürülebilir Kalkınma Birimi'ne bağlı Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu'nun ülkeler düzeyindeki değerlendirmelerde kullanılması hazırladığı gösterge tablosu Tablo 3.1'deki gibidir.

Tablo 3.1: İstanbul için Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Birimi Göstergeleri (Sosyal, Çevresel)

SOSYAL		
Tema	**Alt-tema**	**Gösterge**
Eşitlik	Yoksulluk	Yoksulluk sınırının altında yaşayan nüfus
		Gelir eşitsizliği göstergesi
		İşsizlik oranı
	Cinsiyet Eşitliği	Ortalama kadın/erkek maaşı oranı
Sağlık	Besin Durumu	Çocuklarda besin durumu
	Ölüm oranları	5 yaşın altı çocuk ölümleri oranı
		Doğumlardaki yaşama umudu
	Hijyen Koşulları	Uygun kanalizasyon - atık su hizmetlerinden faydalanan nüfus
	İçme Suyu	Güvenli içme suyuna erişen nüfus
	Sağlık Hizmetlerine Erişim	Temel sağlık hizmetlerine erişebilen nüfus
		Salgın çocuk hastalıklarına karşı aşılama
		Nüfus kontrolü - korunma oranı
Eğitim	Eğitim düzeyi	İlkokul 5. sınıfa erişen çocuk oranı
		Orta eğitim düzeyine erişen yetişkin oranı
	Okuryazarlık	Yetişkin okur-yazarlık oranı
İskan	Yaşam Koşulları	Kişi başına düşen m^2 alan
Güvenlik	Suç	Her 100.000 kişiye düşen kayıtlı suç sayısı
Nüfus	Nüfus değişimi	Nüfus artış hızı
		Kentsel planlı ve plansız yerleşme nüfusları
ÇEVRESEL		
Tema	**Alt-tema**	**Gösterge**
Atmosfer	İklim Değişimi	Sera etkisi yaratan gaz emisyonları
	Ozon tabakasında delinme	Ozon delinmesine neden olan maddelerin tüketimi
	Hava kalitesi	Kentsel alanlardaki hava kirleticilerinin atmosferdeki yoğunluğu
Land	Tarım	Ekilebilir Mevcut tarım alanları
		Sınai gübre kullanımı
		Tarım ilaçları kullanımı
	Ormanlar	Orman alanları
		Kereste tüketimi yoğunluğu
	Çölleşme	Çölleşmeden etkilenen topraklar
	Kentleşme	Kentsel Planlı ve Plansız yerleşme alanları
Okyanuslar, denizler ve kıyılar	Kıyı bölgeleri	Kıyı alanlarında Algae Konsantrasyonu
		Kıyı alanlarında yaşayan toplam nüfus oranı
	Balık üreme alanları	Temel türlerde yıllık avlanma oranı
İçme suyu	Su miktarı	Toplam su miktarı içinde yıllık yeraltı ve yüzey suyu kullanma
	Su kalitesi	BOD
		İçme suyundaki koliform yoğunluğu
Biyolojik çeşitlilik	Ekosistem	Seçilmiş özel ekosistem alanları
		Toplam alan içinde koruma statüsü olan alan
	Türler	Özel türlerin varlığı

Tablo 3.2*:* İstanbul için Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Birimi Göstergeleri (Ekonomik, Kurumsal)

EKONOMİK		
Tema	**Alt-tema**	**Gösterge**
Ekonomik yapı	Ekonomik performans	Kişi başına düşen GSMH
		GSMH'daki yatırım payı
	Ticaret	Ticarette ürün ve hizmetler arasındaki denge
	Mali yapı	GSYH'deki açık
		Total ODA Given or Received as a Percent of GNP
Tüketim ve Üretim yapısı	Malzeme tüketimi	Malzeme kullanım yoğunluğu
	Enerji kullanımı	Yıllık kişi başına düşen enerji tüketimi
		Yenilenebilir enerji tüketimi kullanım oranı
		Enerji kullanım yoğunluğu
	Atık üretimi ve yönetimi	Sanayi ve belediyelerce üretilen katı atıklar
		Tehlikeli madde atık üretimi
		Radyoaktif atık yönetimi
		Atık geri dönüşümü ve geri kullanımı
	Ulaşım	Kişi başına farklı türlerdeki yolculuk mesafesi
KURUMSAL		
Tema	**Alt-tema**	**Gösterge**
Kurumsal çerçeve	SK Stratejik yürütme	Ulusal Sürüdürülebilir Kalkınma Stratejisi
	Uluslararası işbirliği	Küresel anlaşmaların yürütülmesi
Kurumsal kapasite	Bilgi erişimi	Her 1.000 kişide internet kullanıcısı sayısı
	İletişim Altyapısı	Her 1.000 kişide telefon abonesi sayısı
	Bilim ve teknoloji	GSYH içinde araştırma ve kalkınmaya ayrılan pay
	Afetlere hazırlık ve müdahale	Doğal afetlere bağlı can ve mal kaybı

3.2 Dünyadaki Performans Ölçümü Örnekleri

Kamu yönetiminde teknik anlamda performans ölçümü fikri çok yeni değildir. Bu bakımdan 1913-1915 yılları arasında ABD'nin Richmond eyaletinde yapılan çalışmalar önemlidir. Çünkü, bu yolla caddelerin temizlenmesi, kanalizasyonun bakımı ve yolların onarılması gibi faaliyetler ele alınmış, hizmetlerin her birinin fiziksel birimleri gösterilmiş, hizmetlerde birim maliyet, toplam maliyet ve toplam harcamalar irdelenmiştir (Falay, 1995).

Son yirmi yıldan önceki dönemde kamu sektöründeki performans denetimi çalışmaları ABD dışındaki ülkelerde etkin bir şekilde kullanılmamıştır. Fakat son yirmi yılda kamu sektörü ve özellikle de yerel yönetimlerde performans ölçümüne ilişkin çalışmalar daha da önem kazanmış ve bu konudaki çalışmalar artmıştır. Ülkeler yasal düzenlemelerle performans ölçümü fikrini zorunlu hale

getirmektedirler. Bizim ülkemizde de 2003 yılı sonunda çıkartılan "Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu" ile kamu idareleri bundan sonra, bütçelerini hazırlarken stratejik planlarına uygun olarak belirleyecekleri performans hedeflerini esas almak zorundadırlar.

3.2.1 Amerika Örneği

Performans ölçüm kavramının ilk ortaya çıktığı ülke olan Amerika Birleşik Devletleri'nde merkezi yönetim temelli çalışmalar GAO (Government Accountability Office) nezdinde yürütülmektedir. Bunun yanında, kendi performans ölçüm programlarını geliştiren şehirler de mevcuttur. Bu şehirler arasında Atlanta öne çıkmaktadır.

Atlanta Gösterge Tablosu (Atlanta Dashboard) adı verilen bir performans yönetim aracı geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde, sunulan hizmetlerin verimliliğinin ve zamanında yapılıp yapılmadığının kontrolü esas alınmıştır. Her sene başında, vatandaşların görüşleri doğrultusunda hazırlanan stratejik plan temel alınarak performans programı oluşturulur. Atlanta Gösterge Tablosu sistemi sayesinde, hedeflenen performans programına ne ölçüde uyulup uyulmadığı kontrol edilebilmektedir. Sistemde, belediye başkanı ve üst yönetimin katılımıyla yapılan haftalık toplantılarda hedeflerdeki ilerleme görüşülür ve aksamalar varsa gerekli düzenlemeler için karara varılır.

Sisteme Atlanta resmi web sitesindeki bağlantılardan ulaşılabilmektedir. Yöneticiler sistemin halka açık olmasının sebebi olarak şeffaf ve hesap verebilir bir yönetim sergilemek istediklerini söylemektedirler. Sistemin halka açık olmasının bir diğer faydası da hizmetlerin iyileştirilmesi yolunda vatandaşın azami katılımını sağlamasıdır.

Sistemin performans göstergeleri üç ana başlıkta toplanmaktadır:

- Güvenlik
- Altyapı
- Verimlilik
- Mali istikrar

Bu ana başlıklar alt dallara ayrılır ve böylece göstergeler belirlenmiş olur. Örneğin "Güvenlik" başlığı üç dala ayrılmaktadır: Yangın kayıplarını azaltmak, konut iyileştirmeleri ve suç sayısındaki azalma. Bu başlıklar da kendi içlerinde alt dallara ayrılmakta ve böylece geniş kapsamlı bir performans ölçüm sistemi kurulmaktadır.

3.2.2 Kanada Örneği

Kanada'nın Ontario eyaleti 2000 yılında Belediye Performans Ölçüm Programı (Municipal Performance Measurement Program - MPMP)'nı başlatmıştır. Programın amacı, "Sorumluluk Duygusunun Artırılması" olarak belirtilmiştir. Programa göre Ontario eyaletindeki bütün belediyeler performans raporlarını bir sonraki sene içinde, bağlı bulundukları bakanlık olan Belediye İşleri ve Konaklama Bakanlığı'na ve daha sonra da vatandaşa sunmak zorundadırlar.

Performans ölçüm sistemi kurulurken vatandaştan ne kadar vergi alındığı ve alınan bu vergilerin ne şekilde harcandığı konusunda bilgi vermek amaçlanmıştır. Toronto Belediyesi'nin 2004 yılı raporuna göre Kanada'da ortalama bir aileden bir yılda alınan vergi 38.837 $'dır ve bu miktarın yaklaşık % 5.5'i belediyelere ayrılmaktadır. Yayınlanan performans raporlarında vergilerin hangi alanlara, hangi oranlarda harcandığı konusu da irdelenmektedir.

Analizler 12 hizmet alanı ve 53 ölçüt üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bunlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Genel Yönetim

1.1 Toplam belediye giderleri içinde, genel yönetim giderlerinin payı.

2. Yangın

2.1 Yangın işlerindeki işletme giderleri.

3. Polis

3.1 Her bir vatandaş için polis giderleri

3.2 Her 1.000 kişi için şiddetli suç oranı

3.3 Her 1.000 kişi için mülk suçu oranı

3.4 Her 1.000 kişi için bütün suç sayısı

3.5 Her 1.000 genç içindeki suç oranı

4. Yollar

4.1 Asfalt yollarda her bir şerit için km başına gider

4.2 Asfalt olmayan yollarda her bir şerit için km başına gider

4.3 Her bir şerit için km başına kış bakım giderleri.

4.4 Şartların uygun yerlerdeki asfalt yol oranı.

4.5 Önceden belirlenmiş olayların dışında meydana gelen kış olaylarının yüzdesi.

5. Transit Geçişler

5.1 Sıradan yolculuklardaki her bir transit geçiş için işletme giderleri.

5.2 Her bir yolcu için bir yıl içindeki transit geçiş sayısı.

6. Atık Su

6.1 Atık su toplanmasında her 1 km. için işletme giderleri.

6.2 Atık su bertarafında her bir ton için işletme giderleri.

6.3 Atık su toplanması ve bertarafında her 1 ton için işletme gideri

6.4 Her 100 km.lik alandaki atık su rezervi sayısı.

6.5 Bertaraf edilmeden gönderilen atık su yüzdesi.

7. Yağmur Suyu

7.1 Kentteki her bir km.lik drenaj sisteminde yağmur suyunun bertaraf edilmesinin işletme gideri.

7.2 Kırsal kesimdeki her bir km.lik drenaj sisteminde yağmur suyunun bertaraf edilmesinin işletme gideri.

8. İçme Suyu

8.1 Her 1 ton suyun içilebilecek hale gelmesinin maliyeti.

8.2 İçme suyunun dağıtımında 1 km. için maliyet.

8.3 Her 1 ton suyun arıtılıp dağıtılması için gerekli maliyet.

8.4 Bir yıl içinde her 100 km.lik içme suyu dağıtım ana borusundaki patlama sayısı.

9. Katı Atık

9.1 Her 1 ton veya 1 hane için çöp toplama maliyeti.

9.2 Her 1 ton veya 1 hane için çöp bertaraf maliyeti.

9.3 Her 1 ton veya 1 hane için katı atık ayırma maliyeti.

9.4 Ortalama katık atık yönetim maliyeti.

9.5 Çöp toplamayla ilgili bir yılda her 1.000 haneden gelen şikayet sayısı.

9.6 Belediyenin sahip olduğu Çevre Bakanlığı destekli katı atık yönetim araçları.

9.7 Geri dönüştürülebilen çöp yüzdesi.

9.8 Geri dönüştürülebilen çöp yüzdesi (birleştirilmiş konutlar için).

10. Parklar ve Dinlenme Alanları

10.1 Her bir vatandaş için park maliyeti.

10.2 Her bir vatandaş için dinlenme, eğlenme faaliyetlerinin maliyeti.

10.3 Her bir vatandaş için park, eğlence-dinlenme mekânlarının toplam maliyeti.

10.4 Her 1.000 vatandaş için eğlence programlarına toplam katılım saati.

10.5 Her 1.000 kişiye düşen açık alan miktarı (hektar).

10.6 Her 1.000 kişiye düşen patika yol miktarı (km.).

10.7 Her 1.000 kişiye düşen eğlence mekânı (m^2).

11. Kütüphane Hizmetleri

11.1 Her 1 vatandaş için kütüphane giderleri.

11.2 Her bir kullanım için kütüphane giderleri.

11.3 Her 1 kişinin kütüphane kullanım sayısı.

11.4 Elektronik kütüphane kullanımının toplam kütüphane kullanımındaki payı.

11.5 Elektronik olmayan kütüphane kullanımının toplam kullanım içindeki payı.

12. Arazi Planlaması

12.1 Yerleşim alanlarındaki yeni bina, ünite yüzdesi.

12.2 Önceden tarımsal amaçlar için yapılmamış olan ve raporlama yapılan yıl içinde sadece tarımsal amaçlar için ayrılmış arazi yüzdesi.

12.3 Önceden tarımsal amaçlar için yapılmamış olan ve raporlama yapılan yıl içinde sadece tarımsal amaçlar için ayrılmış arazi yüzdesinin 2000 yılındakiyle kıyaslanması.

12.4 Önceden tarımsal amaçlar için ayrılmış olan ve fakat daha sonra başka amaçlar için tasarlanmış olan arazilerin hektar olarak miktarı.

12.5 2000 yılı başından beri önceden tarımsal amaçlar için ayrılmış olan ve fakat daha sonra başka amaçlar için tasarlanmış olan arazilerin hektar olarak miktarı.

3.2.3 Avustralya Örneği

Avustralya'da performans ölçümü konusu merkezi hükümet bazında takip edilen ve üzerinde çokça çalışılan bir konu olarak göze çarpmaktadır. Bu konu üzerindeki çalışmalar üç bakış açısı üzerinde yoğunlaşmaktadır:

i) Ulusal performans göstergeleri belirlemek.
ii) Eyalet bazlı performans göstergeleri belirlemek.
iii) Süreç kıyaslaması yaparak değerlendirme yapmak.

1995 yılında Avustralya Yerel Yönetimlerden Sorumlu Bakanlığı, belediye hizmetlerini verimliliğin artırılmasını amaçlayan bir dizi stratejik karar almıştır. Bu kararlar şu şekilde özetlenmiştir:

1) Eyaletlere özgü bazı hizmetlerin ulusal bazdaki performans ölçütlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılması.
2) Hizmetlerin en iyi uygulamalarının belirlenerek bunlara ulaşmak için gerekli süreçlerin oluşturulması.
3) Performansı artıracak projeler, yeni teknolojiler, uygulamalar geliştirilmesi.

Yerel yönetimlerde görevli kişilerden oluşan Performans Göstergeleri Yönlendirme Kurulu 1996 yılında o sırada kullanımda olan göstergeler üzerinde bir çalışma yapmış ve ulusal bazda performans göstergeleri oluşturmanın eyaletler arasındaki farklı yasal düzenlemeler, mali konudaki farklılıklar vb. nedenler yüzünden mantıklı olmadığı sonucuna varmıştır.

Avustralya'da performans ölçümü konusunda en tecrübeli eyalet New South Wales (NSW)'dir. NSW'nin kendi yönetimi altındaki belediyelerden istediği performans raporları 10 ana görev alanında gruplanmış 26 adet gösterge üzerinden hazırlanmaktadır.

1. Mali ve Ortak Durum

1.1 Her konut için ortalama oran.

1.2 Toplam gelir kaynakları.

1.3 Güncel oran.

1.4 Borç oranı.

2. Kütüphane Hizmetleri

2.1 Her kişi için harcama miktarı.

3. Atık Yönetimi

3.1 Yurtiçi atık yönetim servislerinin ortalama yükü.

4. Yol Hizmetleri

4.1 Şehir içindeki her 1 km. uzunluğundaki bir şeritlik asfalt yolun bakım gideri.

4.2 Kırsal kesimdeki her 1 km. uzunluğundaki bir şeritlik asfalt yolun bakım gideri.

4.3 Her 1 km. uzunluğundaki asfalt olmayan bir şeritlik yolun bakım gideri.

5. Kanalizasyon Hizmetleri

5.1 Her bir bağlantı için ortalama gider miktarı.

5.2 Her bir bağlantı için işletme gideri.

6. Çevre Hizmetleri

6.1 Her bir kişi için sağlık hizmetleri ve çevre yönetimine harcanan para miktarı.

7. Planlama ve Düzenleme

7.1 Geliştirme uygulamaları için geçen ortalama zaman.

7.2 Yapı uygulamaları için geçen ortalama zaman.

8. Eğlence Hizmetleri

8.1 Her bir kişi için eğlence ve boş zaman gideri.

9. Toplum Hizmetleri

9.1 Her bir kişi için toplum hizmeti gideri.

3.2.4 İngiltere Örneği

Performans Ölçümü ve Performansa Dayalı Yönetim kavramları İngiltere'de 1983 yılında hükümetin kurduğu Denetleme Kurulu'ndan sonra daha da fazla önem kazanmaya başlamıştır. Denetleme Kurulu'nun görevi, yerel yönetimlerin hesaplarını

kontrol etmek ve gelirlerinin daha verimli kullanılabilmesini sağlamak olarak belirlenmiştir. Performans Ölçümü, 1992 yılında yapılan bir yasal düzenleme ile yerel yönetimler için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu düzenleme ile İngiltere'deki yerel yönetimlerin, Denetim Kurulu'nun belirleyeceği türden göstergelerle performanslarını ölçüp rapor yayınlamaları istenmiştir.

Performans göstergeleri ile ilgili Denetim Kurulu'nun belirlediği ölçütler şunlardır:

1. Vatandaşın ilgisini çekebilmeli.
2. Maliyetler, iktisat, kalite ve verimlilikle alakalı olmalı.
3. Önceki yıllarla ve diğer belediyelerle kıyaslanabilmeli.
4. Sağlanan ana hizmetlerle alakalı olmalı.
5. Makul olmalı.

Bu şekilde hazırlanmış göstergelerle ölçülen performanslar belediyeler tarafından her sene, gazetelerde yayınlanır ve daha sonra Denetim Kurulu bütün bu verileri toplayarak ülke bazında yayınlar.

1999 yılında yerel yönetimler yasasında yeni bir düzenleme daha yapılarak sürekli gelişimin amaçlandığı "En İyi Değer Göstergeleri (Best Value Performance Indicators – BVPI)" sistemi devreye sokuldu. Bu yöntemle en iyi hizmetin en uygun bedelle sunulması amaçlanmaktadır. Denetim Kurulu'nun belirleyeceği

2002 yılında devreye sokulan "Çok Amaçlı Performans Değerlendirmesi (Comprehensive Performance Assessment - CPA)" sistemi ile birlikte İngiltere belediyelerinde performans ölçümü daha çok önem kazanmıştır.

İngiltere'de kullanılan performans ölçütlerinden birkaç örnek vermek gerekirse,

- 65 yaşın üzerindeki bakıma muhtaç her 1.000 kişiden yardım edilenlerin sayısı.
- Müzelerden memnun olan insan sayısı (% olarak)
- Sanatsal faaliyetlerden memnun olan insan sayısı (% olarak)
- Kütüphanelere yeni üye olanların sayısı
- Kütüphaneye alınan yeni kitap sayısı

4. BELEDİYELER İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜM MODELİ ÖNERİLERİ

Bu bölümde, performans ölçümü için iki yöntem önerilecektir. Performans ölçüm sürecinde kullanılacak ölçüt değerlerinin kesin değerlerle ifade edilememesi sebebiyle yöntemlerde bulanık kümeler yaklaşımı temel alınacaktır.

Birinci yöntem, ideal bir belediyenin olması gereken değerleri ile gerçekten var olan değerleri arasındaki ilişkiyi incelemektedir.

İkinci yöntemde ise benzer belediyeler arasında çok ölçütlü ve bulanık bir karşılaştırma yapılmasını esas alan bir performans ölçüm modeli önerilecektir.

4.1 İdeal Noktalara Yakınlık Ölçüsü Yöntemi

Bu yöntemde performansı ölçülecek kurumun, ideal olmaya ne kadar yakın olduğunun analizi yapılacaktır. Önerdiğimiz bu yöntem 8 adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: Performans ölçümünde dikkate alınacak ölçütler belirlenir.

$$C = (C_1, C_2, ..., C_n) \tag{4.1}$$

2. Adım: Belirlenen ölçütlerin ideal ve gerçekleşen bulanık değerlerinden oluşan karar tablosunun oluşturulması.

Tablo 4.1: Karar tablosu

Ölçüt	İdeal Değer	Gerçekleşen Değer
C_1	$\tilde{X}_1^k$	$\tilde{X}_1^g$
C_2	$\tilde{X}_2^k$	$\tilde{X}_2^g$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
C_n	$\tilde{X}_n^k$	$\tilde{X}_n^g$

$C_i, \quad (i = 1,...,n)$; ölçütler.

$\tilde{X}_i^k, \quad (i = 1,...,n)$; $i.$ölçütün bulanık ideal değeri.

$\tilde{X}_i^g, \quad (i = 1,...,n)$; $i.$ölçütün gerçekleşen değeri.

Burada, ideal değerler uzmanların görüşleri alınarak belirlenecektir. Uzmanların bildirdiği ideal değerler (Örneğin, yıllık 40.000 ton civarında çöp) kesin değerler olmadığından bulanıklaştırma işlemi uygulanacaktır. Bulanıklaştırma işlemi en olası değerden $\pm\%10$ uzak olan en küçük olası ve en büyük olası değer hesaplanarak yapılacaktır.

3. Adım: Karar tablosunun normalleştirilmesi. Tablo 4.1'deki veriler, doğrusal ölçek dönüşümü ile normalleştirilir. $j = k$ ideal değeri, $j = g$ ise gerçekleşen değeri göstermektedir.

$$\tilde{r}_i^{\,j} = \left(\frac{a_i^j}{c_i^*}, \frac{b_i^j}{c_i^*}, \frac{c_i^j}{c_i^*} \right), \quad i \in B; \tag{4.2}$$

$$\tilde{r}_i^{\,j} = \left(\frac{a_i^-}{c_i^j}, \frac{a_i^-}{b_i^j}, \frac{a_i^-}{a_i^j} \right), \quad i \in C;$$

$$\begin{aligned} c_i^* &= \max_j c_i^j, \quad i \in B; \\ a_i^- &= \min_j a_i^j, \quad i \in C. \end{aligned} \tag{4.3}$$

B kümesi fayda ölçütleri kümesi, C kümesi ise maliyet ölçütleri kümesidir.
Normalleştirme sonrası normalleştirilmiş karar tablosu Tablo 4.2'deki gibi oluşur.

Tablo 4.2: Normalleştirilmiş karar tablosu

Ölçüt	İdeal Değer	Gerçekleşen Değer
C_1	$\tilde{r}_1^{\,k}$	$\tilde{r}_1^{\,g}$
C_2	$\tilde{r}_2^{\,k}$	$\tilde{r}_2^{\,g}$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
C_n	$\tilde{r}_n^{\,k}$	$\tilde{r}_n^{\,g}$

4. Adım: Ölçüt ağırlıklarının bulunması.

Bu adımda ölçütlerin göreli ağırlıkları AHP yöntemi temel alınarak hesaplanacaktır. Saaty'nin önerdiği bu yöntemde ölçütler arasındaki önem derecesi aşağıdaki ölçeklendirme tablosuna göre hesaplanır.

Tablo 4.3: A ve B öğeleri arasındaki önemi anlatan ölçek tablosu

Ölçek	Yorum
1	A ve B eşit derecede önemli (fark yok)
3	A, B'den orta derecede önemli
5	A, B'den kuvvetlice önemli
7	A, B'den çok kuvvetli derecede önemli
9	A, B'den aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Orta seviyedeki değerler

İkili karşılaştırmalar yapıldıktan sonra ortaya çıkan veriler ile *nxn* ebatında bir matris oluşturmakta kullanılır.

$$W = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

Bu matrise ikili karşılaştırmalar matrisi denmektedir. Matristeki elemanlar şu anlama gelir: Örneğin w_1/w_2, w_1 öğesinin w_2 öğesine göre ne derece önemli olduğunu ifade eder.

AHP yöntemiyle ağırlıklar hesaplanırken ikili karşılaştırmalar matrisinin özvektörleri kullanılır. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektörün elemanları ölçütlerin ağırlıkları olarak tanımlanır. Özvektörlerin hesaplanması biraz karmaşık bir işlem olduğundan Saaty (1980) pratik bir yöntem önermiştir. İki adımdan oluşan bu yöntem şöyle işler:

i) Matristeki her satırın geometrik ortalaması alınır.

$$\left(\prod_{i=1}^{n} r_i\right)^{1/n} = (r_1.r_2...r_n)^{1/n} = \sqrt[n]{(r_1.r_2...r_n)} \tag{4.5}$$

ii) Geometrik ortalamalar normalleştirilerek ağırlıklar bulunur. Normalleştirmede kullanılacak yöntem her elemanın elamanların toplamına bölünmesi olacaktır.

$$w_j = \frac{r_j}{\sum_{i=1}^{n} r_i} \tag{4.6}$$

İkili karşılaştırmalar yapılırken tutarlı davranılması çok önemlidir. Örneğin, "A ölçütü B ölçütünden daha önemlidir", "B ölçütü C ölçütünden daha önemlidir" ve "C ölçütü A ölçütünden daha önemlidir" gibi bir karşılaştırma yapılması halinde tutarsızlık ortaya çıkacaktır. Yapılan karşılaştırmaların tutarlığını ölçmek için 'Tutarlılık Oranı' hesaplanır. Tutarlılık oranının 0.1'den küçük olduğu durumlar, kabul edilebilirdir.

Tutarlılık Oranını (TO) hesaplayabilmek için önce Tutarlılık Göstergesini (TG) hesaplamak gereklidir.

$$TG = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \tag{4.7}$$

TG : Tutarlılık göstergesi.

λ_{maks} : En büyük özdeğer.

n : Matrisin derecesi.

Tutarlılık oranını hesaplamak için rastgele göstergelerden faydalanılır. Saaty tarafından farklı boyutlardaki matrisler için çok sayıda yapılmış benzetimler sonucunda hesaplanmış olan rastgele göstergeler (RG) aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 4.4: Rastgele göstergeler tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	…
RG	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	…

Tutarlılık oranının hesaplandığı matrisin ebatına göre yukarıdaki tablodan rastgele gösterge (RG) değeri bulunduktan sonra matrisin tutarlılık göstergesi (TG) de kullanılarak tutarlılık oranı (TO) hesaplanır:

$$TO = \frac{TG}{RG} \tag{4.8}$$

5. Adım: Gerçekleşen değerler ile bulanık ideal değerler arasındaki uzaklıkların ölçülmesi.

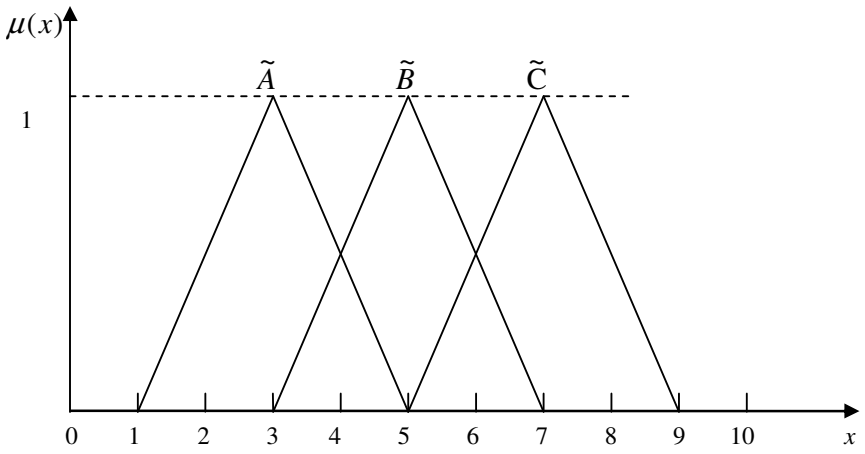
$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$, $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ üçgensel bulanık sayılar ve $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ bu iki sayı arasındaki uzaklık olmak üzere iki üçgensel bulanık sayı arasındaki uzaklık şöyle tanımlanmıştır:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2\right]} \tag{4.9}$$

Literatürde bulanık sayılar arasındaki uzaklık için tanımlanmış birçok ölçüm yöntemi bulunmasına rağmen yukarıdaki yöntem, basit olması ve verimli sonuç vermesi açısından dikkat çekmektedir.

Chen'in (2000) uzaklık yaklaşımına göre $\tilde{A}, \tilde{B}$ ve $\tilde{C}$ gibi üç üçgensel bulanık sayı arasında şöyle bir ilişki mevcuttur:

Sadece ve sadece $d(\tilde{A}, \tilde{B}) < d(\tilde{A}, \tilde{C})$ iken $\tilde{B}$ bulanık sayısı $\tilde{A}$'ya $\tilde{C}$'den daha yakındır. Bu durum, grafik üzerinde daha rahat anlaşılabilir.



Şekil 4.1: Üçgensel bulanık sayılar

Grafikte üç adet üçgensel bulanık sayı görülmektedir. Bunlar, $\tilde{A} = (1,3,5), \tilde{B} = (3,5,7)$ ve $\tilde{C} = (5,7,9)$. Tanımladığımız uzaklık ölçüm fonksiyonuna göre sayılar arasındaki uzaklık şu şekilde olacaktır:

$$d(\tilde{A},\tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-3)^2 + (3-5)^2 + (5-7)^2\right]} = \sqrt{\frac{12}{3}} = 2$$

$$d(\tilde{A},\tilde{C}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-5)^2 + (3-7)^2 + (5-9)^2\right]} = \sqrt{\frac{48}{3}} = 4$$

Hesaplamalardan da görülebileceği gibi $\tilde{B}$ bulanık sayısı $\tilde{A}$'ya $\tilde{C}$ bulanık sayısından daha yakındır.

6. Adım: Ağırlıklandırılmış toplam puanın bulunması. Ölçütlerin bulanık ideal değerleri ile gerçekleşen değerleri arasındaki uzaklıklar, ağırlıklarla çarpılarak toplanır ve toplam puan bulunur.

$$V = \sum_{i=1}^{n} w_i d(\tilde{X}_i^k, \tilde{X}_i^g) \tag{4.10}$$

w_i: Ölçüt ağırlığı.

$d(\tilde{X}_i^k, \tilde{X}_i^g)$: i. ölçütün bulanık ideal değeri ile gerçekleşen değeri arasındaki mesafe.

7. Adım: Elde edilen sonuçların duyarlılık analizinin yapılması.

8. Adım: Birden fazla seçenek olduğu durumlarda toplam puanı en küçük olan seçenek idealliğe en yakın seçenek olacaktır. Bu durumu matematiksel olarak şöyle ifade edebiliriz:

m adet seçenek ve n adet ölçütümüzün olduğunu varsayalım.

$$V^* = Min\sum_{i=1}^{n} w_i d(\tilde{X}_{ij}^g, \tilde{X}_{ij}^k), \quad j = 1,...,m \tag{4.11}$$

V^*: ideal değere en yakın puan.

4.2 Bulanık TOPSIS Yöntemi

Bu bölümde benzer belediyeler arasında karşılaştırma yapılmasını amaçlayan bir performans ölçümü modeli önerilecektir. Önerdiğimiz modelde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden TOPSIS'in bulanık bir uyarlaması kullanılacaktır.

1. Adım: Karar vericilerin ve değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi.

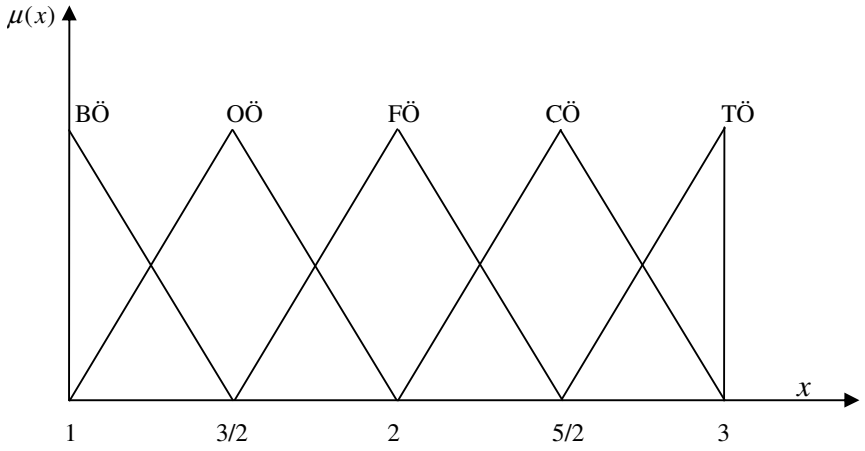
$$C = (C_1, C_2, ..., C_n) \tag{4.12}$$

2. Adım: Ölçütlerin ağırlıklarının ikili karşılaştırmalar yapılarak belirlenmesi.

Bu adımda, karar vericilerle yapılacak olan EK B'deki anket ile ölçütlerin ağırlıkları belirlenecektir. Yapılacak ankette kullanılacak sözel değerler tablosu şu şekilde olacaktır:

Tablo 4.5: İkili karşılaştırmalarda kullanılacak sözel ifadeler

Sözel İfade	**Üyelik Fonksiyonu**	**Ters Üyelik Fonksiyonu**
Eşit derecede önemli (EÖ)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz daha önemli (BÖ)	(1, 1, 3/2)	(2/3, 1, 1)
Orta derecede önemli (OÖ)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
Fazla derecede önemli (FÖ)	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok fazla önemli (ÇÖ)	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
Tamamıyla önemli (TÖ)	(5/2, 3, 3)	(1/3, 1/3, 2/5)



Şekil 4.2 : Tablo 4.5'teki sözel ifadelerin üyelik fonksiyonu

Karar vericilerin ankete verdikleri cevapların aritmetik ortalaması alınarak ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{w}_{ij} = \frac{1}{K}\left[\tilde{w}_{ij}^{1} \oplus \tilde{w}_{ij}^{2} \oplus ... \oplus \tilde{w}_{ij}^{K}\right] \tag{4.13}$$

$$\tilde{W}_{ij} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_{11} & \tilde{w}_{12} & ... & \tilde{w}_{1n} \\ \tilde{w}_{21} & \tilde{w}_{22} & ... & \tilde{w}_{2n} \\ . & . & ... & . \\ \tilde{w}_{m1} & \tilde{w}_{m2} & ... & \tilde{w}_{mn} \end{bmatrix} \tag{4.14}$$

$\tilde{w}_{ij}^{K}$: K. karar vericinin w_i ölçütünün w_j ölçütüne kıyasla ne derece önemli olduğuna verdiği değer.

İkili karşılaştırmalar matrisini kullanarak ölçüt ağırlıklarını bulmak için mertebe analizi yöntemi kullanılacaktır.

Mertebe Analizi:

Bu bölümde bulanık AHP uygulamalarında kullanılan mertebe analizi yöntemi anlatılacaktır.

Chang'ın (1992) mertebe analizi şu adımlardan oluşmaktadır:

Her ölçüt için mertebe analizi uygulanır ve bu analiz değerleri eşitlik (4.15)'teki gibi gösterilir:

$$M_{gi}^{1}, M_{gi}^{2}, ..., M_{gi}^{m}, \quad i = 1,\ 2,\ ...,\ n \tag{4.15}$$

M_{gi}^{j} $(j = 1, 2, ..., m)$: Üçgensel bulanık sayılar.

(1): i. hedef için bulanık yapay mertebe değeri şöyle tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=!}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \tag{4.16}$$

$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ ifadesini elde etmek için aşağıdaki gibi bir matris için *m* adet mertebe analizi değerinin bulanık toplama işlemine tabi tutulması gerekir:

$$\sum_{j=!}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j, \right) \tag{4.17}$$

$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=!}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ ifadesini elde etmek için M_{gi}^{j} (j = 1, 2, …, m) değerlerini bulanık toplama işlemine tabi tutmak gerekir:

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i, \sum_{i=1}^{n} m_i, \sum_{i=1}^{n} u_i \right) \tag{4.18}$$

Son olarak eşitlik …'nin tersi alınır:

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \right) \tag{4.19}$$

(2) : $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olasılık derecesi şöyle tanımlanır:

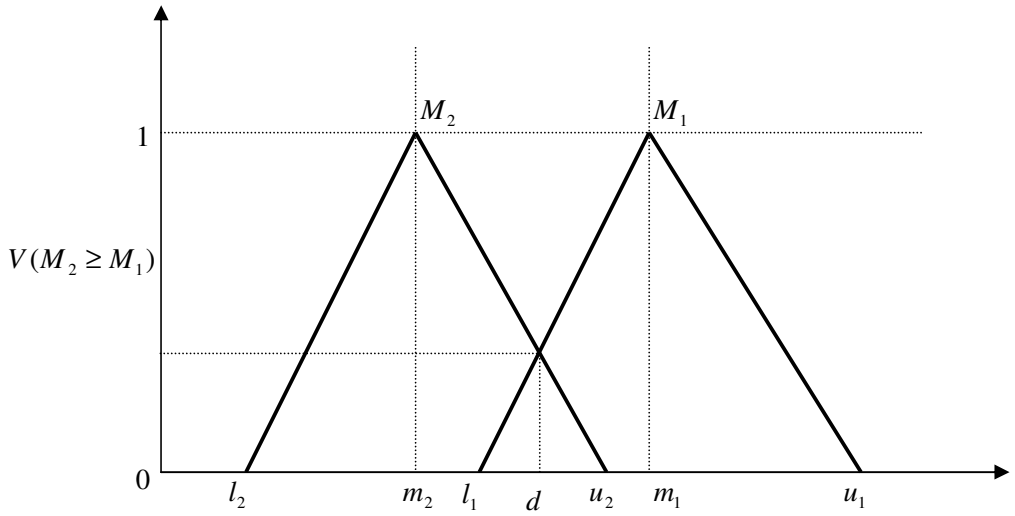
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{M1}(x), \mu_{M2}(y)) \right] \tag{4.20}$$

ve şöyle ifade edilebilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M2}(d)$$

$$= \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - u_1)}, & diger \end{cases} \tag{4.21}$$

d: μ_{M1} ve μ_{M2} arasındaki en yüksek kesişme noktası D'nin ordinatı. (Şekil 4.3)



Şekil 4.3: İki üçgensel bulanık sayının kesişimi (Kahraman ve diğ., 2003)

M_1 ve M_2 değerlerinin kıyaslanabilmesi için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerine ihtiyaç vardır.

(3): Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin *k* adet konveks bulanık sayılar M_i $(i = 1,\ 2,\ ...,\ k)$'lerden büyük olması şöyle tanımlanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, ..., M_k) = V\left[(M \geq M_1)\ ve\ (M \geq M_2)\ ve\ ...\ ve\ (M \geq M_k)\right]$$
$$= \min V(M \geq M_i),\quad i = 1, 2, ..., k. \tag{4.22}$$

$k = 1, 2, \ldots, n;\ k \neq i$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olduğu zaman ağırlık vektörü şu hali alır:

$$W' = (d'(A_1), d(A_2), ..., d(A_n))^T \tag{4.23}$$

A_i $(i = 1,2,...,n)$ n elemandan oluşmaktadır.

(4): Normalleştirme sonrasında ağırlık vektörleri şu hale gelir:

$$W = (d(A_1), d(A_2), ..., d(A_n))^T \tag{4.24}$$

Burada *W*, bulanık bir sayı değildir.

3. Adım: Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması.

Uzmanlardan öğrenilen değerler $\pm\%10$ mertebesinde bulanıklaştırma yapılarak üçgensel bulanık sayılar haline getirilir ve değerlendirme matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \tag{4.25}$$

$\tilde{x}_{ij}$: j. seçeneğinin i. ölçüt için aldığı değer.

Klasik TOPSIS'te kullanılan karmaşık normalleştirme yöntemi yerine doğrusal ölçek dönüşümü kullanılacaktır.

$$\begin{aligned} \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_{ij}}{c_i^*}, \frac{b_{ij}}{c_i^*}, \frac{c_{ij}}{c_i^*} \right), \quad i \in B; \\ \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_i^-}{c_{ij}}, \frac{a_i^-}{b_{ij}}, \frac{a_i^-}{a_{ij}} \right), \quad i \in C; \end{aligned} \tag{4.26}$$

$$\begin{aligned} c_i^* &= \max_j c_{ij}, \quad i \in B; \\ a_i^- &= \min_j a_{ij}, \quad i \in C. \end{aligned} \tag{4.27}$$

B kümesi fayda ölçütleri kümesi, C kümesi ise maliyet ölçütleri kümesidir.

$\tilde{r}_{ij}$ değerlerinin hesaplanmasıyla birlikte normalleştirilmiş bulanık karar matrisi ($\tilde{\mathbf{R}}$) hazır hale gelecektir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{mxn} \tag{4.28}$$

4. Adım: Ağırlıklandırılmış karar matrisinin oluşturulması.

$$\begin{aligned} &\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{mxn}, \quad i = 1,2,...,m, \quad j = 1,2,...,n \\ &\tilde{v}_{ij} = w_j \otimes \tilde{r}_{ij} \end{aligned} \tag{4.29}$$

$\tilde{V}$ matrisi, ağırlıklandırılmış karar matrisidir. $\tilde{V}$ matrisini oluşturan $\tilde{v}_{ij}$ elemanları normalleştirilmiş üçgensel bulanık sayılardır ve bu elemanların değeri [0,1] aralığındadır.

5. Adım: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, ..., \tilde{v}_n^*),$$
$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, ..., \tilde{v}_n^-). \tag{4.30}$$

$\tilde{v}_{ij}$ elemanları [0,1] aralığında değiştiğinden $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ olacaktır. (j = 1,2,…,n).

6. Adım: Seçeneklerin pozitif ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümlerden uzaklıklarının hesaplanması.

$$d_i^* = \sum_{j=!}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, ..., m,$$
$$d_i^- = \sum_{j=!}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, ..., m, \tag{4.31}$$

$d(\cdot,\cdot)$: İki bulanık sayı arasındaki uzaklık.

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$, $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ üçgensel bulanık sayılar ve $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ bu iki sayı arasındaki uzaklık olmak üzere iki üçgensel bulanık sayı arasındaki uzaklık şöyle tanımlanmıştır:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2\right]} \tag{4.32}$$

7. Adım: Yakınlık katsayılarının hesaplanması.

Seçeneklerin sıralanabilmesi için yakınlık katsayılarına ihtiyaç duyulur. Her seçenek için bu katsayı hesaplanmalıdır.

$$YK_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, ..., m. \tag{4.33}$$

Bir seçeneğin katsayısı 1'e ne kadar yakınsa, o seçenek pozitif ideal çözüm A^*'a daha yakın ve negatif ideal çözüm A^-'a da daha uzaktır.

8. Adım: Yakınlık katsayısına göre seçeneklerin sıralanması.

5. BELEDİYELER İÇİN PERFORMANS ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI

Burada, önceki bölümde, performans ölçümü için önerilen yöntemlerin uygulaması yapılacaktır.

İlk olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin idealliğe ne kadar yakın olduğu araştırılacaktır.

İkinci bölümde ise İstanbul sınırları içindeki ilçe belediyeleri arasında bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak performans kıyaslaması yapılacaktır.

5.1 İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Performansı Ve Duyarlılığı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)'nin idealliğe yakınlığını ölçeceğimiz bu yöntemde kullanacağımız ölçütlerin büyük kısmı T.C. İçişleri Bakanlığı, Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak sürdürülen BEPER (Belediyelerde Performans Ölçümü Projesi)'den alınmıştır. (BEPER, 2006)

BEPER'in resmi internet sitesinden alınan veriler, uzmanlarla görüşmeler yapılarak incelenmiş ve Tablo 5.1'deki ölçütlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo 5.1: Performans ölçümünde kullanılacak ölçütler

Ölçüt	**Türü**
Personel gideri	*Mali*
Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus	*Hizmet*
Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider dengesi)	*Kamu servisleri ekonomisi*
Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı	*İdari ve mali verimlilik*
Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli sayısı	*Belediye personeli verimliliği*
Kamuya açık yeşil alan miktarı	*Çevre koruma*
Su kayıpları oranı	*Altyapı*
Atık su toplama oranı	*Altyapı*
Katı atık bertarafı	*Altyapı*

BEPER'den alınan ölçütlerin gerçekleşen değerleri 2004 yılı için mevcuttur ve bu değerler kullanılacaktır. Diğer ölçütlerin gerçekleşen değerleri de uzmanlardan alınan

bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir. İdeal değerler de benzer şekilde BEPER'de mevcutsa oradan, değilse uzmanların görüşlerine göre belirlenecektir.

Sonuç itibarıyla ölçütlerin ideal değerleri ve gerçekleşen değerleri şu şekilde ortaya çıkmıştır:

Tablo 5.2: Ölçütlerin ideal ve gerçekleşen değerleri

Ölçüt	Açıklama	İdeal Değer	Gerçekleşen Değer
Personel gideri (PG)	%'lik değer	(9, 10, 11)	(12, 12, 12)
Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN)	%'lik değer	(90, 92, 94)	(85, 85, 85)
Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG)	%'lik değer	(100, 110, 120)	(95, 95, 95)
Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)	%'lik değer	(95,96,97)	(89, 89, 89)
Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)	adet	(0,3, 0,3, 0,3)	(0,2, 0,2, 0,2)
Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)	m^2	(6, 7, 8)	(3,5, 4, 4)
Su kayıpları oranı (SKO)	%'lik değer	(5, 6, 7)	(30, 32, 34)
Atık su toplama oranı (ATO)	%'lik değer	(95, 98, 100)	(100, 100, 100)
Katı atık bertarafı (KAB)	%'lik değer	(96, 98, 100)	(70, 71, 72)

Tablo 5.2'deki verilerin normalleştirilmesi ile Tablo 5.3 elde edilir.

Tablo 5.3: Normalleştirilmiş karar tablosu

Ölçüt	İdeal Değer	Gerçekleşen Değer
Personel gideri (PG)	(1, 0,9, 0,81)	(0,75, 0,75, 0,75)
Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN)	(0,95, 0,98, 1)	(0,9, 0,9, 0,9)
Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG)	(0,83, 0,91, 1)	(0,79, 0,79, 0,79)
Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)	(0,98, 0,99, 1)	(0,92, 0,92, 0,92)
Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)	(0,79, 0,9, 1)	(0,52, 0,52, 0,52)
Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)	(0,75, 0,87, 1)	(0,44, 0,5, 0,5)
Su kayıpları oranı (SKO)	(0,71, 0,83, 1)	(0,15, 0,16, 0,17)
Atık su toplama oranı (ATO)	(0,95, 0,98, 1)	(1, 1, 1)
Katı atık bertarafı (KAB)	(0,96, 0,98, 1)	(0,7, 0,71, 0,72)

Ağırlıkların belirlenebilmesi için uzmanlara Ek A'daki anket uygulanmıştır. Ankette 9-puanlı ölçeklendirme sistemi kullanılmıştır. Ölçütler arasında ikili karşılaştırma yapılabilmesini sağlayan anket neticesinde ortaya çıkan ikili karşılaştırmalar matrisi şöyledir:

Tablo 5.4: Ölçütlerin ikili karşılaştırmalar değerlendirmesi

	PG	GYN	SGG	STO	İP	YAM	SKO	ATO	KAB
PG	1	1/5	2	1/2	1/7	1/8	1/6	1/7	1/8
GYN	5	1	4	5	1/3	1/4	1/2	1/2	1/3
SGG	1/2	1/4	1	3	1/7	1/7	1/3	1/6	1/7
STO	2	1/5	1/3	1	1/6	1/7	1/4	1/7	1/8
İP	7	3	7	6	1	3	5	2	2
YAM	8	4	7	7	1/3	1	2	1/2	1/3
SKO	6	2	3	4	1/5	1/2	1	3	1/2
ATO	7	2	6	7	4	2	1/3	1	1/2
KAB	8	3	7	8	1/2	3	2	2	1

Elde ettiğimiz bu ikili karşılaştırmalar matrisinin her satırının geometrik ortalamasını alıp sütun toplamına bölerek normalleştirmemiz gerekmektedir.

Tablo 5.5: Ölçüt ağırlıklarını hesaplama tablosu

	Geometrik Ortalama	**Ağırlık**
PG	$\sqrt[9]{(1\times 1/5\times 2\times 1/2\times 1/7\times 1/8\times 1/6\times 1/7\times 1/8)} = 0{,}28$	$(0{,}28/12{,}78) = 0{,}022$
GYN	$\sqrt[9]{(5\times 1\times 4\times 5\times 1/3\times 1/4\times 1/2\times 1/2\times 1/3)} = 0{,}96$	$(0{,}96/12{,}78) = 0{,}075$
SGG	$\sqrt[9]{(1/2\times 1/4\times 1\times 3\times 1/7\times 1/7\times 1/3\times 1/6\times 1/7)} = 0{,}34$	$(0{,}34/12{,}78) = 0{,}027$
STO	$\sqrt[9]{(2\times 1/5\times 1/3\times 1\times 1/6\times 1/7\times 1/4\times 1/7\times 1/8)} = 0{,}29$	$(0{,}29/12{,}78) = 0{,}023$
İP	$\sqrt[9]{(7\times 3\times 7\times 6\times 1\times 3\times 5\times 2\times 2)} = 3{,}35$	$(3{,}35/12{,}78) = 0{,}26$
YAM	$\sqrt[9]{(8\times 4\times 7\times 7\times 1/3\times 1\times 2\times 1/2\times 1/3)} = 1{,}77$	$(1{,}77/12{,}78) = 0{,}138$
SKO	$\sqrt[9]{(6\times 2\times 3\times 4\times 1/5\times 1/2\times 1\times 3\times 1/2)} = 1{,}4$	$(1{,}4/12{,}78) = 0{,}11$
ATO	$\sqrt[9]{(7\times 2\times 6\times 7\times 4\times 2\times 1/3\times 1\times 1/2)} = 1{,}66$	$(1{,}66/12{,}78) = 0{,}13$
KAB	$\sqrt[9]{(8\times 3\times 7\times 8\times 1/2\times 3\times 2\times 2\times 1)} = 2{,}71$	$(2{,}71/12{,}78) = 0{,}212$
Toplam	**12,78**	

Ağırlıkları hesaplamada kullandığımız ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını anlamak için tutarlılık oranını (TO) hesaplamamız gereklidir.

Bilindiği gibi tutarlılık oranını hesaplamadan önce tutarlılık göstergesini (TG) hesaplamak gereklidir.

$$TG = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \tag{5.1}$$

TG : Tutarlılık göstergesi.

λ_{maks} : En büyük özdeğer.

n : Matrisin derecesi.

λ_{maks}'ı hesaplayabilmek için ikili karşılaştırmalar matrisinin ağırlıklar matrisi ile çarpılması ve çıkan matrisin her elemanının sırayla ağırlık matrisindeki elemanlara bölünmesiyle elde edilen matrisin aritmetik ortalamasının alınması gereklidir.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,2 & 2 & 0,5 & 0,14 & 0,13 & 0,17 & 0,14 & 0,13 \\ 5 & 1 & 4 & 5 & 0,33 & 0,25 & 0,5 & 0,5 & 0,33 \\ 0,5 & 0,25 & 1 & 3 & 0,14 & 0,14 & 0,33 & 0,17 & 0,14 \\ 2 & 0,2 & 0,33 & 1 & 0,17 & 0.14 & 0.25 & 0.14 & 0.13 \\ 7 & 3 & 7 & 6 & 1 & 3 & 5 & 2 & 2 \\ 8 & 4 & 7 & 7 & 0,33 & 1 & 2 & 0,5 & 0,33 \\ 6 & 2 & 3 & 4 & 0,2 & 0,5 & 1 & 3 & 0,5 \\ 7 & 2 & 6 & 7 & 0,5 & 2 & 0,33 & 1 & 0,5 \\ 8 & 3 & 7 & 8 & 0,5 & 3 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,022 \\ 0,075 \\ 0,026 \\ 0,022 \\ 0,26 \\ 0,138 \\ 0,11 \\ 0,13 \\ 0,212 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,219 \\ 0,717 \\ 0,27 \\ 0,226 \\ 2,615 \\ 1,402 \\ 1,180 \\ 1,303 \\ 2,008 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{maks} = \frac{\frac{0,219}{0,022} + \frac{0,717}{0,075} + \frac{0,27}{0,026} + \frac{0,226}{0,022} + \frac{2,615}{0,26} + \frac{1,402}{0,138} + \frac{1,180}{0,11} + \frac{1,303}{0,13} + \frac{2,008}{0,212}}{9} = 10,002$$

$$TG = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} = \frac{10,002 - 9}{9-1} = 0,125$$

Uygulamamızdaki ağırlık matrisinin derecesi 9 için rastgele indeks 1,45'tir. Buna göre tutarlılık oranı,

$$TO = \frac{0,125}{1,45} = 0,086$$

olarak karşımıza çıkar. Bu oran 0,01'den küçük olduğu için ağırlıkları hesaplarken yaptığımız ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu kabul edilir.

Şimdiki adım, ölçütlerin ideal değerleri ile gerçekleşen değerleri arasındaki uzaklığın ölçülmesidir.

(4.32) eşitliğine göre hesaplanan uzaklıklar şu şekildedir:

Tablo 5.6: İdeal değerlere uzaklık tablosu

Ölçüt	İdeal Değer	Gerçekleşen Değer	Bulanık Sayılara Bağlı Uzaklık
Personel gideri (PG)	(1, 0,9, 0,82)	(0,75, 0,75, 0,75)	0,173
Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN)	(0,95, 0,98, 1)	(0,9, 0,9, 0,9)	0,076
Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG)	(0,83, 0,91, 1)	(0,79, 0,79, 0,79)	0,142
Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)	(0,98, 0,99, 1)	(0,92, 0,92, 0,92)	0,073
Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)	(0,79, 0,9, 1)	(0,52, 0,52, 0,52)	0,378
Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)	(0,75, 0,87, 1)	(0,44, 0,5, 0,5)	0,403
Su kayıpları oranı (SKO)	(0,71, 0,83, 1)	(0,15, 0,16, 0,17)	0,701
Atık su toplama oranı (ATO)	(0,95, 0,98, 1)	(1, 1, 1)	0,031
Katı atık bertarafı (KAB)	(0,96, 0,98, 1)	(0,7, 0,71, 0,72)	0,27

Yukarıdaki tabloda birinci gösterge için uzaklık şöyle hesaplanmıştır:

$$d(\tilde{r}_1^{\,k}, \tilde{r}_1^{\,g}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}75-1)^2 + (0{,}75-0{,}9)^2 + (0{,}75-0{,}82)^2\right]} = 0{,}173$$

Ölçütleri ideal değerleri ile gerçekleşen değerleri arasındaki uzaklıklar, ağırlıklarla çarpıldıktan sonra toplam alınarak ağırlıklandırılmış toplam puan elde edilir:

$$V = \sum_{i=1}^{n} w_i d(\tilde{r}_i^{\,k}, \tilde{r}_i^{\,g}) = (0{,}022\times 0{,}173) + (0{,}075\times 0{,}076) + (0{,}027\times 0{,}142) + (0{,}023\times 0{,}073)$$
$$+ (0{,}26\times 0{,}378) + (0{,}138\times 0{,}403) + (0{,}11\times 0{,}701) + (0{,}13\times 0{,}031) + (0{,}212\times 0{,}27) = 0{,}309$$

Yukarıdaki eşitliğin sonucuna göre İBB'nin değerlendirmede kullandığımız dokuz ölçüt çerçevesinde ideal bir belediyeye uzaklığı 0,309'dir. Bu uzaklık sıfıra ne kadar yakın olursa idealliğe de o kadar yaklaşılmış olunacaktır.

Ölçütlerin ağırlıkları dikkate alındığında "Katı Atık Bertarafı" ölçütündeki iyileştirmeler ağırlıklandırılmış toplam puanda önemli bir etki yapacaktır. Örneğin "Katı atık bertarafı" ölçütünün şu anki gerçekleşen değeri de (70, 71, 72) olarak görülmektedir. Bu değerleri (80, 82, 84) yaptığımızı varsayalım. O zaman ağırlıklandırılmış toplam puan şu şekilde olacaktır:

$$V = \sum_{i=1}^{n} w_i d(\tilde{r}_i^{\,k}, \tilde{r}_i^{\,g}) = (0{,}022 \times 0{,}173) + (0{,}075 \times 0{,}076) + (0{,}027 \times 0{,}142) + (0{,}023 \times 0{,}073)$$
$$+ (0{,}26 \times 0{,}378) + (0{,}138 \times 0{,}403) + (0{,}11 \times 0{,}701) + (0{,}13 \times 0{,}031) + (0{,}212 \times 0{,}16) = 0{,}285$$

Görüldüğü gibi yaptığımız değişikliklerden sonra toplam skor 0,309'dan 0,285'e inmiştir. Bunun yanında ölçütlerin ideal değerleri ile gerçekleşen değerler arasındaki uzaklıklara baktığımızda, en büyük değerin "Su kayıpları oranı" ölçüdünde bulunduğunu görürüz. Bu ölçüt için yapılacak bir iyileştirme de toplam skorda önemli bir etki yapabilecektir. Örnekle göstermek istersek, şu anki gerçekleşen değer olan (30, 32, 34) yerine (18, 20, 22) iyileştirmesi yapar ve biraz önce yaptığımız iyileştirmeyi de dikkate alırsak toplam skor şöyle olacaktır:

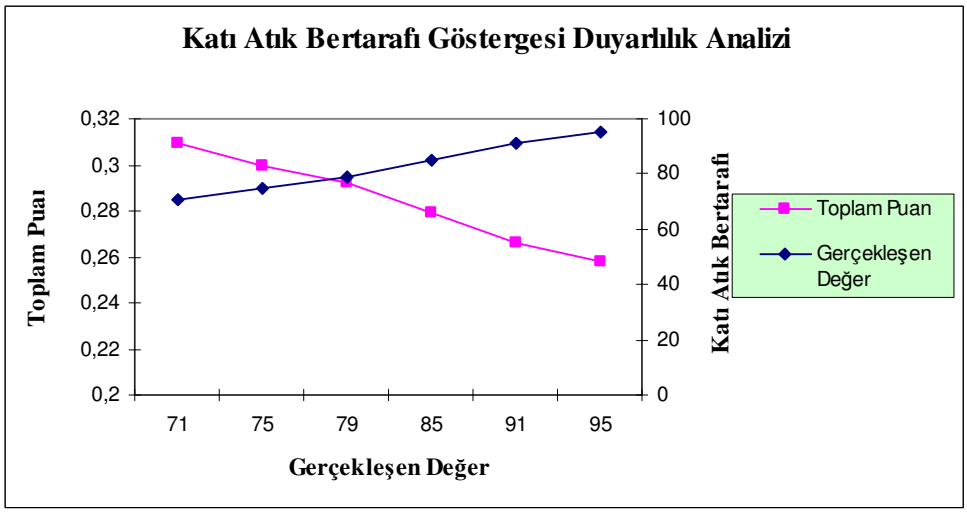
$$V = \sum_{i=1}^{n} w_i d(\tilde{r}_i^{\,k}, \tilde{r}_i^{\,g}) = (0{,}022 \times 0{,}173) + (0{,}075 \times 0{,}076) + (0{,}027 \times 0{,}142) + (0{,}023 \times 0{,}073)$$
$$+ (0{,}26 \times 0{,}378) + (0{,}138 \times 0{,}403) + (0{,}11 \times 0{,}605) + (0{,}13 \times 0{,}031) + (0{,}212 \times 0{,}16) = 0{,}275$$

Bu iyileştirme ile biraz önce elde ettiğimiz 0,285'lik puan, 0,275 olmuştur.

Yaptığımız analizleri grafiklerle anlatmaya çalışalım. Aşağıdaki tablolarda, belirtilen ölçütlerin belli oranlardaki değişimlerine göre bulanık sayılara bağlı uzaklıkların nasıl değiştikleri, grafiklerde de ölçütlerdeki ve uzaklıklardaki değişikler görülebilmektedir.

Tablo 5.7: Katı atık bertarafı duyarlılık tablosu

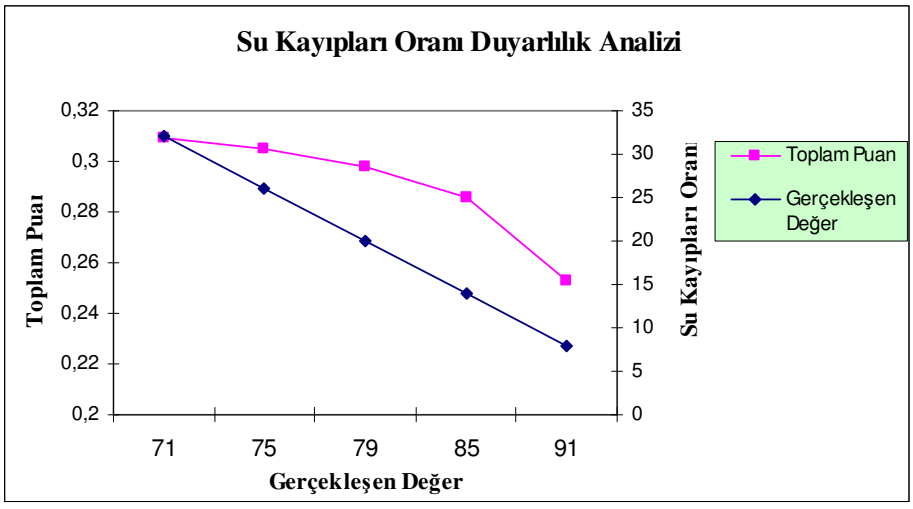
Katı Atık Bertarafı Gerçekleşmeleri	Bulanık Sayılara Bağlı Uzaklıklar
(70, 71, 72)	0,309
(74, 75, 76)	0,3
(78, 79, 80)	0,292
(84, 85, 86)	0,279
(90, 91, 92)	0,266
(94, 95, 96)	0,258



Şekil 5.1: Katı atık bertarafı duyarlılık analizi grafiği

Tablo 5.8: Su kayıpları oranı duyarlılık tablosu

Su Kayıpları Oranı Gerçekleşmeleri	Bulanık Sayılara Bağlı Uzaklıklar
(30, 32, 34)	0,309
(24, 26, 28)	0,305
(18, 20, 22)	0,298
(12, 14, 16)	0,286
(6, 8, 10)	0,253



Şekil 5.2: Su kayıpları oranı duyarlılık analizi grafiği

5.2 İstanbul Sınırları İçindeki İlçe Belediyeleri Performans Kıyaslaması

Bu bölümde İstanbul il sınırları içindeki belediyelerden Bakırköy, Bayrampaşa, Kadıköy, Şişli, Ümraniye ve Üsküdar belediyelerinin performans kıyaslaması yapılacaktır.

Kıyaslamada kullanılacak göstergeler BEPER'in çalışmalarından seçilmiştir. Seçilen göstergelerin belediyelerin ellerinde olmayan sebeplerden dolayı başarılı veya başarısız oldukları göstergeler değil de kendi çalışmaları neticesinde sonuca ulaşabildikleri göstergeler olmasına özen gösterilmiştir. Mesela coğrafi yapıları nedeniyle Kadıköy ve Ümraniye'deki "Kamuya Açık Yeşil Alan Miktarı" değerleri diğer ilçelere göre yüksek çıkmaktadır. Diğer ilçe belediyeleri bu konuda çok büyük başarı gösterseler de Kadıköy ve Ümraniye değerlerine yaklaşmaları çok zordur.

Uygulamada kullanılacak ölçütler Tablo 5.9'daki gibi belirlenmiştir:

Tablo 5.9: İlçe belediyeleri performans kıyaslamasında kullanılacak ölçütler

Katı atık toplanılması faktörü	Katı atık toplama kalitesini yüzde olarak gösterir. Başarı puanı katı atığın poşet ile toplanması durumunda 0,5 faktörü ile azaltılmakta, ikincil katı atıkların ayrıştırılarak toplanması durumunda ise 2 faktörü ile artırılmaktadır.
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri	Eğitim, Kültür, Spor ve Tanıtma hizmetleri giderlerinin, toplam gider içindeki payını gösterir. (%)
İç gelir yaratma kapasitesi	Kesin hesap kayıtlarına göre; merkezi hükümetçe aktarılan kaynağın dışında, belediye tarafından yaratılan gelirlerin, toplam gelire oranıdır. Yüksek olması başarılı bir performans anlamını taşımaktadır.
İtfaiye	1.000 kişiye düşen itfaiye personelini gösterir.
Yönetim giderleri	Genel idari ve destek hizmetleri giderlerinin, toplam gider içindeki payını gösterir (%).
İdari personel	1.000 kişiye düşen belediye idari personel sayısını gösterir. Düşük değerin daha iyi olduğu kabul edilmektedir.
Çevre koruma göstergesi	Su kayıpları, atıksu toplama ve arıtma, yağmur suyu toplama, katı atık toplama ve bertarafı olarak 6 faktörün ortalamasına göre hesaplanmış ortak bir göstergedir.
Yönetsel etkinlik	Katı atık toplama, su ve kanalizasyon hizmetleri mali etkinliği (tahakkuk ve tahsilat oranları) ile bilgisayarlaşma oranının ortalamasına göre hesaplanan ortak bir göstergedir.

Şimdiki adım, ölçütlerin iki karşılaştırmalarını yaparak ağırlıklarını bulmaktır. Karar vericilerle yapılan Ek B'deki anket sonucunda ortaya çıkan ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 5.10'daki gibidir.

$$S_{KATF} = (7{,}17, 9{,}67, 12{,}5) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}081, 0{,}14,\ 0{,}231)$$

$$S_{EKHG} = (5{,}73, 6{,}83, 8{,}67) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}065, 0{,}099,\ 0{,}160)$$

$$S_{İGYK} = (6{,}9, 8{,}33, 11{,}17) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}078, 0{,}120,\ 0{,}206)$$

$$S_{İ} = (9{,}5, 12{,}99, 16{,}50) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}107, 0{,}188,\ 0{,}304)$$

$$S_{YG} = (5{,}17, 7{,}00, 8{,}00) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}058, 0{,}101,\ 0{,}148)$$

$$S_{İP} = (5{,}07, 6{,}23, 7{,}67) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}057, 0{,}090,\ 0{,}141)$$

$$S_{ÇKG} = (8{,}49, 10{,}67, 13{,}99) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}096, 0{,}154,\ 0{,}258)$$

$$S_{YE} = (6{,}17, 7{,}5, 10{,}00) \otimes (1/88{,}5, 1/69{,}2, 1/54{,}2) = (0{,}070, 0{,}108,\ 0{,}185)$$

Bu vektörleri ve (4.21) eşitliğini kullanarak şu değerleri elde ederiz:

$V(S_{KATF} \geq S_{EKHG}) = 1$	$V(S_{EKHG} \geq S_{KATF}) = 0{,}658$	$V(S_{İGYK} \geq S_{KATF}) = 0{,}866$
$V(S_{KATF} \geq S_{İGYK}) = 1$	$V(S_{EKHG} \geq S_{İGYK}) = 0{,}791$	$V(S_{İGYK} \geq S_{EKHG}) = 1$
$V(S_{KATF} \geq S_{İ}) = 0{,}72$	$V(S_{EKHG} \geq S_{İ}) = 0{,}372$	$V(S_{İGYK} \geq S_{İ}) = 0{,}595$
$V(S_{KATF} \geq S_{YG}) = 1$	$V(S_{EKHG} \geq S_{YG}) = 0{,}977$	$V(S_{İGYK} \geq S_{YG}) = 1$
$V(S_{KATF} \geq S_{İP}) = 1$	$V(S_{EKHG} \geq S_{İP}) = 1$	$V(S_{İGYK} \geq S_{İP}) = 1$
$V(S_{KATF} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}904$	$V(S_{EKHG} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}537$	$V(S_{İGYK} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}766$
$V(S_{KATF} \geq S_{YE}) = 1$	$V(S_{EKHG} \geq S_{YE}) = 0{,}904$	$V(S_{İGYK} \geq S_{YE}) = 1$

$V(S_{İ} \geq S_{KATF}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{KATF}) = 0{,}633$	$V(S_{İP} \geq S_{KATF}) = 0{,}549$
$V(S_{İ} \geq S_{EKHG}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{EKHG}) = 1$	$V(S_{İP} \geq S_{EKHG}) = 0{,}898$
$V(S_{İ} \geq S_{İGYK}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{İGYK}) = 0{,}783$	$V(S_{İP} \geq S_{İGYK}) = 0{,}677$
$V(S_{İ} \geq S_{YG}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{İ}) = 0{,}318$	$V(S_{İP} \geq S_{İ}) = 0{,}159$
$V(S_{İ} \geq S_{İP}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{İP}) = 1$	$V(S_{İP} \geq S_{YG}) = 0{,}882$
$V(S_{İ} \geq S_{ÇKG}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}494$	$V(S_{İP} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}416$
$V(S_{İ} \geq S_{YE}) = 1$	$V(S_{YG} \geq S_{YE}) = 0{,}915$	$V(S_{İP} \geq S_{YE}) = 0{,}797$

Tablo 5.10: Ölçütlerin bulanık ikili karşılaştırmalar matrisi

	Katı atık toplanılması faktörü (KATF)	Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG)	İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)	İtfaiye (İ)	Yönetim Giderleri (YG)	İdari personel (İP)	Çevre koruma göstergesi (ÇKG)	Yönetsel etkinlik (YE)
Katı atık toplanılması faktörü (KATF)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 1)
İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)
İtfaiye (İ)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2, 5/2, 3)	(1, 3/2, 2)	(1, 3/2, 2)
Yönetim giderleri (YG)	(2/3, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)
İdari personel (İP)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1/3, 2/5, 1/2)	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(2/3, 1, 1)
Çevre koruma göstergesi (ÇKG)	(1, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
Yönetsel etkinlik (YE)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 3/2)	(2/3, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 3/2, 2)	(1, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)

$V(S_{ÇKG} \geq S_{KATF}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{KATF}) = 0{,}768$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{EKHG}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{EKHG}) = 1$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{İGYK}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{İGYK}) = 0{,}899$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{İ}) = 0{,}818$ $V(S_{YE} \geq S_{İ}) = 0{,}493$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{YG}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{YG}) = 1$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{İP}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{İP}) = 1$

$V(S_{ÇKG} \geq S_{YE}) = 1$ $V(S_{YE} \geq S_{ÇKG}) = 0{,}66$

Bu değerler ve (4.21)-(4.22) eşitlikleri kullanılarak W' vektörü hesaplandıktan sonra normalleştirme yapılır ve ağırlık vektörü W elde edilir.

$$W' = (0{,}72, 0{,}37, 0{,}59, 1, 0{,}32, 0{,}26, 0{,}82, 0{,}49)^{\mathrm{T}}$$

$$W = (0{,}16, 0{,}08, 0{,}13, 0{,}22, 0{,}07, 0{,}06, 0{,}18, 0{,}11)^{\mathrm{T}}$$

Böylece ölçüt ağırlıkları hesaplanmış olur:

$w_{KATF} = 0{,}16$

$w_{EKHG} = 0{,}08$

$w_{İGYK} = 0{,}13$

$w_{İ} = 0{,}22$

$w_{YG} = 0{,}07$

$w_{İP} = 0{,}06$

$w_{ÇKG} = 0{,}18$

$w_{YE} = 0{,}11$

Normalleştirilmiş karar matrisini oluşturabilmek için BEPER sitesinden alınan veriler kullanılacaktır (Tablo 5.11). Bu veriler kesin değerler olduğundan $\pm\%10$ mertebesinde bulanıklaştırma yapılacaktır (Tablo 5.12).

Tablo 5.11 : İlçe belediyeleri verileri (BEPER)

	Açıklama	**Bakırköy**	**Bayrampaşa**	**Kadıköy**	**Şişli**	**Ümraniye**	**Üsküdar**
Katı atık toplanılması faktörü		79	49	68	80	70	50,36
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri	%'lik değer	0,03	2,88	1,67	2,29	5,56	2,4
İç gelir yaratma kapasitesi	%'lik değer	73,14	40,48	49,47	69,47	33,12	55,39
1.000 kişiye düşen itfaiye personeli	adet	0,06	0,09	0,24	0,1	0,2	0,19
Yönetim giderleri	%'lik değer	18,15	27,43	16,41	32,55	16,92	21,17
İdari personel	adet	0,57	1,03	1,14	2,2	1,18	0,99
Çevre koruma göstergesi		43,92	38,92	42,08	44,08	42,42	39,14
Yönetsel etkinlik		29,92	29,67	38,58	30,6	61,51	31,33

Tablo 5.12 : İlçe belediyeleri verilerinin bulanıklaştırılmış hali

	Bakırköy	**Bayrampaşa**	**Kadıköy**
Katı atık toplanılması faktörü	(71,1, 79, 86,9)	(44,1, 49, 53,9)	(61,2, 68, 74,8)
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri	(0,027, 0,03, 0,033)	(2,59, 2,88, 3,17)	(1,5, 1,67, 1,84)
İç gelir yaratma kapasitesi	(65,83, 73,14, 80,45)	(36,43, 40,48, 44,53)	(44,5, 49,47, 54,4)
1.000 kişiye düşen itfaiye personeli	(0,054, 0,06, 0,66)	(0,081, 0,09, 0,1)	(0,22, 0,24, 0,26)
Yönetim giderleri	(16,33, 18,15, 19,96)	(24,69, 27,43, 30,17)	(14,77, 16,4, 18,05)
İdari personel	(0,51, 0,57, 0,63)	(0,93, 1,03, 1,133)	(1,03, 1,14, 1,25)
Çevre koruma göstergesi	(39,53, 43,92, 48,3)	(35,03, 38,92, 42,81)	(37,87, 42,08, 46,23)
Yönetsel etkinlik	(26,93, 29,92, 32,9)	(26,7, 29,67, 32,64)	(34,7, 38,6, 42,4)
	Şişli	**Ümraniye**	**Üsküdar**
Katı atık toplanılması faktörü	(72, 80, 88)	(63, 70, 77)	(45,3, 50,36, 55,34)
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri	(2,06, 2,3, 2,53)	(5, 5,56, 6,1)	(2,16, 2,4, 2,64)
İç gelir yaratma kapasitesi	(62,5, 69,47, 76,42)	(29,8, 33,12, 36,4)	(49,85, 55,4, 60,93)
1.000 kişiye düşen itfaiye personeli	(0,09, 0,1, 0,11)	(0,18, 0,2, 0,22)	(0,17, 0,19, 0,21)
Yönetim giderleri	(29,3, 32,55, 35,8)	(15,23, 16,92, 18,6)	(19,05, 21,17, 23,3)
İdari personel	(1,98, 2,2, 2,42)	(1,06, 1,18, 1,23)	(0,89, 0,99, 1,09)
Çevre koruma göstergesi	(39,67, 44,08, 48,5)	(38,2, 42,42, 46,66)	(35,23, 39,14, 43,05)
Yönetsel etkinlik	(27,54, 30,6, 33,66)	(55,36, 61,51, 67,66)	(28,2, 31,33, 34,46)

Şimdiki adım, doğrusal ölçek yöntemiyle yukarıdaki değerleri normalleştirmektir.

Uygulamamızda kullandığımız ölçütlerden yalnızca "Yönetim Giderleri" ve "İdari Personel" ölçütlerinin düşük değer alması performansa olumlu etki yapacaktır. Diğer ölçütlerde yüksek değer olması daha önemlidir.

(4.26) ve (4.27) eşitlikleri kullanılarak yapılan doğrusal ölçekleme yoluyla normalleştirme işlemi sonucunda normalleştirilmiş karar matrisi elde edilir (Tablo 5.13) ve ölçüt ağırlıklarıyla çarpılarak normalleştirilmiş ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi elde edilir (Tablo 5.14).

Tablo 5.13: Normalleştirilmiş bulanık karar matrisi

	Bakırköy	**Bayrampaşa**	**Kadıköy**	**Şişli**	**Ümraniye**	**Üsküdar**
Katı atık toplanılması faktörü (KATF)	(0,8, 0,9, 0,99)	(0,5, 0,56, 0,61)	(0,7, 0,77, 0,85)	(0,82, 0,9, 1)	(0,72, 0,79, 0,87)	(0,51, 0,57, 0,63)
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG)	(0,004, 0,005, 0,006)	(0,42, 0,47, 0,52)	(0,246, 0,27, 0,3)	(0,34, 0,38, 0,42)	(0,82, 0,91, 1)	(0,35, 0,39, 0,43)
İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)	(0,82, 0,91, 1)	(0,45, 0,5, 0,55)	(0,55, 0,61, 0,67)	(0,78, 0,86, 0,95)	(0,37, 0,41, 0,45)	(0,62, 0,69, 0,76)
İtfaiye (İ)	(0,2, 0,23, 0,26)	(0,31, 0,35, 0,39)	(0,84, 0,92, 1)	(0,34, 0,38, 0,42)	(0,69, 0,77, 0,85)	(0,65, 0,73, 0,81)
Yönetim giderleri (YG)	(0,73, 0,81, 0,89)	(0,49, 0,54, 0,59)	(0,81, 0,9, 1)	(0,41, 0,45, 0,5)	(0,79, 0,87, 0,97)	(0,63, 0,7, 0,77)
İdari personel (İP)	(0,8, 0,9, 1)	(0,45, 0,49, 0,54)	(0,4, 0,45, 0,5)	(0,21, 0,23, 0,26)	(0,41, 0,43, 0,48)	(0,47, 0,51, 0,57)
Çevre koruma göstergesi (ÇKG)	(0,81, 0,9, 0,99)	(0,72, 0,8, 0,88)	(0,78, 0,87, 0,95)	(0,82, 0,90, 1)	(0,79, 0,87, 0,96)	(0,72, 0,8, 0,89)
Yönetsel etkinlik (YE)	(0,4, 0,44, 0,48)	(0,39, 0,44, 0,48)	(0,51, 0,57, 0,63)	(0,4, 0,45, 0,5)	(0,82, 0,9, 1)	(0,42, 0,46, 0,51)

Tablo 5.14: Normalleştirilmiş ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi

	Bakırköy	**Bayrampaşa**	**Kadıköy**	**Şişli**	**Ümraniye**	**Üsküdar**
Katı atık toplanılması faktörü (KATF)	(0,126, 0,142, 0,156)	(0,079, 0,088, 0,096)	(0,110, 0,121, 0,134)	(0,129, 0,142, 0,157)	(0,113, 0,124, 0,137)	(0,08, 0,09, 0,099)
Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG)	(0, 0, 0)	(0,034, 0,038, 0,042)	(0,020, 0,022, 0,024)	(0,028, 0,031, 0,034)	(0,067, 0,074, 0,081)	(0,028, 0,032, 0,035)
İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)	(0,107, 0,118, 0,130)	(0,059, 0,065, 0,072)	(0,072, 0,079, 0,087)	(0,101, 0,112, 0,124)	(0,048, 0,053, 0,059)	(0,081, 0,090, 0,099)
İtfaiye (İ)	(0,044, 0,05, 0,057)	(0,068, 0,077, 0,085)	(0,184, 0,201, 0,219)	(0,074, 0,083, 0,092)	(0,151, 0,168, 0,186)	(0,142, 0,160, 0,177)
Yönetim giderleri (YG)	(0,051, 0,056, 0,062)	(0,034, 0,037, 0,041)	(0,056, 0,062, 0,069)	(0,028, 0,031, 0,035)	(0,055, 0,06, 0,067)	(0,044, 0,049, 0,053)
İdari personel (İP)	(0,045, 0,051, 0,057)	(0,025, 0,028, 0,031)	(0,023, 0,025, 0,028)	(0,012, 0,013, 0,015)	(0,023, 0,024, 0,027)	(0,027, 0,029, 0,032)
Çevre koruma göstergesi (ÇKG)	(0,145, 0,161, 0,177)	(0,129, 0,143, 0,157)	(0,139, 0,156, 0,170)	(0,147, 0,161, 0,179)	(0,141, 0,156, 0,172)	(0,129, 0,143, 0,159)
Yönetsel etkinlik (YE)	(0,043, 0,047, 0,052)	(0,042, 0,047, 0,052)	(0,055, 0,061, 0,068)	(0,043, 0,049, 0,054)	(0,088, 0,097, 0,108)	(0,045, 0,05, 0,055)

Pozitif ideal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümlerden uzaklıklar Tablo 5.15'teki gibi elde edilmiştir:

Tablo 5.15: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlere uzaklıklar tablosu

	$\sum d^*$	$\sum d^-$
Bakırköy	7,375	0,628
Bayrampaşa	7,472	0,525
Kadıköy	7,272	0,731
Şişli	7,376	0,626
Ümraniye	7,24	0,763
Üsküdar	7,3578	0,644

$A^* = [(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1)]$ ve

$A^- = [(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0)]$ olduğu dikkate alınırsa Bakırköy ilçesinin pozitif ideal çözüm A^*'ya uzaklığı $d^*(\tilde{B},\tilde{A}^*)$ aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$d^*(\tilde{B},\tilde{A}^*) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}126)^2+(1-0{,}142)^2+(1-0{,}156)^2\right]}+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0)^2+(1-0)^2+(1-0)^2\right]}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}107)^2+(1-0{,}118)^2+(1-0{,}130)^2\right]}+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}044)^2+(1-0{,}050)^2+(1-0{,}057)^2\right]}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}051)^2+(1-0{,}056)^2+(1-0{,}062)^2\right]}+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}045)^2+(1-0{,}051)^2+(1-0{,}057)^2\right]}$$
$$+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}145)^2+(1-0{,}161)^2+(1-0{,}177)^2\right]}+\sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0{,}043)^2+(1-0{,}047)^2+(1-0{,}052)^2\right]}$$
$$= 7{,}375$$

Şimdiki adım seçeneklerin yakınlık katsayılarının (YK) hesaplanmasıdır. Bu hesaplama yapılırken eşitlik (4.33) kullanılacaktır. Bu katsayılar Tablo 5.16'daki gibi ortaya çıkmaktadır.

$$YK_{B.köy} = \frac{0,628}{7,375 + 0,628} = 0,0785 \qquad YK_{B.paşa} = \frac{0,525}{7,472 + 0,525} = 0,0656$$

$$YK_{K.köy} = \frac{0,731}{7,272 + 0,731} = 0,0913 \qquad YK_{Şişli} = \frac{0,626}{7,376 + 0,626} = 0,0782$$

$$YK_{Ümraniye} = \frac{0,763}{7,24 + 0,763} = 0,0953 \qquad YK_{Üsküdar} = \frac{0,644}{7,3578 + 0,644} = 0,0805$$

Tablo 5.16: İlçelerin yakınlık katsayıları

	YK
Bakırköy	0,0785
Bayrampaşa	0,0656
Kadıköy	0,0913
Şişli	0,0782
Ümraniye	0,0953
Üsküdar	0,0805

Yakınlık katsayıları dikkate alınarak sıralama yapıldığında performans sıralaması şu şekilde olacaktır:

Ümraniye > Kadıköy > Üsküdar > Bakırköy > Şişli > Bayrampaşa

Değerlendirmede dikkate alınan ölçütler, BEPER'den alınan veriler ve uzmanların ağırlık değerlendirmeleri çerçevesinde yaptığımız bu uygulamada Ümraniye performansı en yüksek, Bayrampaşa ise performansı en düşük belediye olarak ortaya çıkmıştır.

6. SONUÇLAR

Her geçen gün, kamu reformu çerçevesinde belediyelerin yetkileri ve sorumlulukları artmaktadır. Bu yetki devri, doğal olarak bazı endişeleri de beraberinde getirmektedir. "Acaba belediyeler bu sorumlulukların altından kalkabilecekler mi?", "Belediyelere daha fazla kaynak aktarılması ve daha fazla yetkiyle beraber iç gelir üretme kapasitesinin de artması ile birlikte artan gelirler acaba verimli bir şekilde kullanılabilecek mi?" vb. daha birçok soru zihinleri meşgul etmektedir.

Politik bir süreç sonucunda işbaşına gelen belediyeler sadece kendi seçmenlerini değil şehirde yaşayan bütün vatandaşların memnuniyetini göz önünde bulundurmak zorundadırlar. Sunulan hizmetlerin vatandaşları ne ölçüde memnun ettiğinin ölçebilmenin yolu performans ölçümünden geçmektedir. Bütün bunlar düşünüldüğünde, performans ölçümünün demokrasiye de katkısı olduğu düşünülebilir.

Sadece halkın görüşleriyle değerlendirme yapan modellerin gerçeği yansıtmayacağı düşünülerek bu çalışmada objektif değerlendirme yapabilecek modeller üzerinde durulmuştur. Önerilen modeller matematiksel modeller olmasının yanında kesin verileri kullanmaktadırlar.

İlk modelde uzmanlarla yapılan mülakatlar neticesinde ideallik için bir civar veya aralık içindeki değerler verildiğinden bulanık sayılar ile çalışılmıştır. Bu sayede daha gerçekçi sonuçlar elde edilmiştir.

Önerilen model, kıyaslama yapılmadığı için genel performans açısından anlamsız olduğu şeklinde eleştirilebilir. Oysa bu modelin güçlü yönü hangi ölçütlerin, idealliğe olan mesafeyi daha çok etkilediğini ortaya koymasıdır. Uygulamanın sonunda yapılan duyarlılık analizleri ile görülmektedir ki bulanık ideal değerine uzaklığı fazla olan ölçütlerin duyarlılığı diğerlerine göre daha fazladır. Bu ölçütlerde yapılacak iyileştirmeler, genel performansı, idealliğe yakınlığı artıracaktır.

İkinci modelde performans kıyaslaması üzerinde durulmuştur. Bazı bilim adamlarına göre kıyaslama yapmak performans değerlendirmesini daha anlamlı kılar. Bu uygulamada da kullanılan ölçütlerin gerçekleşen değerleri de kesin olmadığından bulanıklaştırma işlemi yapılarak daha sağlıklı sonuçlar elde etmeye yardımcı olacak olan bulanık sayılarla çalışılmıştır. Bu modelde kullanılan ölçütler, BEPER'in verileri arasından seçilmiştir. Seçilen bu verilerin karşılaştırma yapılan belediyelerin hepsinde mevcut ve mantıklı veriler olmalarına dikkat edilmiştir.

Uygulamalarda kullanılan ölçütler vatandaşın görüşlerine yer vermemektedir. Halbuki sadece girdi/çıktı, üretim vb. ölçütlerle performans değerlendirmesi yapmak pek doğru olmayacaktır. Vatandaşın hizmetlerden duyduğu memnuniyeti ve belediye yönetimine duyduğu güveni ölçecek göstergelerin de kullanılması halinde model daha sağlıklı sonuçlar verebilecektir.

Performans ölçüm sürecinde karşılaşılan sorunlar; istenilen verileri elde edememek, hizmetlerin gelişmesi neticesinde göstergelerin yenilenmemesi, denetlenen kişilerin sisteme inanmamaları sebebiyle performans ölçüm sürecinde kendilerine düşen görevlere hassasiyet göstermemeleri, hesap vermekten çekinen kişi veya kurumların doğru bilgi vermekten kaçınmaları gibi özetlenebilir.

Sistemin doğru işleyebilmesi için doğru veriler elde edilebilmesi en önemli basamaktır. Sistemin kurumsal bir yapıya oturması ve hatta gerektiğinde konuyla ilgili kanuni düzenlemelere gidilmesi daha sağlıklı ölçümlerin yapılabilmesini sağlayacaktır. Ayrıca bütün bu çalışmalar süresince üst yönetimin kararlılığı da olmazsa olmaz kurallardandır.

KAYNAKLAR

Adaman, F., Çarkoğlu A., Eliçin, Y. ve Falay, N., 2000**.** Türkiye'de Belediye Performans Ölçümüne ve Halkın Belediyelerden Beklentilerine İlişkin Öncalışma. *TESEV Yayınları.*

Ateş, N. Y., 2005. Sivil Toplum Kuruluşlarında Performans Değerlendirme. *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BEPER, 2006. İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü, Belediyelerde Performans Ölçümü Projesi. *www.beper.gov.tr*

Besen, F. B., 1994. Performans yönetim sistemi ve veri zarflama analizi'nin sağlık sektöründe uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Buckley, J. J., Eslami, E. And Feuring, T., 2002. Fuzzy Mathematics in Economics and Engineering. *Physica-Verlag.*

Canada, J. R. and Sullivan W. G., 1989. Economic and Multiattribute Evaluation of Advanced Manufacturing Systems. *Prentice Hall College Div.*

Chang, D.-Y., 1992. Extent Analysis and Synthetic Decision. *Optimization Techniques and Applications, Vol.* **1**. *World Scientific, Singapore,* 352.

Chen, C.-T., 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems.* **114,** 1-9.

Doumpos, M. and Zopounidis, C., 2002. Multicriteria decision aid classification methods. *Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.*

Ertekin, Ö. ve Erkut G., 2003. Yerel yönetimler için karar sürecinde şehirsel performans değerlendirmesi. *İTÜ Dergisi,* Cilt 2, Sayı **1**, 69-76.

Falay, N., 2000. Yerel Yönetimler ve Performans Denetimi. *TESEV Yayınları.*

Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T., 2004. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi. C. Ü. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, **2.**

Hatry, Harry P., 1969. Criteria for evaluation in planning state and local programs. *Program Budgeting and Benefit-Cost Analysis* (Eds: Hinrichs ve Taylor). California. Goodyear**.**

İnan, E. A., 2000. Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılık Dergisi,* **34**.

Kahraman, C., Cebeci, U. and Ruan, D., 2003. Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, **87**, 171-184.

MPMP, 2006**.** Belediye Performans Ölçüm Projesi (Municipal Performance Measurement Program (MPMP). Ontario eyaleti resmi web sitesi. http://www.mah.gov.on.ca . Kanada.

Özok, A. F., 2004. "Engineering Mathematics" ders notları. *İTÜ İşletme Fakültesi.*

Ross, T. J., 1995. Fuzzy logic with engineering applications. *New York : McGraw-Hill.*

Saaty, T. L., 1980. The Analytical Hierarchial Process. *New York: Wiley.*

Sayıştay, 2001. Sayıştaylar Tarafından Gerçekleştirilen Performans Denetimleri ve Türk Sayıştayı Uygulaması. *Sayıştay Yayınları*. Ankara.

Sayıştay, 2002. Yönetim ve Hesap Verme Sorumluluğu Amaçları Bakımından Performans Bilgisi. *Avustralya Tazmanya Eyaleti Sayıştayı Yayınları*.

Sayıştay, 2004**.** Performans Esaslı Bütçeleme Rehberi. *Sayıştay Yayınları.*

Teitz, M. B., 1969. Cost effectiveness: a systems approach to analysis of urban services. *Significant Papers on P.B. Book II*. Ankara, BMKGM.

Wang, Y.-M., and Elhag, T. M. S., 2005. Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems* with Applications. **xx,** 1-11.

Yeh, C.-H., Deng, H. and Chang, Y.-H., 2000. Fuzzy multicriteria analysis for performance evaluation of bus companies. *European Journal of Operational Research.* **126.** 459-473.

Yolalan, R. 1993. İşletmelerarası göreli etkinlik ölçümü. *Milli Prodüktivite Merkezi,* Ankara.

Yoon, K. P. and Hwang, C.-L., 1995. Multiple attribute decision making: An introduction . *Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences*, 7-104.

Yurdakul, M. ve İç, Y. T., 2003. Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemi Kullanılan Bir Örnek Çalışma. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt **18,** No:1, 1-8. Ankara.

Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets. *Inform and Control.* **8,** 338-353.

EKLER

EK A – ÖLÇÜTLERİN AĞIRLIKLARININ HESAPLANABİLMESİ İÇİN YAPILAN İKİLİ KARŞILAŞTIRMALARIN ANKET FORMU

Aşağıdaki soruların cevaplarını soruların altındaki tabloda hangi ölçüt daha önemliyse, o ölçütün bulunduğu taraftaki kutucuğa önem derecesine göre işaretleyiniz.

Sorular:

S1: *Personel gideri (PG), Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S2: *Personel gideri (PG), Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S3: *Personel gideri (PG), Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S4: *Personel gideri (PG), Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S5: *Personel gideri (PG), Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S6: *Personel gideri (PG), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S7: *Personel gideri (PG), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S8: *Personel gideri (PG), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S9: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S10: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S11: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S12: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S13: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S14: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S15: *Gaz dağıtım şebekesinden yararlanan nüfus (GYN), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S16: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG), Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S17: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG), Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S18: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S19: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S20: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S21: *Su ve kanalizasyon hizmeti (Gelir-Gider) (SGG), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S22: *Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO), Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S23: *Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO), Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S24: *Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S25: *Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S26: *Su ve atık su gelirleri tahsilat oranı (STO), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S27: *Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP), Katı Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S28: *Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S29: *Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S30: *Her 1.000 kişiye düşen itfaiye personeli (İP), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S31: *Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM), Su kayıpları oranı (SKO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S32: *Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S33: *Kamuya açık yeşil alan miktarı (YAM), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S34: *Su kayıpları oranı (SKO), Atık su toplama oranı (ATO)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S35: *Su kayıpları oranı (SKO), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S36: *Atık su toplama oranı (ATO), Katı atık bertarafı (KAB)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

Sorular	Ölçütler	Bir ölçütün diğerine göre önem derecesi																	
		Aşırı derecede önemli		Çok kuvvetli derecede önemli		Kuvvetlice önemli		Orta derecede önemli		Eşit derecede önemli		Orta derecede önemli		Kuvvetlice önemli		Çok kuvvetli derecede önemli		Aşırı derecede önemli	Ölçütler
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
S1	PG																		GYN
S2	PG																		SGG
S3	PG																		STO
S4	PG																		İP
S5	PG																		YAM
S6	PG																		SKO
S7	PG																		ATO
S8	PG																		KAB

Sorular	Ölçütler	Bir ölçütün diğerine göre önem derecesi																	Ölçütler
		Aşırı derecede önemli		Çok kuvvetli derecede önemli		Kuvvetlice önemli		Orta derecede önemli		Eşit derecede önemli		Orta derecede önemli		Kuvvetlice önemli		Çok kuvvetli derecede önemli		Aşırı derecede önemli	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
S9	GYN																		SGG
S10	GYN																		STO
S11	GYN																		İP
S12	GYN																		YAM
S13	GYN																		SKO
S14	GYN																		ATO
S15	GYN																		KAB
S16	SGG																		STO
S17	SGG																		İP
S18	SGG																		YAM
S19	SGG																		SKO
S20	SGG																		ATO
S21	SGG																		KAB
S22	STO																		İP
S23	STO																		YAM
S24	STO																		SKO
S25	STO																		ATO
S26	STO																		KAB
S27	İP																		YAM
S28	İP																		SKO
S29	İP																		ATO
S30	İP																		KAB
S31	YAM																		SKO
S32	YAM																		ATO
S33	YAM																		KAB
S34	SKO																		ATO
S35	SKO																		KAB
S36	ATO																		KAB

EK B - ÖLÇÜTLERİN AĞIRLIKLARININ HESAPLANABİLMESİ İÇİN YAPILAN BULANIK İKİLİ KARŞILAŞTIRMALARIN ANKET FORMU

Aşağıdaki soruların cevaplarını soruların altındaki tabloda hangi ölçüt daha önemliyse, o ölçütün bulunduğu taraftaki kutucuğa önem derecesine göre işaretleyiniz.

Sorular:

S1: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S2: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S3: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), İtfaiye (İ)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S4: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), Yönetim giderleri (YG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S5: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), İdari personel (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S6: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S7: *Katı atık toplanılması faktörü (KATF), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S8: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S9: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), İtfaiye (İ)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S10: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), Yönetim giderleri (YG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S11: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), İdari personel (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S12: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S13: *Eğitim, kültür ve halkla ilişkiler gideri (EKHG), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S14: *İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK), İtfaiye (İ)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S15: *İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK), Yönetim giderleri (YG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S16: *İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK), İdari personel (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S17: *İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S18: *İç gelir üretme kapasitesi (İGÜK), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S19: *İtfaiye (İ), Yönetim giderleri (YG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S20: *İtfaiye (İ), İdari personel (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S21: *İtfaiye (İ), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S22: *İtfaiye (İ), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S23: *Yönetim giderleri (YG), İdari personel (İP)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S24: *Yönetim giderleri (YG), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S25: *Yönetim giderleri (YG), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S26: *İdari personel (İP), Çevre koruma göstergesi (ÇKG)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S27: *İdari personel (İP), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

S28: *Çevre koruma göstergesi (ÇKG), Yönetsel etkinlik (YE)* ile karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

Sorular	Ölçütler	Bir Ölçütün Diğerine Göre Önem Derecesi											Ölçütler
		Tamamıyla önemli (5/2, 3, 3)	Çok fazla önemli (2, 5/2, 3)	Fazla derecede önemli (3/2, 2, 5/2)	Orta derecede önemli (1, 3/2, 2)	Biraz daha önemli (1, 1, 3/2)	Eşit derecede önemli (1, 1, 1)	Biraz daha önemli (1, 1, 3/2)	Orta derecede önemli (1, 3/2, 2)	Fazla derecede önemli (3/2, 2, 5/2)	Çok fazla önemli (2, 5/2, 3)	Tamamıyla önemli (5/2, 3, 3)	
S1	KATF												EKHG
S2	KATF												İGÜK
S3	KATF												İ
S4	KATF												YG
S5	KATF												İP
S6	KATF												ÇKG
S7	KATF												YE
S8	EKHG												İGÜK
S9	EKHG												İ
S10	EKHG												YG
S11	EKHG												İP
S12	EKHG												ÇKG
S13	EKHG												YE
S14	İGÜK												İ
S15	İGÜK												YG
S16	İGÜK												İP
S17	İGÜK												ÇKG
S18	İGÜK												YE
S19	İ												YG
S20	İ												İP
S21	İ												ÇKG
S22	İ												YE
S23	YG												İP
S24	YG												ÇKG
S25	YG												YE
S26	İP												ÇKG
S27	İP												YE
S28	ÇKG												YE

ÖZGEÇMİŞ

Emre Alioğlu, 1979 yılında İstanbul'da doğmuştur. İlköğretim ve lise eğitimini İstanbul'da tamamlamıştır. 50. Yıl Tahran Lisesi'nden mezun olduğu 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Matematik Mühendisliği bölümünü kazanmış ve 2000 yılında mezun olmuştur. Askerlik görevini Ağustos 2001 – Aralık 2002 tarihleri arasında Dz. K.K.'da yedek subay olarak tamamladıktan sonra 2003 yılında İTÜ, Savunma Teknolojileri anabilim dalı Strateji Geliştirme Teknolojileri yüksek lisans programına kabul edilmiştir. 2002 yılından beri İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nde çalışmaktadır. Evlidir.