T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI ŞEHİR ENDEKS MODELİNİN KURGULANMASI VE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İRDELENMESİ

Fatih KAFALI

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı

Danışman

Prof. Dr. Fatih GÜLGEN

Temmuz, 2023

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI ŞEHİR ENDEKS MODELİNİN KURGULANMASI VE UYGULANABİLİRLİĞİNİN İRDELENMESİ

Fatih KAFALI tarafından hazırlanan tez çalışması 17.07.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatih GÜLGEN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Fatih GÜLGEN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Ali Melih BAŞARANER, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Naci YASTIKLI, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Serdar BİLGİ, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Fatih GÜLGEN sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Akıllı Şehir Endeks Modelinin Kurgulanması ve Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Fatih KAFALI

İmza

Aileme
vefat eden Annem ve
Doktorayı tamamlamamı çok isteyen
kayınpederim Emin Kuruç'a

TEŞEKKÜR

Doktora süreci boyunca akademik ve manevi desteklerini üzerimden esirgemeyen ve tüm bu süreci benim için kolaylaştıran kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Fatih GÜLGEN'e teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme süresi boyunca, tez izleme komitemde bulunarak çalışmamın ilerlemesinde teknik desteklerini esirgemeyen en az danışman hocam kadar desteklerini üzerimde hissettiğim Prof. Dr. Ali Melih BAŞARANER ve Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU hocalarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tez savunma sınavı sürecine katılımlarından dolayı Prof. Dr. Naci YASTIKLI ve Doç. Dr. Serdar BİLGİ hocalarıma teşekkür ederim. Doktora tezimin temelini oluşturan makaleyi hazırlamamda desteklerini esirgemeyen Orhan KARADEMİROĞLU ve tezin son günlerinde bana teknik destek veren Buse BOSTANCI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim. Doktora süresi boyunca Akademik çalışma konusunda sürekli beni destekleyen ve teşvik eden, merhum kayınpederime, kardeşlerimi ve beni bugünlere getiren babama ve doktora sürecimde vefat eden sevgili anneme teşekkürlerimi borç bilirim. Son olarak bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aile üyelerime, eşim Esra KURUÇ KAFALI ve biricik kızlarım Ayşe Lina KAFALI ve Zeynep Esila KAFALI'ya şükranlarımı sunarım.

Fatih KAFALI

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

TABLO LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

1 GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti . . . 2

1.1.1 Şehirlerin İhtiyaç ve Gereksinimleri . . . 4

1.1.2 Akıllı Şehir Tanımı ve Tarihsel Gelişimi . . . 6

1.1.3 Akıllı Şehir Fonksiyonel Alanları . . . 9

1.1.4 Akıllı Etkinleştiricileri . . . 15

1.1.5 Akıllı Şehir Paydaşları . . . 18

1.1.6 Akıllı Şehir Standartları . . . 20

1.1.7 Karar Destek Araçları (KDA) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri . . . 23

1.2 Tezin Amacı . . . 26

1.3 Hipotez . . . 27

2 AKILLI ŞEHİR DEĞERLENDİRME MODELLERİ 28

2.1 Akıllı Şehir Olgunluk Modeli . . . 28

2.2 Akıllı Şehir Endeksleri . . . 30

2.2.1 Endeks Amaçları, Ortaya Çıkışı ve Gelişimi . . . 32

2.2.2 Endeks İnşa Etme Yöntemleri . . . 32

2.2.3 Kavramsal Çerçevenin Geliştirilmesi . . . 36

2.2.4 Fonksiyonel Alan, Odak Alanı ve Göstergelerin Belirlenmesi 38

2.2.5 Şehirlerin Seçimi . . . 55

2.2.6 Verilerin Toplanması ve İşlenmesi . . . 55

2.2.7 Kayıp Verilerin İmputasyonu 56
2.2.8 Verilerin Normalleştirilmesi 57
2.2.9 Ağırlıklandırma ve Birleştirme 58
2.2.10 Duyarlılık Analizleri 60
2.2.11 Endeks Sonuçlarının Sunulması 61
2.3 Endeks İnşasında Açık Verinin Önemi 61

3 AKILLI ŞEHİR ENDEKS MODELİNİN KURGULANMASI 64
3.1 Mevcut Akıllı Şehir Çalışmalarının İncelenmesi 64
3.2 Endekslenecek Şehirlere Karar Verilmesi 65
3.3 Endeks Modelinin Oluşturulması 67
3.4 Gösterge Verilerinin Toplanması ve Veri Kaynakları 70
3.5 Normalizasyon 71
3.6 Katsayı Hesaplama Yöntemleri ve Endeksin Hesaplanması 71
3.6.1 Geometrik Toplam Yöntemi 72
3.6.2 Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi 74
3.6.3 Bulanık Mantık Yöntemi 76
3.6.4 En İyi-En Kötü Yöntemi 78

4 ENDEKS SONUÇLARI VE ÖNERİLEN KATSAYI 81

5 SONUÇ 86

KAYNAKÇA 89

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 102

SİMGE LİSTESİ

A	Karşılaştırma Çifti
CR	Tutarlılık Oranı
W	Normalize Edilmiş Ağırlık Vektörü
λ_max	A Matrisinin Maksimum Öz Değeri
a_ij	i ve j Değerleri Arasındaki Sayısal Karşılaştırma
ξ	Ayırt Edici veya Belirleme Katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BSI	British Standards Institution
BM	Birleşmiş Milletler
CMMI	Capabitity Management Maturity Index
EIB	European Investment Bank
ESIF	European Structural and Investment Funds
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GİA	Gri İlişkisel Analiz
GODI	The Global Open Data Index
İK	İnsan Kaynakları
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
ITU	International Telecommunication Union
KÖİ	Kamu-Özel İş birliği
MAR	Missing At Random
MCAR	Missing Completely at Random
MNAR	Missing Data Not At Random
MMSSC	Maturity Model for Smart Sustainable Communities
ODI	Open Data Institute
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
SCW	Smart Cities Wheel
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
UA	Uncertainty Analysis
UN	United Nations

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Frost & Sullivan'a göre akıllı şehir fonksiyonel alanları [30] . . . 10
Şekil 1.2 Akıllı şehir faktörleri ve karakteristikleri [32] 10
Şekil 1.3 Akıllı Kentler Çarkı[34] 11
Şekil 1.4 BSI akıllı şehir standartlar çerçevesi [68] 22
Şekil 1.5 Akıllı şehir standartlarında BSI servisleri [68] 22
Şekil 4.1 Şehirlerin yöntemlere göre aldıkları puanlar 83
Şekil 4.2 Şehirlerin yöntemlere göre endeks sıralaması 84

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Akıllı şehir kilometre taşları [23] 7
Tablo 2.1 Akıllı şehir kilometre taşları [115] 33
Tablo 2.2 Akıllı şehir fonksiyonel alanları [122]. 38
Tablo 2.3 Ekonomi, odak alanları ve göstergeleri 40
Tablo 2.4 İnsan, odak alanları ve göstergeleri [123] 43
Tablo 2.5 Yönetişim, odak alanları ve göstergeleri [123] 44
Tablo 2.6 Çevre, odak alanları ve göstergeleri [123] 46
Tablo 2.7 Yaşam, odak alanları ve göstergeleri [123] 49
Tablo 2.8 Yaşam, odak alanları ve göstergeleri [123] 50
Tablo 2.9 Ulaşım ve hareketlilik, odak alanları ve göstergeleri [123] 51
Tablo 2.10 Veri, odak alanları ve göstergeleri [123] 53
Tablo 2.11 Normalleştirme Yöntemleri[115] 58
Tablo 3.1 Akıllı şehir endeksi oluşturmada kullanılan referans çalışmalar . 65
Tablo 3.2 Endeks çalışmasında yer alan şehirler ve endeks sıralamaları . . . 65
Tablo 3.3 GİA ile hesaplanan şehir sıralamaları 67
Tablo 3.4 Çalışmada yer alan gösterge ve fonksiyon alanları 69
Tablo 3.5 Fonksiyon alan geometrik katsayıları 72
Tablo 3.6 Gösterge geometrik katsayıları 73
Tablo 3.7 Fonksiyonel alan AHS ağırlıkları 75
Tablo 3.8 Rastgele tutarlılık indeks değeri [160] 76
Tablo 3.9 Bulanık mantık L, M ve U değerleri 77
Tablo 3.10 Bulanık mantık fonksiyonel alan normalized BNP 77
Tablo 3.11 Bulanık mantık fonksiyonel alan normalized BNP 78
Tablo 3.12 En İyi ve En Kötü Kritere Göre Fonksiyonel Alan Değerleri . . . 79
Tablo 3.13 Tutarlılık indeks değeri 80
Tablo 4.1 Fonksiyonel alan katsayıları 81
Tablo 4.2 Gösterge katsayıları 84

ÖZET

Akıllı Şehir Endeks Modelinin Kurgulanması ve Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi

Fatih KAFALI

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Fatih GÜLGEN

Günümüzde birçok şehir değişen ihtiyaç ve beklentilerin artması ile karşılaştığı sorunlara çözüm bulmak, vatandaşları için daha yaşanılabilir, yaşadıkları çevre için daha sürdürülebilir ve insan hayatını kolaylaştırmak için Akıllı Şehir tartışmalarına ilgi duymakta ve Akıllı Şehir kapsamı içerisinde çalışmalar yürütmektedir. Bu tartışmalar çok yeni ve somut olmamakla birlikte, her şehir kendi ihtiyaçları doğrultusunda Akıllı Şehir çalışmalarına yönelmeye başlamıştır. Akıllı Şehirler konusunda gelişen yöntem ve tekniklerin izlendiği araştırma kurumları bu yönelişi şehirlerin Akıllı Şehir olma yolunda nasıl bir seviyede olduklarını tespit amacıyla şehir endeksleri veya kıyaslama raporları yayınlamaktadır. Yayınlanan endeks ve kıyaslama raporları, hem birbirinden farklı fonksiyonel alan ve göstergeleri kullanmakta hem de farklı yöntemler ile hesaplamalar yapmaktadır. Bu çalışma ile endeks oluşturmada fonksiyonel alan ve göstergelerin belirlenip, hesaplama yöntemlerinde yapılan çalışmaların analiz edilmesi ve ortak bir dil geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, endeks hesaplama sürecinde kullanılacak adımların bir taksonomi içinde sıralanmasıyla başlamıştır. Her bir aşama için toplanacak veriler ve kaynakları açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Akıllı şehir endeksleri olarak mevcutta kullanılan, farklı sektörel uygulama alanlarına değinen ve özel alanlara odaklanan farklı endeksler uluslararası standartlar bu çalışmada referans olarak kullanılmıştır. Kaynak çalışmalardan elde edilen gösterge setleri filtrelenerek çalışmada kullanılacak temel göstergelere karar verilmiştir. Ele alınan şehirler için gösterge değerleri veri kaynaklarından çıkarılarak endeks puanları hesaplanmış ve şehirlerin karşılaştırılması yapılarak analiz edilmiştir. Çalışma

kapsamında 9 fonksiyonel alan belirlenerek, bu alanların etki katsayıları ilgili uzmanların ortak görüşleri sonucunda belirlenmiştir. Gösterge katsayılarının belirlenmesinde başvurulan uzman görüşleri Karar Destek Aracı yaklaşımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Tasarlanan bu endeks kullanılarak dünyanın önde gelen şehirleri sıralanarak ülkemizin en önde gelen metropolü İstanbul'un bunlar arasındaki yeri tespit edilmiştir. Endeks çalışmasında yer alan her fonksiyonel alan ve altında yer alan göstergelerin kapsam içerinde aynı katsayıya sahip olması ile farklı katsayı değerine sahip olmasının şehirlerin endeks içerisindeki puan ve yerini yüksek düzeyli etkilediği görülmektedir. Uzman görüşüne başvuran katsayı hesaplama yöntemlerinin şehirlerin endeks sıralamasındaki yerini ve puanını daha gerçeğe yakın temsil ettiğini söylemek mümkündür. Bu yöntemler içerisinde ise kendi içerisindeki tutarlık katsayısı ile ilgili uzmanların kararlarındaki doğrulaması ile En İyi En Kötü Yöntemi (BWM)'nin endeks çalışmaları kapsamında en tutarlılık gösteren yöntemdir. Çalışma sonucunda, Akıllı Şehir sistemlerinin oluşturulma süreçlerinde endeks oluşturmanın önemi ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehir, fonksiyonel alan, endeks, gösterge, olgunluk modeli, açık veri

ABSTRACT

The Development of the Smart City Index Model and an Examination of its Applicability

Fatih KAFALI

Department of Geomatic Engineering
Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Fatih GÜLGEN

Today, many cities are interested in Smart City discussions and carry out studies within the scope of Smart City in order to find solutions to the problems they face with changing needs and increasing expectations, to make life more livable for their citizens, more sustainable for the environment they live in and to make human life easier. Although these discussions are not very new and concrete, each city has started to turn towards Smart City studies in line with its own needs. Research institutions, which monitor the methods and techniques developed in the field of Smart Cities, publish city indices or benchmarking reports in order to determine how cities are at the level of becoming a Smart City. Published indices and benchmarking reports use different functional areas and indicators and make calculations with different methods. The aim of this study is to determine the functional areas and indicators in index creation, to analyse the studies on calculation methods and to develop a common language. The study started by listing the steps to be used in the index calculation process in a taxonomy. The data to be collected for each step and their sources are clearly presented. Different indices and international standards that are currently used as smart city indices, addressing different sectoral application areas and focusing on specific areas were used as reference in this study. The indicator sets obtained from the source studies were filtered and the basic indicators to be used in the study were decided. Indicator values for the cities were extracted from the data sources, index scores were calculated and analysed by comparing the cities. Within the scope of the study, 9 functional areas were identified and the impact coefficients of these areas were determined as a result of the joint opinions of the

relevant experts. Expert opinions used in determining the indicator coefficients were evaluated using Decision Support Tool approaches. Using this index, the leading cities of the world were ranked and the place of Istanbul, the leading metropolis of our country, among them was determined. It is seen that the fact that each functional area and the indicators under it have the same coefficient within the scope of the index study and that they have different coefficient values have a high level of influence on the score and place of the cities in the index. it is possible to say that the coefficient calculation methods that refer to expert opinion represent the place and score of the cities in the index ranking more realistically. Among these methods, the Best Worst Method (BWM) is the most consistent method within the scope of the index studies with its consistency coefficient within itself and the verification of the decisions of the relevant experts. As a result of the study, the importance of creating an index in the creation processes of Smart City systems has been revealed.

Keywords: Smart City, functional area, index, indicator, maturity model, open data

1
GİRİŞ

Farsça bir kelime olan şehir, nüfusunun çoğu ticaret, sanayi, hizmet veya yönetimle ilgili işlerle uğraşan, genellikle tarımsal etkinliklerin olmadığı yerleşim alanı olarak tanımlanmaktadır [1]. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bir şehir, ticaret ve sanayi, hizmet ve yönetim kavramlarının üzerine inşa edilmiştir. Yani şehir, şehirde yaşayan insanları ve bu insanlara değen her türlü unsuru kapsamaktadır. Günümüzde dünya nüfusunun %55'i şehirlerde yaşamaktadır. 2050 yılı itibariyle bu oranın %68 olması beklenmektedir [2]. Sanayileşme ile kırsal alanlardan kentlere göç başlamış ve göçle birlikte şehirler vatandaşlara daha fazla imkân sağlayan merkezler haline gelmiştir. Hızlı sanayileşmenin bir uzantısı olarak ortaya çıkan hızlı kentleşme, her ne kadar şehirlerin ekonomik büyümesine, kalkınmasına ve yeni fırsatlar yaratılmasına ön ayak olsa da beraberinde sayılamayacak kadar çok sorunun ortaya çıkmasına da sebep olmuştur. Hızlı kentleşme, sosyal eşitsizlik ve gelir dağılımı dengesizliği bunlar arasında sayılabilir. Bu sorunların kaynağında ise plansız kentleşmenin olması ve vatandaş taleplerinin artmasına karşılık kaynakların yetersiz kalması yatmaktadır [2].

Bu tür problemler ile karşılaşan ve vatandaşlarının her türlü ihtiyacına çözüm üretmek isteyen şehirler daha sürdürülebilir bir çevre ile daha yaşanabilir yaşam standartları sunmak için çözüm arayışı içerisine girmiştir. Son yıllarda dünya üzerinde gelişmiş birçok şehir sorunlara akıllı şehir kavramı ile çözüm bulmayı denemiştir. Akıllı şehir, şehirlerin geleceği için statik bir yaklaşım tarif etmek yerine şehirlerin geleneksel olarak kullandıkları yönetim anlayışını dönüştürmeyi hedeflemektedir [3].

Bir şehrin geleneksel yönetim modeli, genellikle kullanıcı ihtiyaçları etrafında inşa edilmeyen ve birlikte işlemeyen dikey silolar şeklinde çalışmaktadır. Akıllı şehirler bu dikey silolar arasında yenilik ve iş birliğini teşvik eden yeni işletim modelleri geliştirmek zorundadır [3] [1]. Buna karşın, dünya üzerinde herkes tarafından kabul gören ve üzerinde hemfikir olunan ortak bir yaklaşım modeli ya da diğer bir ifadeyle

[1] Bölümlerin ve organizasyonların bağımsız hareket ettiği yapılara "Dikey Silolar" denmektedir

akıllı şehir tanımı henüz mevcut değildir. Akıllı şehir genel anlamda şehirde yaşayanların ve ziyaretçilerinin ihtiyaçlarına mümkün olduğunca çabuk cevap verme yeteneği ile ilişkilendirilmiştir [4]. Bu bağlamda, bir şehrin akıllılığı, şehrin tüm kaynaklarını bir araya getirme yeteneğini vurgulayan bir niteliktir [5]. Akıllı şehir kavramını benimseyen karar vericiler, yapılan iyi uygulama örnekleri ile kendi şehirlerinin mevcut durumlarını analiz ederek akıllı şehir bakış açılarını ortaya koymaktadırlar.

Bu araştırma, akıllı şehir değerlendirme modellerini analiz ederek, endekslerin bu modellerin içerisinde tanımlayıcı ve etkili bir yöntem ortaya koyduğunu savunmaktadır. Araştırmanın bölümleri de buna göre tertip edilmiştir. Bütünsel bir bakış açısı ile akıllı şehir süreçlerinin planlanması ve izlenmesi için çok sayıda akıllı şehir fonksiyonel alanları bu bağlamda Bölüm 1'de incelenerek, akıllı şehir modellerinde dikeyde inşa edilen tüm fonksiyonel alanlarını yatay olarak kesen etkinleştiriciler (BİT, İK ve Finans), akıllı şehir olma yolunda katkı sağlayacak tüm paydaşlar ve akıllı şehir standartları derinlikli olarak irdelenmiştir. Akıllı şehir uygulamalarında, şehirlerin olgunluk seviyelerini kıyaslamak amacıyla akıllı şehir değerlendirme modelleri tasarlanmıştır. Bu değerlendirme modelleri, şehirlerin mevcut durumlarını nicel ve nitel değerlendirerek gelişim alanlarının tespit edilmesine ve karar vericilerin şehrin ihtiyaçlarına göre stratejik inisiyatiflerini tasarlamalarına imkân sağlamaktadır. Bölüm 2'de akıllı şehir olgunluk ve endeks modelleri akıllı şehir değerlendirme modelleri olarak ele alınmaktadır. Ayrıca şehirlerin gelişiminde endeks çalışmalarının rolü ve endeks inşa etme yöntemleri ile açık verinin endeks inşasında önemi vurgulanmıştır. Bölüm 3'te ise endeks modelinin kurgusu ve yöntemin detaylı olarak açıklaması yer almaktadır. Akıllı şehir çalışmalarında aktif olarak rol alan 9 uzmanının görüşleri ile endeks çalışmasının modelini oluşturan fonksiyonel alan ve altında yer alan göstergelerin katsayı hesaplamaları ise Bölüm 4'te gerçekleştirilmiştir. Bölüm 5'te ise çalışmanın sonuçları aktarılmıştır.

1.1 Literatür Özeti

Şehir gerek modern çağ öncesi ve gerekse modern çağlarda medeniyetin en önemli sembolü olarak görülmüş ve şehirli insan da medeni insanın yegâne temsilcisi olarak görülmüştür[6]. Şehirler son yıllarda önüne birtakım sıfatlar takılarak anılmaktadır. 'Bağlı şehir', 'sakin şehir'[7], 'yeşil şehir', 'eko şehir' [8], 'sürdürülebilir şehir' [9], 'marka şehir', 'yenilikçi şehir' ve 'dijital şehir' gibi sıfatlar şehirlerin önüne getirilerek şehirler tanımlanmaktadır. Şehir yöneticileri bu kavramları kullanarak şehrin cazibesini arttırmak, yatırım çekmek, turizmi geliştirmek ve istihdamı

sağlayarak işsizliğin önüne geçmeyi hedeflemektedir. Şehir, önüne yerleştirilen bu sıfatlarla hareketlense de bu kavramsallaştırmaların şehri ve içinde yaşayanları bütünlüklü olarak ifade etmemekte ve sorunlara tek başlarına tam ve kalıcı bir çözüm önerisi sunmamaktadırlar. Bu noktada akıllı şehir kavramı yeni ve öne çıkan bir kavramsallaştırma olarak, yenilikçiliği, sürdürülebilirliği ve dijitalliği bir arada barındıran bir değerlendirme sunmaktadır.

Giderek büyüyen şehir ekonomileri, dünya ölçeğinde rekabete yeni bir boyut getirmekte, toplumları ülkelerin değil şehirlerin rekabet ettiği bir dünyaya doğru yönlendirmektedir. Ülkelerin kalkınmasında, gelişme performansı büyük şehirler ve onların çevresinde yaratılan cazibe merkezleri ön plana çıkmaktadır. Büyük şehirler arasında yatırım sermayesi, nitelikli insan kaynağı ve zengin turist çekebilmek potansiyeli olanlar kıyasıya bir yarış içerisindedir. Bu kapsamda bir şehrin bakımlı ve temiz sokaklarının, müzelerinin, tarihi ve turistik yerlerinin yanında sürdürülebilir rekabetsel avantaj için akıllı şehir konsepti de dikkate alınmaktadır.

Yirmi birinci yüzyıl, kentsel yaşamı tercih eden insanların kırsal bölgelerde yaşayan insanları geride bıraktığı bir dönemdir [10]. Geri dönüşü olmayan kentleşme süreciyle birlikte şehirler ve nüfusu on milyondan fazla olan mega kentler daha çok belirginleşmiştir [11]. Dünya genelinde; Birleşmiş Milletler, Dünya Bankası, Dünya Sağlık Örgütü gibi kurumların hazırladığı çeşitli raporlar incelendiğinde dünya üzerinde şehir hayatını etkileyen en önemli konulardan birinin hızlı nüfus artışı olduğu ve bu artışın şehirlerde oluşturduğu etkinin ön plana çıktığı görülmektedir. 2050 yılında dünya nüfusunun 9,7 milyarı bulacağı [12] ve yaklaşık 6,5 milyar insanın şehirlerde yaşayacağı [2] öngörülmektedir. Şehirde yaşam kalitesinin artırılması, daha konforlu ve daha kaliteli bir şehir yaşamının sunulabilmesi için ortaya konulan akıllı şehir konsepti, artık bütün dünyada kabul görmektedir. Akıllı şehirleri tek başına bir konu başlığı altında toplamak mümkün değildir ancak genel konsepti ile değerlendirilecek olursa akıllı şehirler; insan, yaşam, yönetişim, ekonomi, ulaşım ya da hareketlilik, erişilebilirlik, enerji ve altyapı yönetimi, çevre, atık yönetimi ve su yönetimi, güvenlik, eğitim, sağlık ve turizm gibi birçok farklı alanda yapılacak çalışmaları bünyesinde barındırmaktadır. Oldukça geniş bir çerçevede ele alınan akıllı şehir süreci; Dünya'da ve Türkiye'de belediyeciliğin ve şehirleşmenin planlanması konusunda teknoloji hizmetlerinin geliştirilmesini ve geleceğin şehirlerinin tasarlanmasını hedeflemektedir.

Şehirler yalnızca hizmet fonksiyonlarının dijitalleşmesi anlamında değil, aynı zamanda şehrin planlanması, izlenmesi ve analiz edilmesi temelinde daha akıllı hale gelirken yeni ve yenilikçi yönetişim modellerine ihtiyaç duymaktadır [13]. Akıllı şehirler yalnızca sensörlerden, kameralardan, dijital platformlardan veya sistem

mimarilerinden ibaret değildir [14]. Sosyal entegrasyonun zenginleştirilmesi, şehirde teknolojinin kullanımı sayesinde vatandaşların şehir yönetimine daha fazla müdahil olmalarıyla mümkündür.

Akıllı şehir projeleri; insanların yaşam kalitesini geliştiren, yeni iş alanları oluşturan, yeteneği keşfedip elde tutabilen, sürdürülebilir ve adil kamusal alanlar, yaşam alanları ve sosyal hizmetler yaratabildikleri takdirde anlam kazanır. Şehirler inşa edilirken, enerji açısından kendi kendine yeten, insanların yaşam hızında, insan ölçeğinde, verimli sokaklara ve mahallelere sahip, dünyaya bütün olanaklar ile bağlı, en iyi hizmete, en iyi kamusal alana ve en sağlıklı çevreye sahip olmayı hedeflemelidir [14].

Akıllı şehirler üzerine literatüre bakıldığında, şehirlerin ihtiyaçları, buna bağlı olarak yapılan akıllı şehir tanımları, akıllı şehrin fonksiyon alanları, etkinleştiricileri, paydaşları, standartları ve karar destek araçları üzerinde durulduğu görülmektedir. Aşağıda bu başlıklar üzerinde bir literatür değerlendirmesi yapılacaktır.

1.1.1 Şehirlerin İhtiyaç ve Gereksinimleri

Değişimin çok hızla yaşandığı bir dünyada devrim niteliği taşıyan değişimlere kayıtsız kalmak mümkün değildir. Yaşanan değişimlerin başında şehirlerde yaşayan insanların sayısının her geçen gün artması gelir. Artan nüfus hareketleri göç veren ve alan şehirleri daha fazla etkilemektedir. Göç alan bölgelerde kısıtlı doğal kaynaklarla giderek artan nüfusa kaliteli ve sürdürülebilir hizmet ulaştırılmaya çalışılırken; göç veren bölgeler nitelikli insan gücünü koruma ve şehirlerini daha yaşanabilir kılma gayretindedir.

Şehirlerin altyapıları nüfustaki büyümeye aynı ivme ile karşılık veremediğinde şehirler zorlu yaşam alanları haline gelmektedir. Artan motorlu taşıt sayısı hava kirliliğine, yollarda trafik kaynaklı beklemelere ve muazzam bir enerji ihtiyacına yol açar. Göç alan şehirlerde yalıtılmış sosyo-kültürel bölgeler oluşur. Orta ölçekli şehirler ya da metropollerde, farklı bölgeler arasında etkileşimin sağlanması önemli bir zorluk olarak şehir yöneticilerinin önünde durmaktadır. Şehrin bir tarafında hayat kalitesini en üst düzeye ulaştırmaya çalışan insanlar yaşarken, beri tarafta sadece hayatta kalma ve asgari geçim mücadelesi veren insanların yaşaması, şehre kimliğini sorgulatacak düzeyde temel bir problem olarak karşımızda durmaktadır. Şehirlerdeki böylesi gelir dengesizlikleri, toplumsal güvenlik algısını azaltan bir etki oluşturmaktadır.

Günümüzde şehirler bu ve benzeri birçok problemle yüzleşmekte, şehir sakinleri ve ziyaretçileri artan sorunlardan gün geçtikçe daha fazla rahatsızlık duymaktadır [15].

Bu problemlere çözüm üretmeye çalışan şehirlerin mevcut kurum ve kuruluşlarının ve yönetim yapılarının yetkinlik ve kapasiteleri yetersiz kalmakta, üretken vatandaşlar daha iyi bir yaşam kalitesine sahip olmak istemekte ve şehrindeki yenilikçi projelerin bir parçası olmayı talep etmektedir. Aynı zamanda dijital teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte vatandaşların ihtiyaçları da şekil değiştirmektedir. Yüzyıl kadar önce sebiller şehirlerde önemli bir hayrat olarak görülürken günümüzde ücretsiz internet hizmeti neredeyse sebilden daha fazla ihtiyaç olarak görülmektedir. Vatandaşlar şehirde karşılaştıkları sorunları kolayca yetkililere iletip sanal ortamdan kolayca takip edebilmeyi önemsemekte, eğitim ve turizm tercihlerini bu türden hizmetlerin bulunduğu şehirlerden yana kullanmaya eğilimlidir. Şehir yöneticileri ise dışa bağımlılıkların asgariye indirildiği sürdürülebilir ve herkes için yaşanabilir şehirler hayal etmektedirler.

Şehirlerin bugün ve gelecekte karşı karşıya kalacağı problemler ve etkileri aşağıdaki şekilde listelenebilir;

- Nüfus Artışı > İstihdam, konut, beslenme, göç, altyapı
- Küresel İklim Değişikliği > Tarım, afet, altyapı, su, göç, enerji
- Uzun Yaşam Süresi Beklentisi > Sağlık, bakım, istihdam, eğitim
- Kaynakların Azalması > Kirlilik, beslenme, ekonomi
- Kirlilik > Altyapı, su, sağlık, finans
- Artan Enerji Gereksinimi > Kirlilik, finans
- Teknik İşgücü Talebi > Eğitim, istihdam, girişimcilik, yüksek teknoloji
- Artan İletişim İhtiyacı > Finans, altyapı, yüksek teknoloji, güvenlik
- Kırsaldaki Sorunlar > Beslenme, istihdam, konut, göç
- Eskiyen Altyapı > Finans, yüksek teknoloji, istihdam

Şehirler kimliklerini koruyabilmek için bu zorluklara kendi kültür ve medeniyetlerinden kopmadan yenilikçi çözümler üretmek durumundalardır. Şehir yöneticilerinin gelecek vizyonu ve vatandaşların değişen talepleri yenilikçi çözümler üretme adına atılan adımlara yön verir. Şehirlerin gelişmesi için tartışılan sürdürülebilirlik, yaşam kalitesi, rekabet, markalaşma, kapsayıcılık, şeffaflık, katılımcılık ve dijitalleşme gibi farklı kavramları zaman içerisinde kendi bünyesinde toplamayı başaran akıllı şehir yaklaşımını her şehir özel olarak yeniden yorumlamalıdır.

1.1.2 Akıllı Şehir Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

Akıllı şehir kavramı doksanlı yıllarda ortaya çıkmasına karşın henüz herkes tarafından kabul gören ortak bir tanıma kavuşamamıştır [16] [17]. Farklı yaklaşımlara bağlı olarak güdümlenen akıllı şehir kavramsallaştırma çalışmaları günümüzde hala devam etmekte ve bir "kentsel etiketleme" olgusu olarak kabul edilmektedir [18]. Kavram popüler olarak bilinmekle birlikte tüm dünyada farklı isimlerle ve farklı koşullarda kullanıldığından, akıllı yerine diğer alternatif sıfatların getirilmesiyle oluşturulan bir dizi kavramsal varyant kullanılmaktadır [19]. [20] numaralı çalışma akıllı şehri, ekonomi, insan, yönetişim, hareketlilik, çevre ve yaşam alanlarında kendine özgü, bağımsız ve farkındalıklı bireylerin varlıklarının ve faaliyetlerinin akıllı kombinasyonu üzerine kurulmuş bir şehir olarak tanımlamaktadır. Bir diğer görüşe göre de, akıllı şehir, ekonomi, mobilite, yönetişim, insan, yaşam ve çevre gibi akıllı şehir kavramları ayrı ayrı ele alınmalıdır [16]. [21]'ye göre akıllı şehir, eğitim, sağlık, kamu güvenliği, gayrimenkul, ulaşım ve kamu hizmetleri gibi şehrin kritik altyapı bileşenlerini ve hizmetlerini daha bilinçli, etkileşimli ve verimli kılmak için Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) ürünlerini kullanan bir şehirdir. BİT ürünlerini kullanarak, şehirlerin problemleri çözme becerisini ve kentsel kapasitesini arttırma vizyonu diğer bir önemli akıllı şehir tanımıdır [22].

Akıllı şehir kavramı tüm dünyada etkin bir şehir yönetimini ve ekonomik büyümeyi sağlamak adına teknolojiye dayalı kentsel sistemlerin geliştirilmesine atıfta bulunan ve uzun zamandan beri kullanılan birbirine benzer popüler terimlerin en sonuncusudur.

Dünya genelinde hem ulusal düzeyde hükümetler hem de yerel düzeyde şehir yöneticileri çeşitli akıllı şehirler programları başlattı. Aşağıda listelenen Akıllı şehirler,[23] tarafından tanımlandığı gibi akıllı şehirler temasında önemli kilometre taşlarıdır. Türkiye'de gerçekleşen ulusal ve yerel çalışmalar önemli kilometre taşları olarak. Tablo 1.1'de gösterilmektedir.

Tablo 1.1 Akıllı şehir kilometre taşları [23]

No	Kilometre Taşı	Yıl
1	"Los Angeles'ın Küme Analizi" çalışması, Los Angeles'ta oluşturulan ilk kentsel büyük veri projesiydi.	1974
2	Sanal bir "dijital şehir" olan De Digital Stad (DDS), internet kullanımını teşvik etmek için Amsterdam'da kuruldu.	1994
3	Cisco, akıllı şehir araştırmaları için 5 yılda 25 milyon dolar yatırım yaptı.	2005
4	"IBM Akıllı Gezegen" girişimi, kentsel sorunları ele almak için sensörlerin, ağların ve analitiğin nasıl kullanılacağını inceledi.	2008
5	IBM, şehir operasyonlarını iyileştirmek için 50 milyon dolarlık Akıllı Şehirler programını tanıttı.	2009
6	ABD'nin akıllı şebekesini kullanan projeler, Amerikan Kurtarma ve Yeniden Yatırım Yasası'ndan finansman aldı.	2009
7	2020 yılına kadar, AB Elektrik Kılavuzu sayesinde kullanıcıların %80'inin akıllı sayaçlara erişmesi beklendiğini duyurdu.	2009
8	Yokohama şehri, Japon hükümeti tarafından model bir akıllı şehir projesi uygulamak için seçildi.	2010
9	IBM, 200 başvuru arasından 24 topluluğu Akıllı Şehirler kazananı olarak seçti.	2011
10	İlk Akıllı Şehir Fuar ve Dünya Kongresi'ne (Smart City Expo World Congress) Barselona'da 50'den fazla ülkeden 6000 kişi katıldı [24].	2011
11	Barselona, şehrin ulaşımı, otoparkı ve aydınlatması için veri odaklı kentsel sistemler uyguladı.	2012
12	Avrupa Komisyonu tarafından Akıllı Şehir Pazarı kuruldu.	2012
13	Çin, pilot akıllı şehirler olarak 90 şehir, ilçe ve kasabadan oluşan ilk grubunu açıkladı.	2013
14	Londra'nın dijital teknoloji politikasına rehberlik etmek için, Londra belediye başkanı Smart London Board'u kurdu.	2013
15	Çin, 103 pilot akıllı şehirden oluşan ikinci partiyi başlattı.	2014
16	Viyana Belediye Meclisi, 2025'e kadar Wien Akıllı Şehir için Çerçeve Stratejisini yayınladı.	2014
17	Birleşik Krallık'ın 2015 Şansölye Bütçesinde, akıllı şehirler ve Nesnelerin İnterneti oluşturulması için 140 milyon £ tahsis edilmesi planlandı [25].	2015
18	"Akıllı Şehirler Misyonu" 100 Hint şehri için Hindistan Başbakanı Narendra Modi tarafından tanıtıldı.	2015
19	Columbus, ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın 50 milyon dolarlık Akıllı Şehirler Yarışmasını kazandı.	2016
20	İstanbul "2029 Akıllı Şehir Strateji ve Eylem Planı'nı hazırlamaya başladı.	2016
21	Hong Kong akıllı şehir planını başlattı.	2017
22	Toronto ve Sidewalk Labs, akıllı sahil alanı geliştirme planlarını duyurdu.	2018

No	Kilometre Taşı	Yıl
23	İstanbul 2029 Akıllı Şehir Strateji ve Eylem Planı oluşturuldu.	2019
24	Türkiye 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlandı.	2019
25	Sidewalk Labs'ın Toronto planlama belgesi, veri gizliliği üzerindeki etkileri nedeniyle şiddetle eleştirildi.	2019
26	Vietnam, 2028'de tamamlanma hedefiyle Hanoi yakınlarında 4,2 milyar dolarlık yeni akıllı şehir üzerinde çalışmaya başlayacağını duyurdu.	2020
27	Bursa 2030 Akıllı Şehir Strateji ve Eylem Planı hazırlandı.	2021
28	Türkiye'de ilk defa bir ilçe belediyesi Arnavutköy Akıllı Şehir Strateji ve Eylem Planı'nı hazırladı.	2021
29	Çin Halk Cumhuriyeti, 2021'de tüm kategorilerde Uluslararası Yapay Zekâ Şehri Yarışmasını kazanarak ülkenin akıllı şehir girişimlerine olan bağlılığını sergiledi.	2021
30	Türkiye'de Konya, Sakarya ve Kocaeli gibi büyükşehirler Akıllı Şehir Strateji ve Eylem Planlarını hazırladı.	2022
31	2030'da nüfusu 10 milyondan fazla olan 43 şehir olması bekleniyor.	2030
32	2050 yılına kadar dünya nüfusunun %70'inin şehirlerde ikamet etmesi bekleniyor.	2050

Akıllı şehrin ne olduğunu anlamak için akıllı şehrin ne olmadığını anlamak da faydalı olabilir. Akıllı şehir, ne akıllı otopark sistemleri, akıllı sokak lambaları veya şehirdeki Wi-Fi ağının genişletilmesi ile başlar, ne de bu uygulamalarla biter. Bunların her biri akıllı şehir projeleridir ama tek başına uygulandıklarında kesinlikle akıllı şehri temsil etmez. Akıllı şehir konseptini bilişim teknolojilerinin şehir yönetimi süreçleriyle birleştirilerek sürdürülebilir şehirlerin yaratılması olgusu olarak görmek de kısıtlı ve eksik bir yaklaşımdır.

Avrupa Birliği'ne göre akıllı bir şehir; geleneksel hizmetlerin, şehir sakinlerinin ve iş dünyasının yararı için dijital ve bilgi iletişim teknolojilerinin kullanımıyla daha verimli hale getirildiği yerdir[26]. Birleşik Krallığın, İş, Yenilik ve Yetenek Politikaları Bakanlığı tarafından akıllı şehir, statik bir çıktıdan ziyade vatandaşların artan katılımı, iyileştirilmiş fiziksel altyapı ve dijital teknolojiler ile daha yaşanabilir, daha esnek ve karşılaşılan sorunlara daha iyi cevap veren bir süreç olarak tanımlamaktadır [27]. Ülkenin Ulusal Standartlar Kurumu'nun (BSI) standart serisine göre (PAS 180: 2014); vatandaşlarına sürdürülebilir, kazançlı ve kapsayıcı bir gelecek sunmak için çevremizde yer alan ve insanlar tarafından kurulan sistemlerin fiziksel ve dijital bütünleşmesinin sağlanmasıdır. ISO'ya göre akıllı şehir, şehrin planlamasını, yönetimini, inşasını, akıllı hizmetleri, kolaylaştıracak nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri ve entegre coğrafi bilgi sistemleri gibi

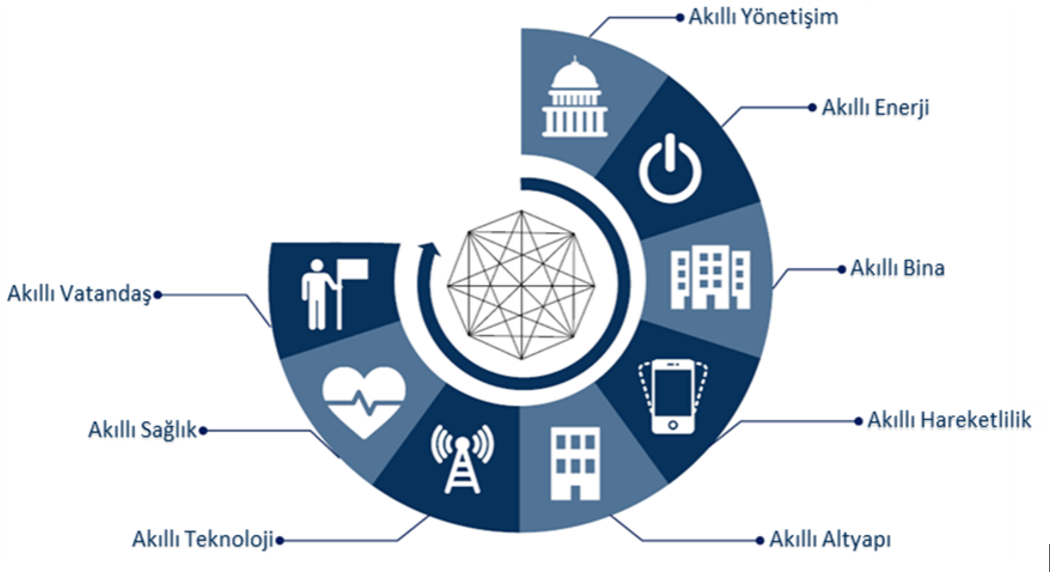
yeni nesil bilgi iletişim teknolojilerinin uygulandığı yeni bir kavram ve yeni bir modeldir. Akıllı şehir oluşumlarının ana hedefi, kamu hizmetlerinin kolaylığının, şehir yönetiminin duyarlılığının şehrin yaşanabilirliğinin, altyapıların uygunluğunun ve ağ güvenliğinin uzun süreli etkili olmasının sağlanması ve sürdürülmesidir [28]. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'ne (ITU) göre; akıllı ve sürdürülebilir şehri, mevcut ve gelecek nesillerin sosyal, ekonomik, çevresel ve kültürel ihtiyaçlarını gözetirken; yaşam kalitesini, şehircilik hizmetlerinde verimliliği ve rekabet gücünü arttırmak için bilgi ve iletişim teknolojilerini ve diğer araçları kullanan yenilikçi bir şehir olarak tanımlamaktadır [29]. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, akıllı şehir kavramı, paydaşlar arası iş birliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehir olarak tanımlamaktadır [3].

Yukarıdaki tanımlardan anlaşıldığı üzere akıllı şehir çok paydaşlı bir yapıya sahiptir, etkinlik ve verimliliğin arttırılması için bilgi ve iletişim teknolojilerinden ve verilerden ileri derecede faydalanılır, problemler çok boyutlu irdelenir ve tüm paydaşlar şehir yönetimine entegre edilmiştir. Tüm bunlar kaynakları etkin ve verimli kullanmak, şehir sakinlerinin yaşam kalitesini yükseltmek için yapılmaktadır.

1.1.3 Akıllı Şehir Fonksiyonel Alanları

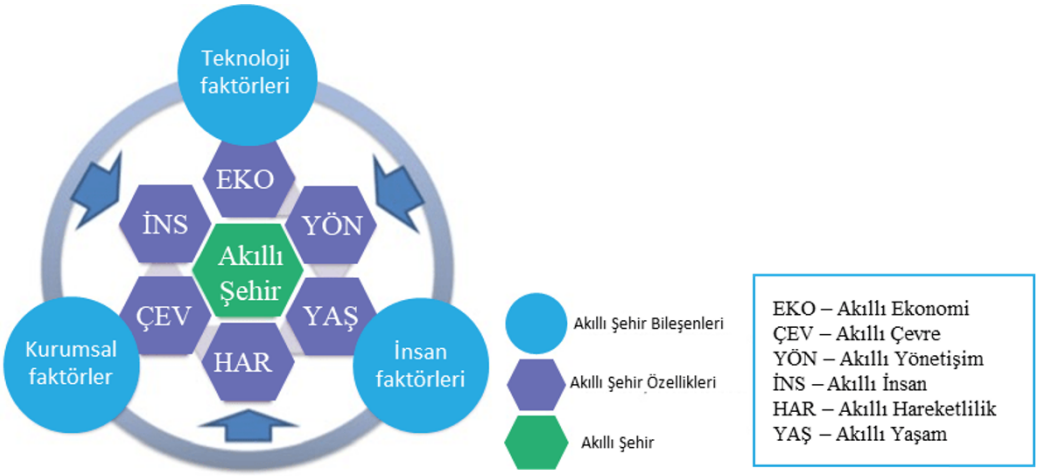
Tüm bileşenleriyle akıllı şehir münferit teknolojik çözümlerden ziyade birçok sektörü etkileyen bir dönüşümdür. Dolayısıyla bütünleşik bir yapıda değerlendirilmesi gerekmektedir. Akıllı şehirlere dönüşüm süreç ve etkilerinin planlanması, izlenmesine yönelik yaklaşımlar Cohen'in akıllı kentler çarkı yaklaşımını ön plana çıkartmaktadır. Akıllı şehir fonksiyonel alanları, odak alanları, alt odak alanları ve göstergelerin tespiti akıllı şehir projelerinin başlangıç noktasını oluşturur. Tüm paydaş haritaları, paydaş öncelikleri ve etkileşim planları ancak bu fonksiyonel alanlar belirlendikten sonra belirlenebilir. BM, UN-HABITAT, Smart City Council, AB, ISO gibi organizasyonlar ve Frost & Sullivan gibi danışmanlık ve araştırma şirketleri akıllı şehir inşa etmeye çalışırken farklı fonksiyonel alanlar tanımlamıştır.

[30]'a göre, akıllı şehir sekiz fonksiyonel alandan oluşur ve sekiz fonksiyonel alandan en az beşini yerine getiren şehir akıllı şehirdir (Bkz. Şekil 1.1). Şekil 1.1, Akıllı şehrin fonksiyon alanlarını, akıllı yönetişim, akıllı enerji, akıllı bina, akıllı hareketlilik, akıllı altyapı, akıllı teknoloji, akıllı sağlık ve akıllı vatandaş bileşenleri ile birlikte göstermektedir. Bu sekiz fonksiyona sahip şehirlerin akıllı etkinlikleri, hizmet dönüşümü ve planlamasında kullanılmaktadır.



Şekil 1.1 Frost & Sullivan'a göre akıllı şehir fonksiyonel alanları [30]

Avrupa Birliği, 28 ülkeyi göz önünde bulundurarak, akıllı şehri altı fonksiyonel alan ile ele almakta ve bu fonksiyonel alanlarından birini veya daha fazlasını içeren şehirleri akıllı şehir olarak tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonel alanlar, akıllı yaşam, akıllı yönetişim, akıllı ulaşım ve mobilite, akıllı insan, akıllı ekonomi ve akıllı çevredir[26]. Ayrıca, şehirlerin karşı karşıya oldukları zorlukların üstesinden akılcı bir şekilde gelebilmeleri için organizasyon ve yönetim araçları sağlayan, insan, altyapı, kaynak, enerji ve mekânsal ağları birbirine bağlayıp, güçlendiren destekleyici bir araç olarak BİT'e dikkat çekmektedir. Avrupa Birliği'nin 2014'te yayımladığı 'AB'de Akıllı Şehirlerin Haritalanması' isimli dokümandaki akıllı şehir temelleri ve akıllı şehir olgunluğunun takip edilebileceği fonksiyonel alanları Şekil 1.2'de eşleştirmiştir [31].



Şekil 1.2 Akıllı şehir faktörleri ve karakteristikleri [32]

Dr. Boyd Cohen'in Akıllı Kentler Çarkı (Şekil 1.3) kolay takip edilebilir kurgusu ile akıllı şehirler için yeni referans olmuştur. Çarkın merkezinde akıllı şehir fonksiyon alanları vardır. Cohen bu fonksiyonları; çevre, mobilite(ulaşım-hareketlilik), ekonomi, insan, yaşam ve yönetişim olmak üzere toplam altı fonksiyonel alan altında toplamıştır[33] [31]. Bir sonraki daire fonksiyon alanındaki çeşitli odakların önemini resmeder: açık veri, şeffaflık, yeşil şehir planlaması, verimlilik, yeşil enerji, mikromobilite, sosyal kapsayıcılık, vb. Son daire ise göstergeleri içeren bir endekstir[33]. Bu modele dayalı akıllı projeler geliştirme konusunda şehirlere ve sakinlerine yardımcı olabilecek 100'den fazla değişken bulunmaktadır. Cohen akıllı şehir gelişimini dönemlere ve ekollere bağlar. Akıllı Şehir 1.0 Modeli, büyük çok uluslu teknoloji sağlayan şirketlerin liderliğinin baskın olduğu, teknoloji güdümlü şehir modelleridir. Akıllı Şehir 2.0, teknoloji şirketlerinin değil, yerel yönetimlerin sahipliğinde yürütülen, daha çok yenilikçi belediye başkanları ve şehir yöneticileri ile birlikte, akıllı teknolojilerin ve inovasyonun etkileştirici rol aldığı bir süreç anlaşılmaktadır. Bu seviyede şehrin yaşam kalitesini artırmak için teknoloji desteğine odaklanmaktadır. Akıllı Şehir 3.0 modelinde ise şehir çözümleri, vatandaş katılımlı bir karakteristiğe sahiptir.



Şekil 1.3 Akıllı Kentler Çarkı[34]

Söz konusu fonksiyon alanlarından hareket ederek, akıllı ulaşım, akıllı çevre, akıllı yaşam, akıllı insan, akıllı ekonomi ve akıllı yönetişim başlıklarında altı ana fonksiyon alanı aşağıda açıklanacaktır.

1.1.3.1 Akıllı Ulaşım

Ulaşım-hareketlilik şehirleşmenin en önemli dinamiklerindendir ve ulaşım-hareketlilik ile ilişkilendirilen altyapılar her zaman şehri tanımlayan en önemli altyapılar olmuştur. Şehir yaşanabilirliğini ve dolayısı ile ekonomiyi yakından etkilemektedir. Sürdürülebilir yolculuk şekilleri şehir yetkilileri tarafından tercih edilmektedir. Akıllı ulaşım kapsamı içerisinde ulaşım hizmetleri, erişilebilirlik, akıllı ulaşım sistemleri ve bağlanabilirlik alanları yer almaktadır. Akıllı ulaşım ile teknoloji destekli, bütünleşik taşımacılık ve lojistik sistemleri kastedilir. Akıllı ulaşım temiz ve çoğunlukla motorsuz seçeneklere öncelik verir. Bu kapsamda çok modlu, düşük emisyonlu, gerçek zamanlı bilgilerin yayıldığı, tasarruflu seyahat planı seçenekleri sunulan güvenli ve birbirine bağlı sistemler öne çıkmaktadır. Akıllı ulaşım ile daha konforlu, daha güvenli, daha çevreci, daha erişilebilir insan odaklı ve entegre bir ulaşımın hedeflenmektedir [3].

1.1.3.2 Akıllı Çevre

Şehirde sağlanan çevresel hizmetleri ele alır. OECD'nin çevresel hizmetler tanımı; kendi ekosistemlerini de içererek, toprak, su ve hava gibi doğal varlıkları yönetmek için kullanılan hizmet ve süreçleri ifade etmektedir. Akıllı şehir yaklaşımı içerisinde akıllı çevreyi; kaynakların kullanımı azaltmak, kaynakları tekrar kullanmak ve geri dönüştürmek, çevresel parametre verilerini izlemek, modellemek ve toplamak üzere dijitalleşme kullanımının artması olarak tarif edilmektedir. Tüm bunlar, çevresel operasyonların ve hizmetlerin ekolojik ayak izini azaltmak; sürdürülebilir, sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre oluşturma adına gerçekleştirilmektedir.

Şehirlerdeki üretim ve tüketim faaliyetlerinin insan sağlığına, refahına ve doğal dengeye zarar vermeyecek şekilde planlanması ve doğal kaynakların optimum seviyede kullanılması oldukça önemlidir. [35] numaralı çalışmada çevre fonksiyonel alanı altında doğal kaynakların ve enerjinin kullanımı konularına değinilmiştir. [36] aynı fonksiyonel alanı çevre, enerji ve su olarak üç ayrı başlık altında toplamıştır . Cohen tarafından tek bir fonksiyonel alan içinde ele alınan doğal ve yenilenebilir enerji kaynakları [37], sürdürülebilirlik ve enerji yönetimi [38] gibi konuların çevre başlığından ayrılması göstergelerin daha sağlıklı sınıflandırılmasını sağlar [39][40]. Bu kapsamda önerilen endeks çalışmasında fonksiyonel alanlar tanımlanırken enerji, çevreye ek yeni bir fonksiyonel alan olarak ele alınmıştır. "Enerji, bir

şehrin esasıdır; yokluğunda şehir, işlevini göremez" [41]. Artan enerji talebini karşılayabilmek için, akıllı ve esnek bir şebeke altyapısı vazgeçilmez önemdedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının değişken üretim potansiyelleri, geleneksel şebeke topolojisini ve dolayısıyla bu şebekelerin yönetilme tarzını tamamen değiştirmektedir. Akıllı şebekeler ile üretici ve tüketici bir denge oluşturabilmektedir [42]. Akıllı Çevre başlığı altında yenilenebilir enerji kaynakları, BİT destekli enerji şebekeleri, ölçüm, kirlilik kontrolü ve izlenmesi, bina ve tesislerin dönüşümü, yeşil binalar, sürdürülebilir şehir planlaması ve ayrıca kaynak kullanım etkinliği, yeniden kullanım ve kaynak ikamesini içeren akıllı enerji kaynaklarına da değinilmektedir.

1.1.3.3 Akıllı Yaşam

Akıllı şehirlerde toplum faaliyetleri ev ortamıyla sınırlı değildir ve sosyal olarak çok daha kapsayıcıdır. Akıllı kentlerin yaşam dostu olabilmesi için konut, sosyal katılımlar, sağlık hizmetleri, sosyal destek hizmetleri, eğlence ve kültür gibi ihtiyaçlarını gidermesi gerekir [43]. Kapsayıcı bir kentte acil durum ve afet yönetimini yapmak, sağlıklı ve güvenli bir yaşam sürmek, kültürel tesislerin fiziksel olarak çeşitliliğini sağlamak, şehir turizmini canlandırmak ve kentsel dönüşüm ile sağlanmış kaliteli konut ve konaklama olanakları 'Akıllı Yaşam'a dâhildir.

Şehirde yaşayan insanların yaşam kalitesini etkileyen önemli konulardan diğer ikisi eğitim ve sağlıktır. [44] numaralı çalışmada, bir şehrin yönetimi, kamu güvenliği, sağlık ve eğitim alanlarını içerir ve vatandaşlarına iyi bir yaşam kalitesi sağlayıp sağlamadığının akıllı şehir yaratmadaki önemini vurgulamaktadır. [36] ise yaşam fonksiyonel alanı altında sağlık ve eğitim gibi başlıklara değinmektedir. Benzer olarak, eğitim odak alanı insan fonksiyonel alanı altında, sağlık odak alanı ise yaşam fonksiyonel alanı altında değerlendirilirken akıllı şehir kapsamında detaylandırılması ve vurgulanması gereken odak alanlar olduğu düşünülmüştür.

1.1.3.4 Akıllı İnsan

Şehirlerin akıllı şehir olabilmeleri için, akıllı insanlara sahip olması ve bunları yetiştirip elinde tutabilmesi gerekmektedir. 'Akıllı İnsan' alanı akıllı şehrin merkezindedir. 'Akıllı İnsan' kavramı aynı zamanda 'Akıllı Vatandaş' olarak da isimlendirilmekte ve vatandaş desteği olmadan akıllı şehir kavramını yerleştirmek ve hayata geçirmek pek de mümkün değildir.

Yetenek, eğitim seviyesi, yaşam boyu eğitim ve sosyal bütünleşme gibi ana ögeler vatandaşların akıllı yaşam biçimine ulaşabilmeleri için önemlidir [45]. Bir şehir, vatandaşlarını şehre olumlu katkılar sağlamaları için yeteneklerini ve eğitim

seviyelerini geliştirecek şekilde desteklemelidir. Şehir ayrıca sosyal bütünleşmeye izin vermeli ve buna cesaretlendirmek için adım atmalıdır. Bu akıllı insan alanının odak noktasıdır ve akıllı şehir vizyonunu mümkün kılan temel bir unsurdur.

1.1.3.5 Akıllı Ekonomi

Büyükşehirler ülke ekonomileri için büyük değerler yaratsa da küreselleşen dünyada koşullar çok hızlı değişmektedir. Şehirler yoğun ve yüksek eğitim seviyesinde nüfusa sahip olduğu için inovasyon için güçlü merkezlerdir. [46]'ün PAS180:2014 Akıllı Şehirler kitapçığında, ekonominin farklı ögelerinin büyük bir kısmı arasında dijital bağlantının olduğu akıllı ekonomiyi, arzın mevcudiyete karşı talep ihtiyacının sürdürülebilir şekilde eşleştirilmesini, minimum çevresel etkinin sağlanmasını ve talebi karşılamak için çıkarılmış doğal kaynakların yeniden doldurulması veya yerini almaya çalışılmasını sağlayan olarak tanımlamaktadır.

Akıllı Ekonomi için Avrupa Akıllı Şehir Projesi tarafından yapılan bir diğer tanım, e-iş ve e-ticaret, üretkenliğinin arttırılması, bilgi ve iletişim destekli inovasyonların yanı sıra yeni ürünler, yeni hizmetler ve ticaret modelleri oluşturulmasıdır. Aynı zamanda akıllı kümelenmeler ve küresel ekosistemler (örneğin dijital işletmeler ve girişimcilik) akıllı ekonomi kapsamını oluşturmaktadır.

Özünde, akıllı şehirler, daha büyük ve daha sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma ve iyi bir yaşam kalitesi yaratmak için beşerî sermaye, sosyal sermaye ve BİT alt yapısının oluşturulmasını temel almaktadır [47]. Kullanılan akıllı ekonomi sistemleriyle; mevcut kaynaklar daha etkin kullanılabilmekte, finansman ve insan kaynaklarına veya zamana dair darboğazlar aşılabilmektedir.

1.1.3.6 Akıllı Yönetişim

Dünyada hızla büyüyen şehirlerde, kamu bütçeleri temel ihtiyaçların baskısı altındadır ve bunun yanında yatırım ihtiyacı çok büyüktür. Bu durum, kamu hizmetlerini daha verimli ve daha düşük maliyetle sunmanın yollarını arayan şehir yöneticileri için önem arz etmektedir. Şehirlerde yaşayan insan sayısının artmasıyla yerel ve merkezi yönetimler için hizmetleri vermek zorlaşmış, hizmetlerin kalitesi dolayısıyla da kentlerdeki yaşam kalitesi düşmüştür [48].

Şehrin tek bir organizma gibi etkin bir şekilde çalışması için kamu, özel, STK'ları birbirine bağlayan ve gerektiğinde bütünleştiren hizmetleri, katılımcılığı, e-hizmetlerde teknolojinin yardımıyla şeffaflığı ve şehirde üretilen veriyi açık veri olarak paylaşmayı kapsamaktadır. Akıllı yönetişim, katılım, işbirliği, etkinlik odaklı

üç temel bileşenle açıklanmaktadır:

- Vatandaşların ve işletmelerin şehir yönetimine aktif katılımıyla açık ve birlikte oluşturulan yönetimi vurgulamaktadır.
- Daha yenilikçi bir ekonomi için kamu, özel ve akademik perspektiflerle yakın temas sağlayarak şehir sorunlarına çözüm getirmek adına daha işbirlikçi bir toplum oluşturmayı amaçlamaktır.
- Şehir yönetiminde kaynakların etkin ve verimli yönetimini engelleyen kurumsal ve teknolojik silo yaklaşımlarının çözümlenmesiyle gerçek anlamda hayata geçirilebilir [3].

1.1.4 Akıllı Etkinleştiricileri

Akıllı Şehir Etkinleştiricileri, akıllı şehir fonksiyonel alanından bağımsız olarak her bir fonksiyonel alanın ihtiyaç duyduğu ortak kapsamları ifade etmektedir. Etkinleştiriciler; fonksiyonel alanlarındaki akıllı şehir seviyesini geliştirebilmek için oluşturulacak teknolojik alt yapının, tanımlanacak süreçlerin, seçilecek çözümlerin, bunları hayata geçirecek ve işletecek olan insan kaynağı ve organizasyon planlamasının, tüm bunlar için gerekli finansman ve fonlamanın ve nihai olarak da bunun yönetsel çerçevesinin belirlendiği ve alanlar arası etkileşimi olan konu başlıklarıdır. Etkinleştiriciler, bir anlamda fonksiyonel alanlara akıllı şehir yaklaşımı açısından hangi konu başlıkları ile katma değer sağlanacağı ya da fonksiyonel alanlarda strateji geliştirme ve girişim başlatmak için hangi konu başlıklarının çalışılması gerektiğini de belirleyecektir.

1.1.4.1 Akıllı Şehirlerde Finansman

Günümüzün küresel rekabet ortamında şehirler, kentleşme sorunları ile başa çıkmak, verimliliklerini artırmak ve maliyetlerini düşürmek amacıyla vatandaşların beklentilerine cevap veren çözüm ve uygulamalara her geçen gün daha fazla ihtiyaç duymaktadır [49]. Şehirleşme, kalkınmanın bir sonucu olmaktan öte; kalkınmanın arkasındaki önemli bir güç olarak dikkat çekmektedir. Şehirleşme iyi yönetilirse, eşitsizlikleri gidermeyi, üretkenliği artırmayı, istihdam yaratmayı, sosyal refahı, vatandaş katılımını, inovasyonu ve yeni fikirlerin ortaya çıkışını teşvik etmek suretiyle doğayla uyum içinde sürdürülebilir ve kapsayıcı büyümeye katkıda bulunabilir.

Şehirlerin gelişiminde akıllı büyüme fikrinden üretilen akıllı şehir fikri daha çok gündeme gelmektedir[50]. Bir kenti "akıllı" hale getirmek, kentsel nüfus artışı ve

hızlı kentleşmeyle ortaya çıkan sorunların hafifletilmesi için bir strateji ve vizyon olarak ortaya çıkmaktadır [51]. Akıllı şehirlerin bir vizyon olarak benimsenmesinin ardında yatan önemli unsur, yaratıcılık, yenilikçilik ve girişimcilik gibi bilgi çağı ve küreselleşmenin şehirler üzerindeki belirgin etkisi neticesinde ortaya çıkan önemli hedeflerdir [52]. Diğer yandan akıllı şehir kavramı, doğanın imkânları ve kısıtlarına bağlı olarak üretim ve büyümede iletişim altyapısının önemini de tanımlar[53]. Birçok yerel yönetim, sürdürülebilir, sağlıklı ekonomik büyüme ve vatandaşları için yaşam kalitesini arttırmaya yönelik politikalar geliştirirken "akıllı" kavramını yenilikçi uygulamaları vurgulamak ve siyasi başarılarını ifade etmek için kullanmaktadır [54]. Ancak akıllı bir şehir olmak, ileri teknolojilerle birlikte gerekli fiziksel ve dijital altyapıyı da gerektirmektedir. Böyle bir zorunluluk karşısında finansman ve mali kaynakları bulmak da şehirler için kritik hale gelmiştir.

Akıllı şehir yatırımları için proje ve ihtiyaçlara özgü çeşitli finansman seçenekleri bulunmaktır. Büyükşehirler için akıllı şehir projelerinin uygulanması, görece yüksek bütçeleri sebebiyle daha kolay olabilmektedir. Ancak, nispeten küçük ölçekli şehirler için finansman bulmak kolay olmamaktadır. Bu şehirler ihtiyaçlarını önceliklendirerek ve kaynaklarını daha verimli kullanarak kendilerine finansman yaratabilmektedir [55] [56].

Akıllı şehir projeleri için finansman bulurken bir diğer önemli kriter fayda-maliyet analizidir. Tek bir projenin sektörel düzeyde etkilerini ölçmek nispeten daha kolay olsa da şehir bazında kapsamlı akıllı şehir projelerinin etkilerini değerlendirmek şehirler için önemli bir zorluktur. Bunun nedeni, bu tür projelerin ekonomik kalkınma, yaşanabilirlik, sürdürülebilirlik vb. etkilerinin daha uzun bir süre içinde gözlemlenebilmesidir.

Akıllı şehirler için iki temel terim farklılaştırılmalıdır: fonlama ve finansman. Fonlama, bir projenin yürütülmesi için gereken uzun vadeli nakit girişidir. Kamu kurumları ve kurumsal şirketler, sosyal sorumluluk projeleriyle fonlama için örnektir. Diğer yandan, finansman, belirli bir proje için sağlanan sermayenin kaynağıdır. Finansmanın bir noktada geri ödenmesi beklenmektedir. Avrupa Yatırım Bankası (EIB) gibi ticari veya kalkınma bankalarından alınan krediler finansman seçenekleri için en geçerli örneklerdendir[57].

Akıllı şehirler için en yaygın finansman modelleri aşağıda yer almaktadır:

- Kamu Finansmanı: Uzun vadeli altyapı yatırımlarının finansmanını sağlamak için kullanılan sermaye fonları.
- Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (KÖİ): Bir kamu kurumu ile özel sektör

kuruluşu arasındaki ortaklıklardır. Bu finansal modelle taraflar genellikle sorumlulukları, riskleri ve kazançları paylaşırlar.

- Özel Sektör Yatırımları: Şehir ekonomisi üzerinde uzun vadeli etkilerle şehirdeki yaşanabilirliği artırması beklenen projelerin finanse edilmesi için özel sektör fonları kullanılmaktadır.
- Yardımlar: Vatandaşlardan, üçüncü sektör kuruluşlarından ve belediyelerden elde edilen fonlardır. Yardım fonları, özel vakıflar ve STK'lar tarafından daha sürdürülebilir şehirler için geliştirilmiştir.
- Uluslararası Kuruluşlar: Sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesi için uluslararası kuruluşlar tarafından sağlanan finansmandır. Bu finansman modeli, Dünya Bankası, OECD gibi uluslararası kuruluşlar tarafından sağlanmaktadır.

Akıllı şehir projeleri için kullanılan diğer finansman modellerinden biri de Avrupa fonlarıdır. Bu fonlar, kapsamlı bir finansman elde etmek için görece daha az risklidir. Avrupa fonları aşağıdaki alanlarda sınıflandırılmıştır:

- Doğrudan fonlama
- Avrupa Yapısal ve Yatırım Fonları (ESIF)
- Avrupa Yatırım Bankası (EIB) fonlarıdır.

1.1.4.2 Akıllı Şehirlerde Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Kullanımı

BİT iş uygulamalarından ağ altyapısına kadar çok çeşitli çözümleri olan, internet, kablosuz ağlar, mobil ve bağlantılı cihazlar yardımıyla bilgiye erişimi sağlayan, bilgilerin depolanmasını, geri yüklenmesini, manipülasyonunu, iletilmesini veya dijital olarak alınmasını kapsayan tüm iletişim teknolojilerini ifade etmektedir. [58]. BİT, dikeyde yer alan akıllı şehir fonksiyonel alanlarını yatayda kesen bir etkinleştiricidir.

BİT, belediye hizmetlerinin kalitesini, performansını ve etkileşimini artırmak, maliyetleri ve kaynak tüketimini azaltmak ve vatandaşlar ile yöneticiler arasındaki yönetişimi kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır [59]. Teknolojiyi bir etkinleştirici olarak kullanan akıllı şehir uygulamaları öncelikle karmaşık şehir hizmetlerinin akışlarını yönetmek ve insan gücünün yakalayamadığı gerçek zamanlı hızlı müdahaleye olanak sağlamak için geliştirilmiştir.

1.1.4.3 Akıllı Şehirlerde Organizasyon ve İnsan Kaynakları

İnsan kaynağı yatırımları, akıllı şehir farkındalığının ve buna yönelik hizmetlerin artırılması açısından önemlidir. Şehrin yeni amaçları ve akıllı şehir stratejileri paydaşlar için de yeni kavramlardır. Doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılması, tasarruf imkanlarının araştırılması, çevre bilincinin yaygınlaştırılması ve benzer konularda inovatif projelerin oluşturulması "Akıllı Şehir" bilincini oluşturmak için önem arz etmektedir. Şehre sunulan hizmetlerin oluşturulmasında ve finansal kaynakların paylaşılmasında, çalışmaların ayrı ayrı yürütülmesi yerine, vatandaş deneyiminin daha iyi olması için organizasyonların birlikte çalışması ortaya konulan vizyonun gerçekleştirilmesine katkı sunması açısından önemlidir. Kamu ve özel sektör iş birliğini teşvik edecek bir organizasyon yapısı ile süreçler güçlendirilecektir.

1.1.5 Akıllı Şehir Paydaşları

Akıllı şehir, şehrin tüm paydaşlarını harekete geçiren, izole çalışmak yerine birlikte çalışma mekanizmasını oluşturan ve paydaşları akıllı şehir vizyonu çevresinde birleştiren bir yaklaşımdır. Kamu kurumları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları (STK) ve üniversiteler akıllı şehir projelerinin tasarımında ve uygulamasında, akıllı şehir değer zincirinin merkezinde olan yerel yönetimlerle birlikte aktif rol oynamaktadır. Türkiye Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Hedef 4.1'de doğrudan akıllı şehir çözümlerine yönelik paydaşların katılımına vurgu yapılmaktadır. Bu hedefin gerçekleşmesi adına şehircilik hizmetlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde akıllı şehir çözümlerinin kullanımına ilişkin kullanıcıların ve paydaşların katılımının artırılması eylemi belirlenmiştir.

1.1.5.1 Kamu Kurumları

Yerel yönetimler, akıllı şehirleri hayata geçirmekte ve şehir içindeki rolleri ve sorumlulukları nedeniyle şehir düzeyinde kilit rol oynamaktadır. Kamu kurumları, merkezi hükümet organlarını temsil edilmektedir. Kamu kurumları, akıllı şehir stratejileri için çok güçlü bir referans noktası sağlayabilmektedir. Ulusal düzeydeki akıllı şehir stratejilerinin avantajı, üst düzey koordinasyon ve kaynak tahsisinin, ilgili makamlara açık roller ve sorumluluklar tahsis etmesini sağlayarak stratejinin etkinliğini artırmasıdır. Öte yandan, ulusal düzeydeki akıllı şehir stratejilerinde bütçeleme problemi, ihtiyaç ve öncelikleri gözden kaçırmak gibi potansiyel riskler bulunmaktadır [60].

Günümüzde kamu kurumları diğer paydaşlara daha açık hale gelmiş bu da paydaşların ulusal strateji sürecine giderek daha fazla dahil edilmesi anlamına

gelmektedir. Ayrıca, düzenlemeler ve politikalar farklı paydaşların ve kamunun ortak bir çalışması sonucu nihai haline gelmektedir. Bu durum, yapılan düzenlemelerin daha geniş bir kitle için kabul görmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, kamu düzenlemelerini etkileme olasılığı, paydaş iş birliği için motivasyonu sağlayan ana etmenlerden biri haline gelmiştir [61].

1.1.5.2 Özel Sektör

Akıllı şehirlerin uygulanması ve işletilmesi yüksek maliyetli olması finansal tedarikçilere güçlü bir bağımlılığı da beraberinde getirmektedir. Finansman, akıllı şehir projelerinin geliştirilmesinin anahtarlarından biridir ve yatırımcılar esas olarak projenin yatırım getirisini dikkate almaktadır. Özel sektör akıllı bir şehrin gelişmesi için gerekli olan yeni bilgi veya teknolojik yeterliliğe büyük ölçüde katkıda bulunduğu gibi bazı durumlarda da yerel yönetimlere mali destek sağlamaktadır. Özel sektör şirketleri, akıllı şehirlerle ilgili sermaye veya işletme maliyetlerini finanse etme yükünü paylaşmaktadır. Bu durum, sadece riski azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda şehirdeki uygulamaların gerçekçi ve piyasa odaklı olmasını da sağlamaktadır. Özel sektör kuruluşları, Türkiye'nin Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı'nda 5 konuda stratejik paydaşlar olarak belirlenmiştir:

- Akıllı şehir ekosistemi yönetişim mekanizmasının oluşturulması,
- Bütüncül mali yönetim yapılması,
- Akıllı şehir dönüşüm kapasitesinin artırılması,
- Teknoloji ekosisteminde iş birliği seviyesinin yukarı çekilmesi,
- Akıllı şehir bileşenlerinin olgunluğunun artırılması.

1.1.5.3 Sivil Toplum Kuruluşları

Akıllı şehir projeleri uygulanırken paydaşlarla olan etkileşim önemli bir yer teşkil etmekte, projelerin daha sürdürülebilir olması adına tasarım sürecinde, vatandaş odaklı yaklaşım izlenmektedir. STK'ların temel önceliklerinden biri, şehir yönetimi ile vatandaş arasında köprü olmaktır. Şehir sakinleri ve yöneticileri arasındaki karşılıklı bilgi alışverişi STK'lar yardımıyla gerçekleşmektedir. Bu bilgi alışverişi ile şehir yöneticileri, vatandaşın ihtiyacını daha iyi anlamakta ve buna göre uygulamalar tasarlayıp hayata geçirmektedir [62].

STK'lar verimli ve erişilebilir bilgi ve hizmetler yoluyla şehirlerde gelişmeler beklemekte ve gerçekleştirilen akıllı şehir uygulamalarının sonuçlarıyla

ilgilenmektedir [63]. Akıllı şehir projelerinde STK'ların etkisi ver rolü projenin kapsamına ve mevcut ihtiyaca göre şekillenmekle birlikte bu projelerin yürütülmesi sırasında STK'lar, yönetici, eğitimci, hizmet sağlayıcı ve destekçi olarak görev almaktadır [64].

1.1.5.4 Üniversiteler

Akıllı Şehir projeleri belediyeler tarafından uygulanmaktadır fakat belediyelerin akademik araştırma gibi yetkinliklerinin kısıtlı olmasından dolayı diğer kurumlardan ortaklık kurarak destek almaktadır. Genel olarak akıllı şehirlerde, belediyelerin, şirketlerin, kâr amacı gütmeyen kuruluşların ve vatandaşların şehirlerini geliştirmek için öneriler aradığı veya proje ve çözümler uyguladığı aşağıdan yukarıya süreç yaklaşımı izlenmektedir. [65]. Üniversiteler üçlü sarmal modeli çerçevesinde yerel yönetimler ve özel sektör ile entegre olarak akademik araştırma, tasarım, uygulama, test ve sürdürülebilirlik süreçlerinde akıllı şehir projelerine destek vermektedir [66].

1.1.6 Akıllı Şehir Standartları

Standartlar; uluslararası ya da yerel kurumların çeşitli bilimsel incelemeler ya da uzman görüşleri ile oluşturdukları, belirli bir kalite düzeyini elde etmeyi güvence altına alan, şehirlerin kıyaslanabilir, ortak minimum kabul edilebilir paydalar ile yönetilmesini sağlayan, ancak bunun karşılığında yerel koşullara ve bağlamları çok da dikkate almayan sistemlerdir. Daha tanımlı uygulama alanlarında, örneğin akıllı binalar, akıllı ulaşım sistemleri, bilişim altyapısı vb. alanlarda neyin hedeflenmesi ve sürdürülmesi gerektiğine dair önemli bilgiler sunmaktadırlar. Ayrıca standartların sağlanmasına odaklanılması, akıllı şehir uygulamalarının çabuk ve hızlı bir şekilde başlatılmasını da sağlamaktadır. Kapsam üzerine tartışmalara girmeden, en temel bileşenlerden başlayarak doğrudan plan ve operasyon hedefleri bu standartlar üzerinden konulabilir ve oldukça mekanik bir şekilde bu standartlar sağlanmaya çalışılabilir.

Akıllı şehirlerin izlenmesine yönelik geliştirilmiş bazı standartlar ve veri kümelerine rastlanılmaktadır. Burada ilk öne çıkan dokümanlar Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) kapsamında yayımlanan dokümanlardır. Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO), ISO 37120 standartları çerçevesinde akıllı şehir tanımını yapmış, temel gösterge ve kriterleri belirlemiştir. ISO 37120 pek çok modele temel teşkil edecek akıllı şehir standartlarını geliştirmiştir [67].

- ISO 37120 Akıllı Şehirler ve Toplumlar — Şehir Servisleri ve Kaliteli Yaşam Göstergeleri

- ISO 37121 Topluluklarda Sürdürülebilir Gelişme — Şehirlerde Sürdürülebilir Kalkınma ve Dirençlilik Konusunda Mevcut Kılavuz ve Yaklaşımların Envanteri
- ISO 37122 Akıllı Şehirler ve Toplumlar — Akıllı Şehir Göstergeleri
- ISO 37123 Akıllı Şehirler ve Toplumlar— Dirençli Şehir Göstergeleri

ISO, 2014 yılında yayınlamış olduğu ISO 37120 standardı ile verilerin ölçümündeki farklılıkları ortadan kaldırmayı hedeflemiş ve göstergelerin tanımlarının ve kapsamlarının standardını oluşturmuştur. Bu sayede göstergenin ilgilendiği verinin tanımı ve nasıl ölçülmesi gerektiği belirlenmiş ve daha doğru karşılaştırma sonuçlarına ulaşılması hedeflenmiştir. Ayrıca belirlenen göstergeler sahada mevcut durumu ifade eden, ölçülebilir ve yorum katılmasına ihtiyaç olmayan somut verilere dayandırılmıştır.

Birleşik Krallık Ulusal Standartlar Kurumu (BSI); Kamu yararına iş modellerinin geliştirilmesi, basitleştirilmesi ve standartlaşmasına odaklanmış bir kurumdur. 1901 yılından bu yana faaliyet göstermekte ve kâr amacı gütmemektedir. Çalışmalarında 'Endüstri için endüstri' mottosu ile hareket etmektedir. BSI Akıllı Şehir Çerçevesi Şekil 1.4'te gösterildiği gibi aşağıdaki başlıklar altında tanımlanmaktadır.

PAS 180 Akıllı Şehirler Tanımlar Sözlüğü gelecekte standardizasyon için güçlü ve geçerli bir anlayışa sahip olmak için akıllı şehir tanımları oluşturmayı amaçlamaktadır. PAS 180 bu sayede akıllı şehir için kullanılan dili anlaşılabilir hale getirmektedir.

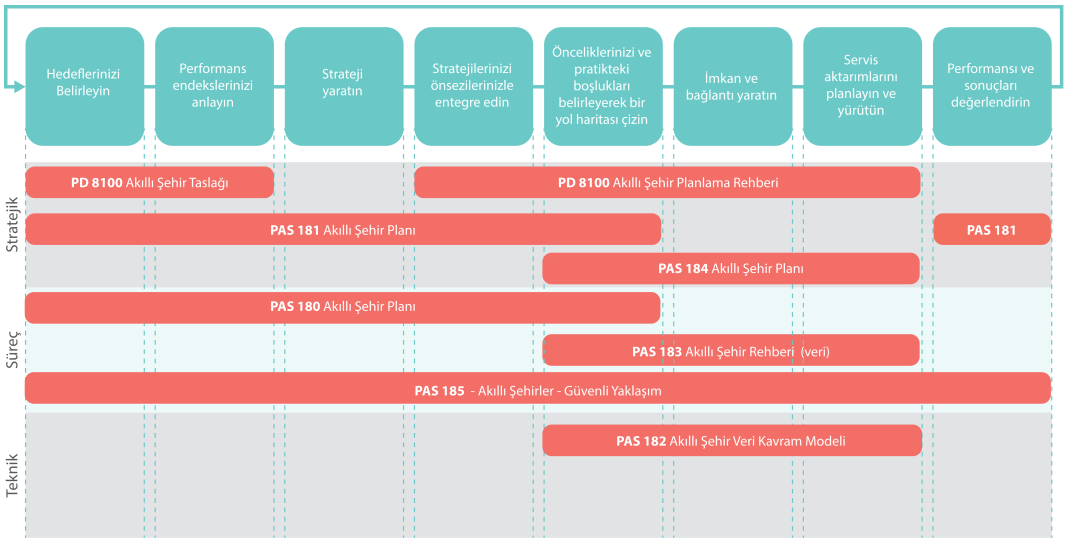
PAS 181 Akıllı Şehir Çerçevesi Birleşik Krallık şehirleri için süreçlerin iyileştirilmesi için strateji oluşturulmasını desteklemektedir.

PAS 182 Akıllı Şehirler Konsept Modeli karşılaşılan sorunların çözümleri için akıllı şehir konseptinin uygulanması üzerine odaklanmaktadır

PD 8100 Akıllı Şehir Genel Görünüm akıllı şehir konsepti üzerinde çalışan insanlar için basit bir rehber sunmaktadır. Böylelikle şehrin geneline bakılarak insanların standartları bulmasını kolaylaştırır.

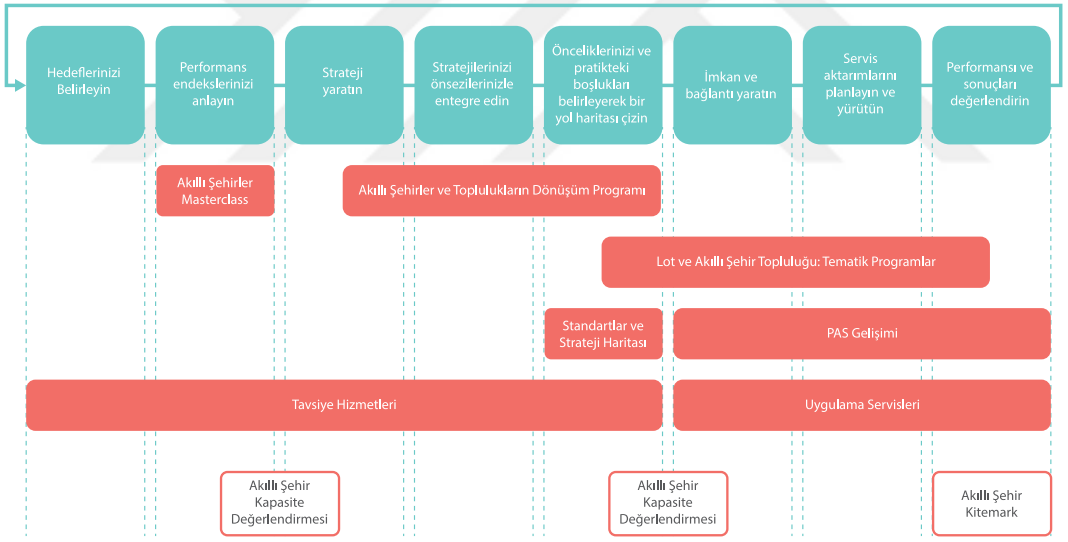
PD 8101 Akıllı Şehir Planlama Rehberi planlama ve geliştirme sürecinin rolüne ilişkin bir rehber ve yerel makamların Birleşik Krallık'ta iyi uygulamalar bulabilecekleri bir araçtır.

Akıllı Şehir yaklaşımında kullanılan BSI standartlarının uygulanması için yine



Şekil 1.4 BSI akıllı şehir standartlar çerçevesi [68]

BSI tarafından birtakım servisler sunulmaktadır. Öne çıkan servisler danışmanlık hizmeti, PAS geliştirme, uyarlama servisleri olan bu servislerin tamamı Şekil 1.5'de verilmiştir.



Şekil 1.5 Akıllı şehir standartlarında BSI servisleri [68]

Buradaki yaklaşımları uygulayabilmek adına Akıllı Şehirler Dönüşüm Programı'nı geliştirilmiştir. Bu programın amacı Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları olarak tanımlanmış olup 5P ile ifade edilmektedir ve İnsan (People), Yerküre (Planet), Refah (Prosperity), Barış (Peace), Ortaklık (Partnership) olarak belirtilmiştir [69]. BSI ayrıca Kitemark adını verdiği bir olgunluk modeline de sahiptir.

ISO ve BSI'nın dışında Avrupa'da da standartlar üç yapı altında hazırlanır. Avrupa Standardizasyon Komisyonu (CEN), Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (CENELEC) ve Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI).

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU); Bileşmiş Milletler 'in Bilgi ve İletişim Teknolojileri ajansıdır. Telekomünikasyon altyapı sistemleri, internet, mobil bağlantı gibi konularda kapsamlı uyumluluk çerçeveleri yayımlar.

1.1.7 Karar Destek Araçları (KDA) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemleri

Karar Destek Aracı (KDA) şeffaf bir karar alma süreci kullanarak çelişkilerle karşılaşan karar vericilerin öncelikleri belirlemesine yardımcı teknikleri içermektedir [70],[71]. Doğal kaynakların planlanması, kullanımı ve iyileştirilmesi ile ilgili alanlarda KDA'ları konu alan yüzlerce çalışma mevcuttur [72]. Günümüzde KDA'lar, çevresel konulardan sağlık sektörüne, emlak sektöründen şirket yönetimi ve finans sektörüne kadar birçok farklı alanda kullanılan sistemlerdir.

Kararlarımız hayatımızı şekillendirir ve doğru kararları vermek basit ve kolay bir iş değildir. Karar analizi, insanların ve kuruluşların kararlarının kalitesini artırmalarına yardımcı olur [73]. Daha iyi kararlar vermemize yardımcı olan karar analizi yöntemlerinin kritik gereksinimlerinden biri, çok boyutlu durumlarla başa çıkma yeteneğidir. Çok boyutluluk ile karakterize edilen koşullarla yüzleşirken Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar vermenin en iyi bilinen dallarından biridir ve çoğu zaman çelişen çok sayıda hedefle ilgili sorunları ele alma kapasitesine sahiptir [74].

ÇKKV problemlerini çözerken kaçınılmaz olan aşama, kriter ağırlık katsayılarının belirlenmesidir. Mevcut literatürü incelemek, kriter ağırlıklarını belirlemek için yöntemlerde benzersiz bir ayrım olmadığını ve ayrımlarının çoğunlukla, yazarların gerçek dünya problemini çözme konusundaki anlayışlarına ve ihtiyaçlarına göre yapıldığını not etmemizi sağlar. [75]'e göre, kriter ağırlıklarını belirlemeye yönelik sınıflandırma yöntemlerinden biri, bunların objektif ve sübjektif modellere bölünmesini ifade etmektedir. Objektif modeller, ilk karar verme matrisindeki kriter değerine dayalı olarak kriter ağırlık katsayılarının hesaplanmasını ifade ederken, sübjektif modeller, metodolojinin uygulanmasını, kriterlerin önemine göre tercihlerini ifade eden karar vericilerin doğrudan katılımını ifade eder. Sübjektif modeller, katılımcı sayısı ve uygulanan teknikler ile kriterlerin nihai ağırlıklarının nasıl oluşturulduğu konusunda birbirinden farklılık gösterir [76]. [77], karar verme matrisini tanımlamanın yapılandırılmış bir tarzını temsil eden ikili karşılaştırma yöntemini sunan ilk kişiydi. İkili karşılaştırmalara dayalı en sık kullanılan yöntemlerden biri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi olmakla birlikte [78], [79], ELECTRE (Elimination and Choice Expressing the Reality) Yöntemi [80],[81], TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemi [82], PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment

Evaluations) Yöntemi [83] ve En İyi-En Kötü (BMW) [84] Yöntemi bunlardan sadece birkaçıdır.

1.1.7.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

En yaygın ÇKKV yöntemlerden biri ikili karşılaştırmalara dayalı bir teknik olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yaklaşımıdır. Karar verme sürecini kolaylaştırmak için [79] tarafından geliştirilen AHS, çeşitli kriterlere dayalı kararlar almak [85], karmaşık problemleri çözmek, kararların analizi ve hesaplanması için oluşturulan[86] ve karar verme ile ilgili hemen hemen tüm uygulamalarda kullanılan çok kriterli bir karar verme aracıdır [85]. Klasik AHS genellikle net bir şekilde tanımlanmış karar destek uygulamalarında kullanılır. AHS, problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan, birbirlerine göreceli önemlerini ikili karşılaştırma ile elde eden bir tekniktir [87]. Bu ikili karşılaştırma yöntemi Eigen değerlerini kullanır. Ayrıca hem nitel hem de nicel performansı ölçmek için kullanılan sayısal ölçeği kalibre etmek için bir metodoloji sunar. Ölçek, en az değerli için 1/9'dan eşit için 1'e ve kesinlikle daha önemli için 9'a kadar tüm karşılaştırma aralığını kapsar [85].

AHS'nin en önemli özelliği, Lineer Programlama, Kalite Fonksiyonu Dağıtımı, Bulanık Mantık vb. farklı tekniklerle entegre edilebilme esnekliği [85] ve karar vericinin objektif ve sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir [88]. Bu, kullanıcının tüm birleştirilmiş yöntemlerden fayda elde etmesini [85] ve bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirilmesini [88] ve dolayısıyla istenen amaca daha iyi bir şekilde ulaşmasını sağlar.

AHS, kriterlerin birbirlerine göre önceliklerini hesaplayarak önem sıralarını belirleyen, en iyi çözümü belirleme problemi için uygun bir karar verme tekniğidir [89]. AHS, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi göstererek hiyerarşik bir yapıda modellemesine imkân sağlar [88]. AHS'nin çözüm aşamaları; karar verme probleminin tanımlanması ve amacın belirlenmesi, karar kriterlerinin listelenmesi, karar alternatiflerinin belirlenmesi, hiyerarşik yapının oluşturulması, kriterlerin ikili karşılaştırılması, uyum oranının hesaplanması, alternatiflerin sıralanması ve duyarlılık analizi şeklinde sıralanabilir [90].

Karmaşık bir karar verme problemi veya planlama konusu, analitik hiyerarşi yöntemi ile bileşenlerine veya seviyelerine ayrılır ve daha sonra bu seviyeleri artan bir hiyerarşik düzende düzenler. Bileşenler, ikili karşılaştırma şeması kullanılarak hiyerarşinin her seviyesinde birbirlerine göre karşılaştırılır. Belirli bir seviyenin unsurları komşu bir üst seviyeye bağlanarak bu seviyeler arasında bir entegrasyon

oluşturulur. Bu metodik yaklaşım, bir öncelikler listesi, göreceli önem ölçeği veya farklı eylem tarzlarını veya alternatifleri karşılaştırmak için bir mekanizma ortaya çıkarır. Kaynakların alt seviyedeki varlıklar arasındaki dağılımı göreceli öncelik ağırlıkları tarafından yönetilebilir [91].

AHS'nin birincil uygulaması çok kriterli karar problemlerinin çözümüdür. Bu modda, metodolojisi hedeflerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını içerir. Bireysel tercihler AHS tarafından oran-ölçek ağırlıklarına dönüştürülür ve bunlar daha sonra ilgili seçenekler için doğrusal eklemeli ağırlıklar sağlamak üzere bir araya getirilir. Alternatifler, karar vericinin bir karar vermesine veya bir sonucu tahmin etmesine yardımcı olan sonuçtaki ağırlıklar kullanılarak sıralanır.

AHS, düzenleme, ölçüm ve/veya sentez gerektiren her durum için uygun bir yöntemdir. Dengeli puan kartı, kaynak tahsisi, tahmin, genel kalite yönetimi, iş süreci yeniden mühendisliği ve kalite fonksiyonlarının konuşlandırılması AHS'nin başarıyla kullanıldığı geniş alanlara birkaç örnektir. Bununla birlikte, AHS sıklıkla tek başına kullanılmaz. Bunun yerine, diğer yaklaşımlarla birlikte veya onlara destek olarak uygulanır [85].

Ancak, kesin bir yargının oluşamadığı, karar vericinin kararının belirsizlik içerdiği uygulama sahalarında yetersizdir. Belirsizlikleri modellemek için ikili karşılaştırmalarda bulanık-AHS yöntemi tercih edilmektedir[92].

1.1.7.2 Bulanık Mantık (Bulanık AHS)

Bulanık Mantık yargının kesin olmadığı şartlarda telafi edici bir yaklaşım ile belirsizliğin üstesinden gelmek için uygulanır. En iyi bilinen bulanık-AHS tabanlı yapısal model üçgen vaka olarak tanınan karşılaştırma sistemidir[92]. Diğer taraftan, bulanık-AHS yaklaşımları tutarsız sonuçların elde edilmesine neden olabilir. Bu zayıflığı gidermek için tavsiye edilen aksiyon, ikili karşılaştırmaların tutarlılık elde edilene kadar yeniden düzenlenmesidir[93]. Rezaei tarafından geliştirilen lineer [84] ve lineer olmayan [94] programlama teorisine dayalı yeni KDA, AHS ve bulanık-AHS yaklaşımlarındaki eksiklikleri ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. En İyi-En Kötü olarak adlandırılan yeni algoritma AHS ve bulanık-AHS'ye kıyasla ikili karşılaştırma sayısını azaltarak uzman görüşlerini daha tutarlı hale getirmektedir.

1.1.7.3 En İyi-En Kötü Yöntemi (BWM)

Karar verme problemlerini formüle etme ve çözme söz konusu olduğunda en popüler yaklaşımlardan biri ÇKKV Yöntemi'dir ve en çok, çok sayıda ve genellikle birbiriyle

çelişen kriterlerin ortaya çıktığı sorunları ele alma becerisiyle bilinir. En yeni ÇKKV yöntemlerinden biri olarak, En İyi-En Kötü Yöntemi (BWM), basitliği, esnekliği ve genel uygulanabilirliği sayesinde, tanıtılmasından bu yana önemli ölçüde incelenmiş ve çeşitli alanlara giderek daha fazla uygulanmıştır [73].

En İyi-En Kötü Yöntemi, 2015 yılında Dr. Jafar Rezaei [84] tarafından geliştirilen çok kriterli sorunları çözmek için geliştirilmiş ve karar kriterlerinin sistematik bir ikili karşılaştırmasına dayanmaktadır. BWM'de amaç en iyi alternatifi/alternatifleri seçmek için kullanılan bir yöntemdir. Birtakım alternatifler birtakım kriterlere göre değerlendirilir ve bir karar verici veya bir grup karar verici tarafından en iyi (örn. en çok arzu edilen, en önemli) ve en kötü (örn. en az arzu edilen, en az önemli) kriterler belirlenir. Karar verici tarafından karar kriterleri belirlendikten sonra, iki kriter seçilir: en iyi kriter ve en kötü kriter. Daha sonra bu iki kriterin her biri (en iyi ve en kötü) ve diğer kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır. En iyi kriter, karar vermede en önemli role sahip olurken, en kötü kriter ise tam tersi role sahiptir. Karar verici, önceden tanımlanmış bir ölçekten (örneğin 1'den 9'a kadar) bir sayı kullanarak diğer tüm kriterlere göre en iyi kritere ilişkin tercihlerini ve en kötü kritere göre tüm kriterlere ilişkin tercihlerini verir. Yani, en iyiden diğerlerine ve diğerlerinden en kötüye [95]. Daha sonra, ağırlık oranları ile bunlara karşılık gelen karşılaştırmalar arasındaki maksimum mutlak fark en aza indirilecek şekilde ağırlıkları belirlemek için doğrusal olmayan bir minmaks modeli kullanılır ve model birden çok optimum çözümle sonuçlanabilir. Bazı durumlarda karar vericiler birden çok optimal çözüme sahip olmayı tercih etse de çoğunlukla tek bir çözüme sahip olmayı isterler [94].

Diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırıldığında, BWM'nin belirgin özellikleri, güvenilir sonuçlara götüren ikili karşılaştırmalar oluşturmak için yapılandırılmış bir yol kullanması, çoğu mevcut ÇKKV yöntemine kıyasla daha az karşılaştırma verisi gerektirmesi ve tam bir ikili karşılaştırma matrisi kullanan diğer ÇKKV yöntemlerinin sonuçlarından daha tutarlı olmasıdır [84].

1.2 Tezin Amacı

Akıllı Şehir kapsamında önemli unsur haline gelen endeks oluşturma, şehirlerin daha akıllı hale gelmesinde olumlu bir etken haline gelmiştir. Şehirler karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelmek için şehrin ihtiyaçlarına yenilikçi ve akıllı çözümler bulma çabası içerisine girmişler ve bu çaba akıllı şehir kavramını ortaya çıkarmıştır.

Akıllı şehir incelemeleri kapsamında endeks çalışmaları, öncelikli olarak belirlenen şehrin her alanında vatandaşlarına değen etkenlerin işlevselliğini ve olgunluk

seviyesini belirleyerek diğer şehirlerle kıyaslama imkânı sunmaktadır. Bu çalışma, akıllı şehir endeksleri oluşturulurken toplanan uzman görüşlerini değerlendirerek en uygun Karar Destek Aracı (KDA) yaklaşımını belirlemeyi amaçlamaktadır. Uzman görüşünün kolay açıklanan, hızlı ve az sayıda soru ile toplanması ve değerlendirme aşamasında tutarlı sonuçlar elde edilmesi KDA yaklaşımlarını değerlendirirken kullanılacak temel ölçütlerdir. Çalışma, endeks hesaplama sürecinde kullanılacak adımların bir taksonomi içinde sıralanmasıyla başlamıştır. Her bir aşama için toplanacak veriler ve kaynakları açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Akıllı şehir endeksleri olarak mevcutta kullanılan, farklı sektörel uygulama alanlarına değinen ve özel alanlara odaklanan farklı endeksler uluslararası standartlar bu çalışmada referans olarak kullanılmıştır. Kaynak çalışmalardan elde edilen gösterge setleri filtrelenerek çalışmada kullanılacak temel göstergelere karar verilmiştir. Ele alınan şehirler için gösterge değerleri veri kaynaklarından çıkarılarak endeks puanları hesaplanmış ve şehirlerin karşılaştırılması yapılarak analiz edilmiştir. Gösterge katsayılarının belirlenmesinde ise uzman görüşleri KDA yaklaşımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Tasarlanan bu endeks kullanılarak dünyanın önde gelen şehirleri sıralanarak ülkemizin en önde gelen metropolü İstanbul'un bunlar arasındaki yeri tespite çalışılacaktır.

1.3 Hipotez

Literatür incelemesinden hareketle, en uygun KDA'nın irdelenmesi ve tespitini amaçlayan bu araştırma aşağıdaki hipotezleri ortaya koyarak gerçekleştirilecektir. Veri kullanımı açısından, açık kaynaklı veri kullanımı, uzman görüşlerinin ağırlıklandırılması ve çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması bu çalışmada değerlendirilecektir:

- Uluslararası akıllı şehir endekslerinin kullandığı göstergeler ve veri kaynakları kapalı olabilmektedir. Bu durum şehirlerin kendi konumlarını iyileştirmeleri önündeki önemli engellerden biridir. Açık kaynaklı verileri kullanan ve göstergeleri açık olarak sunulan endeksler şehir gelişimine olumlu etki yapar.
- Fonksiyonel alanların ve göstergelerin uzman görüşleri kullanılarak ağırlıklandırılması ve bunların açık olarak sunulması şehirlerin önceliklerinin daha kolay planlanmasını sağlar.
- Ağırlıklandırma işlemlerinde çok kriterli karar verme teknikleri, uzman görüşlerinde daha etkin sonuçlar üretir.

2
AKILLI ŞEHİR DEĞERLENDİRME MODELLERİ

Akıllı Şehir Değerlendirme Modelleri şehirleri birbirleriyle karşılaştırmak, gelişim alanlarını belirlemek, ihtiyaç ve öncelikleri anlamak için tasarlanmıştır. Bu modeller genellikle iki yaklaşımla ele alınmaktadır. Akıllı şehir sürecinde şehirlerin olgunluk seviyesi sübjektif ve objektif olarak ortaya konulmalıdır. Akıllı şehir olgunluk modeli, sübjektif verileri tanımlayan analiz eden ve ortaya şehrin olgunluğu hakkında bilgi sunan bir çerçevedir [96]. Şehirlerin olgunluğunun ortaya konulmasında kullanılan diğer etkili ve objektif yol gösterici akıllı şehir endeksleridir. Sayısal olarak ölçülebilen ve yönetişimde ortak bir dil oluşturulmasına imkân sağlayan endeks göstergeleri (metrikler-indikatör) sayesinde şehirler puanlanarak kıyaslanabilir [97]. Böylece, hedefe yönelik olarak şehre yapılan yatırımların faydaları ortaya konur[98] ve şehirler kendilerini objektif olarak izleme imkânı bulur [99]. Şehir faaliyetlerinin yönetilmesi, şehrin farklı alanlarda ne kadar iyi performans gösterdiğinin değerlendirilmesi ve karar vermede destek olarak kullanılması endeks göstergelerinin önemli özellikleridir.

2.1 Akıllı Şehir Olgunluk Modeli

Olgunluk kavramı, tam, mükemmel veya hazır olma durumu olarak tanımlanabilir [100]. Akıllı şehir yaklaşımı, insan merkezli olarak teknolojik imkanları kullanarak yaşanılabilir ve sürdürülebilir şehirler inşa etmeyi hedeflemektedir. Akıllı şehir sistemleri, şehirlerin ihtiyaçlarına göre farklı alanlarda ve farklı olgunluklarda uygulanabilmektedir. Akıllı şehir çözümleri ile ihtiyaçların karşılanması sonucu şehrin olgunluğunu temsil edecek sistematik olgunluk modelleri üretilmektedir. Bu bağlamda akıllı şehirlerin gelişim süreci, mevcut imkanları tanımlama ile başlayan ve mümkün olan akıllı ve yaşanılabilir şartları önceden belirlenmiş bir düzeye doğru iyileştirme sürecinde olgunluk modelleri üzerinden yürümektedir. Bu modeller çerçevesinde varılmak istenen konuma taşıyacak temel süreçler adım adım tanımlanmaktadır. Bu süreçlerin zeminini teşkil edecek temel uygulamalar birer faktör olarak olgunluğunun zeminine yerleştirilmektedir. Bu uygulamalar şehrin

işleyişini daha sürdürülebilir hale getirirken vatandaşlara daha yaşanabilir bir şehir sunmaya imkân sağlamaktadır. Olgunluk modelleri şehirlerin kendini farklı yıllarda kendileri ile kıyaslama yanında diğer şehirler ile kıyaslamalarını da sağlamaktadır. Bir olgunluk modeli genellikle belirlenen hedefe ulaşma düzeyini kurumsal yapı ve süreçler üzerinden çözümlemektedir [101].

Olgun bir akıllı şehir, birbirine bağlı bir sistem dahilinde yürüteceği süreçleri daha iyi bir şekilde planlayıp uygulamaktadır. Akıllı Şehir Olgunluk Modeli, bir şehrin akıllı şehre dönüşme sürecindeki konumunu anlamaya ve süreci yönetmeye yardımcı olmak üzere geliştirilmektedir. Bütünleşik bakışla şehrin niteliklerini çok boyutlu olarak görmeyi mümkün kılmakla birlikte katılımcılığı da öne çıkartır. Böylece akıllı şehre dönüşüm sürecindeki adımları belirleyerek şehri yönetenlere uygun bir perspektif belirleme imkânı sunulmaktadır.

Dünyada akıllı şehre dönüşüm sürecini açıklayan çok sayıda olgunluk modeli geliştirilmiştir. Olgunluk modelleri bazen genel ilkelerden hareketle geliştirilebildiği gibi, bazen de yerel dinamiklerden hareketle şehirlerin kendilerine özgün olarak geliştirilmektedir. 1986'dan itibaren iki yüzden fazla olgunlaşma modeli geliştirilmiştir [102]. Akıllı şehir olgunluk modelleri şehirlerdeki idareciler için önemli değerlendirme araçlarıdır. Bu araçlar, şehir idarecilerinin şehirlerin gelişimlerini zaman içinde takip edebilecekleri sistemler olarak kurgulanmaktadır. Akıllı şehir olgunluk modelleri niteliksel bir değerlendirmeye ve çoğunlukla şehrin gelişimini kendi içinde kıyaslamaya dayalıdır. Bazı akıllı şehir olgunluk modelleri ise farklı şehirleri birbiri ile kıyaslamaktadır. Akıllı şehir olgunluk modelleri, aynı zamanda belirli bir düzeye ulaşmaya çalışan şehirler için önemli öz değerlendirme araçlarıdır. Olgunluk modelleri farklı göstergeler çerçevesinde karşılaştırma imkânı sunduklarından şehirlerin geliştirilmesi için yöneticilere bir rehber sunarlar.

Olgunluk modellerinin geliştirilmesinde, şehirlerin olgunlaşmasına katkı sağlayacak temel faktörlerin ve bu faktörlerin bileşenlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bileşenlerin olgunluk adımlarının belirlenmesi ve şehrin bu adımlardan hangisini temsil ettiğinin tespit edilebilmesi için soru setlerinin hazırlanması önemlidir. Faktörlerin ve bileşenlerin akıllı şehir vizyonu içinde gelişme alanlarını temsil etmesine dikkat edilmelidir. Olgunluk modeli, faktörlerin ve bileşenlerin her birinin durumunun bir önceki ölçüme göre daha iyi bir düzeye gelmesini temsil eder. Böylece akıllı şehrin gelişimi tanımlanabilir ve izlenebilir nesnel bir boyut kazanmaktadır [103].

Akıllı şehir olgunluğunu ölçmek için çok sayıda model geliştirilmiştir. ISO tarafından geliştirilen ISO 37107, Akıllı Sürdürülebilir Topluluklar Olgunluk Modeli

(MMSSC) şehir ve toplulukların öz değerlendirmeleri ve kıyaslamalarına zemin hazırlamaktadır. ISO 37107, 7 temel nitelik çerçevesinde 32 özellik belirlenmiş, bu özellikler 4 ölçekte gruplanmıştır. Bu model bir şehrin sürdürülebilir değişimi daha iyi uygulayabilmesi için iyileştirilmesi gereken kilit alanlara genel bir bakış edinmeye yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda strateji yönetimi, vatandaş merkezli hizmet yönetimi ve fiziksel ve dijital kaynak yönetimini eksene almaktadır. MMSSC'ye göre şehirlerde olgunlaşma 5 seviyede gerçekleşir: (1) Başlangıç, (2) kısmen yerine getirilmiş, (3) yerine getirilmiş, (4) geliştirilmiş, (5) sürdürülebilir-optimize. MMSSC, bir topluluğun sürdürülebilir değişimi daha iyi uygulayabilmesi için stratejik bir yol haritası sunmaktadır [104].

Britanya Standartlar Enstitüsü (BSI) 2014 yılında Akıllı Şehir Çerçevesi: Akıllı Şehirler ve Toplumlar İçin Strateji Oluşturma Rehberi (PAS 181) adında bir standart yayımlanmıştır. Akıllı Şehir Çerçevesi (SCF), akıllı şehirlerin her kademesi ve sektör liderlerinin kullanımı için geliştirilmiş bir rehberdir. BSI 2018 yılında, Kitemark olarak adlandırdığı şehri yönetim ve liderlik olgunluk seviyelerine göre denetlediği ve 1 ila 5 arasında bir olgunluk derecesinde sınıflandırdığı bir olgunluk modeli de oluşturmuştur. Bu derecelendirme sistemi BSI tarafından geliştirilen aslen CMMI (Capabitity Management Maturity Index) yapısını akıllı şehirciliğe uyarlanmış halidir. BSI bu akreditasyonu almak isteyen şehre arzu ederse aynı zamanda bu alanda önemli bir danışmanlık hizmeti de sunmaktadır. Bu sertifikasyon ISO 37106'yı baz almaktadır. BSI'nın Kitemark adını verdiği olgunluk modelinde (1) ön geliştirme, (2) gelişmekte, (3) işbirlikçi, (4) lider, (5) vizyoner akıllı şehir olarak beş olgunluk seviyesi mevcuttur[105].

IDC Akıllı Şehir Olgunluk Modeli, dünyanın farklı yerlerinde pek çok şehirde uygulanmış bir modeldir. IDC olgunluk modeli şehirlerin karşılaştığı sorunlara odaklanan bir akıllı şehir olgunluk modelidir. Model, şehirlerin mevcut durumlarını belirlenmesine, kısa ve uzun vadedeki gelişim hedeflerinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Olgunluk modelindeki faktörler, üç ana konu üzerinde yoğunlaşmıştır: (1) insanlar, (2) süreçler ve (3) nesneler. IDC'nin modelinde (1) geçici, (2) fırsatçı, (3) tekrarlanabilir, (4) yönetilen, (5) optimize edilmiş şeklinde beş olgunluk seviyesi mevcuttur [106].

2.2 Akıllı Şehir Endeksleri

Endeks çalışmaları, fonksiyonel alanların sürdürülebilirliğini, işlevselliğini ve olgunluğunu karşılaştırmalı olarak sunmayı amaçlamaktadır. Şehirleri birbirleriyle karşılaştırmak için çeşitli göstergeler kullanılmıştır. Endeks çalışmaları, birden fazla

gösterge kullanarak şehirleri belirli alanlardaki performanslarına göre sıralamaktadır. Endekslerdeki göstergeler kapsayıcı, bağımsız, basit ve karşılaştırılabilir olmalıdır. Akıllı şehir endeks çalışmalarında sistematik izleme yapabilmek için doğru ve etkili gösterge tanımlamalarının yapılması bir şehrin diğer şehirlere göre durumunu belirlemede en önemli etkendir. Buna karşın, çeşitli ticari endeks sistemleri tarafından ortaya konulmuş, sadece uzman bilgisine dayalı olarak tanımlanmış ve belirli kullanım amaçları için geliştirilmiş çok sayıda farklı gösterge mevcuttur [107]. Göstergenin kullanışlılığını ve zayıflıklarını anlamak uzman bilgisi gerektirdiğinden dolayı en uygun gösterge standardının bilinçli şekilde seçimi, şehir yöneticileri için oldukça zordur. Şeffaflık düzeyinde ve bilimsel temellerdeki eksiklikler nedeniyle ticari şehir endeksleri şüpheli görülmekte ve sık sık eleştirilmektedir[108]. Bu durum akıllı şehir kavramının ve potansiyelinin eleştirilmesine ve akıllı şehirlerin çoğunlukla ürün satıcılarının bir pazarlama stratejisi olduğunun düşünülmesine sebep olmaktadır [109]. Şehir göstergelerinin standardize edilmiş çerçeveleri konusunda şaşırtıcı derecede az akademik çalışmanın yapılmış olması, endekslerin güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyen diğer bir unsurdur [107]. Mevcut çalışmalar genellikle veri kalitesi [110], kullanıcı algısı [111], mevcut göstergelerin geliştirilmesi [112] gibi bireysel standartların özel konularına odaklanmakta ve sadece mevcut standartlara genel bir bakış sunmaktadır. Uluslararası Standartlar Teşkilâtı (ISO), Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi (ETSI) ve Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU) gibi uluslararası standardizasyon kuruluşları altı grup halinde akıllı ve sürdürülebilir şehir göstergelerini yayımlamıştır. Ayrıca, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından, şehirleri ve insan yerleşimlerini, güvenli, esnek ve sürdürülebilir hale getirmek için küresel olarak kabul edilmiş kentsel sürdürülebilirlik göstergeleri önerilmiştir [113].

Akıllı şehir endekslerinin oluşturulmasında kullanılacak uygun göstergelerin belirlenmesinin yanında şehir puanlarının hesaplanmasında kullanılacak göstergelerin ağırlıklandırılarak bir sistematik için değerlendirilmesi de oldukça önemlidir. Göstergeler sınıflandırmaya ve kategorileştirmeye izin veren niteliksel ya da sayısal bilgiler içeren niceliksel veri tiplerinde olabilir. Farklı veri tiplerindeki göstergelerin bir arada değerlendirildiği düşünüldüğünde, akıllı şehir puanlarının hesaplanmasında kullanılacak sistematiğin objektif karar verme yetisine sahip olması gerekir. Bu hususta Karar Destek Aracı (KDA) olarak bilinen sistemlerden yararlanılabilir.

Parametre ve indikatör seçimi, yöntem seçimi, kapsam ve şehirlerin belirlenmesi; endeks çalışmaları için en önemli aşamalardır. Bu adımların açık, güvenilir ve bilimsel düzeyde sürdürülmesi çalışmanın tarafsızlığı ve yeterliliği açısından kritiktir.

2.2.1 Endeks Amaçları, Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Yeni şehir modeline girişimcilik ve vatandaşlar için çekicilik hakimdir. Şehirler, algılanan yetenekleri ve potansiyelleri sayesinde büyüktür. O halde sorulması gereken soru, yetenekli vatandaşları ve potansiyel göçmenleri neyin çektiğidir? Endeks oluşturmanın amacı bu soruya cevap vermektir. Araştırmacılar ve akademisyenler bu yeni teorik çizgileri takip etmiş ve her biri birden fazla boyutta bir dizi spesifik göstergeye dayanan çok bileşenli istatistiksel endeksler oluşturmaya yönelmiştir. Bu tür göstergeler, ilginç göçmenleri ve vatandaşları çeken faktörleri ayrıştırmaya ve tanımlamaya çalışmaktadır. Bu çağdaş ve süregelen çekiciliğe hangi spesifik unsurların katkıda bulunduğunu anlamak zorundayız. Son zamanlarda ortaya çıkan çeşitli küresel şehir endekslerinin amacı da budur.

Bu endekslerin değeri iki yönlüdür. Bir yandan varyasyon ölçümlerini nicelleştirir ve standartlaştırırlar. Diğer yandan da bunu önemli farklılık faktörlerine ayırırlar. Artık büyük bir kenti büyük yapan belirli farklılık ve çeşitlilik kaynaklarını anlamaya çalışmakla ilgilenilmektedir. Bu artık imparatorluktaki sermaye konumuna göre varsayılan bir ön kabul değildir. Şehirler artık rekabet ediyor. Son derece rekabetçi pazarlarda şirketler arasındaki rekabette olduğu gibi, şehirlerdeki farklılıkların bu boyutları ve büyüklükleri de önemli rekabet avantajı konularıdır. Artık şehirlerin sıralama endekslerinin, çoğunlukla romantik emperyal gurur meseleleri olarak değil, şehir stratejisinin pratik meseleleri olarak siyasi açıdan önemli olduğu bir dünyada yaşanmaktadır. Bu endeksler geçmişin ihtişamını kutlamaktan ziyade mevcut performansın gösterge tablosu ölçütleridir. Bu yeni endeksler önemlidir; iyi bir endeks, büyüyen ve rekabetçi her şehir için rekabet avantajıdır [114]

2.2.2 Endeks İnşa Etme Yöntemleri

OECD'nin yaptığı araştırmaya göre[115] endeks inşa ederken dikkat edilmesi gereken adımlar aşağıda Tablo 2.1'de belirtilmiştir.

Tablo 2.1 Akıllı şehir kilometre taşları [115]

Adım	Önemi
1. Teorik çerçeve: Amaca uygunluk ilkesi çerçevesinde değişkenlerin seçilmesine ve anlamlı bir bileşik göstergede birleştirilmesine temel sağlar (bu adımda uzmanların ve paydaşların katılımı öngörülmektedir).	Ölçülecek çok boyutlu olgunun net bir şekilde anlaşılması ve tanımlanması. Olgunun çeşitli alt gruplarını yapılandırmak (gerekirse). Temel değişkenler için bir seçim kriterleri listesi derlemek, örneğin girdi, çıktı, süreç
2. Veri seçimi: Analitik sağlamlığa, ölçülebilirliğe, ülke kapsamına, göstergelerin ölçülen olguyla ilgisine ve birbirleriyle ilişkisine dayanmalıdır. Verilerin az olduğu durumlarda vekil değişkenlerin kullanılması düşünülmelidir (bu adımda uzmanların ve paydaşların katılımı öngörülmektedir).	Mevcut göstergelerin kalitesini kontrol etmek. Seçilen her bir göstergenin güçlü ve zayıf yönlerini tartışmak.Veri özellikleri hakkında bir özet tablo oluşturmak, örneğin, kullanılabilirlik (ülke genelinde, zaman), kaynak, tür (sert, yumuşak veya girdi, çıktı, süreç) gibi.
3. Kayıp verilerin imputasyonu: Eksiksiz bir veri seti sağlamak için gereklidir. (Örn. tekli veya çoklu imputasyon yoluyla).	Kayıp değerleri tahmin etmek. Atamanın bileşik gösterge sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirmek için atanan her bir değerin güvenilirliğinin bir ölçüsünü sağlamak. Veri setindeki aykırı değerlerin varlığını tartışmak
3. Kayıp verilerin imputasyonu: Eksiksiz bir veri seti sağlamak için gereklidir. (Örn. tekli veya çoklu imputasyon yoluyla).	Kayıp değerleri tahmin etmek. Atamanın bileşik gösterge sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirmek için atanan her bir değerin güvenilirliğinin bir ölçüsünü sağlamak. Veri setindeki aykırı değerlerin varlığını tartışmak
4. Çok değişkenli analiz: Veri setinin genel yapısını incelemek, uygunluğunu değerlendirmek ve sonraki metodolojik seçimlere (Örn. ağırlıklandırma, toplama) rehberlik etmek için kullanılmalıdır.	Bireysel göstergeler ve ülkeler olmak üzere iki ana boyut boyunca verilerin altında yatan yapıyı kontrol etmek (temel bileşenler analizi, küme analizi gibi uygun çok değişkenli yöntemler aracılığıyla). İstatistiksel olarak "benzer" olan gösterge gruplarını veya ülke gruplarını belirlemek ve sonuçların yorumlanmasını sağlamak. Veri setinin istatistiksel olarak belirlenmiş yapısını teorik çerçeve ile karşılaştırmak ve olası farklılıkları tartışmak

Adım	Önemi
5. Normalleştirme: Değişkenleri karşılaştırılabilir hale getirmek için yapılmalıdır.	Hem teorik çerçeveye hem de veri özelliklerine saygı gösteren uygun normalleştirme prosedürlerini seçmek. İstenmeyen ölçütler haline gelebilecekleri için veri setindeki aykırı değerlerin varlığını tartışmak. Gerekirse ölçek ayarlamaları yapmak. Gerekirse yüksek derecede çarpık göstergeleri dönüştürmek
6. Ağırlıklandırma ve toplama: Altta yatan teorik çerçeve doğrultusunda yapılmalıdır.	Hem teorik çerçeveye hem de veri özelliklerine uygun ağırlıklandırma ve toplulaştırma prosedürlerini seçmek. Göstergeler arasındaki korelasyon sorunlarının dikkate alınıp alınmayacağını tartışmak. Göstergeler arasında telafi edilebilirliğe izin verilip verilmeyeceğini tartışmak.
7. Belirsizlik ve duyarlılık analizi: Bileşik göstergenin sağlamlığını değerlendirmek için, örneğin bir göstergeyi dahil etme veya hariç tutma mekanizması, normalleştirme şeması, eksik verilerin imputasyonu, ağırlıkların seçimi, toplama yöntemi açısından yapılmalıdır	Bileşik göstergeyi oluşturmak için çoklu modelleme yaklaşımını ve varsa, temel göstergelerin seçimi için alternatif kavramsal senaryoları dikkate almak. Bileşik göstergenin geliştirilmesinde olası tüm belirsizlik kaynaklarını tanımlamak ve bileşik puanlara ve sıralamalara belirsizlik sınırları ile eşlik etmek. Çıkarımların (varsayımların) duyarlılık analizini yapmak ve hangi belirsizlik kaynaklarının puanlarda ve/veya sıralamalarda daha etkili olduğunu belirlemek
8. Verilere geri dönüş: Genel olarak iyi ya da kötü performansın ana etkenlerini ortaya çıkarmak için gereklidir. Şeffaflık, iyi bir analiz ve politika oluşturma için gereklidir.	Bileşik gösterge sonuçlarını neyin yönlendirdiğini ortaya çıkarmak için gösterge düzeyinde ülke performansının profilini çıkarmak. Korelasyon ve nedenselliği kontrol etmek (mümkünse). Bileşik gösterge sonuçlarının birkaç gösterge tarafından aşırı derecede domine edilip edilmediğini belirlemek ve bileşik göstergenin alt bileşenlerinin göreceli önemini açıklamak.

Adım	Önemi
9. Diğer göstergelerle bağlantılar: Bileşik göstergeyi mevcut (basit veya bileşik) göstergelerle ilişkilendirmek ve regresyonlar yoluyla bağlantıları belirlemek için yapılmalıdır.	Duyarlılık analizinin sonuçlarını dikkate alarak bileşik göstergeyi diğer ilgili ölçütlerle ilişkilendirmek. Sonuçlara dayalı olarak veri odaklı anlatılar geliştirmek.
10. Sonuçların görselleştirilmesi: Görselleştirmenin yorumlanabilirliği etkileyebileceği (veya geliştirmeye yardımcı olabileceği) göz önüne alındığında, gereken dikkat gösterilmelidir.	Hedeflenen kitle için tutarlı bir sunum araçları seti belirlemek. En fazla bilgiyi ileten görselleştirme tekniğini seçmek. Bileşik gösterge sonuçlarını açık ve doğru bir şekilde sunmak.

Yeterli bir akıllı şehir endeksi için temel kavramsal gereklilikler vardır [116]:

- Sürdürülebilirliğin üçlü alt çizgisini (çevre, ekonomi ve toplum) sağlam sürdürülebilirlik perspektifinden dikkate almak
- Kentin belediye sınırları dışındaki komşu bölgeler üzerindeki sızıntı etkilerini, özellikle çevresel faktörler açısından ölçmek
- Özgün olarak akıllı şehirleri değerlendirmek amacıyla endeksler/göstergeler oluşturmak
- Şehirleri standart değerlendirme kriterleri kullanarak çeşitli gelişim aşamalarında değerlendirebilmek.

Politika hedeflerinden göstergelere ve verilerden endekse kadar bir gösterge sistemi kurmak için aşağıdaki temel gereklilikleri belirtmektedir [117]:

- Akıllı şehirlerin tanımlarıyla sıkı bağlantı
- Fonksiyonel alanları temsil eden anlamlı göstergelerin seçimi
- Daha uzun zaman aralıklarında nicelik belirleme için verilerin güvenilirliği ve kullanılabilirliği (ölçülebilirliği)
- Süreç odaklı gösterge seçimi
- Siyasi (alt) hedefler türetme olasılığı

2.2.3 Kavramsal Çerçevenin Geliştirilmesi

"Composite Indicators of Country Performance: A Critical Assessment" başlıklı araştırmaya göre, bileşik göstergeler genellikle altta yatan bir dizi bireysel göstergeyi veya değişkeni özetlemek için kullanılır [118]. Bir gösterge, belirli bir alandaki göreceli konumu ortaya çıkarabilen ve zaman içinde ölçüldüğünde değişimin yönüne işaret edebilen bir dizi gözlemlenmiş olgudan türetilen nicel veya nitel bir ölçüdür. Temel olarak üç düzeyde gösterge gruplaması vardır:

1. Bireysel gösterge setleri, ayrı göstergeler veya istatistiklerden oluşan bir menüyü temsil eder. Bu, mevcut nicel bilgilerin stoklanmasında ilk adım olarak görülebilir.
2. Tematik göstergeler, belirli bir fonksiyonel alan veya tema etrafında bir araya getirilmiş bireysel göstergelerdir. Bu yaklaşım, bir şekilde bağlantılı veya ilişkili olan temel bir gösterge setinin belirlenmesini gerektirir. Bunlar genellikle bir bileşimde sentezlenmek yerine ayrı ayrı sunulur (örneğin OECD'nin Bilgi Ekonomisinin Ölçülmesi).
3. Bileşik göstergeler, tematik göstergeler sentetik bir endeks halinde derlendiğinde ve tek bir bileşik ölçüm olarak sunulduğunda oluşturulur.

OECD'nin değerlendirmelerine göre, değişkenlerin amaca uygunluk ilkesi çerçevesinde anlamlı bir bileşik gösterge olarak seçilmesi ve birleştirilmesi için temel sağlar (bu adımda uzmanların ve paydaşların katılımı öngörülmektedir) [119]. Bileşik göstergelerin oluşturulması güçlü bir teorik temelle başlar. Çerçeve, değerlendirilecek olguyu ve onu oluşturan parçaları açıkça tanımlamalı, bu bileşenlerin göreceli ağırlıklarını ve nihai bileşimin boyutlarını yansıtan belirli göstergeler ve ağırlıklar seçmelidir. İdeal olarak bu yöntem, hangi erişilebilir göstergelerin kullanıldığından ziyade neyin ölçülmek istendiğine odaklanmalıdır. Bu alanlardaki ekonomik araştırmalar halen üretilmekte olduğundan, rekabetçilik, sürdürülebilir kalkınma, e-iş hazırlığı vb. gibi yeni ortaya çıkan politika alanlarındaki bileşik göstergeler oldukça öznel olabilir. Bu nedenle, güvenilir göstergeler oluşturmak için şeffaflık çok önemlidir. Bu da şunları gerektirir:

a. Fikrin netleştirilmesi: Okuyucu tanımdan bileşik göstergenin tam olarak neyi ölçtüğünü anlayabilmelidir. Farklı alt grupları ve temel göstergeleri birbirine bağlayan teorik çerçeveden bahsedilmelidir. Ancak bazı karmaşık kavramların tam olarak tanımlanması ve ölçülmesi zordur veya paydaşlar arasında tartışmalara konu olabilir. Nihayetinde, bileşik göstergelerin kullanıcıları bunların kalitesini ve uygunluğunu değerlendirmelidir.

b. Alt grupların belirlenmesi: Çok boyutlu kavramlar çeşitli alt gruplara ayrılabilir. Bu alt grupların birbirinden (istatistiksel olarak) bağımsız olması gerekmez ve mevcut bağlantılar mümkün olduğunca teorik veya ampirik olarak tanımlanmalıdır. Bu aynı zamanda farklı faktörler arasındaki göreceli ağırlıkların belirlenmesini de kolaylaştırabilir. Bu adım ve bir sonraki adım, çoklu bakış açılarını dikkate almak ve kavramsal çerçevenin ve gösterge setinin sağlamlığını artırmak için mümkün olduğunca uzmanları ve paydaşları içermelidir.

c. Temel göstergeler için seçim kriterlerinin belirlenmesi: Seçim kriterleri, bir göstergenin genel bileşik endekse dahil edilip edilmemesi gerektiği konusunda bir rehber olarak çalışmalıdır. Mümkün olduğunca kesin olmalı ve ölçülen olguyu, yani girdi, çıktı veya süreci tanımlamalıdır. Çoğu zaman bileşik göstergeler hem girdi hem de çıktı ölçümlerini içerir. Ancak, endeksin inovasyon performansı ölçmesi amaçlanıyorsa, yalnızca ikinci çıktı göstergeleri seti dahil edilmelidir (veya birim girdi başına çıktı cinsinden ifade edilmelidir)[115].

Ayrıca başka bir çalışmada [120] sistemin biçimlendirilmesinden kaynaklanan teorik çerçeve sadece belirli bir bilgi alanı içinde kullanılabilir olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, sistemin modeli hem bilim insanlarının gerçekliğin nasıl gözlemleneceğine dair kararlarını hem de gerçek sistemin (bazı) özelliklerini içerecektir. Biçimsel tutarlılık, gerçek dünyadaki bir olayı açıklamak için bir model oluştururken gerekli ancak yetersiz bir özelliktir. Model aslında kullanıcının hedefleri ve niyetleriyle eşleşmelidir; başka bir deyişle, tüm çabayı yönlendiren amaçları iletmek için en iyi araç olmalıdır. Temsil edilecek soruna ilişkin belirli bir bakış açısı, hangi alt göstergelerin kullanılacağı, bunların nasıl kategorize edileceği, normalleştirme yönteminin kullanılıp kullanılmayacağı (ve hangisi), ağırlıklandırma yönteminin seçimi ve bilginin nasıl bir araya getirileceği kararlarını verir.

Teorik çerçeve, ne kadar öznel ve kötü tanımlanmış olursa olsun, değerlendirilecek olgunun çok boyutlu olduğunu ve her bir unsuru ve diğer unsurlarla nasıl ilişkili olduğunu belirtmek için çaba sarf edildiğini ima etmektedir. Bileşik bir gösterge tarafından tanımlanan sorunların çoğu karmaşık sorunlardır; refah, eğitimde mükemmellik veya sürdürülebilirlik gibi fikirleri düşünün. Sorunun çok boyutluluğu ve çok ölçekli tasviri, karmaşıklığın göstergeleri olarak hizmet eder [120].

Yapılan çalışmalar karmaşık konularda teorik çerçevenin "kalitesini" "bilim camiasının üç temel kaygısının" belirlediğine işaret etmektedir [121].

1. Önerilen [çerçevenin] çeşitli boyutlarda (teknik, ekonomik, sosyal, siyasi ve kültürel) ve yerel (örneğin teknik katsayılar), orta (örneğin büyük birimlerin toplam özellikleri) ve büyük (örneğin kalkınma yörüngelerini karşılaştırmak için trend analizi ve kıyaslamalar) dahil olmak üzere çeşitli ölçeklerde gerçekten bir etkiye sahip olup olamayacağını belirlemek...

2. Paydaşların konuyu çerçevelemenin en iyi yolu ile ilgili olarak sahip oldukları çeşitli saygın (ve sıklıkla karşıt) bakış açılarını dikkate almalıdır.

3. Karmaşık uyarlanabilir sistemlerin çok ölçekli ve çok boyutlu olarak incelenmesiyle ilgili her türlü doğal belirsizlik veya daha da kötüsü gerçek cehaletle makul bir şekilde başa çıkılmalıdır.

Çok çeşitli (genellikle karşıt) bakış açılarının entegrasyonunu ve eşdeğer olmayan temsil araçlarının kullanılmasını gerektiren bir teorik çerçeve tanımını kabul edersek, karmaşıklığı ölçülebilir bir biçimde en aza indirmenin zorluğu ortaya çıkar. Başka bir deyişle, sürdürülebilirlik gibi ölçülemeyen konuların yerine başarısı görülebilen ve değerlendirilebilen ara hedeflerin konulması gerekmektedir. Genel sistemin temel özellikleri kaybolduğunda, parçalara indirgemenin sınırları vardır. Örneğin, çoğu zaman bir yapbozun tek tek parçaları resmin tamamını gizler [120].

2.2.4 Fonksiyonel Alan, Odak Alanı ve Göstergelerin Belirlenmesi

Her araştırmanın "akıllı şehirler" için kendine özgü değişken fonksiyonel alanları vardır. Bu durum kullanılan şehirler, kaynaklar ve göstergelere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Yapılan araştırmaya göre akıllı şehir fonksiyonel alanları Tablo 2.2'de belirlenmiştir [122].

Tablo 2.2 Akıllı şehir fonksiyonel alanları [122].

Akıllı Mobilite	Akıllı Yaşam	Akıllı Çevre	Akıllı Vatandaşlar
Kentsel ulaşım, lojistik ve iletişim sistemlerinin yerel ve küresel erişilebilirliğini artırmak için modern ulaşım teknolojilerinde yaratıcı ve sürdürülebilir BİT'in uygulanmasını ifade eder	Yaşanabilir ve güvenli bir çevrede yaşam kalitesine ulaşmak için BİT kullanımını ifade eder	Doğal kaynaklara ve yerel kültüre özen göstermek için BİT'in verimli bir şekilde kullanılmasını ifade eder	Sosyal ve beşerî sermayenin yanı sıra kamusal yaşamın birlikte yaratılmasında yer alan ve çalışmaya yönlendirilen farklı geçmişlerden gelen kadın ve erkeklerin yeterlilik derecesini ifade eder.

Akıllı Mobilite	Akıllı Yaşam	Akıllı Çevre	Akıllı Vatandaşlar
Trafik yönetimi, Araç takibi Rota istikrarı Akıllı metro Araçların interneti	Kamu güvenliği, Sağlık hizmetleri Akıllı eğitim, Akıllı turizm, Akıllı binalar	Şehir ağaçlarının izlenmesi, Hava kirliliği, Su kalitesi, Yeşil alanlar, Emisyon izleme, Atık toplama ve yönetim, Enerji verimliliği	Teknolojinin benimsenmesi, gizlilik ve güvenlik, Vatandaş katılımı, Kitle kaynak kullanımı, Sosyal etkileşimler ve iletişim

Akıllı Devlet	Akıllı Ekonomi	Akıllı Mimari ve Teknolojiler
Demokrasiyi ve şeffaflığı teşvik eden ve kamu hizmetlerinin birlikte üretilmesine olanak tanıyan gelişmiş kentsel planlama gibi siyasi taktik ve tedbirleri ifade eder.	BİT'in şirketler tarafından tanıtım ve üretim süreçlerinde kullanılmasını ifade eder	Veri işleme, değişim, depolama ve güvenliğe odaklanır ve çeşitli duyusal cihazların daha geniş ağlar aracılığıyla nasıl iş birliği yaptığını açıklar
Sosyal medya, Akıllı şehirler geliştirmenin planlama süreci, Açık veri, açık hükümet, Akıllı yönetişim-kamu hizmetleri, Akıllı yönetim boyutları, Sürdürülebilir yönetişim, Akıllı iş birliği	Akıllı iş, E-ticaret	Veri alışverişi, Siber güvenliğin ve veri gizliliğinin iyileştirilmesi, Veri iyileştirme, Veri depolama, Akıllı şehirler için teknolojiler

Başka bir araştırma olarak, [123] makalesi baz alınmıştır. Sharifi'ye göre 7 adet akıllı şehir alanına ait odak alanı ve göstergeler şöyledir:

2.2.4.1 Ekonomi

Rekabetin giderek arttığı küresel ekonomide şehirlerin statüsünü güçlendirmek, akıllı şehir programlarının ana hedeflerinden biridir.

Tablo 2.3 Ekonomi, odak alanları ve göstergeleri

Odak Alanı	Gösterge
İnovasyon	• Ar-Ge harcamaları (GSYİH'nin yüzdesi) • Yaratıcılığı/yeniliği teşvik etmeye yönelik politikalar, programlar ve planlar • Şehrin bilim ve mühendislik merkezleri açısından rekabetçi konumu • Yeni iş ve pazar fırsatlarına yol açan BİT destekli inovasyon
Bilgi Ekonomisi	• Yeşil ekonomi • Akıllı endüstrilerdeki kamu/özel yatırım payı • Akıllı sanayi ve bilgi yoğun ekonomiye ilişkin ithalat-ihracat oranı • Sanayi-akademi-devlet iş birliği • Bilgi ekonomisi ve BİT girişimlerinin GSYİH'ye katkısı (%) • Bilgi alışverişi ve iş tanıtımı için alan • E-iş ve e-ticaret işlemlerinin payı
Girişimcilik	• Girişimciliği teşvik etmeye yönelik politikalar, programlar ve planlar • Serbest meslek oranı • Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Trendler • Start-up sayısı • Yeni kurulan şirketlerin teşviki • Yıllık kayıtlı işletme ve yeni işletme sayısı
Finans	• Akıllı şehir projeleri için finansman (kamu/özel finansman, kitle kaynaklı, vb.) • Akıllı şehir planlamasında piyasa talep ve ihtiyaçlarının dikkate alınması

Odak Alanı	Gösterge
	• Ticari ve endüstriyel mülklerin toplam piyasa değeri • Mali istikrar (örneğin, şehir ve kişi başına düşen rezervler, şehrin borç servisi oranı) • Düşük satış vergileri ile şirketleri çekmede küresel/bölgesel rekabet gücü • Fatura edilen verginin yüzdesi olarak tahsil edilen vergi
Turizm	• Bir turizm merkezi olarak önemi • Bir turizm destinasyonu olarak uygun fiyat ve erişilebilirlik • Turizm etki yönetimi • Çevrimiçi ve BİT destekli turizm tanıtımı
İstihdam	• Kentin istihdam/işsizlik oranı, işsizlikle mücadele için alınan önlemler • İşgücünün mevcudiyeti, çalışma çağındaki nüfus • Yerel istihdam fırsatları • Akıllı çözümler sayesinde istihdam oranı arttı • Turizm sektöründe istihdam oranı • Bilgi yoğun sektörlerde/ yaratıcı endüstride istihdam oranı
Yerel ve küresel birbirine bağlılık	• Kişi başına gayrisafi bölgesel hasıla (GRP) • Tedarik tarzı • Şehirdeki büyük uluslararası ve yerel işletmelerin ve kuruluşların varlığı • Şehir uluslararasılaştırma faaliyetleri • Şehirler arası akıllı şehir girişimleri ve iş birliği • Ulusal ve bölgesel ölçekte önemi • Uluslararası Standardizasyon Örgütü'nün Kabulü

Odak Alanı	Gösterge
	• Ulusal ve uluslararası iletişimi geliştirmek için BİT önlemlerinin kullanılması ve • İş birliği
Üretkenlik	• İstihdam edilen kişi başına GSYİH • Birincil, ikincil ve üçüncül sanayinin GSYİH içindeki payı • Sanayi/ekonomi/çalışan verimliliğini artırmak için BİT önlemleri • Ekonomik kalkınma için planlar ve stratejiler • Doğrudan yabancı yatırım ve dahili yatırım • Maliyet-fayda analizi
İşgücü piyasasının esnekliği	• İşgücü piyasasına erişilebilirliği artırmaya yönelik tedbirler • BİT destekli esneklik ve geleneksel endüstri ve iş piyasasının iyileştirilmesi • Ev eksenli çalışma ve çalışma alanının esnekleştirilmesi • Zaman çizelgesinin esnekleştirilmesi
Etkiler	• Akıllı şehir projelerinin geliştirme, işletme ve bakım maliyetleri • Akıllı şehir girişimlerinin ekonomik etkileri • Risklerin yönetimi için planlar

2.2.4.2 İnsan

Akıllı şehir teknolojilerinin ve çözümlerinin birincil kullanıcıları insanlardır. Bu kişiler aynı zamanda önemli paydaşlar olarak akıllı şehirlerin daha iyi tasarlanmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunabilirler.

Tablo 2.4 İnsan, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Eğitim	• Bir bilgi merkezi olarak önemi • Yükseköğretim ve Ar-Ge sektöründe çalışan nüfusun yüzdesi • Eğitim tesislerinin, müfredatın ve materyallerin güncellenmesi ve ayarlanması • Dijital becerileri geliştirmek • Eğitim altyapısının kalitesini artırmaya yönelik tedbirler • Yetişkin okuryazarlık eğilimleri • E-öğrenme ve uzaktan eğitim sistemlerinin mevcudiyeti ve yaygınlığı • ICT teknolojisi, analitik platformlar ve e-öğrenme uygulamaları • BT eğitimi ve akıllı şehrin faydaları hakkında farkındalığın artırılması • Öğrenci/öğretmen oranı
Yeterlilik düzeyi/ BİT becerileri	• Ortaöğretim düzeyinde eğitime sahip nüfusun yüzdesi • Yükseköğrenim görmüş nüfusun yüzdesi • Vatandaşların yabancı dil becerileri • Bireysel düzeyde bilgisayar becerileri • İnternet penetrasyonu (netizen oranı) • Sosyal ağ penetrasyonu • Dijital ve ICT okuryazarlık düzeyi ve teknik yeterlilik
Açık fikirlilik	• Bölge sakinlerinin uluslararası anlaşmalara yönelik tutumu • Yabancıların ve yurt dışında doğan vatandaşların payı • Göçmen dostu bir ortam yaratmak için BİT önlemlerinin kullanılması

2.2.4.3 Yönetişim

Akıllı şehir sistemlerinin ve teknolojisinin etkinliğini ve verimliliğini garanti altına almak için entegre yönetişim yapıları şarttır.

Tablo 2.5 Yönetişim, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Vizyon belirleme ve liderlik	• Açık ve kapsayıcı dijital strateji ve akıllı şehir vizyonu • Akıllı şehir yol haritası • Teknoloji geliştirme konusunda tarihsel deneyim • Uygun beceri karışımına sahip geniş tabanlı bir liderlik ekibi • Uzun vadeli akıllı şehir programlarına yönelik sürekli liderlik taahhüdü • Güçlü Liderlik • Akıllı şehir planlamasının yaygınlaştırılmasına yönelik plan ve stratejiler • Performans izleme ve değerlendirme için plan ve stratejiler • Risk yönetişim plan ve stratejilerinin mevcudiyeti ve akıllı çözümlerin kullanılması
Yasal çerçeveler	• Akıllı şehir planlaması için yasa ve yönetmelikler • Kurumsal, yasal ve düzenleyici engellerin üstesinden gelme stratejileri • Tüketici gizliliğini korumaya yönelik yasal ve düzenleyici çerçeveler
Katılım	• Demokrasi, bireysel özgürlük, medya özgürlüğü, ifade özgürlüğü vb. • Yerel otoritenin/şehir yönetiminin akıllı çözüme katılım derecesi • Programlar • Karar alma süreçlerine halkın ve paydaşların katılımı

Odak Alanı	Gösterge
	• Bölge sakinlerinin siyasi faaliyetleri • Aşağıdan yukarıya gönüllü çalışma/hizmete BİT destekli katılım • Çevrimiçi sivil katılım ve geri bildirim sistemi • Vatandaşlar, topluluklar ve işletmelerle dinamik bağlantı • İşbirliğine dayalı hizmet üretimi ve sunumu
Şeffaflık	• Devlet şeffaflığı • Liderlik hesap verebilirliği • Becerilerin haritalandırılması ve sorumlulukların farklı aktörler arasında şeffaf bir şekilde paylaştırılması • Bürokrasi durumu • Yolsuzluk endeksi ve yolsuzlukla mücadele önlemleri
Kamu hizmetleri	• Yönetişimin dijitalleşmesi ve BİT ve akıllı şehirlere geçiş için kamu harcamaları • Veri entegrasyonu ve çevrimiçi erişilebilirlik ve koordinasyon için tek durak platform • Şehir hizmetleri • Kişilerin ve kamu kurumlarının sosyal ağlardaki/medyadaki varlığı • Çevrimiçi devlet hizmetlerinin penetrasyon oranı • Elektronik ve mobil ödeme platformlarının varlığı
	• Kentsel sistemler ve alt sistemler arasında birlikte çalışabilirlik • Çeşitli kurumlar arasında veri/bilgi paylaşımının durumu • Çok düzeyli yönetişim ve kurumlar arası iş birliği için ortak mimari

Odak Alanı	Gösterge
Entegre yönetim	• Entegre altyapı yönetimi için kurumlar arası koordinasyon • Kamu-özel sektör ortaklığı • Hizmet sunumunda verimlilik • Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya yönetişim süreçlerinin uygun dengesi • Bilgi alışverişi için şehirler arası katılımlar ve iş birlikleri

2.2.4.4 Çevre

Ekoloji dostu toplumların teşvik edilmesine yönelik çözümler akıllı şehirlerden gelebilir. Ancak, kişinin kendi çevresel etkisini azaltmak için harekete geçmesi de aynı derecede önemlidir.

Tablo 2.6 Çevre, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Çevresel izleme	• Sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi • (BİT destekli) çevresel izleme altyapısı • Çevre/ekosistem koruma faaliyetleri • (BİT destekli) çevresel kalite bilgilerinin yaygınlaştırılmasına yönelik faaliyetler • BİT altyapısı ve akıllı şehirlerin yaşam döngüsü etkileri • Kaynak yönetimine vatandaş katılımı • İklim esnekliği planlarının/stratejilerinin mevcudiyeti ve uygulanması • Risk yönetişim plan ve stratejilerinin mevcudiyeti ve akıllı çözümlerin kullanılması

Odak Alanı	Gösterge
Genel altyapı	• Temel kritik altyapının mevcudiyeti • Merkezi olmayan ve modüler (otonom) altyapı sistemleri • Yeşil altyapı ve yeşil şehir girişimleri • Enerji tasarrufu sağlayan teknolojilerin penetrasyon düzeyi • Entegre akıllı yönetim, işletim ve izleme sistemlerinin kullanımı • Yerel gıda üretimi
Yapılı çevre	• Kentsel yayılmanın önlenmesi • Karma kullanımlı geliştirme • Yeşil/mavi alan alanı • Tarihi binaların korunması • Bina enerji verimliliği standartlarının iddialı olması • Bina Bilgi Sistemi • BİT destekli kentsel planlama
Enerji kaynakları	• Enerji yönetim planları ve politikaları • Toplam enerji tüketimi • Temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması • Enerjinin verimli yönetimi ve kullanımı • Enerji tüketiminin sera gazı emisyon yoğunluğu • Akıllı şebekeler • Enerji yönetimi, izlenmesi ve tasarrufu için BİT önlemlerinin kullanılması • Elektrik arzının güvenilirliği ve kalitesi

Odak Alanı	Gösterge
Malzemeler	• Malzeme tüketiminin verimliliği • Projelerde kullanılan geri dönüştürülmüş ve yenilenebilir malzemelerin payı
Su kaynakları	• Su yönetimi planları ve politikaları • Su kaynaklarının ve su kütlelerinin kalitesi, kalite izleme • Suyun verimli üretimi, dağıtımı ve kullanımı • Yıllık toplam su tüketimi • Su kaybının izlenmesi ve azaltılması • Su enerjisi tüketimi • Akıllı su sayaçlarının kullanımı • Suyun yönetimi, izlenmesi ve tasarrufu için BİT önlemlerinin kullanılması • Güvenilirlik
Atık	• Atık yönetimi planları ve politikaları • Verimli ve akıllı katı atık toplama • Kişi başına düşen toplam belediye atığı • Geri dönüştürülmüş atık oranı • Atık ve atık sudan enerji üretimi • Kanalizasyon ve atık su yönetimi ve arıtma/geri dönüşüm • Drenaj sistemi yönetimi, yağmursuyu yönetimi • Katı atık yönetimi için akıllı sensörler gibi BİT önlemlerinin kullanılması
	• Hava kalitesi indeksi/kirlilik konsantrasyon seviyeleri • Kişi başına düşen sera gazı emisyonları

Odak Alanı	Gösterge
Çevresel kalite	• Su kirliliği endeksi; su kirliliğinin azaltılması • Toprak kirliliği • Gürültü kirliliği

2.2.4.5 Yaşam

Kent sakinlerinin yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, akıllı şehirlerin ana hedeflerinden biridir.

Tablo 2.7 Yaşam, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Sosyal uyum	• Toplumsal uyum • Demografik yapı • Güven ve karşılıklılık normları • Çeşitlilik ve çeşitliliğin desteklenmesine yönelik tedbirler • Sosyal ağlarda gönüllü faaliyetler ve sivil katılım • Fiziksel çevrenin ve BİT hizmetlerinin evrensel tasarımı • Toplumsal bağlantı ve karşılıklı desteği teşvik etmek için BİT kullanımı
Adalet	• Gelir seviyesi • Etnik, kültürel ve toplumsal cinsiyet eşitliği • İnsan haklarının korunması • Olanaklara fiziksel erişim • Hizmetlere ve kamu hizmetlerine uygun fiyatlı, yetkili ve sürdürülebilir erişim • Hizmetlerin satın alınabilirliğinin ve erişilebilirliğinin artırılması

Tablo 2.8 Yaşam, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Kültür	• Kültüre ayrılan belediye/bireysel bütçe yüzdesi • Kültürel altyapı • Toplum merkezlerinin büyüklüğü ve kalitesi • Kültürün tanıtımı için BİT kullanımı • Kültürel mirasın korunması ve yönetimi
Konut kalitesi	• Yaşam maliyeti • Konut kalitesi • Konut harcamaları
Sağlık Hizmetleri	• Sağlık harcamaları • Sağlık sigortası kapsamı • Kişi başına düşen sağlık hizmetleri ve altyapı • Genel refah • Çocuk bakım sistemi, çocuklar için gündüz bakım hizmetleri • Yaşlılar için sağlık hizmetleri; yaşlıların refahı • Refahı teşvik etmek için BİT ve akıllı teknolojilerin kullanımı • Gıda ve ilaçların geriye dönük izlenmesi için BİT kullanımı • Elektronik sağlık kayıtlarını arşivleyen vatandaşların yüzdesi • Klinikler arasında kayıt, bilgi ve kaynak paylaşım oranı • Tele tıbbın benimsenmesi

Odak Alanı	Gösterge
Emniyet ve güvenlik	• Afet risk planlaması, izleme ve yönetimi • Polis ve acil servisler için müdahale süresi • Afet önleme ve tahmin için BİT kullanımı • Afete bağlı ekonomik kayıplar • Bireysel emniyet ve güvenlik • Toplum güvenliği ve suç oranı • Suç tahmini, önlenmesi ve kontrolü için teknoloji ve BİT kullanımı
Öznel iyi olma hali	• Yaşam kalitesinden memnuniyet (algısı) • Çalışan memnuniyetinde BİT destekli artış

2.2.4.6 Ulaşım ve BİT

Ulaşım ve BİT, akıllı teknolojileri benimseyen başlıca sektörlerdir.

Tablo 2.9 Ulaşım ve hareketlilik, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Ulaşım altyapısı	• Yeşil ulaşım modları • Şehirdeki elektrikli araç şarj istasyonu sayısı • Otonom Araç (AV) testleri ve dağıtımı • Toplu taşıma sistemi ve kalitesi, çeşitliliği ve çok modluluğu • Özel araç sahiplik oranı • Araba ve bisiklet paylaşım hizmetleri • Bisiklet altyapısı seçenekleri ve tesisleri • Yaya ortamı ve yürüme seçenekleri • Sokak/yaya bölgesi akıllı/otomatik aydınlatma yönetim sistemi

Odak Alanı	Gösterge
Ulaşım yönetimi	• Stratejik ulaşım ağı yönetimi • Seyahat mesafesi • Aktif / toplu taşıma modları ile yapılan toplam yolculukların payı • Toplu taşımanın performansı, güvenliği ve verimliliği • Transit hizmetleri ve otopark hakkında gerçek zamanlı bilgiler • Karayolu trafik verimliliği • Yol güvenliği, trafik kazası oranı • BİT destekli ulaşım hasar ve ölümlerinin azaltılması • Özel araç trafik kısıtlaması • Gerçek zamanlı, akıllı ve otomatik trafik yönetimi için algılama ve izleme • Malların ve araçların izlenebilirliği ve takip edilebilirliği • Akıllı fiyatlandırma, akıllı fiyat politikaları, talebe dayalı fiyatlandırma
BİT altyapısı	• BT ve dijital altyapının mevcudiyeti • Geniş bant internet • ICT altyapısının bakımı ve düzenli revizyonu • Gerçek zamanlı akıllı şehir işletimi ve yönetimi için entegre platform • Sabit telefon (sabit hat) ve cep telefonu şebekesi kapsamı • Mobil genişbantın kapsama oranı (3G, 4G, 5G) • Uygulamaların kullanılabilirliği • Akıllı bilişim teknolojilerinin ve platformunun mevcudiyeti

Odak Alanı	Gösterge
BİT yönetimi	• İnternet hizmetinin kalitesi • Bilgi gizliliği ve güvenlik yönetimi • Çocukların çevrimiçi korunmasını sağlamaya yönelik sistem ve düzenlemelerin varlığı • Bulut bilişim hizmetlerinin uygulanması • Rezervasyon/ödeme seçeneklerinin çeşitliliği • Servisler arası dijital ücret toplama kabiliyeti için entegre ücret/ödeme sistemi
BİT erişilebilirliği	• BT altyapısının fiziksel erişilebilirliği • Dijital teknolojilere sosyo-ekonomik erişilebilirlik • Kişi başına düşen kamu/özel BİT harcaması • Sabit ve kablosuz geniş bant abonelikleri • Kişisel bilgisayar/dizüstü bilgisayar/tablet sahiplik oranı • Akıllı telefon penetrasyonu • Kamusal alanlarda ücretsiz Wi-Fi kapsamı

2.2.4.7 Veri

Akıllı şehirleri içeren projeler veriler etrafında inşa edilir.

Tablo 2.10 Veri, odak alanları ve göstergeleri [123]

Odak Alanı	Gösterge
Veri açıklığı	• Verilerin açık bir formatta kullanılabilirliği ve yayınlanması • Bilginin kamuya açık hale getirilmesi için açık veri platformları • Açık veri platformunun/portalının kullanıcı dostu olması

Odak Alanı	Gösterge
Algılama ve toplama	• Veri toplama için altyapı, sistemler ve stratejiler • Otonom gerçek zamanlı veri algılama için stratejiler ve altyapı • Gerçek zamanlı verilerin toplanması ve kullanılmasında vatandaş katılımı • Verilerin depolanması ve yapılandırılması için altyapı • Zamanında veri iletişimi için sistemler, stratejiler, protokoller ve altyapı
Değerlendirm (analitik)	• Veri kalitesi yönetimi • Veri filtreleme ve sınıflandırma için stratejiler, araçlar ve altyapı • Veri analitiği için sistemler, stratejiler, protokoller, araçlar ve altyapı • Verileri değerlendirmek ve tahminlerde bulunmak için kullanmak üzere stratejiler, araçlar ve altyapı
Tepki Gösterme	• Hükümet kararlarının veri ve kanıtlara dayalı olarak alınması • Kurumsal karar verme • Vatandaş karar verme süreci
Öğrenme	• Mod yükseltme • Süreç yükseltme • Deneyim yükseltme

2.2.5 Şehirlerin Seçimi

Analizde kullanılan şehirlerin seçimi sonuçları etkileyebilir ve önemli metodolojik farklılıkları vurgulayabilir. Örneğin "The Economist Intelligence Unit (EIU)'s Hot Spots 2025"[124] şehir seçimlerini yaparken, şehirler büyüklüklerine ve yerel ekonomi için önemlerine göre seçilmiştir. Ayrıca, anlamlı bir küresel şehirler koleksiyonu oluşturmak için 2010 yılında nüfusu 1 milyonun üzerinde olması beklenen tüm şehirler dikkate alınmıştır. Tahmini nominal GSYİH'si 2008 yılında 20 milyar ABD dolarının altında olan şehirler seçimden elenmiştir. Bazı büyük ekonomiler için, adil bir bölgesel temsilin sağlanması amacıyla şehir sayısına bir üst sınır getirilmiştir. EIU analist ekibi listeyi inceledikten sonra hem gelişmekte olan önemli şehirleri hem de tanınmış finans ve ticaret merkezlerini listeye eklemeye karar vermiştir. Analitik titizliği korumak amacıyla kıyaslama değerlendirmesi için sadece 120 şehir seçilmiştir. Başka bir çalışmada, [125] "orta-boyutta" şehir terimi için başlangıç noktası olarak Avrupa'daki fonksiyonel kentsel alanları ilk popülasyona göre indirgemiştir. Devamında, eğitim seviyesine göre en az bir üniversite şartı koymuştur. En son kısımda da daha büyük bir şehir tarafından kontrol edilen şehirleri hariç tutmak için minimum sahip olunan havza alanı belirlenmiştir.

Son olarak, Avrupa Komisyonu'nun yaptığı "Cultural and Creative Cities Monitor" [126] çalışmasındaki gibi, daha spesifik kriterler konulabilir. Çalışmada, kriterler şöyle belirlenmiştir:

1. 2021'e kadar Avrupa Kültür Başkenti (ECoC) olmak için kısa listeye kalan veya 2019'a kadar ECoC olan şehirler
2. Yaratıcı Şehirler UNESCO (2015'teki en son kazananlar dahil)
3. En az 2015 yılına kadar düzenli olarak en az iki uluslararası kültür festivali düzenleyecek şehirler

2.2.6 Verilerin Toplanması ve İşlenmesi

OECD'ye göre [119] bileşik göstergelerin güçlü ve zayıf yönleri büyük ölçüde altta yatan değişkenlerin kalitesinden kaynaklanmaktadır. İdeal olarak, değişkenler uygunlukları, analitik sağlamlıkları, zamanlılıkları, erişilebilirlikleri vb. temelinde seçilmelidir. Göstergelerin seçimi bileşik için teorik çerçeve tarafından yönlendirilmelidir, ancak tek bir kesin gösterge seti olmayabileceğinden veri seçim süreci oldukça öznel olabilir. İlgili verilerin eksikliği de geliştiricinin sağlam bileşik göstergeler oluşturma becerisini sınırlayabilir. Uluslararası karşılaştırılabilir nicel (sert) verilerin azlığı nedeniyle bileşik göstergeler genellikle anketlerden veya politika incelemelerinden elde edilen nitel (yumuşak) verileri içerir.

İstenen verilerin mevcut olmadığı veya ülkeler arası karşılaştırılabilirliğin sınırlı olduğu durumlarda vekil ölçütler kullanılabilir. Yumuşak verilerde olduğu gibi, vekil göstergelerin kullanımında da dikkatli olunmalıdır. Verilerin izin verdiği ölçüde, vekil ölçümlerin doğruluğu korelasyon ve duyarlılık analizi yoluyla kontrol edilmelidir. Kurucu ayrıca söz konusu göstergenin GSYH'ye veya büyüklükle ilgili diğer faktörlere bağlı olup olmadığına da çok dikkat etmelidir. Son olarak, seçilen değişkenlerin türü-girdi, çıktı veya süreç göstergeleri-amaçlanan bileşik göstergenin tanımıyla eşleşmelidir.

2.2.7 Kayıp Verilerin İmputasyonu

Güçlü bileşik gösterge geliştirme, eksik veriler nedeniyle sıklıkla engellenir. İki tür eksik veri vardır: rastgele ve rastgele olmayan. Eksik olma biçimleri şöyle olabilir:

- Tamamen rastgele kayıp (MCAR). Kayıp değerler, ilgilenilen değişkene veya veri setindeki diğer gözlenen değişkenlere bağlı değildir.
- Rastgele kayıp (MAR). Kayıp değerler ilgilenilen değişkene bağlı değildir, ancak veri setindeki diğer değişkenlere bağlıdır.
- Rastgele kayıp değil (NMAR). Eksik değerler, değerlerin kendilerine bağlıdır.

Ne yazık ki, NMAR için istatistiksel bir test yoktur ve verilerin rastgele mi yoksa sistematik olarak mı kayıp olduğuna karar vermek için genellikle bir temel yoktur; kayıp değerleri belirleyen yöntemlerin çoğu rastgele bir kayıp mekanizması, yani MCAR veya MAR gerektirir. Kayıp verilerle başa çıkmak için üç genel yöntem vardır: (1) vaka silme, (2) tekli imputasyon veya (3) çoklu imputasyon. Tam vaka analizi olarak da adlandırılan ilk yöntemde, eksik kayıtlar analizden çıkarılır. Ancak bu yaklaşım olası sistematik kayıpları göz ardı etmektedir. Tam ve eksik örneklemler arasındaki farklar ve yalnızca silinen kayıtların orijinal örneklemin rastgele bir alt örneklemi olması durumunda yansız tahminler üretir (MCAR varsayımı). Ayrıca, daha az bilgi kullanıldığı için standart hatalar genellikle azaltılmış bir örneklemde daha büyük olacaktır. Genel bir kural olarak, bir değişkende yüzde 5'ten fazla kayıp değer varsa, vakalar silinmez [127]. Diğer iki yaklaşım, kayıp verileri analizin bir parçası olarak ele almakta ve ortalama/medyan/mod ikamesi, regresyon imputasyonu, sıcak ve soğuk güverte imputasyonu, beklenti-maksimizasyon imputasyonu gibi tekli imputasyon ya da Markov Zinciri Monte Carlo algoritması gibi çoklu imputasyon yoluyla değerleri impute etmeye çalışmaktadır. Veri imputasyonu, yanlılığın en aza indirilmesini ve aksi takdirde vaka silme yoluyla atılacak olan 'toplanması pahalı'

verilerin kullanılmasını sağlayabilir. Bununla birlikte, verilerin imputasyon türünü etkilemesine de izin verebilir.

Hiçbir imputasyon modeli varsayımlardan arınmış değildir ve bu nedenle imputasyon sonuçları, dağılım özellikleri gibi istatistiksel özelliklerinin yanı sıra, örneğin negatif imputasyon değerlerinin mümkün olup olmadığı gibi sezgisel olarak anlamlılıkları açısından kapsamlı bir şekilde kontrol edilmelidir.

2.2.8 Verilerin Normalleştirilmesi

Bu noktada, toplulaştırma için seçilen göstergeler çeşitli türlerde nicel veriler aktarmaktadır. Bazı göstergeler diğerleriyle karşılaştırılabilir olmayabilir ve/veya farklı ölçüm birimleri kullanabilir. Bu nedenle, birleştirme aşamasına geçmeden önce farklı birimlerinin toplanmasını önlemek için göstergeleri basit, boyutsuz sayılara dönüştürerek eşit hale getirmek hayati önem taşımaktadır. Bu yöntem normalleştirme olarak bilinir [120].

Amaç, hem verilerdeki potansiyel aykırı değerlere karşı dayanıklılıklarını hem de göstergelerin ifade edildiği ölçüm birimlerine ilişkin niteliklerini dikkate alarak, söz konusu durumda hangi normalleştirme tekniklerinin kullanılmasının en uygun olduğunu belirlemektir. Bileşik gösterge, çeşitli normalleştirme tekniklerinden bir dizi yanıt alacaktır. Bu nedenle, sonuçları nasıl etkilediklerini görmek için genel sağlamlık testleri yapmak önemlidir [120].

Normalleştirme süreci belirli bir bileşenle çelişebilir. Bu durum ölçek etkisi veya bir göstergenin normalleştirilmeden önce ifade edilebileceği çeşitli ölçüm birimleri olarak bilinir. Bazı normalleştirme teknikleri göstergenin ölçüm biriminden bağımsız olarak aynı normalleştirilmiş değerleri üreterek göstergenin ölçüm birimindeki değişikliklere karşı değişmez hale getirir. Bileşik gösterge, ölçüm birimindeki değişikliklere karşı değişmez olmayan bir normalleştirme yöntemi kullanılmışsa farklı bir çıktıya sahip olabilir [120]

Her yaklaşımın faydaları ve dezavantajları vardır. Toplama için iyi nitelikler sağladığından, standart sapma tekniği en sık kullanılan tekniktir. "Normal" bir dağılım varsayar, tüm değişkenleri benzer bir ölçeğe dönüştürür ve sıfır ortalamaya sahiptir, böylece değişken ortalamalarında tutarsızlıkların neden olduğu toplama çarpıklıklarının ortaya çıkmasını önler[118].

Tablo 2.11 Normalleştirme Yöntemleri[115]

Yöntem	Denklem
1. Sıralama	$I^t{}_{qc} = Rank(X^t{}_{qc})$
2. Standardizasyon (veya z-skorları)	$I^t{}_{qc} = \frac{X^t{}_{qc} - X^t{}_{qc=\bar{c}}}{\sigma^t{}_{qc=\bar{c}}}$
3. Min-Maks	$I^t{}_{qc} = \frac{X^t_{qc} - min_c(X^{t_0}_q)}{max_c(X^{t_0}_q) - min_c(X^{t_0}_q)}$
4. Referans ülkeye uzaklık	$I^t{}_{qc} = \frac{X^t_{qc}}{X^{t_0}_{qc=\bar{c}}}$ or $I^t{}_{qc} = \frac{X^t_{qc} - X^{t_0}_{qc=\bar{c}}}{X^{t_0}_{qc=\bar{c}}}$
5. Kategorik ölçekler	$Example:$ $I^t{}_{qc} = \begin{cases} 0 & if\ X^t_{qc} P^{15} \\ 20 & if\ P^{15} \leq X^t_{qc} P^{25} \\ 40 & if\ P^{25} \leq X^t_{qc} P^{65} \\ 60 & if\ P^{65} \leq X^t_{qc} P^{85} \\ 80 & if\ P^{85} \leq X^t_{qc} P^{95} \\ 100 & if\ P^{95} \leq X^t_{qc} \end{cases}$
6. Ortalamanın üstünde veya altında göstergeler	$I^t{}_{qc} = \begin{cases} 1 & if\ w(1+p) \\ 0 & if\ (1-p) \leq w \leq (1+p) \\ 1 & if\ w(1-p) \end{cases}$ $where\ w = X^t_{qc}/X^{t_0}_{qc=\bar{c}}$
7. Konjektürel göstergeler (OECD)	$I^t{}_{qc} = \frac{X^t_{qc} - E_t(X^t_{qc})}{E_t\left(\left\|X^t_{qc} - E_t X^t_{qc}\right\|\right)}$
8. Görüşler Dengesi (EC)	$I^t_{qc} = \frac{100}{N_e} \sum_e^{N_e} sgn_e(X^t_{qc} - X^{t-1}_{qc})$
9. Birbirini izleyen yıllardaki yıllık farkların yüzdesi	$I^t_{qc} = \frac{X^t_{qc} - X^{t-1}_{qc}}{X^t{}_{qc}}$

2.2.9 Ağırlıklandırma ve Birleştirme

Bileşik bir endeks oluştururken çeşitli ölçeklerde ölçülen çeşitli boyutları anlamlı bir şekilde harmanlamak esastır. Bu da kullanılacak ağırlıklandırma modeli ve verileri toplamak için kullanılacak yöntem konusunda bir seçim yapılmasını gerektirir. [120] Bileşik göstergenin sonuçları, çeşitli değişkenlere atanan ağırlıklardan önemli ölçüde etkilenmektedir. Farklı ağırlıklandırma sistemleri ile bir ülkenin ölçek üzerindeki konumunu ayarlamak kolaydır. Bu nedenle, ağırlıklar ideal olarak bileşik göstergenin

altında yatan teorik çerçeveye veya kavramsal gerekçeye göre seçilmelidir. Ağırlıklar şeffaf bir şekilde açıklanan net bir sürece göre belirlenmelidir [118]. Ağırlıklar, özellikle bazı ülkelerin başarılı olduğu veya zorlandığı alt göstergelere daha yüksek ağırlıklar verildiğinde, bileşik değer ve sonuçta ortaya çıkan sıralama üzerinde tipik olarak önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle ağırlıklandırma modelleri açık ve şeffaf olmalıdır [120].

Ağırlıklandırma, çeşitli boyutlardan elde edilen verilerin bir bileşik endeks oluşturmak üzere nasıl birleştirileceği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Birkaç olası toplama kuralı vardır. Doğrusal olmayan yaklaşımlar kullanılarak alt göstergeler birbirine eklenebilir, çarpılabilir veya toplanabilir. Her tekniğin kendine özgü bir dizi varsayımı ve sonucu vardır [120].

Birçok bileşik göstergede, öncelikle basitlik adına, tüm değişkenlere ortak ağırlıklar verilmektedir. Tutarlı ağırlıklandırma teknikleri türetmek için teorik çerçeveler sağlamak zordur. Tüm alt endekslere veya alt bileşenlere (çeşitli sayıda gösterge içerebilir) eşit ağırlık vermek, yine her bir gösterge koleksiyonunun ölçülen performans üzerinde aynı etkiye sahip olduğunu varsayan başka bir stratejidir. Eşit ağırlıklandırma stratejisi bazı performans faktörlerine çifte ağırlık verme tehlikesi taşır. Bunun nedeni, birçok göstergenin aynı davranışı ölçme olasılığıdır [118]. Her halükârda, eşit ağırlıklandırma hiçbir ağırlıklandırma yapılmaması gerektiği anlamına gelmez çünkü EW zaten ağırlıkların eşitliği hakkında örtük bir yargıda bulunmaktadır. Bileşen göstergelerinin kategorize edilme veya gruplandırılma şekli de EA'nın etkisini etkileyebilir. Örneğin, farklı sayıda alt göstergeyi eşit olarak gruplandıran ağırlıklandırma kategorileri, her bir alt göstergeye uygulanan farklı ağırlıkları maskeleyebilir [120]. Spesifik bileşik gösterge bağlamında daha önemli olduğu düşünülen bileşenlere daha fazla ağırlık verilmelidir. Ekonomik teori veya ampirik analiz, özellikle de alt göstergeler arasındaki korelasyonlara dayalı teknikler, değişkenlerin göreceli ekonomik etkisini değerlendirmek için kullanılabilir. Regresyon analizi, temel bileşen analizi ve faktör analizi bunlara birkaç örnektir. Bu yöntemler birincil göstergeler arasındaki ilişkileri analiz etmek için kullanılabilir, ancak ortaya çıkan korelasyonların incelenen olgular arasındaki gerçek bağlantıları yansıtacağının garantisi yoktur [128]. Ayrıca göstergeler, verilerin belirli bir teorik çerçevedeki avantajlarının, dezavantajlarının ve inceliklerinin farkında olan uzmanlarla iş birliği içinde ağırlıklandırılabilir. Fakat, bileşik bir gösterge, son derece öznel olabilen görüşe dayalı ağırlıklandırma prosedürlerinin bir sonucu olarak yeni bozulmalar yaşayabilir [118].

Bir başka strateji de veri sorunlarını kısmen hesaba katmak amacıyla en fazla sayıda eksik değere sahip değişkenlerin önemini azaltmaktır. Daha iyi kalite

ve erişilebilirliğe sahip parçalara daha fazla önem verilerek bileşik göstergenin güvenilirliği artırılabilir. Ancak bu durum, bileşik sıralamaların sonuçlarını daha kolay, daha erişilebilir veya daha tanınabilir özellikler lehine bozabilir. Ülke sıralamaları söz konusu olduğunda, kapsamlı veri toplama ve istatistiklere sahip daha gelişmiş ülkeler, eksik gösterge setlerine sahip daha az gelişmiş ülkelerden daha iyi performans gösterebilir.

Farklı ağırlıklandırma sistemlerinin farklı sonuçlar ortaya koyması ve bu ağırlıklandırma sistemlerinin birçoğunun öznelliğe yatkın olması nedeniyle hiçbir tartım sistemi eleştiriden muaf değildir [129]; [130]. Bu nedenle, [131] eşit ağırlıklandırmanın standart olması gerektiğini ve farklı ağırlıklandırmanın kanıt yükünü taşıması gerektiğini iddia etmektedir.

Bileşen puanları, her bir bileşen endeksine tahsis edilen ağırlıklara göre ağırlıklandırılır ve bileşen puanları daha sonra bir bileşik puan oluşturmak üzere birleştirilir[132]. En popüler olanları, ilk alt göstergelerin ağırlıklı dönüşümlerinin birleştirilmesinden her bir alt göstergedeki ülke sıralamalarının toplanmasına kadar değişen eklemeli yaklaşımlardır. Hem bileşen alt göstergeler hem de ilgili ağırlıklar için eklemeli toplamaların gerektirdiği koşullar ve nitelikler genellikle istenmeyen, zaman zaman elde edilmesi zor veya kontrol edilmesi külfetlidir. Literatür, bu sorunları ele almak için çarpımsal (veya geometrik) toplamalar veya çok kriterli analiz veya küme analizi gibi doğrusal olmayan toplamalar gibi alternatif, daha az yaygın toplama teknikleri önermektedir [120].

Ağırlıklandırma ve birleştirme yaklaşımının seçimi nihai olarak spesifik araştırmanın niteliği ve kapsamı tarafından belirlenir [133]. Bu nedenle, örneğin bileşik endekslemenin teorik özelliklerini inceleyen çalışmalar sıklıkla oldukça sofistike yaklaşımlar kullanmaktadır. Genel refahın erişilebilir ve bilgilendirici bir görünümünü sunmayı veya politika yapıcıları belirli konular hakkında aydınlatmayı amaçlayan çalışmalar, genellikle kolay anlaşılabilir ve kolay hesaplanabilir endekslere izin veren nispeten daha basit yaklaşımlar kullanır [132].

2.2.10 Duyarlılık Analizleri

Sonuçlar ve şehir sıralamaları seçilen yöntemden önemli ölçüde etkilenebilir. Farklı değişkenlerin dahil edilmesi veya hariç tutulması, ağırlık değişiklikleri, farklı standardizasyon yöntemleri, farklı baz yıllarının seçilmesi vb. durumların bileşik göstergenin sonuçlarını nasıl etkilediğini belirlemek için duyarlılık testleri yapılmalıdır [118]. Duyarlılık analizi, çıktı varyansının istatistiksel veya niteliksel olarak varsayımlardaki çeşitli varyasyon kaynaklarına nasıl atfedilebileceğini ve

sağlanan bileşik göstergenin veri girdisine nasıl bağlı olduğunu inceler. Dolayısıyla, model girdilerindeki belirsizliklerin bir sonucu olarak şehir sıralamalarındaki genel belirsizliği ölçmeyi amaçlayan belirsizlik analizi ile duyarlılık analizi yakından ilişkilidir.[115]. Belirsizlik Analizi (UA) ve Hassasiyet Analizi önerilen iki entegre araçtır (SA). UA, girdi faktörü belirsizliğinin bileşik göstergenin yapısı boyunca nasıl yayıldığına ve bileşik gösterge değerlerini nasıl etkilediğine odaklanır. SA, her bir benzersiz belirsizlik kaynağının neden olduğu çıktıdaki varyansı inceler [120]. Belirsizlik ve duyarlılık analizini birleştirerek bileşik gösterge sıralamasının sağlamlığını değerlendirmek, şeffaflığını artırmak, belirli varsayımlar altında hangi ülkelerin desteklendiğini veya zayıfladığını belirlemek ve endeks etrafında bir tartışma oluşturmak mümkündür[115].

2.2.11 Endeks Sonuçlarının Sunulması

Karar vericiler ve kullanıcılar bileşik göstergelerden genel resmi hızlı ve doğru bir şekilde alabilmelidir. Özellikle, karar alıcılar için politika müdahalesine ihtiyaç duyan bölgeleri vurgulayan uyarı sinyalleri, bu bileşiklerin görsel modelleri aracılığıyla sağlanmalıdır. [120]. Tüm bilgileri vermesine rağmen tablolar, grafiksel bir tasvirde açıkça görülebilen hassas konuları gizleyebilir. Sonuç olarak, sunum yapan kişi her durumda tablo mu, görsel mi yoksa her ikisini birden mi kullanacağını seçmelidir [115].

En basit sunum, her ülkenin bileşik göstergesinin bir değerler tablosu olarak gösterildiği tablo şeklindedir. Tipik olarak ülkeler azalan sırayla listelenir. Basit çubuk grafikler, bileşik göstergeleri temsil etmenin başka bir yoludur [115]. Araç net ve kullanımı basittir. Ortalama performans ile ulusal karşılaştırmalar yapmak mümkündür. Bir çubuk grafik kullanarak, her bir alt gösterge gösterilebilir. Renkler grafiğin görsel çekiciliğini artırabilir ve iyi veya kötü performans gösteren, büyüyen veya yavaşlayan ya da ortalama veya gerekli normu yakalayan ülkelere dikkat çekebilir [120]. Bir başka teknik olarak çizgi grafikler kullanılabilir. Bir bileşimin (veya boyutlarının/bileşenlerinin) zaman içindeki gelişimi çizgi grafikler kullanılarak gösterilebilir. Farklı ülkelerin (veya farklı göstergelerin) değerlerini temsil etmek için farklı renkler ve/veya semboller kullanılır [115].

2.3 Endeks İnşasında Açık Verinin Önemi

Açık Veri dünya çapında yeni bir olgudur. Birçok hükümet veya yerel yönetim, verilerini internette yayınlayarak halka açık hale getirmektedir [134]. Açık verinin uygulanmasının temel nedenleri, demokratik hesap verebilirliği ve kullanıcıların

katılımını, etkileşimi ve şeffaflığı artırmak, vatandaşların kendi tasarladığı kamu hizmetlerini sunmak ve en önemlisi ekonomik büyümeyi teşvik etmektir [135], [136], [137]. Aslında, birçok yeni çalışma, vatandaş-kamu etkileşimlerinin, yerel yönetimler tarafından üretilen verilerin açılması ve yerel yönetimlerin daha akıllı topluluklar veya şehirler sağlamada büyük rol oynayan hizmet sunumu bağlamında vatandaş geri bildirimlerini kabul etme istekliliği yoluyla kolaylaştırıldığını ve aslında buna bağlı olduğunu iddia etmektedir [138], [139] [140]. Daha spesifik olarak, açık veri, bilgi ve iletişim teknolojilerini destekleyen önemli alanlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu, verilerin kolay paylaşılmasına ve kullanılmasına izin veren web/internet teknolojisi tarafından beslenen açık veriye atıfta bulunulmaktadır [141]

Tüm veriler arasında mekânsal veriler inanılmaz derecede önemlidir. Birden fazla farklı veri kümesini birbirine bağlayan ve gerçekten bağlantılı bir veri ağı oluşturan yapıştırıcı olarak kabul edilir. Aslında, yerel yönetimler tarafından kullanılan veri tabanının yaklaşık 80'inin bir tür coğrafi referanstır (posta kodları vb.) [142]. Mekânsal verilerin değeri hem yerel yönetimler hem de toplum tarafından yüksek oranda tanınmaktadır, ancak etkili kullanımı, verilerin varlığına dair zayıf bilgi, veri kümeleri hakkında kötü belgelenmiş bilgiler ve verilerin tutarsızlıkları nedeniyle engellenmektedir [143]. Bazı yerel yönetimler ve kamu kurumları, finansman ihtiyaçlarını açık veri ilkeleriyle dengeleyen en iyi mekânsal açık veri politikalarını belirlemek için hala çaba sarf etmektedir. Bunun nedeni, yerel yönetimlerin uzun zamandır mekânsal veriler de dahil olmak üzere, departmanları için planlama, karar alma ve hizmet sunumunu desteklemek için bilgi toplamış olmalarıdır, ancak vatandaşlarıyla paylaşmak amacıyla değil [137]. Vatandaşlar, mekânsal verilerinin çoğuna doğrudan yerel yönetimlerden değil, üçüncü bir taraf aracılığıyla da sahiptir. Bu tür verileri kullanıcılara başarılı bir şekilde açmak, net kriterler belirlemeyi ve yerel yönetimlerin vatandaşlarına maksimum fayda sağlamak için verilerini paylaşabilecekleri optimum metodolojiyi, ilkeleri ve araçları araştırmayı zorunlu kılar.

Küresel Açık Veri Endeksi (GODI) ve Açık Veri Barometresi (ODB) olmak üzere iyi bilinen iki açık veri dünya endeksi, hükümetlerin eksikliklerini tanımlayıp değerlendirerek ve uyguladıkları çözümlerin etkisini izleyerek mevcut açık veri durumlarını değerlendirmelerini sağlar. Her ikisi de her ülkeyi, bu çalışmanın ilerleyen kısımlarında ayrıntılı olarak açıklanan açık veri ilke ve standartlarının uygulanmasına dayanarak değerlendirmektedir. Her iki endeks de Türkiye'nin veri portallarının diğer ülkelere göre orta sırada, GODI ve ODB'ye göre sırasıyla 45. ve 40. sırada olduğunu gösteriyor [144]. Bu, başta İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) olmak üzere Türkiye'deki ilgili yetkilileri alarma geçirdi ve açık veri ilke ve standartlarını ilgili tüm paydaşların iş birliğiyle uygulayarak statülerini geliştirmek

ve açık veriden maksimum fayda sağlamak için portallarını geliştirmeye teşvik etti.

Genel olarak açık verinin ve özellikle mekânsal açık verinin önemi birçok alanda önemlidir, ancak beklenen ekonomik faydaların en yüksek olduğu kanıtlanmıştır. Birkaç önemli özellik, mekânsal açık veriyi beş noktada özetlenebilecek diğer verilerden ayırır; doğru, erişilebilir, analiz edilebilir/okunabilir bir makinede, ücretsiz veya minimum maliyetli, kullanımda herhangi bir sınırlama yoktur. Türkiye, başarılı bir mekânsal açık veri girişimi yapmak için çeşitli yönler ve alanlar geliştirmek için çalışmak zorundadır. Açık verileri yayınlamak için bir çerçeve geliştirmek, en başından beri çok önemli bir süreçtir. İlk olarak ilişkilendirilecek veri türlerini seçmek ve seçenekleri görüntülemek, topluluğun ilk denemesi olacağı için önemli adımlardır. Veri türleri, kullanılabilirliğe göre değil, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre yayınlanmalıdır. Vatandaşların bu tür verileri yayınlamakla ilgili bir güven sorunu var; faaliyetlerini ve kimliklerini gizlemekle ilgileniyorlar. Türkiye için mekânsal verilerin açılması, anayasayı ve devlet dairelerinin politikasını değiştirerek açık veri lisansının sağlanması konusunda ciddi bir sorunla karşı karşıyadır. Bu başarılırsa, veri kullanım lisansı ve devlet politikası, izleyiciler için doğru medya platformlarında duyurulması için önemlidir. Verilerin kullanım hakkı açık veriler, kullanıcıların paylaşılan verilerle istediklerini yapmalarına izin verecek şekilde açık olmalıdır. Türkiye'de bazı devlet daireleri mekânsal veriyi paylaşıyor ancak mekânsal açık veri olarak kabul edilmiyor. Hükümet, mekânsal açık veri ilkelerini göz önünde bulundurarak verileri için mekânsal bir açık veri politikası benimsemeleri için yerel yöneticileri yönlendirmelidir. Şehir verilerinin açık veri olarak paylaşılması endeksin göstergeleri oluştururken ihtiyaç duyduğu verilere ulaşmayı kolaylaştıracak bu da endekslerin sürdürülebilir olmasına ve daha fazla veriyle şehirlerin kıyaslanmasına imkân sağlayacaktır.

3
AKILLI ŞEHİR ENDEKS MODELİNİN KURGULANMASI

3.1 Mevcut Akıllı Şehir Çalışmalarının İncelenmesi

Yeni ve objektif bir endeks modeli geliştirebilmek için uluslararası deneyimleri ve teorik bilgiyi içinde barındıran temel çalışmalar ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Son yıllarda dünyada akıllı şehir temalı endeks ve standart oluşturma çalışmaları hızla artmaktadır. Var olan endekslerde sıralamaya dahil edilen şehirler ve bunların yerleri açık olarak yayınlanmaktadır. Şehir sıralamaları hedeflere ve amaçlara göre çeşitlilik gösteren çok sayıda farklı gösterge kullanılarak belirlenmektedir. Göstergeler ve bunların etki değerleri ise çoğu endeks oluşturucu tarafından açık bir biçimde kullanıcılarla paylaşılmamaktadır. Bu engeli aşabilmek için mevcut endeksler hazırlayan kurum/kuruluşun uluslararası tanınırlığı, akademik referansların ve metodolojik açıklamaların paylaşımı, endekslerin güncellenme sürekliliği ve kapsadığı şehir sayıları, kullanılan göstergeler arasındaki uyum ve uzmanların endeks hakkındaki genel görüşleri gibi temel ölçütler dikkate alınarak taranmıştır. Yapılan genel değerlendirmelerin sonucunda referans olarak üç farklı akıllı şehir endeksinden yararlanılmasına karar verilmiştir (Tablo 3.1). Karar aşamasına gelinene kadar, toplulukların sürdürülebilir gelişimini konu alan ISO 37120:2014 standardı [39], ITU'nun yayınladığı bilgi toplumu ölçüm raporu [38], Yale Üniversitesinin yayınladığı çevresel performans endeksi[145], Akıllı Şehir Konseyi'nin akıllı şehir endeksi ana gösterge anketi [40], Ağ Toplumu Şehir Endeksi [146], Şehir Mobilite Endeksi 2.0 (Arthur D. Little)[147], Yeşil Şehir Endeksi [42][40], Fırsatların Şehirleri (pwc)[148], Dünya Şehirleri Kültür Forumu'nun yayınladığı 2018 yılı raporu ve Akıllı Şehirler - Avrupa Orta Büyüklükte Şehir Sıralaması (Vienna)[20] gibi belgeler incelenmiştir. Kazanılan bu deneyimler endeks çalışmasında hangi göstergelerin kullanılabileceğine daha kolay karar vermeye olanak sağlayacaktır.

Tablo 3.1 Akıllı şehir endeksi oluşturmada kullanılan referans çalışmalar

Referans Kodu	Referans	Gösterge Sayısı	Şehir Sayısı
REF1	Sürdürülebilir Şehirler (Arcadis) [149]	32	100
REF2	Hareket Halindeki Şehirler (IESE) [150]	79	180
REF3	İnovasyon Şehirler Endeksi [151]	162	442

3.2 Endekslenecek Şehirlere Karar Verilmesi

İncelenen mevcut endeks çalışmalarında ele alınan şehirlerden farklı kıtalarda bulunan toplam 60 şehrin tüm çalışmalarda yer aldığı belirlenmiştir. Bu şehirlerin tamamına ait gösterge içeriklerinin toplanması zorlu ve zaman alıcı bir iş paketi olacağından endekslenecek şehir sayısı 10 ile sınırlandırılarak çalışmanın kapsamının daraltılmasına karar verilmiştir. Üç referans endeksteki 60 şehrin ait oldukları ülkeler ve coğrafi konumları incelendiğinde şehirlerin genelde Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika kıtalarında yer aldıkları gözlemlenmiştir. Şehirlerin kıtalardaki dağılımları dikkate alınarak yeni oluşturulacak endekse, Avrupa'dan altı, Asya'dan iki ve Kuzey Amerika'dan iki şehir dahil edilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 Endeks çalışmasında yer alan şehirler ve endeks sıralamaları

Kıta	Şehir	Sıralama		
		Ref 1	Ref 2	Ref 3
Avrupa Kıtası (6)	Londra	5	2	1
	Paris	15	3	9
	Berlin	17	16	14
	Barselona	24	33	27
	Kopenhag	14	11	15
	İstanbul	77	109	95
Asya	Seul	7	8	5
Kıtası (2)	Singapur	2	22	8
Kuzey Amerika (2)	New York	26	1	6
	San Francisco	39	4	2

Her bir endeksin kullandığı göstergeler birbirinden farklı olduğundan şehirlerin endeks sıralamaları genellikle değişir. Referans endekslerin Tablo 3.2'de verilen sıralamaları birbirinden farklıdır. Üç farklı sıralama bilgisinden ortalama bir sıralama elde etmek için karar destek sistemlerinden yararlanılır. Bu çalışmada üç referans endeksten toplanan bilgileri entegre etmek için derecelendirme, sınıflama ve karar verme yöntemlerinden biri olarak bilinen Deng (1982)'in Gri İlişkisel Analiz (GİA)

yaklaşımı kullanılmıştır [152] [153]. Bu işlemin ilk üç adımı aşağıda verilmektedir [154]:

Adım-1: Farklı kapsamda değerler içeren verileri karşılaştırılabilir hale getirmek için ilk olarak veri normalizasyonu yapılır. Bu çalışmada normalize edilecek veri sayısı toplam şehir sayısına eşittir. Kullanılan üç referans endeks için normalizasyon işlemi ayrı ayrı işletilir. Eşitlik 3.1 normalize edilmiş değerleri verir.

$$x_i^k = \frac{max\ x_i(k) - x_i(k)}{max\ x_i - min\ x_i(k)} \tag{3.1}$$

Burada, $i = 1, \ldots, m;\ k = 1, \ldots, n$ olduğunda, m şehir sayısını, n ise kullanılan endeks sayısını göstermektedir. $x_i(k)$ bir şehrin ilgili endeksteki sırasını göstermektedir. $x_i^*(k)$ ise normalize edilmiş sırayı verir. max $x_i(k)$ en büyük, min $x_i(k)$ en küçük $x_i(k)$ değerini belirtir.

Adım-2: Bir sonraki adımda Eşitlik 3.2 kullanılarak normalize edilmiş değerlerden $\xi_i(k)$ gri ilişkisel katsayısı hesaplamaktır.

$$\xi_i(k) = \frac{\Delta_{min} + \xi\Delta_{max}}{\Delta_{oi}(k) + \xi\Delta_{max}} \tag{3.2}$$

Burada Δ_{oi} referans diziden sapma dizisidir, Δ_{min} ve Δ_{max} tüm karşılaştırma dizilerinin mutlak farklarının en küçük ve en büyük değerleridir. Δ_{oi} Eşitlik 3.3 kullanılarak hesaplanır.

$$\Delta_{oi} = \|x_0(k) - x_i(k)\| \tag{3.3}$$

Burada $x_0(k)$ referans diziyi belirtir ve $x_i(k)$ karşılaştırılabilirlik dizisi olarak adlandırılır. ξ 0 ila 1 arasında değer alan ayırt edici veya belirleme katsayısıdır.

Adım-3: Bu adımda her bir şehrin GİA sırası γ_i Eşitlik 3.4 kullanılarak hesaplanır.

$$\gamma = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \xi_i(k) \tag{3.4}$$

Tablo 3.2'de yer alan 10 şehir için üç farklı referans endeksten alınan sıralama bilgilerinden Eşitlik 3.1, ile hesaplanan normalize değerleri, Eşitlik 3.2 ve 3.3

kullanılarak hesaplanan gri ilişkisel katsayıları ve Eşitlik 3.4 ile hesaplanan skor değerleri Tablo3.3'te verilmektedir. Skorlara göre belirlenen 10 şehrin sıralaması Tablo 3.3'ün son kolonunda gösterilmiştir.

Tablo 3.3 GİA ile hesaplanan şehir sıralamaları

Şehir	Normalize Edilen Değerler			Gri İlişki Katsayılar			GRA Skoru	Sıralama
	Ref-1	Ref-2	Ref-3	Ref-1	Ref-2	Ref-3		
Londra	0.04	0.01	0.00	0.93	0.98	1.00	0.9692	1
Paris	0.17	0.02	0.09	0.74	0.96	0.85	0.8538	4
Berlin	0.20	0.14	0.14	0.71	0.78	0.78	0.7601	8
Barselona	0.29	0.30	0.28	0.63	0.63	0.64	0.6340	9
Kopenhag	0.16	0.09	0.15	0.76	0.84	0.77	0.7906	7
İstanbul	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.3333	10
Seul	0.07	0.06	0.04	0.88	0.89	0.92	0.8964	2
Singapur	0.00	0.19	0.07	1.00	0.72	0.87	0.8635	3
New York	0.32	0.00	0.05	0.61	1.00	0.90	0.8379	5
San Francisco	0.49	0.03	0.01	0.50	0.95	0.98	0.8100	6

3.3 Endeks Modelinin Oluşturulması

Tüm bileşenleriyle akıllı şehir münferit teknolojik çözümlerden ziyade birçok sektörü etkileyen bir dönüşümdür. Dolayısıyla bütünleşik bir yapıda değerlendirilmesi gerekmektedir. Akıllı şehirlere dönüşüm süreç ve etkilerinin planlanması, izlenmesine yönelik yaklaşımlar literatürde ve uygulamada mevcuttur. Bu yaklaşımlardan Cohen'in 'Akıllı Kentler Çarkı" (SCW) metodolojisi ön plana çıkmaktadır. Avrupa Birliği tarafından da kabul edilen Akıllı Kentler Çarkı modeline göre akıllı şehirler altı temel bileşenden oluşmaktadır.

Literatürde akıllı şehir kavramları benzer amaçlarla kullanılmakta ancak teknolojiyi merkezine alan kavramlardan ayrı olarak bu temel bileşenler insan ve kurumları merkezine alarak diğerlerinden ayrılmaktadır. İnsanı merkezine alarak şehirlerin daha sürdürülebilir, daha yaşanılabilir ve daha verimli olabilmesi amacıyla teknolojik çözümleri kullanan akıllı şehirler kilit performans göstergeleri küresel bağlamda ortak dil ve bütünleşik çözümler sağlamaktadır.

Akıllı şehir fonksiyonel alanları, odak alanları ve alt odak alanlarının tespiti akıllı şehir projelerinin başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Tüm paydaş haritaları, paydaş öncelikleri ve etkileşim planları ancak bu fonksiyonel alanlar belirlendikten sonra belirlenebilir.

Çalışma havuzunda yer alıp şehirler verileri bulunan göstergeler ilgili uzmanlar

tarafından değerlendirildiğinde yönetişim alına ait göstergelerin olmadığı bu nedenle yönetişim fonksiyonel alanının çalışma kapsamında yer almaması gerektiğine karar verilmiştir. Seçilen 5 fonksiyonel alana ek olarak enerji [39], [40] BİT [155], eğitim ve sağlık fonksiyonel alanlarının yapılan araştırma sonucunda öncelikli olduğu ve bu çalışmada mutlaka bir fonksiyonel alan olarak detaylandırılması gerektiği sonucuna varılmıştır [151]. Akıllı şehirlerde teknolojinin önemini ısrarla vurgulanırken [156], kavramının kökeninde teknolojiye dayalı bilgi şehrinin yattığını söylemektedir [49]. Süreç içinde bu düşünce BİT merkezli akıllı şehir fikrine doğru evrimleşmiştir. Akıllı şehirler için dijitallleşme asla bir amaç değildir. Buna karşın akıllı şehirleri etkileyen çok önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda BİT'in bir fonksiyonel alan olarak önerilen endeks modeline eklenmesi uygun bulunmuştur. Böylece önerilen yeni endeks modeli çevre, enerji, mobilite, ekonomi, eğitim insan, BİT, sağlık ve yaşam fonksiyonel alanlarından oluşturulmuştur.

Bu kapsamda referans olarak alınan çalışmalar göz önünde bulundurularak ve ilgili 9 kişilik uzman ekip ile çalışma kapsamında belirlenen göstergelerin akıllı şehir kapsamında 9 ana fonksiyonel alan altında toplanması gerektiği ortaya konulmuştur. Ayrıca belirlenen göstergeler akıllı şehir uygulamalarını sürdürülebilirlik, bilişim teknolojilerinin fonksiyonelliği ve olgunluğu gibi her açıdan temsil edebilirliği ilgili uzman ekip tarafından göz önünde bulundurulmuştur. Bu kapsamda belirlenen endeks referans çalışmalarından elde edilen 191 göstergeden oluşan bir gösterge seti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu havuzdaki göstergelerin belirlenen her şehir için aşağıdaki gibi ölçütler göz önünde bulundurularak değerlendirme süzgecinden geçirilmiştir.

- Benzer göstergeler gruplandırılarak dışarıda kalan göstergeler tekil olarak bırakılan göstergeler,
- Tekrar eden, sübjektif, standart dışı, sürekli olmayan göstergeler,
- Uzman görüşü çalışması ile çalışmaya dâhil edilmeyen göstergeler

Endeks çalışmanın ardındaki genel mantık, oluşturulan gösterge setinin, kapsayıcı (fonksiyonel alanları kapsayan), doğru, karşılaştırılabilir ve izlenebilir (endeksi güncelleme imkânı sunması veya kalite kontrolü yapma imkânı sunması) olmasıdır. Ayrıca çalışma kapsamında belirlenen her gösterge değerinin belirlenen her şehir için ölçülüyor olmaması, ölçülen değerlerin şehir düzeyinde olmayıp ülke düzeyinde olması gibi zorluklar gösterge değerlerini elde ederken karşılaşılan zorluklar arasında yer almaktadır. Bu kapsamda göstergeler analitik sağlamlıkları, ölçülebilirlikleri, ölçülmekte olan konuyla olan ilgisi ve birbirleriyle olan ilişkileri temel alınarak

çalışma kapsamında her şehir için kullanılacak Tablo 3.4'de yer alan 48 gösterge endekse dâhil edilmiştir.

Tablo 3.4 Çalışmada yer alan gösterge ve fonksiyon alanları

Kodu	Fonksiyonel Alan	Gösterge
ÇEV1	Çevre	Atıksu toplama hizmetleri verilen şehir nüfusunun yüzdesi (%)
ÇEV2	Çevre	Toplam evdeki su tüketimi (kişi başı metre küp)
ÇEV3	Çevre	Karbondioksit (CO2) salınımı (kişi başına ton)
ÇEV4	Çevre	PM2.5 (μ/m^3, yıllık ortalama)
ÇEV5	Çevre	PM10 (μ/m^3, yıllık ortalama)
ÇEV6	Çevre	Kükürt dioksit (μ/m^3, yıllık ortalama)
ÇEV7	Çevre	Nitrojen dioksit (μ/m^3, yıllık ortalama)
ÇEV8	Çevre	Toplam toplanan belediye katı atık miktarı (yılda 10.000 kişiye düşen bin ton)
ÇEV9	Çevre	Kentin geri dönüşüme tabi tutulan katı atık yüzdesi (%)
ENE1	Enerji	Şehrin enerji tüketiminin bir payı olarak, YEK'den elde edilen toplam enerjinin yüzdesi (%)
ENE2	Enerji	Şehrin enerji tüketiminin bir payı olarak, kömürden elde edilen toplam enerjinin yüzdesi (%)
ENE3	Enerji	Şehrin enerji tüketiminin bir payı olarak, petrolden elde edilen toplam enerjinin yüzdesi (%)
ENE4	Enerji	Şehrin enerji tüketiminin bir payı olarak, gazdan elde edilen toplam enerjinin yüzdesi (%)
MOB1	Mobilite	Kişisel otomobil sayısı (1.000 nüfusa düşen)
MOB2	Mobilite	Ulaşım ölümleri (100.000 nüfusa düşen)
MOB3	Mobilite	Toplu taşıma araçları ile yapılan seyahatlerin yüzdesi (%)
MOB4	Mobilite	Ortalama işe gidiş süresi (dakika)
EKO1	Ekonomi	Dolar Bazında Satın Alma Gücü Paritesine Göre Kişi başına GSYİH
EKO2	Ekonomi	İşsizlik oranı (%)
EKO3	Ekonomi	Gençlerin işsizlik oranı (18-24 yaş arasında)
EKO4	Ekonomi	Yeni işletme sayısı (100.000 nüfus başına)
EKO5	Ekonomi	Yeni patent sayısı (100.000 nüfus başına, yıllık)
EKO6	Ekonomi	Bilgi Yoğun Hizmetlerde (KIS) istihdam oranı
EKO7	Ekonomi	Yoksulluk içinde yaşayan şehir nüfus yüzdesi (%)
EKO8	Ekonomi	Gini katsayısı
EKO9	Ekonomi	GSYİH içerisindeki AR-GE harcamaları (GSYİH yüzdesi (%) olarak)

Kodu	Fonksiyonel Alan	Gösterge
EĞİ1	Eğitim	Yükseköğretimi tamamlamış nüfus yüzdesi (%)
EĞİ2	Eğitim	Ortaöğretim ikinci seviye veya yükseköğretimi tamamlamış nüfus yüzdesi (%)
EĞİ3	Eğitim	Okur Yazarlık Oranı (15 yaş üstü okuryazar kişilerin nüfustaki oranı)
İNS1	İnsan	Kadınların şehrin toplam işgücündeki yüzdesi (%)
İNS2	İnsan	Ortaöğretim ve yükseköğretim gören kadın öğrencilerin yüzdesi (%)
İNS3	İnsan	Son belediye seçimlerine katılım oranı (%)
İNS4	İnsan	Şehir meclisine seçilen kadın meclis üyesi oranı
İNS5	İnsan	Açık veri ve web varlığı
BİT1	BİT	İnternet kullanan nüfusun yüzdesi (%)
BİT2	BİT	Evde fiber optik genişbant erişimine sahip hane halkının yüzdesi (%)
BİT3	BİT	İnternet erişimi olan hane halkının yüzdesi (%)
BİT4	BİT	Mobil şebekede 10 Mbps (veya daha iyi) bağlantı hızı elde etme olasılığı
BİT5	BİT	Yüzde 90 olasılıkla sağlanabilen mobil genişbant bağlantı hızı (Kbps)
BİT6	BİT	Ortalama sabit genişbant indirme hızı (Kbps)
SAĞ1	Sağlık	Ortalama hayat süresi beklentisi (yıl)
SAĞ2	Sağlık	Hekim sayısı (100.000 nüfus başına)
SAĞ3	Sağlık	Bebek Ölüm Hızı (1000 canlı doğum başına düşen 1 yaş altı ölüm sayısı)
YAŞ1	Yaşam	Cinayet sayısı (100.000 nüfus başına)
YAŞ2	Yaşam	Oda sayısı (kişi başına düşen)
YAŞ3	Yaşam	Sinema salonlarının sayısı (1.000.000 nüfus başına)
YAŞ4	Yaşam	Tiyatroya gidiş sayısı (kişi başına, yıllık)
YAŞ5	Yaşam	Uluslararası turist sayısının şehir nüfusuna oranı (yıllık)

3.4 Gösterge Verilerinin Toplanması ve Veri Kaynakları

Şehrin Akıllı Şehir performansına etki edecek göstergeler belirlendikten sonra ilgili göstergelerin hem kendi şehirleri için hem de kıyaslama yapılacak diğer şehirler için değerlerinin toplanması gerekir. Bu süreç endeks oluşturmanın geniş bir kısmını kapsamaktadır.

Akıllı Şehir için belirlenen fonksiyonel alanlar üzerindeki farklı yaklaşımları göstermesi ve bu yaklaşımlar üzerindeki tartışmalar için de hızlandırıcı rol oynaması için belirlenen göstergelerin verileri, şehir düzeyinde karar verici ve politika yapıcılar için önemlidir. Bu nedenle çalışma kapsamında belirlenen göstergelerin verileri ulusal ve uluslararası veri tabanı kaynaklarından temin edilmiştir. Seçilen kaynaklar

göz önünde bulundurulurken daha önceki endeks çalışmalarında referans olarak gösterilmesi göz önünde bulundurulmuştur.

3.5 Normalizasyon

Araştırmanın temelini oluşturan birincil ve ikincil kaynaklardan elde edilen ham veriler öncelikle veri madenciliği aşamasında genellikle % değer haline dönüştürülerek endekse dâhil edilmiştir. Aynı zamanda derlenen veriler bu aşamada kişi başına, metrekare başına, firma başına, derslik başına gibi oranlara çevrilerek karşılaştırılabilir formata dönüştürülmüştür. Böylece farklı boyutlarda ancak birbiriyle bağlantılı olan bu veriler, standardize edilerek tek boyuta indirgenerek endeksin altyapısını oluşturan veri tabanı seti hazırlanmıştır. Veriler standardize edildikten sonra endeksin rahat okunabilmesi amacıyla normalize değerlere dönüştürülmüştür.

Normalizasyon, veri ölçüm birimlerini ortadan kaldırarak farklı alanlardaki verileri daha kolay bir şekilde karşılaştırma imkânı sağlayan bir yöntemdir [157]. Normalizasyon, şehrin endeks puanını anlamak için daha çok imkân sağlar ve olabilecek en yüksek puana göre şehir performansını mukayese edebilme fırsatı sunar. Bu yöntem ile göstergenin puanını göstergenin alabileceği minimum ve maksimum değerleri göz önünde bulundurarak 0-1 arasında bir değer elde etmektedir. Bu değer daha net anlaşılması amacıyla 100 ile çarpılıp istenilen gösterge değerinin 0-100 arasında bir değer olarak ifade etmek için de kullanılmıştır. Normalizasyon aşağıdaki formulde (Eşitlik 3.5) gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Gösterge}_{\substack{\text{Yeniden} \\ \text{Ölçeklendirilen}}} = \frac{\text{Gözlemlenen} - \text{Minimum}}{\text{Maksimum} - \text{Minimum}} \times (100 - 1) + 1 \qquad (3.5)$$

3.6 Katsayı Hesaplama Yöntemleri ve Endeksin Hesaplanması

Çalışma kapsamında oluşturulan özgün endeks çalışması, seçilen her bir akıllı şehir fonksiyonel alanında ve bilişim teknolojileri altyapısında (en önemli etkinleştirici olarak) alt kategorilere uygun olarak seçilen karşılaştırılabilir göstergelerin, fonksiyonel alanları ile ilişkilendirmesi yapılmıştır. Yapılan literatür taramasında endeks çalışmalarındaki gösterge katsayıların hesaplanması çalışmadan çalışmaya farklılık göstermektedir. Bu çalışma kapsamında endekste yer alan fonksiyonel alan ve gösterge katsayılarının hesaplanması için tercih edilen yöntemler aşağıdaki başlıklarda detaylandırılmıştır.

3.6.1 Geometrik Toplam Yöntemi

Geometrik Toplam Yöntemi'nde göstergelerin ağırlıkları lineer toplamda olduğu gibi göstergenin yer aldığı fonksiyonel alan içerisindeki diğer göstergelerin sayısı ile ilişkilendirilir [146]. Lineer toplamda, eşitlik sabitken geometrik toplamda bu değer düşük bileşke göstergeler için daha aşağıdadır. Gösterge değerleri düşük puana sahip ülkeler lineer toplamayı geometrik toplamaya göre daha çok tercih ederler[158]. Diğer yandan, düşük mutlak puandaki bir artış geometrik toplamdaki yüksek mutlak puandaki bir artıştan daha yüksektir. Bu nedenle, lineer yerine geometrik toplam alınmakta iken ülkeler düşük puandaki sektör, aktivite ve alternatiflerin puanını artırarak sıralamadaki pozisyonlarını en iyi noktaya getirmeye çalışırlar [159]. Örneğin dokuz adet göstergesi bulunan bir fonksiyonel alanın altındaki göstergelerin katsayısı 1/9 olarak belirlenir. Genel gösterimi aşağıdaki gibidir [146].

$$\text{Toplam}_i = \prod_{j=1}^{n} \text{Bileşen}_{i,j}^{\text{ağırlık}_j} \tag{3.6}$$

Denklemde ifade edilen her bir bileşen, hesaplamalarımızda kullandığımız fonksiyonel alanlara karşılık gelmektedir. Her bir fonksiyonel alanın toplamı, akıllı şehirleri, bir bütün olarak temsil ettiği için genel toplam 1 (bir) kabul edildiğinde, dokuz fonksiyonel alanın katsayıları aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi hesaplanmaktadır.

Tablo 3.5 Fonksiyon alan geometrik katsayıları

	Fonksiyonel Alan	**Geometrik Katsayı**
1	Çevre	0.110
2	Enerji	0.110
3	Mobilite	0.110
4	Ekonomi	0.110
5	Eğitim	0.110
6	İnsan	0.110
7	BİT	0.110
8	Sağlık	0.110
9	Yaşam	0.110

Her bir fonksiyonel alanın altında yer alan göstergelerin katsayıları, ilgili fonksiyonel alanın tamamının bir bütün olarak kabul edildiği (toplam değeri 1 olarak) ve kendisini oluşturan göstergelerin bileşen olarak eşitlik 3.5'e göre hesaplanır. Yapılan hesaplamalarda her bir katsayının sonucu $0.1111...$ şeklinde elde edilmiş ve bu nedenle genel toplam 0.999... şeklinde bulunmuştur. Sonuçların daha anlaşılır ve

takip edilebilir olması için, 0.999... değeri 1 olarak kabul edilmiş ve 0.111... şeklinde devam eden fonksiyonel katsayılar 0.110 değerine yuvarlanmıştır.

Tablo 3.6 Gösterge geometrik katsayıları

	ID	Gösterge	Geometrik Katsayı	Fonksiyonel Alan
1	1	Toplumun atık su toplama yüzdesi	0.11	Çevre
2	9	Toplam evdeki su tüketimi (kişi başı metre küp)	0.11	Çevre
3	12	Kişi başı Karbondioksit (CO2) salınımı	0.11	Çevre
4	13	PM2.5 /m3	0.11	Çevre
5	14	PM10 /m3	0.11	Çevre
6	15	Sülfür (Kükürt) dioksit /m3	0.11	Çevre
7	16	Nitrojen dioksit /m3	0.11	Çevre
8	21	Kişi başı toplam toplanan kentsel katı atık	0.11	Çevre
9	23	Şehrin (Kentin) geri dönüştürülen katı atık yüzdesi	0.11	Çevre
10	58	Tüketilen enerji içindeki yenilenebilir enerji oranı	0.25	Enerji
11	59	Kişi başı kömürle enerji tüketimi	0.25	Enerji
12	60	Kişi başı (petrol) yakıtla enerji tüketimi	0.25	Enerji
13	61	Kişi başı gazla enerji tüketimi	0.25	Enerji
14	35	Kişi başına düşen şahsi otomobil sayısı	0.25	Mobilite
15	39	Ölümcül trafik kazası oranı	0.25	Mobilite
16	43	Toplu taşıma araçları ile yapılan seyahatlerin yüzdesi	0.25	Mobilite
17	48	İşe gitmek için ortalama seyahat süresi	0.25	Mobilite
18	63	Dolar Bazında Satın Alma Gücü Paritesine Göre Kişi başına GSYİH	0.11	Ekonomi
19	68	İşsizlik Oranı	0.11	Ekonomi
20	70	Gençlerin İşsizlik Oranı (18 - 24 yaş arasında)	0.11	Ekonomi
21	71	Her 100 000 nüfusa düşen kurulu iş (Yeni İşletme Sayısı)	0.11	Ekonomi
22	73	Her 100 000 nüfus için yıl başına yeni patent	0.11	Ekonomi
23	74	Bilgi yoğun hizmetlerde istihdam oranı	0.11	Ekonomi
24	95	GSYİH içinde toplam yurt içi Ar-Ge ve deneysel gelişim harcama yüzdesi	0.11	Ekonomi
25	77	Yoksulluk içinde yaşayan şehir nüfus yüzdesi (%)	0.11	Ekonomi
26	78	Gini Katsayısı	0.11	Ekonomi
27	80	Lise ve üzeri eğitim almış nüfus yüzdesi	0.33	Eğitim
28	81	Orta, üstü ve lise eğitimi almış nüfus yüzdesi	0.33	Eğitim
29	93	Okur yazarlık oranı (15 yaş üstü okur yazar kişilerin nüfustaki oranı)	0.33	Eğitim

	ID	Gösterge	Geometrik Katsayı	Fonksiyonel Alan
30	76	Çalışan kadınların şehirdeki işgücüne oranı	0.20	İnsan
31	79	Kadınların orta eğitim ve üzerine kayıt yaptırmış toplam öğrenciler içinde yüzdesi	0.20	İnsan
32	136	Son belediye seçimlerinde oy verme katılım oranı	0.20	İnsan
33	137	İBB'nin şehir meclisine seçilen kadın meclis üyesi oranı	0.20	İnsan
34	154	Açık veri ve web'deki varlık	0.20	İnsan
35	143	Nüfusta internet kullanım oranı	0.17	BİT
37	161	Fiber optik altyapıya erişimi olan evlerin oranı	0.17	BİT
36	164	Evde internet erişimi olan hane halkı oranı	0.17	BİT
38	165	Mobil ağlarda 10 Mbps veya daha fazla indirme hızına sahip olma olasılığı (%)	0.17	BİT
39	166	Ulaşılan mobil geniş bant indirme hızı (Kbps) (%90 doğrulukla)	0.17	BİT
40	167	Ortalama sabit geniş bant indirme hızı	0.17	BİT
41	101	Ortalama Yaşam Beklentisi	0.33	Sağlık
42	104	Ölüm Oranı (1 yaş altı)	0.33	Sağlık
43	103	Hekim Sayısı	0.33	Sağlık
44	113	Cinayet Sayısı	0.20	Yaşam
45	120	Oda Sayısı	0.20	Yaşam
46	126	Sinema Salonlarının (Ekranlarının) Sayısı	0.20	Yaşam
47	129	Yıllık Tiyatro Gidiş Sayısı	0.20	Yaşam
48	134	Şehir nüfus yüzdesi olarak yılda uluslararası turist sayısı	0.20	Yaşam

3.6.2 Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminde verilerin katsayılarının belirlenmesi için öncelikle ilgili uzman görüşmelerden toplanan veriler ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur A matrisinin sağ özvektörü, "w" olarak hesaplanır [160].

$$e^T = (1, 1... ...1) \tag{3.7}$$

$$w = \lim_{k \to \infty} \frac{A^k.e}{e^T.A^k.e} \tag{3.8}$$

Daha sonra, ham verileri anlamlı mutlak değerlere ve normalize edilmiş ağırlığa $W = (w1, w2, w3...wn)$ dönüştürmek için aşağıdaki formül uygulanır [160]:

Tablo 3.7 Fonksiyonel alan AHS ağırlıkları

Fonksiyonel Alan	AHS Katsayısı
Çevre	0.112576945098
Enerji	0.070061161588
Mobilite	0.205464262307
Ekonomi	0.243363556628
Eğitim	0.035386942657
İnsan	0.013530762259
BİT	0.199082086234
Sağlık	0.095058577419
Yaşam	0.025475705810

$$Aw = \lambda_{max} w, \quad \lambda_{max} \geq n \tag{3.9}$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum a_j w_j - n}{w_1} \tag{3.10}$$

$$A = \{a_{ij}\} \qquad a_{ij} = \frac{1}{a_{ij}} \quad ile \tag{3.11}$$

Tablo 3.8 Rastgele tutarlılık indeks değeri [160]

Matris Boyutu	RI
1	0
2	0
3	0.5799
4	0.8921
5	1.1159
6	1.2358
7	1.3322
8	1.3952
9	1.4537
10	1.4882

Bir sonraki adımda, AHS sonuçlarını doğrulamak için, tutarlılık oranı (CR), aşağıdaki formülde ölçülen tutarlılık indeksinin (CI) sıralandığı $CR = CI/RI$ formülü kullanılarak hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{3.12}$$

3.6.3 Bulanık Mantık Yöntemi

Bulanık mantık yönteminde değişkenlerin katsayılarını belirlemek için öncelikle göstergeler arası karşılaştırma matrisi kullanılarak, göstergeler üzerinde uzmanlaşmış bir ekibin yorumları ile belirlenen bulanık sayı seti üzerinden değerlendirme yapılır. Matriste yer alan uzman görüşleri sonucunda elde edilen alt sayı (l), orta sayı (m) ve üst sayı (u) değerleri belirlenir. Bu çalışmada, göstergeler arasındaki karşılaştırma matrisi belirlenen fonksiyonel alanlarında deneyimli dokuz uzman ile değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme üçgensel bulanık ifadeler kullanılarak oluşturulmuştur. Örn: ((1, 1, 1), (1, 1, 3), (1, 3, 5), (3, 5, 7)).

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x}{m-1} - \frac{1}{m-1}, & x \epsilon [l, m] \\ \frac{x}{m-1} - \frac{1}{m-1}, & x \epsilon [l, m] \\ 0\ , & \text{diğer} \end{cases} \tag{3.13}$$

Tablo 3.9 Bulanık mantık L, M ve U değerleri

Kriter No	L	M	U
1	0.790108629	139.059	2.352.284
2	0.512728243	0.88509	1.443.564
3	1.615.623.421	281.289	4.056.893
4	1.894.916.431	326.809	4.851.287
5	0.311690858	0.4711	0.693361
6	0.154228959	0.18761	0.246494
7	1.677.168.082	281.289	3.833.043
8	0.828375758	109.872	1.967.100
9	0.237448787	0.32356	0.503349
Toplam	8.022.289.168	132.505	1.994.738

Değerler (l, m, u) belirlendikten sonra her bir göstergenin bulunduğu yer (fonksiyonel alan) içerisindeki katsayıyı belirlemek için BNP (Best Non-Fuzzy Performance) değeri hesaplanıp, normalize edildikten sonra göstergelerin katsayıları belirlendi[92].

$$BNP_i = \frac{[(up_i - lp_i) + (mp_i - lp_i)]}{3} + lp_i \tag{3.14}$$

Tablo 3.10 Bulanık mantık fonksiyonel alan normalized BNP

	L	M	U	BNP	Normalized BNP
Çevre	0.039609652	0.104946	0.293219	0.14592	0.112576945
Enerji	0.025704044	0.066796	0.179944	0.09081	0.070061162
Mobilite	0.080994282	0.212285	0.505703	0.26633	0.205464262
Ekonomi	0.094995773	0.246638	0.604726	0.31545	0.243363557
Eğitim	0.015625657	0.035553	0.086429	0.04587	0.035386943
İnsan	0.007731792	0.014159	0.030726	0.01754	0.013530762
BİT	0.084079633	0.212285	0.477799	0.25805	0.199082086
Sağlık	0.041528056	0.082919	0.245204	0.12322	0.095058577
Yaşam	0.01190376	0.024419	0.062744	0.03302	0.025475706

Tablo 3.11 Bulanık mantık fonksiyonel alan normalized BNP

Fonksiyonel Alan	Bulanık Mantık Katsayısı
Çevre	0.112576945
Enerji	0.070061162
Mobilite	0.205464262
Ekonomi	0.243363557
Eğitim	0.035386943
İnsan	0.013530762
BİT	0.199082086
Sağlık	0.095058577
Yaşam	0.025475706

Aynı uzman ekibin görüşleriyle benzer hesaplamalar, her bir fonksiyonel alan altında yer alan göstergeler için tekrarlanmıştır. Ancak, okunabilirlik açısından, bu çalışmada işlem tekrarlarına yer verilmemiştir. Her bir fonksiyonel alan altında yer alan göstergelerin hesaplanmasına ilişkin ayrıntılı bilgiye, tezin eki olan "fuzzy-AHP.xls" dokümanını inceleyebilirsiniz. Bu doküman, göstergelerin hesaplanmasıyla ilgili daha ayrıntılı bilgi sağlayacaktır.

3.6.4 En İyi-En Kötü Yöntemi

En İyi-En Kötü Yönteminde, öncelikle karar verilecek bir dizi kriter seçilir, $\{c_1, c_2, c_3, ..., c_n\}$. Sonrasında ise en iyi ölçüt (örneğin, en çok istenen, en önemli) ve en kötü ölçüt (örneğin en çok istenen, en az önemli) belirlenir. Bu adımda, en iyi ve en kötü kriterler karar verici tarafından belirlenir [94]. Diğer kriterlere göre en iyi kriterin tercihi, 1 ile 9 arasındaki bir puana göre belirlenir; buradaki 1 skoru, en iyi kriter ile başka bir kriter arasında eşit tercih anlamına gelir ve 9 puan, en iyi kriterin öncelikli tercih olduğu anlamına gelir.

$$A_B = (a_{B1},\ a_{B2},\ a_{B3},\ .....,\ a_{Bn}), \quad a_{Bj} = \text{en iyi kriter} \tag{3.15}$$

$$A_W = (a_{1W},\ a_{2W},\ a_{3W},\ .....,\ a_{nW}), \quad a_{nW} = \text{en kötü kriter} \tag{3.16}$$

Akıllı Şehir uzmanlarının oluşturduğu ekip tarafından yapılan değerlendirmeye göre, fonksiyonel alanların en iyi ve en kötü kriterleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

En İyi Kriter Ekonomi

En Kötü Kriter İnsan

Sonrasında diğer kriterler için en uygun ağırlıklar hesaplanır. $(w_1^*,\ w_2^*,\ w_1^*, ..., w_n^*)$. Kriterlerin en uygun ağırlıkları şu kriterleri karşılamalıdır.

$$W_B/W_j = a_{Bj} \tag{3.17}$$

$$W_j/W_W = a_{jW} \tag{3.18}$$

Tablo 3.12 En İyi ve En Kötü Kritere Göre Fonksiyonel Alan Değerleri

Fonksiyonel Alanlar	En Kötü Kritere Göre Diğerleri	En İyi Kritere Göre Diğerleri
Çevre	3	2
Enerji	2	3
Mobilite	5	1
Ekonomi	5	1
Eğitim	2	4
İnsan	1	5
BİT	5	1
Sağlık	2	3
Yaşam	2	4

Bu nedenle, ideal duruma mümkün olduğunca yaklaşmak için aşağıdaki kümeler arasındaki maksimum değer en aza indirilmelidir.

$$\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi, \quad \text{her } j \text{ için} \tag{3.19}$$

$$\left|\frac{w_j}{w_W} - a_{jW}\right| \leq \xi, \quad \text{her } j \text{ için} \tag{3.20}$$

Optimum ağırlık ve ξ^* elde edildikten sonra,

$$Ksi^*\ \xi = 0.018181818 \tag{3.21}$$

$$(a_{Bj} - \xi) * (a_{jW} - \xi) = (a_{BW} + \xi) \tag{3.22}$$

a_{BW} elemanıdır $\{1, 2, \ldots, 9\}$ kümesinin farklı değerler çözümü için ξ (max ξ) değeri bulunur ve bu değer tutarlılık oranı için kullanılır.

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\xi^*}{\text{Tutarlılık indeksi}} \tag{3.23}$$

Tablo 3.13 Tutarlılık indeks değeri

a_{BW}	$max\ \xi$
1	0.00
2	0.44
3	1.00
4	1.63
5	2.30
6	3.00
7	3.73
8	4.47
9	5.23

4
ENDEKS SONUÇLARI VE ÖNERİLEN KATSAYI

Üçüncü bölümde detaylı olarak açıklanan katsayı hesaplama yöntemleri ile akıllı şehir çalışmalarında aktif olarak rol alan 9 uzmanının görüşleri ile endeks çalışmasının modelini oluşturan fonksiyonel alan ve altında yer alan göstergelerin katsayıları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Aynı zamanda görüşüne başvurulan uzmanlar belirlenen fonksiyonel alanlarda uzman olan kişiler tercih edilmiştir. Tabloda yer alan katsayı değerleri hesaplanan her yöntemde birbirlerine yakın olmasına rağmen, çalışma kapsamında ayrı ayrı hesaplanan endeks çalışmalarının sonuçları birbirinden farklılık göstermektedir.

Tablo 4.1 Fonksiyonel alan katsayıları

Fonksiyonel Alan	**AHS AHS (CR) 8,6%**	**BWM**	**Bulanık Mantık**	**Geometrik Toplam**
Çevre	0.103	0.109	0.113	0.110
Enerji	0.067	0.072	0.070	0.110
Mobilite	0.203	0.200	0.205	0.110
Ekonomi	0.252	0.200	0.243	0.110
Eğitim	0.037	0.054	0.035	0.110
İnsan	0.015	0.036	0.014	0.110
BİT	0.214	0.200	0.199	0.110
Sağlık	0.083	0.072	0.095	0.110
Yaşam	0.026	0.054	0.025	0.110

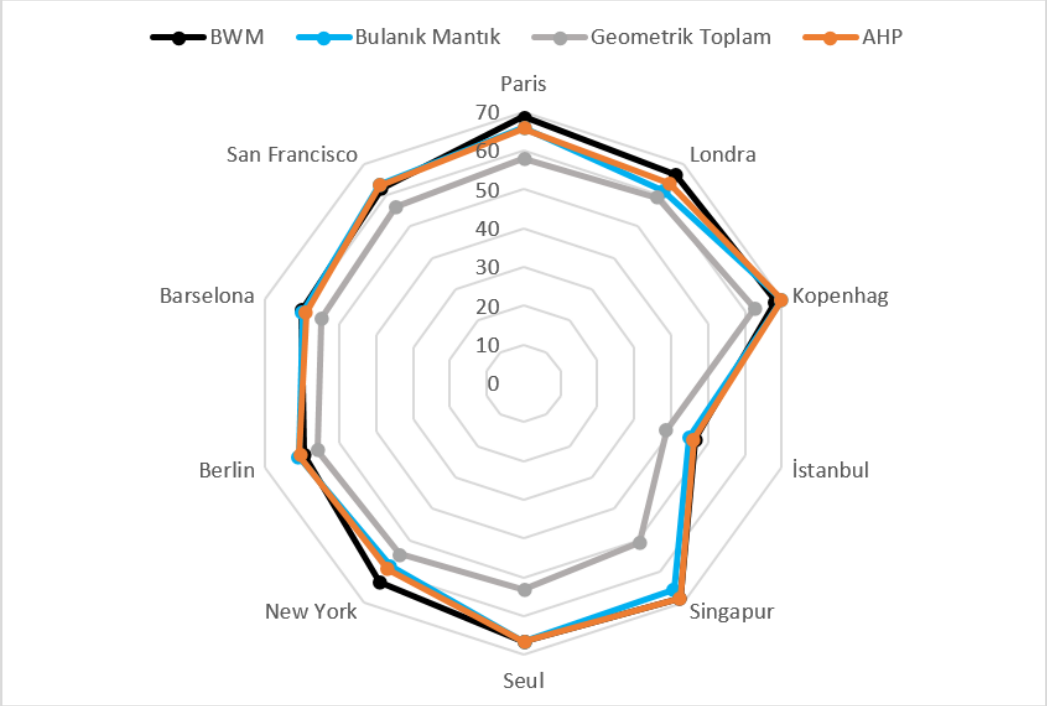
Çalışma kapsamında yer alan 9 fonksiyonel alan katsayıları ilgili uzmanların ortak görüşleri sonucunda belirlenmiştir. Uzmanlara göre akıllı şehir kapsamında belirlenen bütün fonksiyonel alanlar önemli olsa da model içerisinde öncelikleri ve endeks katsayıları farklılık göstermektedir. Ekonomi fonksiyon alanı bütün hesaplama yöntemlerinde en üst katsayı değerine sahip olurken en BWM

yönteminde aynı katsayı değerini mobilite ve BİT fonksiyonel alanları ile paylaştığı görülmektedir. Bu çalışma sonucunda değerlendirmeye giren şehirler için akıllı şehir performansının en güçlü bağının ekonomi ve BİT fonksiyonel alanları olduğunu göstermektedir. En düşük katsayı değerine ise her hesaplama yönteminde insan fonksiyonel alanının sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda uzmanlar tarafından özelikle altı çizilmesi gerektiği düşünülen husus ise akıllı şehirde her şey insan merkezli olduğu için aslında bütün fonksiyonel alanlar etkin bir şekilde insan fonksiyonel alanı ile yakından ilişkilidir.

Tablo 4.2'de yer alan fonksiyonel alanların altında yer alan gösterge katsayıları, fonksiyonel alan değerinin hesaplanması için kullanılmaktadır. Model içerisinde her bir fonksiyonel alan altında yer alan göstergelerin katsayı değerlerinin hesaplanması yalnız ilgili akıllı şehir uzmanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Örn. Çevre domaininde yer alan göstergeleri yalnızca çevre uzmanı, mobilite göstergelerinin katsayı hesaplamasını ise yalnızca mobilite uzmanın görüşlerine yer verilerek değerlendirmeye alınmıştır. Her gösterge değeri belirlenen katsayı ile çarpılarak (geometrik toplamda derece olarak kullanıldı) fonksiyonel alan değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan her fonksiyonel alan değeri ise belirlenen katsayı ile çarpılarak şehirlerin endeks içerisindeki puan ve sıralamaları hesaplanmıştır.

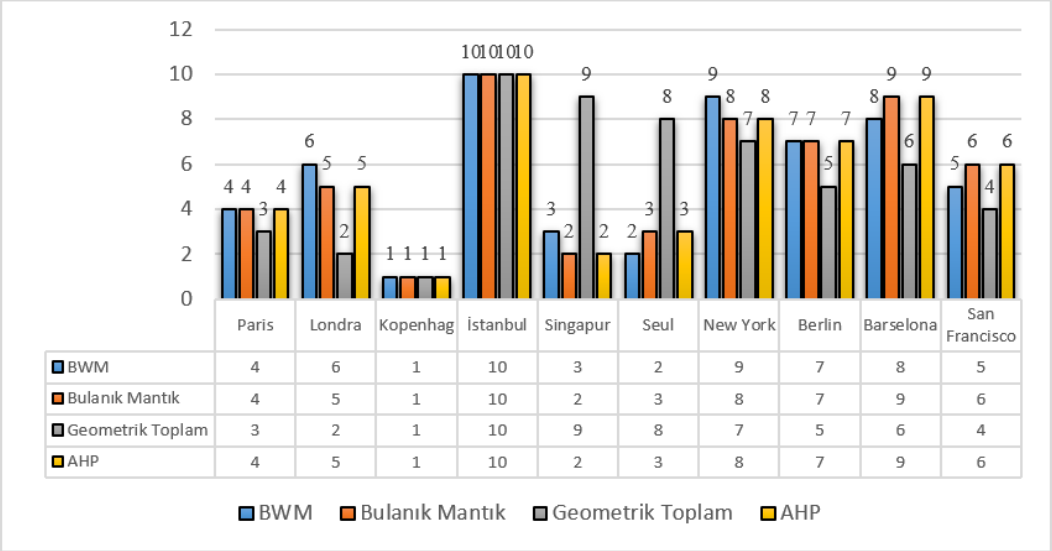
Belirlenen katsayılar ile hesaplanan şehir endeks puanları Şekil 4.1'de gösterildiği gibidir. Şekil 4.2 ise her bir şehrin belirlenen yöntemler ile endeks içeresindeki sıralamalarını göstermektedir. Çalışmaya dâhil edilen yöntemler ile hesaplanan endeks sıralamalarında Kopenhag (1) ve İstanbul (10) yerlerini korumaktadır. Singapur ve Seul şehirlerinin sıralamalarında önemli farklar gözlenmektedir. Bu sonuçlardan hareketle, endeks çalışmasında yer alan her fonksiyonel alan ve altında yer alan göstergelerin kapsam içerinde aynı katsayıya sahip olması farklı katsayı değerine sahip olması arasında şehirlerin endeks içerindeki puanını ve yerini önemli derecede etkilediği görülmektedir.

Şekil 4.1 incelendiğinde, hesaplama yapılırken uzman görüşüne başvurulan yöntemlerde şehirlerin endeks içerisindeki puanları ve sıralamaları kendi içinde tutarlılık gösterirken, uzman görüşüne başvurmayan yöntem olan geometrik toplam yönteminde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Endeks çalışmasında yer alan şehirlerin her bir yöntemde gelişmeye açık yönleri farklılık göstermektedir.



Şekil 4.1 Şehirlerin yöntemlere göre aldıkları puanlar

Bu bağlamda endeks çalışması oluşturan her kurum, kuruluş veya ilgili uzmanlar aynı model, aynı göstergeler ve hatta göstergelerin aynı yıl verileri ile çalışmalarını gerçekleştirsin katsayı hesaplama yöntemleri farklı olduğu sürece (görüşü alınan uzmanlar aynı kişiler olsa bile) farklı sonuçlar elde edecektir. Bu çalışma akıllı şehir kapsamında şehirlere rehberlik edeceği ve yatırımları için hangi konular üzerinde odaklanılması gerektiği konusunda yol göstereceği için karar alıcıları ve şehir yöneticilerini yanlış yönlendirebilmektedir. Örn. Londra uzmanlara göre belirlenen göstergeler nezdinde düşük sıralardayken, katsayıların eşit alındığı geometrik toplam yöntemine göre üst sıralarda yer alan bir şehirdir. Bu durumun tersini ise Singapur ve Seul şehirleri için söylemek mümkündür. Bu durumda belirlediğimiz yöntemler ile yapılan endeks çalışmalarının ilgili şehir yöneticilerinin yanlış yönlendirilmelerine ve yanlış yatırım yapmalarına neden olacaktır.



	Paris	Londra	Kopenhag	İstanbul	Singapur	Seul	New York	Berlin	Barselona	San Francisco
BWM	4	6	1	10	3	2	9	7	8	5
Bulanık Mantık	4	5	1	10	2	3	8	7	9	6
Geometrik Toplam	3	2	1	10	9	8	7	5	6	4
AHP	4	5	1	10	2	3	8	7	9	6

Şekil 4.2 Şehirlerin yöntemlere göre endeks sıralaması

Sonuç olarak, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 göz önünde bulundurulduğunda uzman görüşüne başvuran katsayı hesaplama yöntemlerinin şehirlerin endeks sıralamasındaki yerini ve puanını daha gerçeğe yakın temsil ettiğini söylemek mümkündür. Bu yöntemler içerisinde ise kendi içerisindeki tutarlık katsayısı ile ilgili uzmanların kararlarındaki doğrulaması ile BWM yöntemi endeks çalışmaları kapsamında en tutarlılık gösteren yöntemdir.

Tablo 4.2 Gösterge katsayıları

Kod	AHS	AHS (CR)	BWM	Bulanık Mantık	Geometrik Toplam
ÇEV1	0.198	8.2%	0.204	0.185	0.110
ÇEV2	0.021	8.2%	0.054	0.024	0.110
ÇEV3	0.263	8.2%	0.204	0.233	0.110
ÇEV4	0.128	8.2%	0.107	0.140	0.110
ÇEV5	0.065	8.2%	0.071	0.069	0.110
ÇEV6	0.016	8.2%	0.054	0.018	0.110
ÇEV7	0.039	8.2%	0.071	0.044	0.110
ÇEV8	0.045	8.2%	0.032	0.047	0.110
ÇEV9	0.225	8.2%	0.204	0.240	0.110
ENE1	0.634	6.7%	0.497	0.602	0.250
ENE2	0.047	6.7%	0.067	0.055	0.250
ENE3	0.213	6.7%	0.262	0.219	0.250
ENE4	0.106	6.7%	0.174	0.125	0.250
MOB1	0.045	8.4%	0.091	0.052	0.250

Kod	AHS	AHS (CR)	BWM	Bulanık Mantık	Geometrik Toplam
MOB2	0.153	8.4%	0.273	0.178	0.250
MOB3	0.292	8.4%	0.532	0.302	0.250
MOB4	0.511	8.4%	0.104	0.469	0.250
EKO1	0.320	9.2%	0.342	0.279	0.110
EKO2	0.122	9.2%	0.181	0.140	0.110
EKO3	0.063	9.2%	0.040	0.076	0.110
EKO4	0.027	9.2%	0.040	0.025	0.110
EKO5	0.033	9.2%	0.060	0.035	0.110
EKO6	0.028	9.2%	0.091	0.042	0.110
EKO7	0.126	9.2%	0.052	0.128	0.110
EKO8	0.214	9.2%	0.121	0.203	0.110
EKO9	0.066	9.2%	0.072	0.072	0.110
EĞİ1	0.751	3.0%	0.736	0.730	0.330
EĞİ2	0.179	3.0%	0.181	0.187	0.330
EĞİ3	0.070	3.0%	0.083	0.083	0.330
İNS1	0.076	7.6%	0.115	0.079	0.200
İNS2	0.520	7.6%	0.067	0.491	0.200
İNS3	0.276	7.6%	0.115	0.287	0.200
İNS4	0.075	7.6%	0.144	0.089	0.200
İNS5	0.053	7.6%	0.558	0.054	0.200
BİT1	0.059	8.4%	0.118	0.088	0.170
BİT2	0.159	8.4%	0.353	0.191	0.170
BİT3	0.383	8.4%	0.176	0.283	0.170
BİT4	0.025	8.4%	0.059	0.033	0.170
BİT5	0.103	8.4%	0.118	0.136	0.170
BİT6	0.271	8.4%	0.176	0.270	0.170
SAĞ1	0.637	4.0%	0.650	0.597	0.333
SAĞ2	0.258	4.0%	0.225	0.285	0.333
SAĞ3	0.105	4.0%	0.125	0.119	0.333
YAŞ1	0.549	3.5%	0.515	0.522	0.200
YAŞ2	0.127	3.5%	0.134	0.118	0.200
YAŞ3	0.047	3.5%	0.077	0.061	0.200
YAŞ4	0.179	3.5%	0.099	0.184	0.200
YAŞ5	0.098	3.5%	0.175	0.115	0.200

5
SONUÇ

Akıllı Şehir kapsamında önemli çalışmalardan biri de şehir özelinde belirlenmiş fonksiyonel alanlar için, tespit edilen karşılaştırma şehirleri ile farkları gösterecek şekilde bir şehir endeksi çalışması yapılmasıdır. Bu çalışma içerisinde belirlenen karşılaştırma şehirlerine göre şehirlerin akıllı şehir kapsamındaki durumunu gösteren analizi, mümkün olan en geniş kapsamda sunma amaçlanmıştır. Akıllı şehirler için oluşturulan endeks çalışmaları, temel olarak belirlenen fonksiyonel alanlarındaki sürdürülebilirliği, işlevselliği ve olgunluk durumunu karşılaştırmalı olarak sunmayı hedefleyerek şehir yönetimine öncelik belirleme ve strateji oluşturma açısından rehberlik etmektedir.

Literatür incelemesinden hareketle, en uygun Karar Destek Araçlarının irdelenmesi ve tespitini amaçlayan bu araştırma aşağıdaki hipotezleri ortaya koyarak gerçekleştirilecektir. Veri kullanımı açısından, açık kaynaklı veri kullanımı, uzman görüşlerinin ağırlıklandırılması ve çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılması bu çalışmada kullanılmıştır:

Uluslararası akıllı şehir endekslerinin kullandığı göstergeler ve veri kaynakları kapalı olabilmektedir. Bu durum şehirlerin kendi konumlarını iyileştirmeleri önündeki önemli engellerden biridir. Açık kaynaklı verileri kullanan ve göstergeleri açık olarak sunulan endeksler şehir gelişimine olumlu etki yapar. Şehir verilerinin açık veri olarak paylaşılması endeksin göstergeleri oluştururken ihtiyaç duyduğu verilere ulaşmayı kolaylaştıracak bu da endekslerin sürdürülebilir olmasına ve daha fazla veriyle şehirlerin kıyaslanmasına imkân sağlamaktadır.

Araştırmada özellikle insan fonksiyonel alanında açık kaynak veri varlığının endeksin etkisindeki önemi tespit edilmiştir. Araştırmanın hipotezlerinden bir diğeri, uzman görüşlerine başvurularak üretilen endekslerin etkinliği üzerinedir. Fonksiyonel alanların ve göstergelerin uzman görüşleri kullanılarak ağırlıklandırılması ve bunların açık olarak sunulması şehirlerin önceliklerinin daha kolay planlanmasını sağladığı yorumu yapılabilmektedir. Uzman görüşüne başvuran katsayı hesaplama

yöntemlerinin şehirlerin endeks sıralamasındaki yerini ve puanını daha gerçeğe yakın temsil ettiği görülmüştür.

Çalışmanın hipotezlerinden biri olan uzman görüşlerinde çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanılmasının etkinliğine ilişkin tartışma, araştırma içinde tartışılmıştır. Ağırlıklandırma işlemlerinde çok kriterli karar verme teknikleri, uzman görüşlerinde daha etkin sonuçlar ürettiği, karşılaştırmalı tartışmalarla ortaya konmuştur. Yapılan çalışma kapsamında referans olarak alınan çalışmalar dâhil her çalışma birbirinden farklı gösterge gruplarına odaklanmaktadır. Kapsam içerisinde farklı paydaşların yer alması da doğal olarak endeks çalışmalarına da yansımakta ve çeşitlilik göstermektedir. Akıllı şehrin henüz ortak bir tanımı olmadığı göz önünde bulundurulduğunda bu yaklaşımlar normal karşılanmaktadır. Fakat modelden bağımsız olarak tercih edilen katsayı hesaplama yöntemi için ortak bir kullanılması açısından standart getirilmesi tavsiye edilmektedir. Yapılan çalışma kapsamında endeks oluşturmanın hazırlayan kurum, kuruluş veya şehir için aşağıda sunmuş olduğu fayda ve hizmetlerden dolayı düzenli olarak oluşturulup yayınlanması tavsiye edilmektedir. Bu çalışma kapsamında endeks oluşturmanın öneminin yanı sıra oluştururken ortak bir dil oluşturulması açısından bir standart getirilmesi tavsiye edilmektedir.

- Dünyada akıllı şehir kapsamında başarılı faaliyet gösteren şehirler arasındaki rekabetinin izlenebilir ve güncellenebilir bir model çerçevesinde kurgulanması,
- Şehirlerin küresel potansiyellerini ve kapsamlı gücünü değerlendirerek şehirlerin çeşitli işlevlerine odaklanması, böylelikle şehirler kendilerini geliştirmekte, geride kaldığı yönlerini tespit etme imkânı sunması,
- Şehirleri akıllı şehir yolculuğunda değerlendirmek, dünyadaki ilerleme ile şehirleri, kültür ve yaşam felsefesiyle değerlendirme ve kendilerine katma değer sağlaması,
- Akıllı Şehir yolculuğuna çıkan şehirlere, şehir politikaları ve iş stratejileri için referans olup yol gösterme, şehrin yönetimine de katma değer sağlayarak vizyon ve strateji belirlemesine de önemli katkı sağlamaktadır.
- Dünyada önde gelen küresel araştırma kurumları ile kent rekabetçiliği konusunda fikir alışverişinde aktif olarak rol alma imkânı sağlaması,
- Verilerin nasıl toplanacağı, hangi sıklıkla güncellenmesi gerektiği ve ölçülmesi gereken verilerin tespiti konusunda iyileştirmeler yapma fırsatı sunması,

- Oluşturulan endeks ile Dünya'daki diğer şehirleri iyi tanıyarak onların karşılaşmış oldukları zorlukları ve onları çekici kılan yönlerin tespiti konusunun takibinin sağlanması.

KAYNAKÇA

[1] T. D. Kurumu. "Türk dil kurumu sözlükleri." Alındığı tarih: 24 Temmuz 2018. (2018), [Online]. Available: https://sozluk.gov.tr/.

[2] United Nations, "World urbanization prospects: The 2018 revision," United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/420), New York, Tech. Rep., 2018, Alındığı tarih: 4 Haziran 2020. [Online]. Available: https://digitallibrary.un.org/record/3833745.

[3] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. "2020-2023 ulusal akıllı şehirler stratejisi ve eylem planı." Accessed on 2021-09-04. (2019), [Online]. Available: https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlani.pdf.

[4] UKEssays. "The history of smart cities concept information technology essay." Alındığı tarih: Şubat 2020. (2013), [Online]. Available: https://www.uniassignment.com/essay-samples/information-technology/the-historyof-smart-cities-concept-information-technology-essay.php?vref=1.

[5] L. G. Anthopoulos, *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?* Larissa, Greece: Springer.

[6] S. Tural, "İsmet özel şiirinde şehir algısı," *Turkish Studies International Periodical For the Languages, Literatureand History of Turkish*, vol. 5, no. 1, pp. 1346–1360, 2010. doi: http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.1201.

[7] "Cittaslow." Accessed on 2023-12-01. (1999), [Online]. Available: https://www.cittaslow.org/content/association.

[8] R. Register, *Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future*. California: North Atlantic Books, 1987.

[9] UN HABITAT, *Regional Development Planning and Management of Urbanization*. Nairobi: United Nations Centre for Human Settlements, 1997, Alındığı tarih: 3 Haziran 2023. [Online]. Available: https://www.google.com.tr/books/edition/Regional_Development_Planning_and_Manage/uZRoTTvIXVkC?hl=tr&gbpv=1.

[10] United Nations, *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. New York: United Nations, 2014, Alındığı tarih: 19 Ekim 2022. [Online]. Available: https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html.

[11] K. Kourtit, P. Nijkamp, "In praise of megacities in a global world," *Regional Science Policy & Practice*, vol. 5, no. 2, pp. 167–182, 2013. doi: 10.1111/rsp3.12002.

[12] United Nations, "World population prospects 2019: Highlights," United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/423), New York, Tech. Rep., 2019, Alındığı tarih: 3 Haziran 2020. [Online]. Available: https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2019_highlights.pdf.

[13] M. P. Rodriguez-Bolivar, "Smart cities: Big cities, complex governance?" In *Transforming City Governments for Successful Smart Cities*, M. P. Rodriguez-Bolivar, Ed., vol. 8, Cham: Springer, 2015, pp. 1–7. doi: 10.1007/978-3-319-03167-5.

[14] H. Baraçlı, "Akıllı şehirlerin tüm alanlarında güçlü bir şekilde var olan bir dünya şehri: İstanbul," *Harward Business Review Türkiye*, pp. 11–25, 2017.

[15] G. Haughton, "Developing sustainable urban development models," *Cities*, vol. 14, no. 4, pp. 189–195, Aug. 1997. doi: 10.1016/S0264-2751(97)00002-4.

[16] F. Purnomo, Meyliana, H. Prabowo, "Smart city indicators: A systematic literature review," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, vol. 8, no. 3, pp. 161–164, Jun. 2016. [Online]. Available: https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/1023.

[17] A. Ramaprasad, A. Sanchez-Ortiz, T. Syn, "A unified definition of a smart city," in *16th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2017, St. Petersburg, Russia, September 4-7, 2017, Proceedings*, M. Janssen, K. Axelsson, O. Glassey, B. Klievink, Eds., Cham: Springer, 2017, pp. 13–24. doi: 10.1007/978-3-319-64677-0.

[18] R. G. Hollands, "Will the real smart city please stand up?" In *The Routledge Companion to Smart Cities*, K. S. Willis, A. Aurigi, Eds., vol. 12(3), London: Routledge, 2020, pp. 303–320. doi: 10.4324/9781315178387.

[19] N. Taewoo, T. A. Pardo, "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions," in *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*, Association for Computing Machinery, 2011, pp. 282–291. doi: 10.1145/2037556.2037602.

[20] R. F.-M. Giffinger, "Smart cities: Ranking of european medium-sized cities," SRF, Vienna, Austria, Tech. Rep., 2007. doi: 10.34726/3565.

[21] J. Bélissent, "Getting clever about smart cities: New opportunities require new business models," *Forrester Research*, pp. 3–5, 2010, Retrieved from https://www.forrester.com/report/Getting+Clever+About+Smart+Cities+New+Opportunities+Require+New+Business+Models/-/E-RES56701.

[22] E. Örselli *et al.*, "Bir kenti geleceğe taşıma ve kent alışkanlıklarını değiştirme projesi olarak akıllı kentler," in *Kent Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Etkin Belediyecilik Uygulamaları*, Ankara: Nobel Yayınları, 2018.

[23] Global Data. “History of smart cities: Timeline.” Accessed on 2022-08-09. ().

[24] B. V., D. J.-T., *City diplomacy in young*, 2020.

[25] L. Doe. “Budget 2015: Iot and smart cities set for investment.” Accessed on 2015-03-27. (), [Online]. Available: http://www.landmobile.co.uk/news/budget-2015-osborne-announces-.

[26] European Commission. “Smart cities.” Accessed on 2022-07-10. (), [Online]. Available: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en.

[27] D. for Business Innovation, Skills. “Smart cities: Background paper.” Accessed on 2022-08-09. (2013), [Online]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/246019/bis-13-1209-smart-cities-background-paper-digital.pdf.

[28] T. I. O. for Standardisation. “Preliminary report.” Alındığı tarih: 8 Eylül 2022. (2014), [Online]. Available: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/docs/en/smart_cities_report-jtc1.pdf.

[29] T. I. T. Union. “Smart sustainable cities at a glance.” Alındığı tarih: 8 Eylül 2022. (2020), [Online]. Available: https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/info-ssc.aspx.

[30] Frost & Sullivan. “Smart cities frost & sullivan value proposition.” Accessed on 2023-06-04. (), [Online]. Available: https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/01/SmartCities.pdf.

[31] C. Manville, G. Cochrane, J. Cave, J. Millard, *Mapping smart cities in the eu*, European Parliament’s Committee on Industry, http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf, 2014. (visited on 08/10/2022).

[32] S. Carpi, *Smart Cities: Analysis and Case Studies on the City of the Future*. Parma: Universita Di Parma, 2018, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/326632814_Smart_Cities_Analysis_and_case_studies_on_the_city_of_the_future.

[33] B. Cohen. “The smart city wheel.” Accessed on 2019-09-01. (2019), [Online]. Available: https://www.smart-circle.org/smartcity/blog/boyd-cohen-the-smart-city-wheel/.

[34] B. Cohen. “Blockchain cities and the smart cities wheel.” Accessed on 2022-08-09. (2018), [Online]. Available: https://boydcohen.medium.com/blockchain-cities-and-the-smart-cities-wheel-9f65c2f32c36.

[35] P. Neirotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, F. Scorrano, “Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts,” *Cities*, vol. 38, pp. 25–36, 2014. doi: 10.1016/j.cities.2013.12.010.

[36] G. Piro, I. Cianci, L. A. Grieco, G. Boggia, P. Camarda, "Information centric services in smart cities," *Journal of Systems and Software*, vol. 88, pp. 169–188, 2014.

[37] B. Morvaj, "Demonstrating smart buildings and smart grid features in a smart energy city," M.S. thesis, Leiria, 2011.

[38] D. Kyriazis, T. Varvarigou, A. Rossi, J. Cooper, "Sustainable smart city iot applications: Heat and electricity management & eco-conscious cruise control for public transportation," in *Proceedings of the 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, IEEE, Madrid, 2014, pp. 1–5.

[39] "Iso 37120:2014." Accessed on 2022-09-08. (), [Online]. Available: https://www.iso.org/standard/62436.html.

[40] R. Busch, "The green city index," Siemens AG, Munich, Germany, Tech. Rep., 2012, Retrieved from https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:cf26889b-3254-4dcb-bc50-fef7e99cb3c7.

[41] Navigant Research. "Smart energy for smart cities." (2015), [Online]. Available: http://www.navigantresearch.com/research/smart-energy-for-smart-cities.

[42] Siemens. "Şehirler için sürdürülebilir gelişme, "sürdürülebilir şehirler"." Alındığı tarih: <tarih>. (), [Online]. Available: https://docplayer.biz.tr/1943298-Sehirler-icin-surdurulebilir-gelisme-surdurulebilir-sehir-www-siemens-com-tr-sehirler.html.

[43] K. E. Skouby, A. Kivimaki, L. Haukipuro, P. Lynggaard. "Smart cities and the ageing population." Alındığı tarih: 3 Şubat 2022. (), [Online]. Available: http://www.wwrf.ch/files/wwrf/content/files/publications/outlook/Outlook12.pdf.

[44] S. Dirks, M. Keeling, *A Vision of Smarter Cities: How Cities Can Lead the Way into a Prosperous and Sustainable Future*. Somers, NY: IBM Global Business Services, 2009.

[45] "Smart sustainable cities: An analysis of definitions." (), [Online]. Available: https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TR-Definitions.docx.

[46] "Pas 180: 2014 smart cities – vocabulary," BSI, Tech. Rep., 2014, Retrieved from https://bsol.bsigroup.com/Bibliographic/BibliographicInfoData/000000000030298436.

[47] European Parliament. "Mapping smart cities in the eu." (), [Online]. Available: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf.

[48] "Bilgi ve iletişim teknolojileri destekli yenilikçi çözümler ekseni mevcut durum raporu." Accessed on 2022-09-08. (), [Online]. Available: https://docplayer.biz.tr/17289996-Bilgi-toplumu-stratejisinin-yenilenmesi-projesi-bilgi-ve-iletisim-teknolojileri-destekli-yenilikci-cozumler-ekseni-mevcut-durum-raporu.html.

[49] J. Lee, R. Phaal, S.-H. Lee, "An integrated service-device-technology roadmap for smart city development," *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 80, no. 2, pp. 286–306, 2013. doi: 10.1016/j.techfore.2012.09.020.

[50] D. Bollier, *How Smart Growth Can Stop Sprawl - A Fledgling Citizen Movement Expands / A Briefing Guide for Funders*. Washington DC: Essential Books, 1998.

[51] T. A. Pardo, "Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions," in *12th Annual International Conference on Digital Government Research*, ACM Digital Library, 2011, pp. 282–291. doi: 10.1145/2037556.2037602.

[52] K. Velibeyoğlu, "Akıllı kentler: Vaatler ve ötesi," in *Yenilikçi Sürdürülebilir Gelişme Stratejileri Bağlamında Türkiye Ekonomisinin Geleceğine Yönelik Çözüm Arayışları*, S. Şanlısoy, Ed., Alındığı tarih: 9 Kasım 2021, İzmir: İklim Ofset, 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/326679527_AKILLI_KENTLER_VAATLER_VE_OTESI.

[53] A. Caragliu, C. Del Bo, P. Nijkamp, "Smart cities in europe," *Journal of Urban Technology*, vol. 18, pp. 65–82, 2011.

[54] D. Schafer, D. Schilder, "Smart capital in german start-ups – an empirical analysis," *Venture Capital*, vol. 11, no. 2, pp. 163–183, 2009. doi: 10.1080/13691060802525304.

[55] S. C. Council. "Smart cities financing guide: Expert analysis of 28 municipal finance tools for city leaders investing in the future." Alındığı tarih: 11 Eylül 2022. (), [Online]. Available: https://www.nrpa.org/uploadedFiles/nrpaorg/Professional_Development/Innovation_Labs/Smart%20Cities%20Financing%20Guide.pdf.

[56] IMD. "Smart city - essentials for city leaders." Accessed on 2022-09-12. (), [Online]. Available: https://www.imd.org/globalassets/dbt/docs/smart-city-en.

[57] Directorate-General for Energy. "Analysing the potential for wide scale roll out of integrated smart cities and communities solutions." Accessed on 2022-02-03, European Commission. (), [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/publications/analysing-potential-wide-scale-roll-out-integrated-smart-cities-and-communities-solutions_en.

[58] "Information and communication technologies (ict)." Accessed on 2022-08-09. (2017), [Online]. Available: http://aims.fao.org/information-and-communication-technologies-ict.

[59] "Ict: The fundamental enabler for smart cities." Accessed on 2022-05-01. (2018), [Online]. Available: https://www.alliedtelesis.com/blog/ict-fundamental-enabler-smart-cities.

[60] M. Angelidou, "Smart city policies: A spatial approach," *Cities*, vol. 41, no. 1, pp. 3–11, 2014. doi: https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007.

[61] M. Grobelnik, "Smart city initiatives: Factors influencing stakeholder involvement," Master's thesis, Modul University, Vienna, 2017.

[62] Medium. "Smart-city: Stakeholders roles and needs." (2019), [Online]. Available: https://medium.com/@julien.carbonnell/smart-city-stakeholders-roles-and-needs-8e3679764d2a.

[63] N. Jayasena, H. Mallawaarachchi, K. A. Waidyasekara, "Stakeholder analysis for smart city development project: An extensive literature review," *MATEC Web of Conferences*, vol. 266, no. 06012, pp. 1–6, 2019. doi: 10.1051/matecconf/201926606012.

[64] "Smart cities: The promise of public – private co-operation." Accessed on 2020-03-06. (), [Online]. Available: https://amsterdamsmartcity.com/organisations/smart-city-hub%3Fpage%3D3&cd=2&hl=tr&ct=clnk&gl=tr.

[65] R. P. Dameri, "The conceptual idea of smart city: University, industry, and government vision," in *Smart City Implementation*, R. P. Dameri, Ed., Cham: Springer, 2017, pp. 23–43. doi: 10.1007/978-3-319-45766-6_2.

[66] M. Lindberg, M. Lindgren, J. Packendorf, "Quadruple helix as a way to bridge the gender gap in entrepreneurship: The case of an innovation system project in the baltic sea region," *Journal of the Knowledge Economy*, no. 5, pp. 94–113, 2014. doi: 10.1007/s13132-012-0098-3.

[67] "Iso 37120:2018." (), [Online]. Available: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-2:v1:en.

[68] *Smarter cities and communities - bsi standards*, BSI, Retrieved from https://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/, 2020.

[69] UN Foundation. "The sustainable development goals in 2019: People, planet, prosperity in focus." Alındığı tarih: [Alındığı Tarih]. (2019), [Online]. Available: https://unfoundation.org/blog/post/the-sustainable-development-goals-in-2019-people-planet-prosperity-in-focus/.

[70] P. Jankowski, *Integrating Geographical Information Systems and Multiple Criteria Decision-Making Methods*. Geographical Information Systems, 1995.

[71] K. A. Eldrandaly, "Integrating gis and mcdm using com technology," *International Arab Journal of Information Technology*, vol. 2, pp. 162–167, 2005.

[72] J. Malczewski, *GIS-based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of the Literature*. 2006.

[73] F. Liang, "Best-worst method: Inconsistency, uncertainty, consensus, and range sensitivity," Ph.D. dissertation, Delft University of Technology, Netherlands, 2021. doi: 10.4233/uuid:0fd5201c-09cd-46e1-899c-47c0d9ad1f6b.

[74] S. Greco, M. Ehrgott, J. Figueira, Eds., *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York: Springer, 2016.

[75] G.-H. Tzeng, "A weight-assessing method with habitual domains," *European Journal of Operational Research*, pp. 342–367, Oct. 1998. doi: 10.1016/S0377-2217(97)00246-4.

[76] D. Pamučar, F. Ecer, G. Cirovic, "Application of improved best worst method (bwm) in real-world problems," *Mathematics*, vol. 8, no. 8, p. 1342, Jul. 2020. doi: 10.3390/math8081342.

[77] L. L. Thurstone, "A law of comparative judgment," *Psychological Review*, pp. 273–286, 1927. doi: 10.1037/h0070288.

[78] T. L. Saaty, *What is the analytic hierarchy process?* Springer, 1988. [Online]. Available: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-83555-1_5.pdf.

[79] T. L. Saaty, "A scaling method for priorities in hierarchical structures," *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 15, no. 3, pp. 234–281, Jun. 1977. doi: 10.1016/0022-2496(77)90033-5.

[80] B. Roy, "Classement et choix en présence de points de vue multiples," *R.I.R.O*, pp. 57–75, 1968. doi: 10.1051/ro/196802V100571.

[81] J. R. Figueira, S. Greco, R. Bernard, R. Slowinski, "An overview of electre methods and their recent extensions," *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 20, no. 1-2, pp. 61–85, 2013. doi: 10.1002/mcda.1482.

[82] H. Gupta, M. Barua, "A framework to overcome barriers to green innovation in smes using bwm and fuzzy topsis," *Science of the Total Environment*, vol. 633, pp. 122–139, 2018. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.173.

[83] M. Behzadian, R. B. Kazemzadeh, "Promethee: A comprehensive literature review on methodologies and applications," *European Journal of Operational Research*, vol. 202, no. 1, pp. 198–215, 2010. doi: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021.

[84] J. Rezaei, "Best-worst multi-criteria decision-making method," *Omega*, vol. 53, pp. 49–57, Jun. 2015. doi: 10.1016/j.omega.2014.11.009.

[85] O. S. Vaidya, S. Kumar, "Analytic hierarchy process: An overview of applications," *European Journal of Operational Research*, vol. 169, no. 1, pp. 1–29, 2006. doi: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028.

[86] E. Canbazoğlu, E. Uğur, E. İ. Çetin, "Ticari taksi araç yenilemelerinde ahs ve moora yöntemlerine dayalı karar destek mobil uygulaması," *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, vol. 18, no. EYİ Özel Sayısı, pp. 117–134, 2018. doi: 10.18092/ulikidince.354009.

[87] M. S. Özdemir, R. N. Gasimov, "The analytic hierarchy process and multiobjective 0–1 faculty course assignment," *European Journal of Operational Research*, vol. 157, no. 2, pp. 398–408, Sep. 2004. doi: 10.1016/S0377-2217(03)00189-9.

[88] "Analitik hiyerarşi yöntemi ve işletmecilik alanındaki uygulamaları." Accessed on 2020-05-01. (), [Online]. Available: https://dergipark.org.tr/tr/pub/auiibfd/issue/54587/744088.

[89] D. H. Byun, "The ahp approach for selecting an automobile purchase model," *Information & Management*, vol. 38, no. 5, 2001. doi: 10.1016/S0378-7206(00)00071-9.

[90] B. F. Yıldırım, E. Önder, *İşletmeciler, mühendisler ve yöneticiler için operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri*. Bursa: Dora Yayıncılık, 2014.

[91] T. L. Saaty, "Analytic hierarchy process," in *Encyclopedia of Biostatistics*, P. Armitage, T. Colton, Eds., vol. 1, John Wiley & Sons, Ltd, 2005, pp. 1–9. doi: 10.1002/0470011815.b2a4a002.

[92] D.-Y. Chang, "Applications of the extent analysis method on fuzzy ahp," *European Journal of Operational Research*, vol. 95, no. 3, pp. 649–655, Dec. 1996. doi: 10.1016/0377-2217(95)00300-2.

[93] S. Karapetrovica, E. S. Rosenbloomb, "A quality control approach to consistency paradoxes in ahp," *European Journal of Operational Research*, vol. 119, no. 3, pp. 704–718, 1999. doi: 10.1016/S0377-2217(98)00334-8.

[94] J. Rezaei, "Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model," *Omega*, vol. 64, pp. 126–130, 2016. doi: 10.1016/j.omega.2015.12.001.

[95] J. Rezaei, "A concentration ratio for nonlinear best worst method," *International Journal of Information Technology & Decision Making*, vol. 19, no. 03, pp. 891–907, 2020. doi: 10.1142/S0219622020500170.

[96] E. Santana, É. Nunes, D. Passos, L. Santos, "Smm: A maturity model of smart cities based on sustainability indicators of the iso 37122," *International Journal of Advanced Engineering Research*, vol. 6, no. 2, pp. 13–20, 2019. doi: 10.22161/ijaers.6.2.2.

[97] R. A. Kraemer, H. Peichert, *Analysis of the Yale Environmental Performance Index (EPI)*. Dessau: German Federal Environment Agency, 2007.

[98] V. Albino, U. Berardi, R. M. Dangelico, "Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives," *Journal of Urban Technology*, vol. 22, no. 1, pp. 3–21, 2015. doi: 10.1080/10630732.2014.942092.

[99] P. Bosch *et al.*, "Recommendations for the smart city index," Citykeys, Tech. Rep., 2017, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/326783291_Recommendations_for_a_smart_city_index.

[100] T. Mettler, P. Rohner, R. Winter, "Towards a classification of maturity models in information systems," in *Management of the Interconnected World*, Physica-Verlag HD, 2010, pp. 333–340. doi: 10.1007/978-3-7908-2404-9_39.

[101] J. Pöppelbuß, M. Röglinger, "What makes a useful maturity model? a framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management," in *19th European Conference on Information Systems*, 2011, pp. 230–235. [Online]. Available: https://aisel.aisnet.org/ecis2011/28.

[102] O. Özveri, M. Kabak, "Süreç yönetimi olgunluk modelleri ve bir organizasyonun ve süreç yönetimi olgunluğunun değerlendirilmesi," *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol. 18, no. 1, pp. 101–110, 2016. doi: 10.5578/jeas.24209.

[103] T. Mettler, "Maturity assessment models: A design science research approach," *International Journal of Society Systems Science*, vol. 3, no. 1-2, pp. 81–98, 2011. doi: 10.1504/IJSSS.2011.038934.

[104] "Iso/ts 37107:2019 sustainable cities and communities — maturity model for smart sustainable communities." (), [Online]. Available: https://www.iso.org/standard/62066.html.

[105] *Smart cities and smart communities kitemark*, BSI, 2019.

[106] IDC. "Idc future it maturity assessment." Accessed on 2020-11-24. (), [Online]. Available: https://www.idc.com/itexecutive/planning-guides/maturity-assessment.

[107] A. Huovila, P. Bosch, M. Airaksinen, "Comparative analysis of standardized indicators for smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when?" *Cities*, vol. 89, pp. 141–153, 2019. doi: 10.1016/j.cities.2019.01.029.

[108] M. Cavada, D. Hunt, C. Rogers, "Smart cities: Contradicting definitions and unclear measures," in *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, Basel, 2014, pp. 2289–2297. doi: 10.3390/wsf-4-f004.

[109] O. Söderström, T. Paasche, F. Klauser, "Smart cities as corporate storytelling," *City*, vol. 18, no. 3, pp. 307–320, 2014. doi: 10.1080/13604813.2014.906716.

[110] Y. Wang, M. S. Fox, "Consistency analysis of city indicator data," in *Planning Support Science for Smarter Urban Futures. CUPUM 2017. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, S. Geertman, A. Allan, C. Pettit, J. Stillwell, Eds., Springer, 2017, pp. 355–369. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57819-4_20.

[111] D. Derui, L. Shiyaou, W. Lawrence, E. Duncan, P. McManus, "Urban sustainability indicators: How do australian city decision makers perceive and use global reporting standards?" *Australian Geographer*, vol. 48, no. 3, pp. 401–416, 2017. doi: 10.1080/00049182.2016.1277074.

[112] M. Hara, T. Nagao, S. Hannoe, J. Nakamura, "New key performance indicators for a smart sustainable city," *Sustainability*, vol. 8, no. 3, p. 206, 2016. doi: 10.3390/su8030206.

[113] UN-Habitat. "Unesco (world health organisation) sdg goal 11 monitoring framework." Alındığı tarih: 29 Temmuz 2019. (2015), [Online]. Available: https://unhabitat.org/sdg-goal-11-monitoring-framework/.

[114] J. Hartley, J. Potts, T. MacDonald, C. Erkunt, C. Kuftleitner, "(c2i)2 = cci-cci the cci creative city index 2012," *Creative Industries Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 1–138, 2012. doi: 10.5334/csci.41.

[115] European Commission, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. 2008.

[116] K. Mori *et al.*, "Review of sustainability indices and indicators: Towards a new city sustainability index (csi)," *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 32, no. 1, pp. 94–106, 2012. doi: 10.1016/j.eiar.2011.06.001.

[117] C. Böhringer, P. E. Jochem, "Measuring the immeasurable - a survey of sustainability indices," *Ecological Economics*, vol. 63, no. 1, pp. 1–8, 2007. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.03.008.

[118] M. Freudenberg, *Composite Indicators of Country Performance: A Critical Assessment*. Paris: OECD, 2003. doi: 10.1787/405566708255.

[119] OECD, *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. 2008.

[120] M. Nardo, M. Siasana, A. Saltelli, S. Tarantola, "Tools for composite indicators building," European Commission, Ispra, Tech. Rep., 2005. [Online]. Available: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC31473.

[121] M. Giampietro, K. Mayumi, G. Munda, "Integrated assessment and energy analysis: Quality assurance in multi-criteria analysis of sustainability," *Energy*, vol. 31, no. 1, pp. 59–86, 2006. doi: 10.1016/j.energy.2005.03.005.

[122] C. Ismagilova, E. Hughes, L. K. Dwivedi, K. R. Raman, "Smart cities: Advances in research-an information systems perspective," *International Journal of Information Management*, vol. 47, pp. 88–100, 2019. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.004.

[123] A. Sharifi, "Smart city indicators: Towards exploring potential linkages to disaster resilience abilities," *APN Science Bulletin*, vol. 12, no. 1, pp. 76–90, 2022. doi: 10.30852/sb.2022.1873.

[124] Economist Intelligence Unit Limited. “Hot spots 2025: Benchmarking the future competitiveness of cities.” Accessed on 2020-09-12, Citi. (), [Online]. Available: https://www.masham.org.il/uploads/n/1612420078.5529.pdf.

[125] TuWien, “Smart cities ranking of european medium-sized cities,” Center of Regional Science, Vieanna, Tech. Rep., 2007, Alındığı tarih: 8 Eylül 2020. [Online]. Available: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.

[126] V. Montalto, S. Langedijk, M. Saisana, “The cultural and creative cities monitor-2017 edition audits of composite indicators view project global sensitivity analysis view project,” European Commission, Ispra, Tech. Rep., 2017. doi: 10.2760/58643.

[127] R. J. A. Little, D. B. Rubin, *Statistical Analysis with Missing Data*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2002, http://dx.doi.org/10.1002/9781119013563.

[128] M. Saisana. “State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development.” (2016), [Online]. Available: https://doi.org/10.13140/RG.2..

[129] D. Morris, *Measuring the Condition of the World’s Poor: The Physical Quality of Life Index*. New York: Pergamon Press, 1979.

[130] J. R. Gwartney, *Economic Freedom of the World (1975–1995)*. Johannesburg: Free Market Foundation, 1996, pp. 1–46.

[131] E. Babbie, “The practice of social research (pp. 161–175),” *Washington: Wadsworth*, 1995.

[132] F. Booysen, “An overview and evaluation of composite indices of development,” *Social Indicators Research*, vol. 59, pp. 115–151, 2002. doi: https://doi.org/10.1023/A:1016275505152.

[133] N. S. Ginsburg, J. Osborn, G. Blank, “Geographic perspectives on the wealth of nations,” *(No Title)*, 1986.

[134] P. Parycek, J. Höchtl, J. Mi, “Open government data implementation evaluation,” *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, vol. 9, no. 2, pp. 80–99, 2014. doi: https://doi.org/10.4067/S0718-18762014000200007.

[135] B. M. Gurstein, “Open data: Empowering the empowered or effective data use for everyone?” *First Monday*, vol. 16, no. 2, 2011. doi: 10.5210/fm.v16i2.3316.

[136] P. T. Jaeger, J. C. Bertot, “Transparency and technological change: Ensuring equal and sustained public access to government information,” *Government Information Quarterly*, vol. 27, no. 4, pp. 371–376, 2010. doi: 10.1016/j.giq.2010.05.003.

[137] K. Janssen, “The influence of the psi directive on open government data: An overview of recent developments,” *Government Information Quarterly*, vol. 28, no. 4, pp. 446–456, 2011.

[138] J. Nath, “Reimagining government in the digital age,” *National Civic Review*, vol. 100, no. 3, pp. 19–23, 2011. doi: 10.1002/ncr.20070.

[139] B. Goldstein, K. Dyoson, A. Nemani, *Beyond Transparency: Open Data and the Future of Civic Innovation*. San Francisco: Code of America Press, 2013.

[140] R. E. Sieber, A. P. Johnson, "Civic open data at a crossroads: Dominant models and current challenges," *Government Information Quarterly*, vol. 32, no. 3, pp. 308–315, 2015. doi: 10.1016/j.giq.2015.05.003.

[141] D. Linders, "From e-government to we-government: Defining a typology for citizen coproduction in the age of social media," *Government Information Quarterly*, vol. 29, no. 4, pp. 446–454, 2012. doi: 10.1016/j.giq.2012.06.003.

[142] J. Nogueras-Iso, F. J. Zarazaga-Soria, R. Béjar, P. J. Álvarez, P. R. Muro-Medrano, "Ogc catalog services: A key element for the development of spatial data infrastructures," *Computers and Geosciences*, vol. 31, no. 2, pp. 199–209, 2005. doi: 10.1016/j.cageo.2004.05.015.

[143] Official Journal of the European Union, "Directive 2003/98/ec of the european parliament and of the council of 17 november 2003 on the re-use of public sector information," *Official Journal of the European Union*, vol. 345, no. 90, pp. 0090–0096, 2003. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:345:0090:0096:en:PDF.

[144] T. W. W. W. Foundation. "Open data barometer - global report - 2nd edition." Alındığı tarih: 7 Ocak 2020. (Apr. 2016), [Online]. Available: http://opendatabarometer.org/assets/downloads/Open%20Data%20Barometer%20-%20Global%20Report%20-%202nd%20Edition%20-%20PRINT.pdf.

[145] Ecologic, I. f., *Analysis of the Yale Environmental Performance Index*. 2008.

[146] Ericsson. "Networked society city index 2016 edition." Accessed on 2020-08-09. (), [Online]. Available: https://mb.cision.com/Public/15448/2245037/93894148bfbf1118.pdf.

[147] F.-J. V. Audenhove, *The Future of Urban Mobility 2.0*. Arthur D. Little.

[148] B. Dougher, *Cities of opportunity 7*, pwc.

[149] J. Batten, *Sustainable cities index*, Arcadis, 2016.

[150] I. B. School. "Iese cities in motion index." (2016), [Online]. Available: URL.

[151] "Innovation cities index." Accessed on 2020-06-03. (2015), [Online]. Available: https://innovation-cities.com/innovation-cities-index-2015-global/9609/.

[152] K. Yiyo, T. Yang, G.-W. Huang, "The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems," *Engineering Optimization*, vol. 55, no. 1, pp. 80–93, 2008. doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.12.002.

[153] C.-S. Zhou, J.-L. Deng, "Stability analysis of gray discrete-time systems," *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 34, no. 2, pp. 173–175, 1989. doi: 10.1109/9.21090.

[154] A. K. Panda, A. K. Sahoo, R. Rout, "Multi-attribute decision making parametric optimization and modeling in hard turning using ceramic insert through grey relational analysis: A case study," *Decision Science Letters*, vol. 5, no. 4, pp. 581–592, 2016. doi: 10.5267/j.dsl.2016.3.001.

[155] *Measuring the Information Society Report*. Geneva, Switzerland: ITU, 2016.

[156] H. Chourabi *et al.*, "Understanding smart cities: An integrative framework," in *Proceedings of the 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2012, pp. 2289–2297. doi: 10.1109/HICSS.2012.615.

[157] "Statistics how to." Alındığı tarih: 1 Eylül 2019. (), [Online]. Available: https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/normalized/.

[158] European Commission. Accessed on 2019-02-09. (), [Online]. Available: https://ec.europa.eu/jrc/en/coin/10-step-guide/step-7.

[159] OECD, *OECD Handbook on Constructing Composite Indicators*. 2005.

[160] H. Taherdoost, "Decision making using the analytic hierarchy process (ahp); a step by step approach," *International Journal of Economics and Management Systems*, vol. 2, pp. 244–246, 2017.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirisi

1. Shoman W., Kafali F. and Gulgen F." Spatial Open Data Initiative for Turkey," 26. Uluslararası FIG Kongresi , 2018, İstanbul, Turkey,