

Van Gölü Havzası Kentlerinin Su ve Atıksu Altyapı Performanslarının LOPCOW-CRADIS Bütünleşik ÇKKV Yöntemi ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Water and Wastewater Infrastructure Performances of Van Lake Basin Cities with LOPCOW-CRADIS Integrated MCDM Method

Berfin GÖKSOY SEVİNÇLİ

Asist. Prof., Bitlis Eren University, Department of Political Science and Public Administration, Bitlis, Türkiye
Dr. Öğretim Üyesi, Bitlis Eren Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Bitlis, Türkiye
Orcid: 0000-0001-9686-509X berfingoksoy@gmail.com

Şule BAYAZİT BEDİR HANOĞLU

Asist. Prof., Bitlis Eren University, Department of Business Administration, Bitlis, Türkiye
Dr. Öğretim Üyesi, Bitlis Eren Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Bitlis, Türkiye
Orcid: 0000-0001-7545-7222, sbbedirhanoglu@beu.edu.tr

Çağlar KARAMAŞA

Asist. Prof., Anadolu University, Department of Business Administration, Eskişehir, Türkiye
Dr. Öğretim Üyesi, Anadolu Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Eskişehir, Türkiye
Orcid: 0000-0003-2454-1824, ckaramasa@anadolu.edu.tr

Article Information/Makale Bilgisi

Cite as/Atıf: Göksoy Sevinçli, B. and Bayazit Bedirhanoglu, Ş., Karamaşa, Ç. (2025). Evaluation of water and wastewater infrastructure performances of Van Lake Basin cities with LOPCOW-CRADIS integrated MCDM method. *Van Yüzüncü Yıl University the Journal of Social Sciences Institute*, Special Issue, 186-207

Göksoy Sevinçli, B. and Bayazit Bedirhanoglu, Ş., Karamaşa, Ç. (2025). Van Gölü Havzası kentlerinin su ve atıksu altyapı performanslarının LOPCOW-CRADIS bütünleşik ÇKKV yöntemi ile değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Özel Sayı, 186-207

Article Types / Makale Türü: Research Article/Araştırma Makalesi

Received/Geliş Tarihi: April 17, 2025/17 Nisan 2025

Accepted/Kabul Tarihi: October 29, 2025/29 Ekim 2025

Published/Yayın Tarihi: October 29, 2025/29 Ekim 2025

Pub Date Season/Yayın Sezonu: October/Ekim

Issue/Sayı: Special Issue/Özel Sayı

Pages/Sayfa: 186-207

Plagiarism/İntihal: This article has been reviewed by at least two referees and scanned via a plagiarism software./ Bu makale, en az iki hakem tarafından incelendi ve intihal içermediği teyit edildi.

Published by/Yayıncı: Van Yüzüncü Yıl University of Social Sciences Institute/Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ethical Statement/Etik Beyan: It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited/ Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Berfin GÖKSOY SEVİNÇLİ, Şule BAYAZİT BEDİR HANOĞLU, Çağlar KARAMAŞA).

Conflict of Interest/Çıkar Beyanı

There are no conflicts of interest./Bu çalışma kapsamında herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile çıkar çatışması yoktur.

Declaration of Authors' Contribution/Yazarların Katkı Oran Beyanı

This article has 3 author and the contribution rate of the author is equal to/Bu makale üç yazarlıdır ve yazarların katkı oranı eşittir.

Copyright & License/Telif Hakkı ve Lisans: Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0./Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır

Öz

Çalışma, Van Gölü Havzası'nda yer alan Ağrı, Bitlis ve Van illerinin kentsel su ve atıksu altyapı kriterlerini zamansal ve çok kriterli karar verme(ÇKKV) temelli bir yaklaşımla analiz etmektedir. Çalışmada Van Gölü Havzası'ndaki kentlerde su ve atıksu altyapısına ilişkin temel kriterler zaman içinde nasıl bir değişim göstermiştir ve bu kriterlerin ağırlıkları ile performans düzeyleri kentler arasında ne ölçüde farklılık arz etmektedir? Sorusuna yanıt aranmaktadır. TÜİK verilerine dayalı olarak ikişer yıllık olarak 2014–2022 yıllarını kapsayan altı temel kriter (atık hizmeti, atıksu arıtma, kişi başı atıksu miktarı, kanalizasyon, içme suyu şebekesi ve içme suyu arıtma hizmeti) üzerinden zamansal karşılaştırma ve radar grafik yaklaşımları ile görselleştirme yapılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları LOPCOW ile belirlenerek; kentlerin altyapı performansları ise CRADIS yöntemiyle sıralanmıştır. Sonuçlar, Van'ın genel olarak dengeli ama zaman içinde dalgalanma gösteren; Bitlis'in bazı kriterlerde öne çıkmasına rağmen içme suyu arıtma hizmetlerinde ciddi eksiklik yaşadığını; Ağrı'nın ise düşük altyapı düzeyine rağmen bazı alanlarda istikrar sergilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada, yönetsel parçalanma ve kurumlar arası koordinasyon eksikliğinin altyapı hizmetlerinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkilediği vurgulanmış, entegre havza yönetimi yaklaşımının önemi vurgulanmıştır. Elde edilen bulgular, bölgesel altyapı eşitsizliklerinin veri temelli yöntemlerle görünür kılınmasına katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Van Gölü Havzası, Kentsel su, Kentsel Altyapı, LOPCOW, CRADIS.

Abstract

This study uses temporal and multi-criteria decision making (MCDM) methods to analyze urban water supply and wastewater infrastructure criteria in three provinces of the Lake Van Basin: Agri, Bitlis, and Van. It seeks to answer the following questions: How have key infrastructure criteria of cities in the Lake Van Basin changed over time, and how do weights and performance levels differ between cities? Based on data from the Turkish Statistical Institute (TUIK) from 2014 to 2022, six key criterias - garbage collection, wastewater treatment, per capita wastewater discharge, sewage system, drinking water network, and access to treated drinking water - were analyzed through temporal comparison and radar chart visualization. The LOPCOW method was used to calculate criteria weights, and the CRADIS method was used to assess overall infrastructure performance. The results show that Van has the most balanced infrastructure situation. Bitlis performs well on several criterias, but lacks adequate water treatment. Although Agri has a low overall level of infrastructure, its infrastructure is relatively well developed in some areas. The study also emphasizes that fragmented governance and lack of institutional coordination are affecting infrastructure sustainability and highlights the need for integrated watershed management.

Keywords

Van Lake Basin, Urban Water, Urban Infrastructure, LOPCOW, CRADIS.

Giriş

Son yıllarda, kentleşmenin hız kazanmasıyla birlikte kentsel altyapı sistemlerinin kentlerin sürdürülebilir gelişimindeki rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle su ve atıksu altyapısı, kentlerin yaşam kalitesi, sağlık, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirliği üzerinde belirleyici etkilere sahiptir. Bu kapsamda, kentsel su ve atıksu altyapısı kriterlerinin, kent yaşamı üzerindeki etkileri, hem yerel yönetimler hem de politika yapıcılar açısından önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Van Gölü Havzası, benzersiz coğrafi özellikleri, sosyo-ekonomik ve kültürel değerleri açısından Türkiye'nin önemli bölgelerinden biridir. Havza kentleşme sürecinin çeşitli yönlerini barındıran dinamik bir bölge olarak öne çıkmaktadır. Kentlerin iç-dış göç, kalkınma, kentsel çekicilik, kentsel aidiyet gibi kavramlar altyapı yatırımları ile yakından ilişkilidir. Nitekim literatürde, kentsel altyapı hizmetlerinin gelişmişliğinin, göç hareketleri ve kentsel çekicilik üzerinde belirleyici etkileri olduğu yönünde bulgular mevcuttur (Sağır ve Koç, 2025; Çimen, 2023; Tekten Aksürmeli, 2017). Özellikle, su ve sanitasyon altyapısının iyileştirilmesi, yaşam kalitesinin artması ve ekonomik fırsatların genişlemesi gibi etmenler, göç dengesinde olumlu yönde değişikliklere yol açabilmektedir. Ancak, mevcut çalışmalarda bu ilişkinin nicel olarak incelenmesine yönelik örnekler sınırlı olup, özellikle Van Gölü Havzası gibi özgün yerel dinamiklere sahip bölgelerde kapsamlı veri analizlerinin yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada Van Gölü Havzası'ndaki kentlerde su ve atıksu altyapısına ilişkin temel kriterler zaman içinde nasıl bir değişim göstermiştir ve bu kriterlerin ağırlıkları ile performans düzeyleri kentler arasında ne ölçüde farklılık arz etmektedir? Sorusu üzerine odaklanılmaktadır. Araştırma, Van Gölü Havzası'ndaki kentlerde, atık hizmeti verilen nüfus oranı, atıksu arıtma oranı, kişi başı atıksu miktarı, kanalizasyon, içme suyu ve içme suyu arıtma gibi altyapı kriterlerinin; zaman içerisindeki değişimini, ağırlıklarını ve performans düzeylerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmada, Bitlis, Van ve Ağrı kentlerine ait veriler nicel olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, havzadaki kentlerin kentsel su ve altyapı kriterleri 2014, 2016, 2018, 2020 ve 2022 yılları için analiz edilmiştir. Temel kriterler arasında Atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (K1), Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K2), Kişi Başı Günlük Atıksu Miktarı (L/Kişi-Gün) (K3), Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K4), İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı (K5) ve İçme Suyu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K6) yer almaktadır. Bu kriterler LOPCOW tabanlı CRADIS ÇKKV yöntemine veri sağlamaktadır. ÇKKV analizlerinin dışındaki analizlerle bu bulgulara istatistiksel ve grafiksel temellendirme yapılmıştır.

Çalışmada Van Gölü Havzası'ndaki kentlerin su ve atıksu altyapısına ilişkin performanslarını zamana yayılan bir perspektiften değerlendirmek ve kentler arası karşılaştırmalı bir analiz sunmak amacıyla çok aşamalı bir yöntemsel yaklaşım izlenmiştir. İlk aşamada, zamansal karşılaştırma yöntemi kullanılarak, her bir altyapı kriterinin 2014, 2016, 2018, 2020 ve 2022 yıllarındaki seyri analiz edilmiştir. Bu yaklaşım, yalnızca tek bir yıl üzerinden değil, uzun dönemli değişimleri ve eğilimleri ortaya koyarak altyapı hizmetlerinin gelişim düzeyini ve sürekliliğini değerlendirme olanağı sunmuştur. İkinci aşamada, radar grafiklerinden yararlanılarak illerin farklı kriterlerdeki performansları aynı ekseninde çok boyutlu biçimde görselleştirilmiştir. Bu grafikler, kentlerin hangi kriterlerde öne çıktığını veya geri kaldığını görsel olarak sunarak karar vericilere alan bazlı güçlü ve zayıf yönleri değerlendirme imkânı sağlamaktadır. Üçüncü aşamada, kriterler arasında nesnel ağırlıklandırma yapmak amacıyla LOPCOW (Logarithmic Percentage Change-driven Objective Weighting) yöntemi uygulanmıştır. LOPCOW yöntemi, kriterlerin varyans değerlerine dayalı olarak bilgilendirici gücünü dikkate alır ve karar vericinin öznel yargılarına bağlı kalmaksızın ağırlık ataması yapar. Bu durum, çalışmanın bilimsel tutarlılığını ve yeniden üretilebilirliğini güçlendirmiştir. Son aşamada ise, ağırlıklandırılmış kriterler doğrultusunda kentlerin genel altyapı performanslarını hesaplamak için CRADIS (Compromise Ranking of Alternatives from Distance to Ideal Solution) yöntemi tercih edilmiştir. CRADIS yöntemi, pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkları dikkate alarak denge odaklı bir sıralama sunar. Bu yöntem, özellikle altyapı gibi çok boyutlu kamusal hizmetlerin değerlendirilmesinde performans farklarını daha dengeli ve bütüncül bir yaklaşımla analiz etmeye olanak tanımaktadır. Bu çok katmanlı yöntemsel yapı sayesinde, çalışmada yalnızca mevcut durumu betimlemekle kalmamış, aynı zamanda altyapı eşitsizlikleri, gelişim eğilimleri konusunda da veri temelli ve karar destekleyici bulgular elde edilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı literatürün yer aldığı arka plan, metodoloji, analizleri içeren değerlendirme ve sonuç bölümlerinden oluşmaktadır.

1. Arka Plan

Günümüz dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğu kentlerde yaşamaktadır. Kentlerde yaşanan nüfus artışları, ekonomik ve sosyal gelişim gibi pek çok trend altyapı hizmetlerinin de önemini ortaya çıkartmaktadır. Özellikle su ve atıksu altyapı sistemleri, kentlerin sağlıklı ve sürdürülebilir gelişimini belirleyen kritik faktörlerdendir. Altyapı hizmetlerindeki gelişmişlik düzeyi, kentlerin yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Kentlerin yaşam kalitesindeki olumlu veya olumsuz etkiler ise göç hareketlerinden, yaşam tatminine, suç korkusundan toplumsal aidiyet duygusuna kadar birçok sosyal ve psikolojik değişken üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle altyapı hizmetlerinin yetersizliği, bireylerde kamusal alanlara duyulan güveni azaltmakta; bu da kentten memnuniyet düzeyinin düşmesine, yerleşim tercihlerinin değişmesine ve hatta marjinalleşme eğilimlerinin artmasına yol açabilmektedir. Dolayısıyla, altyapı hizmetleri yalnızca teknik değil, aynı zamanda sosyopolitik bir dinamik olarak değerlendirilmelidir. Amekudzi vd.(2007), Haynes ve Chen (2016), ve Şahin (2018)'de sürdürülebilir kentlerin koşullarından biri olarak kentsel altyapıyı işaret etmektedir. Ancak altyapının yalnızca fiziksel olarak değil ekonomi, kalkınma, gerekli insan kaynağı, kültür, teknoloji gibi önemli unsurlar bağlamında düşünülmesinin önemine vurgu yapmaktadır.

Kentsel su ve atıksu altyapısı, yalnızca teknik bir sistem olarak değil; aynı zamanda toplumsal refah, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik gelişmenin yapı taşı olarak değerlendirilmelidir. Bu görüş doğrultusunda Newman, Beatley ve Boyer (2009), sürdürülebilir kentlerin temel ilkelerinden birinin entegre su yönetimi olduğunu belirtmekte; su altyapısının hem doğal sistemlerle uyumlu hem de toplumsal ihtiyaçlara cevap verebilir nitelikte olmasının altını çizmektedir. Benzer şekilde, Mays (2019), su altyapısının planlanmasının sadece mühendislik temelli değil, aynı zamanda toplumsal eşitlik, risk yönetimi ve kaynak verimliliği bağlamında da değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Literatürde, kentsel altyapıya odaklanan çalışmalarda da altyapı eksikliklerinin göçleri tetiklediği, kentlerin büyüme hızını olumsuz olarak etkilediği yönünde çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Örneğin, Göktürk ve Özdemir (2022), kentsel altyapı eksikliklerinin, ekonomik ve sosyal çekiciliği azalttığını ve bunun sonucunda dış göçü hızlandığını vurgulamaktadır. Benzer biçimde, Arı ve Çoban (2020), altyapı yatırımlarının göçmenlerin kentlere uyum sağlama sürecini hızlandığını ve göç edilen kentlerin tercih edilme nedenleri arasında altyapı hizmetlerinin kalitesinin belirleyici olduğunu ifade etmektedir. Nitekim Sevinç (2019)'e göre, kentlerin büyüme hızı ile altyapı yatırımları arasındaki uyumsuzluk, kentsel alanlarda çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Özellikle atık su ve kanalizasyon hizmetlerindeki yetersizlikler, kentsel mekânın çevresel kalitesini düşürerek, kentlerin göç alma kapasitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Demirci ve Kahraman (2021)'da, içme suyu altyapısının yetersizliği ve kalitesizliğinin, kentte yaşam koşullarının bozulmasına neden olarak nüfusun başka bölgelere göç etme eğilimini arttırdığını vurgulamaktadır.

Kentsel su ve altyapısı nüfus artışı, kuraklık, seller, doğa kaynaklı afetler dolayısıyla pek çok zorlukla karşılaşmaktadır. Göksoy Sevinçli ve Bayrakçı (2024), kentsel altyapının özellikle iklim değişikliğine karşı dirençli hale getirilmesinde yeşil altyapı çözümlerini inceledikleri çalışmalarında küresel ısınmadan kaynaklı kaçınılmaz değişikliklere karşı kentsel alanların güçlendirilmesinde dirençli altyapıya önem atfetmektedirler. Nitekim Wang vd. (2024) de taşkınların önüne geçilmesi için kentsel altyapının geliştirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Sel, kuraklık, su stresi gibi iklimsel riskler kentlerin su sistemlerini doğrudan etkiler. Bu nedenle altyapı yatırımları iklimsel kırılganlıklar göz önünde bulundurularak oluşturulmalıdır. OECD (2016) su altyapısının iklim değişikliğine uyum politikalarının merkezinde yer aldığını savunur. Bu nedenle kent yönetimleri için altyapı planlaması, kentsel su yatırımlarıyla senkronize yapılmalıdır. Ayrı düşünölmeleri, kaynak israfına, hizmet yetersizliğine ve kentleşmenin sürdürülemezliğine neden olabilir. İfade edilen gerekçe ile bu çalışmada da altyapı kriterleriyle birlikte su sistemleri ele alınmıştır.

Kentsel altyapı pek çok unsurdan oluşmakla birlikte temelde kanalizasyon ve su sistemlerini kapsar. Su ve atıksu sistemleri, bu altyapının hem en yaşamsal hem de en kırılgan bileşenlerinden biridir. UN-Habitat (2020) raporuna göre, sürdürülebilir kentlerin inşasında suya erişim ve atık yönetimi altyapısının eş zamanlı değerlendirilmesi esastır. Novotny vd. (2010)'de, entegre su yönetimi olmadan kentsel sürdürülebilirliğin mümkün olmadığını vurgulamaktadır.

Türkiye'nin kapalı havzası olan Van Gölü, aynı zamanda ülkenin en büyük gölüdür. Gölün suyu hiçbir şekilde denize ulaşmaması dolayısıyla suyun kalitesi ve göl çevresindeki atıksu yönetimi sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Van Gölü Havzasında Ağrı, Bitlis ve Van kentleri bulunmaktadır. Havza ile ilgili yapılan çalışmalar kapsamında incelendiğinde; havza yönetimi (Koyuncu ve Karakılçık, 2018) ve yönetsel sorunları (Koyuncu ve Karakılçık, 2019), kültür rotası önerileri (Keleş Eriçok, 2019), halk inanışları (Ergöz, 2023), balıkçılık (Akkuş ve Bozaoğlu, 2019; Atay ve Cengiz, 2022), göletlerin su kalite özelliklerinin belirlenmesi (Atıcı, 2020), soda külü üretimi (Oyan, 2023), taşkın risk haritalama (Tanış ve Çelik, 2024), kuraklık analizi (Özer ve Yalçiner Ercoşkun, 2021; Yetmen, 2015), depremsellik (Alkan vd., 2023) gibi konuların ön plana çıktığı görülmektedir. Demir ve Baylan (2018)'nın Van özelinde yeşil altyapı ve peyzajı inceledikleri çalışmalarında ise sulak alanlar, gecekondulaşma, kent içi derelerin tahribi, dolgu ve yapılaşma faaliyetleri, atık döküm alanı kullanımı ve yeşil alan eksikliği gibi sorunlara vurgu yapmışlardır.

Nitekim tüm bu sorunlara yönelik Tarım ve Orman Bakanlığı (2020), Van Gölü Havzası Taşkın Yönetim Planı ve Van Gölü Havza Koruma Eylem Planı ve Uygulama Programlarını oluşturmuştur. Bu planlar kapsamında, taşkın tehlike ve risk haritaları hazırlanmış, yatak düzenlemesi, geçiş yapısı iyileştirmesi ve sedde iyileştirmesi gibi teknik tedbirler belirlenmiştir. Ayrıca atıksu yönetimi, katı atık yönetimi ve sıfır atık uygulamaları gibi konular ele alınmış, izleme ve değerlendirme süreçleriyle planın etkinliği artırılmıştır. Bu yönüyle, mevzuat düzeyinde Van Gölü Havzası, hem Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği hem de Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği çerçevesinde “hassas su alanı” olarak tanımlanmakta ve özel koruma tedbirlerine tabi tutulmaktadır (Resmî Gazete, 2004; 2006).

Tablo 1. Literatür Özeti

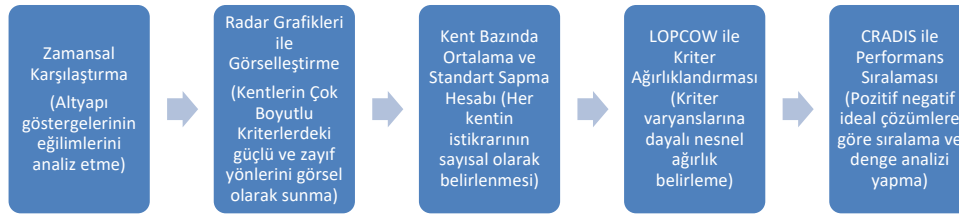
Yazar ve Yıl	Odak	Yöntem
Çavuşoğlu (2023)	Van Gölü’nde su seviyesinin düşmesiyle ortaya çıkan tarihi yapılar	Saha gözlemleri, arkeolojik inceleme
İrcan ve Duman (2022)	Van Gölü Havzası’ndaki sıcaklık değişimlerinin trend analizi	Mann-Kendall ve Sen Slope yöntemleri, meteorolojik veri analizi
Bozkoyun, Erginyürek ve Baytar (2021)	Beşeri faktörlerin kapalı havza göllerine etkisi: Van Gölü örneği	Literatür taraması, vaka analizi
Yılmaz ve Günay (2021)	Van Gölü’nün korunmasına yönelik yerel yönetim faaliyetlerinin değerlendirilmesi	Nitel araştırma, belediye yetkilileriyle yüz yüze görüşmeler
Özfırat (2018)	Van Gölü Havzası’nda Erken Demir Çağı mezarlıkları ve gömü gelenekleri	Arkeolojik kazılar, literatür taraması
Alaeddinoğlu, Avşin ve Yılmaz (2016)	Van Gölü güneydoğusunun jeomorfolojisi ve ekoturizm potansiyeli	Saha çalışmaları, uzman görüşleri, istatistiksel analiz
Akıllı (2015)	Van Gölü Havzası’ndaki tarihi ulaşım yapıları	Arşiv araştırmaları, saha incelemeleri

Tablo, Van Gölü Havzası’nın çeşitli açılardan değerlendirilmesine yönelik çeşitli yöntemlerle yapılmış araştırmaları kapsamaktadır. Çalışmalar ağırlıklı olarak çevresel yapı, kültürel miras, turizm, iklim verisi ve idari yaklaşımlar gibi temalara odaklanmıştır. Bu çalışmada ise Van Gölü Havzası’nın belediye hizmetleri bağlamında (su, kanalizasyon, atıksu hizmetleri) kriterlerini sayısal olarak analiz edilmektedir. Bu bağlamda, çalışmada Van Gölü Havzası’na ilişkin yalnızca plan metinleriyle sınırlı kalan koruma yaklaşımlarının ötesine geçerek, fiili su ve atıksu altyapı kriterlerinin analiz edilmesini amaçlamaktadır. Özellikle iki yıllık aralıklarla 2014–2022 yılları arasında Ağrı, Bitlis ve Van kentlerine ilişkin 6 farklı su ve altyapı kriterlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi, bölgesel altyapı eşitsizliklerini, yatırım eksikliklerini ve zaman içinde değişen hizmet kalitesini sayısal veriler üzerinden görünür kılmaktadır. Dolayısıyla bu araştırma, hukuki çerçevenin uygulanabilirliğini veri temelli olarak test eden ve yapısal sürdürülebilirlik ile uygulama arasındaki boşluğu ortaya koyan özgün bir katkı sunma hedefindedir. Mevcut koruma politikalarının yalnızca metinsel düzeyde kalmasının, çevresel ve sosyoekonomik etkiler açısından yeterli olmadığını göstermesi bakımından, bu çalışma bölgesel planlama, çevre politikası ve altyapı yönetimi kesişiminde önemli bir boşluğu doldurma hedefindedir.

2. Metodoloji

Çalışmanın verileri ikişer yıllık zaman aralıklarıyla 2014-2022 yılları arasında Van Gölü Havzası kentlerine ait resmi kriterlerden elde edilmiştir (TÜİK, 2023; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2022). Öncelikle her kentin yıllar içerisindeki kriterleri zamansal karşılaştırma ve radar grafikleriyle analiz edilerek kentlerin durumu ortaya konulmuştur. Ardından kentlerin her bir kriterle dair ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak su ve atıksu performanslarına yönelik istikrarı değerlendirilmiştir. Sonrasında çok kriterli karar verme yöntemlerinin bütünlük kullanımı ile Van Gölü Havzası kentleri su ve atıksu kriterleri açısından incelenmiştir. TÜİK'ten elde edilen veriler ışığında Havza kentlerinin kriterleri LOPCOW objektif ağırlıklandırma yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen ağırlıkların CRADIS ÇKKV yöntemi entegrasyonu ile kentler performanslarına göre sıralanmıştır.

Şekil 1. İş Akışı



Çok kriterli karar verme; birden fazla alternatif ve birden fazla kriter içeren karar problemlerini değerlendirme imkanı sağlar. ÇKKV yöntemleri ile değerlendirmelerde kriterlerin karar üzerindeki etkisi alternatiflerin sıralaması açısından oldukça önemlidir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşüne başvurulması durumlarında kararlar subjektif ve kişisel önyargılar kapsamında değerlendirilmektedir. Subjektif yargılar kapsamında değerlendirme kararların doğruluk ve tutarlılığını etkilemektedir. Objektif karar verme, veriye dayalı kararlarda, karar vericilerin etkisini en aza indirme, güvenilir ve tarafsız analiz yapma imkânı sunmaktadır (Zavadskas cd., 2014). Bu çalışmada hibrit ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Van Gölü Havzasında yer alan Ağrı, Bitlis, Van kentlerine yönelik kentsel su ve kentsel altyapı kriterleri LOPCOW objektif ağırlıklandırma yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıklarının CRADIS yöntemine entegrasyonu ile çalışmaya konu olan iller sıralanmıştır. Bu bölümde ilgili yöntemler ve uygulama adımları açıklanmıştır.

2.1. Zamansal Karşılaştırma ve Radar Grafik Değerlendirmesi

Bu çalışmada zamansal karşılaştırmanın tercih edilmesinin temel nedeni, kentsel altyapı kriterlerinin (su, kanalizasyon, atıksu arıtma gibi) zamana bağlı değişimini ortaya koyarak mekânsal eşitsizliklerin yalnızca mevcut durumunu değil, gelişim eğilimlerini de görünür kılmaktır. Pollitt ve Bouckaert (2017)'e göre zamansal karşılaştırmalar, özellikle kamu hizmetlerinin etkinliği ve sürekliliği bağlamında performans ölçümüne olanak sağlamaktadır. Boyne ve Walker (2011)'a göre zamana dayalı analizlerin, yönetsel kapasite, altyapı yatırımları ve çevresel sürdürülebilirlik gibi temaların değişkenliğini ortaya koymak için güçlü bir yöntemdir. Örneğin, atık su arıtma oranındaki düzensiz artış veya düşüş, yalnızca teknik kapasiteye değil aynı zamanda yerel yönetim stratejilerine, bütçe tahsislerine ve siyasi önceliklere işaret edebilir (Kuhlmann & Bouckaert, 2016).

2.2. LOPCOW

LOPCOW Yöntemi 2021 yılında Ecer ve Pamucar tarafından çok kriterli karar verme literatürüne sunulmuştur. LOPCOW, objektif ağırlıklandırma yöntemleri arasında yer almakta olup güvenilir çıktılar üreten bir yöntemdir. Yöntemin objektif olması, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde karar vericinin/vericilerinin görüşlerine gerek duyulmamasından kaynaklanmaktadır (Ecer ve Pamucar, 2022). Yöntem, özellikle büyük ölçekli karar matrislerinde, kriterlerin farklı etkileri ve negatif değerlerin varlığında alternatiflerin performans değerlerinde oluşan belirgin varyasyonları ele almak için geliştirilmiştir (Biswas vd., 2024). Bu yöntem, temel kriterler ile temel olmayan kriterlerin ağırlıkları arasındaki farkı en aza indirir. (Yürüyen ve Ulutaş, 2024). Üç aşamada gerçekleştirilen LOPCOW yöntemi çözüm aşamaları şöyle sıralanmaktadır: (Ecer ve Pamucar, 2022; Biswas vd., 2024).

Tablo 1. LOPCOW Yöntemi Çözüm Aşamaları

A	İşlem/Formülasyon	İşlem açıklaması
dım 1		

- 1
$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & x_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$
 Başlangıç karar matrisi oluşturulur (denklem 1).

$$r_{ij} = \frac{(X_{ij} - X_i^-)}{(X_i^+ - X_i^-)}$$

$$r_{ij} = \frac{(X_i^+ - X_{ij})}{(X_i^+ - X_i^-)}$$

(2)

Karar matrisi normalize edilir. Normalize karar matrisi fayda-maliyet özelliklerine göre oluşturulur (denklem 2).
- 2
$$PV_{ij} = \left| \ln \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}{m}} \right) \frac{100}{\sigma} \right| \quad (3)$$
 Kriterlerin ayrı ayrı yüzde değerleri (PV) hesaplanır (denklem 3)
- 3
$$w_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{i=1}^n PV_{ij}} \quad (4)$$
 Her bir kriterin nihai objektif ağırlığı hesaplanır (denklem 4).

2.3. CRADIS

CRADIS yöntemi, Puska vd. tarafından alternatiflerin ideal ve anti-ideal çözümünden sapmalarını belirlemek üzere ÇKKV literatürüne sunulmuştur. Yöntem; ARAS, MARCOS ve ARAS yöntemlerinin olumlu yönlerini ortaya çıkaran bir yöntemdir. Yöntemin çözüm aşamaları Tablo 2’de verilmiştir (Puška vd., 2022; Aytekin, 2022).

Tablo2. CRADIS Yöntemi Çözüm Aşamaları

Adım	İşlem/Formülasyon	İşlem açıklaması
1	$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & x_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$	Başlangıç karar matrisi oluşturulur (denklem 5).
2	$t_{ij} = 10 \frac{(x_{ij} - \mu_j)}{\sigma_j} \quad (6)$ $n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}}, j \in J^+ \quad (7)$ $n_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}, j \in J^-$	Karar matrisinde 0 ve/veya negatif değerler olması durumunda denklem (6) aracılığı ile pozitif yapıli karar matrisi elde etmek için dönüştürme işlemi uygulanır. Dönüştürme işleminin ardından denklem (7) aracılığı ile karar matrisi normalize edilir.
3	$v_{ij} = n_{ij} w_j \quad (8)$	Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur (denklem 8).
4	$a_i^+ = \max_i v_{ij} \quad (9)$ $a_i^- = \min_i v_{ij} \quad (10)$	İdeal (denklem 9) ve anti-ideal (denklem 10) çözüm vektörleri belirlenir.
5	$d_i^+ = a_i^+ - v_{ij} \quad (11)$ $d_i^- = v_{ij} - a_i^- \quad (12)$	İdeal (denklem 11) ve anti-ideal (denklem 12) çözüm vektörlerinden sapmalar hesaplanır.
6	$s_i^+ = \sum_{j=1}^n d_i^+ \quad (13)$ $s_i^- = \sum_{j=1}^n d_i^- \quad (14)$	Alternatiflerin sapma dereceleri elde edilir. İdeal çözümünden sapmaların dereceleri s_i^+ ve anti-ideal çözümünden sapma dereceleri s_i^- denklem 13-14 ile hesaplanır.

7	$s_i^+ = \min_i s_i^+ \quad (15)$ $s_i^- = \max_i s_i^- \quad (16)$	Alternatiflerin fayda fonksiyon değerleri hesaplamak için alternatiflerin sapma derecelerinden yararlanılarak denklem (15-16) aracılığı ile s_i^+ ve s_i^- ile gösterilen iki optimal alternatif oluşturulur.
8	$K_i^+ = \frac{s_i^+}{s_i^+} \quad (17)$ $K_i^- = \frac{s_i^-}{s_i^-} \quad (18)$	Alternatiflerin fayda fonksiyon değerleri denklem (17-18) aracılığı ile hesaplanır.
9	$Q_i = \frac{K_i^+ + K_i^-}{2} \quad (19)$	Son aşamada alternatifler denklem (19) aracılığı ile fayda değerleri hesaplanarak büyükten küçüğe sıralanır ve çözüm tamamlanmış olur.

3. Van Gölü Havzası Kentlerinin Su ve Altyapı Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi

Çalışmada Van Gölü Havzası kentleri olan Ağrı, Bitlis ve Van'ın TÜİK çevre il verileri kullanılmıştır. Veriler ikişer yıllık aralıklarla 2014, 2016, 2018, 2020 ve 2022 yıllarını kapsamaktadır. Veriler bu çalışmanın metodoloji kapsamında kriterlerini oluşturmaktadır. Bu kriterler şunlardır:

Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (K1):

Bu oran, belediye sınırları içinde yaşayan nüfusun ne kadarının düzenli atık toplama hizmetlerinden faydalandığını gösterir. Atık hizmetlerinin yaygınlığı, çevre sağlığı ve yaşam kalitesi açısından kritik bir göstergedir. Yüksek oranlar, belediyelerin atık yönetimi konusundaki etkinliğini yansıtır.

Çalışmada ele alınan üç kentte de bu oran 98–100 arasında seyretmektedir. Bu durum, yerel yönetimlerin belediye hizmetlerini geniş kapsamlı bir şekilde sunabildiğini göstermektedir. UN-HABITAT (2009)'ta vurgulandığı üzere yüksek oranlar, kentleşmenin temel göstergelerinden biri olan altyapı hizmetlerinin yaygınlığını ortaya koyar. Özellikle, altyapı hizmetlerinin geniş kapsamlı olması, kentsel yaşam kalitesinin artırılması ve toplumsal eşitliğin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir (Angel, Parent, & Civco, 2011). TÜİK (2023a) verilerine bakıldığında ise, 2022 yılında Türkiye genelinde atık hizmeti verilen belediyelerde toplanan atık miktarı 30,3 milyon ton olup, bu hizmetlerin kapsadığı nüfus oranı %98,8'dir. Bu açıdan bakıldığında Van gölü havzası kentlerinin atık su hizmetindeki etkinliği görülmektedir.

Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K2):

Bu oran, belediye sınırları içinde yaşayan nüfusun ne kadarının atıksu arıtma hizmetlerinden faydalandığını göstermektedir. Atıksu arıtma hizmetlerinin yaygınlığı, su kaynaklarının korunması ve halk sağlığı açısından önemlidir. Yüksek oranlar, belediyelerin çevre koruma konusundaki etkinliğini yansıtır.

TÜİK (2023b) verilerine göre, 2022 yılında atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı %77,7 olarak belirlenmiştir. Araştırmada ele alınan Van Gölü Havzası'nda özellikle Bitlis ve Van arasındaki farklılıkların, altyapı yatırımlarındaki bölgesel farklılıkları yansıttığı düşüncesi ağır basmaktadır. Bitlis'te nispeten dar bir aralıkta (%32,2–41,8) seyreden değerler, olası bir şekilde daha istikrarlı fakat düşük düzeyde altyapı yatırımlarına işaret ederken, Van'da büyük varyasyon (%36,4–85,0) yatırım ve uygulama stratejilerinde bölgesel farklılıkları göstermektedir. Ağrı için ise eksik veriler, yerel koşulların diğer illere göre daha zayıf altyapı yatırımları olduğunu öne sürmektedir. Bu tür farklar, Neuman (2005)'in belirttiği üzere gelişmekte olan ülkelerde kentsel altyapı yatırımlarının dağılımında sıklıkla gözlemlenen eşitsizlikleri destekleyen bulgulardır.

Ağrı'nın K2 verilerinde eksiklik olması nedeniyle ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, eksik değerlerin yerine, ilgili benzer gözlemlerden elde edilen veriler, belirlenen ağırlık oranlarına göre kombin edilerek tahmini bir değer atanır. Bu çalışmada, Ağrı iline ait "Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı" verisi mevcut olmadığı için, Bitlis ve Van verilerinin aritmetik ortalaması yerine, yerel koşullar ve var olan veriler ışığında Ağrı'nın Bitlis'ten daha düşük performans gösterdiği bilgisine dayanarak (K3, K4, K5), Bitlis verisine daha yüksek (%60) ve Van verisine daha düşük (%40) ağırlık verilmiştir. Böylece, eksik değer, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Tahmini Ağrı Değeri} = (w_1 \times \text{Bitlis Değeri}) + (w_2 \times \text{Van Değeri})$$

Burada, $w_1 = 0.6$ ve $w_2 = 0.4$ olmak üzere ağırlıklar belirlenmiştir. Örneğin, 2014 yılı için hesaplama:

$$\text{Tahmini Ağrı Değeri}_{2014} = (0.6 \times 32,2) + (0.4 \times 45,0) = 19,32 + 18,0 = 37,32 \quad (1)$$

Bu yöntem, eksik verilerin doldurulmasında tek noktadan tahmin yaklaşımına bir örnek olup, literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (Little & Rubin, 2002; Allison, 2001). Yaklaşım, Ağrı'nın eksik değerini, yerel performans farklarını yansıtacak şekilde, Bitlis ve Van'ın ilgili verilerinden türetmek için uygun görülmüştür. Bu yöntemin seçimi, veri setindeki diğer illerin performans farklılıklarına dayalı olarak yapılmıştır.

Kişi Başı Günlük Atıksu Miktarı (L/Kişi-Gün) (K3):

Bu kriter, bir bireyin günlük olarak ürettiği atıksu miktarını litre cinsinden ifade eder. Alınan bu veriyi TÜİK deşarj edilen atıksu miktarı olarak yansıtmaktadır. Atıksu deşarjı, kentleşme ve sanayileşmenin sonucu olarak küresel düzeyde su kaynakları üzerindeki baskıyı artıran önemli bir çevresel sorun olarak kabul edilmektedir. Literatürde, arıtılmadan veya yetersiz arıtılarak çevreye bırakılan atıksuların, başta yüzey suları olmak üzere çevresel kaynaklar üzerinde ciddi olumsuz etkilere yol açtığı belirtilmektedir. Örneğin, atıksu deşarjının içerdiği yüksek azot ve fosfor yükleri, ötrofikasyona yol açarak sucul yaşamın dengesini bozmaktadır (Carey & Migliaccio, 2009). Benzer şekilde, atıksularla taşınan patojenler ve ağır metaller, insan sağlığı üzerinde de ciddi riskler yaratmaktadır (WHO & UNICEF, 2021).

Bununla birlikte, atıksu deşarjı her zaman tamamen olumsuz bir süreç olarak değerlendirilmemektedir. Palmer ve arkadaşları (2015), özellikle iklim değişikliği ve kuraklığın yaygınlaştığı bölgelerde, kontrollü ve iyi yönetilen atıksu deşarjının, ekolojik sistemlerin korunması için önemli bir araç olabileceğini ileri sürmektedir. Bu bağlamda, atıksu deşarjı yapılan akarsular su rejimini dengede tutarak biyolojik çeşitliliğin korunması ve sulak alanların sürdürülebilir yönetimi açısından ekolojik faydalar sağlayabilmektedir (Palmer et al., 2015). Bu yaklaşımda, atıksu deşarjı bir atık bertarafı olarak değil, kuraklık koşullarında ekolojik sürdürülebilirliği destekleyen bir su kaynağı yönetim aracı olarak görülmektedir.

Öte yandan, literatürde bu tür kullanımların sürdürülebilirliği açısından bazı koşulların sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır. Örneğin, atıksu arıtma sistemlerinin yüksek standartlarda çalıştırılması, alıcı su ortamının kapasitesine göre atıksu miktarının düzenlenmesi ve su kalitesinin sürekli izlenmesi gerektiği belirtilmektedir (Smith et al., 2018). Luthy vd. (2015), “wastewater-effluent-dominated streams” kavramı üzerinden, suya bağımlı habitatların iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık dolayısıyla zorluk yaşadığını ancak, atıksu deşarjlarının sulak alanların yeniden canlandırılmasında stratejik bir rol üstlenebileceğini savunur. Bu açıdan, atıksu yönetiminde arıtma, kapsamlı düzenlemeler ve etkili denetim mekanizmalarının kurulması önem taşımaktadır. Çok yönlü olarak değerlendirilebilecek bu yaklaşım, atıksu yönetiminin yalnızca çevre kirliliği perspektifinden değil, aynı zamanda ekosistem yönetimi ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada da deşarj edilen atıksu miktarı bu bağlamda değerlendirilerek analiz edilmektedir.

Van Gölü havzası verilerine bakıldığında günlük atıksu miktarında Bitlis ve Van arasında nispeten benzer ortalama değerler elde edilirken, Ağrı’da daha düşük değerler kaydedilmiştir. Bu durum, nüfusun tüketim alışkanlıkları ve altyapının kapasitesiyle ilgili farklılıkları yansıttığı düşünülmektedir. World Bank (2010) da kişi başı atıksu miktarının, hem su tüketim alışkanlıklarını hem de altyapının kapasitesini gösteren önemli bir kriter olarak değerlendirmektedir.

Türkiye bağlamında düşük atıksu deşarj miktarlarının altyapı yetersizliği ve su temini sorunlarıyla ilişkilendirilebilir (Kıbaroğlu vd., 2011). Altyapı eksiklikleri, kanalizasyon sistemlerinin tam olarak geliştirilememesi ve su tüketim düzeylerinin düşük kalmasına neden olarak, kişi başı günlük atıksu miktarının düşük çıkmasına sebep olabilir. Nitekim OECD (2015)’ye göre bu tür altyapı eksiklikleri, genellikle bölgesel gelişmişlik düzeyinin düşük olduğu alanlarda daha sık görülmekte ve yerel kalkınmanın önünde ciddi bir engel olarak değerlendirilmektedir. Öte yandan, atıksu çevre kirliliği üzerinden değerlendirilirse Türkiye’de yürürlükte olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004)’nin, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına atıksu deşarj miktar ve araçlarını hukuken sınırlandırdığı ve bu sınırların genellikle belediyeler tarafından dikkate alındığı belirtilmelidir.

Bu çalışmada da belirtilen nedenlerle, atıksu miktarı kriteri (K3) analiz sırasında maksimize edilmesi gereken bir kriter olarak ele alınmıştır. Böylece, atıksu altyapı ile arıtma yatırımlarının bölgesel kalkınma açısından desteklenmesi ve özellikle iklimsel değişkenlikler karşısında kentsel altyapıların dirençli hale getirilmesi ön plana çıkmaktadır.

Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K4):

Bu oran, belediye sınırları içinde yaşayan nüfusun ne kadarının kanalizasyon hizmetlerinden faydalandığını gösterir. Kanalizasyon hizmetlerinin yaygınlığı, atıksuların etkin bir şekilde toplanması ve çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi açısından önemlidir. Yüksek oranlar, belediyelerin altyapı hizmetlerindeki başarısını yansıtır.

Kanalizasyon hizmeti verilen nüfus oranı, Bitlis ve Ağrı’da yüksek (yaklaşık %91-92) seyrederken, Van’da daha düşük bir ortalama işaret etmektedir. İçme suyu şebekesi oranları ise Bitlis ve Van’da neredeyse tam kapsamlıyken, Ağrı’da biraz daha düşük değerler gözlenmiştir. Türkiye geneli çevresel gösterge verileri incelendiğinde; 2022 yılı itibarıyla, kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusu içindeki payı %92,8 olarak tespit edilmiştir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, t.y.). Bu göstergeler, yerel yönetimlerin altyapı hizmetlerinin ne kadar etkin sunulduğunu ve bu hizmetlerin kentsel çekiciliğe etkisini ortaya koymaktadır.

İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı (K5):

Bu oran, belediye sınırları içinde yaşayan nüfusun ne kadarının içme suyu şebekesi hizmetlerinden faydalandığını gösterir. İçme suyu şebekesinin yaygınlığı, halkın temiz ve güvenli suya erişimi açısından kritik bir göstergedir. Yüksek oranlar, belediyelerin su temini konusundaki etkinliğini yansıtır.

Aydoğdu (2023)'nın vurguladığı üzere 2020 yılında Türkiye'de belediye nüfusunun %98,7'sine içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmiştir. Mevcut araştırmanın bulguları doğrultusunda Van Gölü Havzası kentlerinde yüksek ancak farklılaşan değerler gözlenmektedir. Özellikle Van (%96,3–98,9) ve Ağrı (%96,5–98,6) illerinde değerler, içme suyu altyapı yatırımlarının düzenli ve sürekli olduğunu, ancak Bitlis (%92,4–96,7) gibi kentlerde nispeten düşük ve daha dar aralıkta seyreden değerlerin altyapı planlamasındaki bölgesel farklılıkları gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu farklılıklar, Hutton ve Varughese (2016)'nin altyapı yatırımlarının bölgesel dağılımındaki dengesizlikleri ve eşitsizlikleri vurgulayan daha geniş literatür ile tutarlılık göstermektedir.

İçme Suyu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K6):

Bu oran, belediye sınırları içinde yaşayan nüfusun ne kadarının içme suyu arıtma hizmetlerinden faydalandığını gösterir. İçme suyu arıtma hizmetlerinin yaygınlığı, halkın sağlıklı ve güvenli suya erişimi açısından önemlidir. Yüksek oranlar, belediyelerin su kalitesi konusundaki etkinliğini yansıtır. Gleick (2014)'e göre içme suyunun arıtılması, halk sağlığının korunması, hastalık risklerinin azaltılması ve genel olarak kent sakinlerinin yaşam kalitesinin yükseltilmesi için temel bir gerekliliktir. İçme suyu arıtma hizmetlerinin yüksek düzeyde olması, su kaynaklarının etkin yönetildiğini ve kaliteli içme suyuna erişimin sağlandığını gösterir.

TÜİK (2023b) verilerine göre, Türkiye genelinde içme suyu arıtma tesisiyle hizmet verilen nüfus oranı %61 olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada Van Gölü Havzası kentlerinde bu hizmetin sunumunda ciddi farklılıklar tespit edilmiştir. Ağrı ilinde (%34,8–77,4) gözlemlenen geniş varyasyon, içme suyu arıtma yatırımlarının düzensizliğini ve dönemsel yatırımların yoğunluğunu ortaya koymaktadır. Van kenti ise (%40,1–82,3) benzer şekilde yüksek ancak dalgalı bir eğilim sergileyerek, altyapı politikalarındaki istikrarsızlıklara işaret etmektedir. Bitlis'te (%0–2,6) ise içme suyu arıtma hizmetinin son derece düşük olması, kamu yatırımlarındaki eksiklikleri ve bölgesel kalkınma açısından geri kalmışlığı açıkça göstermektedir. Banerjee & Morella (2011)'e göre altyapı hizmetlerindeki bu tür dramatik farklar, gelişmekte olan ülkelerde kentsel altyapı yatırımlarının genellikle büyük kentlerde yoğunlaşırken küçük ve orta büyüklükteki kentlerde göz ardı edildiği savını destekler niteliktedir.

Bu kriterler, Van Gölü Havzası'ndaki kentsel su ve atıksu altyapısının mevcut durumunu değerlendirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için önemli göstergelerdir. Zamansal karşılaştırma ve görselleştirme ile kriterlere ait veriler sunulmuştur. LOPCOW yöntemiyle kriterlerin analiz edilmesi, CRADIS yöntemiyle kentlerin performanslarına göre sıralanması, bölgedeki altyapı hizmetlerinin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Van Gölü Havzası'nda yer alan Ağrı, Bitlis ve Van kentlerine ait 2014, 2016, 2018, 2020 ve 2022 yıllarına ilişkin veriler üzerinden zamansal değişim analizleri aşağıda yer almaktadır. Kriterlerin yıllar içerisindeki eğilimlerini görselleştirmek amacıyla hazırlanan grafikler, her bir kentin su ve atıksu altyapı performansını kıyaslamaya ve zaman içinde yaşanan gelişmeleri ortaya koymaya olanak sağlamaktadır. Sunulan grafikler, bu kriterler üzerinden yapılan zamansal karşılaştırmayı görsel olarak desteklemektedir.

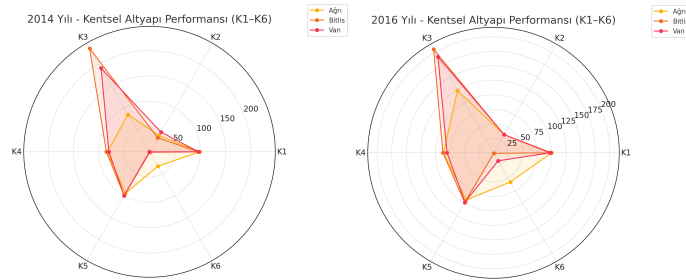
Grafik 1. Van, Bitlis ve Ağrı'nın K1–K6 kriterlerinin zamansal karşılaştırması.



K1 (Atık Hizmeti): Üç kentte de 2020 sonrası %99'un üzerinde istikrar sağlanmıştır. Tüm kentlerde 2022'de %100'e ulaşan güçlü bir hizmet artışı dikkat çekmektedir. K2 (Atıksu Arıtma): Van, 2018 sonrası yükselişte; Bitlis sabite yakın, Ağrı da gelişme göstermektedir. K3 (Kişi Başı Atıksu Miktarı): Bitlis diğer iki kente göre 2020'ye kadar daha yüksek değerlere sahip, bu durum yerel tüketim ve altyapı baskısı anlamına gelebilir. Ağrı ise K3'de daha en düşük değerlere sahiptir. Bu durumu deşarj edilen atık suyun az olması dolayısıyla çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olarak yorumlanmaktan öte vatandaşa sağlanan su altyapısının kısıtlılığı olarak değerlendirilebilir. K4 (Kanalizasyon): Bitlis ve Ağrı zamanla eşitleniyor ve Van'a göre daha istikrarlılar; Van 2020'de düşüş yaşıyor ama 2022'de kanalizasyon hizmeti verilen nüfusta iyileşme görülmektedir. Bu kriterde tüm yıllarda Van geriden gelirken Bitlis ve Ağrı'nın oranları yıllar içinde yükselmiştir. K5 (İçme Suyu Şebekesi): Üç kentte de üst düzey hizmet oranı dikkat çekmektedir. Bu hizmet oranı 2020 yılı itibarıyla %95 üstünde seyretmektedir. İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranında Bitlis ve Van, 2014'te %100 performans gösterirken ilerleyen yıllarda düşüş yaşanmış Bitlis 2018 yılında tekrar %100 performansı yakalasa da istikrarlı devam edememiştir. Ağrı ise daha düşük oranlarda olmasına karşın 2016 sonrasında performansını iyileştirmeye başlamıştır. K6 (İçme Suyu Arıtma): Ağrı'nın üstünlüğü dikkat çekerken Bitlis bu alanda en düşük seviyededir. Kentlerin en istikrarsız performansının İçme Suyu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranında olduğu görülmektedir.

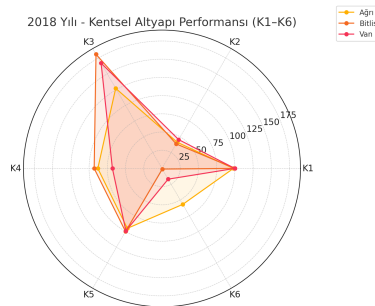
Her yıl için oluşturulan radar grafikler sayesinde Ağrı, Bitlis ve Van kentlerinin K1-K6 altyapı kriterleri çok boyutlu olarak görselleştirilmiştir.

Grafik 2. 2014 ve 2016 yılları performans radar grafiği



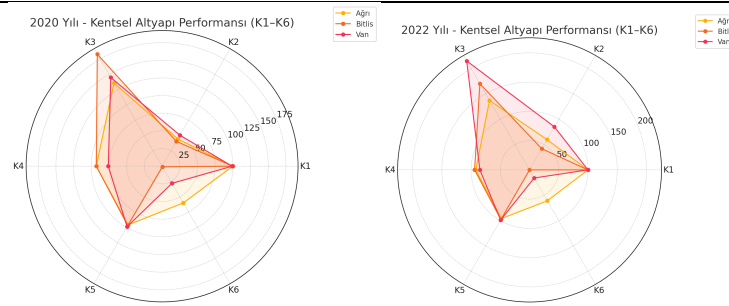
Bitlis birçok kriterde Van ve Ağrı'nın önünde, özellikle K1-K5 arasında dengeli görülmektedir. Ağrı içme suyu arıtmada (K6) öne çıkarken, diğer kriterlerde geridedir.

Grafik 4. 2018 yılı performans radar grafiği



Van, özellikle K2 atıksu arıtma kriterinde üst sırada bulunuyor. Bitlis, K1-K4 kriterlerinde istikrarlı ama K6 kriterinde performans göstermiyor. Ağrı, K6 kriterinde açık ara önde görülüyor. Ancak yoğunlukla diğer kriterlerde geriden gelmesine rağmen gelişme eğilimi devam etmektedir.

Grafik 5. 2020 ve 2022 yılları performans radar grafikleri



Tüm kentler K1 performansını %100'e çıkartmış olarak görülüyor. Van en dengeli altyapıya sahip kent denilebilir. Bitlis, K6 kriteri dışında güçlü bir performans gösterirken Ağrı, K4'de altyapı erişiminde iyi, fakat K3 kriterinde daha zayıf görünüyor.

Radar grafikler, yıllara göre kentlerin çok boyutlu performanslarını görselleştirmiştir. Örneğin, 2022 yılına ait radar grafikte Van birçok kriterde öne çıkarken, K4 ve K6 kriterlerinde performansı Bitlis'ten düşüktür. Bitlis K6 dışında dengeli bir performans göstermiştir. Ağrı'nın en güçlü olduğu alan ise K6 içme suyu arıtma kriteridir.

Her bir kentin genel performans düzeyini ve kriterler arasındaki dalgalanma seviyesini daha yakından incelemek amacıyla ortalama ve standart sapma analizi yapılmıştır. Bu analiz, kentlerin yalnızca belirli yıllardaki güçlü ya da zayıf yönlerini değil, aynı zamanda dönemsel istikrar düzeylerini de ortaya koyarak altyapı hizmetlerinde sürdürülebilirlik ve denge açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Aşağıda sunulan tablo, kentlerin altı temel kriterle ilişkin ortalama değerlerini ve bu değerlerin yıllar içerisindeki değişkenliğini (standart sapmalarını) karşılaştırmalı biçimde göstermektedir.

Tablo 3. Kent bazında ortalama ve standart sapma

il	K1_mean	K1_std	K2_mean	K2_std	K3_mean	K3_std	K4_mean	K4_std	K5_mean	K5_std	K6_mean	K6_std
Ağrı	99.4	0.894 42719 09999	43.88	9.5040 517675 35781	121.8	21.323 69573 97164	88.4	4.159 3268 6861	95.2	0.836 6600 2653	53.8	11.7345 64329 364767
Bitlis	99.0	1.7320 50807 56887	37.92	3.81929 312831 576	195.2	26.30 01901 13381	90.4	4.098 7803 0638	98.8	1.303 8404 8104	0.8	0.4472 135954 99957
Van	98.6	1.5165 75088 810311	52.54	18.8517 373204 69965	181.8	26.66 83332 81253 25	77.8	6.340 3469 9365 8944	99.0	0.707 1067 81186 5476	15.4	9.9899 94994 993742

K1: Atık Hizmeti (%): Üç kentte ortalama %98-99 bandındadır. En düşük dalgalanma Ağrı'da (± 0.89), en yüksek Bitlis'tedir (± 1.73). K2: Atıksu Arıtma Hizmeti: En yüksek ortalama Van'da (%52.54), en düşük Bitlis'te (%37.92). Van'da değişkenlik çok yüksek (± 18.85); bu altyapı gelişiminin yıllara göre istikrarsız olduğunu gösterir. K3: Kişi Başı Günlük Atıksu (L): En yüksek değer Bitlis'te (195.2 L), en düşük Ağrı'da (121.8 L). Üç kentte de bu değer değişken ($\pm 21-26$ L); tüketim yapılarında fark olabilir. K4: Kanalizasyon Hizmeti: Bitlis (90.4%) ve Ağrı (88.4%) daha yüksek, Van daha düşük (77.8%) ve dalgalı (± 6.34). K5: İçme Suyu Şebekesi: Üç kentte yüksek seviyede: Van (%99), Bitlis (%98.8), Ağrı (%95.2). Standart sapmalar oldukça düşük, bu durum istikrarlı hizmeti gösterir niteliktedir. K6: İçme Suyu Arıtma: Ağrı bu alanda açık ara önde (%53.8). Bitlis bu kriterde çok düşük (%0.8). Van'da ortalama düşük ama dalgalanma büyük, yıllar içinde politika değişiklikleri olabilir. Bitlis, ortalama yüksek ama bazı alanlarda (özellikle K6) ciddi açık veriyor. Van, gelişmiş ama istikrarsızlık içeriyor. Ağrı, düşük altyapıya rağmen bazı alanlarda (K6, K5) istikrarlı görülüyor.

Ortalama ve Denge Analizinde şu bulgular, her kentin altyapı kriterlerindeki ortalama performansı ve bu kriterler arasında ne kadar istikrarlı olduğunu göstermektedir: Ağrı: Ortalama en yüksek K6 (içme suyu arıtma) (%53.8), En düşük değişkenlik K1'de (± 0.89); atık hizmetinde istikrar. Bitlis: K3 (195.2 L) ve K4 (90.4%) ile güçlü, K6 (%0.8) ciddi altyapı eksikliği ve çok düşük sapma; gelişim yaşanmamış, Van: Ortalama K2 (52.54%) ile en yüksek atıksu arıtma oranına sahip, Ancak K2'deki yüksek standart sapma (± 18.85), altyapı yatırımlarındaki süreksizliği göstermektedir.

Çalışma kapsamında Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan veriler, çalışmaya konu olan alternatifler kriterler, kodları ve özellikleri Tablo4'de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Kapsamında Yer Alan Alternatifler, Kriterler ve Özellikleri

Alternatifler	Kriterler	Kriter Kodu
Ağrı	Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı	K1
Bitlis	Atık Su Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	K2
Van	Kişi Başı Günlük Atık Su Miktarı	K3
	Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	K4
	İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı	K5
	İçme Suyu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	K6

Söz konusu kriterlerle ilgili veriler 2 yılda bir yayınlanmaktadır. Çalışmaya konu olan kriterlerin tamamı en büyükleme yönlüdür. Çalışma kapsamında 2014, 2016, 2018, 2020 ve 2022 yılları verileri değerlendirmeye alınmıştır. İki farklı ÇKKV yönteminin beş yıllık verilerle analizi çok fazla yer tutacağından, çalışmada sadece 2014 yılı analizine yer verilmiştir. Tüm yıllara ait sonuçlar çalışmanın sonunda sunulmuştur. Tablo 5'de 2014 yılı için karar matrisi yer almaktadır.

Tablo 5. LOPCOW Yöntemi Başlangıç Karar Matrisi (2014 Yılı)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ağrı	99	37,3	85	83	95	33
Bitlis	96	32,2	236	85	100	1
Van	97	45	191	80	100	0

Başlangıç karar matrisi Denklem (2) ile kriterlerin yönü doğrultusunda normalize edilmiş ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. LOPCOW Yöntemi Normalize Karar Matrisi (2014 Yılı)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ağrı	1	0,3984375	0	0,6	0	1
Bitlis	0	0	1	1	1	0,03030303
Van	0,33333333	1	0,701986755	0	1	0

İkinci aşamada her bir kriter için PV- yüzde değerleri Denklem (3) ile hesaplanmıştır. Son aşamada Denklem (4) ile kriterlerin nihai objektif ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 7. Yüzde Değerler (PV) ve Kriter Ağırlıkları (2014 yılı)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
PV_{ij}	17,83375	21,06832	31,76778	29,09608	34,65736	1,537149
W_j	0,131169	0,154959	0,233655	0,214004	0,254908	0,011306

Tablo 7'ye göre , 2014 yılında K5 (İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı) kriteri 0,254908 ile önem derecesi en yüksek kriter olarak tespit edilmiştir. K3 (Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı) kriteri ise 0,233655 değeri ile ikinci önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bu kriterleri sırası ile K4, K2, K1,K6 kriterleri izlemektedir. Tablo 8'de çalışmada baz alınan tüm yıllar için kriterlerin hesaplanan ağırlıkları sunulmuştur. 2016 yılında K4 (Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı) kriteri 0,22894 oranı ile en önemli kriter olarak tespit edilmiştir. 2018 yılında ise K1 (Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı) kriterinin 0,203347 oranı ile en önemli kriter olduğu görülmüştür. 2020 yılında ise K1 (Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı) ve K4 (Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı) kriterleri 0,24392 oranı ile en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Son olarak 2022 yılında da K1 (Atık Hizmeti Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı) kriteri 0,22077 oranı ile en önemli ağırlığa sahip kriter olarak tespit edilmiştir.

Tablo 8. LOPCOW Yöntemi PV ve Kriter Ağırlıkları (2014, 2016, 2018, 2020, 2022 Yılları)

W_j	PV_{ij}/W_j	K1	K2	K3	K4	K5	K6
2014	PV	17,833	21,068	31,767	29,096	34,657	1,537
	W_j	0,13116	0,15495	0,23365	0,21400	0,25490	0,01130
2016	PV	30,95196	2,558103	33,66399	34,07256	33,45248	14,12571
	W_j	0,207976	0,017189	0,226199	0,228944	0,224778	0,094915
2018	PV	34,65736	21,00244	32,53307	33,45248	33,45248	15,33651
	W_j	0,203347	0,123229	0,190883	0,196278	0,196278	0,089985
2020	PV	34,65736	20,95365	10,21095	34,65736	17,83375	23,7717
	W_j	0,24392	0,147473	0,071865	0,24392	0,125515	0,167306
2022	PV	34,65736	21,92754	22,22425	33,14209	30,95196	14,07911
	W_j	0,220772	0,139682	0,141572	0,21112	0,197168	0,089686

LOPCOW objektif ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları CRADIS ÇKKV yöntemine entegre edilmiştir. CRADIS yönteminde Tablo 9'da verilen başlangıç karar matrisi Denklem (7) aracılığı ile normalize edilir.

Tablo 9. CRADIS Yöntemi Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ağrı	1	0,828889	0,360169	0,976471	0,95	1
Bitlis	0,969697	0,715556	1	1	1	0,030303
Van	0,979798	1	0,809322	0,941176	1	0
a_i^+	0,131169	0,154959	0,233655	0,214004	0,254908	0,011306
a_i^-	0,127194	0,110882	0,084155	0,201416	0,242162	0

Yöntemin üçüncü aşamasında ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulur. Ağırlıklandırılmış karar matrisi, normalize karar matrisinin LOPCOW yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpımıyla elde edilmiş ve Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. CRADIS Yöntemi Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ağrı	0,131169	0,128444	0,084155	0,208969	0,242162	0,011306
Bitlis	0,127194	0,110882	0,233655	0,214004	0,254908	0,000343
Van	0,128519	0,154959	0,189102	0,201416	0,254908	0

CRADIS yönteminin beşinci adımında ideal ve anti-ideal çözüm vektörlerinden sapmalar (d_i^+ , d_i^-) Denklem (11-12) ile hesaplanmıştır. Altıncı adımda ideal ve anti-ideal çözümünden sapmalar (s_i^+ , s_i^-) denklem (13-14) aracılığı ile belirlenmiştir. Alternatiflerin sapma derecelerinin (s_i^+ , s_i^-) denklem 15-16 ile belirlenmesinden sonra fayda fonksiyon değerleri (K_i^+ , K_i^-) hesaplanmıştır. Son adımda Van Gölü Havzasında yer alan Ağrı-Bitlis-Van kentleri için fayda değeri Q_i hesaplanmış ve kentler büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Tablo 11'de CRADIS yöntemi ile elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 11. CRADIS Yöntemi İle Van Gölü Havzası Kentlerinin Performans Değerlendirmesi

	S_i^+	S_i^-	K_i^+	K_i^-	Q_i	Sıralama
Ağrı	0,723241	0,806205	0,732046	0,806205	0,769125	3
Bitlis	0,588461	0,940985	0,899712	0,940985	0,920349	1
Van	0,600543	0,928903	0,881612	0,928903	0,905258	2

Tablo 11. incelendiğinde 2014 yılı TÜİK verilerinin CRADIS ÇKKV yöntemi ile değerlendirilmesi ile Van Gölü Havzasında yer alan Bitlis kenti 2014 yılında kentsel su ve kentsel altyapı açısından en iyi performansı gösteren kent olmuştur. Bitlis'i sırası ile Van ve Ağrı kentleri izlemektedir.

Tablo 12'de Van Gölü Havzasında yer alan Ağrı, Bitlis, Van kentlerinin kentsel su ve atıksu altyapı kriterlerinin 2014-2016-2018-2020-2022 Yılları için CRADIS yöntemi ile performans sıralamaları sunulmuştur.

Tablo 12. CRADIS Yöntemi İle Van Gölü Havzası Kentlerinin Performans Sıralamaları

	2014	2016	2018	2020	2022
Ağrı	3	2	1	1	2
Bitlis	1	1	2	3	3
Van	2	3	3	2	1

Tablo incelendiğinde; Ağrı kentinin 2014 yılında en düşük performans gösterdiği görülmektedir. Ağrı, 2016 ve 2022 yıllarında ikinci sırada yer alırken 2018- 2020 yıllarında en iyi performansa sahip kent olarak belirlenmiştir. Kentsel su ve atıksu altyapı değerlerinin incelendiği bu çalışma sonucuna göre Ağrı kentinin performansının değişkenlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Bitlis kenti performansları incelendiğinde, 2014 ve 2016 yılında en iyi performansa sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 2018 yılında kentin performansının düşüş gösterdiği ve ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Bitlis kenti 2020 ve 2022 yıllarında ise Havzada yer alan kentlerin performans sıralamasında son sırada yer almaktadır.

Van kentine dair söz konusu yıllara ait performanslar incelendiğinde, kentin 2014 ve 2020 yıllarında ikinci sırada, 2016 ve 2018 yıllarında üçüncü sırada yer aldığı, 2022 yılında ise en iyi performansı gösteren kent olarak öne çıktığı görülmüştür. Bu durum, Van'ın 2012 yılında büyükşehir statüsü kazanmasının ardından altyapı planlama, yatırım ve hizmet sunum süreçlerinde daha fazla kurumsal kapasiteye ve mali kaynağa erişmiş olmasının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Nitekim büyükşehir belediyesi statüsü, altyapı hizmetlerinin kapsamını genişletmekte ve kurumsal planlamanın daha entegre biçimde yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda Van'ın 2022 yılında altyapı performansında gösterdiği yükseliş, büyükşehir yönetim modeliyle gelen idari yetki, bütçe olanakları ve hizmet koordinasyonunun altyapı kalitesine olumlu yansıdığına işaret etmektedir. Ancak bu ilerlemenin sürdürülebilirliği, yalnızca statü değişimiyle değil, aynı zamanda stratejik yönetim ve kaynak yönetimiyle ilişkilidir.

Sonuç

Van Gölü Havzası'ndaki kentlerde kentsel su ve atıksu altyapısına ilişkin temel kriterler zaman içinde nasıl bir değişim göstermiştir ve bu kriterlerin ağırlıkları ile performans düzeyleri kentler arasında ne ölçüde farklılık arz etmektedir? sorusu üzerine kurgulanan çalışmada zamansal karşılaştırma, radar değerlendirmesi ile görselleştirme yollarıyla havza kentlerinin durumu ortaya konulmuştur. Sonrasında ise LOPCOW ile su ve atıksu altyapısı kriterleri (K1-K6) ağırlıklandırılmış, CRADIS ile performanslara göre kentler sıralanmıştır.

Zamansal karşılaştırmalar göstermiştir ki, atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı (K1) tüm kentlerde 2020 sonrasında %99'un üzerine çıkmış ve 2022 itibarıyla %100 seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, belediye atık toplama hizmetlerinde istikrarın sağlandığını ve bu alanda bölgesel farkın büyük ölçüde azaldığını göstermektedir. Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı (K4) de Bitlis ve Ağrı kentlerinde güçlü seyretmiş, Van ise bu hizmette zamanla gelişme göstermiştir. İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı (K5) üç kentte de yüksek oranlara ulaşmış, özellikle 2020 sonrası %95'in üzerinde sabitlenmiştir. Ancak atıksu arıtma hizmeti (K2) ve içme suyu arıtma (K6) gibi daha teknik ve yatırım yoğun kriterlerde belirgin bölgesel farklılıklar göze çarpmaktadır. Van kenti K2'de yüksek performans göstermesine karşın yüksek varyans, bu alandaki yatırım politikalarının süreksizliğini ortaya koymaktadır. Bitlis K2'de ortalamanın altındadır ancak daha istikrarlı bir çizgi izlemektedir. Ağrı ise K2 verisi eksik olduğu için yerel koşullar dikkate alınarak ağırlıklı ortalama yöntemiyle tahmin edilmiştir. Little ve Rubin (2002)'e göre bu yöntem, performans farklarını yansıtmak açısından literatürde kabul gören bir yaklaşımdır.

K3 kriteri (Kişi Başı Günlük Atıksu Miktarı), altyapı kapasitesi ve su tüketimi alışkanlıklarına dair önemli bir kriter olarak değerlendirilmiştir. Van ve Bitlis'te bu değerler daha yüksekken, Ağrı'da daha düşük seviyededir. Bu durum, kimi zaman çevre kirliliği açısından olumlu gibi görünse de aslında su temini ve kanalizasyon altyapısının kısıtlılığına işaret etmektedir. Ayrıca, atıksu miktarının düşük olması altyapının gelişmemişliğini de yansıtabilir (Kibaroglu et al., 2011). Bununla birlikte, kontrollü ve planlı deşarj sistemlerinin ekolojik faydalar sağlayabileceği ve özellikle kuraklık koşullarında sürdürülebilirlik açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (Palmer et al., 2015; Luthy et al., 2015).

Radar grafik analizleri, kentlerin çok boyutlu performanslarını görselleştirerek zaman içinde kriterlere göre nasıl konumlandıklarını açıklamıştır. 2022 yılı itibarıyla Van, pek çok kriterde dengeli bir performans sergilemiştir. Bitlis, özellikle K1-K5 kriterlerinde güçlü bir düzeye ulaşırken, K6'da ciddi bir altyapı eksikliği dikkat çekmektedir. Ağrı, ortalama altyapı düzeyi düşük olmasına rağmen K6 (içme suyu arıtma) kriterinde bölgenin en yüksek performansını sergileyerek dikkat çekici bir tablo ortaya koymuştur.

Kent bazında ortalama ve standart sapma hesaplamaları da göstermiştir ki:

Ağrı, K6 kriterinde en yüksek ortalamaya sahip olmakla birlikte genel olarak daha düşük altyapı düzeyine sahiptir; ancak bazı kriterlerde istikrarı yakalamıştır. Bitlis, K3 ve K4 kriterlerinde en yüksek performansı sergilemiş, ancak K6'da neredeyse hiç gelişme göstermemiştir. Bu durum, altyapının bazı alanlarda gelişmişken diğerlerinde ciddi şekilde geri kaldığını ortaya koymaktadır. Van, K2 (atıksu arıtma) alanında en yüksek ortalamaya ulaşmış olsa da dalgalanmanın yüksek olması altyapı yatırımlarında istikrarsızlığa işaret etmektedir. Yine de genel olarak çok boyutlu dengeli bir altyapı profiline sahiptir.

Tablo 13. Kent Bazlı Kriter Değerlendirmesi

Kriter	Ağrı	Bitlis	Van
--------	------	--------	-----

K1: Atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam belediye nüfusuna oranı	Yüksek istikrarlı	Yüksek ama dalgalı	İstikrarlı ve yüksek
K2: Atıksu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	Eksik veri, tahmini olarak düşük performans	Düşük ama istikrarlı	Yüksek ortalama, çok değişken
K3: Kişi Başı Günlük Atıksu Miktarı	Düşük değer, altyapı yetersizliği	En yüksek değer	Orta düzey, istikrarsız
K4: Kanalizasyon Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	Yüksek ve istikrarlı	En yüksek oran	Görece düşük, dalgalı
K5: İçme Suyu Şebekesi Bulunan Nüfus Oranı	Orta seviye, gelişen	Yüksek ama dalgalı	En yüksek, dengeli
K6: İçme Suyu Arıtma Hizmeti Verilen Nüfus Oranı	En yüksek ortalama, istikrarlı	Çok düşük, neredeyse yok	Orta düzey, dalgalı

Sonuç olarak, Van Gölü Havzası'ndaki kentsel su ve atıksu altyapısı kriterleri bölge içinde hem hizmet kapsamı hem de hizmet kalitesi açısından farklılıklar göstermektedir. Bu farklar, altyapı planlamasında yerel bağlamın ve istikrarın ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır. LOPCOW ve CRADIS yöntemleriyle yapılan analizler, kriterlerin ağırlıklandırılması ve performans sıralamasını rasyonel temellere oturtmuş; zamansal karşılaştırma ve radar grafikler ise bu sonuçların görsel ve sezgisel analizini desteklemiştir.

LOPCOW yöntemiyle belirlenen ağırlıklar incelendiğinde, K5 (içme suyu şebekesi) ve K3 (kişi başı günlük atıksu miktarı) en yüksek önceliğe sahip kriterler arasında yer almıştır. Bu bulgu, kent yaşamında su temini ve tüketim alışkanlıklarının kritik önemde olduğunu teyit etmektedir. CRADIS yöntemiyle yapılan performans sıralamasında ise 2014 yılında Bitlis önde iken, 2022 yılına gelindiğinde Bitlis son sıraya gerilemiş, en iyi performans Van'da gözlemlenmiştir. Ağrı ise 2018 ve 2020 yıllarında en yüksek performansı göstermiş ancak bu durum süreklilik arz etmemiştir. Bu bulgular, kentlerin altyapı performanslarının sabit değil, yönetsel ve yatırım politikaları doğrultusunda dönemsel değişkenlik gösterdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, özellikle K2 ve K6 gibi yatırım odaklı kriterlerdeki dalgalanmaların giderilmesi, altyapı politikalarının sürekliliği açısından önem arz etmektedir. Bu çalışma, altyapı kriterlerinin mekânsal ve zamansal analizine dayalı olarak bölgesel eşitsizlikleri görünür kılmakta ve kamu karar vericileri için veri temelli planlama önerileri sunmaktadır.

Van Gölü Havzası kentlerinin kentsel su ve atıksu altyapısı performansları, kriter bazlı zamansal analizler ve çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirildiğinde, altyapı yatırımlarında hem mekânsal farklılıklar hem de istikrar sorunları olduğu gözlemlenmiştir. Van, birçok kriterde (özellikle K2 ve K5) yüksek performans göstermekte (Van'ın 2012 yılında 6360 sayılı kanunla büyükşehir olduğu ve bunun olumlu etkisi göz önünde bulundurulmalıdır); ancak bu başarı yüksek varyans ile gölgelenmektedir. Bitlis, özellikle K3 (atıksu miktarı) ve K4 (kanalizasyon) kriterlerinde güçlü performans sergilemiş, ancak K6'daki ciddi altyapı eksikliği, son yıllarda genel performansını düşürmüştür. Ağrı ise genelde altyapı yatırımlarında geride kalmasına rağmen, içme suyu arıtma hizmetlerinde bölgenin en iyi ortalamasını yakalayarak farklılaşmıştır. Bu bulgular, karar vericilere yönelik farklılaştırılmış politika önerilerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır: Van'da yatırımların sürdürülebilirliği sağlanmalı, Bitlis'te arıtma altyapısı önceliklendirilerek desteklenmeli, Ağrı'da ise genel altyapı kapasitesini artırmaya yönelik kapsamlı bir strateji izlenmelidir.

Yapılan analizler, ÇKKV sonuçlarını destekleyici şekilde, altyapı kriterlerinin zaman içinde ve kentler arasında nasıl farklılaştığını ortaya koymuştur. Özellikle atıksu arıtma ve içme suyu arıtma gibi kriterler, kentlerin altyapı sıralamalarında belirleyici olmaktadır. Politikacılar ve yerel yöneticiler, bu tür zamansal analizleri temel alarak hedefli yatırımlar yapmalı; sadece genel kriterler değil, kriter bazlı sapmalar da dikkate alınmalıdır.

Van Gölü Havzası kentlerinde altyapı kriterlerindeki eşitsizlikler, yalnızca yerel yönetimlerin kapasitesine değil, aynı zamanda ulusal düzeydeki yatırım stratejilerinin mekânsal adaleti sağlayacak biçimde kurgulanıp kurgulanmadığına işaret etmektedir. Banerjee ve Morella (2011) ile Neuman (2005)'nin çalışmalarda da belirtildiği üzere, altyapı yatırımlarının yoğunlaştığı bölgeler ile geri planda kalan kentler arasındaki fark, uzun vadede çevresel ve sosyal adaletsizlikleri beraberinde getirmektedir. Koyuncu ve Karakılıç (2019)'un da ortaya koyduğu gibi, Van Gölü Havzası'nda çok aktörlü yapılar arasındaki koordinasyon eksikliği ve yönetsel parçalanma, bu eşitsizliklerin çözümünü zorlaştırmaktadır. İfade edilen olumsuzlukların önüne geçilmesi ve havzada çevresel altyapının sürdürülebilir biçimde geliştirilebilmesi için:

- Yatırım kararlarının veri temelli analizlerle desteklenmesi,

- Altyapı performansının düzenli olarak izlenmesi ve kamuoyuyla paylaşılması,
- Yerel yönetimler ile merkezi idareler arasında ortak havza yönetim mekanizmalarının kurulması,
- Hazırlanan koruma planlarının, uygulama düzeyinde belediyelerin planlama ve bütçe süreçleriyle entegre hale getirilmesi,
- Özellikle su ve atıksu hizmetlerine ilişkin eşitsizliklerin azaltılmasına yönelik bölgeye özgü sosyal ve yönetsel modellerin geliştirilmesi, gibi bütüncül stratejilerin benimsenmesi gerekmektedir.

Bu yönetim odaklı yaklaşım, sadece teknik eksikliklerin giderilmesini değil, aynı zamanda kamu hizmetlerinin etkinliğini artıran, hesap verebilirliği güçlendiren ve yerel ihtiyaçlara duyarlı bir planlama ortamı yaratmayı da hedeflemektedir.

Sonuç olarak, Van Gölü havzası kentlerinin su ve altyapı kriterlerinin ampirik olarak değerlendirilmesi, hem akademik literatüre önemli bir katkı sağlayacak hem de yerel yönetimlerin gelecekteki yatırımlarına yönelik politikalar üretmelerinde yol gösterici olacaktır. Çalışmanın yalnızca TÜİK ve kamuya açık kurumsal verilerle sınırlandırılmış olması, yerel halkın deneyimlerini ve algılarını yansıtan sosyolojik boyutların çalışmaya dahil edilememesi gibi bir sınırlılığa da sahiptir. Bu nedenle gelecekteki araştırmalarda: Kentsel altyapıya erişim, memnuniyet düzeyi ve kullanım biçimleri gibi konuları ortaya koymak üzere, nitel veri toplama yöntemleri (görüşmeler, odak gruplar, anketler) kullanılabilir. Kullanılan kriterlerin mekânsal dağılımları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla haritalandırılarak mekânsal eşitsizliklerin daha görünür hale getirilmesi sağlanabilir. Son olarak, araştırmanın iklim değişikliği, kuraklık senaryoları ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimiyle ilişkilendirilmesi, Van Gölü Havzası'nın uzun vadeli çevresel direnci açısından oldukça değerli bilgiler sunacaktır. Bu tür çok katmanlı ve disiplinlerarası yaklaşımlar, bölgesel kalkınma, çevresel adalet ve altyapı eşitliği konularında daha kapsayıcı politikaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça | References

- Akçakaya, O., & Akçakaya, E. D. U. (2019). Türkiye'deki büyükşehirlerin çevresel performanslarının ENTROPİ temelli COPRAS ve ARAS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 11(18), 1437-1473.
- Akıllı, A. (2015). Van Gölü Havzası'ndaki tarihi ulaşım yapıları. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 12(2), 78-94.
- Akkuş, M., & Bozaoğlu, A. S. (2019). Van Gölü Havzasındaki amatör balıkçılığın sosyo ekonomik analizi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 506-512.
- Alaeddinoğlu, F., Avşin, N., & Yılmaz, E. (2016). Van Gölü güneydoğusunun jeomorfolojik özellikleri ve ekoturizm potansiyeli. *TÜCAUM 2016 Sempozyum Bildirileri*, Ankara Üniversitesi.
- Allison, P. D. (2001). *Missing Data*. Sage Publications.
- Alkan, H., Toker, M., & Akkaya, İ. (2023). Van Gölü Havzası ve civarının depremselliğine genel bir bakış. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 317-333.
- Amekudzi, A. A., Thomas-Mobley, L., & Ross, C. (2007). Transportation Planning and Infrastructure Delivery in Major Cities and Megacities. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1997(1997), 17-23.
- Andrews, R., Boyne, G. A., & Walker, R. M. (2011). The impact of management on administrative and survey measures of organizational performance. *Public Management Review*, 13(2), 227-255.
- Angel, S., Parent, J., & Civco, D. L. (2011). *The Dynamics of Global Urban Expansion*. Washington, DC: World Bank.
- Atay, G., & Cengiz, Ö. (2022). Çitören (Van, Türkiye) balıkçılık faaliyetlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi. *Marine and Life Sciences*, 4(2), 137-141.
- Atıcı, A. A. (2020). Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl ve Dolutaş Göletlerinin (Van, Türkiye) su kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 348-355.
- Aydoğdu, M. H. (2023). Türkiye'de son çeyrek yüzyılda gerçekleşen belediye içme ve kullanma suyu göstergelerinin analizi. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 9(63):2670-2675.
- Aytekin, A. (2022a). *Çok Kriterli Karar Analizi*. Nobel Bilimsel.
- Aytekin, A. (2022b). Energy, environment, and sustainability: a multi-criteria evaluation of countries. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, 281-316.

- Ayyıldız, E., & Özçelik, G. (2018). Evaluation of wastewater treatment performances for municipalities by using mcdm methods: Case study in Turkey. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 11(2), 243-254.
- Banerjee, S. G., & Morella, E. (2011). *Africa's Water and Sanitation Infrastructure: Access, Affordability, and Alternatives*. The World Bank.
- Biswas, S., Chatterjee, S., & Majumder, S. (2024). A spherical fuzzy framework for sales personnel selection. *Journal of Computational and Cognitive Engineering*, 3(4), 373-394.
- Bozkoyun, A., Erginyürek, İ., & Baytar, A. (2021). Beşeri faktörlerin kapalı havza göllerine etkisi: Van Gölü örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 37-52.
- Carey, R. O., & Migliaccio, K. W. (2009). Contribution of wastewater treatment plant effluents to nutrient dynamics in aquatic systems: A review. *Environmental Management*, 44(2), 205-217.
- Chakraborty, S., Ghosh, S., Agarwal, S. et al. (2020). An integrated performance evaluation approach for the Indian smart cities. *OPSEARCH* 58, 906-941.
- Çakın, E., ve Ayçin, E., (2019). Ülkelerin çevresel performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık mantık tabanlı bir yaklaşım ile bütünleşik olarak değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(3), 631-656.
- Çimen, H. (2023). *Göç Hareketlerinin Kentsel Mekân Üzerindeki Etkileri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Kapadokya Üniversitesi.
- Ecer, F., & Pamucar, D. (2022). A novel LOPCOW-DOBI multi-criteria sustainability performance assessment methodology: An application in developing country banking sector. *Omega*, 112, 102690.
- Ergöz, R. (2023). Van Gölü Havzası halk inanışlarında kapı ve eşik. *Folklor Akademik Dergisi*, 6(3), 1208-1230.
- Gleick, P. H. (2014). *The World's Water Volume 8: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press.
- Göksoy Sevinçli, B., & Bayrakçı, E. (2024). Kentsel altyapının iklim değişikliğine karşı dirençli hale getirilmesinde yeşil altyapı çözümleri. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 7(4), 1001-1014.
- Haynes, K. E., & Chen, Z. (2016). Infrastructure and regional development. international encyclopedia of geography: people, the earth, environment and technology: people, the Earth, *Environment and Technology*, 1-8.
- Hutton, G., & Varughese, M. (2016). *The costs of meeting the 2030 Sustainable Development Goal targets on drinking water, sanitation, and hygiene*. The World Bank.
- İrcan, M., & Duman, H. (2022). Van Gölü Havzası'nda maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (76), 1-15.
- Kahreman, Y. (2024). D8 ülkelerinin ekonomik performanslarının critic/lopcow-cocoso modeli ile değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 534-559.
- Keleş Eriçok, A. (2019). Van Gölü Havzası'nda kültür rotası önerisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(45), 173-199.
- Keleş, N. (2023). Lopcow ve Cradis yöntemleriyle G7 ülkelerinin ve Türkiye'nin yaşanabilir güç merkezi şehirlerinin değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 727-747.
- Kibaroglu, A., Scheumann, W., & Kramer, A. (Eds.). (2011). Turkey's water policy: national frameworks and international cooperation. *Springer Science & Business Media*.
- Koyuncu, B., & Karakılçık, Y. (2019). Van Gölü Havzasının yönetsel sorunları üzerine teorik bir inceleme. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Social Sciences Institute*, 11(27).
- Koyuncu, B., & Karakılçık, Y. (2018). Van Gölü Havzasının yönetiminden sorumlu olan paydaşlar. *Uluslararası İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2), 20-36.
- Krishankumar, R., & Ecer, F. (2023). Selection of IoT service provider for sustainable transport using q-rung orthopair fuzzy CRADIS and unknown weights. *Applied Soft Computing*, 132, 109870.

- Kuhlmann, S., & Bouckaert, G. (Eds.). (2016). Local public sector reforms in times of crisis: National trajectories and international comparisons. *Springer*.
- Little, R. J. A. & Rubin, D. B. (2002). *Statistical Analysis with Missing Data*. Wiley.
- Mays, L. W. (2019). *Water Resources Sustainability*. McGraw-Hill.
- Meydan, B. (2025). Sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında TR33 bölgesi illerinin performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(Özel Sayı), 227-249.
- Neuman, M. (2005). The compact city fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 25(1), 11–26.
- Newman, P., Beatley, T., & Boyer, H. (2009). *Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Change*. Island Press.
- Niu, W., Rong, Y., Yu, L., & Huang, L. (2022). A novel hybrid group decision making approach based on EDAS and regret theory under a fermatean cubic fuzzy environment. *Mathematics*, 10(17), 3116.
- Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). Water centric sustainable communities: planning, retrofitting, and building the next urban environment. *John Wiley & Sons*.
- OECD. (2015). *OECD Environmental Performance Reviews: Turkey 2015*. OECD Publishing.
- OECD. (2016). *Water Governance in Cities*. OECD Publishing.
- Oyan, V. (2023). Alkali göllerden elde edilen trona madeninden soda külü üretimi: Van ve Arin gölü örnekleri, Van gölü havzası, Türkiye. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 1068-1080.
- Özer, B., & Yalçiner Ercoşkun, Ö. (2021). Drought analysis and resilient strategies: the case of lake Van Basin. *Resilience*, 5(2), 207-230.
- Özfırat, A. (2018). Van Gölü Havzası'nda erken demir çağı problemi. *TÜBA-AR: Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, (22), 123-140.
- Özkaya, G and Erdin, C. (2020). Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique, *Heliyon*, vol. 6, no. 10, p. e05052, 2020.
- Palmer, M. A., Liu, J., Matthews, J. H., Mumba, M., & D'Odorico, P. (2015). Manage water in a green way. *Science*, 349(6248), 584-585.
- Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2017). *Public Management Reform: A Comparative Analysis - Into The Age of Austerity* (4th ed.). Oxford University Press.
- Puška, A., Stević, Ž., & Pamučar, D. (2022). Evaluation and selection of healthcare waste incinerators using extended sustainability criteria and multi-criteria analysis methods. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31.
- Puška, A., Stević, Ž., & Pamučar, D. (2021). Evaluation and selection of healthcare waste incinerators using extended sustainability criteria and multi-criteria analysis methods. *Environment, Development and Sustainability*, 24(9), 11195-11225.
- Sağır, H., & Koç, S. (2025). Türkiye'de dış göç ve kentsel yönetim: uyum süreçleri, sosyal dinamikler ve yönetim politikaları. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 34(1), 33-82.
- Qiu, K., Chen, J., Ashraf, S., and Shahid, T. (2024). Strategic decision support system with probabilistic linguistic term sets: extended CRADIS approach for supply chain risk management in sports industry. *IEEE Access*.
- Smith, V. H., Dodds, W. K., Havens, K. E., Engstrom, D. R., Paerl, H. W., Moss, B., & Likens, G. E. (2018). Comment: Cultural eutrophication of natural lakes in the United States is real and widespread. *Limnology and Oceanography*, 63(5), 2117–2125.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 31.12.2004, Sayı: 25687). Ankara: Resmî Gazete.
- Tanış, E. & R. Çelik, (2024). CBS Tabanlı AHP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKV) Kullanılarak Van Gölü Güzelsu Alt Havzası Taşkın Risk Haritalarının Çıkarılması ve Değerlendirilmesi, *DÜMF MD*, c. 15, sy. 4, ss. 941–950, 2024.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2021). Van Gölü Havzası Tanıtım Raporu. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2020). Van Gölü Havza Koruma Eylem Planı ve Uygulama Programı İzleme Raporu (2020-2024).

T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (t.y.). Çevresel Göstergeler- Kanalizasyon Şebekesiyle Hizmet Verilen Nüfus. <https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/kanalizasyon-sebekesiyle-hizmet-verilen-nufus-i-85747?utm>

Tekten Aksürmeli, Z. S. (2017). Yaşlılık ekseninde Türkiye’de iç göç ve kent. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*(64), 703-716.

TÜİK (2023a). Atık İstatistikleri, 2022, Haber bülteni. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570&utm> ET. 15/04/2025.

TÜİK (2023b). Su ve Atıksu İstatistikleri, 2022, Haber bülteni. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atıksu-Istatistikleri-2022-49607&utm> ET. 15/04/2025.

TÜİK (2025). Coğrafi İstatistik Portalı, <https://cip.tuik.gov.tr/>, E.T. 15/04/2025

UN-Habitat. (2009). *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2009*. United Nations Human Settlements Programme.

UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

Wang, Z., Li, Z., Wang, Y., Zheng, X. & Deng, X. (2024), Building green infrastructure for mitigating urban flood risk in beijing, china, *Urban Forestry & Urban Greening*, S.93.

WHO, & UNICEF. (2021). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: five years into the SDGs. World Health Organization.

Yetmen, H. (2015). Van Gölü Havzası’nın kuraklık analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 2(5), 184-198.

Yılmaz, H., & Günay, A. (2021). Yerel yönetimlerin Van Gölü’nün korunmasına yönelik faaliyetleri üzerine bir değerlendirme. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (1), 133-150.

Yürüyen, A. A and Ulutaş, A (2024). Assessing the urban competitiveness of european cities using LOPCOW-RAWEC methodologies, *Int J. Knowl. Innov Stud.*, vol. 2, no. 3, pp. 179-189, 2024.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Kildienė, S. (2014). State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. *Technological And Economic Development Of Economy*, 20(1), 165-179.