

# Veri Zarflama Analizi ile Kamusal Gelirlerin İçme Suyu ve Atık Su Toplama Merkezlerinde Dağıtım Etkisinin İncelenmesi: MESKİ Örneği

Hamza Onur şAHİN<sup>1</sup> ve Hüseyin KUTBAY<sup>2</sup>

## Öz

Canlı yaşamının en önemli kaynağı olan suyun yönetimi lojistik ve stratejik açıdan önemli bir konudur. 6360 Sayılı 14 İlde Büyükşehir Belediyesi ve 27 İlçe Kurulması ve Kamu Hükümünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile büyükşehir belediyelerinin hizmet sınırları genişletilmiştir. İlçe ve beldelerde belediyelerin, köylerde il özel idarenin sunmuş olduğu içme suyu ve atık su toplama hizmeti yasa ile büyükşehir belediyesine devredilmiştir. Büyükşehir belediyeleri bünyesinde kurulmuş olan su ve kanalizasyon idareleri tarafından verilen hizmetin maliyetlerinin karşılanması gerekmektedir. Kamu tüzel kişilikli ve müstakil bütçeli bir kuruluş olan MESKİ Mersin ilinde içme suyu ve atık suyu toplama hizmeti ile yetkilendirilmiş tek kuruluştur. İdarenin içme suyu dağıtım ve atık su toplama hizmetlerinin lojistik faaliyet olarak gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. İçme suyu dağıtım hizmeti tedarik zinciri yönetimi ile atık su toplama ve bertarafı ise tersine lojistik faaliyetleri ile gerçekleştirilmektedir. Çalışma içerisinde idarenin 2015 ve 2021 yılları karar verme birimi olarak seçilmiş olup kamuoyu ile paylaşılan verileri derlenerek VZA analizi ile etkinliği incelenmiştir. İdarenin kamusal gelirleri girdi değişkeni olarak seçilerek yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı ile artılan içme suyu ve artılan atık su miktarı çıktı değişkenleri olarak seçilerek iki farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Girdi Odaklı ve Çıktı Odaklı BCC Modeli ile iki model kullanılarak 4 farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda etkinlik sağlanan yıllar ve etkin olmayan yıllar belirlenmiştir. VZA idarenin yönetsel politikalarını belirlemede etkin rol oynayabileceği öngörülmektedir.

*Anahtar Kelimeler:* MESKİ, İçme Suyu ve Atık Su, Lojistik, Kamusal Gelirler, VZA

## Investigation of the Effect of Public Revenues on the Distribution of Drinking Water and Waste Water Collection Centers with Data Envelopment Analysis: Example of MESKI

### Abstract

Controlling water, the most essential source of life, is a logistically and strategically important issue. With Law No. 6360 on the Establishment of Metropolitan Municipalities and 27 Districts in 14 Provinces and Amendments to Public Decrees, the service boundaries of metropolitan municipalities have been expanded. Drinking water and wastewater collection services provided by municipal councils in districts and towns and provincial administration in villages have been transferred to metropolitan municipalities. The costs of the services provided by the water and sewerage administrations established within metropolitan municipalities need to be covered. MESKİ, a public legal entity with a separate budget, is the only institution authorized to provide drinking water and wastewater collection services in Mersin province. It has been determined that the drinking water distribution and wastewater collection services of the administration is carried out as logistics activities. Drinking water distribution service is carried out through supply chain management, and wastewater collection and disposal is carried out through reverse logistics activities. In the study, we analyzed 2015 and 2021 years as the decision-making unit, the efficiency of the administration, and shared the data with the public. We took the public revenues of the administration as input variables for the new drinking water line and new wastewater line and the amount of treated drinking water and treated wastewater as output variables and carried out two different analyses. Also, we carried out four different analyses by using two models with Input Oriented and Output Oriented BCC Models. As a result of the analysis, we determined efficient and inefficient years. Moreover, we found out that DEA can play an efficient role in determining the administrative policies of the administration.

*Keywords:* MESKI, Drinking Water and Wastewater, Logistics, Public Revenues, DEA

### Atıf İçin / Please Cite As:

şahin, H. O. ve Kutbay, H. (2024). Veri zarflama analizi ile kamusal gelirlerin içme suyu ve atık su toplama merkezlerinde dağıtım etkisinin incelenmesi: MESKİ örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 142-161. doi:10.33206/mjss.1327594


**Geliş Tarihi / Received Date:** 14.07.2023

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 18.10.2023

<sup>1</sup> Yüksek lisans mezunu - Türkiye-Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, hamzaonursahin@gmail.com,

 ORCID: 0000-0002-5632-1204

<sup>2</sup> Doç. Dr. - Türkiye-Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, hkutbay70@gmail.com,

 ORCID: 0000-0002-8819-1846

## Giriş

Yeterli miktarda temiz içme suyunu erişim, vatandaşlar için önemli bir konudur. Bu nedenle içme suyu dağıtımı, müşterilere ve kullanıcılara mümkün olan en iyi hizmeti garanti etmek aynı zamanda finansal istikrarı ve çevreyi korumak için şebeke performanslarını optimize etmek isteyen yerel makamların ve operatörlerin kaygılarının merkezinde yer alır (Suez Group, 2022). Bu yüzden idarenin en temel görevi, içme suyunun içilebilir hale getirilerek sağlıklı içme suyu temini sağlamaktır. İdare içme suyu kaynaklarından içilebilir suyu temin ederek iletim hatları ile kullanıcılara ulaştırmaktadır. Lojistik açıdan kaynaktan tketicieye ulaşımda maliyetlerin gelirlere göre belirlenmesi gerekmektedir. 6360 Sayılı Kanun ile ilçelerde de içme suyu yönetimi MESKİ tarafından sağlanmakta olup idarenin hizmet alanı genişlemiştir. Mersin ili içme suyu kaynaklarının günden güne azalması ile idare mevcut kaynakların korunmasında ve yeni kaynaklar aranmasında belirli maliyetlere katlanmaktadır. İdarenin içme suyu lojistiğinde katlanmak zorunda kaldığı en önemli maliyetler arasında iletim hatlarının zamanla aşınması ve tahrip olması sebebiyle yenilenmesi gelmektedir. İçme suyu iletim hatlarında meydana gelen arızalar sebebiyle sunulan hizmetin devamlılığı etkilenmekte olduğundan, idare ile belediyelerinden 2014 yılında devraldığı mevcut iletim hatlarını ihtiyaı karşılamadığı ve arıza oranlarının yüksek olması sebebiyle ivedilikle iletim hatlarının yenilenmesini yatırım programlarına dāhil etmiştir. Zira borular, pompalar, vanalar, depolama tankları, rezervuarlar, sayaçlar, bağlantı parçaları ve diğer hidrolik donanımlardan oluşan dağıtım sistemleri, içme suyunu merkezi bir arıtma tesisinden veya kuyu kaynaklarından tüketicilerin musluklarına taşımakta olduğundan su dağıtım sistemlerinin korunması ve bakımı, yüksek kaliteli içme suyu sağlamak için çok önemlidir (The National Research Council, 2006). Coğrafi koşullar iletim hatlarında revizelerin maliyetlerini artıran en önemli etken olmuştur. Mersin dağlık ve engebeli arazi koşulları ile içme suyu kaynaklarının nüfusun yoğunlukta bulunduğu alanlara uzak olması sebebiyle iletim hatlarının yenilenmesi zorlu bir sürece neden olmuştur. Nüfusun artması ile yeni yerleşim alanları açılmış olup mevcut yerleşim yerlerine sağlanan içme suyu kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle kaynakların arttırılması idarenin en temel sorunlarından bir tanesi olmuştur (MESKİ Faaliyet Raporu, 2021).

Su, sindirim ve dolaşımdan vücut sıcaklığının kontrolüne ve atık ürünlerin atılmasına kadar her vücut işlevinde yer almaktadır. Hayatımızda içme ve diğer gelişen amaçlar için kullanılan önemli bir doğal kaynak olan su (Rahman ve Akter, 2020), canlı yaşamında büyük bir öneme sahip olduğundan mevcut hatların yenilenerek iletim hatlarında gerçekleşen kayıp ve kaçakların önüne geçilmelidir. İletim hatlarının teknoloji ile buluşturularak iletim hatlarında arıza tespitleri anlık olarak yapılmalıdır. İdarenin kaçak su kullanımlarının önüne geçmesi verimliliği arttıracak olup içme suyunun kullanım alanlarının korunması gerekmektedir. Ayrıca yüksek su kalitesini korumak, boruların taşıma kapasitesini iyileştirmek, dağıtım sistemi bileşenlerinin düzgün çalışmasını sağlamak ve içme suyu olarak belirlenen kaynakların tarımsal sulamada kullanılmasının önüne geçmek ve mevcut su kaynaklarını en iyi şekilde değerlendirmek büyük bir önem arz etmektedir (Massachusetts Department of Environmental Protection Drinking Water Program –MassDEP, 2018). Zira dünyanın dört bir yanındaki milyarlarca insan, yaşamın temel unsurlarından biri olan temiz suya yeterli erişimden yoksundur. Hkmetler ve yardım grupları son yıllarda su sıkıntısı çeken bölgelerde yaşayan pek çok kişinin bu bölgelere erişim sağlamasına yardımcı olsa da, küresel ısınma ve nüfus artışı nedeniyle sorunun daha da kötüleşeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca su stresinin bir yerden diğerine önemli lde farklılık gösterebileceği ve bazı durumlarda halk sağlığı, ekonomik kalkınma ve küresel ticaret dahil olmak üzere geniş kapsamlı hasarlara neden olabileceği ifade edilmektedir (Klobucista ve Robinson, 2022). Yerel yönetimlerde 2012 yılında kabul edilen 6360 Sayılı Büyükşehir yasaı ile mahalli idarelerde yetki konusunda önemli bir değişim gerçekleşmiştir. Yerel yönetimlerde değişen yasa ile yerel yönetimlerde kamusal hizmet sağlayıcısı ile ve büyükşehir belediyelerinde köklü değişimler gerçekleşmiştir. Bu yaşanan değişim ile Türkiye Cumhuriyetinde büyükşehir statüsünde olan iller ve ilçelerde yetki devirleri gerçekleşmiş olup büyükşehir belediyelerinin yetkileri ve sorumlulukları genişletilmiştir. Bu kapsamda çalışmada artan sorumlulukların yerine getirilmesinde kamusal gelirlerin etkinliği, içme suyu temini ve dağıtımı özelinde araştırılmıştır. Literatürde bu konu üzerine detaylı çalışmaların bulunmaması konunun önemini ortaya koymakta olup idarenin kamu gelirlerinin içme suyu dağıtım ve atık su toplama hizmetlerine etkisi Veri Zarflama Analizi ile incelenmiştir.

## Su ve İçme Suyu

Doğal bir kaynak, canlı yaşamı için hayati önemde bir faktör (kaynak), bir insan hakkı, tüketiminden kimsenin mahrum bırakılmadığı kamusal bir mal ve hizmet olarak nitelendirilen ve ikamesi mümkün olmayıp kıt bir kaynak olan su, dünyayı bilinen diğer gezegenlerden ayırt eden en önemli özelliklerden biridir (Mazman Akar, 2019). Dünya üzerinde canlı yaşamının devamlılığı için su en önemli madde olup

Birleşmiş Milletler (BM) ve diğer ülkeler, güvenli içme suyuna erişimi temel bir insan hakkı ve yaşam standartlarını iyileştirmeye yönelik önemli bir adım olarak ilan etmişlerdir (Dinka, 2018). Dünyadaki su kaynaklarının yaklaşık %0,3'ü kullanılabilir durumda olup bir milyardan fazla insanın yeterli içme suyundan yoksun olduğu birçok bölgede hâlihazırda su kıtlığı yaşanmaktadır. Bu durum, su kaynaklarımıza karşı neden duyarlı ve bilinçli olmamız gerektiğinin en önemli göstergelerinden biridir. Zira nüfustaki hızlı artış ve kirlenmeye neden olabilecek insan faaliyetlerinin artması, yeterli ve güvenli içme suyu kaynaklarının sağlanmasına olan talebi önemli ölçüde artırmaktadır. Yani, dünya nüfusu arttıkça suya olan ihtiyaç da artmaktadır. Ancak farklı etkiler ve özellikle insan faaliyetleri sonucunda su kaynakları azalmakta, kirlenmekte ve halen bilinçsizce kullanılmaktadır (Kılıç, 2020). Dünyada bulunan tatlı su kaynakları, iklimsel koşullar sebebiyle, atmosfere salınan sera gazları nedeniyle, artan küresel ısınma sebebiyle ve kutuplarda bulunan buzulların erimesi ile azalmaktadır. Suyun arzının azalması dışında, kentleşme, yükselen yaşam standartları, yoğun tarımsal uygulamalar, teknolojinin gelişmesi, daha büyük konutlar inşa etme arzusu, tatlı su kaynaklarını tüketen artan kirlilik vb. unsurlar suyun paylaşılmasında bazı sorunları beraberinde getirmektedir (Ren, Yuan ve Hu, 2019). Su en önemli doğal kaynaklardan biridir, ancak her zaman doğru yerde, doğru zamanda veya doğru kalitede bulunmayabilir. Zira geçmişteki uygunsuz şekilde atılan kimyasal atıklar, yağmur suyu akıntısı, evsel ve tarımsal atıkların deşarjı, bakımsız septik sistemler, gübre kullanımı ve araziye rahatsız eden birçok faaliyet, bugün su kaynaklarımızın nitelik ve nicelik sorunlarına etki etmekte olup su kirliliği küresel bir sorun haline gelmiş ve dünya toplumu kirli suyun en kötü sonuçlarıyla karşı karşıya kalmıştır (Rahman ve Akter, 2020). Suyun önemi kritiktir, ancak daha da önemlisi temiz su kavramıdır. İnsan popülasyonları ve ekonomiler büyüdükçe, küresel tatlı su kaynakları artmamasına rağmen talebi hızla artmaktadır. Su kaynaklarının artmamasına rağmen talepte meydana gelen artış neticesinde insan gıda arzını tehdit etmenin yanı sıra, su kıtlıkları hem sucul hem de karasal ekosistemlerdeki biyoçeşitliliği de ciddi şekilde azaltmaktadır. Küresel nüfus artışının olumsuz etkileri, iklim değişikliği etkileri ve yaşam tarzı değişiklikleri birçok ülkede yaygın su stresine yol açan hayati su kaynaklarımız üzerinde artan bir baskı uygulamaktadır (Pimentel, Berger, Filiberto, Newton, Wolfe, Karabinakis, Clark, Poon, Abbett ve Nandagopal, 2004). Bu yüzden mevcut kaynakların iyi değerlendirilmesi azalan ve artması mümkün olmayan tatlı su kaynaklarından alınabilecek en iyi verimin alınması gerekmektedir (Çeber, Aslan, Otağ, Delialioğlu, Öztürk, Babür ve Emekdaş, 2005). Çarpık kentleşmenin aşırı yoğun olduğu alanlarda içme suyu havzalarının da kentleşme ve sanayi faaliyetleri ile kirlendiği görülmektedir. Bu yüzden yeraltı ve yerüstü sularının toplandığı havzalarda kaynaklarda koruma yöntemlerine hız verilmelidir. İçme suyu amacıyla kullanılan barajlarda kirlenmenin azaltılması amacıyla çalışmalar gerçekleştirilerek içme suları korunmalıdır. Özellikle içme suyu havzalarında tarımsal faaliyetler azaltılarak tarımsal ilaçlama nedeniyle yeraltına sızan zehirli atıkların önüne geçilmelidir (Orhan ve Ataseven, 2009).

### **Atık Su ve Atık Suyun Arıtılması**

Atık su, içme gibi bazı amaçlar için güvensiz hale getiren belirli maddelerin girmesi sonucu fiziksel, kimyasal veya biyolojik özellikleri değiştirilmiş sudur (Amoatey ve Bani, 2011). Atık suyun yaklaşık %99,9'u sudan ve yalnızca %0,01'i organik madde, mikroorganizmalar ve inorganik bileşikler dahil olmak üzere arıtma prosesleriyle uzaklaştırılması gereken maddelerden oluşur. Bu nedenle, doğal su sıkıntısı, atık suyun yeniden kullanılmasıyla giderilebilir (Antalová, Slučiaková ve Haluš, 2018). Evlerden, endüstrilerden, tarımsal ve ticari mülklerden boşaltılan yarı sıvı bir atık olan atık su, işlenmek üzere yerel arıtma tesislerine potansiyel olarak önemli miktarlarda toksik ve patojenik kirletici salmaktadır. Bu kirleticiler arasında sadece duşlarda kullanılan sabunlar, şampuanlar ve saç kremleri değil, mutfak evyelerinden ve çöp öğütücülerinden gelen yemek artıkları ve yağlar, tuvaletlerdeki insan atıkları, çamaşır makineleri ve bulaşık makinelerinden gelen deterjanlar ve yumuşatıcılar ile evi temizleyen tüm sert deterjanlar, ağır metaller, ilaçlar, uçucu organik bileşikler, uçucu toksik organik bileşikler, patojenik mikroorganizmalar, fosfor, nitrojen, endüstrilerden gelen tipik atık su arıtma işlemlerine dirençli kanserojen, tetrajenik ve mutajenik maddeler yer alır (Kılıç, 2020). Bu yüzden içme suları, insan faaliyetleri, ticari ve endüstriyel kaynaklardan kaynaklanan doğal veya sentetik mikrobiyolojik bileşiklerle kirlendikten sonra atık su haline gelmektedir. Atık su aynı zamanda kanalizasyon, yağmur suyu ve topluluk çevresinde çeşitli amaçlar için kullanılmış olan sudur. Uygun şekilde arıtılmadığı takdirde, atık su halk sağlığına ve çevreye zararlı olabilir (Ofoefule, Uzodinma ve Ibeto, 2011). Bu yüzden yerleşim yerlerinde, sanayi ve madencilik sektörlerinde oluşan atık suların toplanarak arıtılması gerekmektedir. Atık su arıtma, kullanılmış sudan katıların, bakterilerin, alglerin, bitkilerin, inorganik ve organik bileşiklerin uzaklaştırılması ve daha sonra çevresel olarak kabul edilebilir suya ve hatta içme suyuna dönüştürülmesidir.

Su kirliliği sadece suda kalmayıp toprağa ve topraktan da sulama yoluyla bitki, sebze ve meyvelere ve kirlı sulardan içen hayvanlara da geçmekte ve gıda kaynaklarının sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Kalitesiz su kullanımı; suyun canlılar üzerinde neden olduğu hastalıklar, tarımsal faaliyetlerde düşük verimlilik, su habitatındaki biyoçeşitliliğin azalması, içme ve kullanma suyu arıtma maliyetlerindeki artışlar ve ölümler ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca su kirliliği, kullanım ve içme sularında azalmaya neden olmasının yanı sıra sudaki tüm canlıların yaşamını tehdit etmekte, okyanus, deniz, gl ve su ortamlarındaki biyolojik çeşitlilik suyun kirlenmesiyle zarar görmektedir (Güler ve obanoğlu, 1994). Atık suların temiz sulara karışması sonucunda salgın hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Atık suların arıtma yani zehirli maddelerden ayrıtma işlemleri gerçekleştirilmeden deşarj edilmesi nedeniyle canlı yaşamında toplu ölümler gerçekleşebilir. Altyapı hizmetlerinin uygulanmasında kullanılmış suların yerleşim yerlerinden uzaklaştırılarak biriktirilmesi gerekmektedir. Dünyadaki çoğu gelişmekte olan ülkede evre kirliliğini yönlendiren katı yasalar yoktur. Sonuç olarak, endstiriler arıtılmamış veya yetersiz arıtılmış suyu suyollarına deşarj eder. Netice olarak bu suların çoğu, su yaşamı için büyük tehlikeler oluşturur. Bu yüzden temizlenmesi veya arıtılması gerekmektedir (Amuda ve İbrahim, 2006).

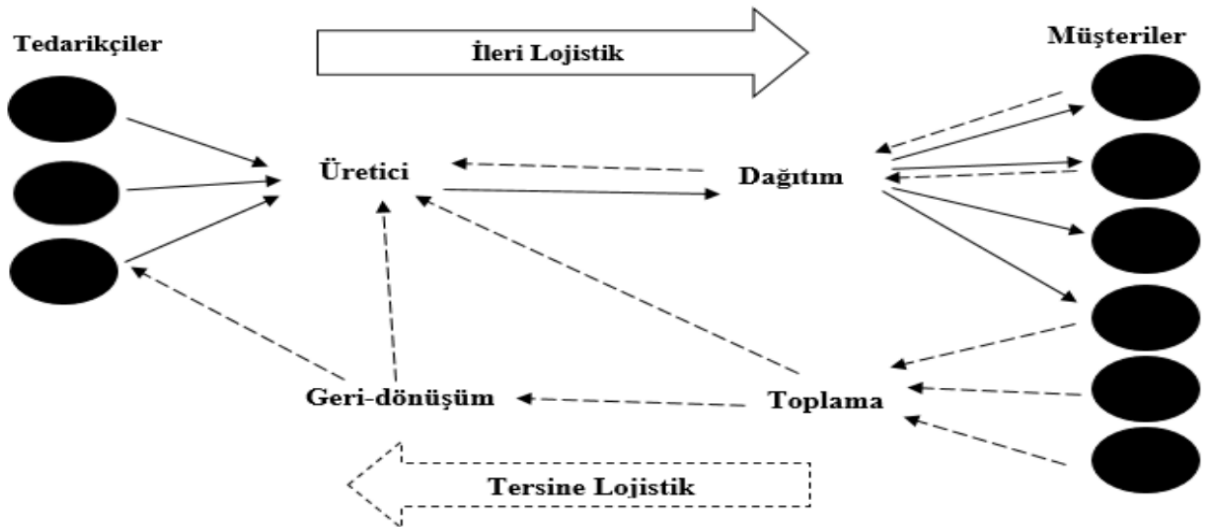
Su kaynakları açısından yeraltı suları temiz su kaynaklarının en önemlilerindedir. Yeraltı su kaynaklarının zarar görmesine en çok neden olan faaliyet ise atık suların arıtma işlemi görmeden yer altı su kaynaklarına karışabilecek alanlara salınımıdır. Atık su yönetimi hakkında prosedürlerin bu konuda ev ve sanayi tipi su kullanımlarında arıtma ve ayrıtma işlemleri yapılmadan doğaya salınımı yapılmamalıdır. Atık suların tarımsal sulamada kullanımı yer üstü sulara salınım yapılmasından daha elverişlidir. Atık suların tarımsal sulamada kullanımı temiz su kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılma oranını azaltarak doğal döngü devam ettirilebilecektir (Gkkr ve elik, 2016). Azalan temiz su kaynakları ve bunların kirliliği insan faaliyetleri ve iklim değişikliği nedeniyle küresel anlamda büyük endişe kaynağıdır. Bu koşullar altında içme suyu standartlarının yeterliliği ve titizlikle uygulanması insan sağlığının korunmasında son derece önemli konulardır. Ne yazık ki, gelişmiş ülkelerde bile, önemli sayıda salgın hastalıklar, özellikle ortaya çıkan çeşitli kirleticiler ve diğer kirleticiler göz önüne alındığında, atık suların yeniden değerlendirilmesi gerektiği gerçeğini doğrulamaktadır. Kalite standartları ve düzenlemeleri, sistem/altyapı koşulları, acil durum planlaması, analitik tekniklerin durumu ve iyileştirmeleri, izleme araçları dâhil olmak üzere çeşitli faktörler hesaba katılarak genel su yönetimine önem verilmelidir (Tsaridou ve Karabelas, 2021). Ayrıca hızlı nüfus artışına paralel olarak tüm dünyada hem sınırlı olan su kaynakları hem de bu kaynaklara olan talebin artması dikkate alınarak, fiilen tktilen suyun yeniden kullanılması gerekmektedir (Angelakis, Asano, Bahri, Jimenez ve Tchobanoglous, 2018). Bu yüzden atık suların ışlahına ihtiyaç duyulmakta olup atık su ışlahı, çevresel kalitenin korunmasına ve aynı zamanda geleneksel, doğal tatlı su kaynakları üzerindeki acımasız baskının hafifletilmesine yardımcı olacaktır (Demir, Yıldız, Sercan ve Arzum, 2017). Suyun yeniden kullanılması, özellikle su kıtlığı çeken ülkelerde içme suyu sağlanması, tarımsal üretim iyileştirilmesi, üretimle ilgili enerji maliyetlerinin düşürülmesi ve diğer tüm önemli çevresel faydalar gibi birçok avantaja sahiptir. Suyun yeniden kullanımı kapsamında farklı amaçların uygulanmasında dikkat edilmesi gereken en önemli iki unsur enerji verimliliği ve sürdürülebilirliktir. Bu bağlamda, su kaynaklarının hem Őimdiki hem de gelecek nesillerin tktimi için yeniden kullanım eğilimi dikkate alınarak titizlikle planlanması gerekmektedir (Nas, Kleinnibbelink, Hannink, Navarese, Van Royen, De Boer, Wilk, Bonnes ve Brouwer, 2020). Zira atık suyun yeniden kullanımının çevresel, ekonomik ve tarımsal faydaları sayısızdır ve su kıtlığı olan alanlarda giderek daha fazla temel bir yönetim stratejisi olarak kabul edilmektedir. Su sıkıntısı çeken bölgelerde, atık suyun yeniden kullanılması, yüzey ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesini önleyerek kaynakların ve vrenin korunmasına yardımcı olur. Tedarikinin güvenilir, tekdüze ve maliyetinin diğer geleneksel olmayan kaynaklara kıyasla daha düşük olması nedeniyle atık su da tercihli bir marjinal kaynaktır (Kukul, alışkan ve Ana, 2007). Kaynak kullanılabilirliğindeki sınırlamalar, mevcut toplumsal üretim sistemlerinde bir değişikliğe yol açarak, odağı atık su arıtımı gibi kalıntı arıtımından kaynak geri kazanımına doğru değiştirmektedir (Puyol, Batstone, Hlsen, Astals, Peces ve Krmer, 2017). Çünkü kaynaklar giderek kıt hale gelmektedir. Nüfus ve ekonomik büyüme, kaynak arzı ve evre üzerinde daha fazla baskı yaratan daha yüksek bir kaynak talebine yol açmaktadır. Kaynak stokları azalmakta ve kaynak çıkarmaları çevreyi olumsuz etkilediğinden, kaynakların yeniden kullanımı giderek daha cazip hale gelmektedir. Uzun bir süredir atık su insan sağlığı sorunu ve çevresel tehlike olarak görülüyordu, ancak Őu anda atık suyu arıtılması gereken bir atık olarak gören bir tutumdan, bu akışlardan malzeme ve enerjinin geri kazanılmasına yönelik proaktif bir ilgiye doğru bir paradigma kayması yaşanıyor. Arıtılmış atık su, ekolojik faydalar sağlamak, içme suyu talebini azaltmak ve su kaynaklarını artırmak için çeşitli amaçlarla yeniden kullanılabilirliğindedir (Van der Hoek, De Fooij ve Strucker, 2016).

## İçme Suyu ve Atık Su Lojistiğinin Önemi

Su tedariki ve dağıtımının gerçekleştirilmesi lojistik dağıtımına bir örnektir. İçme suyu canlı varlığı için büyük önem arz etmektedir. İçilebilir suyun temin edilerek dağıtım hatları ile kullanıcıya ulaştırılmasındaki maliyetler ve ilgili lojistik hizmetin gerçekleştirilmesinde büyük bir organizasyonun bulunması tedarik zinciri yönetiminin hatasız ve sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. İçme suyu dağıtım ve atık su toplama da yerel yönetimlerin sunduğu hizmet lojistik açıdan incelendiğinde hizmetin tedarik edilmesinde organizasyon yönetimi önemlidir. Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından son kullanıcıya içme ve kullanma suyunun temin edilmesinde dağıtımın tesis edilmesi gerekmektedir. İçme suyu yönetiminde dağıtımın tesis edilmesinde yatırım maliyetlerinin yüksekliği gelirlerin tedarik devamlılığını sağlaması için yeterli olmak zorundadır. Hizmetlerin gerçekleştirilmesi ve yürütülmesinde belediyelerin önemi yüksektir. 5393 Sayılı Belediye Kanununda su ve kanalizasyon hizmetleri belediye görevleri arasında sayılmaktadır. Yerel yönetimlerin sunduğu bu hizmetin lojistik açıdan önemi çok yüksektir.

Kullanılmış sular tüketiciler tarafından sarfiyata uğramış sulardır. Atık sular kullanılmış sulardır. Evsel atık suların bertaraf edilmesinde atıklar beton borularla süspansiyon şeklinde iletilir. Atık suların yerleşim yerleri dışına itilmesi ve halk sağlığının korunması gerekmektedir. Atık suların yerleşim yerleri dışına itilmesi salgın hastalıkların oluşumuna engel olmaktadır (Fındık ve Çağatay, 2018). İçme suyu dağıtım ve atık su toplama hizmetlerinin gerçekleşmesinde hizmetin devlet tarafından gerçekleştirilmesi stratejik açıdan önem arz etmektedir. Zira atık su arıtma hizmetinin gerçekleştirilmesinde, atık su hizmetinden faydalanan bireyin yaydığı pozitif dışsallıktan diğer bireyleri dışlamanın mümkün olmaması ve kanalizasyon şebekesinin bulunduğu yerde şebekeye bağlanmanın zorunlu olması, atık suyu kamusal mal niteliğine büründürmektedir. Bu yüzden özel sektör katılımı mümkün olsa bile kontrol ve düzenleme işlevi ile esas politikayı belirleyen ve yönlendiren kamu kesimi olup (Oluklulu, 2017) Türkiye, su yönetimini merkezi idareye bağlı kuruluşlarla idame ettirerek coğrafi kaynaklarını yönetmeye devam etmektedir. İçme suyu ve atık su hizmetleri faaliyeti ise lojistik ve tersine lojistik kapsamında gerçekleştirilmektedir.

Şekil 1’de tedarikçilerden müşterilere doğru olan ileri akış normal lojistik sürecini ve müşterilerden tedarikçilere doğru olan tersine akış, tersine lojistiği göstermektedir (Jenkins, 2021). Tersine lojistiğin dağıtım açısından gerçekleştirdiği faaliyetlerden ilki; kullanılmış ürünlerin son tüketiciden, üreticiye doğru taşınmasını gerçekleştirmek, ikincisi ise; geri dönen ürünlerin üreticiler tarafından tekrardan ürün haline getirilmesidir (Bayhan ve Görücü, 2020). Tersine lojistik, yeniden değer elde etmek veya uygun bir şekilde bertaraf etmek amacıyla ürünlerin hareketine ilişkin tüm süreçlerin bütünüdür. Müşteri memnuniyeti açısından da önemli bir kavram olan tersine lojistik, müşterinin elindeki bozuk ürünü tamir veya değişim için göndermesi ile başlar ve tamir edilen veya değiştirilen ürünün müşteriye geri gönderilmesi ile son bulur (Çancı ve Erdal, 2009). Su açısından ise tersine lojistik bireyler tarafından kullanılan suyun tekrardan bireylerin kullanılmasına sunulması şeklinde ifade edilebilir.



Şekil 1. İleri ve Tersine Lojistik Arasındaki İlişki (Bayhan ve Görücü, 2020.)

## Literatür Taraması

Su ve atık su şirketleri, içme suyu hizmetlerinin sağlayıcıları olarak toplumda hayati bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, bu şirketlerin verimliliğini ölçmek, müşteriler arasında su dağıtımının en uygun şekilde dağıtılmasına yardımcı olabilecek bir eylemdir. Literatürde su yönetimlerinin etkinliğini ölçmek için VZA'nın kullanıldığı çeşitli çalışmalara rastlanmış olup bunlar kronolojik sıralamaya göre aşağıda belirtilmiştir.

Thanassoulis (2000) 1994 yılında İngiltere ve Galler'deki su şirketleri tarafından yürütölen fiyat incelemesi bağlamında, su şirketlerinde potansiyel maliyet tasarruflarını tahmin etmek için VZA'nın kullanımına ilişkin bir açıklama sunmaktadır. Çalışmada işgücü ve sermaye girdi olarak, mallar ve hizmetler de çıktı değişkeni olarak belirlenmiştir. Ayrıca düzenleyici bağlamda VZA kullanımında ortaya çıkan belirli sorunları da vurgulamaktadır. Ölçeğe göre sabit ve değişken getiriler altında etkinliği değerlendirmek için temel VZA modellerine bir giriş yapmıştır. Ayrıca VZA'nın İngiltere ve Galler'deki su şirketlerinin düzenleyicisi olan OFWAT tarafından 1994'teki fiyat belirlemeleri çerçevesinde nasıl kullanıldığının ana hatlarını çizmiştir. VZA, OLS regresyonuna dayalı karşılaştırmalı şirket işletme verimlilik tahminlerine destekleyici bir rol olarak kullanılmıştır.

De Witte ve Marques (2010), Veri zarflama analizi kullanarak, Hollanda, İngiltere ve Galler ile Avustralya, Portekiz ve Belçika'da içme suyu sektörünün verimliliğini karşılaştırmışlar ve düzenleyici ve karşılaştırmalı teşvik programları anlamında teşvik düzenlemesinin verimlilik üzerinde önemli bir pozitif etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Analiz, açık ve yapısal teşviklerin yokluğunda, kamu hizmetlerinin ortalama verimliliğinin, teşviklerle teşvik edilen kamu hizmetlerine kıyasla düştüğünü göstermektedir.

Karahan ve Akdağ (2014), Türkiye'de Diyarbakır Su ve Kanalizasyon İdaresi verileri ile VZA gerçekleştirilmiş olup personel sayısı, içme suyu şebekesi, atık su şebekesi ve kente verilen su miktarı girdi değişkenler, toplam abone sayısı ve faturalandırılan su miktarı çıktı değişkenleri kullanılarak etkinlik ölçümü incelenmiştir. Analiz sonucunda karar verme birimleri içerisinde 10 yılın etkin, 3 yılın ise etkin olmadığı anlaşılmıştır.

Oluklulu (2017), Büyükşehir belediyelerinin kentsel atık su yönetiminin etkinliğini, İSKİ modeli ile hizmet veren birimlere bağlı olan 16 atık su arıtma tesisinin 2013 yılına ait girdi değişkenleri (personel gideri, laboratuvar+ bakım onarım + kimyasal gideri, tesis kurulu alan, kullanılan elektrik enerjisi) ile çıktı değişkenlerini (atık su arıtma tesisine bağlı hizmet verilen nüfus ve arıtılan su miktarı) veri zarflama analizi ile ölçmüştür. Çalışmanın neticesinde atık su arıtma tesislerinin 9'unda ölçeğe göre azalan getiri tespit etmiştir.

Benito, Faura, Guillamón ve Ríos (2019), 2014 yılında nüfusu 5000'in altında olan 894 İspanyol belediyesinden oluşan bir örneklem kullanarak, küçük belediyelerde içme suyu sağlama hizmetinin etkinliğini veri zarflama analizi ile araştırmışlardır. Sonuçlar nüfus yoğunluğunun ve vatandaşların gelir düzeyinin içme suyu tedarik verimliliği üzerinde olumsuz ve önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yerel yönetimin siyasi gücü ne kadar fazlaysa, içme suyu teminindeki etkinlik düzeyi de o kadar yüksektir. Bulgular ayrıca, içme suyunun temini doğrudan yerel yönetim tarafından yönetildiğinde daha fazla verimlilik olduğunu göstermektedir. Son olarak, belediyenin turistik karakterinin veya hükümetin siyasi ideolojisinin içme suyu arzının etkinliği üzerinde önemli bir etkisi yoktur.

Çiçekalan (2019), Türkiye'de su ve kanalizasyon idarelerinin etkinliklerini ölçerek su ve atık su ile ilgili analizler gerçekleştirmiştir. Türkiye'deki Su ve Kanalizasyon İdarelerinin performansını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla çalışmada organizasyonel, içme suyu ve atık su hizmetleri olmak üzere üç kategoride çıktı odaklı VZA kullanılmış ve çalışmada CCR ve BCC modeline göre idarelerin etkinlik puanları hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. CCR ve BCC modeli sonuçlarına göre, değerlendirilen kurumsal girdi ve çıktılar açısından herhangi bir idarenin %100 verimli olduğu bulunurken, içme suyu hizmetleri kategorisinde BCC verimlilik puanına göre idarelerin %42'si tam verimli bulunmuşken, atık su hizmetleri kategorisinde %28 düşüş belirlenmiştir. CCR modeli sonuçları, idarelerin sırasıyla %17 ve %18'inin içme suyu hizmetleri ve atık su hizmetleri kategorisinde tam verimli olduğunu göstermiştir. Ayrıca tüm CCR, BCC ve SE puanlarının 1'e eşit olması nedeniyle herhangi bir idarenin kurumsal kategori açısından en verimli ölçek büyüklüğüne ve tam verimli idareye sahip olduğu görülmüştür.

Lombardi, Stefani, Paci, Becagli, Miliacca, Gastaldi, Giannetti ve Almeida (2019), doğal güçlerin, ekonomik baskının ve artan nüfusun, su kullanımında ve yüksek oranda verimsiz su temini uygulamaları tarafından desteklenmeyen kirlilikte önemli bir büyümeyi belirlediğini ifade etmişlerdir. Teknik ve çevresel

verimliliği değerlendirmek için su kayıpları da dahil olmak üzere bir dizi temel değişken üzerinde Veri Zarflama Analizinin matematiksel/doğrusal programlamasını kullanarak İtalyan su sektörünün sürdürülebilir verimliliğini değerlendirmek için bir grup İtalyan su hizmeti şirketi kullanılmışlardır. Ayrıca VZA'nın yalnızca her birimin etkinliğini hesaplayarak sistemlerin etkinliğini değerlendirmeye değil, aynı zamanda etkin olmayan birimleri verimli hale getirebilecek düzeltici politikalar ve önlemler önererek politika yapıcılara da yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışma, 2011'den 2013'e kadar olan dönemde 68 İtalyan su hizmeti şirketinden seçilmiş bir örneklem üzerinde odaklanmaktadır. Veri seti, gelirler, üretim değeri, sermaye maliyeti, personel maliyeti, amortisman ve faiz değeri, işletme maliyetleri gibi mali tablo bilgileri sağlayan Bureau Van Dijk AIDA veri tabanı tarafından sağlanan mali veriler ve şirketlerin web siteleri tarafından demografik verilerle birlikte teknik veriler (şebeke uzunluğu, pompalanan ve verilen su miktarı arasındaki farkla verilen su kayıpları) kullanılarak derlenmiştir. Yaptıkları çalışmanın neticesinde kamuya ait firmaların en yüksek etkinlik puanlarına sahip olduğunu, kamuya ait şirketlerin karma veya özel şirketlere kıyasla girdileri çok daha iyi bir şekilde satın alıp kullandıklarını belirlemiştir.

Ablanedo-Rosas, Campanur, Olivares-Benitez, Sánchez-García ve Nuñez-Ríos (2020) Meksika su hizmetlerinin operasyonel verimliliğini tahmin etmeyi ve verimliliklerini etkileyen bağlam değişkenlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Regresyon modelinde bağımsız değişkenler olarak su makro ölçümü, su mikro ölçümü, atık su arıtımı, kaybedilen su hacminin birim hacmi başına bağlantı sayısı ve kanalizasyon kapsamını kullanmışlar ve yalnızca kaybedilen su hacmi başına bağlantı sayısının Meksika su hizmetlerinin işletme verimliliği üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Fathi ve Ohadi (2021), Markazi ilindeki su ve kanalizasyon şirketlerinin verimliliğini, aralıklı bulanık veri zarflama analizi yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Markazi vilayetindeki 17 su ve atık su işletmesine ilişkin değerlendirme sonuçları, etkinlik aralığını (0,83, 1) elde ederek Arak, Khomein, Delijan, Saveh, Komeijan, Mamooniyeh, Mahallat ve Naragh'in en yüksek teknik etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca incelenen birimler arasında Ghargabad Su ve Atık su İşletmesi (0,56, 0,46) verimlilik aralığı ile en düşük teknik verimliliğe sahiptir. Tüm girdilerin kullanımında da araştırma bulgularının üzerinde bir tüketim fazlalığı söz konusudur. Bu nedenle, üretim girdilerinin doğru ve optimal kullanımı ve kaynakların daha az kullanımı ile verimlilik sınırına ulaşmak için verimlilik miktarının iyileştirilebileceği önerilmiştir.

Aksaç (2022), atıksu arıtma tesislerinin (85 adet) aralıklı veri zarflama analizi ile etkinliklerini literatür taraması ve İSKİ faaliyet raporlarını dikkate alarak incelemiştir. Sekiz değişkenden (üç girdi, beş çıktı), uzman görüşleri değerlendirilerek üç değişken (bir girdi, iki çıktı) dışlanmış ve beş değişken özelinde analizi gerçekleştirmiştir. Atıksu arıtma tesislerinin her birinin verimlilik değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda bir sıralama oluşturmuş ve bu sıralamaya göre yedi adet atıksu arıtma tesisinin tüm senaryolarda, beş adet atıksu arıtma tesisinin ise bazı senaryolarda etkili olduğunu hesaplamıştır. Yetkililerin bu beş atıksu arıtma tesisinin kısa vadede etkinliğini artırmak ve sürekli olarak etkin kılmak için önlemler almaları gerektiği önerilmiştir. Ayrıca kalan atıksu arıtma tesislerinin etkinliğinin tek tek değerlendirilmesi ve atıksu arıtma tesisinin tasarımından işletmeye alınmasına kadar tüm süreçlerde etkin çalışmasına yönelik mekanizmaların analiz edilmesi önerilmektedir. Örneğin bir bölgede kurulacak AAT için tesisin anlık ihtiyaçlar değil, belirli projeksiyonlar dahilinde kapasite değerlendirmeleri yapılarak inşa edilmesi gerekmektedir. Son olarak, her bir atıksu arıtma tesisi için aralık hesaplanan ortalama verim puanlarının hizmet yılı ve türüne göre farkı incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda atıksu arıtma tesislerinin ortalama verimlilik puanlarında tesisin yaşı dikkate alındığında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ayrıca tesis türü dikkate alındığında fiziki atıksu arıtma tesislerinin ortalama verimlilik puanlarına göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

### **MESKİ 2015-2021 Yılları VZA Analizi ve Sonuçları**

MESKİ tarafından gerçekleştirilen su ve atık su hizmetlerinde çok fazla girdi ve çıktı bulunmaktadır. Kamusal gelirlerin içme suyu ve atık su dağıtımına etkisinin ölçülmesinde verilerin ulaşılabilir ve güvenilir olması analizin doğru sonuçları vereceği düşüncesi ile idarenin kamuoyu ile paylaştığı veriler derlenmiş ve kamusal gelirlerin su ve atık su hizmetlerinde etkili olup olmadığı VZA yöntemi ile 2015-2021 yılları için incelenmiştir. VZA yöntemi olarak öncelikle Çıktı Odaklı BCC analizi uygulanmış, daha sonra da Girdi Odaklı BCC analizi yapılmıştır.

## Banker - Charnes - Cooper (BCC) Modeli: Çıktı Odaklı Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Analize başlamadan önce ilk aşama olarak karar verme birimleri seçilmiştir. 2015 ve 2021 yılları arasında idarenin 6360 Sayılı Büyükşehir Yasası ile tam kapasite çalışması ve Mersin ili mülki sınırları içerisinde hizmet vermesi etkili olmuştur. 2022 yılı faaliyet raporunun 2023 yılı içerisinde kamuoyu ile paylaşılacağı nedeni ile 2022 yılı verilerine ulaşılamamış, bu yüzden 2015 ve 2021 yılları içerisinde idarenin kamuoyu ile paylaştığı veriler ele alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda karar verme birimi sayısı 2015-2021 yılları için 7 olarak belirlenmiştir.

### Girdi ve Çıktıların Seçilmesi

İdarenin kamusal gelirleri (teşebbüs ve mülkiyet gelirleri, alınan bağış ve yardımlar ile özel gelirler, diğer gelirler ve alacaklardan tahsilatlar) girdi olarak belirlenmiştir. Girdi değişkeni olarak birçok değişken analiz içerisine dâhil edilebilecekken, seçilen girdi değişkenlerinin araştırma konumuzun amacına ulaşmasında daha doğru sonuçları vereceğine karar verilmiştir. Çıktı değişkenleri olarak ise arıtılan atık su miktarı, arıtılan içme suyu miktarı, yeni atık su hattı ve yeni içme suyu hattı seçilmiştir. Karar verme biriminin çıktı değişkenleri üzerindeki etkisi iki model ile incelenmiş olup girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 1'de belirtilmiştir.

**Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler**

Analiz	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
1	Kamusal Gelirleri (teşebbüs ve mülkiyet gelirleri, alınan bağış ve yardımlar ile özel gelirler, diğer gelirler ve alacaklardan tahsilatlar)	Yeni atık su hattı Yeni içme suyu hattı
2	Kamusal Gelirleri (teşebbüs ve mülkiyet gelirleri, alınan bağış ve yardımlar ile özel gelirler, diğer gelirler ve alacaklardan tahsilatlar)	Arıtılan atık su miktarı Arıtılan içme suyu miktarı

Faktör sayısına kıyasla yeterli sayıda gözlem olması gerektiği VZA literatüründe tutarlı bir şekilde öne sürülmüştür. Bu yüzden karar verme birimi sayısı (n) 7 olduğundan girdi ve çıktı sayısı da buna göre belirlenmiştir. Golany ve Roll (1989) gözlem sayısının yani karar verme birimi sayısının  $\{2x(m + p)\}$ 'den büyük olmasını öngörmüştür. Dyson, Allen, Camanho, Podinovski, Sarrico ve Shale (2001) ise gözlem sayısının  $(2 \times m \times p)$ 'den büyük olmasını önermiştir. Behdioglu ve Özcan (2009), Boussofiâne, Dyson ve Rhodes (1991) ise karar verme birim sayısının  $\{n \geq m + p + 1\}$  şeklinde olmasını öngörmüşlerdir. Erkorol (2009) girdi sayısı m, çıktı sayısı da p ise, en az  $2(m+p)+1$  tane karar biriminin alınmasının, araştırmanın güvenilirliği açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Sherman ise sağlık sektöründe yaptığı çalışmalarda KVB sayısının girdi ve çıktı sayısı toplamından fazla olması gerektirdiğini bildirmiştir (Sherman, 1984). Gözlem sayısı önerileri dikkate alınarak girdi sayısı 1 ve çıktı sayısı 2 olacak şekilde iki farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Buna göre çalışmada kullanılan girdi-çıkıtı sayılarına göre 7 KVB'nin uygun olduğu görülmekte olup formüllerdeki; m girdi sayısı, p çıktı sayısı ve n KVB sayısıdır.

### Verilerin Ulaşılabilir ve Güvenilir Olması

Analizin üçüncü aşaması verilerin ulaşılabilir ve güvenilir olmasının belirlenmesidir. Veriler MESKİ'nin internet sitesinde yıllar itibarıyla yayınlanan faaliyet raporlarından alınmış olup resmi veriler olması nedeniyle güvenilirdir. Ayrıca verilerin MESKİ web sayfasında yayınlanmış olmasından dolayı verilere istenildiği zaman ulaşılabilirlik de yüksek olup girdi ve çıktı verilerine ilişkin bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2. 2015-2021 Yılları Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

KVB	Kamusal Gelirler {I}	Yeni Atık Su Hattı {O}	Yeni içme Suyu Hattı {O}	Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O}
2015	346.702.469,74	179.635,02	311.118,00	94.265.488,00	83.888.395,00
2016	416.197.533,58	92.590,00	399.729,00	106.356.963,00	82.263.905,00
2017	454.561.064,78	95.083,00	634.213,00	108.262.488,00	86.956.698,00
2018	508.173.868,09	125.436,14	462.068,07	115.920.463,00	97.365.575,00
2019	549.502.707,92	102.343,00	343.611,00	110.345.556,27	105.001.433,00
2020	699.488.715,91	105.166,00	359.643,00	115.096.585,00	130.038.152,00
2021	904.108.087,22	60.074,00	556.638,00	115.348.627,00	132.042.802,00

Tablo 2'deki veriler dikkate alınarak VZA modelleri içerisinde BCC modeli kullanılarak çıktı odaklı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile hangi yıllarda idarenin kamu gelirlerini dağıtımda daha etkin kullanıldığı analiz edilmiş ve sonuçlar bulunmuştur. Analiz öncesinde öncelikle normallik testleri ile



verilerin normal dağılıma uyup uymadıkları saptanmaya çalışılmış olup, verilerin normallik testi SPSS 20.0 paket programı ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te belirtilmiştir.

**Tablo 3. Normallik Testleri**

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p değeri	İstatistik	sd	p değeri
Kamusal Gelirler	,224	7	,200*	,916	7	,439
Yeni Atık Su Hattı	,252	7	,200*	,902	7	,344
Yeni İçme Suyu Hattı	,197	7	,200*	,916	7	,441
Aritılan Atık Su	,198	7	,200*	,850	7	,122
Aritılan İçme Suyu	,204	7	,200*	,841	7	,103

Normallik test edilirken genellikle küçük örneklem için Shapiro-Wilk testi ve büyük örneklem için Kolmogorov-Smirnov testi tercih edilir. Örneklem sayısının 30'dan küçük olması durumunda Shapiro-Wilk testinin kullanılması önerilmektedir. .Bu yüzden Shapiro-Wilk testinden elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulacaktır. Shapiro Wilk ve/veya Kolmogorov Smirnov testlerinde  $p > 0.05$  değeri elde edilmişse dağılım Normal,  $p < 0.05$  değeri elde edilmişse dağılım normal değildir. Shapiro-Wilk testindeki sonuçlara göre; bütün değişkenlerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

VZA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ait ikili korelasyon katsayılarının incelenmesi anlamlı değişken kümelerinin kullanılıp kullanılmadığının araştırılması için etkili bir yöntem olup (Okursoy ve Tezsürücü, 2014) analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ait korelasyon katsayıları Tablo 4'te verilmektedir. Değişkenler arasında hesaplanan bütün korelasyon katsayıları  $\alpha = 0.01$  için anlamlıdır.

**Tablo 4. Pearson Korelasyon Testi Sonuçları**

		Kamusal Gelirler	Yeni Atık Su Hattı	Yeni İçme Suyu Hattı	Aritılan Atık Su	Aritılan İçme Suyu
Kamusal Gelirler	Pearson Correlation	1	-,697	,304	,946**	,718
	Sig. (2-tailed)		,082	,508	,001	,069
	N	7	7	7	7	7
Yeni Atık Su Hattı	Pearson Correlation	-,697	1	-,587	-,518	-,718
	Sig. (2-tailed)	,082		,166	,233	,069
	N	7	7	7	7	7
Yeni İçme Suyu Hattı	Pearson Correlation	,304	-,587	1	,071	,390
	Sig. (2-tailed)	,508	,166		,880	,387
	N	7	7	7	7	7
Aritılan Atık Su	Pearson Correlation	,946**	-,518	,071	1	,686
	Sig. (2-tailed)	,001	,233	,880		,089
	N	7	7	7	7	7
Aritılan İçme Suyu	Pearson Correlation	,718	-,718	,390	,686	1
	Sig. (2-tailed)	,069	,069	,387	,089	
	N	7	7	7	7	7

\*\* Korelasyon 0,01 değeri için anlamlıdır.

Analiz 1'de karar verme birimi olarak seçtiğimiz kamusal gelirlerin sahip olduğu etkinlik skorlarını görmek açısından oluşturulan Tablo 5 incelendiğinde, etkinlik skoru %100 olan yıllarda kamusal gelirlerin etkin çıktığı görülmekte olup karar verme birimlerine ait etkinlik skorları ve aldıkları durumlar Tablo 5'te gösterilmektedir.

**Tablo 5. Kamusal Gelirler ile Yeni Atık Su Hattı ve Yeni İçme Suyu Hattına İlişkin VZA Sonuçları**

KVB	Etkinlik Skorları	Kamusal Gelirler {I} {V}	Yeni Atık Su Hattı {O} {V}	Yeni İçme Suyu Hattı {O} {V}	Referans Küme	{S} Kamusal Gelirler {I}	{S} Yeni Atık Su Hattı {O}	{S} Yeni İçme Suyu Hattı {O}
2015	100,00%	1	1	0	4			
2016	129,91%	1	0	1	1 (0,36) 3 (0,64)	0,32	4871,83	0
2017	100,00%	1	0	1	5			
2018	105,97%	1	0,51	0,49	1 (0,45) 3 (0,55)	101878090,9	0	0
2019	135,78%	1	0,53	0,47	1 (0,52) 3 (0,48)	150912728,7	0	0
2020	131,00%	1	0,53	0,47	1 (0,50) 3 (0,50)	299373120	0	0
2021	113,94%	1	0	1	3 (1,00)	449547022,2	26636,88	0,01

Çalışmada hesaplanan etkinlik katsayısı %100 eşit olan 2015 ve 2017 yılları etkin olarak tespit edilmişken diğer yıllar etkin değildir şeklinde belirlenmiştir. Etkin olunmayan yıllara ait sayısal değerler ile referans alınan yıllar ve oranları çarpıldığında, etkinliği artırmak için alınması gereken değerler bulunabilmektedir (Karahana ve Akdağ, 2014). Örneğin 2016 yılı karar verme birimi; 1 ve 3 nolu karar verme birimini sırasıyla 0.36 ve 0.64 oranlarında referans alarak, etkinlik sınırına gelebilmekte veya tamamen etkin olabilmektedir. Buna göre, 2016 yılı karar verme birimine ait olması gereken toplam kamusal gelirler =  $(346.702.469,74 \times 0.36) + (454.561.064,78 \times 0.64) = 415.731.970,6$  olarak hesap edilebilir. Mevcut durumda 2016 yılının mevcut toplam kamusal gelirleri 416.197.533,58'dir. Etkinliğin artırılabilmesi için 2016 yıldaki toplam kamusal gelirlerin;  $415.731.970,6 - 416.197.533,58 = 465.563,01$  azaltılması gerekmektedir. Bu şekilde hesaplamalar yaparak, sadece çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesinin yanı sıra, girdi değişkenlerinde de yapılması gereken düzenlemeler yapılabilmekte olup girdi ve çıktı değişkenlerde yapılması gereken düzenlemeler Tablo 6'da belirtilmiştir.

**Tablo 6.** Değişkenlerin Mevcut/Etkin Değerler İle Azalma/Artış Miktarları

KVB (Yıllar)		Girdiler		Çıktılar	
		Kamusal Gelirler {I}	Yeni Atık Su Hattı {O}	Yeni içme Suyu Hattı {O}	
2 (2016)	Mevcut	416.197.533,58	92.590,00	399.729,00	
	Etkin Değer	415.731.970,57	125.521,73	517.898,80	
	Azalma/Artış Miktarı	-465.563,01	32.931,73	118.169,80	
4 (2018)	Mevcut	508.173.868,09	125.436,14	462.068,07	
	Etkin Değer	406.024.697,01	133.131,41	488.820,25	
	Azalma/Artış Miktarı	-102.149.171,08	7.695,27	26.752,18	
5 (2019)	Mevcut	549.502.707,92	102.343,00	343.611,00	
	Etkin Değer	398.474.595,36	139.050,05	466.203,60	
	Azalma/Artış Miktarı	-151.028.112,56	36.707,05	122.592,60	
6 (2020)	Mevcut	699.488.715,91	105.166,00	359.643,00	
	Etkin Değer	400.631.767,26	137.359,01	472.665,50	
	Azalma/Artış Miktarı	-298.856.948,65	32.193,01	113.022,50	
7 (2021)	Mevcut	904.108.087,22	60.074,00	556.638,00	
	Etkin Değer	454.561.064,78	95.083,00	634.213,00	
	Azalma/Artış Miktarı	-449.547.022,44	35.009,00	77.575,00	

Çıktı odaklı VZA modelinde (yeni atık su ve içme suyu hattı) etkisiz olarak belirtilen yıllar ele alındığında bu yıllardaki etkisizlikler aşağdaki sebeplere bağlanabilir (MESKİ Faaliyet Raporları, 2016, 2018, 2019, 2020, 2021);

- ✓ 6360 sayılı yasa çerçevesinde bağlanan yerlerde kanalizasyon projesi yapılan mahalle sayısı (adet) yetersiz gerçekleşmiştir (2016),
- ✓ Döşenen yağmur suyu hattı uzunluğu (km) zayıf kalmıştır (2016),
- ✓ Projesi yapılan içme suyu hat uzunluğu (km) yetersiz kalmıştır (2018, 2019),
- ✓ Döşenen içme suyu hattı uzunluğu (km) yetersiz gerçekleşmiştir (2018),
- ✓ İçme suyu sistemine entegre edilen kaynak oranı (%) yetersiz gerçekleşmiştir (2019),
- ✓ Sayısallaştırılan içme suyu hat uzunluğu (km) yetersiz gerçekleşmiştir (2019),
- ✓ Projesi yapılan kanalizasyon hat uzunluğu (km) yetersiz gerçekleşmiştir (2019),
- ✓ Yenilenen su hatlarının uzunluğu (km) zayıf kalmıştır (2019),
- ✓ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemine entegre edilen yeraltı suyu kaynak sayısı (adet) yetersiz kalmıştır (2020),
- ✓ İçme suyu deposu yapılması (adet) ve içme suyu terfi istasyonu yapılması (adet) yetersiz kalmıştır (2020),
- ✓ İçme suyu şebeke hattı rehabilitasyonu yapılması (km) yetersiz kalmıştır (2020),
- ✓ Kanalizasyon hatları sayısallaştırma uzunluğu (metre) yetersiz kalmıştır (2020),
- ✓ Projesi yapılan yağmur suyu hat uzunluğu (km) yetersiz gerçekleşmiştir (2021),
- ✓ Temizlenen içme suyu deposu (adet) yetersiz gerçekleşmiştir (2021),

- ✓ İçme suyu depo tadilatı yapılması (adet) zayıf kalmıştır (2021),
- ✓ Kanalizasyon hattı döşemesi (km) yetersiz gerçekleşmiştir (2021),
- ✓ SCADA sisteminin geliştirilmesine yönelik ar-ge projelerinin yapılması (adet) zayıf kalmıştır (2021).

Ayrıca hizmet alanın coğrafi olarak geniş olması, kırsal alandaki olumsuz coğrafi/arazi koşulları, sürekli değişen kanun ve yönetmelikler ve imar planlarındaki değişiklikler, mevsimsel nüfus artışı, bilinçsiz ve kontrolsüz yeraltı suyu kullanımı ile içme suyunun sulama amaçlı kullanılması, küresel ısınma ve su rezervlerinin azalması, doğal afetler, su tasarrufu, suyun doğru kullanımı ve altyapı tesislerinin kullanımı ile ilgili vatandaşın bilgi eksikliği, sürekli iç ve dış göç alan bir il olma, alternatif ve temiz su kaynaklarının azalıyor olması ve bazı yerleşim yerlerinin su kaynaklarına uzak olması nedeni ile yatırım maliyetinin yüksek olması da etkinsizliklere neden olmaktadır.

Analiz 2’de (kamusal gelirlerin arıtılan atık su ve arıtılan içme suyu miktarına etkisi) karar verme birimi olarak seçtiğimiz kamusal gelirlerin sahip olduğu etkinlik skorlarını görmek açısından oluşturulan Tablo 7 incelendiğinde, etkinlik skoru %100 olan yıllarda kamusal gelirlerin etkin çıktığı görülmekte olup karar verme birimlerine ait etkinlik skorları ve aldıkları durumlar Tablo 7’de gösterilmektedir.

**Tablo 7. Kamusal Gelirler ile Arıtılan Atık Su Miktarı ve Arıtılan İçme Suyu Miktarına İlişkin VZA Sonuçları**

KVB	Etkinlik Skorları	Kamusal Gelirler {I}{V}	Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}{V}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O}{V}	Referans Küme	{S} Kamusal Gelirler {I}	{S} Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}	{S} Arıtılan Atık Su Miktarı {O}
2015	100,00%	1	0	1	2			
2016	103,21%	1	0,5	0,5	1 (0,57) 4 (0,43)	0,06	12370919,76	0,01
2017	103,63%	1	0,5	0,5	1 (0,33) 4 (0,67)	0,12	6920101,57	0,06
2018	100,00%	1	0,5	0,5	3			
2019	102,17%	1	0,5	0,5	4 (0,78) 6 (0,22)	2,09	115742481,1	104423676,9
2020	100,00%	1	0,5	0,5	1			
2021	100,00%	1	0,5	0,5	0			

Çalışmada hesaplanan etkinlik katsayısı %100 eşit olan 2015, 2018, 2020 ve 2021 yılları etkin olarak tespit edilmişken diğer yıllar etkin değildir şeklinde belirlenmiştir. Etkinliği artırmak için alınması gereken değerler 2016 yılı için hesaplanmıştır. 2016 yılı karar verme birimi; 1 ve 4 nolu karar verme birimini sırasıyla 0.57 ve 0.43 oranlarında referans alarak, etkinlik sınırına gelebilme veya tamamen etkin olabilmektedir. Buna göre, örnek aldığımız 2016 yılı karar verme birimine ait olması gereken toplam kamusal gelirler =  $(346.702.469,74 \times 0.57) + (508.173.868,09 \times 0.43) = 416.135.171,03$  olarak hesap edilebilir. Mevcut durumda 2016 yılı karar verme biriminin, mevcut toplam kamusal gelirleri 416.197.533,58’dir. Etkinliğin artırılabilmesi için 2016 yıldaki toplam kamusal gelirlerin;  $416.135.171,03 - 416.197.533,58 = 62.362,55$  azaltılması gerekmektedir. Bu şekilde hesaplamalar yaparak, sadece çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesinin yanı sıra, girdi değişkenlerinde de yapılması gereken düzenlemeler yapılabilmekte olup bunlara ilişkin düzenlemeler Tablo 8’de belirtilmiştir.

**Tablo 8. Değişkenlerin Mevcut/Etkin Değerler İle Azalma/Artış Miktarları**

KVB (Yıllar)		Girdiler		Çıktılar	
		Kamusal Gelirler {I}	Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O}	
2 (2016)	Mevcut	416.197.533,58	106.356.963,00	82.263.905,00	
	Etkin Değer	416.135.171,03	103.577.127,25	89.683.582,40	
	Azalma/Artış Miktarı	-62.362,55	-2.779.835,75	7.419.677,40	
3 (2017)	Mevcut	454.561.064,78	108.262.488,00	86.956.698,00	
	Etkin Değer	454.888.306,63	108.774.321,25	92.918.105,60	
	Azalma/Artış Miktarı	327.241,85	511.833,25	5.961.407,60	
5 (2019)	Mevcut	549.502.707,92	110.345.556,27	105.001.433,00	
	Etkin Değer	550.263.134,61	115.739.209,84	104.553.541,94	
	Azalma/Artış Miktarı	760.426,69	5.393.653,57	-447.891,06	

Tabloda mevcut ve etkin değerler ile bu değerler arasındaki farklara göre girdilerde olması gereken azalma miktarı ile çıktılarda olması gereken artış miktarları verilmiştir.

## Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan analiz sonucunda ilk olarak yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı uzunlukları ile kamusal gelirler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 2015 ve 2017 yıllarının seçilen değişkenlere göre etkin, diğer karar verme birimlerinin ise etkin olmadığı anlaşılmıştır. Etkinliğin sağlanması için girdi veya çıktı değişkenlerinde yapılması gereken düşüş veya artışlar Tablo 6'da belirtilmiştir. 2015 yılında etkinliğin sağlamasında en önemli etkenin 2015 yılında diğer yıllara göre en yüksek atık su hattının dşenmesi gösterilebilir. Yani idarenin 2015 yılında sağlamış olduğu kamusal gelirlerin atık su hattı döşenmesinde en etkin olarak kullandığı yıl 2015 yılı olarak belirlenmiştir. Bunun en büyük nedeninin 6360 Sayılı Büyükşehir Yasasının devreye girmesi ile idarenin görev alanındaki artışın neden olduğu dşnlmektedir. Zira MESKİ yasa ile atık su hatlarında eksik kalınan ve fosseptik çukuru gibi modern ve sağlıklı olmayan yöntemlerin önüne geçmeye çalışarak, kent alanlarında atık su hattı yatırımları gerçekleştirmiştir. Daha önce belde ve ile belediyesi yönetiminde olan atık suyun toplama hatlarının eski sağlıksız asbestli borulardan oluşması yine idarenin bu alanda harcamalarını arttırmıştır. İdarenin devralmış olduğu yeni hizmet alanlarının hali hazırda 2014 yılından önce Mersin şehir merkezinin eksik altyapı sorunlarının yanına 2014 yılından itibaren il sınırlarının içerisinde yer alan altyapı sorunlarını devralmıştır. Yatırım giderleri incelendiğinde idare 2015 yılında kamusal gelirlerinin %70'e yakınına yatırım giderlerine harcamıştır. İdare bu yönüyle hizmet alanının genişlemesini iyi değerlendirerek eksik altyapı sorunlarını büyük lde zzmeye gayret etmiştir. İdare görevi gereği daha önce atık su hattı bulunmayan yerlere atık su toplama hattı döşemesi gerçekleştirmiş olup asli görevi olan atık su hizmetini gerçekleştirmiştir. Nitekim toplum hayatının zorunlu ihtiyaçlarını karşılayan hizmetler nitelikleri gereği kamu hizmetleri olup bu hizmetler kamusal gelirler ile karşılanmakta ve yerine getirilmektedir. Etkin olan bir diğer KVB'nin 2017 yılı olduğu grlmekte olup 2017 yılında yeni içme suyu hattı diğer yıllara göre en yüksek gerçekleşen yıl olarak tespit edilmiştir. MESKİ bu yılda kamusal gelirleri etkin kullanarak içme suyu hattı yatırımlarını arttırmıştır. Bunun önemli nedenlerinden biri artan nüfus oranı ve yerleşim yerlerinin artışı olarak dşnlmektedir. İdare 2017 yılında içme suyu dağıtım hizmetlerini gerçekleşen kamusal gelirlere göre etkin kullanmış olup asli görevlerinden olan içme suyu dağıtım hizmetini ifa etmiştir. VZA neticesinde etkinsizlik olan yıllarda ne kadar yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattının artırılması gerektiği Tablo 8'de belirtilmiştir.

İkinci analiz olarak kamusal gelirler girdi değişkeni, artıtılan içme suyu ve atık su miktarı ise çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Analiz sonucunda 2015, 2018, 2020 ve 2021 yıllarının etkin olduğu 2016, 2017 ve 2019 yıllarının ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Etkinliğin sağlanması için girdi veya çıktı değişkenlerinde yapılması gereken düşüş veya artışlar Tablo 8'de belirtilmiştir. Analizin sonucunda etkin olan yıllar ve etkin olmayan yıllar incelendiğinde girdi ve çıktı değişkenlerinin sürekli artarak ilerleyen bir seyir halinde olduğu sadece 2016 yılında artıtılan atık su miktarında ve 2019 yılında artıtılan içme suyu miktarında ilk ve son defa gerçekleşen düşüşler tespit edilmiştir. VZA neticesinde idarenin elde ettiği kamusal gelirlerini 2015, 2018, 2020 ve 2021 yıllarında içme suyu ve atık su arıtma işleminde etkin olarak kullandığı ancak 2016, 2017 ve 2019 yılında kamusal gelirlerin içme suyu ve atık su arıtımında etkin kullanılmadığı sonucu çıkabilmektedir. Kamu gelirleri yıllar itibariyle artarken 2016 yılında artıtılan atık su miktarı, 2019 yılında ise artıtılan içme suyu miktarında azalış olmuştur. 2019 yılında yerel seçimlerin gerçekleşmesinin ve yönetsel politikalarda değişimlerin meydana gelmesinin etkinsizlikte rol oynadığı dşnlmektedir. Ayrıca 2019 yılında abone sayısı artarken, su temini, yatırım giderleri ve artıtılan içme suyu miktarında azalmalar meydana gelmesinin de etkinsizlikte rol oynadığı dşnlmektedir. VZA neticesinde 2017 ve 2019 yıllarında artıtılan içme suyu miktarı yetersiz belirlenmişken 2017 ve 2016 yıllarında ise artıtılan atık su miktarı yetersiz olarak belirlenmiştir. Bu yıllarda artıtılan içme suyu ve artıtılan atık su miktarının ne kadar artırılması gerektiği Tablo 8'de belirtilmiştir.

ıktı odaklı VZA modelinde (artıtılan içme suyu ve atık su miktarı) etkinsiz olarak belirtilen yıllar ele alındığında bu yıllardaki etkinsizlikler aşağıdaki sebeplere bağlanabilir;

- ✓ Projelendirilen atık su arıtma tesisi sayısı (adet) yetersiz kalmıştır (2016),
- ✓ Atık su arıtma tesisi projelendirme gerçekleşme oranı (%) yetersiz gerçekleşmiştir (2016),
- ✓ İnaş edilen atık su arıtma tesisi sayısı (adet) zayıf kalmıştır (2016),
- ✓ İnaş edilen atık su arıtma tesis sayısı (adet) yetersiz gerçekleşmiştir (2017),
- ✓ Yapımına başlanılmış olan atık su arıtma tesisi sayısı (adet) zayıf kalmıştır (2019)

**Banker - Charnes - Cooper (BCC) Modeli: Girdi Odaklı**

Tablo 2'deki veriler dikkate alınarak VZA modelleri içerisinde BCC girdi modeli kullanılarak hangi yıllarda idarenin kamu gelirlerini dağıtımda daha etkin kullanıldığı analiz edilmiş ve sonuçlar bulunmuştur. Analiz öncesinde öncelikle normallik testleri ile verilerin normal dağılıma uyup uymadıkları saptanmaya çalışılmış olup, verilerin normallik testi SPSS 20.0 paket programı ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te belirtilmiş olup VAZ sonuçları ise Tablo 9'da belirtilmiştir.

**Tablo 9.** Kamusal Gelirler ile Yeni Atık Su Hattı ve Yeni İçme Suyu Hattına İlişkin VZA Sonuçları

KVB	Etkinlik Skorları	Kamusal Gelirler {I}{V}	Yeni Atık Su Hattı {O}{V}	Yeni İçme Suyu Hattı {O}{V}	Referans Küme	{S} Kamusal Gelirler {I}	{S} Yeni Atık Su Hattı {O}	{S} Yeni İçme Suyu Hattı {O}
2015	100,00%	1	1	0	5			
2016	90,41%	1	0	1	1 (0,73) 3 (0,27)	0	63856,05	0
2017	100,00%	1	0,18	0,82	5			
2018	78,14%	1	0	1	1 (0,53) 3 (0,47)	0	14696,15	0
2019	65,07%	1	0	1	1 (0,90) 3 (0,10)	0	68788,75	0,02
2020	51,88%	1	0	1	1 (0,85) 3 (0,15)	0	61770,31	0
2021	47,41%	1	0	1	1 (0,24) 3 (0,76)	0	55309,91	0

Çalışmada hesaplanan etkinlik katsayısı %100 eşit olan 2015 ve 2017 yılları etkin olarak tespit edilmişken diğer yıllar etkin değildir şeklinde belirlenmiştir. Etkin olunmayan yıllara ait sayısal değerler ile referans alınan yıllar ve oranları çarpıldığında, etkinliği artırmak için alınması gereken değerler bulunabilmektedir (Karahana ve Akdağ, 2014). Örneğin 2016 yılı karar verme birimi; 1 ve 3 nolu karar verme birimini sırasıyla 0.73 ve 0.27 oranlarında referans alarak, etkinlik sınırına gelebilme veya tamamen etkin olabilmektedir. Buna göre, örnek aldığımız 2016 yılı karar verme birimine ait olması gereken toplam kamusal gelirler =  $(346.702.469,74 \times 0.73) + (454.561.064,78 \times 0.27) = 375.824.290,40$  olarak hesap edilebilir. Mevcut durumda 2016 yılı karar verme biriminin, mevcut toplam kamusal gelirleri 416.197.533,58'dir. Etkinliğin artırılabilmesi için 2016 yıldaki toplam kamusal gelirlerin;  $375.824.290,40 - 416.197.533,58 = -40.373.243,18$  azaltılması gerekmektedir. Bu şekilde hesaplamalar yaparak, sadece çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesinin yanı sıra, girdi değişkenlerinde de yapılması gereken düzenlemeler yapılabilmekte olup bunlara ilişkin düzenlemeler Tablo 10'da belirtilmiştir.

**Tablo 10.** Değişkenlerin Mevcut/Etkin Değerler İle Azalma/Artış Miktarları

KVB (Yıllar)		Girdiler		Çıktılar
		Kamusal Gelirler {I}	Yeni Atık Su Hattı {O}	Yeni içme Suyu Hattı {O}
2 (2016)	Mevcut	416.197.533,58	92.590,00	399.729,00
	Etkin Değer	375.824.290,40	156.805,97	398.353,65
	Azalma/Artış Miktarı	-40.373.243,18	64.215,97	-1.375,35
4 (2018)	Mevcut	508.173.868,09	125.436,14	462.068,07
	Etkin Değer	397.396.009,41	139.895,57	462.972,65
	Azalma/Artış Miktarı	-110.777.858,68	14.459,43	904,58
5 (2019)	Mevcut	549.502.707,92	102.343,00	343.611,00
	Etkin Değer	357.488.329,24	171.179,82	343.427,50
	Azalma/Artış Miktarı	-192.014.378,68	68.836,82	-183,50
6 (2020)	Mevcut	699.488.715,91	105.166,00	359.643,00
	Etkin Değer	362.881.259,00	166.952,22	359.582,25
	Azalma/Artış Miktarı	-336.607.456,91	61.786,22	-60,75
7 (2021)	Mevcut	904.108.087,22	60.074,00	556.638,00
	Etkin Değer	428.675.001,97	115.375,48	556.670,20
	Azalma/Artış Miktarı	-475.433.085,25	55.301,48	32,20

Tablo 10'da mevcut ve etkin değerler ile bu değerler arasındaki farklara göre girdilerde olması gereken azalma miktarı ile çıktılarda olması gereken artış miktarları verilmiştir. Tablo 11'de kamusal gelirler ile artırılan atık su miktarı ve artırılan içme suyu miktarına ilişkin VZA sonuçları belirtilmiştir.

**Tablo 11.** Kamusal Gelirler ile Arıtılan Atık Su Miktarı ve Arıtılan İçme Suyu Miktarına İlişkin VZA Sonuçları

KVB	Etkinlik Skorları	Kamusal Gelirler {I} {V}	Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O} {V}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O} {V}	Referans Küme	{S} Kamusal Gelirler {I}	{S} Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}	{S} Arıtılan Atık Su Miktarı {O}
2015	100,00%	1	0	1	2			
2016	100,00%	1	1	0	1			
2017	96,43%	1	0,77	0,23	2 (0,08) 4 (0,30)	0	0,06	0,06
2018	100,00%	1	1	0	2			
2019	96,94%	1	0,4	0,6	1 (0,24) 4 (0,42) 6 (0,33)	0	0,85	0,01
2020	100,00%	1	0,39	0,61	1			
2021	100,00%	1	0	1	0			

Çalışmada hesaplanan etkinlik katsayısı %100 eşit olan 2015, 2016, 2018, 2020 ve 2021 yılları etkin olarak tespit edilmişken diğer yıllar etkin değildir şeklinde belirlenmiştir. Etkin olunmayan yıllara ait sayısal değerler ile referans alınan yıllar ve oranları çarpıldığında, etkinliği artırmak için alınması gereken değerler bulunabilmektedir (Karahana ve Akdağ, 2014). Örneğin 2017 yılı karar verme birimi; 1, 2 ve 4 nolu karar verme birimini sırasıyla 0.08, 0.62 ve 0.30 oranlarında referans alarak, etkinlik sınırına gelebilme veya tamamen etkin olabilmektedir. Buna göre, örnek aldığımız 2017 yılı karar verme birimine ait olması gereken toplam kamusal gelirler =  $(346.702.469,74 \times 0.08) + (416.197.533,58 \times 0.62) + (508.173.868,09 \times 0,30) = 438.230.828,83$  olarak hesap edilebilir. Mevcut durumda 2017 yılı karar verme biriminin, mevcut toplam kamusal gelirleri 454.561.064,78'dir. Etkinliğin artırılabilmesi için 2017 yıldaki toplam kamusal gelirlerin;  $454.561.064,78 - 438.230.828,83 = 16.330.235,95$  azaltılması gerekmektedir. Bu şekilde hesaplamalar yaparak, sadece çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesinin yanı sıra, girdi değişkenlerinde de yapılması gereken düzenlemeler yapılabilmekte olup bunlara ilişkin düzenlemeler Tablo 12'de belirtilmiştir.

**Tablo 12.** Değişkenlerin Mevcut/Etkin Değerler İle Azalma/Artış Miktarları

KVB (Yıllar)		Girdiler		Çıktılar	
		Kamusal Gelirler {I}	Arıtılan İçme Suyu Miktarı {O}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O}	Arıtılan Atık Su Miktarı {O}
3 (2017)	Mevcut	454.561.064,78	108.262.488,00	86.956.698,00	
	Etkin Değer	438.230.828,83	108.258.695,00	86.924.365,20	
	Azalma/Artış Miktarı	-16.330.235,95	-3.793,00	-32.332,80	
5 (2019)	Mevcut	549.502.707,92	110.345.556,27	105.001.433,00	
	Etkin Değer	527.472.893,59	109.292.184,63	103.939.346,46	
	Azalma/Artış Miktarı	-22.029.814,33	-1.053.371,64	-1.062.086,54	

Tabloda mevcut ve etkin değerler ile bu değerler arasındaki farklara göre girdilerde olması gereken azalma miktarı ile çıktılarda olması gereken artış miktarları verilmiştir.

### **Etkinlik Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Yapılan analiz sonucunda ilk olarak yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı uzunlukları ile kamusal gelirler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 2015 ve 2017 yıllarının seçilen değişkenlere göre etkin diğer karar verme birimlerinin ise etkin olmadığı anlaşılmıştır. Etkinliğin sağlanması için girdi veya çıktı değişkenlerinde yapılması gerekenler düşüş veya artışlar Tablo 10'da belirtilmiştir. Daha önce gerçekleştirdiğimiz Çıktı Odaklı BCC analizinde kamusal gelir ile en fazla yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı düşenmesinin 2015 ve 2017 yılında gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Daha sonra gerçekleşen Girdi Odaklı BCC analizinde ise en uygun çıktı miktarının elde edilmesinde kamusal gelirin etkinliği analiz edilmiştir. Çıktı Odaklı BCC analizinde de olduğu gibi Girdi Odaklı BCC analizinde de 2015 ve 2017 yıllarının etkin olduğu tespit edilmiştir. 2015 ve 2017 yıllarında gerçekleşen kamusal gelirler ile en uygun çıktı miktarı gerçekleştiren olup 6360 Sayılı Büyükşehir Kanunu'nun etkilerinin 2015 yılında idare tarafından yeni içme suyunu arttırdığı anlaşılmıştır. 2015 yılında kamusal gelirler etkin olarak kullanıldığı sonucu bulunmuştur. 2017 yılının etkinliğinin en önemli sonucu Çıktı Odaklı BCC analizinde olduğu gibi yeni atık su hattının artan nüfusla diğer yıllara göre daha fazla düşenmesi anlaşılmıştır. İdare 2017 yılında yönetsel politikaları ile yeni atık su hattı düşenmesine verdiği önem ile 2017 yılının etkin olmasını sağlamıştır. Etkin olmayan yıllar incelendiğinde 2016, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yeni içme suyu hatlarında diğer

yıllara göre daha az yeni hat döşemesi gerçekleşmiş olup belirtilen yıllarda daha fazla atık su hattı döşemesi gerçekleştirilmiştir. Kamusal gelirlerin etkin kullanılmasında kıstas aldığımız çıktı değişkenlerine ait verilerin idarenin bu gelirleri harcamasında tek harcama kalemi olmadığı sonucu göz önüne alındığında idare teknoloji ile bütünleşmiş sistemler kurmaya daha fazla gelir harcamıştır. Yenilikçi politikaların uygulanmasında ve mevcut hatların yenilenerek SCADA sistemleri (dağıtım rezervuarlarındaki su miktarının (debi, su basıncı, su seviyesi gibi) sürekli çevrimiçi olarak izlenmesi için kurulmuştur) kurulmasına gelirler harcanmıştır. Yeni hatların yanı sıra mevcut hatlarda oluşan arızalar ve yenileme çalışmaları idarenin maliyetlerini arttırarak gelirlerin bu harcama kalemlerine aktarılmasına neden olmaktadır. Ayrıca hizmet ve mal alımları kaleminde enflasyon sonucunda gerçekleşen yüksek artışlar idarenin yatırımlarını önemli ölçüde duraklamaya itmiştir.

İkinci analiz olarak kamusal gelirler girdi değişkeni, arıtılan içme suyu ve atık su miktarı ise çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Analiz sonucunda 2015, 2016, 2018, 2020 ve 2021 yıllarının etkin olduğu 2017 ve 2019 yıllarının ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Etkinliğin sağlanması için girdi veya çıktı değişkenlerinde yapılması gerekenler düşüş veya artışlar Tablo 12’de belirtilmiştir. Analizin sonucunda etkin olan yıllar ve etkin olmayan yıllar incelendiğinde Girdi Odaklı BCC analizinin en uygun çıktı miktarının elde edilmesinde kamusal gelirin etkinliği analiz edilmiştir. Buna göre idarenin elde ettiği kamusal gelirlerini 2015, 2016, 2018, 2020 ve 2021 yıllarında içme suyu ve atık su arıtma işleminde kamusal gelirlerini çıktı miktarına göre etkin olarak kullandığını ancak 2017 ve 2019 yılında kamusal gelirlerin içme suyu ve atık su arıtımında etkin kullanmadığı sonucu çıkarılabilmektedir. 2019 yılında yeni yönetimin 2019 Mart yerel seçimleri sonrasında mevcut yatırımlar devam ederek yeni yatırımlar için ar-ge çalışmaları gerçekleştirdiğinden 2019 yılı bütün analizlerde etkinliği sağlayamamıştır. Ancak 2019 yılından itibaren arıtılan içme suyu ve atık su miktarında tam etkinlik sağlandığı görülmektedir. Yapılan analiz sonucuna göre 2017 ve 2019 yıllarında yönetsel politikalar ve idarenin kaynak tahsisinde gerçekleşen icraatlarının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.

Tablo 13’te ise Çıktı ve Girdi odaklı BCC analizi etkinlik skorları belirtilmiştir.

**Tablo 13. Çıktı ve Girdi Odaklı BCC Analizi Etkinlik Skorları**

KVB	Çıktı Odaklı BCC Kamusal Gelirler ile Yeni Atık Su Hattı ve Yeni İçme Suyu Hattına İlişkin VZA Sonuçları	Çıktı Odaklı BCC Kamusal Gelirler ile Arıtılan Atık Su Miktarı ve Arıtılan İçme Suyu Miktarına İlişkin VZA Sonuçları	Girdi Odaklı BCC Kamusal Gelirler ile Yeni Atık Su Hattı ve Yeni İçme Suyu Hattına İlişkin VZA Sonuçları	Girdi Odaklı BCC Kamusal Gelirler ile Arıtılan Atık Su Miktarı ve Arıtılan İçme Suyu Miktarına İlişkin VZA Sonuçları
2015	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
2016	129,91%	103,21%	90,41%	100,00%
2017	100,00%	103,63%	100,00%	96,43%
2018	105,97%	100,00%	78,14%	100,00%
2019	135,78%	102,17%	65,07%	96,94%
2020	131,00%	100,00%	51,88%	100,00%
2021	113,94%	100,00%	47,41%	100,00%

## Sonuç ve Öneriler

Çalışmada kamusal gelirlerin içme suyu dağıtım ve atık su toplama merkezlerine etkisi MESKİ özelinde incelenmiştir. İdarenin 2015 ve 2021 yılları arasındaki verileri incelenerek iki farklı veri zarflama analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan iki analizin sonuçlarına göre etkin olmayan yıllar belirlenmiştir. Çıktı Odaklı ve Girdi Odaklı BCC analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizde kamusal gelirler girdi değişkeni olarak belirlenmiş olup yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı her iki modelde de çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Bir diğer analizde yine kamusal gelirler girdi değişkeni olarak seçilerek arıtılan içme suyu miktarı ve arıtılan atık su miktarı çıktı değişkenleri olarak her iki modelde analiz edilmiştir. Çıktı Odaklı BCC analizi modelinde kamusal gelirler ile yeni atık su hattı ve yeni içme suyu hattına ilişkin VZA sonuçları etkinlik katsayısı %100 eşit olan 2015 ve 2017 yılları etkin olarak tespit edilmişken diğer yıllar etkin değildir şeklinde belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda ilk olarak yeni içme suyu hattı ve yeni atık su hattı uzunlukları ile kamusal gelirler analiz edilmiştir. Analiz sonucunda 2015 ve 2017 yıllarının seçilen değişkenlere göre etkin, diğer karar verme birimlerinin ise etkin olmadığı anlaşılmıştır. 2015 yılında etkinliğin sağlanmasında en önemli etkenin 2015 yılında diğer yıllara göre en yüksek atık su hattının döşenmesi gösterilebilir. Yani idarenin 2015 yılında sağlamış olduğu kamusal gelirlerin atık su hattı döşenmesinde en etkin olarak kullandığı yıl 2015 yılı olarak belirlenmiştir. Bunun en büyük nedeninin 6360

Sayılı Büyükşehir Yasasının devreye girmesi ile idarenin görev alanındaki artışın neden olduğu düşünölmektedir. Etkin olan bir diğer KVB'nin 2017 yılı olduğu görölmekte olup 2017 yılında yeni içme suyu hattı diğer yıllara göre en yüksek gerçekleşen yıl olarak tespit edilmiştir. İdare 2017 yılında en yüksek içme suyu hattı döşemesini gerçekleştirmiş ve kamusal gelirleri etkin kullanarak içme suyu hattı yatırımlarını arttırmıştır. Bunun önemli nedenlerinden biri artan nüfus oranı ve yerleşim yerlerinin artışı olarak düşünölmektedir. İdare 2017 yılında içme suyu dağıtım hizmetlerini gerçekleştiren kamusal gelirlere göre etkin kullanmış olup asli görevlerinden olan içme suyu dağıtım hizmetini ifa etmiştir. Çıktı Odaklı BCC modelinde ikinci analiz olarak kamusal gelirler girdi değişkeni, artırılan içme suyu ve atık su miktarı ise çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Analiz sonucunda 2015, 2018, 2020 ve 2021 yıllarının etkin olduğu 2016, 2017 ve 2019 yıllarının ise etkin olmadığı tespit edilmiştir. Analizin sonucunda etkin olan yıllar ve etkin olmayan yıllar incelendiğinde girdi ve çıktı değişkenlerinin sürekli artarak ilerleyen bir seyir halinde olduğu sadece 2016 yılında artırılan atık su miktarında ilk ve son defa gerçekleşen düşüş tespit edilmiştir. İdare elde ettiği kamusal gelirlerini 2015, 2018, 2020 ve 2021 yıllarında içme suyu ve atık su arıtma işleminde etkin olarak kullandığı ancak 2016, 2017 ve 2019 yılında kamusal gelirlerin içme suyu ve atık su arıtımında etkin kullanılmadığı sonucu çıkabilmektedir. Bunun nedeni olarak idarenin kaynaklarını diğer asli görevlere transferi olarak düşünölmektedir. Ayrıca 2019 yılında yerel seçimlerin gerçekleştiği ve yönetsel politikalarda değişimleri meydana getirmiştir. Örneğin 2017 yılında kamusal gelirlerin büyük çoğunluğu içme suyu ve atık su hattı döşemede kullanılmıştır. İdare elde edilen kamusal geliri ile asli görevi olan sağlıklı içilebilir suyun temini ve çevre sağlığının korunması görevini gerçekleştirecek kamu hizmetinin devamlılığını sağlamıştır.

Çalışmada Girdi Odaklı BCC analizinde ise en uygun çıktı miktarının elde edilmesinde kamusal gelirin etkinliği analiz edilmiştir. Çıktı Odaklı BCC analizinde de olduğu gibi Girdi Odaklı BCC analizinde de 2015 ve 2017 yıllarının etkin olduğu tespit edilmiştir. 2015 ve 2017 yıllarında gerçekleşen kamusal gelirler ile en uygun çıktı miktarı gerçekleştirmiş olup 6360 Sayılı Büyükşehir Kanunu'nun etkilerinin 2015 yılında idare tarafından yeni içme suyunu arttırdığı anlaşılmıştır. 2017 yılının etkinliğinin en önemli sonucu Çıktı Odaklı BCC analizinde olduğu gibi yeni atık su hattının artan nüfusla diğer yıllara göre daha fazla döşendiği anlaşılmıştır. İdare 2017 yılında yönetsel politikaları ile yeni atık su hattı döşemesine verdiği önem ile 2017 yılının etkin olmasını sağlamıştır. Etkin olmayan yıllar incelendiğinde 2016, 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarında yeni içme suyu hatlarında diğer yıllara göre daha az yeni hat döşemesi gerçekleşmiş olup belirtilen yıllarda daha fazla atık su hattı döşemesi gerçekleştirilmiştir. Kamusal gelirlerin etkin kullanılmasında kıstas aldığımız çıktı değişkenlerine ait verilerin idarenin bu gelirleri harcamasında tek harcama kalemi olmadığı sonucu göz önüne alındığında idare teknoloji ile bütünleşmiş sistemler kurmaya daha fazla gelir harcamıştır. Yenilikçi politikaların uygulanmasında ve mevcut hatların yenilenecek SCADA sistemleri kurulmasına gelirler harcanmıştır. Yeni hatların yanı sıra mevcut hatlarda oluşan arızalar ve yenileme çalışmaları idarenin maliyetlerini artırarak gelirlerin bu harcama kalemlerine aktarılmasına neden olmaktadır. Ayrıca hizmet ve mal alımları kaleminde enflasyon sonucunda gerçekleşen yüksek artışlar idarenin yatırımlarını önemli ölçüde duraklamaya itmiştir. Girdi odaklı ikinci analiz olarak kamusal gelirler girdi değişkeni, artırılan içme suyu ve atık su miktarı ise çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Analiz sonucunda 2015, 2016, 2018, 2020 ve 2021 yıllarının etkin olduğu 2017 ve 2019 yıllarının ise etkin olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan etkinlik analizlerinde 2019 ve 2021 yılları arasında merkezi yönetimin enflasyonist politikaları, Covid-19 salgını gibi etkenlere rağmen idare hizmetlerin devamlılığını sağlamıştır. Ayrıca 2019 ve 2021 yıllarında hizmet arz ve talep dengesi gözetildiğinde yeni içme suyu hattının yeni atık su hattına göre daha az gerçekleşmesi içme suyuna ulaşılabilen yerleşkenin coğrafı konum gereği çok az da olsa dağlık kesimlerde yayla olarak kullanılan yerlerde dağlık yerleşimlerde göröldüğu anlaşılmıştır. İçme suyuna tüketicinin daha rahat ulaşabildiği ancak atık su toplama hizmetlerinin daha fazla talep edildiği görölmektedir. Bunun en büyük nedeni atık su hizmetlerinin günümüz şartlarına uygun hale getirilerek çevre kirliliği oluşturulmasını önlemeye yönelik politikaların benimsenmesidir. Ayrıca Mersin'in Akdeniz kıyısında olması ve turizmin kente önemli bir katkı sağlaması artırılmış atık suyun deşarjını zorunlu kılmaktadır. Sahil kesiminde yerleşim yerlerinin artması ve özellikle yaz aylarında nüfusun çoğalması atık su yatırımlarını zorunlu kılmaktadır. Toros dağlarının iklim değişikliği ile daha az yağış alması sonucunda içme suyu kaynaklarında azalma görölmektedir. Ayrıca nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin neden olduğu iklim değişikliği ve artan su talebi nedeniyle su kaynakları řu anda baskı altındadır. Bu nedenle, sürdürülebilir su yönetimi daha da önemli hale geliyor. Bu konuda acil eylem planları oluşturularak uygulamaya konulması gerekmektedir. Nitekim içinde bulunduğumuz yüzyılda karşı karşıya olduğumuz küresel iklim krizi, belirli konularda harekete geçmeyi gerektirmektedir. Bu eylemlerin gerçekleşmesi için



belirlenen temalardan biri de temiz su ve sanitasyondur. Bu eylemler kapsamında atıksu arıtma tesisleri, kentsel ve endüstriyel suların kullanıldıktan sonra doğaya zarar vermeden arıtılması, uzaklaştırılması ve yeniden kullanılmasında stratejik öneme sahiptir. Sanayileşme ve evsel kirleticilerin artması atıksu arıtma tesislerinin, atıksu arıtma tesislerinin artması ise faaliyetlerinin etkin bir şekilde değerlendirilmesi ve yönetilmesi ile ilgili sorunları beraberinde getirmiştir.

Çalışmanın amaçlarından olan Su ve Kanalizasyon İdarelerinin gerçekleştirmiş olduğu hizmet ve görevlerinin lojistik faaliyetler (Tedarik Zinciri Yönetimi, İleri ve Tersine Lojistik Faaliyetler) ile gerçekleştirildiğini kanıtlamak olmuştur. Bu nedenle idarenin gerçekleştirmiş olduğu hizmetin bir lojistik faaliyet olarak, kamu kurumları tarafından gerçekleştirilen lojistik faaliyetlerinin en önemli örneklerinden biri olduğu söylenebilmektedir. Diğer bir tespit ise idare tarafından gerçekleşen hizmet kamusal gelirlerin kullanılarak içme suyu tedariki ve atık su toplama görevini gerçekleştirmesinde hizmet alanının genişlemesi ile hizmet kalitesini arttırdığı, artan nüfusa karşılık gerçekleşen hizmetin de arttığı anlaşılmıştır. Daha önce köylerde İl Özel İdaresi tarafından gerçekleştirilen içme suyu dağıtım hizmetinin idareye devredilmesi ile maliyetler ve kamusal gelirlerde artış olduğu görülmüştür. İdare kurumsal organizasyonu gereğince daha önce İl Özel İdaresi görev alanında olan yerleşim yerlerine kamusal hizmet götürmüş olup yenilikçi anlayışı esas alarak daha önce köy olan ve 6360 Sayılı Büyükşehir Yasası ile mahalle haline gelen yerleşim yerlerinde hizmet artışını gerçekleştirmiştir. 2019 yılından itibaren kamusal gelirlerdeki artış ile idarenin yatırımlarını arttırdığı ve dağıtım olumlu yönde etki ettiği anlaşılmıştır. İçme suyu dağıtım lojistiğinin gerçekleştirilmesinde idarenin kamusal gelirlerindeki artışın dağıtım pozitif etkisi 2019 yılından itibaren yönetsel davranışların değişmesi ile kamu gelirleri arttıkça dağıtımın da arttığı anlaşılmıştır.

6360 Sayılı 14 İlde Büyükşehir Kurulması İle Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanunun yürürlüğe girmesi ile MESKİ hizmet sınırları gelişmiş ve ilçe belediyeleri ile il özel idarenin yönetiminde olan altyapı, kaynak, tesisler idareye devredilmiştir. İdarenin devraldığı altyapı ve tesislerin yetersizliği idarenin gelirlerinde yatırım ve yenileme maliyetlerini arttırmıştır. İdare gelirleri içerisinde merkezi idare vergi gelirlerinden alınan paylar ve vergi, harç gelirlerinden alınan payların arttırılması gerekmektedir. Merkezi yönetimden yatırımlar için alınan proje yardımları arttırılmalı ve idarenin bakım onarım maliyetleri düşürülmelidir. İdarenin sunmuş olduğu hizmetin lojistik açıdan önemi geliştirilmeli ve hizmet devamlılığı sağlanmalıdır. Atık su arıtma tesisleri ile ilgili olan yatırımların arttırılarak çevreye arıtılmış atık su salınımı yapılması doğal kaynakların korunmasında etkili olacaktır. İdarenin hizmet kalitesi ve devamlılığını sağlaması adına yatırımların merkezi idareden alınan yardımlarla arttırılması gerekmektedir. Merkezden alınan proje yardımlarının artması borçlanmayı engelleyecek olup idarenin borçlanmasının önüne geçecektir. Teknik altyapının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle idare hizmetlerinde mevcut altyapıda oluşan arızaların maliyetleri yüksektir. Maliyet azaltıcı kalıcı çözümler üretilmesi mevcut gelirlerin yeni yatırımlara ve su bedellerinde vatandaşın katıldığı ücretlerin düşmesine neden olacaktır. İçme suyu dağıtımının ve atık su toplamanın lojistik ve insan sağlığı açısından önemi mevcut personele ve vatandaşlara anlatılmalıdır. Mersin Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı kamu tüzel kişilikli resmi bir kuruluş olan MESKİ stratejik planlarını hazırlayarak hizmetini sürdürmeye devam etmektedir. İdare gelirlerinin içme suyu dağıtımına pozitif katkıları mevcuttur. Bu nedenle idarenin hizmet kalitesini arttırmak için gelirlerinin arttırılması gerekmektedir. Türkiye coğrafi konumu gereği tatlı su kaynakları bakımından yeterli öz kaynaklara sahip değildir. İçme suyu ve endüstriyel su kaynaklarının korunması için gerçekleşen ve öngörülen çalışmalar ivedilikle arttırılmalı ve mevcut kaynakların tasarruflu kullanılması sağlanmalıdır. İçme suyunun ülkemizde sanayileşme ile kirletilmesinin önüne geçilmelidir. Kirlilik Önlem Payı bedelleri arttırılarak su kirliliğinin önüne geçilmesi gerekmektedir. Büyükşehir Belediyeleri bünyesinde mevcut olan idarelerin, atık su olarak adlandırılan kullanılmış suları arıtarak doğaya bırakmalı ve tesislerin işlevselliği arttırılmalıdır. Akarsu ve derelerle denizlere bırakılan atık suların canlı yaşamını tehdit etmesinin önüne geçilmelidir. İdarelerin yatırım programlarında atık su arıtma tesislerinin ön plana alınması doğal yaşamın korunmasında ve halk sağlığının sağlanmasında önemlilik arz etmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler yıllık bazda kısıtlı olduğundan, girdi ve çıktı değişkeni olarak birçok değişken kullanılabilecekken içme ve atık su lojistiğinde girdi değişkeni olarak sadece toplam kamusal gelirler ele alınmıştır. İçme ve atık su lojistiğinde etkili olabilecek farklı girdi değişkenlerinde (teşvik politikaları, personel sayısı, kullanılan elektrik enerjisi, tesis kurulu alan, işletme maliyetleri, nüfus, yerleşim yerinin konumu ve büyüklüğü vb.) bulunmakta olup sonraki çalışmalarda karar verme birimi sayısına uygun olarak bu değişkenlerinde analizde kullanılması halinde idarenin hangi yıllarda hangi girdiler ile hangi çıktıları etkin sağlayıp sağlamadığı da ele alınabilir.

## Etik Beyan

“Veri Zarflama Analizi ile Kamusal Gelirlerin İçme Suyu ve Atık Su Toplama Merkezlerinde Dağıtım Etkisinin İncelenmesi: MESKİ Örneği” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

## Çatışma Beyanı

Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

## Not

Bu çalışma, Hüseyin KUTBAY’ın danışmanlığında KMÜ SBE Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi ABD’de 2023 yılında yapılan “Kamusal Gelirlerin İçme Suyu ve Atık Su Toplama Merkezlerinde Dağıtım Etkisi: MESKİ Örneği” adlı yüksek lisans tezi gözden geçirilerek hazırlanmıştır.

## Kaynakça

- Ablanedo-Rosas, J.H., Campanur, A.G., Olivares-Benitez, E., Sánchez-García, J.Y. & Nuñez-Ríos, J.E. (2020). Operational efficiency of mexican water utilities: Results of a double-bootstrap data envelopment analysis. *Water*, 12(553). doi:10.3390/w12020553.
- Aksaç, S. (2022). *Efficiency evaluation of the wastewater treatment plants through interval data envelopment analysis* (Master's thesis). Galatasaray University, Graduate School of Science and Engineering of Galatasaray University, İstanbul.
- Amoatey, P. & Bani, R. (2011). Wastewater management. *Waste Water - Evaluation and Management*, 20, 379-398.
- Amuda, O.S. & Ibrahim, A.O. (2006). Industrial waste water system using natural material as adsorbent. *Africa Journal of Biotech*, 16, 1487-1487.
- Angelakis, A. N., Asano, T., Bahri, A., Jimenez, B. E. & Tchobanoglous, G. (2018). Water reuse: From ancient to modern times and the future. *Frontiers in Environmental Science*, 6 (26), 1-17.
- Antalová, V., Slučiaková, S. & Haluš, M. (2018). Estimating environmental benefits of wastewater treatment in Slovakia. *Economic Analysis*, 3.
- Bayhan, M. ve Görücü, M. (2020). Bir sağlık işletmesinin atık yönetiminde tersine lojistik süreçleri. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 412-430.
- Behdioğlu, S., Özcan, G. (2009). Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 304.
- Benito, B. A-M. (2019). The efficiency of public services in small municipalities: The case of drinking water supply. *Cities*, 93, 95–103.
- Bousofiane, A., Dyson, R. & Rhodes, E. (1991). Applied DEA. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 1-15.
- Çancı, M. ve Erdal, M. (2009). *Lojistik yönetimi* (3.Baskı). İstanbul: Utikad Yayınları.
- Çeber, K., Aslan, G., Otağ, F., Delialioğlu, N., Öztürk, C., Babür, C. ve Emekdaş, G. (2005). Mersin ilinde içme suyu, kullanma suyu, atık su ve deniz sularında cryptosporidium spp. ookistlerinin araştırılması. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 29(4), 224-228.
- Çiçekalan, B. (2019). *Efficiency assessment of water and sewerage administrations in Turkey: A data envelopment analysis (dea) approach* (Master's thesis). İstanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology, İstanbul.
- De Witte, K. & Marques, RC (2010). Su sektöründe uluslararası bir kıyaslama çalışması olan performans teşviklerinin tasarlanması. *Orta Avrupa Yöneylem Araştırması Dergisi*, 18 (2), 189-220.
- Demir, Ö., Yıldız, M., Sercan, Ü. ve Arzum, C. Ş. (2017). Atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(2), 1-14.
- Dinka, M. O. (2018). Water challenges of an urbanizing world. İçinde M. Glavan (Edt.), *Safe drinking water: Concepts, benefits, principles and standards* (ss. 163-182). London: IntechOpen.
- Dyson, R., Allen, R., Camanho, A., Podinovski, V., Sarrico, C. & Shale, E. (2001). Pitfalls and protocols in dea. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- Erkorol, G. (2009). *Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü ve sektörel bir uygulama* (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Fathi, B. & Ohadi, N. (2021). Evaluating the efficiency of water and wastewater companies under uncertainty by using interval fuzzy data envelopment approach (case study: markazi province). *Journal of Water and Wastewater*, 32(3), 82-93.
- Findık, R. ve Çağatay, H. (2018). Çelikhan (Adıyaman) ilçesi kanalizasyon şebekesinde kullanılan beton ve koruge boruların hidrolik ve maliyet açısından değerlendirilmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 35(2), 105-116.

- Golany, B.A. & Roll, Y. (1989). An application procedure for data envelopment analysis. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Gökkür, S. ve Çelik, Z. (2016). Meyve ve sebze ürünlerinde küresel değer zinciri. *Meyve Bilimi*, 1, 50-55.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1994). *Water pollution, environmental health basic resources series*. Ankara: T.C Ministry of Health Public – Health Project Coordinator.
- Jenkins, A. (2021). A guide to reverse logistics: how it works, types and strategies. Erişim adresi: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/reverse-logistics.shtml> (03.01.2023).
- Karahan, M. ve Akdağ, R. (2014). Veri zarflama analiziyle hizmet etkinliği ölçümü: Diyarbakır DİSKİ örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31.1), 179-187.
- Kılıç, Z. (2020). The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*, 4(5), 239–241.
- Klobucista, C. & Robinson, K. (2022). Water stress: A global problem that's getting worse. Erişim adresi: <https://www.cfr.org/backgrounder/water-stress-global-problem-thats-getting-worse> (01.12.2022).
- Kukul, Y.S., Çalışkan, A.D.U. ve Anaç, S. (2007). Artırılmış atık suların tarımda kullanılması ve insan sağlığı yönünden riskler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3), 101-116.
- Lombardi, G.V., Stefani, G., Paci, A., Becagli, C., Miliacca, M., Gastaldi, M.,...Almeida, C.M.V.B. (2019). The sustainability of the Italian water sector: An empirical analysis by dea. *Journal of Cleaner Production*, 227, 1035-1043.
- MassDEP (2018). Water main flushing faq for consumers. Erişim adresi: <https://www.mass.gov/doc/water-main-flushing-fact-sheet-faq-for-consumers-0/download> (01.12.2022).
- Mazman Akar, S. G. (2019). Does it matter being innovative: Teachers' technology acceptance. *Education and Information Technologies*, 24(6), 3415-3432.
- Nas, J., Kleinnibelink, G., Hannink, G., Navarese, E. P., Van Royen, N., De Boer, M. J.,...Brouwer, M. A. (2020). Diagnostic performance of the basic and advanced life support termination of resuscitation rules: A systematic review and diagnostic meta-analysis. *Resuscitation*, 148, 3-13.
- Ofoefule, A.U., Uzodinma, E.O. & Ibeto, C.N. (2011). Waste water: Treatment options and its associated benefits. *Waste Water - Evaluation and Management*, 22, 431-446.
- Okursoy, A. ve Tezsürücü, D. (2014). Veri zarflama analizi ile göreceli etkinliklerin karşılaştırılması: Türkiye'deki illerin kültürel göstergelerine ilişkin bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi*, 21(2), 1-18.
- Oluklulu, S. (2017). *Kentsel atık su yönetimi: Türkiye'de büyükşehir belediyelerinde kamusal mal ve hizmet olarak atık su arıtma tesislerinin etkinliğine dair bir inceleme* (Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Orhan, E. ve Ataseven, Y. (2009). Türkiye'de içme suyu havza alanlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirliliği önleme ile ilgili yasal düzenlemeler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 161-169.
- Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D. Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E.,...Nandagopal, S. (2004). Water resources: Agricultural and environmental issues. *BioScience*, 54(10), 909-918.
- Puyol, D., Batstone, D.J., Hülsen, T., Astals, S., Peces, M. ve Krömer, J.O. (2017). Resource recovery from wastewater by biological technologies: Opportunities, challenges, and prospects. *Frontiers in Microbiology*, 7(2106), 1-23.
- Rahman, H. ve Akter, R. (2020). Importance of safe drinking water for human life, *IJRPEES*, 1(1), 1-5.
- Ren, H., Yuan, N. & Hu, H. (2019). Çin kırsalında konut kalitesi ve belirleyicileri: Yapısal bir eşitlik modeli analizi. *Konut ve Yapılı Çevre Dergisi*, 34, 313-329.
- Sherman, H. D. (1984). Hospital efficiency measurement and evaluation: Empirical-test of a new technique. *Medical Care*, 22, 922-938.
- Suez Group (2022). Water Distribution. Erişim adresi: <https://www.suez.com/en/water/drinking-water-distribution> (01.12.2022).
- Thanassoulis, E. (2000). DEA and its use in the regulation of water companies. *European Journal of Operational Research*, 127(1), 1-13.
- The National Research Council (2006). *Drinking water distribution systems: Assessing and reducing risks*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Tsaridou, C. & Karabelas, A. J. (2021). Drinking water standards and their implementation-a critical assessment. *Water*, 13(20), 2918.
- Van der Hoeka, J.P., De Fooij, H. & Struiker, A. (2016). Wastewater as a resource: Strategies to recover resources from amsterdam's wastewater. *Resources, Conservation and Recycling*, 113, 53-64.
- 5393 Sayılı Belediye Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5393.pdf> (25.11.2022).
- MESKİ (2015-2021). <https://www.meski.gov.tr/pages/MevzuatBelge.xhtml?mevzuatBelgeId=2> (25.11.2022).
- MESKİ (2015-2021). <https://www.meski.gov.tr/pages/MevzuatBelge.xhtml?mevzuatBelgeId=6> (25.11.2022).

## EXTENDED ABSTRACT

The realization of water supply and distribution is an example of logistics distribution. Drinking water is of great importance for the existence of living things. The costs of procuring potable water and delivering it to the user via distribution lines and the existence of a large organization in the realization of the related logistics service ensure the error-free and sustainability of the supply chain management. When the services provided by local governments in drinking water distribution and wastewater collection are

examined in terms of logistics, organizational management is important in the provision of the service. It is necessary to establish distribution of drinking and utility water from underground and surface water resources to the end user. The high investment costs in establishing distribution in drinking water management must be sufficient to ensure the continuity of the revenues. The importance of municipalities in the realization and execution of services is high. According to the Municipal Law No. 5393, water and sewerage services are the municipality duties. The logistical importance of this service provided by local governments is very high. Water and wastewater companies play a vital role in society as they are providers of drinking water. Therefore, measuring the efficiency of these companies is an action that can help to distribute water among customers. Various studies using DEA to measure the efficiency of water management have been found in the literature, some of which are listed below in chronological order. Oluklulu (2017), the efficiency of urban wastewater management of metropolitan municipalities, the input variables of 16 wastewater treatment plants connected to the units serving with the İSKİ model in 2013 (personnel expenses, laboratory + maintenance, and repair + chemical expenses, facility installed area, electrical energy used) and output variables (the population served by the wastewater treatment plant and the amount of treated water) with data envelopment analysis. As a result of the study, decreasing returns to scale were determined in 9 of the wastewater treatment plants. Cicekalan (2019) conducted analyses of water and wastewater by measuring the efficiency of water and sewerage administrations in Turkey. The authors used output-oriented DEA to evaluate the performance of Water and Sewerage Administrations in Turkey by using three categories, organizational, drinking water, and wastewater services, and the efficiency scores of the administrations were calculated and compared according to the CCR and BCC model in the study. According to the results of the CCR and BCC model, while any administration was found to be 100% efficient in terms of evaluated institutional inputs and outputs, 42% of the administrations were found to be fully efficient in the drinking water services category according to the BCC efficiency score, while a 28% decrease was determined in the wastewater services category. The CCR model results showed that 17% and 18% of the administrations were fully efficient in the drinking water services and wastewater services categories, respectively. We found out that any administration has the most efficient scale size and fully efficient administration in terms of the institutional category as all CCR, BCC, and SE scores are equal to 1. During the study, we examined the effect of public revenues on drinking water distribution and wastewater collection centers specifically for MESKI. By analyzing the data of the administration between 2015 and 2021, two different data envelopment analyses were carried out. According to the results of the two analyses the authors determined ineffective years and performed Output Oriented and Input Oriented BCC analyses. In the analysis, public revenues were determined as the input variable, and the new drinking water line and the new wastewater line were selected as the output variable in both models. In another analysis, public revenues were chosen as the input variable, and the amount of treated drinking water and the amount of treated wastewater were analyzed in both models as output variables. As a result of the output-oriented analysis, the new drinking water line and new wastewater line lengths and public revenues were analyzed. As a result of the analysis 2015 and 2017 were effective according to the selected variables, while other decision-making units were ineffective. In the second output-oriented analysis, public revenues were chosen as the input variable, and the amount of treated drinking water and wastewater was chosen as the output variable. As a result of the analysis, the authors determined that the years 2015, 2018, 2020, and 2021 were effective, while the 2016, 2017 and 2019 were not. As a result of the input-oriented analysis, first of all, the new drinking water line and new wastewater line lengths and public revenues were analyzed. As a result of the analysis, it was understood that the other effective decision-making units in 2015 and 2017 were not effective according to the selected variables. In the second analysis, public revenues were chosen as the input variable, and the amount of treated drinking water and wastewater was chosen as the output variable. As a result of the analysis we may conclude that the years 2015, 2016, 2018, 2020, and 2021 were effective, while the years 2017 and 2019 were not.