

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKARSULARDA SU KALİTESİ GÖZLEM AĞI
OPTİMİZASYONU



Sezer Dilek YİĞİT

Mart, 2019
İZMİR

AKARSULARDA SU KALİTESİ GÖZLEM AĞI OPTİMİZASYONU

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik, Hidroloji ve Su Kaynakları

Anabilim Dalı

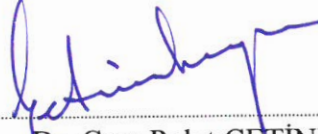
Sezer Dilek YİĞİT

Mart, 2019

İZMİR

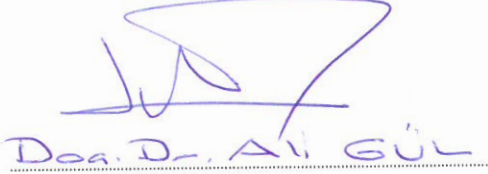
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SEZER DİLEK YİĞİT, tarafından **DOÇ. DR. CEM POLAT ÇETİNKAYA** yönetiminde hazırlanan “**AKARSULARDA SU KALİTESİ GÖZLEM AĞI OPTİMİZASYONU**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



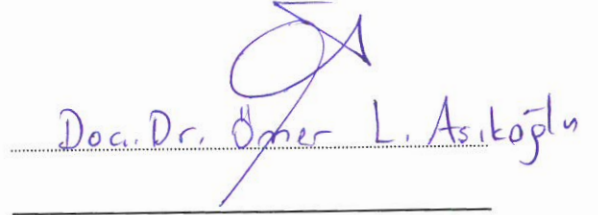
Doç. Dr. Cem Polat ÇETİNKAYA

Danışman



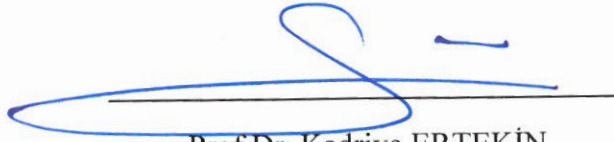
Doç. Dr. Ali GÜL

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Ömer L. Asıkoğlu

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında büyük emeği olan, engin bilgi ve tecrübelerinden daima yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel şekillendiren, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman anlayışlı olan tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Cem Polat ÇETİNKAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca bana hidrolik ve su kaynaklarını çok sevdiren, daima örnek aldığım, Hocalarım Prof. Dr. H. Nilgün HARMANCIOĞLU, Prof. Dr. Ertuğrul BENZEDEN, Doç. Dr. Gülay ONUŞLUEL GÜL, Doç. Dr. Ali GÜL, Doç. Dr. Mustafa DOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni dünyaya getiren, yetiştiren ve her zaman yanımda olan en büyük desteğim annem Süheyla YİĞİT'e, hayatımın, lisans ve yüksek lisans çalışmalarımın en büyük manevi desteği ve sonsuza kadar yanımda olacak çok sevgili babam Musa YİĞİT'e, hayatım boyunca yardımlarını esirgemeyen çok değerli meslektaşım ve dayım İnş. Müh. A. Yalçın KINIK'a ve hayat arkadaşım Elk. Elekt. Müh. Çağlar TEZEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca hep yanımda olan arkadaşım Araş. Gör. Mert Can GÜNAÇTI'ya, tüm arkadaşlarıma ve manevi destek sağlayan en yakın arkadaşım İpek AKAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Sezer Dilek YİĞİT

AKARSULARDA SU KALİTESİ GÖZLEM AĞI OPTİMİZASYONU

ÖZ

Su kalitesi gözlem ağlarının tasarımı ve mevcut ağların iyileştirilmesi problemi günümüzde çözümünün araştırılması devam eden bir problemdir. Gözlemlerin belirli nedenlerle sürekli olmaması, ölçüm sıklığının yeterli olmayışı ve gözlem konumlarının seçiminde mikrolokasyon probleminin çözülmemiş olması gibi sebeplerden dolayı konu ile ilgili araştırmalar sürdürülmektedir. Ayrıca, ortaya konulan yöntemlerin büyük çoğunluğu sadece yapılan gözlemler sonucu ortaya konan verilerin taşıdığı bilgi değerine yoğunlaşmakta, istasyon ulaşılabilirliği, gözlem sıklıkları, süreklilik, teknolojik altyapı gibi istasyonların öz nitelikleri olan unsurları göz önüne almamakta ya da çok az miktarını değerlendirmektedir. Verilerin az olduğu, yeni kurulmuş ya da işletilmesinde sorunlar olan gözlem ağlarının belirlenen amaçlara ne kadar hizmet ettiğini değerlendiren yöntemler de tam anlamıyla geliştirilememiştir. Literatürde bulunan çalışmalar, amaçların önem sıralarını belirlemek için yanlı kararlara bağlı ağırlık katsayılarına dayanmaktadır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının amacı, gözlem ağlarının tasarımında belirlenen hedeflere ne kadar hizmet ettiğini değerlendiren bir yöntem geliştirmeye yönelik olup, ağın gerekli görüldüğü takdirde yeniden tasarımı için bir karar destek aracı oluşturabilmektir. Ayrıca çalışmada geliştirilen “Referans Noktası Yöntemi” ağırlık katsayısı tayin etmek zorunluluğu olmadan mevcut ağın performansını değerlendirmeye yönelik sıralama yapabilmektedir.

Çalışmada 1985-2000 yılları arasında gözlemlenen verilere dayanarak Gediz Havzası’ndaki mevcut su kalitesi gözlem ağının performansını değerlendirilmiş, gözlenen kalite değişkenleri temsil ettikleri kirlilik çeşitlerine göre gruplara ayrılmış, gruplar içerisinde parametrelerin birbirleri ve diğer gruplarla olan ilişkileriyle bulundukları grubu temsil etme durumları incelenmiştir. Gözlem ağının amaçları irdelenmiş, hangi istasyon özelliklerinin bu amaçlara hizmet ettiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Referans Noktası Yöntemi ile belirli amaçlara göre ağda yer alan

istasyon performansları sıralanıp sonuçlar değerdendirilmiş ve literatürde aynı verilerle uygulanan diğdr yöntemlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gediz Havzası, gözlem ağı, gözlem istasyonları, Referans Noktası Yöntemi, su kalitesi



OPTIMIZATION OF WATER QUALITY MONITORING NETWORKS ON RIVERS

ABSTRACT

The design of water quality monitoring networks and the improvement of existing networks is an ongoing problem to be resolved today. In particular, research is still underway on the grounds that observations are not continuous due to certain reasons, the frequency of measurement is not sufficient and the problem of micro location is not solved in the selection of observation locations. Moreover, a great majority of the presented methods focus only on the information value carried by the presented data, but do not take into account the elements of the stations themselves, such as station availability, frequency of observations, continuity, technological infrastructure or evaluate very little. Methods that assess the efficiency of newly established monitoring networks with low data, or operational performance of established ones serving specified purposes, have not been fully developed yet. Furthermore, most of the methods in the literature are relying on weight coefficients based on biased decisions of designers and the decisions given for improvement of the network are therefore based on subjective judgements.

The aim of this thesis study is to develop a method for the assessment of network performance regarding the monitoring objectives specified, and to create a methodological basis for the re-design if it is deemed to be necessary. In addition, the "Reference Point Method" developed in the study can be used to rank the performance of the existing stations for evaluation with the asset of not having the obligation of assignment of weighting coefficients for network's monitoring objectives.

Based on the water quality data observed between 1985-2000 in Gediz Basin, the performance of the existing network is evaluated, the quality parameters are divided into different groups according to the types of pollution, and the relations of the parameters with each other and relations with the other groups are investigated. The

data collection period of each station, the frequency, the total number of observations for each quality variable, and the station variables of the quality variables are considered. Observation data, meta data and station specific characteristics are calculated for each station separately. With these calculations, the purpose of the observation network was investigated and it is determined which station characteristics serve these purposes. Reference Point Method is used to rank station performances in the network according to these specific purposes and results are evaluated with the comparison of other results obtained in previous studies.

Keywords: Gediz Basin, observation network, observation stations, Reference Point Method, water quality

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xi
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı	7
BÖLÜM İKİ – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	9
2.1 Literatürde Gözlem Ağı Optimizasyonu Çalışmaları..	9
BÖLÜM ÜÇ – YÖNTEM.....	17
3.1 Genel	17
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Mevcut Gözlem Ağı Daraltma ve Optimizasyon Yöntemleri	17
3.2.1.1 Sanders Yöntemi	17
3.2.1.2 Entropi Yöntemi	19
3.2.1.3 Dinamik Programlama Yöntemi.	20
3.2.2 Referans Noktası Yöntemi.....	29
3.2.2.1 İstasyonları Temsil Eden Niteliklerin Seçimi	31
3.2.2.2 Referans Noktası Yaklaşımının Gözlem Ağı Performansının Değerlendirilmesi Problemine Uygulanması	32

**BÖLÜM DÖRT – GEDİZ HAVZASI SU KALİTESİ GÖZLEM AĞININ
REFERANS NOKTASI YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ.....38**

4.1 Gediz Havzası	38
4.2 Gediz Havzası Su Kalitesi Gözlem Ağı	41
4.3 Su Kalitesi Gözlem Verileri	42
4.4 Temel Bileşenler Analizi	52
4.5 Amaç ve Niteliklerin Belirlenmesi.....	58
4.6 Referans Noktası Yöntemi'nin Gediz Havzası Su Kalitesi Gözlem Ağı İstasyon Performans Değerlendirmelerinde Uygulanması	64
4.7 Elde Edilen Sonuçların Önceki Çalışmalarla Kıyaslanması	71
4.7.1 Sonuçların Karşılaştırılması	71
4.7.2 Sonuçların Değerlendirilmesi	74

BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....76

KAYNAKLAR81

EKLER.....92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Bir akarsu sistemi üzerinde Sanders yöntemine göre akarsu bölümlerinin numaralandırılması	18
Şekil 3.2 İstasyon seçiminde kullanılan optimizasyon algoritmasının aşamaları.....	22
Şekil 3.3 İki boyutlu bir karar alanındaki bir alternatif ile referans noktası arasındaki mesafenin ölçülmesi	36
Şekil 3.4 Gözlem istasyonunun üç boyutlu karar alanındaki performansı	37
Şekil 4.1 Gediz Havzası sınırları	40
Şekil 4.2 Çalışma kapsamında incelenen Gediz Havzası su kalitesi gözlem istasyonları	42

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1 Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağı istasyonları	41
Tablo 4.2 Kıta içi yüzeysel su kaynakları su kalitesi sınıfları	42
Tablo 4.3 Su kalitesi değişkenleri grupları	43
Tablo 4.4 QSUM1 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması.....	44
Tablo 4.5 QSUM2 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması.....	46
Tablo 4.6 QSUM3 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması.....	48
Tablo 4.7 QSUM4 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması.....	49
Tablo 4.8 QSUM1 grubu parametreleri katkı yüzdeleri.....	53
Tablo 4.9 QSUM2 grubu parametreleri katkı yüzdeleri.....	54
Tablo 4.10 QSUM1 ve QSUM2 gruplarını temsil eden gözlenmiş veriler	56
Tablo 4.11 QSUM1 ve QSUM2 gruplarını temsil eden normalize ve üniformize edilmiş veriler.....	57
Tablo 4.12 QSUM1 ve QSUM2 gruplarının temsil yüzdelerine göre düzenlenerek elde edilen veriler	58
Tablo 4.13 Su Kalitesi Modelleme amacına göre istasyon özellikleri	62
Tablo 4.14 Mevcut durum tespiti amacına göre istasyon özellikleri.....	63
Tablo 4.15 Uzun süreli değişim tespiti amacına göre istasyon özellikleri	64
Tablo 4.16 Üç amaç için öznitelik skorlarının toplamı (SCim)	66
Tablo 4.17 Tek amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları	68
Tablo 4.18 İki amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları	69
Tablo 4.19 Üç amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları.....	70
Tablo 4.20 YDABAG-100Y102 numaralı TÜBİTAK projesine göre en iyi 14 istasyon.....	72
Tablo 4.21 Referans Noktası yaklaşımı ile TÜBİTAK-YDABAG-100Y102 sayılı çalışma sonucu elde edilen istasyonlar.....	74

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

1992 yılında Dublin’de gerçekleştirilen Uluslararası Su ve Çevre Konferansı ile aynı yıl Rio De Janerio’da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda suyun kısıtlı bir ekonomik ve sosyal kaynak olduğu ve su kaynaklarının yönetiminde, sosyal ve ekonomik kalkınma ile doğal ekosistemlerin korunmasını birlikte ele alan bütünleşik havza yönetimine geçilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Entegre havza yönetimi, geleneksel su yönetimi yaklaşımlarından farklı olarak suyun miktarı ve kalitesini birlikte ele alan; havzadaki sosyal, ekonomik ve ekolojik hedefleri sürdürülebilirlik ilkesi temelinde uzun vadeli bir planlama çerçevesinde tanımlayan yeni bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım kapsamında, havzadaki her türlü faaliyetin, suyun niteliği ve niceliği üzerindeki, dolayısıyla gelecekteki kullanımına olan etkisi, karar destek sistemi araçlarının kullanımıyla analiz edilmektedir. Birleşmiş Milletler’in “Ortak Geleceğimiz” adıyla yayınlandığı 1987 tarihli Çevre ve Kalkınma Raporu (Brundtland Raporu) nda, su kaynakları üzerindeki bu ciddi baskılar dikkate alınarak sürdürülebilir kalkınma kavramı ortaya konulmuştur (Bilen, 2009). Rio Konferansı’na bir hazırlık çalışması olarak hizmet etmiş Uluslararası Su ve Çevre Konferansı (Dublin, 1992)’nda dört yol gösterici ilkeye bağlı olarak yerel, ulusal ve uluslararası seviyelerde tavsiyeler sunulmuştur (Rahaman ve diğer., 2004).

İkinci Dünya Su Forumu & Bakanlar Konferansı (Hague, 2000)’nda su krizleri ve gelecekte yeterli miktarda temiz suya erişimin sağlanması için atılması gereken adımlar üzerine tartışmalar yapılmıştır. Suyun özelleştirilmesi konusuna özellikle dikkat çekilmiştir (Rahaman ve diğer., 2004).

Johannesburg Zirvesi için bir hazırlık çalışması olan ve Bonn’da düzenlenen “The International Conference on Freshwater”da (2001) suyun, sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı olduğu vurgusu yapılmıştır. Gündem 21’de su ve sürdürülebilir kalkınma ile

ilişkili kalkınma ilkeleri, politikaları ve zorlukları tanımlanmıştır (Rahaman ve diğer., 2004).

Johannesburg Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde (WSSD, 2002), sürekli artan gıda, su, barınma, enerji, sağlık hizmetleri, ekonomik güvenlik talebi ve artan nüfusla birlikte doğal kaynakların korunması ve insanların yaşam koşullarının geliştirilmesi konusunda karşılaşılan zorluklara dikkat çekilmiştir. Zirve, Rio ilkelerini ve Gündem 21'in tamamıyla uygulanması hususunu yinelemiştir (Çavuş, 2014).

Kyoto'da düzenlenen Üçüncü Dünya Su Forumu'nda (2003) su ve iklim, su temini, temiz çevre, sağlığa uygunluk ve suların kirlenmesi, doğa ve çevre, tarım, gıda ve su, su altyapısının finansmanı, kamu ve özel sektör ortaklığı, dünya su kaynaklarının tespit edilmesi gibi konular tartışılmıştır. Meksiko'da yapılan Dördüncü Dünya Su Forumu'nda (2006) kalkınma için su, Entegre Su Kaynakları Yönetimi'nin uygulanması, herkes için su temini ve sağlıklı ortam yaratılması, gıda ve çevre için su gibi konular ele alınmıştır (Bilen, 2009).

İstanbul Beşinci Dünya Su Forumu'nda (2009) "Farklılıkların Suda Yakınlaşması (Bridging Divides for Water)" teması ile coğrafi engellerin aşılaraq tüm dünya ülkeleri arasında su kaynaklarının akılcı yönetimi için işbirliğinin önemine gönderme yapılmış ve aynı zamanda yerel, ulusal, bölgesel ve küresel çapta suya farklı bakış açıları arasında köprülerin kurulması hedeflenmiştir. Küresel değişimler ve risk yönetimi, insani kalkınmanın ve bin yıl hedeflerinin geliştirilmesi, insani ve çevresel ihtiyaçlar dikkate alınarak su kaynaklarının korunması ve yönetimi, finansman ve eğitim üzerine tartışılmıştır. Forumda, su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde yönetilmesinin ve korunmasının sağlanması için, entegre su kaynakları yönetimi yaklaşımının ve havza bazlı planlamaların gerekliliği vurgulanmıştır (Çavuş, 2014).

Marsilya Altıncı Dünya Su Forumu'nda (2012), küresel liderler için su kaynakları yönetiminde uygun ölçek olarak nehir havzasını tanımlayan ilkelerin ve nehir havza yönetim planlarının benimsenmesi çağrısı yapılmıştır (Özonat, 2013).

Uzun yıllardır sürdürülen su yönetimi politikaları, problemlerin daha karmaşık bir hale gelmesi sebebi ile “kısa süreli ve yerel iyileştirme” amacından, “uzun süreli ve havza bazında sürdürülebilir” bir amaç ve yönetim tarzına dönüşmektedir. Kullanılabilir su kaynaklarının dağılımında bölgeler arasındaki düzensizlik, iklim değişikliklerinin olumsuz etkileri ve artan su talepleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için havza bazında yönetimi gerekli kılmaktadır. Havza bazında yönetim, su yönetiminin ekolojik, ekonomik ve sosyal bir bütünlük içerisinde su sistemlerinin planlanmasını ve kontrolünü ele alan işlevleri içermektedir (Grigg, 1999; Harmancıoğlu, 2003). Entegre havza yönetiminde sürdürülebilirlik için, havza bazında su kaynaklarının miktarı ve kalitesinin düzenli olarak izlenmesi ile mevcut ve gelecekteki durumuyla ilgili saptamaların yapılması gereklidir (Çetin ve diğer., 2009).

Su kalitesi; suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden oluşur. Bu özelliklerin tanımlanması ve sınıflandırılması, mevcut kalitenin korunması ve gerekli olduğu yerde iyileştirilmesi, ortalama kirlilik yüklerinin belirli bir süre içerisinde azaltılması, içme suyu, sulama gibi özel su kalitesi gerekliliklerini dikkate alma, korunan su bölgeleri ve çevreleri ile ilgili spesifik gereklilikleri dikkate alma, su kalitesi iyileştirmesinin orta ve uzun vadeli gözden geçirilmesi gibi amaçlar için belirli hedef ve kriterler oluşturulur. Tüm bu belirleme işlemleri, su hakkındaki temel amaç ve bilgileri değerlendirmek, verileri toplamak için gözlem yapma adımı ile gerçekleşir. Veri toplamanın yanı sıra gözlem faaliyetleri, laboratuvar analizleri, verilerin işlenmesi ve beklenen bilgileri üretmek için veri analizleri gibi diğer işlemleri kapsar (İçağa, 1998).

Gözlem, tanımlanmış amaçlar için, mekân ve zamanla önceden düzenlenmiş çizelgelere göre bir veya daha fazla öge hakkında veri toplanmasına dayanır. Gözlem çalışmaları, karşılaştırılabilir metodolojiler ile tekrarlanan bir süreçtir. Gözlem, ortaya çıkan mevcut durum ve geçmiş eğilimler hakkında bilgi sağlar. Gözlem değerlendirmeden ayrılamaz, değerlendirme olmadan sadece veri üretir, bilgiyi üretmez. Bilgi üretimi, su yönetimi süreci boyunca devam eder. Bu durum, üretilen bilginin bu süreçte doğrudan kullanılabilir olduğunu ve dolayısıyla verilerin

değerlendirilmesini içerir. Ayrıca, tüm bilgi toplama işlemleri tek başına gözlem yapma anlamına gelmeyebilir (Timmerman, 2014) .

Gözlem yapmak; alınan tedbirlerin standartlara göre uygunluğu, denetlenmesi, tedbirlerin iyileştirme ile sonuçlanıp sonuçlanmaması ve gerekli açıklamalar olarak en az dört ana işlevi yerine getirmelidir (Dunn, 1994). Gözlem yapma ihtiyacı; eğilim belirlemek, verileri istatistiksel metotlarla sistematik değerlendirmek, modelleme yapmak, uzun dönem tahminlerinde bulunmak, kirlilik analizi yapmak gibi birçok amaçtan doğar. Gözlemler sürekli ve sistematik olarak yapılırsa ve zaman – konumla değişimini gösterebilir nitelikte olursa sağlıklı bilgi elde edilebilir. Gözlem yapma ihtiyacında neyin gözlemlendiğini anlamak için, gözlem yapma ve yönetim arasındaki bağlantıda “bilgi döngüsü”nün rolünü ve “bilgi döngüsü”ndeki adımları anlamak gerekir.

Bilgi döngüsü, yönetim süreci ile ayrılmaz bir şekilde bağlı olan bilgi toplama sürecinin temel unsurlarını açıklayan sürecin bütünüdür. Bilgi döngüsünün ilk adımı bilgi ihtiyaçlarının belirlenmesi, ikinci adımı, bir bilgi stratejisinin hazırlanmasıdır. Bilgi stratejisi, hangi kaynağın hangi bölümden toplanacağını belirlemek için gereklidir. Bilgi döngüsünde bir sonraki aşama olan veri toplama, verilerin türüne ve gerekli bilgilere bağlı olarak gözlem, modelleme veya literatür araştırması yoluyla gerçekleştirilebilir. Toplanan veriler analiz edilir ve sonuçlar, bilgi ihtiyaçlarına göre yorumlanır. Veri analizinin amacı, bilgiyi, kullanıcıların kullanabileceği bir biçime getirmektir; ayrıca, veriler kolay ulaşılabilir şekilde saklanmalı ve anlaşılabilir bir şekilde açıklanabilmelidir. Sapmalar, çok yüksek algılama limitleri, yanlış ölçüm birimleri, örneklerin karıştırılması, depolama ve analitik yöntemlerde hatalar oluşabileceği için veri, herhangi bir kullanıcı tarafından erişilebilir hale getirilmeden veya herhangi bir veri arşivine girmeden önce gözden geçirilmelidir. Ward (1986), veri analizi sürecinin sonucunun zaman içinde ve kurumlar arasında karşılaştırılabilir olmasını sağlayabilmek için örnekleme ve örnek analiz protokollerine benzer şekilde Veri Analiz Protokolü’nü (DAP) oluşturmuştur (Timmerman, 2014).

Gözlemlenecek değerlerin belirlenmesi tek başına yeterli değildir. Su kalitesi gözlemi için en önemli adım gözlem ağı tasarımıdır. Su kalite gözlemlerinin yapılması gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde farklı olmakla beraber tüm ülkelerde gözlem ağlarının tasarımıyla ilgili olarak üç ana problemin çözümü hala tartışma konusudur. Bu problemler; ölçüm yerlerinin seçimi, ölçüm sıklığının belirlenmesi ve ölçülecek kalite değişkenlerinin tanımlanmasıdır. Gözlem yapılan alan büyüdükçe, akarsudaki özellik çeşitlenir ve veri toplama işlemleri tek bir noktadan yapılamaz hale gelir. Verilerin toplanacağı istasyonlar, ağ tasarımcısının tamamen inisiyatifinde olmak yerine, belirli kısıtlar altında seçilmiş olmalıdır. İstasyon yerlerinin seçiminde; makrolokasyon, mikrolokasyon ve temsili lokasyon aşamaları dikkate alınarak ilerlenmelidir. Makrolokasyon, istasyonun kurulması gereken akarsu bölümünü, mikrolokasyon, yapılan deşarj ve akarsuyun karışım özellikleri göz önünde bulundurularak bölgeye kurulacak istasyonun kesin yeri, temsili lokasyon, örnek alınacak akarsu kesitinde su özelliklerini en iyi temsil eden noktanın belirlenmesidir. Yer seçiminde tasarımcının havza topografyasını, jeolojisini, demografik yapısını, akım özelliklerini, akarsu boyunca noktasal ve noktasal olmayan kirlilik deşarjlarını, akarsu üzerindeki su yapılarını, yer altı kaynaklarını ve sulama sistemlerini tanıyor olması gerekir. Tasarım için mevcut bütçe ve olanaklar doğrultusunda istasyon sayısı ve ölçüm sıklıkları belirlenmelidir. Ölçüm sıklıkları açısından; sık aralıklı ölçümler, tekrar edebilecek bilgi nedeniyle, zaman ve bütçe açısından kayıp olabilirler. Diğer yandan aralığın artışı, süreç hakkında veri kaybına ve bilgilerin eksikliğine yol açabilir (İçağa, 1998).

Gelişmiş ülkeler, gözlem ağlarını sürekli olarak değerlendirmekte ve yeniden tasarlamaktadır. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerin mevcut ağlarını daha çok gözden geçirmeye ve ekonomik kısıtları gözeterek azami bilgi içeriğine erişilebilecek optimum seviyeye getirmesi gereklidir. Gözlem ağı tasarımında kullanılan yöntemler; verinin içerdiği bilginin ve verinin kullanılabilirliğinin tanımlı olmaması, ölçüm konumu ve sıklığına bağlı bilgi transfer yöntemlerinin kısıtlılığı gibi nedenlerden dolayı yetersiz kalmaktadır (Özkul, 2001).

Daha önce yapılan çalışmalarda su kalitesi gözlem ağı tasarımında suyun niteliksel ve niceliksel özellikleri, su kullanım amaçları ve gözlemlenen verilerin bilgi içeriğine yönelik hedefler tayin edilmiştir (Harmancıoğlu ve diğer., 1998). Su kalitesi gözlem ağı tasarımıda ön görülen hedef ve amaçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Su kalitesindeki bozulma belirtilerinin tespiti,
- Kanalizasyon sistemlerinde hedeflenen su kalitesi standartlarını karşılamayan su kütlelerinin tanımlanması,
- Kirlenmiş alanların tanımlanması,
- Belirli atık deşarjlarının kapsam ve etkilerinin belirlenmesi,
- Bir akarsu veya kolları tarafından taşınan kirlilik yükünün tahmini,
- Belirli su kullanımları (içme suyu, sulama vb.) için su kalitesi yönergeleri ve / veya standartlarının geliştirilmesi,
- Atık deşarjlarının miktar ve kalitesini kapsayan düzenlemelerin geliştirilmesi,
- Su kirliliği kontrol programlarının geliştirilmesi,
- Belli bir amaç için kullanılan suyun kalite kontrolü,
- Zaman ve alan eğilimleri de dahil olmak üzere su kalitesinin tanımı,
- Su kalitesi yönetiminin değerlendirilmesi,
- Yatırım seçeneklerine ilişkin kararlara dayalı önerilen veya alternatif iyileştirme seçeneklerinde potansiyel faydaların belirlenmesi.

Bu çalışma kapsamında gözden geçirme ve mevcut istasyonların performanslarını belirleme ihtiyaçlarını karşılamak için, şimdiye kadar uygulanan su kalitesi gözlem ağı tasarım yöntemlerinden Sander's Yöntemi, Dinamik Programlama Yöntemi ve Entropi Yöntemi irdelenmiş ve alternatif bir yöntem olan Referans Noktası Yöntemi ele alınmıştır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının amacı, 1985-2000 yılları arasında gözlemlenen verilere dayanarak Gediz Havzası'ndaki mevcut su kalitesi gözlem ağının verimliliği ve performansını değerlendirip, ağın gerekli görüldüğü takdirde

yeniden tasarımı için fikir oluşturabilmektir. Çalışmada Referans Noktası Yöntemi ile belirli amaçlara göre ağda yer alan istasyon performansları sıralanmış ve literatürde aynı veriler ile uygulanan diğer yöntemlerin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Yapılan çalışmada Gediz Nehri Havzası'nda 1985-2000 yılları arasında işletilen 33 adet akarsu su kalitesi gözlem istasyonu ele alınmıştır. 1985-2000 yılları arasındaki sıcaklık (T), Na, Ca, Cl, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık (Turb), NO₂-N, NO₃-N, NH₃-N, SS (askıda katı madde) , BOD₅, DO (çözünmüş oksijen), E-Coli, T-Coli, COD (Kimyasal oksijen ihtiyacı), pH, As, Pb, Cu, Mn, Fe, Cr, Cd olmak üzere 23 adet kalite değişkeni değerlendirilmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) verilerinden elde edilen kalite değişkenleri, temsil ettikleri kirlilik çeşitlerine göre sınıflandırılmış, dört grup altında değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde su kalitesi gözlem ağları ve ağ optimizasyonu yöntemleri üzerine dünyada ve ülkemizde yapılmış çalışmalar tanıtılmış, yapılan çalışmanın önemi, iyi ve geliştirilmesi gereken yanları irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde şimdiye kadar su kalitesi gözlem ağı optimizasyonunda uygulanmış diğer yöntemler ile çalışmada kullanılan yöntem irdelenmiştir. Referans Noktası Yöntemi, Sanders Yöntemi, Entropi Yöntemi ve Dinamik Programlama Yöntemi ile ilgili bilgiler verilmiş ve yöntemlerin özellikleri tartışılmıştır.

Dördüncü bölümde, Gediz Havzası tanıtılmış ve Referans Noktası Yöntemi ile su kalitesi gözlem ağı performans değerlendirmesi uygulaması yapılmıştır. Havzanın fiziksel, çevresel, sosyolojik ve topografik özellikleri, mevcut su yapıları, ekonomik faaliyetler ve havzada yürütülen politikalarla ilgili ayrıntılı bilgiler de bu bölümde

sunulmuştur. Ayrıca daha önce Gediz Havzası'nda su kalitesi gözlem ağı optimizasyonuna yönelik çalışmalar ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde ise sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçların irdelenmesiyle hangi istasyonların amaca uygun gözlem yaptıkları ve performans değerlendirmesine göre senaryolar paylaşılmıştır.



BÖLÜM İKİ

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

2.1 Literatürde Gözlem Ağı Optimizasyonu Çalışmaları

Su kalitesi gözlem ağı tasarımı ve optimizasyonu konusu, son otuz yılda birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Sharp (1971), bir ağın çıkışında gözlemlenen kirleticilerin kaynağının belirlenmesindeki belirsizliği ölçmek için Horton (1945) 'un yaklaşımını kullanmıştır. Dış kolların skorunun temsili su kalitesi değişkeninin kirlilik yüküne dayalı olarak atanmasını önermiştir.

Sanders ve diğer., (1983), katkıda bulunan kol sayısı temelinde numune alanlarını seçerek Sharp (1971) 'ın prosedürünü izlemişlerdir. Aynı yöntemi, kirletici deşarjları harici kollar olarak düşünerek geliştirmişlerdir. Örneklem alanlarını makrolokasyon ve mikrolokasyon olarak iki seviyede seçme problemini göz önünde bulundurmuşlardır. Makrolokasyon, herhangi bir yöntemle gerçekleştirilebilirken, mikrolokasyon bir noktadaki temsili örneklemeye ilgilidir. Mikrolokasyon amaçları için istatistiksel yöntemler önerilmiştir. Pratikte, istasyon konumuyla ilgili mikrolokasyon ve temsili numunelerin gözlem yapan kurumlar tarafından yeterince değerlendirilmediğini öne sürmüşlerdir.

Schilperoort ve Groot (1983) gibi bazı araştırmacılar, gözlem verimliliğini bir ağın istatistiksel gücüyle ilişkilendirirken, çoğunlukla varyans (ANOVA) teknikleriyle analiz etmişlerdir.

Tirsch ve Male (1984), örneklem yeri ve zaman frekanslarının bir fonksiyonu olarak gözlem hassasiyeti ölçüsü ile ilgili bir öneride bulunmuşlardır. Böyle bir ölçek, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli belirleme katsayısı ile tanımlanmıştır. Örneklem istasyonları arasındaki düzeltilmiş regresyon katsayısının

gözlem hassasiyetinin bir ölçüsü olarak kabul edildiği çok değişkenli doğrusal regresyon modeli önermişlerdir.

Palmer ve MacKenzie (1985), gözlem ağlarının tasarımında yeni ve uygun maliyetli bir yaklaşım olarak klasik varyans analizi (ANOVA) tekniklerini gözden geçirmiş ve kontrol istasyonu çiftlerine sahip düzenlenmiş bir ANOVA modeli önermişlerdir. Belirtilen bir bütçeyle bir ağın istatistiksel gücünü maksimize eden veya belirli bir istatistiksel güç gereksinimi için bir ağın maliyetini en aza indiren tasarımları seçmek için değiştirilmiş bir degrade arama algoritması içeren etkileşimli bir optimizasyon prosedürü sunulmuştur. Model sonuçlarının duyarlılığı, maliyetin, örnekleme istasyonlarının sayısı, çoğaltılması, hataları, veri varyansının tahminlerini açıklayan veriler için maliyet bileşenlerinin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkarılmıştır. Belirgin güç ve maliyet için tasarımcıya seçebilecekleri çeşitli seçenekler sunan çok sayıda çözümün mevcut olduğu gösterilmiştir.

Ward ve Loftis (1986), bir gözlem sisteminden gelen bilgi beklentilerinin istatistiksel olarak tanımlanması gerektiğini ve bu beklentilerin, gözlem sisteminin beklenen bilgileri üretebilme yeteneğine uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Reinelt ve diğer., (1988), noktasal olmayan kirlilikten kaynaklanan su kalitesinin ve ekolojik değişimin belirlenmesine yardımcı olmak için tasarlanmış bir bilgisayar destekli metodolojiyi tanımlamışlardır. Geliştirilen noktasal olmayan gözlem tasarımı kavramsal modeli; veri toplamaya rehberlik etmek için gözlem hedeflerinin tanımlanması, prosedürün çeşitli aşamalarını gerçekleştirirken uygulanacak ayrıntı düzeyleri seçimi, potansiyel olarak en kritik kirlilik deşarj yerlerini belirlemek için bir havza analizi, noktasal olmayan bir kirlilik sorununun kaynağını veya kaynaklarını istatistiksel olarak tespit etmek ve doğrulamak için bir gözlem programının geliştirilmesi ve gözlem program hedeflerine atıfta bulunarak gözlem hedeflerine öncelik verilmesi gibi adımlar içermektedir. Çalışmalarında Washington'daki Stillaguamish Nehir Havzası üzerinde bir uygulamayı, modelin uygulanmasını göstermek için sunmuşlardır.

Moss (1989), ağ tasarımının hidroloji, optimizasyon teknikleri, karar teorisi ve veri analiz yöntemlerine dayalı bütünleşik bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle, ağların istatistiksel veri analiz tekniklerinin uygulanmasına izin veren verileri üretmesi gerekliliğini belirtmiştir.

Harmancıoğlu ve Alpaslan (1992), hem ağ verimliliğini hem de maliyet etkinliğini değerlendirmeye yönelik entropi ilkesine dayanan istatistiksel bir yöntem önermişlerdir.

Harmancıoğlu ve diğer., (1995), Türkiye’de bulunan akarsu gözlem ağlarının sistematik olmaktan çok uzak olduğunu ve gözlem hedeflerini ve bilgi beklentilerinin açıkça tanımlanmadığını açıklamışlardır.

Özkul (1996), bilgi teorisinin entropi prensibini, ABD Louisiana'daki Mississippi Nehri boyunca uzanan su kalitesi gözlemlerinin alansal frekanslarını değerlendirmek için uygulamıştır. Daha sonra tekrar edilen bilgi içeriği değerlendirilerek, gözlem istasyonlarının sayısı ve yerleri uygun bir şekilde seçilmiş ve minimum istasyon sayısı tayin edilmiştir.

Al-Zahrani ve Moied (2001), su dağıtım sisteminde optimum su kalitesi istasyonlarının belirlenmesine yardımcı olmak için Genetik Algoritma (GA) temelli yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Algoritma, varsayımsal bir örnek çalışma yardımı ile gösterilmiştir.

İçağa (2002), Gediz Havzası’na akarsuyun topografik yapısına dayanan akarsu dallanma dereceleri kullanılarak geliştirilmiş Ardışık Örneklemme Planı’nı uygulamıştır. Sabit istasyonlar ile eş zamanlı örneklemme yapılması halinde gereken istasyon adedi ile Ardışık Örneklemme Planı sonuçları birlikte değerlendirilerek optimum istasyon adedi elde edilmeye çalışılmıştır.

Çetinkaya, Harmancıoğlu ve Geerders (2004), Gediz Havzası’nda örneklemme yerleri arasında bilgi aktarımını inceleyerek, mevcut bir su kalitesi gözlem ağının

daraltılmasını amaçlamışlardır. Çalışmada, Dinamik Programlama Yöntemi (DPA) kullanılmıştır.

Karamouz, Karimi ve Kerachian (2004), ekonomik kısıtlamaları dikkate alarak, nehir suyu kalitesi gözlem ağının tasarımı için Genetik Algoritma (GA) temelli bir optimizasyon modeli ile bir su kalitesi simülasyon modelini entegre etmiş ve optimum örnekleme yerleri için bir metodoloji önermişlerdir. Modelin etkinliği İran'daki Karoon Nehri'nin su kalitesi verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Model, su kalitesi gözlem ağlarının optimum tasarımı için dinamik veya doğrusal olmayan programlama gibi diğer optimizasyon yöntemleri ile kolaylıkla çözülemeyen boyutsal problemlere bir çözüm yaklaşımı getirmiştir.

Karamouz, Hafez ve Kerachian (2005), İran'daki Karoun ve Dez nehirlerinin su kalitesi verilerini kullanarak optimum bir nehir suyu kalite gözlem ağı tasarlamak için, olağan kriging ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) olmak üzere bir geostatistik yöntemin kombinasyonunu önermişlerdir. Model, nehir boyunca su kalitesi değişkenlerinin konsantrasyonunun tahmin hatalarını ve bunların nispi ağırlıklarını dikkate alarak örnekleme istasyonlarının yerini önermektedir.

Ouyang (2005), yüzeysel su kalitesi gözlem ağının etkinliğini değerlendirmek için temel bileşen analizi (PCA) ve temel faktör analizi (PFA) tekniklerini uygulamıştır. Amaç nehir su kalitesinin yıllık değişimlerinin değerlendirilmesinde önemli olan gözlem istasyonlarının belirlenmesidir. Çalışmada ABD, Florida'daki St. Johns Nehri'nin ana kolunda yer alan fiziki, kimyasal ve biyolojik parametrelerin izlenmesi için kullanılan 22 istasyon seçilmiştir. Sonuçlar, 3 gözlem istasyonunun, veri kümesinin yıllık varyansını açıklamada daha az önemli olduğu ve bu nedenle ana istasyon olmayabileceğini ortaya koymuştur. Buna ek olarak, önemli su kalitesi parametrelerini tanımlamak için PFA tekniği de kullanılmıştır. Sonuçlar, nehirdeki su kalitesinin değişiminde en önemli parametrenin toplam organik karbon, çözünmüş organik karbon, toplam azot, çözünmüş nitrat ve nitrit, ortofosfat, alkalinite, tuzluluk, Mg ve Ca olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, PCA ve PFA tekniklerinin, önemli

yüzey suyu kalite izleme istasyonlarının ve parametrelerinin tanımlanması için yararlı araçlar olduğunu ileri sürmektedir.

Gündoğdu ve Özkan (2006), Küçük Menderes Nehir Havzası'nın bütününde sistematik bir ölçüm ağı oluşturarak, kirletici parametrelere göre nehirdeki su kalite sınıflarını belirlemişlerdir. Çalışmada Küçük Menderes Havzası'nın yönetimine ve sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlayacak tanımlamalar ve çözüm önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Tao ve diğer., (2006), su dağıtım şebekelerinde su kalitesinin gerçek zamanlı olarak gözleminde temsil konumlarının seçimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada Lagrange yöntemini, şebekelerde su kalitesi simülasyonu sırasında her düğümün dinamik kalite yolunu analiz etmek için kullanmışlardır.

Park ve diğer., (2006), Kore'deki Nakdong Nehri sisteminde etkili bir su kalitesi gözlem ağı tasarlamak için genetik algoritma (GA) ve coğrafi bilgi sistemlerini (GIS) kullanan entegre bir teknik önermişlerdir. Hali hazırda faaliyette olan 110 istasyondan sadece 35'inin yeni ağ tasarımındaki istasyonlarla çakıştığını ve bu nedenle mevcut gözlem ağının etkinliğinin dikkatlice yeniden incelenmesi gerektiğini önermişlerdir.

Ouyang ve diğer., (2008), bir akarsu sisteminde kirletici kaynağın tespiti amacıyla akarsu gözlem istasyonlarının alansal dağılımını optimize etmek için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Genetik Algoritmalar (GA) aracılığıyla bir metodoloji oluşturmuştur. Bu yöntem ile Kuzeydoğu Tayvan'daki Lanyang Sistemi'nde gözlem planı oluşturulması için iki pratik durum incelemesi yapmış, muhtemel numune alma noktalarının Lanyang Nehir Sistemindeki mevcut akış gösterge istasyonlarıyla sınırlandırıldığı kısıtlayıcı bir gözlem planı önermişlerdir. Akarsu gözlem planı tasarımlarında GAS'ları kullanma imkânını teşvik edici sonuçlar elde edilmiştir.

Erechtchoukova ve Khaite (2011), maliyet etkinliği analizi bağlamında ifade edilen yöneylem araştırmalarına bir çözüm olarak örnekleme programlarının

geliştirilmesine yönelik bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Örneklem programının etkinliği, örneklem programına uygun olarak toplanan su kalitesi verilerinden elde edilen tahminlerin belirsizliği yoluyla açıklanmaktadır. Çalışma, gözlem verilerinden türetilmiş bir tahminin belirsizliğinin kabul edilebilir bir seviyenin altında tutulması koşuluyla, araştırılan bir süre boyunca toplanan toplam su numunesinin sayısını en aza indirgeyen bir modele dayanır. Etkin gözlem tasarımları, bu modelin çözümleri olarak belirlenmiştir. Önerilen yaklaşım, Humber Nehri (Ontario, Kanada) üzerinde toplanan gözlem verileri üzerinde test edilmiştir. Ana iyonlar, yani kalsiyum, karbon, magnezyum ve potasyum çalışma için seçilmiştir. Gözlem verileri çeşitli amaçlar için kullanılabilir olduğundan, araştırılan su kalitesi göstergelerinin temel istatistiklerinin değerlendirilmesini destekleyen basit rastgele tasarımlar tercih edilerek, incelenen su bileşenlerinin konsantrasyonları arasındaki ilişkiler doğrusal regresyon modelleriyle tanımlanmıştır. Bu modeller, belirli bir belirsizlik seviyesine sahip su kalitesi göstergelerinin tahmin edilmesini destekleyen etkin izleme tasarımları elde etmek için önerilen yöneylem modelinde kullanılmıştır.

Mei ve diğer., (2011), GPS yardımı ile toplanan sürekli gözlem verilerinin analizi yoluyla, sinoptik su kalitesi gözlemi için ayrı gözlem noktalarının alansal dağılımını optimize etmişlerdir. Çalışma, 2009 yılı Mart-Ekim ayları arasında, Wen-Rui Tang Nehri'nin 6,5 km'lik bir bölümü boyunca altı kez gerçekleştirilmiştir ve uzun vadeli gözlem alanlarının oluşturulması amacıyla en uygun noktaları belirlemek için Kümeleme Analizi (CA) kullanılarak gözlemler analiz edilmiştir.

Erechtchoukova ve Khaite (2012), toplanan gözlem verilerinin miktarını en aza indirgeyen bir programın geliştirilmesine çalışmışlardır. Gözlem frekansları üzerinde anlamlı bir sonuca erişebilmek için konsantrasyonları aynı olan bölgelerden elde edilen tüm su kalitesi parametreleri için zamansal gözlem tasarımlarının düzenlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yaklaşım, kentleşmiş bir alanda küçük bir akarsu bölümünden toplanan gözlem verileri üzerinde test edilmiştir.

Chen ve diğer., (2012), mevcut ölçüm istasyonlarının sınırlı gözlemleri ve ekonomik kısıtlar nedeniyle, bilgiyi en büyükleen en az sayıda istasyonun gözlem

konumlarını optimize etmenin önemi vurgulamışlardır. Çalışmalarında mevcut verilerle kalibre edilmiş, sayısal bir su kalitesi modeli kullanmışlardır. Bu model, akarsu boyunca herhangi bir kesitte su kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Yöntem Heilongjiang (Amur) Nehrinin 1890 km uzunluğundaki üst ve orta kısımlarında su kalitesi gözlem ağını optimize etmek için uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda istasyon eklemek yerine, mevcut istasyonları yeniden konumlandırarak gözlem ağının önemli ölçüde iyileştirilebildiğini belirtmişlerdir.

Telci (2012) çalışmasında, öncelikle nehir sistemlerinde su kalitesi gözlem ağları için optimal bir tasarım metodolojisi geliştirmiştir. Ardından, gözlem ağının sağladığı su kalite ölçümlerini kullanarak kirlilik kaynaklarının konumlarını belirlemek için bir veri yorumlama yaklaşımı önermiş, su kalite gözlem sistemi için bir optimizasyon algoritması geliştirmiştir. Bu süreçte, en iyi gözlem yerleri bir simülasyon modelinin sonuçlarını kullanarak belirlenmiştir. Bu yaklaşımda ideal gözlem yerleri, çok amaçlı bir optimizasyon tekniği ile belirlenmiştir. Gözlem sisteminin amaçlarından biri, kirleticilerin erken tespiti ve diğeri gözlem ağının güvenilirliği olarak belirtilmiştir. Geliştirilen metodoloji, öncelikli olarak havza akışının istikrarsız hidrolojik özelliklerinin gözlem istasyonlarının en uygun yerleri üzerindeki önemini göstermek için basit bir varsayımsal akarsu sistemine uygulanmıştır. Ardından gerçekçi bir akarsu sistemi üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar, geliştirilen tasarım tekniklerinin, nehir sistemlerinde gözlem ağlarının optimal tasarımı için etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çetinkaya ve Harmancıoğlu (2012), Gediz Havzası'nda Dinamik Programlama Yöntemi ile havza bazında bir su kalitesi gözlem ağında korunması gereken minimum istasyon sayısını ve dinamik programlama yönteminde alt havza sayısının seçiminin yöntemin sonuçlarına etkisini incelemiş ve alt havza sayısının tespiti için bir metodoloji geliştirmişlerdir. Yaklaşım, her yeni eklenen istasyonun gözlem ağına olan katkısını değerlendirmekte, böylece katkısı az olan ya da bulunmayan istasyonlara göre ağda tutulması gereken istasyonları ve yerlerini belirleyebilmektedir.

Yukarıda özetlenen çalışmaların ışığında, su kalitesi gözlem ağlarının tasarımı ve var olan ağların iyileştirilmesi problemi hala araştırılan bir problemdir. Özellikle ölçüm sıklığının az olduğu, gözlemlerin belirli nedenlerden dolayı kesikli olması, gözlem noktalarının seçiminde mikro lokasyon probleminin çözülmemiş olması gibi nedenlerden dolayı konu ile ilgili araştırmalar halen sürmektedir. Diğer yandan ortaya konulan yöntemlerin büyük çoğunluğu halen yapılan gözlemler sonucu ortaya konan verilerin bilgi üretimine katkısına yoğunlaşmakta, ancak istasyonun öz nitelikleri olan unsurları (örn. ulaşım, gözlem sıklığı, süreklilik, teknolojik altyapı vb.) göz önüne hiç almamakta ya da çok az miktarını değerlendirmektedir. Verilerin az olduğu, yeni kurulmuş ya da işletilmesinde sorunlar olan gözlem ağlarının belirlenen hedeflere ne kadar hizmet ettiğini değerlendiren yöntemler de tam anlamıyla geliştirilememiştir. Yapılan çalışma özellikle bu alanları düzenlemeye yönelik boşlukları doldurmaya yöneliktir. Diğer yandan az sayıda veriye sahip ağların performanslarının değerlendirilmesinde de kullanılabilecek basit ama etkili bir yöntemin geliştirilmesi de çalışmada hedeflenmektedir. Literatürde bulunan çalışmalarda hedef ve amaçların önem sıralarını belirlemek için yanlı kararlara bağlı ağırlık katsayılarına dayanılmaktadır. Çalışmada geliştirilen “Referans Noktası Yöntemi” bu sorunu aşmaya yönelik olarak ağırlık katsayısı tayin etmek zorunluluğu olmadan mevcut ağın performansını değerlendirmeye yönelik sıralama yapabilmektedir.

BÖLÜM ÜÇ

YÖNTEM

3.1 Genel

Yapılan çalışmada Gediz Havzası'nda yer alan 33 adet gözlem istasyonunda 1985-2000 yılları arasında gözlenen 23 adet kalite değişkeni dört farklı kirliliği temsil eden gruplara ayrılmış, gruplar içerisinde parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileri, bulundukları gruba temsil etme durumları ve diğer gruplarla olan ilişkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kalite verileri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Her istasyonun veri toplama periyodu, sıklığı, her bir kalite değişkeni için toplam gözlem sayısı, kalite değişkenlerinin istasyon temsili göz önüne alınmıştır. Gözlem verileri, bu verilerin meta dataları ve istasyonlara özgü (ulaşım, istasyonun spesifik bir amaca hizmet etmesi, istasyon erişilebilirliği, ölçüm sürekliliği gibi) özellikleri her bir istasyon için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar ile birlikte, gözlem ağının amaçları irdelenmiş, hangi istasyon özelliklerinin bu amaçlara hizmet ettiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonraki aşamada ise belirlenen amaçlara göre her bir istasyonun performansı çok kriterli olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme yöntemi olarak Referans Noktası Yöntemi kullanılmış ve sonuçlar aynı veriler ile daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

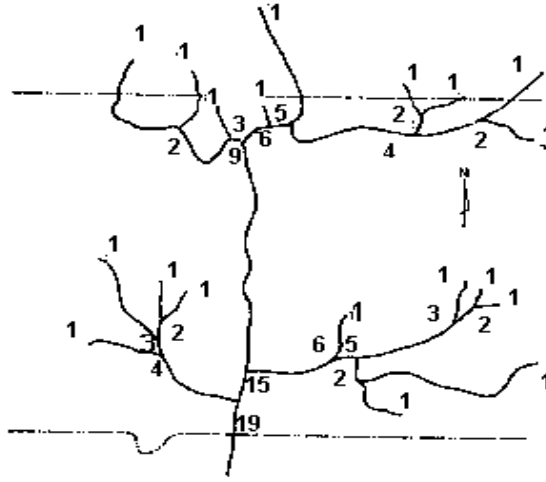
3.2 Yöntem

3.2.1 Mevcut Gözlem Ağı Daraltma ve Optimizasyon Yöntemleri

3.2.1.1 Sanders Yöntemi

İstasyon seçiminde kullanılan Sanders Yöntemi, makrolokasyon, mikrolokasyon ve temsili lokasyon olmak üzere üç adımdan oluşan bir yöntemdir. Makrolasyon, istasyon kurulacak akarsu bölümünün belirlenmesi, mikrolokasyon, deşarj ve karışımlar dikkate alınarak istasyon yeri tayini, temsili lokasyon ise, numune

alınacak akarsuda su özelliklerini en iyi temsil eden nokta tespittir. Sanders (1983); istasyon yeri seçimi için ölçüm yerlerinin havzanın drenaj özelliklerine göre belirlenmesi, kirlilik deşarjlarına göre seçilmesi ve kirlilik yükü değerlerine göre belirlenmesi olarak üç yaklaşım sunar. Birinci yaklaşım, akarsu kollarının numaralandırılmasıdır. Akarsu başlangıç kolları birinci derece olarak numaralandırılır, mansap yönüne doğru akarsu derecesi kendine birleşen kolların toplanmasıyla bulunur. Şekil 3.1’de basit bir akarsu sistemi üzerinde numaralandırma işlemi gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Bir akarsu sistemi üzerinde Sanders yöntemine göre akarsu bölümlerinin numaralandırılması (Sanders ve diğer., 1983)

Akarsu kollarının ağırlık dereceleri havza drenaj yoğunluğuna göre ana bölümleri tanımlar. Akarsuda istasyon kurulma önceliği olan istasyonlar tanımlanabilir. İkinci hiyerarşik seviyeye sahip istasyonların yerleştirilmesiyle havza drenaj yoğunluğuna göre 4 eşit parçaya bölünür. İkinci birinci ve ikinci hiyerarşik seviyedeki istasyonların yerleri belirlendikten sonra diğer seviyeler için de aynı adımlar uygulanır. Sanders (1983), evsel, endüstriyel, sanayi gibi kirlilik deşarjları deşarjlarına numara vererek akarsu bölümlerinin derecelerinin bulunmasına dair bir yaklaşım da öne sürmüştür. Bu şekilde tüm akarsu bölümlerinin dereceleri bulunur. Membadan mansaba deşarjlara verilen numaralar akarsu bölümlerinde toplanır ve havza çıkışındaki deşarj derecesi saptanır. Deşarj sayılarına göre numaralandırma ile seçilen istasyonlar, havzanın drenaj yoğunluğuna göre değil, kirlilik deşarjlarına göre ağırlık merkezlerini gösterir.

Yaklaşımında, deşarjın debi ve kirlilik yükü göz önüne alınmamaktadır. Bu durum, öncelikli istasyon yerlerinin konumlarında hatalara yol açabilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için yöntemin son düzenlemesinde hiyerarşideki sıralama numarası yerine akarsuya gelen kirlilik yükleri kullanılarak istasyon yer ve öncelikleri belirlenir. İstasyon yerleri belirlendikten sonra istasyon ulaşılabilirliği gibi yerel faktörler de hesaplanarak istasyon konumları kesinleşir (Sanders, 1983).

3.2.1.2 Entropi Yöntemi

Gözlem ağı değerlendirme yöntemlerinden birisi de, su kalitesi dışında diğer hidrometrik gözlem ağlarının değerlendirilmesinde kullanılan entropi yöntemidir (Husain, 1989; Harmancıoğlu, 1981; Harmancıoğlu ve Alpaslan, 1992; Krstanovic ve Singh, 1992; Moss, 1997; Yang ve Burn, 1994). Entropi, rastgele hidrolojik süreçlerin belirsizliğinin ölçüsüdür. Anlamına ve değerine bakılmaksızın iletişim sağlayan sembol veya sayı dizisinin istatistiksel yapısını analiz eden Bilgi Kuramı'na dayanır ve Shannon tarafından geliştirilmiştir (Shannon ve Weaver, 1949). Shannon (1949)'a göre, bir olay hakkında bilgi edinilmesi ancak o olayın belirsizlik içermesi halinde olabilir. Oluşma olasılığı yüksek olayların meydana gelmesi fazla bilgi getirmemekte, olasılığı düşük olayların oluşması daha fazla bilgi taşımaktadır. Belli bir alternatif çözümün oluşma olasılığı, o çözümü oluşturan sayının belirsizlik derecesini temsil eder. Bu yüzden kazanılan bilgi giderilen belirsizlik miktarının dolaylı bir ölçütüdür. Olayın alabileceği çeşitli alternatif durumların beklenen değeri matematiksel olarak tanımlanabildiği için ölçülebilen kantitatif bir büyüklüktür. Rastgele sürecin olasılık yapısı belli olduğunda, sürecin entropisi hesaplanabilir. Entropi, tanımı gereği daima pozitif değerler alır. Bu yüzden herhangi bir istatistik sürecin bilgi içeriğinin ölçülmesinde kullanılabilecek nesnel kriter olarak kabul edilmiştir. (Amorocho ve Espildora, 1973; Chapman, 1986; Harmancıoğlu, 1981; Yang ve Burn, 1994).

Yöntem, gözlem istasyon seçimi, gözlem sıklığı, konum ve zamana göre tasarım, değişken seçimi ve ölçüm süresi gibi kriterlerin belirlenmesinde, mevcut verilerin su kalitesinin zaman ve konuma bağlı değişimiyle ilgili taşıdığı bilgiyi ölçmede

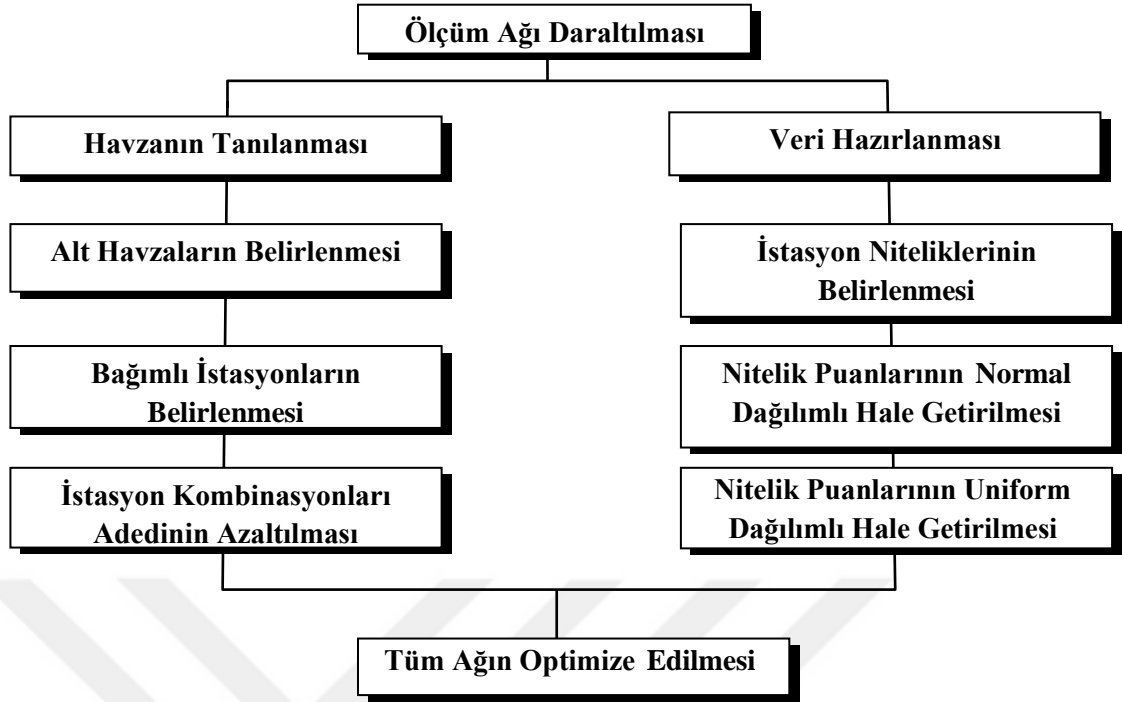
kullanılabilir. Yöntem tasarımı, zaman/ölçüm konumunun birlikte değerlendirilmesi gözlem ağının temel yapısını yansıtır. Gözlem ağında korunmak istenen belirli bir tekrarlanan bilgi düzeyi için en uygun istasyon sayısı ve ölçüm sıklığı kombinasyonunun seçimine olanak tanır. Bir gözlem ağındaki istasyonların en iyi kombinasyonu, kombinasyondaki istasyonlar arasındaki tekrarlanan bilgiyi minimize edecek işlemdir. Bu işlem, kombinasyona eklenecek yeni istasyonların bilgi tekrarına yol açmadan havza bazında belirsizliğin azalmasına katkı sağlayacak şekilde, gözlem ağında muhafaza edilecek istasyonların öncelik listesinin oluşturulmasını sağlar (Özkul, 2001).

3.2.1.3 Dinamik Programlama Yöntemi

Yöntem daha önce Lettenmaier ve diğer., (1984) tarafından, Seattle Metropolitan Belediyesi'nin işlettiği ölçüm ağının 81 istasyondan 47 istasyona daraltılması amacıyla kullanılmış ve bu çalışma ile yılda 33.000 USD tasarruf edilmiştir. Havzayı en iyi temsil eden istasyon sayıları ve havzayı küçük birimlere ayırıp kaç adet alt havza seçileceği sorularına yöntem çözüm aramaktadır. Su kalitesi gözlem ağının daraltılması için sistemde mevcut istasyonların önemini belirtmek ve birbirleriyle kıyaslamak üzere objektif kriterlerin belirlenmesi gerekir. Bu kriterler, istasyonların öncelik sırasına dizilmesinde kullanılır. Sıralama yapıldıktan sonra, ölçüm ağında korunması istenen en yüksek önceliğe sahip istasyonlar seçilebilir. Ancak bir istasyonun devreden çıkarılmasının diğer istasyonların niteliklerini etkileme durumu söz konusu olabilir. İstasyon nitelikleri arasındaki bu etkileşimin ihmal edilmesi, yer seçimi sonucunda önemli istasyonlar yerine daha az öneme sahip istasyonların tercih edilmesine neden olabilir. Bu sorun giderildiğinde kullanılan optimizasyon algoritması, istasyonlar arasındaki bağımlılığı da dikkate alarak birinci derece öncelikli istasyonların seçiminde kullanılabilir. İstasyonların önem sıralamasında kullanılan kriterler, bir havzadaki su kalitesi yönetimi amaçlarına göre belirlenir. Optimizasyon algoritması (Şekil 3.2), kriterlerin dönüştürülmüş değerlerinin ağırlıklı toplamlarını kullanmaktadır. Her bir gözlem istasyonu için belirlenen kriterlere istasyon niteliği denir ve bir nitelik, "I" nitelik indisi ile gösterilir. Yöntemin

uygulanması, her bir yönetim hedefi için, daraltılmış ölçüm ağında bulunması istenen optimum istasyon kombinasyonunu vermektedir (İçağa, 1998).

Daraltılmış ölçüm ağı için istasyon seçimi algoritması iki aşamadan oluşur. İlk aşamada, havza alt havzalara ayrılır ve her alt havzada, değeri sıfır ile o alt havzada mevcut eski istasyon adedi arasında değişen alternatif toplam istasyon adetleri için farklı istasyon kombinasyonları elde edilir. Ancak kombinasyon adedi çok fazla olabileceğinden, her alt havzadaki alternatif istasyon sayısını sınırlamak için temeli akarsu kollarının derecelendirilmesine dayalı bir yöntem uygulanmalıdır (Sharp, 1970 ve 1971). Sanders (1983) yaklaşımında da uygulanan dereceleme yönteminde, ölçüm ağında korunması istenen her bir istasyona ait akarsu sıra numaralarının toplamı maksimum yapılarak, istenen istasyon kombinasyonları dizisi elde edilir. Ölçüm ağında korunması istenen istasyon adedi seçildiğinde dönüştürülmüş istasyon niteliklerinin ağırlıklı toplamlarını maksimize edecek şekilde yeni sistemde korunacak istasyonlar belirlenir. İkinci aşamada, alt havzaların her biri bir kademe ve alt havzalardaki istasyonlar her birini de birer durum olarak kabul edilirse dinamik programlama algoritması kurulur. Algoritma, her bir alt havzada bulunması gereken istasyonları belirleyerek istenen boyutta ve ağırlıklı nitelik puanı maksimum olan bir gözlem ağı elde eder. Toplam puan, seçilen farklı istasyon kombinasyonları için her alt havzadaki istasyonların seçilen nitelik puanlarının toplamına eşittir. Algoritma, istasyonlar arasındaki bağımlılıkları dikkate alarak sistemde bulunması gereken en önemli istasyonları seçer.



Şekil 3.2 İstasyon seçiminde kullanılan optimizasyon algoritmasının aşamaları (İçağa, 1998)

Alt havza belirlerken, akarsu havzası ‘k’ indisiyle ifade edilen N adet alt havzaya bölünür. Topoğrafya, jeoloji, meteoroloji, arazi kullanımı, endüstri, nüfus yoğunluğu gibi havza özellikleri de ana havzanın alt havzalara ayrılmasında belirleyici kriterler olarak kullanılabilir. Bu kriterlere göre yapılan ayırmada, benzer özelliklere sahip istasyonların aynı havza alt bölümünde değerlendirilmesi sağlanır. Uyulacak diğer bir kural da, her istasyonda en az bir gözlem istasyonu bulunacak şekilde havzanın bölünmesidir. Her k alt havzası için P_k , k’inci alt havzada önceden mevcut istasyon sayısını; R_k alt havzada korunması istenen istasyon sayısını ifade eder. Havza genelinde sistemde korunması istenen istasyonların olası kombinasyonlarının sayısı, aşağıdaki kombinasyon eşitliğinden elde edilebilir.

$$C(TP_N, TR_N) = \binom{TP_N}{TR_N} = \frac{TP_N!}{TR_N!(TP_N - TR_N)!} \quad (3.1)$$

TP_N ; havzanın tamamında önceden mevcut olan istasyon sayısını, TR_N ise oluşturulacak yeni gözlem ağındaki istasyon sayısını ifade eder. TASC değerinin çok büyük olması halinde her alt havzadaki istasyon kombinasyon sayıları azaltılmalıdır.

Lettenmaier ve diğer., (1984), alternatif istasyon sayılarının azaltılabilmesi için akarsu hiyerarşik sıra numaralarına dayalı bir yöntemin (Sharp, 1970 ve 1971) kullanımını önermiştir. Gözlem ağındaki her istasyonun havza yönetimi amaçlarına göre belirlenen kriterler çerçevesinde nitelendirilir ve bu nitelikler noktasal kaynaklı kirliliğin yönetimi ve noktasal olmayan kirliliğin yönetimi gibi amaçlara uygun şekilde belirlenen drenaj alanı, nüfus, sulama alanı, gözlem adedi, gözlem süresinin uzunluğu ve kalite değişkenleri gibi belirlenebilir. Bu nitelikler sahip oldukları sayısal puanlarla tanımlanırlar. Puanlar; k, alt havza indisi; l, parametre indisi; i, k alt havzasındaki istasyon indisi ve j(i), k alt havzasındaki i istasyonunun indisi olmak üzere sembolik olarak SRj(i)kl ile gösterilir. Dikkate alınacak kalite değişkenleri ve SRj(i)kl nitelik değerleri belirlendikten sonra, her niteliğin önem derecesi belirlenir ve her niteliğe w_1 ağırlık katsayısı atanır. Lettenmaier ve diğer., (1984)'e göre, her l niteliği için SRj(i)kl değerinin bir üniform dağılımla ifade edilebilmesi istenir. Bu sayede, bir niteliğin bağıl değerinin diğer niteliğin ağırlıklı puanından etkilenmesi önlenir (İçağa, 1998).

Lettenmaier ve diğer., (1984) tarafından belirlenen sistemde SRj(i)kl değerleri, rastgele değişkenin olasılık dağılım fonksiyonunun tanım olarak (0,1) aralığında üniform olmasından dolayı, (0,100) aralığında bir üniform dağılımla ifade edilmiştir. Yani öncelikle değerlere normal dağılım testi uygulanmalı ve normal dağılıma uymayan değişkenler normalize edilmelidir. Çarpık dağılım durumlarında, normal rastgele değişkenler elde etmek için, Box-Cox dönüşümü uygulanabilir (McMahon ve Mein, 1986). Çarpık x_i değerlerinin dönüşümü aşağıdaki şekilde belirlenir:

$$y_i = \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0 \quad (3.2)$$

y_i dönüştürülmüş değişkeni, x_i orijinal çarpık değişkeni ve λ , y_i değerlerinin çarpıklığı sıfır olacak şekilde deneme-yanılma ile belirlenen bir parametreyi temsil eder. $\lambda=0$ olduğunda ise, dönüşüm aşağıdaki şekilde yapılır:

$$y_i = \log (x_i) \quad (3.3)$$

A, normalize $SR_j(i)_{kl}$ değerleri, (0,100) aralığında üniform dağılım fonksiyonuna uyacak şekilde bir kez daha dönüştürülür. Bunun için olasılık-integral dönüşümü teoreminden yararlanılarak, nitelik değerlerinin ($x = SR_j(i)_{kl}$) normale dönüştürülmüş olan olasılık dağılım fonksiyonları ($F(x)$) tayin edilerek, üniform y ($y = SU_j(i)_{kl}$) değişkeninin olasılık dağılım fonksiyonuna eşitlenir. Burada $SU_j(i)_{kl}$, $SR_j(i)_{kl}$ nitelik değerlerinin üniformize edilmiş değerlerini temsil etmektedir.

Havzada korunacak istasyonların sayısı için, her bir alt havzada korunacak istasyon sayıları belirlenmelidir. Alt havzalarda korunacak istasyonların sayısı üniform nitelik değeri verilerinin ($SU_j(i)_{kl}$) bu istasyonlardaki toplamı maksimum olacak şekilde belirlenmelidir.

Bir k alt havzasındaki her istasyon kombinasyonu için, üniform nitelik değeri verilerinin ($SU_j(i)_{kl}$) toplamı aşağıdaki gibi elde edilir:

$$TS_j(i)_k = \sum_{l=1}^{I_N} SU_{j(i)_{kl}} \quad (3.4)$$

Ağırlık katsayıları da nitelik değerlerine eklenirse eşitlik,

$$TS_{j(i)_k} = \sum_{l=1}^{I_N} (w_l \times SU_{j(i)_{kl}}) \quad (3.5)$$

şekline dönüşür. Her alt havzada R_k değerlerine bağlı olarak farklı istasyon kombinasyonları olacak ve kombinasyonların $TS_j(i)_k$ değerleri de birbirinden farklı olacaktır. En büyük $TS_j(i)_k$ değerine sahip kombinasyonların seçilmesi genel amaçtır.

$$MTS_j(i)_k = \max TS_j(i)_k \quad (3.6)$$

Havzada korunacak istasyonlar için maksimum $MTS_{j(i)k}$ değerini veren kombinasyonlar seçilmelidir. SMTS, maksimum TR_N değerini veren $MTS_{j(i)k}$ değerlerinin toplamıdır.

$$SMTS = \max \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{R_k} MTS_{j(i)k} \quad (3.7)$$

Eşitliğe göre problem iki boyutludur. Böyle bir durumda havzada korunacak istasyon kombinasyonlarının belirlenebilmesi için sadece $MTS_{j(i)k}$ değerlerinin en büyükten en küçüğe sıralanması ve ilk TR_N değerinin seçilmesi yeterli olmayabilir. $MTS_{j(i)k}$ değerlerinin çok sayıda alternatif kombinasyonları mevcut olabileceği için böyle bir durumda dinamik programlama yönteminden yararlanılabilir. Dinamik programlama yönteminde birçok karar verme işlemi aşağıdaki gibi bir amaç fonksiyonuna sahiptir:

$$V = \max \sum_{i=1}^n v_i(x_i) \quad (3.8)$$

Amaç fonksiyonu, her biri bir karar değişkenine bağlı bir dizi fonksiyondan oluşur ve amaç fonksiyonunun sınır değerleri aşağıdaki gibidir:

$$G \geq g_1(x_1) + g_2(x_2) + \dots + g_n(x_n) = \sum_{i=1}^n g_i(x_i) = q \quad (3.9)$$

q değerinin alacağı her değere rağmen V değeri maksimum olmalıdır. Birinci kademe olarak $f_1(q)$ değeri, en iyi olası çözüm olarak tanımlandığında;

$$f_1(q) = \max (v_1(x_1)) \quad 0 \leq x_1 \leq q, \quad 0 \leq q \leq G \quad (3.10)$$

eşitliği ile, tek kademeli bir karar işlemi için mevcut q değerinin bir fonksiyonu olarak $x_1(q)$ optimal değeri ve $f_1(q)$ optimal çözümü elde edilir. İki kademeli karar işlemi için ise ikinci kademeye verilen x_2 değişkeninin büyüklüğü göz önüne

alınmadan $(q - x_2)$ şeklinde kalan kısım, ikinci kademe tamamlandıktan sonra optimal bir şekilde değerlendirilmeli ve $f_1(q-x_2)$ değerini veren $x_1^*(q-x_2)$ değerine ulaşılmalıdır.

Toplam fonksiyon değeri her kademede elde edilen fonksiyon değerlerinin toplamına eşittir. İki kademeli işlem için,

$$f_2(q) = \max (v_2(x_2) + f_1(q - x_2) \quad 0 \leq x_2 \leq q, \quad 0 \leq q \leq G \quad (3.11)$$

yazılabilir. Üç kademeli bir işlem için ise aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$f_3(q) = \max (v_3(x_3) + f_2(q - x_3) \quad 0 \leq x_3 \leq q, \quad 0 \leq q \leq G \quad (3.12)$$

k'ıncı kademe için (yani k adet karar kalmış durumda);

$$f_k(q) = \max (v_k(x_k) + f_{k-1}(q - x_k) \quad 0 \leq x_k \leq q, \quad 0 \leq q \leq G \quad (3.13)$$

şeklinde dir. Eşitliğin çözümü $x_k^*(q)$ ve $f_k(q)$ değerlerini verir. $(k-1)$ 'inci aşamada $x_{k-1}^*(q-x_k^*)$ değeri ve bu çözümden $(k-2)$ 'inci aşamada, $x_{k-2}^*(q-x_{k-1}^*)$ değeri hesaplanır. Bu şekilde ilk değer olan q 'nın bir fonksiyonu olarak tüm x_i^* değerleri elde edilir.

İstasyon seçimi probleminin amacı belirlenen TR_N değerlerine denk gelen $MTS_{j(i)k}$ değerlerini maksimum yapan istasyon kombinasyonlarının elde edilmesidir. Böylece problemin amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşturulur:

$$V = \max \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{R_k} MTS_{j(i)k} \quad (3.14)$$

Problemin sınır koşulları;

$$\sum_{k=1}^N R_k = TR_N, \quad 0 \leq R_k \leq TR_N, \quad 1 \leq j(i) \leq P_k; \quad j(i) \neq j(h), \quad i \neq h \quad (3.15)$$

şeklindedir. V , amaç fonksiyonu; N , toplam alt havza sayısı, R_k , k alt havzasında korunacak istasyonların sayısı, k , alt havza indisi, i , k alt havzasındaki istasyon indisi, $j(i)$, k alt havzasındaki i istasyonunun göstergesi, TR_N , tüm havzada yeri korunacak toplam istasyon sayısı ve P_k , k alt havzasında daha önceden mevcut olan istasyon sayısıdır.

Buna göre;

Kademe 1 ($k = 1$)

$$f_1(d_1; t) = \max r_1(R_1; a)$$

$$t: 0 \rightarrow d_1 \quad a: 0 \rightarrow R_1$$

$$t = a \quad 0 \leq R_1 \leq TR_N$$

($k = 2$)

$$f_2(d_2; t) = \max [\max r_2(R_2, a) + f_1(d_1; b)]$$

$$t: 0 \rightarrow d_2 \quad d_2 = d_1 + R_1 \leq TR_N \quad a: 0 \rightarrow R_2 \quad b: 0 \rightarrow d_1$$

$$t = a + b$$

($k = N$)

$$f_N(d_N; t) = \max [\max r_N(R_N, a) + f_{N-1}(d_{N-1}; b)]$$

$$t: 0 \rightarrow d_N \quad d_N = d_{N-1} + R_N \leq TR_N \quad a: 0 \rightarrow R_N \quad b: 0 \rightarrow d_{N-1}$$

$$t = a + b$$

şeklinde yazılabilir. Burada $f_k(d_k; t)$, k kademesi için optimal çözüm (toplam maksimum $MTS_{j(i)k}$), $r_k(R_k, a)$, k kademesi için dönüşüm fonksiyonu; R_k , k alt havzasında korunacak istasyon sayısı; TR_N , korunacak toplam istasyon sayısı; d_k , k kademesi için durum değişkeni ve t, a, b bağımsız değişkenlerdir. Problemi çözmek için takip edilen aşamalar, sistematik olarak aşağıdaki gibi düzenlenebilir:

$$\underline{k = 1, \quad d_1 \leq R_1 \leq TR_N; \quad 0 \leq R_1 \leq P_1}$$

$$f(1, 0) = r(1, 0) + 0$$

$$f(1, 1) = r(1, 1) + 0$$

$$f(1, d_1) = r(1, d_1) + 0$$

$$\underline{k = 2, \quad d_2 = d_1 + R_2 \leq TR_N; \quad 0 \leq R_2 \leq P_2}$$

$$f(2, 0) = r(2, 0) + f(1, 0)$$

$$f(2, 1) = r(2, 1) + f(1, 0)$$

$$r(2, 0) + f(1, 1)$$

$$f(2, 2) = r(2, 2) + f(1, 0)$$

$$r(2, 1) + f(1, 1)$$

$$r(2, 0) + f(1, 2)$$

$$f(2, d_2) = r(2, d_2) + f(1, 0)$$

$$r(2, d_{2-1}) + f(1, 1)$$

.....

$$r(2, d_2 - d_1) + f(1, d_1)$$

$$k = N, \quad d_N = d_{N-1} + R_N \leq TR_N; \quad 0 \leq R_N \leq P_N$$

$$f(N; d_N) = r(N, d_N) + f(N-1, 0)$$

$$r(N, d_N - 1) + f(N-1, 1)$$

$$r(N, d_N - 2) + f(N-1, 2)$$

.....

$$r(N, d_N - d_{N-1}) + f(N-1, d_{N-1})$$

$f()$, toplam maksimum $MTS_{j(i)k}$ değerini, $r()$, $MTS_{j(i)k}$ değerlerini, N alt havza sayısını ve d_N izlenen aşamalarındaki değişken değerini ifade eder.

Havza bütününde korunacak olan istasyonların sayısı için, her bir alt havzada korunacak olan istasyon sayılarının belirlenmesi gereklidir. Bu yüzden, her alt havzada korunacak olan istasyonların sayısı, üniform nitelik değeri verilerinin istasyonlardaki toplamı maksimum olacak şekilde belirlenmelidir. Deneme-yanılma ile uygun olan alt havza seçeneğine sahip olan bölge seçilir. Ancak yöntemin uygulanması için gözlem ağının temel amacı, istasyon nitelikleri ve niteliklere atanacak ağırlık katsayılarının belirlenmesi gerektiği için, değişkenlik gösterebilecek ağırlık katsayıları yöntemin dezavantajı olarak sayılabilir.

3.2.2 Referans Noktası Yöntemi

Referans noktası yaklaşımları, hedef programlamanın geliştirilmesi olarak görülebilir. Yaklaşımlar, 1980 yılında Avusturya'nın Viyana kentindeki Laxenburg'da Uluslararası Uygulamalı Sistem Analizi Enstitüsü (IIASA) 'nda yapılan araştırmadan hareketle, hedef programlamanın ilerisinde geliştirilmiştir.

Yöntem, Wierzbicki (1980) ve Kallio ve diğer., (1980) çalışmalarından başlamış olup, uygulamaya yöneliktir. IIASA'da enerji, arazi kullanımı ve çevresel modeller için diğer pek çok uygulama da dahil olmak üzere, ticaret uygulamaları üzerine Nakayama ve diğer., (1983) yöntemleri, mühendislik tasarımına yönelik Korhonen ve diğer., (1986) çalışmaları mevcuttur. Bölgesel su kalitesi yönetimi ile ilgili olarak, Granat ve Makowski (1995, 1998) tarafından Çok Kriterli Model Analizi kullanılarak IIASA'da referans noktası yönteminin uygulanması geliştirilmiştir. Bölgesel su kalitesi yönetimi Makowski, Somly Ody ve Watkins (1996) tarafından, arazi kullanım planlaması Antoine, Fischer, Makowski (1997) ve kentsel arazi kullanım planlaması Matsushashi (1997) uygulamaya yönelik referans noktası yöntemlerinin genelleştirilmiş hedef programlama olarak düşünülebileceğine dikkat çeken çalışmalarda bulunmuşlardır (Wierzbicki, 1998).

Referans noktası yaklaşımı, her ölçüt için referans düzeylerinin belirtilmesini gerektirir (Wierzbicki, 2007). Yöntem, çok kriterli optimizasyon problemlerinin analizi için çok kullanışlıdır. Temel kavramı, elde edilecek subjektif sonuçlar için referans değerler getirerek belirtir. Belirtilen referans seviyelerine bağlı olarak, spesifik olarak değerlendirilebilen bir skaler fonksiyon oluşturulur ve doğrudan maksimize edilmek üzere yardımcı program olarak ifade edilebilir. Skaler fonksiyonun maksimum düzeyde olması, çoklu amaçlara bir çözüm üretir (Ogryczak, 2010). Referans Noktası Yöntemi'nin gerçek uygulamaları genellikle, tercih modellerini zenginleştiren ve analiz yapmayı basitleştiren, birden fazla referans noktası ile tanımlanan daha karmaşık bileşenli hedefleri ele alır (Wierzbicki ve diğer., 2000).

Su kalitesinde referans noktası yaklaşımı, kalite parametrelerinin değişkenlikleri, kirlilik yüklerinin kaynakları ve akarsu kollarında değişiklik göstermeleri, istasyonlarda düzgün ve sürekli veri toplanmama durumu, istasyonların işletme sürelerinin farklı olması gibi etkenler göz önüne alındığında, ağırlık katsayılarına göre parametrelerin farklı yönde etkilenip doğru bilgiye götürmeme ihtimalinden dolayı, ayrıca karmaşık ve yoğun verilere rağmen basit ve sade bir yöntem olması sebebiyle çalışma kapsamında tercih edilmiştir. Su kalitesi gözlem ağı performans

değerlendirme çalışması dahilinde modelleme, ağdaki mevcut durum tespiti ve ağda gerçekleşebilecek uzun süreli değişim tespiti olmak üzere 3 amaç kapsama alınmış ve referans noktası yaklaşımı ile bu amaçlar doğrultusunda istasyonlar, birbirleri ile ve kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Amaçları oluşturan niteliklerin skorları en iyi ve en kötü duruma göre (0,1) aralığında alınmış, istasyonların skorları bu referans noktasına olan uzaklıklarına göre sıralanmıştır.

Basit ve sade bir yöntem olan Referans Noktası Yöntemi; ağ tasarımcısı ve ağ üzerinde karar alan kişi veya kurumların amaçlara göre performans değerlendirmesini ve ağ üzerinde doğru karar vermesini sağlar. Farklı performans modelleri değişken özelliklerinin toplamı olarak değerlendirip modellemede tasarımcı ve karar vericiye esneklik kazandırır.

Yöntem; her bir kritere göre istasyonların performans seviyelerinin, istasyonlara atfedilen öz niteliklere göre tarifini yaparak, üniformize edilmiş öz nitelikleri kriterlere göre sınıflandırır. Her bir kriterin sahip olduğu öz nitelik değerleri toplanarak kriter performans değerleri bulunur. Referans Noktası Yöntemi temel olarak her kriterdeki her bir seçeneğin skorlarını belirlemeye dayanmaktadır. Yaklaşım her kriterin, tanımlanan bir özellik ile ilişkili olmasını ve alternatif bir A_i (seçenek istasyon) için m kriterlerine karşılık gelen niteliklerin hesaplanmasını gerektirir. Hesapların ardından karar aşamasında her amaç için, kriterlerin nitelik ve performans seviyelerinin koşullarının belirtilmesi gereklidir.

3.2.2.1 İstasyonları Temsil Eden Niteliklerin Seçimi

Bir gözlem ağındaki her istasyon, havza yönetim hedeflerine ve ağın ilgili operasyonel kriterlerine uygun nitelikleriyle tanımlanmalıdır. Bu özellikler, gözlem istasyonunu etkileyen fiziki koşullar da göz önünde bulundurularak drenaj alanı, nüfus yoğunluğu, sulama alanı, istasyonun işletme süresi, istasyon teknolojisi, istasyon ulaşılabilirliği, istasyon yakınında veya bulunduğu bölgede akım gözlem

istasyonlarının varlığı vb. olarak seçilir. İstasyona özgü özellikleri tanımlamak için gözlem sayısı, veriler, gözlem süresinin uzunluğu ve benzeri özellikler göz önüne alınır. İstasyonların nitelikleri performans göstergeleri olarak değerlendirilebileceği için, niteliklerin seçimi ağ performansının istasyon bazında değerlendirilmesi sürecinde önemli bir adımdır. Seçilen özellikler, kabul edilen tüm ağ için genel bir durumu yansıtmalı ve toplanan verilere dayanarak o bölgede elde edilen bilgiler de dahil olmak üzere istasyonun temel özelliklerini de belirtmelidir. Öte yandan, seçilen özellikler, her istasyon için spesifik olmak yerine, ağı oluşturan tüm istasyonlar için geçerli olmalıdır ve seçilen her bir özelliğin ağdaki her istasyon için hesaplanması kolay olmalıdır. Bu durum, istasyonlar arasında bir karşılaştırma yapmayı mümkün kılar (Çetinkaya, 2007).

3.2.2.2 Referans Noktası Yaklaşımının Gözlem Ağı Performansının Değerlendirilmesi Problemine Uygulanması

Referans noktası yaklaşımı performans açısından ağda yer alan istasyonlar arasında bir sıralama yapmayı amaçlamaktadır. Bir istasyonun performansı, özelliklerin ve kriterlerin skorları ile değerlendirilir ancak referans noktası yaklaşımında kriterler veya hedefler için referans noktasına göre bir maksimum seviye tanımlanır ve bu maksimum noktaya olan uzaklıklarına göre sıralanarak istasyonların performansları belirlenir. Referans noktası yaklaşımının en önemli avantajı, niteliklerin veya kriterlerin ağırlık katsayılarının belirlenmesine ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu avantaj, “referans noktasına olan uzaklık” ile sağlanmaktadır. Tanımlanan herhangi bir referans noktası, hesaplanan kriterin değeri ile aynı ağırlığa sahiptir, bu nedenle ağırlık katsayısı hem referans noktası hem de elde edilen skor için eşit olacağından aradaki mesafeyi etkilemeyen ortak bir çarpan haline gelir. Bu durumda, Referans Noktası Yaklaşımı, ilgili kriterler açısından gözlem istasyonunun performansının değerlendirmesine dayanır. Bir gözlem istasyonunun performansının değeri, her bir kriter için öz nitelik değerlerinin (a_{ij}) toplamıdır. Diğer yandan seçilen öz nitelik değerleri, maksimum seviyeye getirilmesi durumunda istasyonların performanslarını iyileştirmelidir; örneğin o istasyonda gözlem yapılan süre arttıkça elde edilecek veri miktarı artacağından istasyonun getirdiği bilgi miktarı da

artacaktır. Diğer yandan sürenin uzun olmasına rağmen gözlemlerin arada bir kesiliyor olması durumunda, gözlem yapılmayan zaman sayısı, bir özellik olarak kullanılmalı ve bu değerin minimum olması istenir. Bu niteliğin kullanılabilmesi maksimizasyon probleminde mümkün olamayacağından, tanımını farklılaştırılarak gözlem yapılmayan zaman sayısının gözlem süresi dikkate alınabilir. Haliyle gözlemleri eksiksiz ve kesintisiz bir istasyonun bu değeri 1 olacak ve alabileceği en büyük değeri alacaktır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta, niteliklerin ölçülebilirliği ve farklı birimleridir (Örn: ay, yıl, m³/s, mg/l vb.). Özniteliklerin aynı koşullarda değerlendirilmesi için, öznitelik birimlerinin normalleştirilmesi ve üniormize edilmesi gerekmektedir. Farklı üniormize etme yöntemleri bulunsa da su kalitesi gözlem değerlerinin doğası nedeniyle bu çalışmada Lettenmaier ve diğer., (1984) ile İçağa (1998) tarafından kullanılan yaklaşım kabul edilmiştir. Hesaplanan istasyon öznitelik değerlerinin (0, 1) aralığında değerler almalarını sağlamak için her istasyona ait o öznitelik değerleri Box-Cox dönüşümü (Eşitlik 3.16) ile normalize edilmeli ve aşağıda açıklanan teoreme göre üniorm hale getirilmelidir.

$$y_i = \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda} \quad \lambda \neq 0 \text{ için} \quad (3.16)$$

Box-Cox dönüşümünde y_i dönüştürülen veri, x_i orijinal çarpık veriler ve λ , deneme yanılma yöntemi ile tahmin edilecek olan bir parametre değeridir. λ değeri çarpıklık katsayısını sıfır ya da sıfıra yakın yapacak bir değer olarak seçilmelidir (McMahon ve Mein, 1986, s.47).

Ardından, normalize edilmiş öznitelik değerleri, Olasılık-İntegral Dönüşümü (Gibbons ve Chakraborti, 1992, s.26) kullanılarak (0, 1) aralığı için üniorm bir dağılım fonksiyonuna sahip olmak üzere bir kez daha dönüştürülebilir:

Olasılık-İntegral Dönüşümü

Rasgele değişken X kümülatif dağılım fonksiyonuna sahip olsun. F_x sürekli olduğunda, $Y = F_x(X)$ dönüşümüyle üretilen rasgele değişken Y , başlangıç aralığı (0,1) boyunca üniorm olasılık dağılımına sahiptir.

Kanıt:

Tüm x için $0 \leq F_x(x) \leq 1$ olduğu için, $y \leq 0$ için $F_y(y) = 0$ ve $y \geq 1$ için $F_y(y) = 1$ olur. $0 < y < 1$ için, u'nun en büyük olduğu $F_x(u) = y$ 'ye denk gelir.

$F_x(X) \leq y$ ve eğer $X \leq u$ ise;

$F_y(y) = P[F_x(X) \leq y] = P(X \leq u) = F_x(u) = y$ üniform dağılımdır.

Bu teoriye göre, normalize olan öznitelik değerlerinin kümülatif dağılım fonksiyonu $F(x)$, $F(y)$ kümülatif dağılım fonksiyonuna eşit olur.

$$F(x) = \int f(x)dx = P(X < x) \quad (3.17)$$

Burada, $F(x)$ normal dağılımın kümülatif işlevi; $f(x)$: normal dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyonu; $P(X < x)$: $X < x$ olasılığı;

$$F(y) = \int f(y)dy = P(Y < y) = \frac{y-a}{b-a}, \quad a \leq y < b \quad (3.18)$$

olur. $F(y)$, uniform dağılımın kümülatif fonksiyonu; $f(y)$: uniform dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu ve $P(X < x)$: $X < x$ olasılığıdır.

Kümülatif fonksiyon $F(x)$ aşağıdaki dönüşüm kullanılarak $F(z)$ olarak standardize edilir:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (3.19)$$

Bu dönüşümden sonra, standardize kümülatif normal dağılım fonksiyonu $F(z)$, Olasılık-İntegral Dönüşüm teoremine göre kümülatif uniform dağılım fonksiyonuna $F(y)$ eşit olur:

$$F(z) = F(y) = \frac{y-a}{b-a} \quad (3.20)$$

ve böylece

$$y = (b-a) F(z) + a \quad (3.21)$$

bağıntısı elde edilir. Uniform dağılımın sınırları olarak $b = 1$ ve $a = 0$ değerlerini değiştirerek aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$y = F(z) \quad (3.22)$$

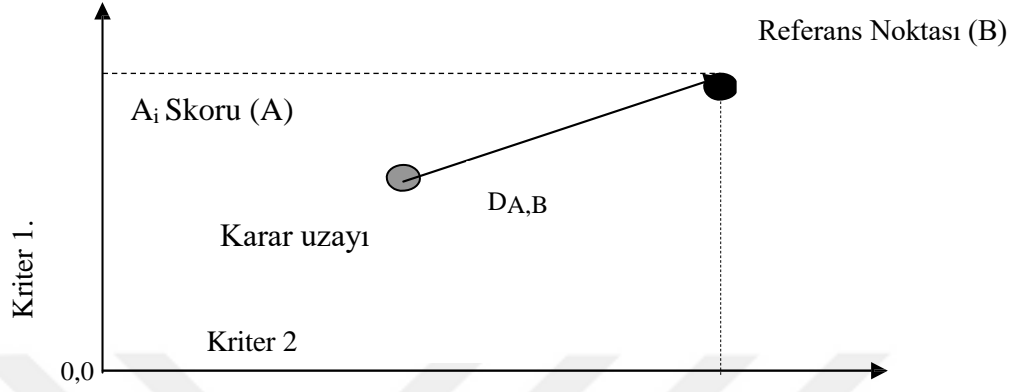
Burada y , normal dağılım fonksiyonlu öznitelik değeri olan x 'in üniormize edilmiş verileri ve $F(z)$: x 'in standartlaştırılmış kümülatif normal dağılım fonksiyonudur.

Öznitelikler ve referans noktaları çok boyutlu bir karar alanındaki bir noktayı veya bir vektörü göstermektedir. Bu sebeple bir özneteliğin performansı, referans alınan noktaya göre skaler mesafe aracılığı ile belirlenir. Maksimizasyonun elde edilmesi için bir niteliğin maksimum skora sahip olması, yani referans noktasına olan mesafesinin minimum olması gerekmektedir. Minimizasyonun elde edilmesi için ise niteliğin minimum skora sahip olup, referans noktasına olan mesafesinin maksimum olması gerekmektedir. Yapılan hesaplar sonucunda en düşük skora sahip olan istasyonun operasyonelliğinin düzeltilmesi, aynı kalması veya kapatılması konusunda karar verilir. Her bir istasyon için yapılan maksimizasyon – minimizasyon işlemlerinden sonra eğer kriterlerin seçiminde benzerlikler mevcutsa kategoriden çıkartılabilirler. Ayrıca referans noktası yaklaşımı, istasyonların spesifik operasyonel hedeflerine göre kendi içerisinde değerlendirilmesini de sağlar (Çetinkaya, 2007).

Bir alternatifin ve bir referans noktasının performansı arasındaki skaler fark (Şekil 3.3) genelde Öklid mesafesi ile ölçülür ve A ve B koordinatları A (x_a, y_a) ve B'yi içeren iki nokta için aşağıdaki şekilde formüle edilebilir. Öklid mesafesi (x_b, y_b) iki boyutlu bir uzayda:

$$D_{A-B} = (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2)^{1/2} \quad (3.23)$$

şeklindedir.



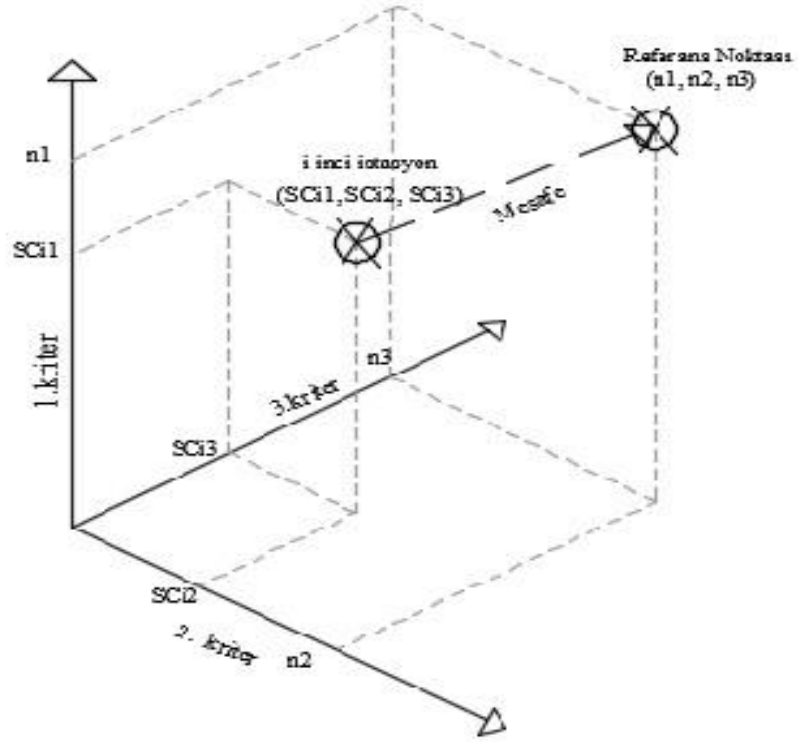
Şekil 3.3 İki boyutlu bir karar alanındaki bir alternatif ile referans noktası arasındaki mesafenin ölçülmesi (Çetinkaya, 2007)

Yukarıda tanımlanan normalleştirme ve üniformlaştırma süreçlerinden sonra niteliklerin 0 ile 1 arasında değerleri vardır ve birimsizlerdir, bu nedenle niteliklerin toplamını elde etmek kolaylaşır. Şekil 3.4'te, n sayıdaki öz nitelik ile ilişkili olan m inci kriterin bir skoru (SC_{im}), üniformize edilmiş j inci nitelik değerlerinin (au_{ij}) toplamı üzerinden aşağıdaki gibi i inci gözlem istasyonu için elde edilebilir:

$$SC_{im} = \sum_{j=1}^n au_{ij} \quad (3.24)$$

m inci kriter için referans seviyesi, özelliklerin hiçbirisi 1'den fazla üniformize edilmiş bir değere sahip olamadığından m inci kriter için hepsini karşılayan bir süper istasyon (maksimum değerlere sahip olan istasyon), n değeri olarak SC_{im} değerine sahip olacaktır. Kriterlerin sayısı karar alanının boyutlarını tanımlar. Eğer sadece üç kriter dahil edilirse, referans noktası her ölçütle ilişkili niteliklerin sayısına karşılık gelen üç boyutlu koordinatlara $\{n_1, n_2, n_3\}$ sahiptir. Bu durumda her i istasyonu üç boyutlu uzayda $\{SC_{i1}, SC_{i2}, SC_{i3}\}$ koordinatlarıyla tek bir nokta temsil eder (Şekil 3.4). Bu nedenle, gözlem istasyonunun performansı, yani referans noktası ile istasyon arasındaki yakınlık, 3.23 bağıntısı ile ölçülür. Mesafe ne kadar kısa ise o

istasyon diğer istasyonlara göre amaçlara daha iyi hizmet ediyor demektir ve sıralamada diğer istasyonların en üstünde yer alır.



Şekil 3.4 Gözlem istasyonunun üç boyutlu karar alanındaki performansı (Çetinkaya, 2007)

BÖLÜM DÖRT

GEDİZ HAVZASI SU KALİTESİ GÖZLEM AĞININ REFERANS NOKTASI YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Gediz Havzası

Gediz Havzası Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi'nde yer alan, Kuzey Ege, Susurluk ve Küçük Menderes Havzaları arasındaki bölgeden oluşmaktadır. (Şekil 4.1) Havza kuzeyde Kuzey Ege ve Susurluk Havzalarının güney sınırını oluşturan Kara, Dumanlı, Kılıç, Karaoğlan, Demirci, Simav; doğuda Murat, Koca, Kışla, Umurbaba, Uysal; güneyde Çal, Çulha, Bozdağ, Çatma, Çallıbaba, Mamut, Nif ve Yamanlar Dağı su ayırım hattına ve batıda Ege Denizi'ne kadar uzanmaktadır. Havzanın adını aldığı Gediz Nehri 275 km uzunluktadır. Havza, 1.703.394 ha alanı kaplamakta olup, Türkiye genel yüzölçümünün %2,17'sini oluşturmaktadır. Toplama havzası 17.034 km², yıllık ortalama su potansiyeli yaklaşık olarak 126 mm dir. Gediz Nehri, Gediz ilçesinin 26 km doğusundaki Murat Dağları'ndan doğup Deli İniş (Kocaçay), Demrek (Demirci), Kum, Alaşehir ve Nif dereleri ile birleşir. Gediz Nehri'yle birleşen diğer akarsulardan Kurşunlu, Tabak, Sart, Gencer, Yeniköy, Karaçalı, Irlanmaz ve Keçili ise diğer önemli akarsulardır. Gediz Nehri, Salihli ve Menemen Ovaları boyunca devam ederek bu ovalar için sulama suyu sağlamaktadır. Nehir, Foça ve Çamaltı tuzlası yanından Ege Denizi'ne dökülür (Çetin ve diğer., 2009).

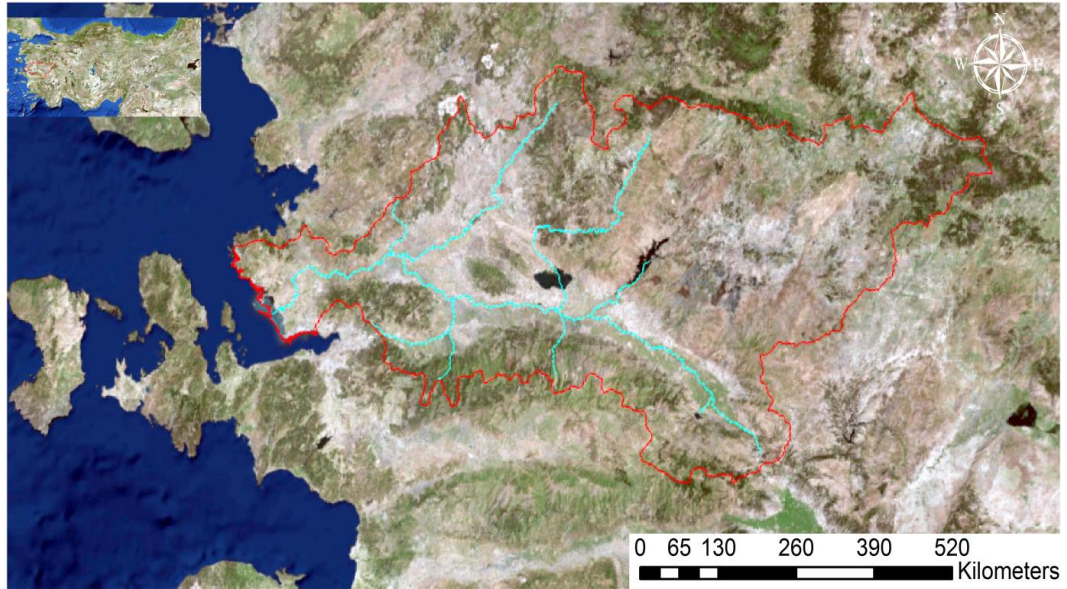
Havzada az sayıda göl mevcuttur. Havzada yer alan en önemli doğal göl, Manisa ili Akhisar ilçesinin Marmara beldesi yakınlarındaki Gölarmara'dır. Manisa Ovası'nı sulamak ve taşkınlarla gelen suları rezerve edebilmek için bu göl çevresinde geniş bir alan kamulaştırılmıştır. Havzada Gölarmara'nın dışında doğal krater gölü Gölcük Gölü vardır. Havzada 5 baraj ve 2 gölet bulunmaktadır. En büyük baraj 1.022 milyon m³ depolama kapasitesiyle Demirköprü Barajı'dır. Gördes ve Küçükler Barajları içmesuyu temini amacıyla da kullanılmakta, diğer barajlar sulama, taşkın koruma ve enerji üretimi amaçlı kullanılmaktadır. Havzanın 2/3'si doğal alandır. Kalan 1/3'lik kısmını oluşturan merkez ovada kentleşme, tarımsal faaliyetler ve

ormanlık alan dağılımı görülmektedir. Merkez ovadaki arazi kullanımı dağılımı ormanlık ve yarı doğal alanlar, toplam alanın %47'sini oluşturmaktadır. Çevre üzerindeki potansiyel etkilerinden dolayı önemli olan arazi kullanımları, toplam arazi kullanımının %52'sini kaplayan, tarımsal ve kentsel kullanımlardır. Tarımsal alan, alanın %50'sini kaplamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2013).

Havza makro iklim açısından kısmen Akdeniz iklim tipine girmektedir. Havzada yer alan meteoroloji istasyonu gözlemlerine göre yıllık toplam yağış 450–800 mm arasında değişmektedir. Yıl boyunca yazlar kurak, kışlar bol yağışlı olmaktadır. Aşağı havzada yıllık sıcaklık ortalaması 16,6 °C, yukarı havzada 13,5 °C olup, havza ortalaması 15,1 °C'dir. Yaz mevsiminde bitkilerin su ihtiyacı üzerine büyük etkisi olan bağıl nem kuvvetli rüzgârların etkisiyle %46-51'e düşmektedir. Buharlaşma Temmuz ayında maksimum ortalama 269,9 mm, Ocak ayında minimum ortalama 4,6 mm değerlerini göstermektedir. Yıllık ortalama güneşlenme 7,2 sa/gün değerindedir. Gediz Nehri, Batı Anadolu'da 17.220 km² 'lik bir yağış alanından beslenmektedir. Günümüzde, ortalama olarak tüm havzadaki kullanılabilir su miktarı 61 mm/yıl civarındayken, toplam su talebi 50 mm/yıl'a ulaşmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2013).

Havza genelinde tarımsal sulama, kentsel su kullanımı, endüstriyel su kullanımı, hidroelektrik santrallerin ihtiyacı olan su kullanımı ve çevresel koruma amaçlı su kullanımı şeklinde su kullanımı mevcuttur. Havzadaki sulama amaçlı su temini önemli ölçüde Demirköprü Barajı, Gölarmara ve Afşar Barajlarından yapılmaktadır. İçme ve kullanma suyu amaçlı ise hem yüzeysel hem de yeraltı suyu kullanılmaktadır. Havzada su kullanıcıları arasında önemli bir yere sahip Manisa ve Kemalpaşa sanayi bölgeleri bulunmakta ve atıksularını Gediz Nehri'ne boşaltmaktadırlar. Ayrıca daha küçük ölçekli Menemen yakınlarında ağırlıklı deri imalathanelerinin bulunduğu bir bölge de bulunmaktadır. Tarımsal kullanımda büyük ve küçük ölçekli yüzeysel sulama projeleri olduğu gibi yeraltı suyundan da yoğun olarak yararlanılmaktadır. Kentsel su kullanımında ise Gediz Havzası kendi sınırlarındaki belediyelere su sağladığı gibi havza dışında olan İzmir şehrine de içme suyu sağlamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2013).

Havzada genel olarak yerleşim yerlerinde kanalizasyon sistemleri mevcut olup, kanalizasyonla toplanan atıksular, arıtılarak veya arıtılmayarak alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. “Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması: Atık Özümsene Kapasitelerinin İzleme Modelleme Yöntemleriyle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Kentsel Atıksu Yatırım Planlarının Geliştirilmesi (SINHA 2008-2011)” projesi kapsamında uluslararası sözleşmelere göre Akdeniz, Ege ve Karadeniz kıyılarında Hassas Alan ve Sıcak Noktaların tespitine göre Gediz Havzası’nda yer alan İzmir’in Karşıyaka, Menemen ve Foça ilçelerinin kıyı şeridi Sıcak Nokta olarak belirlenmiştir. Gediz Nehri ile taşınan yoğun kirlilik, İzmir Körfezi’nin dış bölümüne dökülmektedir. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’ne göre değerlendirilen Gediz Havzası kıyı şeridi hassasiyet durumuna göre hassas ve az hassas olarak sınıflandırılmıştır. İzmir iç körfezi ile orta körfezinde kalan Karşıyaka ve Menemen ilçelerinin kıyı şeridi “hassas alan”, Foça ilçesinin kıyı şeridi “az hassas alan” olarak belirlenmiştir. Söz konusu bölgeler ve sınıflandırma nedenleri olarak körfezin kapalı özellik göstermesi ve körfeze ulaşan suların sirkülasyonun olmaması gösterilmiştir (TÜBİTAK MAM, 2013).



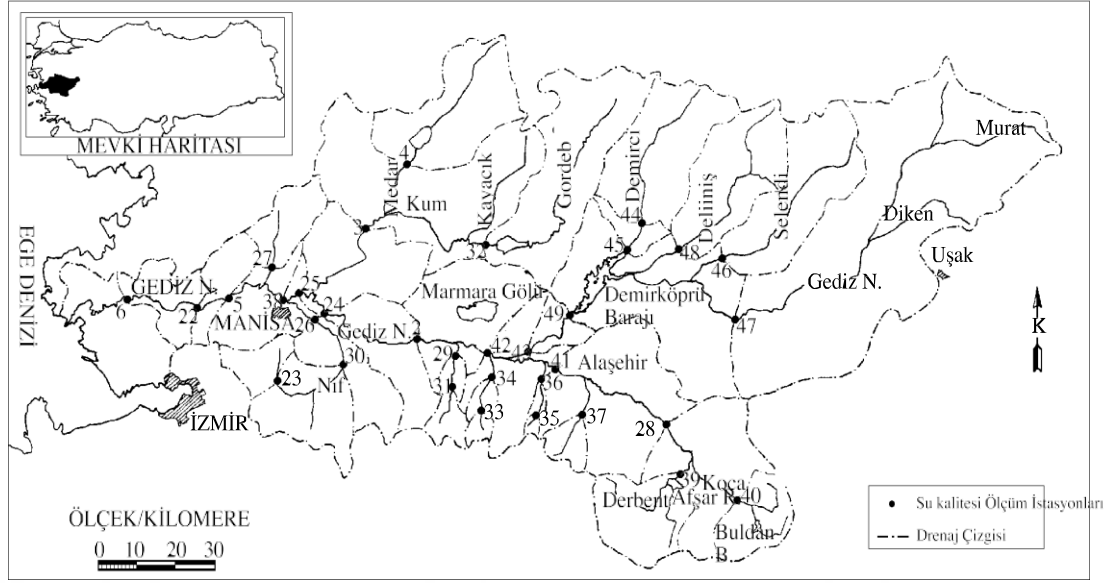
Şekil 4.1 Gediz Havzası sınırları (Çetinkaya ve Günaçtı, 2017)

4.2 Gediz Havzası Su Kalitesi Gözlem Ağı

Havzada yer alan 33 adet su kalitesi gözlem istasyonlarında (Tablo 4.1 ve Şekil 4.2) 1985-2000 yılları boyunca gözlenen 23 adet parametrelerin her bir istasyondan elde edilen toplam veri adedi, verilerin minimum ve maksimum değerleri, ortalama değerleri, toplam gözlenen yıl sayısı ve periyotları hesaplanıp ekte verilmiştir.

Tablo 4.1 Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağı istasyonları (TUBITAK-YDABAG-100Y102, 2003)

İSTASYON NO	İSTASYON ADI
05-002	GEDİZ NEHRİ-URGANLI
05-003	KUM ÇAYI-KİLLİK
05-004	MEDAR ÇAYI-MEDAR KÖPRÜSÜ
05-005	GEDİZ NEHRİ-MURADIYE KÖPRÜSÜ
05-006	GEDİZ NEHRİ-MENEMEN KÖPRÜSÜ
05-022	EMİRALEM REGÜLATÖRÜ
05-023	NİF ÇAYI ÇİÇEKLİ-MEMBA
05-024	NİF ÇAYI-HACİHALİLLER (MANSAP)
05-025	GEDİZ NEHRİ-YENİMAHMUDIYE
05-026	NİF ÇAYI COBAN İSA-MANSAP
05-027	SARMAÇAY
05-028	ALAŞEHİR ÇAYI-KASAPLI
05-029	GENCER DERESİ-AHMETLİ MANSAP
05-030	NİF II KÖPRÜSÜ
05-031	GENCER DERESİ-AHMETLİ MEMBA
05-032	GÖRDES ÇAYI-MADEN CESMESİ
05-033	TABAK ÇAYI-MEMBA
05-034	TABAK ÇAYI-MANSAP
05-035	KURŞUNLU ÇAYI-MEMBA
05-036	KURŞUNLU ÇAYI-MANSAP
05-037	DEĞİRMENDERE
05-038	GEDİZ N.-MANİSA KÖPRÜSÜ
05-039	KOCAÇAY-AFŞAR BARAJ ÇIKIŞI
05-040	KOCAÇAY-BULDAN BARAJ ÇIKIŞI
05-041	ALAŞEHİR ÇAYI-AKHİSAR KÖPRÜSÜ
05-042	GEDİZ N.-ÇAYKÖY
05-043	GEDİZ NEHRİ-AKHİSAR KÖPRÜ
05-044	DEMİRCİ ÇAYI-BORLU MEMBA
05-045	BORLU-MANSAP
05-046	SELENDİ ÇAYI-GÜLLÜCE
05-047	GEDİZ N.-GEDİZ I KÖPRÜSÜ
05-048	DELİİNİS-GUMELE
05-049	D.KÖPRÜ BARAJ ÇIKIŞI



Şekil 4.2 Çalışma kapsamında incelenen Gediz Havzası su kalitesi gözlem istasyonları (Özkul, 2001)

4.3 Su Kalitesi Gözlem Verileri

Bir su kütlesinin sahip olduğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin tümü, o kütleyi oluşturan suyun kalitesini göstermektedir. Su kalitesi belirleme çalışmaları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ile 13.02.2008 tarih ve 26786 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren SSKY’de Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’te yer alan kıta içi su kaynakları sınıflarına göre belirlenmiş olan kriterler doğrultusunda yapılmaktadır. Kıta içi yüzeysel su kaynakları için su kalitesi 4 sınıfta tanımlanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Kıta içi yüzeysel su kaynakları su kalitesi sınıfları (SSKY’de Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2008)

Kalite Sınıfı	Su Kalite Tanımı
I. Sınıf	Yüksek kaliteli su
II. Sınıf	Az kirlenmiş su
III. Sınıf	Kirli su
IV. Sınıf	Çok kirlenmiş su

Yüzeysel su kaynaklarının kalite sınıflarının belirlenmesi çalışmalarında DSİ’ den temin edilmiş olan 1985-2000 yılları arasına ait su kalite gözlem istasyonları ölçüm verileri kullanılmıştır. Su Kalitesi Kontrolü Yönetmeliği ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’nde verilen genel şartlar ve ana parametre gruplarına göre sıcaklık, sodyum, kalsiyum, klor, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, askıda katı madde, çözünmüş oksijen, BOİ (biyolojik oksijen ihtiyacı), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), E-Coli ve T-Coli bakterileri, pH, arsenik, kurşun, bakır, mangan, demir, krom, kadminyum olmak üzere 23 adet parametre ile su kalitesi sınıfları tespit edilmiştir. Her bir parametre için elde edilen kirlilik oranları, temsil ettikleri kirlilik gruplarına göre oluşturulup 4 gruba ayrılmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Su kalitesi değişkenleri grupları

GRUP ADI	QSUM1	QSUM2	QSUM3	QSUM4
TEMSİL EDİLEN KİRLİLİK TÜRÜ	Sulama ve inorganik maddelerden kaynaklı yayılı kirlilik	Organik madde, fosfat-azot, evsel ve sulama kaynaklı kirlilik	Biyolojik kirlilik	Ağır ve iz metallerin görüldüğü endüstriyel kirlilik
DEĞİŞKEN	T	NH ₃ -N	E-Coli	pH
	Na	NO ₂ -N	T-Coli	As
	Ca	NO ₃ -N	COD	Pb
	Cl	SS		Cu
	EC	BOD ₅		Mn
	Turb	DO		Fe
				Cr
				Cd

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ne göre her bir parametrenin, yönetmeliklerde yer alan kirlilik sınır değerlerine göre su kalitesi sınıfları belirlenmiş (Tablo 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7) ve istasyonların III. ve IV. Sınıf kaliteye sahip veri sayıları hesaplanıp her istasyondaki

toplam veri sayısına oranı bulunmuştur. Ekte yer alan Tablo 24, 25, 26 ve 27’de kirlilik sınıfları verilmiştir.

Tablo 4.4 QSUM1 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması

QSUM1						
İst. No	T	Na	Ca	Cl	EC	Turb
5-002	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-003	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-004	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-005	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-006	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-022	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-023	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-024	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-025	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-026	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-027	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-028	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-029	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-030	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-031	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF

Tablo 4.4 devamı

5-032	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-033	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-034	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-035	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-036	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-037	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-038	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-039	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-040	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-041	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-042	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-043	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-044	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-045	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-046	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-047	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-048	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-049	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF

Tablo 4.5 QSUM2 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması

QSUM2						
İst. No	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS	BOD5	DO
5-002	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-003	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-004	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-005	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-006	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-022	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-023	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-024	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-025	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-026	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-027	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-028	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-029	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-030	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-031	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-032	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-033	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF

Tablo 4.5 devamı

5-034	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-035	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-036	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-037	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-038	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-039	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-040	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-041	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-042	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-043	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-044	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-045	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-046	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-047	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-048	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-049	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF

Tablo 4.6 QSUM3 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması

QSUM3			
İst. No	E-Coli	T-Coli	COD
5-002	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-003	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-004	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-005	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-006	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-022	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-023	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-024	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-025	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-026	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-027	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-028	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-029	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-030	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF
5-031	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-032	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-033	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-034	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-035	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-036	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-037	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-038	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-039	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-040	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-041	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF
5-042	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-043	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-044	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF

Tablo 4.6 devamı

5-045	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-046	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-047	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-048	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-049	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF

Tablo 4.7 QSUM4 grubu parametrelerine göre istasyonların su kalitesi açısından sınıflandırılması

QSUM4								
İst. No	pH	As	Pb	Cu	Mn	Fe	Cr	Cd
5-002	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-003	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-004	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-005	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-006	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-022	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-023	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-024	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-025	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-026	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF

Tablo 4.7 devamı

5-027	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-028	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-029	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-030	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-031	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-032	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-033	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-034	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-035	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-036	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-037	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-038	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-039	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-040	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-041	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF

Tablo 4.7 devamı

5-042	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF
5-043	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-044	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-045	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-046	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-047	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-048	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF
5-049	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF	III – IV. SINIF	III – IV. SINIF	I – II. SINIF	I – II. SINIF

Parametrelere göre her bir istasyonda gözlenmiş verilerin, geçici süreli kirliliğe sebep parametreleri içermesi, mevsimsel değişiklikler, kuraklık, istasyonların konumları ve ulaşılabilirlikleri, gözlem yapan kurum ve kuruluşların yatırım konusundaki eksiklikleri gibi sorunlardan, aynı sürede ve uzunlukta tespit edilemediği görülmektedir. Gözlemler düzenli gerçekleşmediği için tüm verilerin aynı boyutta kıyaslanması oldukça zordur. Bu gibi durumlarda başvuru metotlarından Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis) çalışma kapsamında ele alınmıştır.

4.4 Temel Bileşenler Analizi

Temel Bileşenler Analizi ilk kez 1901 yılında Karl Pearson tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra 1933 yılında Hotelling ve 1964 yılında Rao tarafından uygulama alanları geliştirilmiştir (Timm, 2002). Değişkenler arasındaki bağımlılık yapısının yok edilmesi veya boyut indirgeme amacıyla kullanılan Temel Bileşenler Analizi tek başına kullanılan bir analiz olduğu gibi, başka analizler için de veri hazırlama tekniği olarak kullanılmaktadır (Arnold, 1981; Ludwig ve Reynolds, 1988; Sharma, 1996). Değişkenler arasında bir bağımlılığın bulunması ve bağımsız olmamaları durumunda verilerin istatistik analiz sonuçlarının yorumu oldukça güç olmaktadır. Böyle durumlarda kullanılan tekniklerin başında Temel Bileşenler Analizi gelmektedir (Sangün ve Akar, 2011). Temel Bileşenler Analizi'nde, n gözlem ve p değişkenden oluşan veri matrisi X 'in p boyutlu uzaydaki durumu düşünülecek olursa, veri matrisi (her gözlem bir noktayı göstermek üzere) çok sayıda noktadan oluşan bir topluluk olarak ifade edilebilir. Bu matriste eğer ham veri kullanılıyor ise, varyans-kovaryans matrisinden, standartlaştırılmış veri kullanılıyor ise korelasyon matrisinden yararlanılmaktadır. Çalışmada, grupları oluşturan parametrelerin gözlem sayılarının aynı uzunlukta olmaması ve parametre birimlerinin birbirinden farklı olması nedeniyle, her bir grubu en iyi temsil eden değişkenin belirlenebilmesi ve kovaryansının tespiti için Temel Bileşenler Analizi kullanılmış, analizin varyans-kovaryans matrisinden yararlanılmıştır. Her bir kirlilik göstergesi için belirlenen grubu oluşturan değişkenler, ortak gözlem yıllarına göre matris oluşturularak, grupları temsil etme derecelerine göre sıralanmış olup Tablo 4.8 ve 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.8 QSUM1 grubu parametreleri katkı yüzdeleri

QSUM1					
İst.No	T	Na	Cl	Ca	EC
45	99,67%	0,19%	0,08%	0,04%	0,01%
28	99,53%	0,36%	0,10%	0,01%	0,00%
41	99,40%	0,35%	0,16%	0,08%	0,02%
32	99,18%	0,42%	0,23%	0,10%	0,07%
6	98,86%	0,81%	0,18%	0,11%	0,04%
25	98,84%	0,62%	0,46%	0,05%	0,03%
5	98,76%	0,92%	0,21%	0,09%	0,03%
33	98,75%	0,68%	0,43%	0,12%	0,02%
27	98,63%	1,12%	0,13%	0,06%	0,05%
43	98,55%	0,73%	0,49%	0,20%	0,03%
38	98,47%	0,94%	0,30%	0,22%	0,08%
35	98,42%	0,84%	0,45%	0,24%	0,05%
22	98,35%	1,09%	0,39%	0,12%	0,05%
47	98,21%	1,21%	0,35%	0,13%	0,09%
36	98,14%	1,29%	0,33%	0,19%	0,06%
3	98,09%	1,20%	0,37%	0,22%	0,12%
2	98,08%	1,24%	0,40%	0,22%	0,07%
26	98,08%	1,21%	0,55%	0,12%	0,03%
44	97,79%	1,30%	0,67%	0,19%	0,04%
42	97,06%	2,05%	0,59%	0,26%	0,04%
23	96,90%	2,23%	0,60%	0,21%	0,06%
34	96,76%	2,07%	1,11%	0,05%	0,01%
49	95,43%	2,68%	1,20%	0,62%	0,08%
31	94,51%	2,34%	1,83%	1,04%	0,27%
37	93,17%	5,66%	0,78%	0,33%	0,06%
4	93,09%	5,27%	0,84%	0,44%	0,37%
48	92,50%	4,78%	2,10%	0,46%	0,16%
29	92,45%	4,80%	1,69%	0,65%	0,41%
24	90,63%	9,30%	0,04%	0,03%	0,00%
46	89,77%	6,20%	3,21%	0,00%	0,82%
39	85,68%	8,48%	3,33%	2,36%	0,16%
40	80,53%	9,37%	5,81%	3,73%	0,55%
30	76,90%	22,79%	0,27%	0,04%	0,00%

Gruba en büyük katkı sıcaklık parametresi tarafından yapıлып, sadece 30 no lu istasyonda sodyum parametresinin %10'dan fazla katkısı bulunmaktadır. Grubu en iyi sıcaklık parametresi temsil etmektedir. Bulanıklık değişkeni en az ve yetersiz veriye sahip olduğu için sıralamaya dahil edilmemiştir.

Tablo 4.9 QSUM2 grubu parametreleri katkı yüzdeleri

QSUM2						
İst.No	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS	BOD5	DO
26	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
23	99,86%	0,08%	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%
4	99,84%	0,08%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%
5	99,72%	0,25%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%
38	99,48%	0,32%	0,18%	0,02%	0,00%	0,00%
2	99,22%	0,65%	0,07%	0,06%	0,00%	0,00%
44	99,09%	0,51%	0,35%	0,05%	0,00%	0,00%
22	99,01%	0,82%	0,12%	0,04%	0,00%	0,00%
47	98,99%	0,57%	0,42%	0,02%	0,00%	0,00%
24	98,70%	1,00%	0,20%	0,11%	0,00%	0,00%
30	97,82%	2,12%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%
41	96,24%	3,43%	0,25%	0,08%	0,00%	0,00%
43	95,28%	2,73%	1,90%	0,10%	0,00%	0,00%
6	95,00%	3,07%	1,76%	0,17%	0,00%	0,00%
42	92,75%	4,70%	2,39%	0,16%	0,01%	0,00%
29	90,88%	6,90%	2,22%	0,00%	0,00%	0,00%
37	85,73%	11,95%	1,29%	1,03%	0,00%	0,00%
32	81,03%	15,40%	2,80%	0,77%	0,00%	0,00%
49	79,32%	12,77%	6,45%	1,46%	0,00%	0,00%
34	74,32%	15,76%	5,05%	4,86%	0,00%	0,00%
27	73,85%	16,07%	9,06%	1,02%	0,00%	0,00%
36	67,30%	19,51%	9,39%	3,81%	0,00%	0,00%
3	59,98%	25,63%	11,72%	2,66%	0,00%	0,00%
33	39,78%	29,40%	23,17%	7,65%	0,00%	0,00%
25	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
28	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
31	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
35	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
39	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
40	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
46	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
48	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Gruba en büyük katkı NH3-N parametresi tarafından yapılp, 37, 32, 49, 34, 27, 36, 3 ve 33 no lu istasyonlarda NO2-N parametresinin, 3 ve 33 no lu istasyonlarda ise NO3-N parametresinin %10'dan fazla katkısı bulunmaktadır. Grubu en iyi NH3-N parametresi temsil etmektedir. Ayrıca 25, 28, 31, 35, 39, 40, 45, 46 ve 48 no lu

istasyonlarda, grubu oluşturan altı parametrenin ortak gözlenebildiği yıllar mevcut olmadığı için katkıları hesaplanamamıştır.

E-Coli ve T-Coli bakterileri ile kimyasal oksijen ihtiyacının oluşturduğu, biyolojik kirliliği temsil eden QSUM3 grubu ile pH, arsenik, kurşun, bakır, mangan, demir, krom ve kadminyum ağır ve iz metallerin görüldüğü endüstriyel kirliliği ifade temsil eden QSUM4 grubunda, grupları oluşturan parametrelerin ortak gözlemlendiği ay olmamasından dolayı, Temel Bileşen Analizi uygulanamamış, bu yüzden bu parametreler kriter dışı bırakılmıştır.

Orijinal gözlenmiş verilerin (Tablo 4.10) Temel Bileşen Analizi'ne göre grupları temsil eden parametrelerin normalize ve üniormize edilmesiyle ulaşılan üniform veriler (Tablo 4.11) kirlilik temsil yüzdeleriyle düzenlenmiştir (Tablo 4.12). Bu düzenlenmiş veriler, kriter skorlarının belirlenmesine yardımcı olmuşlardır. Temel Bileşen Analizi'ne göre grupları temsil eden parametrelerin normalize ve üniormize edilmesi ile ilgili tablolar EK'te yer almaktadır.

Tablo 4.10 QSUM1 ve QSUM2 gruplarını temsil eden gözlenmiş veriler

İST. NO	QSUM1				QSUM2			
	T	Na	Ca	Cl	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS
2	16,87	48,24	54,96	51,09	0,09	0,06	1,20	147,18
3	14,10	23,76	50,56	36,43	0,08	0,03	1,23	296,03
4	13,85	17,11	46,05	24,70	0,02	0,00	0,66	172,97
5	17,17	69,65	58,74	68,35	0,11	0,07	0,78	153,22
6	17,19	64,68	60,84	60,88	0,04	0,05	1,01	157,07
22	17,70	66,29	59,51	68,08	0,04	0,07	1,14	26,49
23	13,41	26,61	51,89	44,76	0,00	0,01	0,29	24,21
24	16,96	157,20	56,27	52,89	0,00	0,01	0,94	33,13
25	16,48	46,24	51,11	42,46	0,04	0,01	0,89	6,79
26	15,55	72,62	60,14	87,05	0,04	0,20	2,96	81,09
27	12,46	22,65	49,51	30,05	0,01	0,00	0,56	5,21
28	10,84	91,88	79,61	93,45	0,03	0,01	0,69	18,91
29	11,83	9,95	43,68	17,48	0,01	0,00	1,17	5,67
30	15,60	279,84	79,02	223,51	0,18	0,09	2,03	42,55
31	15,89	14,10	47,47	19,48	0,01	0,00	0,79	3,70
32	13,38	16,73	50,12	22,63	0,01	0,01	0,53	4,82
33	17,88	30,35	54,45	22,10	0,00	0,01	1,10	4,34
34	17,38	31,68	53,49	23,08	0,00	0,01	1,37	6,17
35	16,55	22,18	46,02	18,24	0,01	0,00	1,66	3,39
36	13,53	16,97	42,70	18,38	0,00	0,01	2,21	2,88
37	13,58	13,20	27,21	14,66	0,00	0,00	0,86	3,13
38	16,09	52,68	54,82	52,09	0,01	0,01	0,72	31,57
39	16,17	19,03	68,22	30,42	0,01	0,00	0,35	4,83
40	16,92	17,49	61,44	30,53	0,00	0,00	0,21	3,61
41	14,23	56,61	51,70	39,71	0,01	0,02	0,64	31,29
42	17,08	45,47	60,28	52,44	0,04	0,06	0,78	12,73
43	17,63	37,00	58,13	42,45	0,00	0,02	0,19	16,56
44	15,50	42,05	54,71	36,02	0,00	0,01	0,42	22,28
45	17,27	108,72	60,34	47,77	0,01	0,03	0,37	6,71
46	17,96	20,46	62,28	23,65	0,01	0,00	0,36	6,65
47	16,83	36,75	61,50	30,99	0,01	0,02	0,32	39,96
48	17,84	15,04	57,48	23,17	0,00	0,00	0,39	3,88
49	12,11	31,44	55,34	30,58	0,00	0,01	0,20	9,20

Tablo 4.11 QSUM1 ve QSUM2 gruplarını temsil eden normalize ve üniformize edilmiş veriler

İST. NO	QSUM1				QSUM2			
	T	Na	Ca	Cl	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS
2	0,70	0,70	0,48	0,76	0,92	0,93	0,88	0,78
3	0,17	0,33	0,31	0,55	0,94	0,92	0,72	0,79
4	0,15	0,16	0,17	0,25	0,92	0,79	0,25	0,46
5	0,79	0,83	0,63	0,87	0,92	0,94	0,91	0,55
6	0,79	0,81	0,71	0,83	0,92	0,87	0,87	0,70
22	0,91	0,82	0,66	0,87	0,73	0,87	0,91	0,75
23	0,13	0,39	0,36	0,69	0,71	0,32	0,47	0,10
24	0,73	0,95	0,54	0,77	0,77	0,28	0,54	0,66
25	0,59	0,69	0,33	0,65	0,31	0,85	0,58	0,63
26	0,36	0,84	0,69	0,92	0,88	0,86	0,98	0,98
27	0,09	0,30	0,27	0,40	0,21	0,44	0,05	0,37
28	0,07	0,89	0,99	0,93	0,66	0,80	0,58	0,48
29	0,08	0,02	0,11	0,06	0,24	0,47	0,21	0,76
30	0,37	0,98	0,99	0,99	0,81	0,96	0,93	0,94
31	0,43	0,09	0,21	0,11	0,11	0,36	0,21	0,56
32	0,12	0,15	0,29	0,19	0,19	0,36	0,32	0,33
33	0,94	0,47	0,46	0,18	0,15	0,10	0,50	0,74
34	0,84	0,49	0,42	0,20	0,27	0,10	0,31	0,83
35	0,61	0,29	0,17	0,08	0,09	0,47	0,24	0,89
36	0,13	0,15	0,10	0,08	0,05	0,24	0,39	0,95
37	0,13	0,07	0,00	0,02	0,07	0,12	0,10	0,61
38	0,48	0,74	0,48	0,77	0,77	0,45	0,55	0,51
39	0,51	0,21	0,90	0,41	0,19	0,41	0,08	0,16
40	0,72	0,17	0,73	0,42	0,10	0,02	0,02	0,04
41	0,18	0,77	0,35	0,61	0,76	0,64	0,68	0,44
42	0,77	0,68	0,69	0,77	0,54	0,86	0,90	0,55
43	0,90	0,58	0,61	0,65	0,62	0,30	0,64	0,04
44	0,35	0,64	0,47	0,54	0,70	0,11	0,57	0,23
45	0,82	0,92	0,69	0,72	0,30	0,39	0,79	0,18
46	0,95	0,24	0,76	0,22	0,30	0,36	0,16	0,17
47	0,69	0,58	0,73	0,43	0,80	0,48	0,62	0,13
48	0,93	0,11	0,58	0,21	0,12	0,33	0,10	0,20
49	0,08	0,49	0,50	0,42	0,42	0,04	0,45	0,04

Tablo 4.12 QSUM1 ve QSUM2 gruplarının temsil yüzdelerine göre düzenlenerek elde edilen veriler

İST. NO	QSUM1				QSUM2			
	T	Na	Ca	Cl	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS
2	0,695	0,009	0,000	0,000	0,909	0,006	0,000	0,000
3	0,168	0,004	0,000	0,000	0,564	0,236	0,084	0,021
4	0,144	0,008	0,000	0,000	0,923	0,000	0,000	0,000
5	0,783	0,008	0,000	0,000	0,917	0,000	0,000	0,000
6	0,787	0,007	0,000	0,000	0,874	0,027	0,015	0,000
22	0,900	0,009	0,000	0,000	0,727	0,007	0,000	0,000
23	0,124	0,009	0,000	0,000	0,714	0,000	0,000	0,000
24	0,662	0,089	0,000	0,000	0,766	0,003	0,000	0,000
25	0,589	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	0,357	0,010	0,000	0,000	0,879	0,000	0,000	0,000
27	0,091	0,003	0,000	0,000	0,157	0,070	0,004	0,004
28	0,066	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
29	0,074	0,001	0,000	0,001	0,220	0,032	0,005	0,000
30	0,287	0,224	0,000	0,000	0,795	0,020	0,000	0,000
31	0,412	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
32	0,124	0,001	0,000	0,000	0,151	0,055	0,009	0,003
33	0,932	0,003	0,000	0,000	0,061	0,028	0,115	0,056
34	0,816	0,010	0,000	0,002	0,204	0,015	0,016	0,040
35	0,606	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
36	0,131	0,002	0,000	0,000	0,037	0,047	0,036	0,036
37	0,127	0,004	0,000	0,000	0,060	0,015	0,001	0,006
38	0,480	0,007	0,000	0,000	0,766	0,000	0,000	0,000
39	0,434	0,018	0,021	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
40	0,583	0,016	0,027	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000
41	0,179	0,003	0,000	0,000	0,738	0,022	0,000	0,000
42	0,750	0,014	0,000	0,000	0,501	0,040	0,021	0,000
43	0,890	0,004	0,000	0,000	0,591	0,008	0,012	0,000
44	0,346	0,008	0,000	0,000	0,692	0,001	0,000	0,000
45	0,814	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
46	0,859	0,015	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000
47	0,686	0,007	0,000	0,000	0,799	0,003	0,000	0,000
48	0,869	0,005	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
49	0,081	0,013	0,000	0,005	0,337	0,005	0,029	0,001

4.5 Amaç ve Niteliklerin Belirlenmesi

Gelişmiş ülkelerdeki önemli ölçüm ağları için öngörülen amaçlar ile kurum ve kuruluşların ölçüm pratikleri değerlendirilerek, Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağı için modelleme, su kalitesinin hali hazır durumunun belirlenmesi ve su kalitesinde

uzun süreli değişimin belirlenmesi olarak üç temel hedef öngörülmüştür. Gözlem amaçlarının gerçekçi ve spesifik olarak tanımlanmaması, ölçüm ağından beklenen bilgi ile üretilen bilgi arasındaki uyumsuzluk nedeniyle ölçüm ağından beklenen bilginin sağlanamamasına yol açmaktadır. Bu durumun engellenmesi için, ölçüm amaçlarının ilgili kurumlar tarafından gözden geçirilerek daha spesifik olarak tanımlanması gereklidir.

Mevcut bir gözlem ağının irdelenmesinde, mevcut ölçüm ağı hakkındaki bilgiler, sorunlar, ağdan beklenen bilgi (bu bilginin tespiti için havza hakkında iklim, nüfus, hidroloji, su ve arazi kullanımı, kirlilik kaynakları gibi faktörleri içeren bir envanter yapılmalıdır), bilginin yeterli düzeyde üretilip üretilmemesi durumu, ağın konum ve sıklık açısından boyutları, ağın önemi, hitap ettiği kurum ve kuruluşlar ve temel hedefi dışındaki spesifik amaçlarının belirlenmesi gereklidir. Bu belirleme çalışması amaçların sağlanıp sağlanmadığının değerlendirilmesinde büyük öneme sahiptir. Bu özelliklerin periyodik olarak değerlendirilmesi, ölçüm ağının sağlıklı ve güvenilir biçimde gelişimini de sağlamaktadır. Çevre yönetimindeki amaçların zamanla değişmesinden dolayı, gözlem amaçlarını kapsayacak biçimde, irdeme çalışmalarının düzenli olarak yapılması gereklidir.

Öz nitelikler ve onları temsil eden veri ve meta verilerin seçimi, ölçüm ağı için önceden belirlenen gözlem amaçları çerçevesinde yapılmalıdır. Ölçüm ağında gözlenen veriler, sıklık, ulaşılabilirlik, veri sayısı, online istasyon olması gibi teknik özellikler açısından istasyonlar arasında karşılaştırılabilir. Bu unsurların bütünlüğü aynı zamanda ölçüm ağının sistematikliği konusunda da önemlidir. Değişkenler, sucul ekosistemin biyokimyasal yapısının tanımlanmasını ve su kalitesine doğal ve antropojen faktörlerin olası etkilerinin belirlenmesini sağlayacak nitelikte olmalıdır. Çok sayıda değişken arasından seçim yapabilmek için; kirlilik envanterleri, su kullanımları açısından uyulması gereken su kalitesi standartları ve kriterleri, havzada potansiyel kirlilik kaynaklarının belirlenmesine yönelik ön araştırmaların sonuçları, niteliği bilinmeyen yeni kirleticilerin araştırılması gibi faktörler zaman içinde belli periyotlarda gözden geçirilmelidir (TUBITAK-YDABAG-100Y102, 2003).

Gediz Havzası'nda su kalitesi yönetimi için belirlenen üç ana amaç çerçevesinde drenaj alanı, nüfus, sulama alanı, gözlem adedi, işletme süresi, kalite değişkenleri, süreklilik, spesifik amaca hizmet etme durumu, istasyon ulaşılabilirliği ve su kalitesi gözlem istasyonunun olduğu bölgede akım gözlem istasyonunun varlığı gibi nitelikler göz önüne alınmıştır.

Drenaj alanı (DrA); akarsuyun beslenme havzası akımın temel kaynağı ve akarsudaki akışın kalite değişkenlerinin taşıyıcı ortamı olduğu için, dikkate alınması gereken en önemli niteliklerden biridir. Bu nitelik ayrıca noktasal olmayan kirlilikler açısından da önemlidir. Nüfus (Pop); evsel kirliliğin belirlenmesi açısından önemlidir. Sulama alanı (IrA); tarımsal ve sulama kaynaklı noktasal olmayan kirliliklerin belirlenmesi açısından önem taşır. Gözlem adedi (S_{num}); istasyonun getireceği bilginin de ölçüsü sayılabildiği için ölçüm adedi fazla istasyonların korunması tercih edilir. İşletme süresi (Oper); uzun süreli gözlemlere sahip istasyonların korunması tercih edildiği için önemli bir niteliktir. Kalite değişkenleri ($Q_{sum\#}$); ölçüm istasyonunda gözlenmiş su kalitesi değişkenlerinin ortalama değerlerini ifade eder. Farklı yönetim amaçlarına göre, farklı değişkenler dikkate alınabilir. Bu nitelikler, sahip oldukları sayısal değerlerle veya skorlarıyla ifade edilirler.

Dikkate alınacak niteliklerin değerleri belirlendikten sonra, her bir niteliğe ağırlık katsayısı atanmaksızın kendi aralarında (0,1) aralığında sıralandırılırlar. Ağırlık katsayılarının tayini nesnel olmadığı ve yönetim amaçlarına göre değişik şekillerde belirlenebileceği için yöntem kapsamında kullanılmazlar. Bu durum, yöntemin değişebilecek her amaca göre kolay bir şekilde adaptasyonunu sağlar.

İstasyon seçiminde dikkate alınacak kalite değişkenlerinin belirlenmesi için kullanılabilecek standart bir yöntem bulunmamaktadır. Çalışmada Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen esaslar referans alınmıştır. Ayrıca Lettenmaier ve diğer., (1991)'nin belirlediği sınıflama da dikkate alınmıştır. Bu sınıflamada sulama ve inorganik maddelerden kaynaklı yayılı kirlilik, evsel ve sulama kaynaklı kirlilik,

bakterilerin ve kimyasal oksijen ihtiyacının temsil ettiği biyolojik kirlilik, pH, ağır ve iz metallerin görüldüğü endüstriyel kirlilik adı altında 4 grupta değerlendirilmektedir.

Su kalitesi modelleme, mevcut durum tespiti ve uzun süreli değişim tespiti olmak üzere üç temel hedef çalışmada dikkate alınmış; bu amaçlara uygun olarak da istasyonların nitelikleri olarak, drenaj alanı (DrA), nüfus (Pop), sulama alanı (IrA), gözlem adedi (SNum), işletme süresi (Oper), süreklilik (Cont.), kalite değişkenleri (QSUM1 ve QSUM2), spesifik amaca hizmet etme durumu (Pro), istasyon ulaşılabilirliği (ulaşım) ve su kalitesi gözlem istasyonunun olduğu bölgede akım gözlem istasyonunun varlığı (AGİ) diğer temel kriterler olarak seçilmiştir.

Su kalitesi gözlem ağı istasyonları performans değerlendirmesi için su kalitesi modelleme, mevcut durum tespiti ve uzun süreli değişim tespiti olmak üzere hedeflenen üç amaçta; su kalitesi modelleme amacı için drenaj alanı, işletme süresi ve veri adedi, mevcut durum tespiti için nüfus yoğunluğu, sulama alanı, işletme süresi, veri adedi ve her bir grubu temsil eden kalite değişkenleri, uzun süreli değişim tespiti için ise nüfus yoğunluğu, sulama alanı, işletme süresi, veri adedi, ölçüm sıklığı, istasyonun ulaşılabilirliği, akım gözlem istasyonunun varlığı, spesifik bir amaca hizmet edip etmediğı durumlarının maksimum değerde olduğu nokta (her biri için tam skor verilir ise) referans noktasıdır.

Havzada yer alan istasyonların “su kalitesi modelleme” amacını oluşturan nitelikler Tablo 4.13, “mevcut durum tespiti” amacını oluşturan nitelikler Tablo 4.14 ve “uzun süreli değişim tespiti” amacını oluşturan nitelikler Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo 4.13 Su Kalitesi Modelleme amacına göre istasyon özellikleri

İstasyon No	Drenaj Alanı (DrA) (km²)	Gözlem Sayısı (S_{num}) (adet)	İşletme Süresi (O_{per}) (yıl)
2	1.951,75	990,00	16
3	1.221,80	361,00	8
4	512,00	253,00	8
5	179,30	1.057,00	16
6	168,40	750,00	16
22	186,50	753,00	11
23	18,70	436,00	11
24	414,30	662,00	10
25	406,80	202,00	2
26	549,60	772,00	11
27	52,30	148,00	2
28	694,30	110,00	2
29	3,40	127,00	2
30	343,40	759,00	10
31	104,85	244,00	2
32	1.444,00	118,00	2
33	100,36	239,00	2
34	16,80	236,00	2
35	12,16	239,00	2
36	50,33	174,00	2
37	36,81	88,00	2
38	1.118,80	669,00	10
39	545,00	249,00	2
40	180,00	230,00	2
41	1.148,19	515,00	10
42	603,84	239,00	2
43	216,00	624,00	10
44	735,32	518,00	10
45	23,35	183,00	2
46	654,40	203,00	2
47	2.945,00	612,00	10
48	637,40	170,00	2
49	1.594,53	641,00	10

Tablo 4.14 Mevcut durum tespiti amacıyla göre istasyon özellikleri

İstasyon No	Nüfus (Pop)	Sulama Alanı (IrA) (ha)	İşletme Süresi (O_{per}) (yıl)	Gözlem Sayısı S_{num} (adet)	QSUM1	QSUM2
2	68.314	26.830,00	16	990,00	948,09	161,40
3	120.017	3.483,75	8	361,00	772,91	310,29
4	23.963	6.755,24	8	253,00	593,78	186,70
5	113.567	1.252,70	16	1.057,00	1.097,15	170,80
6	162.069	6.997,00	16	750,00	1.014,81	170,54
22	3.079	2.088,87	11	753,00	1.088,61	42,17
23	5.100	1.893,42	11	436,00	695,95	35,89
24	18.207	42.157,10	10	662,00	1.113,11	47,69
25	45.457	13.053,25	2	202,00	939,87	24,10
26	18.887	13.712,50	11	772,00	1.116,35	100,01
27	5.978	2.491,99	2	148,00	604,39	17,91
28	20.762	16.010,00	2	110,00	1.447,58	31,18
29	5.407	4.766,40	2	127,00	431,87	21,57
30	30.506	4.629,00	10	759,00	2.279,81	72,42
31	886	855,10	2	244,00	489,86	15,93
32	25.642	9.638,12	2	118,00	498,03	18,17
33	803	464,19	2	239,00	677,24	16,55
34	886	488,62	2	236,00	679,72	18,22
35	886	158,80	2	239,00	523,08	16,17
36	221	280,96	2	174,00	431,58	17,06
37	886	1.062,76	2	88,00	320,02	15,47
38	57.018	2.430,91	10	669,00	965,07	44,79
39	20.600	4.275,46	2	249,00	858,31	13,24
40	13.504	2.846,24	2	230,00	715,30	13,91
41	64.439	16.760,00	10	515,00	877,43	45,67
42	87.905	2.683,00	2	239,00	862,34	27,86
43	7.172	2.207,11	10	624,00	984,72	28,63
44	31.716	7.023,98	10	518,00	823,94	35,57
45	6.499	976,89	2	183,00	1.240,99	26,56
46	19.333	6.962,90	2	203,00	838,74	18,56
47	38.227	2.218,00	10	612,00	985,50	52,82
48	14.695	6.352,12	2	170,00	728,03	14,57
49	40.034	17.114,65	10	641,00	802,19	20,72

Tablo 4.15 Uzun süreli değişim tespiti amacıyla göre istasyon özellikleri

İst. No	Nüfus (Pop)	Sulama Alanı (IrA) (ha)	İşletme Süresi (O _{per}) (yıl)	Gözlem Sayısı S _{num} (adet)	Süreklilik (Cont.)	Amaç (Pro)	Ulaşım	AGİ
2	68.314	26.830,00	16	990,00	0,22	1	0,33	1
3	120.017	3.483,75	8	361,00	0,16	0	0,00	0
4	23.963	6.755,24	8	253,00	0,11	0	0,00	0
5	113.567	1.252,70	16	1.057,00	0,24	1	0,66	1
6	162.069	6.997,00	16	750,00	0,17	1	1,00	0
22	3.079	2.088,87	11	753,00	0,25	1	0,66	0
23	5.100	1.893,42	11	436,00	0,14	1	1,00	1
24	18.207	42.157,10	10	662,00	0,24	1	0,33	1
25	45.457	13.053,25	2	202,00	0,37	0	0,00	0
26	18.887	13.712,50	11	772,00	0,25	1	0,66	1
27	5.978	2.491,99	2	148,00	0,27	0	0,00	0
28	20.762	16.010,00	2	110,00	0,20	0	0,00	0
29	5.407	4.766,40	2	127,00	0,23	0	0,00	0
30	30.506	4.629,00	10	759,00	0,28	1	1,00	0
31	886	855,10	2	244,00	0,44	0	0,00	0
32	25.642	9.638,12	2	118,00	0,21	0	0,00	0
33	803	464,19	2	239,00	0,43	0	0,00	0
34	886	488,62	2	236,00	0,43	0	0,00	0
35	886	158,80	2	239,00	0,43	0	0,00	0
36	221	280,96	2	174,00	0,32	0	0,00	0
37	886	1.062,76	2	88,00	0,16	0	0,66	1
38	57.018	2.430,91	10	669,00	0,24	1	1,00	0
39	20.600	4.275,46	2	249,00	0,45	0	0,00	0
40	13.504	2.846,24	2	230,00	0,42	0	0,00	0
41	64.439	16.760,00	10	515,00	0,19	1	0,66	1
42	87.905	2.683,00	2	239,00	0,43	0	0,00	0
43	7.172	2.207,11	10	624,00	0,23	0	0,33	1
44	31.716	7.023,98	10	518,00	0,19	1	1,00	0
45	6.499	976,89	2	183,00	0,33	0	0,00	0
46	19.333	6.962,90	2	203,00	0,37	0	0,00	0
47	38.227	2.218,00	10	612,00	0,22	1	1,00	0
48	14.695	6.352,12	2	170,00	0,31	0	0,00	0
49	40.034	17.114,65	10	641,00	0,23	1	0,67	0

4.6 Referans Noktası Yöntemi'nin Gediz Havzası Su Kalitesi Gözlem Ağı İstasyon Performans Değerlendirmelerinde Uygulanması

Yöntemde kullanılan toplama modelinin birim uyumsuzluğu sorunuyla başa çıkmak için, QSUM1, QSUM2, nüfus, drenaj alanı, sulama alanı, veri adedi ve

işletme süresi gibi tanımlanan özellikler, istasyona özel öznitelik skorlarını belirlemek için 0 ile 1 aralığı arasında normalize ve üniformize edilmelidir. Bununla birlikte, süreklilik, ulaşılabilirlik, akım gözlem istasyonunun varlığı ve istasyonun spesifik bir amaca hizmet edip etmemesi skorları iki değişkenli (varsa 1 yoksa 0) ve uniform oldukları için oldukları gibi bırakılabilir. Referans Noktası Yaklaşımı'ndaki genel hedef "ağ indirgeme" olarak belirlenmiştir. İstasyonlar için "su kalitesi modelleme", "mevcut durum tespiti" ve "uzun süreli değişim tespiti" olmak üzere üç kriter tanımlanmıştır. İlgili kriterlere ait özelliklerin sınıflandırılması, ağırlıklar için herhangi bir spesifikasyona ihtiyaç duymadığından, istasyonların performans değerleri, Formül 3.23'te verildiği şekilde olacaktır. Öznitelik skorları tanımlandıktan sonra, bir istasyon tarafından belirli bir kriter için yaratılan toplam skor, o kriter bağlamında sınıflandırılan özelliklerin skorlarının toplamı olarak hesaplanır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 Üç amaç için öznitelik skorlarının toplamı (SC_{im})

İstasyon No	Su Kalitesi Modelleme	Mevcut Durum Tespiti	Uzun Süreli Değişim Tespiti
2	2,73	5,22	6,16
3	2,27	3,90	3,32
4	1,84	3,55	2,92
5	2,15	4,66	5,85
6	2,07	5,10	5,56
22	2,09	3,87	4,14
23	1,59	2,90	5,20
24	2,26	4,70	5,75
25	0,99	2,63	2,73
26	2,39	4,36	6,03
27	0,46	1,28	1,55
28	0,95	1,74	2,20
29	0,29	1,42	1,65
30	2,25	4,28	5,23
31	0,76	1,15	1,51
32	1,14	1,98	2,18
33	0,75	1,85	1,41
34	0,57	1,76	1,41
35	0,57	1,21	1,36
36	0,51	0,72	1,08
37	0,33	0,67	2,28
38	2,54	4,14	5,13
39	1,18	2,10	2,39
40	0,84	1,99	2,08
41	2,44	4,27	6,18
42	1,18	3,14	2,57
43	2,06	3,82	3,87
44	2,33	4,00	5,14
45	0,47	1,64	1,49
46	1,13	2,52	2,34
47	2,64	4,22	4,95
48	1,05	2,35	2,11
49	2,59	3,78	5,21

Gözlem kriterleri göz önüne alındığında, mükemmel bir istasyonun tüm öznitelik skorları "1" olacağından toplama modelinin sonucu ölçüt içinde dikkate alınan niteliklerin sayısı haline gelir. Buna göre, "su kalitesi modelleme" kriteri için mükemmel bir istasyon "3", "mevcut durum tespiti" kriteri için mükemmel bir istasyon "6" ve "uzun süreli değişim tespiti" kriteri için mükemmel bir istasyon "8"

skoruna sahip olmalıdır. Bu sayılara daha yakın toplam puan bulunan istasyonlar, belirtilen gözlem kriterleri açısından daha yüksek bir önceliğe sahiptir. Bu nedenle, istasyonların hiyerarşik bir düzenlenmesi, karar vericinin belirlenen kriterlere göre farklı istasyonları karşılaştırmasına yardımcı olmak ve kendi tercihlerini belirlemek için elde edilebilir. İki veya daha fazla hedefin yer aldığı çok kriterli kararlar için, referans noktası, her bir amacın alabileceği en yüksek değerinin koordinatlarını oluşturduğu noktanın kendisidir. Örneğin, çalışmada kullanılan "su kalitesi modelleme", "mevcut durum tespiti" ve "uzun süreli değişim tespiti" çok kriterli durumu için referans noktası (RP) {3, 6, 8} koordinatlarına sahiptir ("su kalitesi modelleme" için temsil eden özellik toplamı 3, "mevcut durum tespiti" için 6 ve "uzun süreli değişim tespiti" için 8'dir). Herhangi bir istasyonun performansı, referans noktasından karar alanındaki istasyona karşılık gelen nokta arasındaki uzaklık ile ölçülür. En düşük uzaklık, tanımlanmış ölçütler açısından ağ içindeki en iyi performanslı istasyonu, en uzun mesafe ise en kötü performanslı istasyonu tanımlar. Aynı yaklaşım, tek bir amaç veya amaçların ikili kombinasyonu için de uygulanabilir; Tablo 4.17'de tek amaç gözetildiğinde referans noktası yaklaşımı ile elde edilen istasyon öncelik sırasını vermektedir. Benzer şekilde iki amaçlı ya da 3 amacın da gözetildiği bir işletme pratiğinde istasyonların performans sıralaması Tablo 4.18 ve 4.19'da sırasıyla verilmiştir.

Tablo 4.17 Tek amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları

Sıra No	Su Kalitesi Modelleme (Amaç-1)		Mevcut Durum Tespiti (Amaç-2)		Uzun Süreli Değişim Tespiti (Amaç-3)	
	İstasyon	Uzaklık	İstasyon	Uzaklık	İstasyon	Uzaklık
1	2	0,27	2	0,78	41	1,82
2	47	0,36	6	0,90	2	1,84
3	49	0,41	24	1,30	26	1,97
4	38	0,46	5	1,34	5	2,15
5	41	0,56	26	1,64	24	2,25
6	26	0,61	30	1,72	6	2,44
7	44	0,67	41	1,73	30	2,77
8	3	0,73	47	1,78	49	2,79
9	24	0,74	38	1,86	23	2,80
10	30	0,75	44	2,00	44	2,86
11	5	0,85	3	2,10	38	2,87
12	22	0,91	22	2,13	47	3,05
13	6	0,93	43	2,18	22	3,86
14	43	0,94	49	2,22	43	4,13
15	4	1,16	4	2,45	3	4,68
16	23	1,41	42	2,86	4	5,08
17	42	1,82	23	3,10	25	5,27
18	39	1,82	25	3,37	42	5,43
19	32	1,86	46	3,48	39	5,61
20	46	1,87	48	3,65	46	5,66
21	48	1,95	39	3,90	37	5,72
22	25	2,01	40	4,01	28	5,80
23	28	2,05	32	4,02	32	5,82
24	40	2,16	33	4,15	48	5,89
25	31	2,24	34	4,24	40	5,92
26	33	2,25	28	4,26	29	6,35
27	34	2,43	45	4,36	27	6,45
28	35	2,43	29	4,58	31	6,49
29	36	2,49	27	4,72	45	6,51
30	45	2,53	35	4,79	33	6,59
31	27	2,54	31	4,85	34	6,59
32	37	2,67	36	5,28	35	6,64
33	29	2,71	37	5,33	36	6,92

Tablo 4.18 İki amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları

Sıra No	Su Kalitesi Modelleme ve Mevcut Durum Tespiti (Amaç 1 - 2)		Mevcut Durum ve Uzun Süreli Değişim Tespiti (Amaç 2 - 3)		Su Kalitesi Modelleme ve Uzun Süreli Değişim Tespiti (Amaç 1 - 3)	
	İstasyon	Uzaklık	İstasyon	Uzaklık	İstasyon	Uzaklık
1	2	0,8216	2	1,9993	2	1,8616
2	6	1,2927	41	2,5121	41	1,9081
3	24	1,4928	5	2,5291	26	2,0622
4	5	1,5833	26	2,5614	5	2,3073
5	26	1,7480	24	2,5932	24	2,3652
6	47	1,8167	6	2,5962	6	2,6084
7	41	1,8169	30	3,2652	49	2,8219
8	30	1,8800	38	3,4260	30	2,8741
9	38	1,9213	44	3,4942	38	2,9116
10	44	2,1134	47	3,5340	44	2,9405
11	3	2,2201	49	3,5691	47	3,0741
12	49	2,2610	23	4,1798	23	3,1384
13	22	2,3126	22	4,4077	22	3,9666
14	43	2,3772	43	4,6757	43	4,2386
15	4	2,7133	3	5,1265	3	4,7361
16	42	3,3915	4	5,6423	4	5,2129
17	23	3,4064	42	6,1372	25	5,6404
18	25	3,9265	25	6,2558	42	5,7231
19	46	3,9476	46	6,6417	39	5,8958
20	48	4,1413	39	6,8303	46	5,9610
21	39	4,3064	48	6,9323	32	6,1131
22	32	4,4327	32	7,0795	28	6,1519
23	40	4,5578	40	7,1487	48	6,2074
24	33	4,7252	28	7,1991	40	6,2989
25	28	4,7276	33	7,7870	37	6,3132
26	34	4,8894	37	7,8155	31	6,8654
27	45	5,0380	29	7,8345	29	6,9073
28	29	5,3219	45	7,8360	27	6,9357
29	31	5,3361	34	7,8383	33	6,9618
30	27	5,3618	27	7,9975	45	6,9857
31	35	5,3751	31	8,1000	34	7,0226
32	36	5,8334	35	8,1868	35	7,0700
33	37	5,9591	36	8,7030	36	7,3543

Tablo 4.19 Üç amaçlı referans noktası yaklaşımının sonuçları

Sıra No	Su Kalitesi Modelleme, Mevcut Durum ve Uzun Süreli Değişim Tespiti (Amaç 1 – 2 – 3)	
	İstasyon	Uzaklık
1	2	2,0172
2	41	2,5742
3	26	2,6333
4	5	2,6671
5	24	2,6970
6	6	2,7582
7	30	3,3509
8	38	3,4573
9	47	3,5525
10	44	3,5582
11	49	3,5926
12	23	4,4116
13	22	4,5005
14	43	4,7686
15	3	5,1788
16	4	5,7607
17	42	6,4001
18	25	6,5714
19	46	6,9003
20	39	7,0696
21	48	7,2021
22	32	7,3191
23	40	7,4684
24	28	7,4841
25	33	8,1065
26	34	8,2056
27	45	8,2336
28	37	8,2598
29	29	8,2890
30	27	8,3909
31	31	8,4029
32	35	8,5411
33	36	9,0515

4.7 Elde Edilen Sonuçların Önceki Çalışmalarla Kıyaslanması

Gediz Havzası üzerinde, 1985-2000 yıllarına ait 23 adet değişken ve 33 adet su kalitesi gözlem istasyonunun Dinamik Programlama ile havzada performans açısından toplam korunması istenen 14 adede indirgenmesini içeren, 2003 yılında Lettenmaier Yöntemi temel alınarak yapılmış, TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu, Dokuz Eylül Üniversitesi ve Devlet Su İşleri'nin birlikte yürütmüş olduğu, YDABAG-100Y102 numaralı "DSİ'nin Su Kalitesi İzleme Ağlarında Verimlilik Analizi Ölçüm Ağı İyileştirmesi" projesi ile Referans Noktası Yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

4.7.1 Sonuçların Karşılaştırılması

Gediz Havzası'nda su kalitesi yönetimi için belirlenen üç ana amaç çerçevesinde drenaj alanı (noktasal olmayan kirlilik), nüfus (evsel kirlilik), sulama alanı (noktasal olmayan kirlilik), gözlem adedi, gözlem süresi ve kalite değişkenleri dikkate alınmıştır. Sanders'in (Sanders ve diğer., 1983) ilk tasarım aşaması için geliştirmiş olduğu makrolokasyon yöntemi, alt havzaların tayini için kullanılmıştır. Horton'un (Horton, 1945) akarsu kollarının numaralandırılmasına dayanan ilk yaklaşıma göre 8 alt havza ulaşılmıştır. Son yaklaşım olarak drenaj esaslarına göre ayrılan 8 alt havza seçeneğinde 1 ve 2 adet istasyon barındıran iki komşu alt havza birleştirilerek 7 alt havzalı yeni bir seçenek daha elde edilmiştir.

Veri grupları, Lettenmaier ve diğer., (1991) tarafından önerilen sınıflamaya göre yapılmış ve 6 grup su kalitesi değişkeni tanımlanmıştır. Birinci grup temel iyonları içermekte ve sulamadan kaynaklanan noktasal olmayan kirliliği temsil etmekte, ikinci grupta nutriyentler ve askıda katı madde bulunmakta ve evsel kirlilik ile sulamadan dönen suların kirliliğini, üçüncü grupta çözünmüş oksijen ile fekal bakteri yer almakta ve evsel kirliliği temsil etmektedir. Dördüncü grupta endüstriyel kirliliği temsil eden pH bulunmakta, beşinci grupta iz metaller var olup endüstriyel kirliliği tanımlamakta ve altıncı grupta elektriksel iletkenlik sulamadan kaynaklanan noktasal olmayan kirliliği temsil etmektedir. Havza yönetim amaçlarına göre noktasal ve

noktasal olmayan kirlilik kontrolü durumları için, her bir istasyon niteliğine farklı ağırlık katsayıları verilmiştir. Ağırlık katsayılarına verilen farklı değerler sonucunda 20 adet ölçüm ağı seçeneği elde edilmiştir. Ölçüm ağında korunması istenen toplam istasyon adedi için dinamik programlama algoritması kullanılarak, maksimum toplam puanını veren istasyonların konumları belirlenmiştir. Korunması istenen istasyon adedi, mevcut ölçüm ağında halen 14 istasyon olduğu için, 14 olarak seçilmiştir.

YDABAG-100Y102 numaralı TÜBİTAK projesinde Sanders (1983)'in drenaj yaklaşımına göre elde edilen 8 adet alt havzadan türetilen 7 alt havzalı seçenekte, gözlem ağı performans değerlendirmesine göre noktasal ve noktasal olmayan kirlilik yükü gruplarına göre elde edilmiş sonuçlar Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20 YDABAG-100Y102 numaralı TÜBİTAK projesine göre en iyi 14 istasyon (TUBİTAK-YDABAG-100Y102, 2003)

SIRA NO	S15 (P) ÖLÇÜM AĞI SEÇENEĞİNE GÖRE İSTASYONLAR	S18 (NP) ÖLÇÜM AĞI SEÇENEĞİNE GÖRE İSTASYONLAR
1	5	5
2	6	6
3	22	22
4	3	3
5	43	43
6	47	47
7	49	49
8	41	41
9	2	2
10	24	24
11	25	25
12	30	30
13	26	26
14	28	28

Yaklaşımına göre, 14 istasyonlu bir ölçüm ağı için bulunan optimum ölçüm konumları ile mevcut sistemde yer alan istasyon konumları farklılıklar göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut sistemde Kumçay'ın bulunduğu 3 no lu istasyonda alt havzada hiç ölçüm yapılmaması, buna karşılık optimizasyon

yöntemine göre 3 ve gerekli olduğunda 4 no.lu istasyonların ağda bulunması gerekli görülmüştür. Bu istasyonlar mevcut sistemde bulunmamalarına karşılık, 44 no lu istasyon bulunmakta ancak optimizasyon ile bulunan seçeneklerde 44 no lu istasyon gerekli görülmemektedir. 3 no.lu istasyonun yanında birçok seçenekte 25 no.lu istasyonda tekrar edilmekte, bunun yanında 38 no.lu istasyon ise gerekli görülmemektedir. Benzer şekilde mevcut durumda 23 no.lu istasyon bulunmasına karşılık birçok seçenekte gerekli görülmemekte, ancak 28 no.lu istasyon gerekli görülmektedir. Tüm seçeneklerde ortak bulunan istasyonlar ağda korunmalı ve 14 adede ulaşıncaya kadar, seçenek çözümlerde en sık rastlanan istasyonlar da ağa ilave edilmelidir. Optimizasyon sonucuna göre daha önce işletilip kapatılmış olan 3 no lu istasyon tekrar açılmalı, buna karşılık 44 no lu istasyon kapatılarak toplam ölçüm mesafesi korunmalıdır. 3 no lu istasyonun tekrar açılmasına ve 44 no lu istasyonun kapatılmasına karar verilirse 38 no lu istasyon da devreden çıkarılarak 25 no lu istasyon işletmeye alınabilir (TUBITAK-YDABAG-100Y102, 2003).

Referans Noktası yaklaşımı ile elde edilen sonuçlara göre 14 istasyonlu ağ seçeneği ile Lettenmaier yaklaşımı temel alınarak hazırlanmış TUBITAK-YDABAG-100Y102 numaralı çalışmada elde edilen 14 istasyonlu ağ seçeneği Tablo 4.21’de karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.21 Referans Noktası yaklaşımı ile TÜBİTAK-YDABAG-100Y102 sayılı çalışma sonucu elde edilen istasyonlar

SIRA NO	TÜBİTAK-YDABAG-100Y102'E GÖRE SONUÇLAR	REFERANS NOKTASI YAKLAŞIMI'NA GÖRE SONUÇLAR		
		1.KRİTER	2.KRİTER	3.KRİTER
1	5	2	2	41
2	6	47	6	2
3	22	49	24	26
4	3	38	5	5
5	43	41	26	24
6	47	26	30	6
7	49	44	41	30
8	41	3	47	49
9	2	24	38	23
10	24	30	44	44
11	25	5	3	38
12	30	22	22	47
13	26	6	43	22
14	28	43	49	43

4.7.2 Sonuçların Değerlendirilmesi

İki farklı yaklaşımda da 2, 3, 5, 6, 22, 24, 26, 30, 41, 43, 47 ve 49 no lu istasyonlar sistemde bulundurulması gereken istasyonlar olarak belirlenirken TÜBİTAK-YDABAG-100Y102 sayılı çalışmada 25 ve 28 no lu istasyonların da sistemde mevcut olması gerektiği, ancak Referans Noktası Yaklaşımı'na göre bu istasyonların yerine 38 ve 44 no lu istasyonların sistemde bulunması gerektiği sonucu elde edilmiştir. Referans Noktası Yöntemi'ne göre evsel ve sulama kaynaklı kirlilik parametreleri grubunu temsil eden QSUM2 grubu, özneteliği “mevcut durum tespiti”, gözlem sayısı ve istasyon işletme süreleri “su kalitesi modelleme”, “mevcut durum tespiti” ve “uzun süreli değişim tespiti” kriterlerinde önemli bir etken oldukları için 25 ve 28 no lu istasyonlar bu kriterler açısından daha düşük, 38 ve 44 no lu istasyonlar ise bu kriterler açısından yüksek skorlara sahip olmuşlardır.

Ayrıca, “uzun süreli değişim tespiti” kriterine göre 23 no lu istasyon, 3 no lu istasyon yerine daha yüksek skor almış olup, sistemde mevcut olması bu amaç için

göz önünde bulundurulmalıdır. 23 no lu istasyon, “uzun süreli değişim tespiti” kriterini oluşturan akım gözlem istasyonu varlığı ve spesifik bir amaca hizmet etme durumu öznitelikleri açısından 3 no lu istasyona göre daha yüksek skorlar aldığı için, bu kriterde tercih sebebi olmuştur.



BÖLÜM BEŞ

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut bir su kalitesi gözlem ağının irdelenmesinde ağın özelliklerinin belirli sıklıklarda düzenli olarak değerlendirilmesi, ölçüm ağının sağlıklı ve güvenilir olarak gelişmesini sağlamaktadır. Literatürde gözlem ağlarının değerlendirilmesi ile ilgili birçok yöntem irdelenmiş olup, ağda belirlenen sorunların giderilmesine yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Tez çalışması kapsamında gözlem ağlarının değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım olan Referans Noktası Yöntemi incelenmiş, Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağı istasyonların hiyerarşik olarak düzenlenmesi ile karar vericinin belirlenen kriterlere göre farklı istasyonları karşılaştırmasına yardımcı olmaya çalışılmıştır. Ayrıca yine Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağının Lettenmaier yöntemi ile incelendiği TÜBİTAK-YDABAG-100Y102 sayılı çalışmanın sonuçları ile mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir.

Gediz Havzası su kalitesi gözlem ağında yer alan 33 adet su kalitesi gözlem istasyonlarında 1985-2000 yılları boyunca gözlenen her bir parametrenin veri adedi, gözlem sıklıkları, periyotları gibi özellikleri, ağın hedeflenen amaçlarını oluşturan kriterler olarak çalışmada yer almıştır. İstasyonların konumları, su kalitesi gözlem istasyonlarına yakın bölgelerdeki akım gözlem istasyonları ile olan ilişkileri, gözlem istasyonlarının ulaşılabilirliği, işletme süreleri, istasyonların süreklilikleri gibi istasyonlara özgü özellikler ile havzanın nüfus yoğunluğu, drenaj ve sulama alanları gibi havzaya ait özellikler de tez çalışması kapsamında amaçları oluşturan önemli kriterlerdir. Ayrıca evsel, sulama, biyolojik ve endüstriyel kirlilik gibi başlıca kirlilik gruplarını temsil eden farklı birim ve uzunluktaki değişkenlerinin ortalama değerlerini ifade eden kalite değişkenleri (Qsum#), yönetim amaçlarını oluşturan önemli kriterlerden biri olarak değerlendirilmiştir.

Kalite değişkenlerinin karar verme aşamasında veri yoğunluğunun en aza indirgenmesi için Temel Bileşenler Analizi yardımı ile yer aldıkları grupları temsil

yüzdeleri hesaplanmış ve kirlilik gruplarını oluşturan en etkin parametre değerleri, elde edilen temsil yüzdeleri ile düzenlenmiştir. Çalışmada dikkate alınacak niteliklerin değerleri, ağırlık katsayısı atanmasına gerek duyulmadan normalize ve üniformize edilerek boyutsuz hale getirilmiş, kendi aralarında (0,1) aralığında sıralandırılmıştır. Üniform olan süreklilik, ulaşılabilirlik, akım gözlem istasyonunun varlığı ve istasyonun spesifik bir amaca hizmet edip etmemesi gibi öznel nitelikler, skorları iki değişkenli oldukları için aynı şekilde değerlendirilmiştir.

İstasyonlar için "su kalitesi modelleme", "mevcut durum tespiti" ve "uzun süreli değişim tespiti" olmak üzere üç kriter tanımlanmıştır. Karar vericinin belirlenen kriterlere göre farklı istasyonları karşılaştırmasına yardımcı olması için istasyonlar hiyerarşik düzenlenmiş, yani kriterlere göre istasyonların performans değerleri kendi aralarında sıralanmıştır. Hiyerarşik sıralama, istasyon skorlarının her bir amacın alabileceği en yüksek skorunun koordinatlarının bulunduğu referans noktasına olan uzaklığı ile belirlenir. Çalışmada "su kalitesi modelleme", "mevcut durum tespiti" ve "uzun süreli değişim tespiti" çok kriterli durumu için referans noktası (RP) {3, 6, 8} koordinatlarına sahiptir. En düşük uzaklık, tanımlanmış ölçütler açısından ağda yer alan en iyi performanslı istasyonu, en uzun mesafe ise en kötü performanslı istasyonu tanımlamaktadır. Her amaç için aynı işlem yapılmış olup aynı yaklaşım, tek bir amaç veya amaçların ikili kombinasyonu için de uygulanmıştır.

Tüm hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular Gediz Havzası üzerinde, 1985-2000 yıllarına ait aynı değişken ve su kalitesi gözlem istasyonlarının Dinamik Programlama ile havzada performans açısından toplam korunması istenen 14 adet istasyona indirgenmesini içeren, 2003 yılında Lettenmaier yaklaşımı esas alınarak yapılmış, TÜBİTAK Yer Deniz Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu, Dokuz Eylül Üniversitesi ve Devlet Su İşleri'nin birlikte yürütmüş olduğu, YDABAG-100Y102 numaralı "DSİ'nin Su Kalitesi İzleme Ağlarında Verimlilik Analizi Ölçüm Ağı İyileştirmesi" projesinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

İki yaklaşımda da veri grupları, Lettenmaier ve diğer., (1991) tarafından önerilen sınıflamaya göre yapılmış ve Lettenmaier yaklaşımına göre 6 grup, Referans noktası

yaklaşımına göre ise 4 grup olmak üzere her iki yöntemde de benzer su kalitesi değişkenleri tanımlanmıştır. Lettenmaier yaklaşımı temelli YDABAG-100Y102 sayılı TÜBİTAK çalışmasında havza yönetim amaçlarına göre noktasal ve noktasal olmayan kirlilik kontrolü durumları için, her bir istasyon niteliğine farklı ağırlık katsayıları verilmiştir. Ağırlık katsayılarına verilen farklı değerler sonucunda 20 adet ölçüm ağı seçeneği elde edilmiştir. Ölçüm ağında korunması istenen toplam istasyon adedi için dinamik programlama algoritması ile, maksimum toplam puanını veren istasyonların konumları belirlenmiştir. Korunması istenen istasyon adedi, mevcut ölçüm ağında halen 14 istasyon olduğu için, 14 olarak seçilmiştir.

İki yaklaşımda da benzer istasyonların ağda korunması gerektiği sonucu elde edilmiştir. Ancak Lettenmaier yaklaşımına göre ağda bulunması gerekli olmayan 38 ve 44 no lu istasyonlar, Referans Noktası Yöntemi'ne göre evsel ve sulama kaynaklı kirlilik parametreleri grubunu temsil eden QSUM2 grubu, özniteliği “mevcut durum tespiti”, gözlem sayısı ve istasyon işletme süreleri “su kalitesi modelleme”, “mevcut durum tespiti” ve “uzun süreli değişim tespiti” kriterlerinde önemli bir etken oldukları için bu kriterler açısından yüksek skorlara sahip olmuş ve ağda korunması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Benzer şekilde, Lettemaier yaklaşımına göre 25 ve 28 no lu istasyonlar mevcut ağda korunması gereken istasyonlar arasında yer alırken, Referans Noktası yaklaşımına göre “su kalitesi modelleme”, “mevcut durum tespiti” ve “uzun süreli değişim tespiti” kriterleri açısından daha düşük skorlara sahip oldukları için, mevcut ağda korunması gereken 14 istasyon arasında yer almamıştır.

Ayrıca, “uzun süreli değişim tespiti” kriterine göre 23 no lu istasyon, 3 no lu istasyon yerine daha yüksek skor almış olup, sistemde mevcut olması bu amaç için göz önünde bulundurulmuştur. 23 no lu istasyon, “uzun süreli değişim tespiti” kriterini oluşturan akım gözlem istasyonu varlığı ve spesifik bir amaca hizmet etme durumu öznitelikleri açısından 3 no lu istasyona göre daha yüksek skorlar aldığı için, bu kriterde tercih sebebi olmuştur. Tüm seçeneklerde ortak bulunan istasyonların ağda korunması ve 14 adede ulaşıncaya kadar, seçenek çözümlerde en sık rastlanan

istasyonların da ağıla ilave edilmesi sonucuna varılmıştır. Optimizasyon sonucuna göre daha önce işletilip kapatılmış olan 3 no lu istasyonun tekrar açılması, buna karşılık 44 no lu istasyon kapatılarak toplam ölçüm mesafesinin korunması önerilmiştir. 3 no lu istasyonun tekrar açılmasına ve 44 no lu istasyonun kapatılmasına karar verilirse 38 no lu istasyon da devreden çıkarılarak 25 no lu istasyonun işletmeye alınabileceği belirtilmiştir (TUBITAK-YDABAG-100Y102, 2003).

Referans noktası yöntemi karar vericinin farklı birimdeki değişkenlerin ortak bir bütünde değerlendirilip basit bir şekilde karar almasını sağlayan, tasarımcıya ve karar vericiye farklı performans değerlendirme modellerini kullanma esnekliği kazandıran bir yöntemdir. Temel yaklaşımı karar değer ağacı analizinin temel yaklaşımına benzemekte olup, referans noktası metodolojisi tayini nesnel olmayan ve yönetim amaçlarına göre değişik şekillerde belirlenebilen herhangi bir ağırlık katsayısı gerektirmediği için birçok yöntemde karşılaşılan amaç sayısı, kriter ve niteliklerdeki artış ya da azalış gibi sorunlarla karar verme sürecini zorlaştırmaz. Bu durum, yöntemin değişebilecek her amaca göre kolay bir şekilde adaptasyonunu sağlar. Ancak amaçların, kriterlerin ve öz niteliklerin doğru bir şekilde ve kapsamlı olarak tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca karar değer ağacı yaklaşımına benzer olarak, bir nitelik, birden fazla ölçüt veya amaca katkıda bulunabilir; bu dikkate alınan özellik sayısının azalmasına yol açar. Yöntemin bu özelliği, sınırlı ve düzensiz veriler içeren durumlarda karar vermeye de yardımcı olur.

Belirtilen hedefler, karar alanının yalnızca bir boyutu oluşturmaktadır, bu sebeple birden çok paydaşın birden fazla tercihi aynı anda sunulabilir ve alternatifler arasındaki dengeler karar sonrası analiz sırasında daha şeffaf bir şekilde belirlenebilir. Yöntemin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar öncelik sırasına sahiptir ve yöntem, her bir istasyonu, hidrolojik havza veya tüm akarsu ağının kısıtlamasına tabi olmayan ayrı bir alternatif olarak değerlendirir. Bu özellik, daha geniş bir alternatif grubunun yer almasını sağlar. Bu nedenle, referans noktası yöntemi daha büyük ölçeklerde gözlem faaliyetlerinin performans değerlendirmesi için kullanılabilir. Öte yandan, yöntem, tek bir istasyonu kendi operasyonel amaçlarına

göre değerlendirebilir. Bu zellik de yöntemin bölgesel veya ulusal ölçeklerde ağ performans değerlendirme amaçlarının tercih edilmesi için avantajdır.

Yöntem doğrultusunda, istasyon özelliklerinin havza yönetimi hedefleri açısından tasarımcılar ve karar vericiler tarafından dikkatli bir şekilde seçilmesi gereklidir. Birden fazla hedef ve kriter mevcut olduğunda, aralarındaki öncelikler tanımlanmalıdır. Her istasyonun bir ağ içindeki performansı, seçilen model ile hedefler ve kriterleri dikkate alarak değerlendirilmelidir. Bu durumda, istasyon performansı, istasyonun hedeflere ne kadar iyi uyum gösterdiğiyle ilgilidir. Düşük performanslı istasyonlar ya da amaçları karşılamayan istasyonlar, iyileştirilecek veya ağdan kaldırılacak olan istasyonlardır. Bununla birlikte, çeşitli değerlendirme yöntemlerinin uygulanması sonucunda elde edilen sonuçların doğru olmayabilir ve karar vericilerin karar verme aşamasında yer almaları gereklidir. Optimum mler her zaman en istenen m olmayabilir. Çalışmanın sonucu olarak yapılan ve uygulanan kararlar, ağın revize edilmiş şartlar altında işletildikten sonra etkin olma durumu açısından yeniden değerlendirilmelidir. Ağ performans değerlendirme işlemi, tekrar eden bir temelde değerlendirilecek dinamik bir süreçtir. Hedefler ve öncelikler zamanla değiştikçe, ağın etkinliği azalabilecektir. Bu nedenle, bir ağın performansının değerlendirilmesi, yeni koşullara uyum sağlayacak kadar esnek olmalıdır. Yeniden tasarım sürecinde karşılaşılan zorluklar, bir sonraki aşamada benzer güçlüklerle baş edebilmek için dikkate alınmalıdır. Bu gibi verilerin kaydedilmesi, bir sonraki değerlendirme aşamasında istasyonun performans değerlendirmesindeki sorunları en aza indirmeye yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Al-Zahrani, M. A. ve Moeid, K. (2001). Locating optimum water quality monitoring stations in water distribution system. *Bridging the Gap: Meeting the World's Water and Environmental Resources Challenges*.
- Amorocho, J. ve Espildora, B. (1973). Entropy in the assessment of uncertainty in hydrologic systems and models. *Water Resources Research*, 9 (6), 1511-1522.
- Antoine, J., Fischer, G. ve Makowski, M. (1997). Multiple criteria land use analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 83 (2-3), 195-215.
- Arnold, S.F. (1981). *The theory of linear models and multivariate analysis*. John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0-471-05065-2, 475. USA.
- Bilen, Ö. (2009). *Türkiye'nin su gündemi: su yönetimi ve AB su politikaları*. DSİ İdari ve Mali İşler Dairesi Başkanlığı.
- Chapman, T.G. (1986). Entropy as a measure of hydrologic data uncertainty and model performance. *Journal of Hydrology*, 85 (1-2), 111-126.
- Chen, Q., Wu, W., Blanckaert, K., Ma, J. ve Huang, G. (2012). Optimization of water quality monitoring network in a large river by combining measurements, a numerical model and matter-element analyses. *Journal of environmental management*, 110, 116-124.
- Çavuş, A. (2014). *Alt ve üst ölçekli planların nehir havza yönetim planları ile entegrasyonu*. Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Çetin, H.C., Harmancıoğlu, N., Sarıyıldız, A. ve Silay, A. E. (2009). Gediz nehri su kalitesi parametrelerinin eğilim analizi. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 603-611.

Çetinkaya, C. P. (2007). *Spatial optimization of hydrologic monitoring networks on rivers*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çetinkaya, C. P. ve Harmancıoğlu, N. B. (2011). Assessment of water quality sampling sites by a dynamic programming approach. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17 (2), 305-317.

Çetinkaya, C. P. ve Günaçtı, M. C. (2017). Effects of crop pattern changes on hydroelectric power generation in Gediz river basin. *European Water*, 60, 131-137. E.W. Publications.

Dunn, W. N. (1994). *Public policy analysis: An introduction*. New Jersey: Prentive-Hall.

Erechtchoukova, M. G. ve Khaite, P. A. (2011). A model-driven approach to uncertainty reduction in environmental data. *Information Technologies in Environmental Engineering*, 107-122.

Erechtchoukova, M. G. ve Khaite, P. A. (2012). Model-Driven Approach to Optimization of Monitoring Designs for Multiple Water Quality Parameters. *International Congress on Environmental Modelling and Software*, 180.

Gibbons, J. D. ve Chakraborti, S. (1992). *Nonparametric Statistical Inference*. 3rd edn. Marcel Dekker, Inc. New York.

Granat, J. ve Makowski, M. (1995). SAP-modular tool for specification and analysis of user preferences in multiple-criteria model analysis. *International Institute for Applied Systems Analysis*, Laxenburg, Austria, WP-95-073.

Granat J. ve Makowski, M. (1998). ISAAP–Interactive Specification and Analysis of Aspiration-based Preferences, Interim Report (to appear). *International Institute for Applied Systems Analysis*, Laxenburg, Austria.

Grigg, N. S. (1999). Integrated Water Resources Management: Who should Pay?. *1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35 (3), 527-534.

Gündoğdu, V. ve Özkan, E.Y. (2006). Design of monitoring network and determination of water quality variables in Küçük Menderes River. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (3), 361-369.

Harmancıoğlu, N., (1981). Hidrolojik Süreçlerin Bilgi İçeriğinin Entropi Yöntemiyle Ölçülmesi. *Ege Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Dergisi*, Atatürk'ün 100. Doğum Yılı Özel Sayısı, 13-40.

Harmancıoğlu, N. B. ve Alpaslan, N. (1992). Water quality monitoring network design: a problem of multi-objective decision making 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 28 (1), 179-192.

Harmancıoğlu, N. B., Alpaslan, N., Alkan, A., Özkul, S.; Mazlum, S. ve Fıstıkoğlu, O. (1994). Design and evaluation of water quality monitoring networks for environmental management. *Report prepared for the research project granted by TUBITAK, Scientific and Technical Council of Turkey, Project Code: DEBAG-23, İzmir (In Turkish)*.

Harmancıoğlu, N. B., Alpaslan, N., Özkul, S., Saner, E. (1995). Optimizing the performance of environmental data collection systems. *Ninth World Productivity Congress, İstanbul*.

Harmancıoğlu, N. B., Özkul, S. D. ve Alpaslan, M. N. (1998). Water quality monitoring and network design. *Environmental data management*. Springer, Dordrecht, 61-106.

Harmancıoğlu, N. B., Özkul, S., Fıstıkoğlu, O., Onuşluel G., Gül, A., Çetinkaya, C.P., İçağa, Y., Barbaros, F., Akyar, H., Kahramanoğlu, N., Seyrek, K., Baltacı,

- F., Onur, A. K., Yılmaz, N., Celtemen, S. P. ve Alpaslan, A. (2003). Efficiency analysis and network optimization in DSI's water quality monitoring networks II. *Rep. prepared for the research project granted by TUBITAK, Project code: YDABAG 100Y1002, Scientific and Technical Research Council of Turkey, Izmir, Turkey (in Turkish).*
- Harmancıoğlu N., Çetinkaya C. P. ve Geerders P. (2004). Transfer of information among water quality monitoring sites: assessment by an optimization method. *EnviroInfo- Conference 2004 18th International Conference Informatics for Environmental Protection, İSVİÇRE, Ekim 2004, EnviroInfo-Conf. 2004 18th Inter. Conference Informatics for Environmental Protection Proceed. CD-ROM, (online) <http://www.enviroinfo2004.org/cdrom/Datas/Fullpaper.htm>, Uluslararası Hakemli organizasyon*
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America bulletin*, 56 (3), 275-370.
- Husain, T. (1989). Hydrologic uncertainty measure and network design 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 25 (3), 527-534.
- İçağa, Y. (1998). *Spatial optimization of hydrometric data networks by system analysis techniques*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- İçağa, Y. (2002). Akarsu Dallanma Dereceleri Kullanılarak Su Kalitesi Gözlem Ağı Tasarımı. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 89-98.
- Kallio, M. J., Lewandowski, A. ve Orchard-Hays, W. (1980). An implementation of the reference point approach for multiobjective optimization. *IIASA International Institute for Applied Systems Analysis Working Paper. IIASA, Laxenburg, Austria: WP-80-035.*

- Karamouz, M., Karimi, M. ve Kerachian, R. (2004). Design of water quality monitoring network for river systems. *Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management*, 1-9.
- Karamouz, M., Hafez, B. ve Kerachian, R. (2005). Water Quality Monitoring Network for River Systems: Application of Ordinary Kriging. *Impacts of Global Climate Change*, 1-12.
- Korhonen, P. ve Laakso, J. (1986). A visual interactive method for solving the multiple criteria problem. *European Journal of Operational Research*, 24 (2), 277-287.
- Krstanovic, P. F. ve Singh, V. P. (1992). Evaluation of rainfall networks using entropy: II. Application. *Water Resources Management*, 6 (4), 295-314.
- Lettenmaier, D. P., Anderson, D. E. ve Brenner, R. N. (1984). Consolidation of a stream quality monitoring network. *Water Resources Bulletin*, 20 (4), 473-482.
- Lettenmaier, D. P., Hooper, E. R., Wagoner, C. ve Faris, K. B. (1991). Trends in stream quality in the continental United States, 1978–1987. *Water resources research*, 27 (3), 327-339.
- Ludwig, J. A. ve Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology: a primer in methods and computing*. A Wiley-Interscience Publication. ISBN 0-471-83235-9, 337. USA.
- Makowski, M., Somlyódy, L. ve Watkins, D. (1996). Multiple Criteria Analysis for Water Quality Management in the Nitra Basin. 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 32 (5), 937-951.
- Matsushashi, K. (1997). Application of multi-criteria analysis to urban land-use planning. *Interim Report, IR-97-091. International Institute for Applied Systems Analysis*. Laxenburg, Austria.

- Mei, K., Zhu, Y., Liao, L., Dahlgren, R., Shang, X. ve Zhang, M. (2011). Optimizing water quality monitoring networks using continuous longitudinal monitoring data: a case study of Wen-Rui Tang River, Wenzhou, China. *Journal of Environmental Monitoring*, 13 (10), 2755-2762.
- McMahon, T. A. ve Mein, R. G. (1986). *River and reservoir yield*. Littleton, CO: Water Resources Publications, 368.
- Moss, M. E. (1989). Water quality data in the information age. *Proceedings, International Symposium on the Design of Water Quality Information Systems, Fort Collins, CSU Information Series*, 61, 8-15.
- Moss, M. E. (1997). On the proper selection of surrogate measures in the design of data collection networks. *Integrated Approach to Environmental Data Management Systems* (ed. N.B. Harmancıoğlu, M.N. Alpaslan, S.D. Özkul and V.P. Singh). Kluwer Academic Publishers, NATO ASI Series, 2. Environment, 31, 79-88.
- Nakayama, H. ve Sawaragi, Y. (1984). Satisficing trade-off method for multiobjective programming. *Interactive decision analysis*. Springer, Berlin, Heidelberg, 113-122.
- OECD (2014). *Water governance in the Netherlands: Fit for the future?*. OECD Studies on Water, OECD Publishing. The Hague, Netherlands, <http://www.oecd.org/gov/regional-policy/publicationsdocuments/BrochureWaterNL%20.pdf>
- Ogryczak, W. (2010). Ordered weighted enhancement of preference modeling in the reference point method for multiple criteria optimization. *Soft Computing* 14 (5), 435-450.

- Ouyang, Y. (2005). Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water research* 39 (12), 2621-2635.
- Ouyang, H. T., Lai, J. S., Yu, H. ve Lu, C. H. (2008). Interaction between submerged vanes for sediment management. *Journal of Hydraulic Research*, 46 (5), 620-627.
- Özkul, S. (1996). *Space/time design of water quality monitoring networks by the entropy method (İngilizce)*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özkul, S. (2001). Entropy-based assessment of water quality monitoring networks. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25 (5), 435-452.
- Özonat, Ç. (2013). *Integrated river basin management: a case of Büyük Menderes River Basin*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Palmer, R. N. ve MacKenzie, M. (1985). Optimization of water quality monitoring networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 111 (4), 478-493.
- Park, S., Choi, J. H., Wang, S. ve Park, S. S. (2006). Design of a water quality monitoring network in a large river system using the genetic algorithm. *Ecological modelling* 199 (3), 289-297.
- Rahaman, M. M., Varis, O. ve Kajander, T. (2004). EU water framework directive vs. integrated water resources management: The seven mismatches. *International Journal of Water Resources Development*, 20 (4), 565-575.
- Reinelt, L. E., Horner, R. R. ve Mar, B.W. (1988). Nonpoint source pollution monitoring program design. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 114 (3), 335-352.

- Sanders, T. G., Ward, R. C., Loftis, J. C., Steele, T. D., Adrian, D. D. ve Yevjevich, V. (1983). *Design of networks for monitoring water quality*. Littleton, USA: Water Resources Publications.
- Sangün, L. ve Akar, M. (2011). Temel Bileşenler Analizinin Su Ürünlerinde Kullanımı. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26 (3).
- Schilperoort, T. ve Groot, S. (1983). Design and optimization of water quality monitoring networks. *International Symposium on Method and Instrumentation for the Investigation of Ground Water Systems (MIIGS)*. Noordwijkerhout, 286.
- Shannon, C. E. ve Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. *Urbana, Illinois, The University of Illinois Press*.
- Sharma, S. (1996). *Applied multivariate techniques*. John Wiley and Sons, Inc. ISBN 0.471.31064.6, 493. USA.
- Sharp, W. E. (1970). Stream order as a measure of sample uncertainty. *Water Resources Research*, 6 (3), 919-926.
- Sharp, W. E. (1971). A topologically optimum water-sampling plan for rivers and streams. *Water Resources Research*, 7 (6), 1641-1646.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, (2004). T.C. Resmi Gazete, 25687, 31 Aralık 2004.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, (2008). T.C. Resmi Gazete, 26786, 13 Şubat 2008.

Telci, İ. T. (2012). *Optimal water quality management in surface water systems and energy recovery in water distribution Networks*. Doktora Tezi, Georgia Institute of Technology.

Timm, N. H. (2002). *Applied multivariate analysis*.
<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/b98963.pdf>

Timmerman, J. G. (2014). *Information needs for water management*. CRC Press, 234.

Tirsch, F. S. ve Male, J. W. (1984). River basin water quality monitoring network design: options for reaching water quality goals. In T.M. Schad (Ed.). *Proceedings of Twentieth Annual Conference of American Water Resources Associations, AWRA Publications*, 149-156.

TÜBİTAK (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Nihai Raporu, *Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü*. Destekleyen Kuruluş: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.

TÜBİTAK MAM (2013). Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi II. İlerleme Raporu. *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü*.

TÜBİTAK MAM (2013). Gediz Havzası Nihai Raporu. *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü*.

Union, I. (2014). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Brussels.

- Ward, R. C., Loftis, J. C. ve McBride, G. B. (1986). The “data-rich but information-poor” syndrome in water quality monitoring. *Environmental Management*, 10 (3), 291-7.
- Wierzbicki, A. P. (1980). The use of reference objectives in multiobjective optimization. *Multiple criteria decision making theory and application*. Springer, Berlin, Heidelberg, 468-486.
- Wierzbicki, A. P. (1998). Reference point methods in vector optimization and decision support. *International Institute for Applied Systems Analysis Interim Report*. IIASA, Laxenburg, Austria: IR-98-017.
- Wierzbicki, A. P., Makowski, M., ve Wessels, J. (2000). *Model-based decision support methodology with environmental applications*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 475.
- Wierzbicki, A. P. (2007). Reference point approaches and objective ranking. *Dagstuhl Seminar Proceedings*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik.
<http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2007/1121/pdf/06501.WierzbickiAndrzej.Paper.1121.pdf>
- World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development (WDC) (2014).
<http://www.wdc.org.ua/en/sustainable-development>
- World Summit on Sustainable Development (2002). *Implementation Report*, Johannesburg, Güney Afrika, <http://www.johannesburgsummit.org>
- World Water Assessment Programme, (2012). The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. *Paris, UNESCO*.

Yang, Y. ve Burn, D. H. (1994). An entropy approach to data collection network design. *Journal of hydrology*. 157 (1-4), 307-324.

Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, (2012). T.C. Resmi Gazete, 28483, 30 Kasım 2012.



EKLER

Tablo1. Sıcaklık parametresi değerleri

Sıcaklık (T)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLENEN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	90	6,0000	29,6000	16,8667	14	0,54
5-003	35	6,2000	25,5000	14,1029	8	0,36
5-004	22	7,0000	27,8000	13,8545	7	0,26
5-005	104	4,3000	30,0000	17,1731	16	0,54
5-006	75	4,7000	31,0000	17,1853	12	0,52
5-022	69	4,4000	28,8000	17,7000	10	0,58
5-023	40	1,5000	25,4000	13,4125	10	0,33
5-024	62	4,6000	31,0000	16,9565	9	0,57
5-025	19	7,3000	28,9000	16,4842	2	0,79
5-026	72	4,0000	28,9000	15,5514	11	0,55
5-027	8	6,0000	22,1000	12,4625	2	0,33
5-028	11	4,1000	22,9000	10,8364	2	0,46
5-029	12	4,2000	25,7000	11,8333	2	0,50
5-030	72	3,7000	32,0000	15,6028	10	0,60
5-031	23	5,0000	30,3000	15,8870	2	0,96
5-032	11	6,0000	24,2000	13,3818	2	0,46
5-033	22	6,0000	28,6000	17,8818	2	0,92
5-034	23	7,0000	28,3000	17,3783	2	0,96
5-035	23	5,0000	29,8000	16,5478	2	0,96
5-036	16	6,0000	22,7000	13,5313	2	0,67
5-037	8	5,0000	22,5000	13,5750	2	0,33
5-038	62	3,1000	29,0000	16,0871	9	0,57
5-039	23	9,8000	26,4000	16,1696	2	0,96
5-040	14	12,0000	29,8000	16,9214	2	0,58
5-041	48	0,0000	27,8000	13,1688	9	0,44
5-042	22	5,8000	30,7000	17,0818	2	0,92
5-043	59	0,0000	28,3000	14,6559	9	0,55
5-044	49	0,0000	29,6000	14,3816	9	0,45
5-045	17	4,8000	34,2000	17,2706	2	0,71
5-046	20	5,9000	30,3000	17,9600	2	0,83
5-047	59	4,7000	33,7000	16,8322	9	0,55
5-048	16	6,5000	28,4000	17,8438	2	0,67
5-049	60	6,7000	22,3000	12,1117	9	0,56

Tablo 2. Sodyum parametresi değerleri

Sodyum (Na)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	91	4,6000	131,7900	48,2440	14	0,54
5-003	33	5,5000	65,4000	23,7630	8	0,34
5-004	25	3,9000	70,3800	17,1096	8	0,26
5-005	103	7,8200	327,0600	69,6497	16	0,54
5-006	56	9,2000	137,5400	64,6836	8	0,58
5-022	72	8,0500	175,4900	66,2917	10	0,60
5-023	41	5,7500	69,0000	26,6085	11	0,31
5-024	62	11,0400	6256,0000	157,2018	9	0,57
5-025	19	11,7000	97,0000	46,2426	2	0,79
5-026	74	4,3700	209,3000	72,6218	11	0,56
5-027	14	8,7400	57,2000	22,6457	2	0,58
5-028	11	7,8200	154,7000	91,8755	2	0,46
5-029	12	4,3700	16,1000	9,9508	2	0,50
5-030	72	6,4400	5865,0000	279,8449	10	0,60
5-031	23	2,9900	33,8000	14,1043	2	0,96
5-032	11	2,7600	33,1000	16,7345	2	0,46
5-033	22	4,6000	81,6000	30,3541	2	0,92
5-034	23	5,2900	93,6000	31,6796	2	0,96
5-035	23	3,2200	141,6000	22,1839	2	0,96
5-036	16	5,8900	28,7500	16,9688	2	0,67
5-037	8	8,0100	19,0000	13,1988	2	0,33
5-038	62	5,9800	113,3900	52,6781	9	0,57
5-039	23	5,7500	43,4000	19,0278	2	0,96
5-040	23	4,8000	46,0000	17,4909	2	0,96
5-041	49	5,9000	140,5000	56,6082	9	0,45
5-042	22	3,2000	132,7100	45,4664	2	0,92
5-043	60	3,6800	103,9600	36,9983	9	0,56
5-044	49	5,3000	170,4300	42,0545	9	0,45
5-045	17	19,7800	473,3400	108,7212	2	0,71
5-046	19	3,6800	80,2700	20,4574	2	0,79
5-047	59	7,1300	122,3600	36,7492	9	0,55
5-048	16	2,3000	40,7100	15,0400	2	0,67
5-049	59	6,2100	88,0900	31,4444	9	0,55

Tablo 3. Kalsiyum parametresi değerleri

Kalsiyum (Ca)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	93	25,4000	108,2000	54,9613	14	0,55
5-003	36	28,0000	75,8000	50,5583	8	0,38
5-004	25	33,6600	66,8000	46,0528	8	0,26
5-005	105	22,0000	99,2000	58,7363	16	0,55
5-006	56	34,8000	107,0000	60,8357	8	0,58
5-022	72	24,0000	100,0000	59,5139	10	0,60
5-023	41	20,0000	87,4000	51,8878	11	0,31
5-024	62	23,0000	96,0000	56,2710	9	0,57
5-025	19	33,8000	71,2000	51,1053	2	0,79
5-026	74	18,6000	109,6000	60,1419	11	0,56
5-027	14	34,6000	65,6000	49,5143	2	0,58
5-028	11	36,4000	126,6000	79,6091	2	0,46
5-029	12	31,2000	72,0000	43,6833	2	0,50
5-030	72	18,2000	160,0000	79,0181	10	0,60
5-031	23	24,4000	75,2000	47,4739	2	0,96
5-032	11	38,6000	68,4000	50,1182	2	0,46
5-033	22	31,4000	85,2000	54,4455	2	0,92
5-034	15	28,4000	77,0000	53,4933	2	0,63
5-035	23	19,6000	79,2000	46,0174	2	0,96
5-036	16	27,4000	64,8000	42,7000	2	0,67
5-037	8	2,0800	50,4000	27,2100	2	0,33
5-038	62	27,6000	101,6000	54,8242	9	0,57
5-039	23	42,0000	86,4000	68,2174	2	0,96
5-040	23	43,2000	92,2000	61,4391	2	0,96
5-041	49	22,0000	115,6000	51,6980	9	0,45
5-042	22	26,2000	147,2000	60,2818	2	0,92
5-043	59	32,8000	93,4000	58,1322	9	0,55
5-044	49	5,2200	120,6000	54,7086	9	0,45
5-045	17	33,6000	83,0000	60,3412	2	0,71
5-046	20	44,8000	87,8000	62,2750	2	0,83
5-047	58	26,4000	99,6000	61,5017	9	0,54
5-048	16	35,6000	88,0000	57,4763	2	0,67
5-049	60	16,8000	93,8000	55,3433	9	0,56

Tablo 4. Klor parametresi değerleri

Klor (Cl)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	93	16,6000	189,3000	51,0938	14	0,55
5-003	35	13,1000	80,0000	36,4286	8	0,36
5-004	25	12,4000	91,1000	24,6984	8	0,26
5-005	96	16,1000	357,3000	68,3517	16	0,50
5-006	75	14,7000	147,4720	60,8807	12	0,52
5-022	72	16,8000	156,6000	68,0780	10	0,60
5-023	41	12,6000	195,2000	44,7634	11	0,31
5-024	62	21,6000	134,4000	52,8911	9	0,57
5-025	18	20,5000	59,6000	42,4611	2	0,75
5-026	74	13,3000	244,9000	87,0541	11	0,56
5-027	14	16,6000	56,0000	30,0500	2	0,58
5-028	11	13,4000	158,8000	93,4455	2	0,46
5-029	12	12,7000	29,4000	17,4833	2	0,50
5-030	72	15,7500	889,8000	223,5083	10	0,60
5-031	23	10,9000	29,0000	19,4826	2	0,96
5-032	11	11,7000	38,2000	22,6273	2	0,46
5-033	22	11,3000	35,4000	22,1045	2	0,92
5-034	23	13,8000	38,9000	23,0783	2	0,96
5-035	19	11,3000	33,3000	18,2421	2	0,79
5-036	16	12,0000	29,1000	18,3750	2	0,67
5-037	8	10,8000	21,6000	14,6625	2	0,33
5-038	62	15,4000	102,2000	52,0919	9	0,57
5-039	23	18,4000	114,1000	30,4217	2	0,96
5-040	23	14,2000	56,7000	30,5322	2	0,96
5-041	49	10,9000	104,3000	39,7133	9	0,45
5-042	22	11,7000	232,8000	52,4409	2	0,92
5-043	60	15,0500	110,0000	42,4492	9	0,56
5-044	49	12,2500	265,0000	36,0246	9	0,45
5-045	17	19,1000	107,0000	47,7706	2	0,71
5-046	10	0,0050	37,9000	23,6505	1	0,83
5-047	59	15,4000	102,0000	30,9941	9	0,55
5-048	16	12,4000	30,8000	23,1688	2	0,67
5-049	60	13,3000	95,7000	30,5750	9	0,56

Tablo 5. Elektriksel iletkenlik parametresi değerleri

Elektriksel İletkenlik (EC)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	94	328	1681	774,8085	14	0,56
5-003	36	299	1550	639,5556	8	0,38
5-004	25	355	720	489,4000	8	0,26
5-005	105	270	2300	879,8381	16	0,55
5-006	75	276	1603	811,2267	12	0,52
5-022	72	317	1748	877,0278	10	0,60
5-023	40	303	1213	559,2750	11	0,30
5-024	62	374	1470	829,7903	9	0,57
5-025	19	429	986	783,5789	2	0,79
5-026	74	346	2000	878,7297	11	0,56
5-027	14	305	765	489,7143	2	0,58
5-028	11	314	1550	1171,8182	2	0,46
5-029	12	294	415	348,9167	2	0,50
5-030	72	477	5760	1681,8333	10	0,60
5-031	23	316	505	392,9130	2	0,96
5-032	11	5,8	574	395,1636	2	0,46
5-033	22	231	861	552,4545	2	0,92
5-034	23	342	822	554,0870	2	0,96
5-035	23	214	873	420,0870	2	0,96
5-036	14	260	473	340,0000	2	0,58
5-037	8	191	318	251,3750	2	0,33
5-038	62	347	1455	789,3871	9	0,57
5-039	23	520	797	724,4783	2	0,96
5-040	23	503	766	588,9130	2	0,96
5-041	49	202	1912	715,1837	9	0,45
5-042	22	109,6	1165	687,0727	2	0,92
5-043	60	9,8	1540	829,5133	9	0,56
5-044	49	199	1604	675,6531	9	0,45
5-045	17	441	2400	1006,8824	2	0,71
5-046	20	629	847	714,4000	2	0,83
5-047	59	357	1495	839,4237	9	0,55
5-048	16	505	717	614,5000	2	0,67
5-049	60	314	1056	672,6500	9	0,56

Tablo 6. Bulanıklık parametresi değerleri

Bulanıklık (Turb)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	9,00	1,0000	5,0000	2,1111	2	0,38
5-003	2,00	1,0000	16,0000	8,5000	2	0,08
5-004	3,00	1,0000	5,0000	2,6667	1	0,25
5-005	10,00	0,0000	17,0000	3,4000	2	0,42
5-026	4,00	1,0000	4,0000	2,2500	1	0,33
5-049	12,00	0,0000	0,5000	0,0667	4	0,25

Tablo 7. NH3-N parametresi değerleri

NH3-N						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	92	0,0000	1,2000	0,0879	14	0,55
5-003	33	0,0000	0,5000	0,0810	8	0,34
5-004	22	0,0000	0,1100	0,0236	7	0,26
5-005	89	0,0000	1,2000	0,1067	16	0,46
5-006	68	0,0000	0,3000	0,0425	12	0,47
5-022	70	0,0000	0,9000	0,0434	10	0,58
5-023	41	0,0000	0,0700	0,0046	11	0,31
5-024	52	0,0000	0,0400	0,0042	9	0,48
5-025	17	0,0000	0,5000	0,0361	2	0,71
5-026	66	0,0000	0,6000	0,0380	11	0,50
5-027	14	0,0000	0,0100	0,0064	2	0,58
5-028	10	0,0000	0,0760	0,0256	2	0,42
5-029	12	0,0000	0,0200	0,0070	2	0,50
5-030	69	0,0000	2,1000	0,1830	10	0,58
5-031	20	0,0000	0,0400	0,0052	2	0,83
5-032	9	0,0000	0,0210	0,0052	2	0,38
5-033	21	0,0000	0,0120	0,0022	2	0,88
5-034	20	0,0000	0,0130	0,0023	2	0,83
5-035	20	0,0000	0,1000	0,0070	2	0,83
5-036	16	0,0000	0,0200	0,0038	2	0,67
5-037	8	0,0000	0,0200	0,0025	2	0,33
5-038	61	0,0000	0,0400	0,0067	9	0,56
5-039	22	0,0000	0,0300	0,0059	2	0,92
5-040	22	0,0000	0,0200	0,0014	2	0,92
5-041	49	0,0000	0,0900	0,0122	9	0,45
5-042	21	0,0000	0,3000	0,0373	2	0,88
5-043	59	0,0000	0,0200	0,0044	9	0,55
5-044	47	0,0000	0,0200	0,0023	9	0,44
5-045	16	0,0000	0,0200	0,0056	2	0,67
5-046	19	0,0000	0,0200	0,0053	2	0,79
5-047	55	0,0000	0,0500	0,0074	9	0,51
5-048	14	0,0000	0,0200	0,0048	2	0,58
5-049	59	0,0000	0,0200	0,0016	9	0,55

Tablo 8. NO2-N parametresi değerleri

NO2-N						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	90	0,0000	0,9000	0,0559	14	0,54
5-003	33	0,0000	0,1040	0,0252	8	0,34
5-004	22	0,0000	0,0140	0,0042	7	0,26
5-005	93	0,0000	1,7000	0,0684	16	0,48
5-006	71	0,0000	0,8060	0,0542	12	0,49
5-022	70	0,0000	0,8480	0,0721	10	0,58
5-023	41	0,0000	0,0570	0,0100	11	0,31
5-024	60	0,0000	0,0800	0,0128	9	0,56
5-025	17	0,0000	0,0540	0,0149	2	0,71
5-026	64	0,0000	9,0000	0,1970	11	0,48
5-027	14	0,0000	0,0040	0,0010	2	0,58
5-028	8	0,0000	0,0960	0,0145	2	0,33
5-029	12	0,0000	0,0160	0,0035	2	0,50
5-030	69	0,0000	1,1190	0,0851	10	0,58
5-031	20	0,0000	0,0200	0,0035	2	0,83
5-032	11	0,0000	0,0380	0,0058	2	0,46
5-033	21	0,0000	0,0700	0,0110	2	0,88
5-034	18	0,0000	0,0400	0,0054	2	0,75
5-035	18	0,0000	0,0230	0,0041	2	0,75
5-036	16	0,0000	0,0350	0,0074	2	0,67
5-037	8	0,0000	0,0060	0,0018	2	0,33
5-038	62	0,0000	0,1000	0,0133	9	0,57
5-039	22	0,0000	0,0100	0,0015	2	0,92
5-040	12	0,0000	0,0040	0,0006	2	0,50
5-041	48	0,0000	0,1700	0,0216	9	0,44
5-042	21	0,0000	0,4800	0,0646	2	0,88
5-043	51	0,0000	0,2800	0,0183	9	0,47
5-044	40	0,0000	0,1720	0,0143	9	0,37
5-045	16	0,0000	0,2600	0,0343	2	0,67
5-046	18	0,0000	0,0110	0,0028	2	0,75
5-047	51	0,0000	0,0730	0,0170	9	0,47
5-048	13	0,0000	0,0080	0,0018	2	0,54
5-049	58	0,0000	0,0900	0,0092	9	0,54

Tablo 9. NO3-N parametresi değerleri

NO3-N						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	79	0,0000	4,4100	1,1982	13	0,51
5-003	25	0,0000	2,2500	1,2300	7	0,30
5-004	18	0,0000	1,7900	0,6594	6	0,25
5-005	85	0,0000	7,1000	0,7785	14	0,51
5-006	63	0,0000	4,7200	1,0124	10	0,53
5-022	67	0,0000	5,5400	1,1410	10	0,56
5-023	38	0,0000	1,5200	0,2873	11	0,29
5-024	57	0,0000	10,7000	0,9393	9	0,53
5-025	17	0,0000	2,1900	0,8929	2	0,71
5-026	67	0,0000	59,0000	2,9555	11	0,51
5-027	14	0,0000	2,1000	0,5636	2	0,58
5-028	7	0,0400	1,6900	0,6900	2	0,29
5-029	12	0,0000	1,8700	1,1675	2	0,50
5-030	66	0,0000	10,9800	2,0316	10	0,55
5-031	20	0,0000	2,4800	0,7920	2	0,83
5-032	10	0,0000	1,3000	0,5260	2	0,42
5-033	21	0,0000	3,5800	1,1038	2	0,88
5-034	22	0,0000	3,4000	1,3723	2	0,92
5-035	22	0,0000	3,9700	1,6618	2	0,92
5-036	16	0,1600	3,7300	2,2069	2	0,67
5-037	8	0,0660	1,5600	0,8645	2	0,33
5-038	57	0,0000	3,4000	0,7230	9	0,53
5-039	22	0,0000	1,8900	0,3519	2	0,92
5-040	22	0,0000	1,0000	0,2073	2	0,92
5-041	45	0,0000	4,2700	0,6371	9	0,42
5-042	21	0,0000	2,7200	0,7800	2	0,88
5-043	47	0,0000	2,5600	0,1921	9	0,44
5-044	43	0,0000	3,6800	0,4163	9	0,40
5-045	16	0,0000	1,2400	0,3663	2	0,67
5-046	18	0,0000	1,3200	0,3617	2	0,75
5-047	48	0,0000	1,4000	0,3154	9	0,44
5-048	13	0,0000	1,2600	0,3854	2	0,54
5-049	55	0,0000	2,0300	0,1985	9	0,51

Tablo 10. Askıda katı madde parametresi değerleri

Askıda Katı Madde (SS)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	85	0,0000	999,0000	147,1765	14	0,51
5-003	33	0,0000	997,0000	296,0303	8	0,34
5-004	23	1,0000	844,0000	172,9652	8	0,24
5-005	89	0,0000	997,0000	153,2247	16	0,46
5-006	69	1,0000	1120,0000	157,0725	12	0,48
5-022	68	1,0000	220,0000	26,4853	10	0,57
5-023	34	1,0000	191,0000	24,2059	10	0,28
5-024	60	1,0000	248,0000	33,1333	9	0,56
5-025	19	3,0000	19,0000	6,7895	2	0,79
5-026	68	0,0000	1439,0000	81,0882	11	0,52
5-027	14	0,0000	18,0000	5,2143	2	0,58
5-028	11	2,0000	40,0000	18,9091	2	0,46
5-029	12	2,0000	20,0000	5,6667	2	0,50
5-030	69	1,0000	339,0000	42,5464	10	0,58
5-031	23	1,0000	11,0000	3,6957	2	0,96
5-032	11	1,0000	12,0000	4,8182	2	0,46
5-033	22	0,0000	16,0000	4,3409	2	0,92
5-034	23	0,0000	20,0000	6,1739	2	0,96
5-035	23	0,0000	9,0000	3,3913	2	0,96
5-036	16	0,0000	11,0000	2,8750	2	0,67
5-037	8	1,0000	11,0000	3,1250	2	0,33
5-038	58	1,0000	209,0000	31,5690	9	0,54
5-039	23	1,0000	16,0000	4,8261	2	0,96
5-040	23	0,0000	15,0000	3,6087	2	0,96
5-041	42	1,0000	178,0000	31,2857	9	0,39
5-042	22	2,0000	31,0000	12,7273	2	0,92
5-043	57	1,0000	140,0000	16,5614	9	0,53
5-044	46	0,0000	193,0000	22,2826	9	0,43
5-045	17	0,0000	13,0000	6,7059	2	0,71
5-046	20	0,0000	18,0000	6,6500	2	0,83
5-047	47	1,0000	288,0000	39,9574	8	0,49
5-048	16	1,0000	10,0000	3,8750	2	0,67
5-049	54	0,0000	92,0000	9,2037	9	0,50

Tablo 11. Biyolojik oksijen ihtiyacı parametresi değerleri

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD5)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	83	0,0000	20,0000	4,4371	14	0,49
5-003	29	1,6000	10,9000	4,2448	8	0,30
5-004	21	0,0000	7,0000	3,1810	7	0,25
5-005	74	0,0000	74,0000	10,9236	15	0,41
5-006	63	0,0000	31,6000	5,3889	12	0,44
5-022	55	1,0000	26,2000	8,0135	10	0,46
5-023	39	0,2000	6,1000	2,0408	10	0,33
5-024	61	0,0000	26,8000	5,3328	9	0,56
5-025	19	1,3000	58,0000	7,4000	2	0,79
5-026	63	1,0000	90,0000	8,3321	11	0,48
5-027	14	0,1000	6,3000	2,3071	2	0,58
5-028	9	2,1000	13,9000	5,2522	2	0,38
5-029	12	0,1000	7,5000	3,4650	2	0,50
5-030	55	0,4000	330,0000	22,2453	10	0,46
5-031	23	0,3000	5,4000	1,9278	2	0,96
5-032	11	0,0000	10,2000	3,5636	2	0,46
5-033	22	0,1000	4,2000	2,1195	2	0,92
5-034	23	0,1000	8,4000	2,1248	2	0,96
5-035	22	0,1000	5,2000	2,1318	2	0,92
5-036	16	0,2000	5,2000	1,8063	2	0,67
5-037	8	0,8000	3,0000	1,5875	2	0,33
5-038	59	0,3000	23,4000	4,4631	9	0,55
5-039	22	0,6000	6,2000	1,9386	2	0,92
5-040	22	0,2000	3,2000	1,5455	2	0,92
5-041	39	0,1000	35,0000	6,0054	9	0,36
5-042	22	1,2000	43,0000	6,7918	2	0,92
5-043	57	0,0000	13,7000	3,2577	9	0,53
5-044	48	0,4100	15,0000	3,3656	9	0,44
5-045	16	1,0000	35,0000	10,4500	2	0,67
5-046	19	0,1000	4,2000	1,9000	2	0,79
5-047	58	0,0000	7,0000	3,3591	9	0,54
5-048	15	0,2000	3,6000	1,7333	2	0,63
5-049	56	0,4000	7,7000	2,8168	9	0,52

Tablo 12. Çözünmüş oksijen parametresi değerleri

Çözünmüş Oksijen (DO)						
İSTASYON NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	91	3,9600	13,4000	8,4470	14	0,54
5-003	31	2,7000	13,8000	8,6742	7	0,37
5-004	22	5,6000	12,5000	9,8664	7	0,26
5-005	104	0,8000	10,8000	5,7005	16	0,54
5-006	75	2,0000	14,5000	6,9745	12	0,52
5-022	66	1,0000	13,0000	6,4102	10	0,55
5-023	40	5,7000	14,3000	9,3455	10	0,33
5-024	62	5,0300	12,3100	8,2690	9	0,57
5-025	19	6,0000	13,2000	8,9632	2	0,79
5-026	72	3,0000	13,2900	7,4019	11	0,55
5-027	14	5,4000	14,0000	9,8143	2	0,58
5-028	10	3,3000	10,4000	6,2900	2	0,42
5-029	7	7,8000	14,1000	11,2571	2	0,29
5-030	71	0,8000	11,5000	5,3280	10	0,59
5-031	23	6,7000	13,7000	9,5043	2	0,96
5-032	11	6,9000	12,3000	9,2545	2	0,46
5-033	22	6,4000	12,2000	8,9773	2	0,92
5-034	23	5,6000	11,6000	8,5365	2	0,96
5-035	23	6,4000	12,0000	8,9774	2	0,96
5-036	16	6,4000	12,0000	10,1625	2	0,67
5-037	8	7,9000	11,8000	9,8875	2	0,33
5-038	62	3,6000	13,3000	8,0198	9	0,57
5-039	23	3,0000	8,7000	6,1200	2	0,96
5-040	23	5,0000	11,4000	8,5430	2	0,96
5-041	48	3,4000	13,1000	7,7031	9	0,44
5-042	22	3,5100	9,8000	7,4609	2	0,92
5-043	55	4,9700	12,5000	8,5949	9	0,51
5-044	49	4,6000	16,4000	9,4871	9	0,45
5-045	17	4,6000	12,9000	8,9941	2	0,71
5-046	20	7,8000	12,1000	9,6400	2	0,83
5-047	59	5,8000	13,0000	9,1629	9	0,55
5-048	19	5,6000	12,1000	8,5716	2	0,79
5-049	48	5,6500	11,8000	8,4885	8	0,50

Tablo 13. E-Coli parametresi değerleri

E-Coli						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	9	0,0000	5000,0000	1095,1889	2	0,38
5-003	1	300,0000	300,0000	300,0000	1	0,08
5-004	1	4850,0000	4850,0000	4850,0000	1	0,08
5-005	10	0,0000	9,4000	3,9050	2	0,42
5-006	9	0,0000	4500,0000	893,0167	2	0,38
5-022	10	0,0000	9000,0000	2071,6800	2	0,42
5-023	3	95,0000	145,0000	111,6667	1	0,25
5-024	13	0,0000	4400,0000	878,3269	2	0,54
5-025	9	0,0000	6100,0000	1370,5556	2	0,38
5-026	6	1,1000	3500,0000	584,5367	2	0,25
5-027	5	0,0000	180,0000	55,5000	2	0,21
5-028	4	0,0000	7,6000	2,4100	1	0,33
5-029	4	1,4700	950,0000	325,3675	2	0,17
5-030	12	0,0000	7000,0000	1420,3833	2	0,50
5-031	10	0,0000	8100,0000	2653,6190	2	0,42
5-032	2	50,0000	5000,0000	2525,0000	1	0,17
5-033	9	0,0000	1350,0000	409,0889	2	0,38
5-034	10	1,0000	3650,0000	739,4600	2	0,42
5-035	10	0,0000	2350,0000	536,1010	2	0,42
5-036	5	1,1600	1350,0000	359,2320	2	0,21
5-037	1	3850,0000	3850,0000	3850,0000	1	0,08
5-038	10	0,0000	2500,0000	452,9550	2	0,42
5-039	9	0,0000	90,0000	21,5556	2	0,38
5-040	9	0,0000	55,0000	12,5556	2	0,38
5-041	4	1,1500	9,4500	4,0250	2	0,17
5-042	6	1,3600	7,5000	3,1767	2	0,25
5-043	8	0,0000	8100,0000	1791,8750	2	0,33
5-044	10	0,0000	5900,0000	910,1000	2	0,42
5-045	9	1,0700	300,0000	36,8456	2	0,38
5-046	9	0,0000	4650,0000	1009,4444	2	0,38
5-047	9	0,0000	5100,0000	1705,6833	2	0,38
5-048	9	0,0000	850,0000	252,2222	2	0,38
5-049	6	0,0000	300,0000	64,1667	1	0,50

Tablo 14. T-Coli parametresi değerleri

T-Coli						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	10	1,5000	7,5000	4,5530	2	0,42
5-003	2	2,0000	4500,0000	2251,0000	2	0,08
5-004	4	1,1500	5,9000	2,4375	2	0,17
5-005	12	0,0000	9,1000	3,1792	2	0,50
5-006	13	1,1200	3400,0000	265,7392	2	0,54
5-022	15	0,0000	9,0000	2,7270	2	0,63
5-023	7	0,0000	7050,0000	2351,1429	2	0,29
5-024	15	0,0000	7,0000	3,2480	2	0,63
5-025	12	1,0500	9250,0000	774,4375	2	0,50
5-026	12	0,0000	8,5000	4,4667	2	0,50
5-027	9	1,5000	1850,0000	563,2111	2	0,38
5-028	5	0,0000	8,4000	2,5360	2	0,21
5-029	5	2,4000	370,0000	77,4900	2	0,21
5-030	15	0,0000	8,5000	2,6643	2	0,63
5-031	15	1,0000	9500,0000	786,1503	2	0,63
5-032	5	1,3000	800,0000	162,0950	2	0,21
5-033	12	0,6000	4000,0000	728,0292	2	0,50
5-034	11	1,0700	2850,0000	614,5427	2	0,46
5-035	14	1,3500	3400,0000	667,3700	2	0,58
5-036	9	0,5000	3000,0000	552,9511	2	0,38
5-037	4	1,0000	80,0000	21,0625	2	0,17
5-038	13	0,1500	9,5000	4,4115	2	0,54
5-039	12	5,0000	2700,0000	431,5833	2	0,50
5-040	12	30,0000	2350,0000	530,4167	2	0,50
5-041	8	1,1200	7000,0000	877,6813	2	0,33
5-042	11	0,0000	7,1500	1,6036	2	0,46
5-043	12	1,0900	100,0000	11,8950	2	0,50
5-044	6	7,4000	5500,0000	1195,8333	2	0,25
5-045	11	0,0000	8,1000	3,3109	2	0,46
5-046	12	1,0000	6500,0000	686,0125	2	0,50
5-047	13	1,0000	9500,0000	1690,9808	2	0,54
5-048	12	1,3000	5000,0000	1052,4583	2	0,50
5-049	6	1,4000	3600,0000	1500,2333	1	0,50

Tablo 15. Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresi değerleri

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	37	0,0000	64,0000	19,8108	8	0,39
5-003	2	0,0000	32,0000	16,0000	1	0,17
5-004	4	20,0000	20,0000	20,0000	2	0,17
5-005	53	0,0000	976,0000	65,2830	10	0,44
5-006	28	0,0000	46,0000	17,0643	7	0,33
5-022	47	0,0000	44,0000	17,4043	9	0,44
5-023	21	0,0000	40,5000	10,7857	9	0,19
5-024	31	0,0000	40,5000	15,3065	8	0,32
5-025	16	0,0000	60,0000	11,0000	2	0,67
5-026	45	0,0000	764,0000	34,9778	10	0,38
5-027	13	0,0000	44,0000	8,0000	2	0,54
5-028	10	0,0000	188,0000	64,4000	2	0,42
5-029	12	0,0000	36,0000	9,6667	2	0,50
5-030	46	0,0000	1308,0000	144,7543	9	0,43
5-031	12	0,0000	20,0000	8,3333	2	0,50
5-032	9	0,0000	20,0000	4,4444	2	0,38
5-033	15	0,0000	0,0000	0,0000	2	0,63
5-034	19	0,0000	28,0000	5,8947	2	0,79
5-035	11	0,0000	20,0000	1,8182	2	0,46
5-036	15	0,0000	28,0000	1,8667	2	0,63
5-037	8	0,0000	24,0000	5,5000	2	0,33
5-038	40	0,0000	44,0000	15,0075	8	0,42
5-039	18	0,0000	20,0000	1,1111	2	0,75
5-040	5	0,0000	0,0000	0,0000	2	0,21
5-041	27	0,0000	68,0000	22,0370	8	0,28
5-042	13	0,0000	48,0000	15,0769	2	0,54
5-043	31	0,0000	40,0000	7,4677	8	0,32
5-044	28	0,0000	120,0000	15,2857	8	0,29
5-045	8	0,0000	20,0000	12,5000	2	0,33
5-046	19	0,0000	28,0000	2,5263	2	0,79
5-047	27	0,0000	40,0000	6,3704	7	0,32
5-048	14	0,0000	20,0000	4,5714	2	0,58
5-049	33	0,0000	68,0000	4,2424	7	0,39

Tablo 16. pH parametresi değerleri

pH						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	91	6,8000	9,2000	8,0570	14	0,54
5-003	32	7,1000	9,0000	7,9344	7	0,38
5-004	24	7,2400	9,2000	7,9850	8	0,25
5-005	106	7,0000	9,9000	7,8991	16	0,55
5-006	72	7,2000	9,6000	8,1361	12	0,50
5-022	72	6,9000	80,0000	8,9889	10	0,60
5-023	41	7,3000	9,5000	8,1610	11	0,31
5-024	62	7,3000	10,0000	8,2532	9	0,57
5-025	19	7,6000	9,3000	8,1632	2	0,79
5-026	74	7,2000	9,2000	7,8716	11	0,56
5-027	14	7,3000	8,9000	7,9500	2	0,58
5-028	11	6,7000	8,4000	7,7364	2	0,46
5-029	12	7,6000	8,7000	8,1250	2	0,50
5-030	72	6,9000	9,1000	7,7958	10	0,60
5-031	23	7,5000	8,8000	8,0783	2	0,96
5-032	11	7,3000	8,5000	7,8091	2	0,46
5-033	22	7,0000	8,6000	7,8500	2	0,92
5-034	23	7,3000	8,6000	7,9435	2	0,96
5-035	22	7,1000	9,1000	7,9409	2	0,92
5-036	15	7,3000	8,8000	8,0333	2	0,63
5-037	8	7,2000	8,1000	7,7000	2	0,33
5-038	62	7,5000	9,8000	8,3565	9	0,57
5-039	23	7,1000	8,9000	7,7261	2	0,96
5-040	22	7,5000	9,1000	8,0364	2	0,92
5-041	49	7,0000	9,6000	8,1898	9	0,45
5-042	22	6,8000	9,0000	7,7864	2	0,92
5-043	60	7,5000	9,2000	8,1933	9	0,56
5-044	46	6,8000	9,0000	8,1304	9	0,43
5-045	17	7,3000	8,9000	8,0176	2	0,71
5-046	19	7,6000	9,2000	8,1105	2	0,79
5-047	59	7,2000	9,7000	8,1186	9	0,55
5-048	16	7,6000	9,4000	8,1563	2	0,67
5-049	60	7,0000	9,2000	8,0900	9	0,56

Tablo 17. Arsenik parametresi değerleri

Arsenik (As)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	2	0,0740	0,0840	0,0790	1	0,17
5-005	5	0,0040	0,0500	0,0172	2	0,21
5-006	4	0,0060	0,0440	0,0268	3	0,11
5-022	3	0,0000	0,0400	0,0253	2	0,13
5-023	1	0,0150	0,0150	0,0150	1	0,08
5-024	3	0,0000	0,0560	0,0360	2	0,13
5-025	3	0,0180	0,0460	0,0277	2	0,13
5-026	3	0,0020	0,0180	0,0107	2	0,13
5-027	2	0,0020	0,0120	0,0070	2	0,08
5-028	2	0,0100	0,0130	0,0115	1	0,17
5-029	2	0,0090	0,0100	0,0095	1	0,17
5-030	3	0,0050	0,0150	0,0117	2	0,13
5-031	3	0,0050	0,0100	0,0080	2	0,13
5-032	1	0,0160	0,0160	0,0160	1	0,08
5-033	3	0,0040	0,0090	0,0073	2	0,13
5-034	3	0,0100	0,0180	0,0127	2	0,13
5-035	3	0,0000	0,0250	0,0117	2	0,13
5-036	2	0,0090	0,0110	0,0100	1	0,17
5-038	3	0,0010	0,0360	0,0230	2	0,13
5-039	2	0,0030	0,0100	0,0065	2	0,08
5-040	1	0,0010	0,0010	0,0010	1	0,08
5-041	3	0,0230	0,0340	0,0273	2	0,13
5-042	3	0,0000	0,0500	0,0240	2	0,13
5-043	2	0,0100	0,0260	0,0180	2	0,08
5-044	2	0,0200	0,0220	0,0210	1	0,17
5-045	1	0,0020	0,0020	0,0020	1	0,08
5-046	2	0,0010	0,0230	0,0120	2	0,08
5-047	3	0,0060	0,0330	0,0217	2	0,13
5-048	3	0,0030	0,0410	0,0280	2	0,13
5-049	1	0,0150	0,0150	0,0150	1	0,08

Tablo 18. Kurşun parametresi değerleri

Kurşun (Pb)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	3	0,0100	0,0160	0,0137	2	0,13
5-005	6	0,0120	0,2390	0,0643	3	0,17
5-006	6	0,0100	0,1080	0,0308	5	0,10
5-022	3	0,0120	0,0200	0,0157	2	0,13
5-023	1	0,0080	0,0080	0,0080	1	0,08
5-024	3	0,0050	0,0200	0,0100	2	0,13
5-025	3	0,0050	0,0270	0,0123	2	0,13
5-026	4	0,0140	0,0160	0,0148	3	0,11
5-027	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-028	4	0,0050	0,4400	0,1853	2	0,17
5-029	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-030	3	0,0210	0,0490	0,0337	2	0,13
5-031	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-032	1	0,0260	0,0260	0,0260	1	0,08
5-033	3	0,0050	0,0140	0,0080	2	0,13
5-034	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-035	3	0,0050	0,0150	0,0103	2	0,13
5-036	2	0,0130	0,0160	0,0145	1	0,17
5-038	3	0,0090	0,0160	0,0117	2	0,13
5-039	2	0,0080	0,0090	0,0085	2	0,08
5-040	1	0,0090	0,0090	0,0090	1	0,08
5-041	3	0,0060	0,0110	0,0077	2	0,13
5-042	3	0,0050	0,0150	0,0110	2	0,13
5-043	2	0,0120	0,0160	0,0140	2	0,08
5-044	2	0,0050	0,0090	0,0070	1	0,17
5-045	1	0,0130	0,0130	0,0130	1	0,08
5-046	2	0,0050	0,0150	0,0100	2	0,08
5-047	3	0,0160	0,0240	0,0203	2	0,13
5-048	3	0,0050	0,0210	0,0143	2	0,13
5-049	2	0,0050	0,0180	0,0115	1	0,17

Tablo 19. Bakır parametresi değerleri

Bakır (Cu)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	3	0,0110	0,0160	0,0127	2	0,13
5-005	6	0,0070	0,2490	0,0858	3	0,17
5-006	7	0,0050	0,0520	0,0219	6	0,10
5-022	3	0,0220	0,0330	0,0283	2	0,13
5-023	1	0,0010	0,0010	0,0010	1	0,08
5-024	3	0,0100	0,0310	0,0227	2	0,13
5-025	3	0,0090	0,0110	0,0100	2	0,13
5-026	4	0,0100	0,0200	0,0138	3	0,11
5-027	2	0,0070	0,0080	0,0075	2	0,08
5-028	2	0,0130	0,0240	0,0185	1	0,17
5-029	2	0,0070	0,0170	0,0120	1	0,17
5-030	3	0,0090	0,0100	0,0097	2	0,13
5-031	3	0,0070	0,0110	0,0093	2	0,13
5-032	1	0,0080	0,0080	0,0080	1	0,08
5-033	3	0,0060	0,0120	0,0083	2	0,13
5-034	3	0,0060	0,0150	0,0103	2	0,13
5-035	3	0,0070	0,0160	0,0123	2	0,13
5-036	2	0,0110	0,0110	0,0110	1	0,17
5-038	3	0,0090	0,0260	0,0153	2	0,13
5-039	2	0,0070	0,0100	0,0085	2	0,08
5-040	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-041	3	0,0100	4,0000	1,3427	2	0,13
5-042	3	0,0070	0,0170	0,0130	2	0,13
5-043	2	0,0050	0,0140	0,0095	2	0,08
5-044	2	0,0120	0,0120	0,0120	1	0,17
5-045	1	0,0070	0,0070	0,0070	1	0,08
5-046	2	0,0060	0,0090	0,0075	2	0,08
5-047	3	0,0060	0,0350	0,0163	2	0,13
5-048	3	0,0080	0,0210	0,0127	2	0,13
5-049	2	0,0070	0,0110	0,0090	1	0,17

Tablo 20. Mangan parametresi değerleri

Mangan (Mn)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	9	0,0000	0,2730	0,0498	3	0,25
5-005	4	0,1240	0,5520	0,2823	2	0,17
5-006	2	0,0770	0,1210	0,0990	1	0,17
5-022	2	0,0430	0,0590	0,0510	1	0,17
5-023	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-024	2	0,0270	0,0540	0,0405	1	0,17
5-025	2	0,0050	0,0270	0,0160	1	0,17
5-026	3	0,0470	0,2260	0,1110	2	0,13
5-027	1	0,0160	0,0160	0,0160	1	0,08
5-028	2	0,2490	0,2830	0,2660	1	0,17
5-029	2	0,0110	0,0120	0,0115	1	0,17
5-030	2	0,2710	0,3190	0,2950	1	0,17
5-031	2	0,0110	0,0300	0,0205	1	0,17
5-032	1	0,0080	0,0080	0,0080	1	0,08
5-033	2	0,0050	0,0850	0,0450	1	0,17
5-034	2	0,0070	0,1060	0,0565	1	0,17
5-035	2	0,0050	0,0560	0,0305	1	0,17
5-036	2	0,0050	0,0120	0,0085	1	0,17
5-038	2	0,0110	0,0320	0,0215	1	0,17
5-039	1	0,1480	0,1480	0,1480	1	0,08
5-041	2	0,0090	0,1270	0,0680	1	0,17
5-042	2	0,1000	0,3100	0,2050	1	0,17
5-043	1	0,0180	0,0180	0,0180	1	0,08
5-044	2	0,0170	0,0440	0,0305	1	0,17
5-046	1	0,0060	0,0060	0,0060	1	0,08
5-047	2	0,0050	0,0110	0,0080	1	0,17
5-048	2	0,0050	0,0300	0,0175	1	0,17
5-049	2	0,0140	0,0170	0,0155	1	0,17

Tablo 21. Demir parametresi değerleri

Demir (Fe)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	62	0,0000	1,9400	0,2300	11	0,47
5-003	6	0,0000	1,0000	0,3017	3	0,17
5-004	6	0,0000	0,3600	0,1367	2	0,25
5-005	86	0,0000	3,8000	0,3494	13	0,55
5-006	44	0,0000	2,1000	0,2164	7	0,52
5-022	59	0,0000	1,8400	0,2273	9	0,55
5-023	35	0,0000	3,0700	0,1629	10	0,29
5-024	50	0,0000	1,9800	0,1682	8	0,52
5-025	8	0,0000	0,7200	0,1563	1	0,67
5-026	54	0,0000	11,5300	0,4857	10	0,45
5-027	6	0,0000	0,8000	0,2300	1	0,50
5-028	2	0,0000	0,0000	0,0000	1	0,17
5-029	5	0,0000	0,0000	0,0000	1	0,42
5-030	59	0,0000	4,7600	0,8315	9	0,55
5-031	11	0,0000	0,1600	0,0445	1	0,92
5-032	5	0,0000	2,6900	1,1020	1	0,42
5-033	10	0,0000	0,8000	0,1570	1	0,83
5-034	5	0,0000	0,0000	0,0000	1	0,42
5-035	11	0,0000	1,0700	0,1682	1	0,92
5-036	7	0,0000	0,0000	0,0000	1	0,58
5-037	3	0,0000	0,5400	0,1833	1	0,25
5-038	45	0,0000	38,0000	1,1169	8	0,47
5-039	11	0,0000	0,0200	0,0018	1	0,92
5-040	11	0,0000	0,9100	0,1018	1	0,92
5-041	40	0,0000	5,0300	0,4913	8	0,42
5-042	11	0,0000	1,2200	0,3036	1	0,92
5-043	47	0,0000	1,3500	0,1939	8	0,49
5-044	39	0,0000	4,9200	0,4033	8	0,41
5-045	9	0,0100	1,8400	0,3456	1	0,75
5-046	10	0,0000	0,2800	0,0680	1	0,83
5-047	41	0,0000	5,6100	0,3783	8	0,43
5-048	7	0,0000	0,2000	0,0429	1	0,58
5-049	59	0,0000	1,1800	0,1392	9	0,55

Tablo 22. Krom parametresi değerleri

Krom (Cr)						
İST. NO	GÖZLEM ADEDİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	3	0,0050	0,0110	0,0077	2	0,13
5-005	6	0,0050	0,6280	0,1583	3	0,17
5-006	7	0,0050	0,0500	0,0124	6	0,10
5-022	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-023	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-024	3	0,0050	0,0130	0,0077	2	0,13
5-025	3	0,0050	0,0240	0,0113	2	0,13
5-026	4	0,0050	0,0120	0,0073	3	0,11
5-027	2	0,0050	0,0130	0,0090	2	0,08
5-028	2	0,0050	0,0160	0,0105	1	0,17
5-029	2	0,0060	0,0160	0,0110	1	0,17
5-030	3	0,0050	0,0100	0,0067	2	0,13
5-031	3	0,0050	0,0160	0,0117	2	0,13
5-032	1	0,0230	0,0230	0,0230	1	0,08
5-033	3	0,0050	0,0170	0,0117	2	0,13
5-034	3	0,0050	0,0130	0,0077	2	0,13
5-035	3	0,0050	0,0160	0,0087	2	0,13
5-036	2	0,0190	2,0500	1,0345	1	0,17
5-038	3	0,0050	0,0190	0,0097	2	0,13
5-039	2	0,0050	0,0120	0,0085	2	0,08
5-040	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-041	3	0,0050	0,0210	0,0103	2	0,13
5-042	3	0,0050	0,1170	0,0423	2	0,13
5-043	2	0,0050	0,0210	0,0130	2	0,08
5-044	2	0,0050	0,0190	0,0120	1	0,17
5-045	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-046	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-047	3	0,0050	0,0170	0,0090	2	0,13
5-048	3	0,0050	0,0200	0,0100	2	0,13
5-049	2	0,0060	0,0230	0,0145	1	0,17

Tablo 23. Kadmiyum parametresi değerleri

Kadmiyum (Cd)						
İST. NO	GÖZLEM ADEĞİ (N)	MİN. DEĞER	MAKS. DEĞER	ORT.	GÖZLEM YAPILAN YIL SAYISI	PERİYOD
5-002	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-005	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-006	7	0,0050	0,0070	0,0053	6	0,10
5-022	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-023	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-024	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-025	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-026	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-027	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-028	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-029	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-030	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-031	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-032	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-033	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-034	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-035	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-036	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-038	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-039	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-040	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-041	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-042	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-043	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-044	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17
5-045	1	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,08
5-046	2	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,08
5-047	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-048	3	0,0050	0,0050	0,0050	2	0,13
5-049	2	0,0050	0,0050	0,0050	1	0,17

Tablo 24. QSUM1 grubu istasyonların kirlilik sınıflarının sıralanması

QSUM1											
T		Na		Ca		Cl		EC		Turb	
İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)
5-045	17,65%	5-030	51,39%	5-028	9,09%	5-030	50,00%	5-028	72,73%	5-003	50,00%
5-031	17,39%	5-028	36,36%	5-030	6,94%	5-042	4,55%	5-030	65,28%	5-005	10,00%
5-047	16,95%	5-045	17,65%	5-042	4,55%	5-026	4,05%	5-022	33,33%	5-002	0,00%
5-046	15,00%	5-005	11,65%	5-002	0,00%	5-044	2,04%	5-045	29,41%	5-004	0,00%
5-040	14,29%	5-026	10,81%	5-003	0,00%	5-005	1,04%	5-005	27,62%	5-026	0,00%
5-033	13,64%	5-041	10,20%	5-004	0,00%	5-002	0,00%	5-006	26,67%	5-049	0,00%
5-042	13,64%	5-042	9,09%	5-005	0,00%	5-003	0,00%	5-026	25,68%		
5-022	13,04%	5-006	8,93%	5-006	0,00%	5-004	0,00%	5-041	24,49%		
5-035	13,04%	5-022	8,33%	5-022	0,00%	5-006	0,00%	5-024	24,19%		
5-048	12,50%	5-035	4,35%	5-023	0,00%	5-022	0,00%	5-042	18,18%		
5-006	12,00%	5-044	4,08%	5-024	0,00%	5-023	0,00%	5-002	17,02%		
5-038	9,68%	5-002	1,10%	5-026	0,00%	5-025	0,00%	5-047	15,25%		
5-034	8,70%	5-003	0,00%	5-027	0,00%	5-027	0,00%	5-044	12,24%		
5-044	8,16%	5-004	0,00%	5-029	0,00%	5-028	0,00%	5-043	11,67%		
5-005	7,69%	5-023	0,00%	5-031	0,00%	5-029	0,00%	5-023	5,00%		
5-043	6,78%	5-025	0,00%	5-032	0,00%	5-031	0,00%	5-049	3,33%		
5-024	6,45%	5-027	0,00%	5-033	0,00%	5-032	0,00%	5-003	2,78%		
5-041	6,25%	5-029	0,00%	5-034	0,00%	5-033	0,00%	5-004	0,00%		
5-002	5,56%	5-031	0,00%	5-035	0,00%	5-034	0,00%	5-025	0,00%		
5-004	4,55%	5-032	0,00%	5-036	0,00%	5-035	0,00%	5-027	0,00%		
5-039	4,35%	5-033	0,00%	5-037	0,00%	5-036	0,00%	5-029	0,00%		
5-026	4,17%	5-034	0,00%	5-038	0,00%	5-037	0,00%	5-031	0,00%		
5-030	4,17%	5-036	0,00%	5-039	0,00%	5-038	0,00%	5-032	0,00%		
5-003	0,00%	5-037	0,00%	5-040	0,00%	5-039	0,00%	5-033	0,00%		
5-023	0,00%	5-038	0,00%	5-041	0,00%	5-040	0,00%	5-034	0,00%		
5-027	0,00%	5-039	0,00%	5-043	0,00%	5-041	0,00%	5-035	0,00%		
5-028	0,00%	5-040	0,00%	5-044	0,00%	5-043	0,00%	5-036	0,00%		

Tablo 24. devamı

5-029	0,00%	5-043	0,00%	5-045	0,00%	5-045	0,00%	5-037	0,00%		
5-032	0,00%	5-046	0,00%	5-046	0,00%	5-046	0,00%	5-039	0,00%		
5-036	0,00%	5-047	0,00%	5-047	0,00%	5-047	0,00%	5-040	0,00%		
5-037	0,00%	5-048	0,00%	5-048	0,00%	5-048	0,00%	5-046	0,00%		
5-049	0,00%	5-049	0,00%	5-049	0,00%	5-049	0,00%	5-048	0,00%		

Tablo 25. QSUM2 grubu istasyonların kirlilik sınıflarının sıralanması

QSUM2											
NH3-N		NO2-N		NO3-N		SS		BOD5		DO	
İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)
5-030	5,80%	5-006	69,01%	5-024	1,75%	5-002	0,00%	5-030	50,91%	5-030	61,97%
5-005	3,37%	5-026	68,75%	5-030	1,52%	5-003	0,00%	5-045	50,00%	5-005	52,88%
5-002	2,17%	5-022	68,57%	5-026	1,49%	5-004	0,00%	5-005	37,84%	5-028	50,00%
5-003	0,00%	5-030	68,12%	5-002	0,00%	5-005	0,00%	5-022	32,73%	5-022	43,94%
5-006	0,00%	5-041	62,50%	5-004	0,00%	5-022	0,00%	5-025	15,79%	5-006	32,00%
5-022	0,00%	5-005	60,22%	5-005	0,00%	5-023	0,00%	5-041	15,38%	5-026	25,00%
5-023	0,00%	5-047	58,82%	5-006	0,00%	5-024	0,00%	5-024	14,75%	5-045	23,53%
5-024	0,00%	5-042	57,14%	5-022	0,00%	5-025	0,00%	5-006	14,29%	5-042	13,64%
5-025	0,00%	5-002	55,56%	5-023	0,00%	5-026	0,00%	5-003	13,79%	5-038	12,90%
5-026	0,00%	5-038	51,61%	5-025	0,00%	5-027	0,00%	5-042	13,64%	5-041	10,42%
5-027	0,00%	5-043	50,98%	5-027	0,00%	5-028	0,00%	5-028	11,11%	5-044	8,16%
5-028	0,00%	5-044	47,50%	5-028	0,00%	5-029	0,00%	5-038	10,17%	5-027	7,14%
5-029	0,00%	5-024	46,67%	5-029	0,00%	5-030	0,00%	5-032	9,09%	5-003	6,45%
5-031	0,00%	5-023	46,34%	5-031	0,00%	5-031	0,00%	5-002	6,02%	5-048	5,26%
5-032	0,00%	5-025	41,18%	5-032	0,00%	5-032	0,00%	5-034	4,35%	5-004	4,55%
5-033	0,00%	5-045	31,25%	5-033	0,00%	5-033	0,00%	5-044	2,08%	5-002	4,40%
5-034	0,00%	5-049	31,03%	5-034	0,00%	5-034	0,00%	5-043	1,75%	5-034	4,35%
5-035	0,00%	5-036	25,00%	5-035	0,00%	5-035	0,00%	5-004	0,00%	5-040	4,35%
5-036	0,00%	5-033	23,81%	5-036	0,00%	5-036	0,00%	5-023	0,00%	5-049	4,17%

Tablo 25. devamı

5-037	0,00%	5-035	22,22%	5-037	0,00%	5-037	0,00%	5-027	0,00%	5-043	3,64%
5-038	0,00%	5-032	18,18%	5-038	0,00%	5-038	0,00%	5-029	0,00%	5-024	3,23%
5-039	0,00%	5-028	12,50%	5-039	0,00%	5-039	0,00%	5-031	0,00%	5-023	2,50%
5-040	0,00%	5-031	10,00%	5-040	0,00%	5-040	0,00%	5-033	0,00%	5-047	1,69%
5-041	0,00%	5-029	8,33%	5-041	0,00%	5-041	0,00%	5-035	0,00%	5-025	0,00%
5-042	0,00%	5-034	5,56%	5-042	0,00%	5-042	0,00%	5-036	0,00%	5-029	0,00%
5-043	0,00%	5-046	5,56%	5-043	0,00%	5-043	0,00%	5-037	0,00%	5-031	0,00%
5-044	0,00%	5-004	4,55%	5-044	0,00%	5-044	0,00%	5-039	0,00%	5-032	0,00%
5-045	0,00%	5-027	0,00%	5-045	0,00%	5-045	0,00%	5-040	0,00%	5-033	0,00%
5-046	0,00%	5-037	0,00%	5-046	0,00%	5-046	0,00%	5-046	0,00%	5-035	0,00%
5-047	0,00%	5-039	0,00%	5-047	0,00%	5-047	0,00%	5-047	0,00%	5-036	0,00%
5-048	0,00%	5-040	0,00%	5-048	0,00%	5-048	0,00%	5-048	0,00%	5-037	0,00%
5-049	0,00%	5-048	0,00%	5-049	0,00%	5-049	0,00%	5-049	0,00%	5-046	0,00%

Tablo 26. QSUM3 grubu istasyonların kirlilik sınıflarının sıralanması

QSUM3					
E-Coli		T-Coli		COD	
İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)
5-003	100,00%	5-049	83,33%	5-028	60,00%
5-004	100,00%	5-023	57,14%	5-030	52,17%
5-037	100,00%	5-003	50,00%	5-005	20,75%
5-043	87,50%	5-044	50,00%	5-041	11,11%
5-035	60,00%	5-035	42,86%	5-044	7,14%
5-025	55,56%	5-047	38,46%	5-025	6,25%
5-033	55,56%	5-034	36,36%	5-026	4,44%
5-046	55,56%	5-027	33,33%	5-049	3,03%
5-024	53,85%	5-033	33,33%	5-002	2,70%
5-029	50,00%	5-036	33,33%	5-003	0,00%
5-031	50,00%	5-039	33,33%	5-004	0,00%
5-032	50,00%	5-040	33,33%	5-006	0,00%

Tablo 26. devamı

5-044	50,00%	5-048	33,33%	5-022	0,00%
5-002	44,44%	5-031	26,67%	5-023	0,00%
5-047	44,44%	5-029	20,00%	5-024	0,00%
5-048	44,44%	5-032	20,00%	5-027	0,00%
5-034	40,00%	5-046	16,67%	5-029	0,00%
5-036	40,00%	5-041	12,50%	5-031	0,00%
5-038	40,00%	5-025	8,33%	5-032	0,00%
5-006	33,33%	5-006	7,69%	5-033	0,00%
5-022	30,00%	5-002	0,00%	5-034	0,00%
5-030	25,00%	5-004	0,00%	5-035	0,00%
5-026	16,67%	5-005	0,00%	5-036	0,00%
5-049	16,67%	5-022	0,00%	5-037	0,00%
5-045	11,11%	5-024	0,00%	5-038	0,00%
5-005	0,00%	5-026	0,00%	5-039	0,00%
5-023	0,00%	5-028	0,00%	5-040	0,00%
5-027	0,00%	5-030	0,00%	5-042	0,00%
5-028	0,00%	5-037	0,00%	5-043	0,00%
5-039	0,00%	5-038	0,00%	5-045	0,00%
5-040	0,00%	5-042	0,00%	5-046	0,00%
5-041	0,00%	5-043	0,00%	5-047	0,00%
5-042	0,00%	5-045	0,00%	5-048	0,00%

Tablo 27. QSUM4 grubu istasyonların kirlilik sınıflarının sıralanması

QSUM4															
pH		As		Pb		Cu		Mn		Fe		Cr		Cd	
İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)	İST NO	KİRLİLİK ORANI (%)
5-038	38,71%	5-002	100,00%	5-030	100,00%	5-005	100,00%	5-032	60,00%	5-032	60,00%	5-005	50,00%	5-002	0,00%
5-024	32,26%	5-024	66,67%	5-032	100,00%	5-006	100,00%	5-030	28,81%	5-030	28,81%	5-036	50,00%	5-005	0,00%
5-025	31,58%	5-042	33,33%	5-028	75,00%	5-028	100,00%	5-044	17,95%	5-044	17,95%	5-042	33,33%	5-006	0,00%
5-041	30,61%	5-005	20,00%	5-005	66,67%	5-030	100,00%	5-003	16,67%	5-003	16,67%	5-006	14,29%	5-022	0,00%
5-043	26,67%	5-006	0,00%	5-047	66,67%	5-039	100,00%	5-047	14,63%	5-047	14,63%	5-002	0,00%	5-023	0,00%
5-006	26,39%	5-022	0,00%	5-006	33,33%	5-042	100,00%	5-041	12,50%	5-041	12,50%	5-022	0,00%	5-024	0,00%
5-044	23,91%	5-023	0,00%	5-022	33,33%	5-026	66,67%	5-038	11,11%	5-038	11,11%	5-023	0,00%	5-025	0,00%
5-022	23,61%	5-025	0,00%	5-024	33,33%	5-022	50,00%	5-045	11,11%	5-045	11,11%	5-024	0,00%	5-026	0,00%
5-045	23,53%	5-026	0,00%	5-025	33,33%	5-024	50,00%	5-005	9,30%	5-005	9,30%	5-025	0,00%	5-027	0,00%
5-031	21,74%	5-027	0,00%	5-048	33,33%	5-033	50,00%	5-035	9,09%	5-035	9,09%	5-026	0,00%	5-028	0,00%
5-002	20,88%	5-028	0,00%	5-002	0,00%	5-034	50,00%	5-042	9,09%	5-042	9,09%	5-027	0,00%	5-029	0,00%
5-047	20,34%	5-029	0,00%	5-023	0,00%	5-035	50,00%	5-026	7,41%	5-026	7,41%	5-028	0,00%	5-030	0,00%
5-023	19,51%	5-030	0,00%	5-026	0,00%	5-041	50,00%	5-022	6,78%	5-022	6,78%	5-029	0,00%	5-031	0,00%
5-048	18,75%	5-031	0,00%	5-027	0,00%	5-002	33,33%	5-002	6,45%	5-002	6,45%	5-030	0,00%	5-032	0,00%
5-035	18,18%	5-032	0,00%	5-029	0,00%	5-023	0,00%	5-043	6,38%	5-043	6,38%	5-031	0,00%	5-033	0,00%
5-040	18,18%	5-033	0,00%	5-031	0,00%	5-025	0,00%	5-006	4,55%	5-006	4,55%	5-032	0,00%	5-034	0,00%
5-029	16,67%	5-034	0,00%	5-033	0,00%	5-027	0,00%	5-023	2,86%	5-023	2,86%	5-033	0,00%	5-035	0,00%
5-030	16,67%	5-035	0,00%	5-034	0,00%	5-029	0,00%	5-024	2,00%	5-024	2,00%	5-034	0,00%	5-036	0,00%
5-049	16,67%	5-036	0,00%	5-035	0,00%	5-031	0,00%	5-049	1,69%	5-049	1,69%	5-035	0,00%	5-038	0,00%
5-005	14,15%	5-038	0,00%	5-036	0,00%	5-032	0,00%	5-004	0,00%	5-004	0,00%	5-038	0,00%	5-039	0,00%
5-033	13,64%	5-039	0,00%	5-038	0,00%	5-036	0,00%	5-025	0,00%	5-025	0,00%	5-039	0,00%	5-040	0,00%
5-036	13,33%	5-040	0,00%	5-039	0,00%	5-038	0,00%	5-027	0,00%	5-027	0,00%	5-040	0,00%	5-041	0,00%
5-034	13,04%	5-041	0,00%	5-040	0,00%	5-043	0,00%	5-028	0,00%	5-028	0,00%	5-041	0,00%	5-042	0,00%
5-003	12,50%	5-043	0,00%	5-041	0,00%	5-044	0,00%	5-029	0,00%	5-029	0,00%	5-043	0,00%	5-043	0,00%
5-004	12,50%	5-044	0,00%	5-042	0,00%	5-046	0,00%	5-031	0,00%	5-031	0,00%	5-044	0,00%	5-044	0,00%
5-026	12,16%	5-045	0,00%	5-043	0,00%	5-047	0,00%	5-033	0,00%	5-033	0,00%	5-045	0,00%	5-045	0,00%
5-046	10,53%	5-046	0,00%	5-044	0,00%	5-048	0,00%	5-034	0,00%	5-034	0,00%	5-046	0,00%	5-046	0,00%
5-032	9,09%	5-047	0,00%	5-045	0,00%	5-049	0,00%	5-036	0,00%	5-036	0,00%	5-047	0,00%	5-047	0,00%
5-039	8,70%	5-048	0,00%	5-046	0,00%			5-037	0,00%	5-037	0,00%	5-048	0,00%	5-048	0,00%
5-027	7,14%	5-049	0,00%	5-049	0,00%			5-039	0,00%	5-039	0,00%	5-049	0,00%	5-049	0,00%
5-042	4,55%							5-040	0,00%	5-040	0,00%				
5-028	0,00%							5-046	0,00%	5-046	0,00%				
5-037	0,00%							5-048	0,00%	5-048	0,00%				

Tablo 28. QSUM1 grubu parametrelerine ait orijinal veriler

QSUM1						
İst. No	T	Na	Ca	Cl	EC	Turb
2	16,87	48,24	54,96	51,09	774,8085	2,111111
3	14,10	23,76	50,56	36,43	639,5556	8,5
4	13,85	17,11	46,05	24,70	489,4	2,666667
5	17,17	69,65	58,74	68,35	879,8381	3,4
6	17,19	64,68	60,84	60,88	811,2267	
22	17,70	66,29	59,51	68,08	877,0278	
23	13,41	26,61	51,89	44,76	559,275	
24	16,96	157,20	56,27	52,89	829,7903	
25	16,48	46,24	51,11	42,46	783,5789	
26	15,55	72,62	60,14	87,05	878,7297	2,25
27	12,46	22,65	49,51	30,05	489,7143	
28	10,84	91,88	79,61	93,45	1171,818	
29	11,83	9,95	43,68	17,48	348,9167	
30	15,60	279,84	79,02	223,51	1681,833	
31	15,89	14,10	47,47	19,48	392,913	
32	13,38	16,73	50,12	22,63	395,1636	
33	17,88	30,35	54,45	22,10	552,4545	
34	17,38	31,68	53,49	23,08	554,087	
35	16,55	22,18	46,02	18,24	420,087	
36	13,53	16,97	42,70	18,38	340	
37	13,58	13,20	27,21	14,66	251,375	
38	16,09	52,68	54,82	52,09	789,3871	
39	16,17	19,03	68,22	30,42	724,4783	
40	16,92	17,49	61,44	30,53	588,913	
41	14,23	56,61	51,70	39,71	715,1837	
42	17,08	45,47	60,28	52,44	687,0727	
43	17,63	37,00	58,13	42,45	829,5133	

Tablo 28. devamı

44	15,50	42,05	54,71	36,02	675,6531	
45	17,27	108,72	60,34	47,77	1006,882	
46	17,96	20,46	62,28	23,65	714,4	
47	16,83	36,75	61,50	30,99	839,4237	
48	17,84	15,04	57,48	23,17	614,5	
49	12,11	31,44	55,34	30,58	672,65	0,066667

Tablo 29. QSUM1 grubu parametrelerine ait normalize edilmiş veriler

QSUM1						
İst. No	T	Na	Ca	Cl	EC	Turb
2	16760331	2,006237871	46,15776	1,624072	12,64072	0,911382
3	5187633,5	1,824748065	42,56098	1,580202	12,0324	3,9045396
4	4617575,9	1,722088956	38,8638	1,518785	11,21746	1,2761767
5	18859038	2,082477505	49,22982	1,65587	13,05528	1,7051044
6	18947414	2,067979326	50,93392	1,64382	12,78944	
22	22989453	2,072838569	49,86136	1,655464	13,04473	
23	3733628,5	1,857176939	43,64865	1,607872	11,61911	
24	17353693	2,217367162	47,22475	1,628118	12,86314	
25	14421400	1,996722467	43,00861	1,601073	12,67705	
26	9845171,2	2,090485672	50,37109	1,678731	13,05112	1,0065628
27	2307068,5	1,810502049	41,7058	1,551398	11,21937	
28	922893,94	2,133215237	66,0501	1,684878	14,02456	
29	1642973,7	1,521366918	36,91214	1,452167	10,2405	
30	10060325	2,290209532	65,57722	1,744002	15,31846	
31	11323471	1,655335087	40,03186	1,474404	10,5768	
32	3678014,4	1,714680283	42,20056	1,503061	10,59315	
33	24581792	1,893190516	45,73716	1,498737	11,58179	
34	20385492	1,904488625	44,96028	1,50667	11,59076	

Tablo 29. devamı

35	14790037	1,804325891	38,83467	1,461049	10,76929	
36	3955643,9	1,719333318	36,10062	1,462546	10,16812	
37	4040210,3	1,631223661	23,17279	1,413122	9,347664	
38	12291589	2,025492797	46,04599	1,626346	12,70093	
39	12710425	1,75673772	56,9025	1,55333	12,4254	
40	17120153	1,729392954	51,42316	1,553896	11,77706	
41	5505053,1	2,040769119	43,49342	1,592174	12,3843	
42	18211921	1,992876629	50,48462	1,627125	12,25725	
43	22376186	1,943976924	48,73892	1,601036	12,86205	
44	9617316,8	1,974826307	45,95172	1,578614	12,20441	
45	19571921	2,161499655	50,53278	1,615981	13,50538	
46	25294682	1,779553697	52,10045	1,511095	12,38081	
47	16537186	1,942306529	51,47389	1,556232	12,90085	
48	24240883	1,678089329	48,20557	1,507381	11,90824	
49	1913352,6	1,902532529	46,46914	1,554115	12,19039	-1,460195
λ katsayısı	6,553	-0,387422	0,949	-0,543	0,176	0,5151
C _s (Çarpıklık)	1,189E-05	0,000108373	0,000528	0,00112	0,000483	-0,000299
Ortalama	12599816	1,907395389	46,51412	1,570405	12,11873	1,2239285
Standart Sapma	7754673,1	0,184390581	7,948542	0,077109	1,197617	1,7186848
C _v (Basıklık)	-1,34367	-0,616578936	2,553166	-0,45581	0,862313	2,061728

Tablo 30. QSUM1 grubu parametrelerine ait standardize edilmiş veriler

QSUM1						
İst. No	T	Na	Ca	Cl	EC	Turb
2	0,536517093	0,5360495	-0,04483	0,695992	0,435858	-0,18185
3	-0,955834298	-0,448219	-0,49734	0,12705	-0,07208	1,559687
4	-1,0293458	-1,004967	-0,96248	-0,66944	-0,75255	0,0304
5	0,807154806	0,9495177	0,34166	1,108366	0,782011	0,279968
6	0,818551321	0,8708901	0,556052	0,952097	0,560037	
22	1,339790496	0,8972431	0,421113	1,103111	0,773204	
23	-1,143334788	-0,272348	-0,3605	0,4859	-0,41717	
24	0,613033881	1,6810608	0,089403	0,748463	0,621576	
25	0,234901486	0,4844449	-0,44103	0,397726	0,466196	
26	-0,355223848	0,9929481	0,485241	1,404843	0,77854	-0,12647
27	-1,327296126	-0,525479	-0,60493	-0,24649	-0,75095	
28	-1,505791667	1,2246821	2,457806	1,484568	1,591352	
29	-1,412934143	-2,093537	-1,20802	-1,53339	-1,5683	
30	-0,327478749	2,0761047	2,398313	2,251327	2,671754	
31	-0,164590413	-1,366991	-0,81553	-1,245	-1,2875	
32	-1,15050648	-1,045146	-0,54269	-0,87336	-1,27384	
33	1,5451297	-0,077037	-0,09775	-0,92944	-0,44834	
34	1,003997937	-0,015764	-0,19549	-0,82656	-0,44085	
35	0,282438849	-0,558974	-0,96615	-1,41821	-1,12677	
36	-1,114704903	-1,019911	-1,31011	-1,39879	-1,62874	
37	-1,103799685	-1,497754	-2,93656	-2,03976	-2,31381	
38	-0,039747274	0,6404742	-0,0589	0,725476	0,486134	
39	0,014263495	-0,817057	1,306954	-0,22145	0,256073	
40	0,582917861	-0,965355	0,617602	-0,2141	-0,28529	
41	-0,914901615	0,7233218	-0,38003	0,282312	0,221752	
42	0,723706172	0,4635879	0,499525	0,73558	0,115664	
43	1,260706956	0,1983916	0,2799	0,397249	0,620666	

Tablo 30. devamı

44	-0,384606701	0,3656961	-0,07076	0,106457	0,071544	
45	0,899084302	1,3780762	0,505584	0,591058	1,157845	
46	1,637060124	-0,69332	0,702811	-0,76917	0,218841	
47	0,507741558	0,1893326	0,623984	-0,1838	0,653066	
48	1,501168013	-1,243589	0,212799	-0,81734	-0,17576	
49	-1,37806756	-0,026373	-0,00566	-0,21126	0,05984	-1,56173
Ortalama	1,9513E-16	-5,85E-16	1,13E-15	-2,4E-15	1,35E-15	3,7E-17
Standart Sapma	1	1	1	1	1	1

Tablo 31. QSUM1 grubu parametrelerine ait üniformize edilmiş veriler

QSUM1							
İst. No	T	Na	Ca	Cl	EC	Turb	Toplam
2	0,70	0,70	0,48	0,76	0,66853	0,427849	3,74352
3	0,17	0,33	0,31	0,55	0,471268	0,940583	2,76845
4	0,15	0,16	0,17	0,25	0,225861	0,512126	1,466613
5	0,79	0,83	0,63	0,87	0,782896	0,610249	4,512022
6	0,79	0,81	0,71	0,83	0,712273		3,854233
22	0,91	0,82	0,66	0,87	0,780299		4,033522
23	0,13	0,39	0,36	0,69	0,338275		1,903119
24	0,73	0,95	0,54	0,77	0,73289		3,725116
25	0,59	0,69	0,33	0,65	0,679462		2,942466
26	0,36	0,84	0,69	0,92	0,781875	0,449679	4,038611
27	0,09	0,30	0,27	0,40	0,22634		1,293434
28	0,07	0,89	0,99	0,93	0,944235		3,824129
29	0,08	0,02	0,11	0,06	0,058406		0,331504
30	0,37	0,98	0,99	0,99	0,996227		4,32852

Tablo 31. devamı

31	0,43	0,09	0,21	0,11	0,09896		0,933357
32	0,12	0,15	0,29	0,19	0,101359		0,85921
33	0,94	0,47	0,46	0,18	0,326955		2,37249
34	0,84	0,49	0,42	0,20	0,329661		2,29243
35	0,61	0,29	0,17	0,08	0,12992		1,274257
36	0,13	0,15	0,10	0,08	0,051684		0,514074
37	0,13	0,07	0,00	0,02	0,010339		0,234624
38	0,48	0,74	0,48	0,77	0,686564		3,152217
39	0,51	0,21	0,90	0,41	0,601053		2,630448
40	0,72	0,17	0,73	0,42	0,387712		2,421737
41	0,18	0,77	0,35	0,61	0,587746		2,496235
42	0,77	0,68	0,69	0,77	0,546041		3,450248
43	0,90	0,58	0,61	0,65	0,73259		3,472145
44	0,35	0,64	0,47	0,54	0,528518		2,535673
45	0,82	0,92	0,69	0,72	0,876536		4,024328
46	0,95	0,24	0,76	0,22	0,586613		2,759667
47	0,69	0,58	0,73	0,43	0,743143		3,173176
48	0,93	0,11	0,58	0,21	0,430243		2,261537
49	0,08	0,49	0,50	0,42	0,523858	0,059176	2,07069
Ortalama	0,5010915	0,5005014	0,4970609	0,5018252	0,505404	0,499944	
Standart Sapma	0,3169969	0,3033177	0,2574284	0,3003945	0,2798	0,285825	

Tablo 32. QSUM2 grubu parametrelerine ait orijinal veriler

QSUM2						
İst. No	NH3-N	NO2-N	NO3-N	SS	BOD5	DO
2	0,09	0,06	1,20	147,18	4,437108	8,447033
3	0,08	0,03	1,23	296,03	4,244828	8,674194
4	0,02	0,00	0,66	172,97	3,180952	9,866364
5	0,11	0,07	0,78	153,22	10,92365	5,700481
6	0,04	0,05	1,01	157,07	5,388889	6,974533
22	0,04	0,07	1,14	26,49	8,013455	6,410152
23	0,00	0,01	0,29	24,21	2,040769	9,3455
24	0,00	0,01	0,94	33,13	5,332787	8,269032
25	0,04	0,01	0,89	6,79	7,4	8,963158
26	0,04	0,20	2,96	81,09	8,332063	7,401944
27	0,01	0,00	0,56	5,21	2,307143	9,814286
28	0,03	0,01	0,69	18,91	5,252222	6,29
29	0,01	0,00	1,17	5,67	3,465	11,25714
30	0,18	0,09	2,03	42,55	22,24527	5,328028
31	0,01	0,00	0,79	3,70	1,927826	9,504348
32	0,01	0,01	0,53	4,82	3,563636	9,254545
33	0,00	0,01	1,10	4,34	2,119545	8,977273
34	0,00	0,01	1,37	6,17	2,124783	8,536522
35	0,01	0,00	1,66	3,39	2,131818	8,977391
36	0,00	0,01	2,21	2,88	1,80625	10,1625
37	0,00	0,00	0,86	3,13	1,5875	9,8875
38	0,01	0,01	0,72	31,57	4,463051	8,019839
39	0,01	0,00	0,35	4,83	1,938636	6,12
40	0,00	0,00	0,21	3,61	1,545455	8,543043
41	0,01	0,02	0,64	31,29	6,005385	7,703125
42	0,04	0,06	0,78	12,73	6,791818	7,460909
43	0,00	0,02	0,19	16,56	3,257719	8,594909

Tablo 32. devamı

44	0,00	0,01	0,42	22,28	3,365625	9,487143
45	0,01	0,03	0,37	6,71	10,45	8,994118
46	0,01	0,00	0,36	6,65	1,9	9,64
47	0,01	0,02	0,32	39,96	3,359138	9,162881
48	0,00	0,00	0,39	3,88	1,733333	8,571579
49	0,00	0,01	0,20	9,20	2,816786	8,488542

Tablo 33. QSUM2 grubu parametrelerine ait normalize edilmiş veriler

QSUM2						
İst. No	NH3-N	NO2	NO3	SS	BOD5	DO
2	2,117121	-3,67939	-2,81644	0,181838	0,969687	68,18576
3	2,194823	-3,85894	-3,57285	0,208388	0,951978	72,67764
4	2,137109	-7,23206	-5,22624	-0,41087	0,82384	99,02049
5	2,122231	-3,26982	-2,62404	-0,24843	1,2413	26,38394
6	2,125337	-5,45949	-2,84642	0,01231	1,041834	42,98631
22	1,798162	-5,40366	-2,57273	0,132502	1,164542	35,05922
23	1,774386	-14,3179	-4,42954	-1,19872	0,575588	86,93165
24	1,853643	-14,8597	-4,20727	-0,0625	1,038168	64,78122
25	1,324775	-5,92296	-4,06442	-0,11283	1,142289	78,63249
26	2,030666	-5,77131	-1,60283	1,122046	1,175038	49,61611
27	1,198084	-12,5838	-6,52752	-0,56309	0,651223	97,77069
28	1,704425	-6,97096	-4,08869	-0,3667	1,032792	33,49061
29	1,239511	-12,1616	-5,39843	0,155633	0,864263	135,8604
30	1,909833	-2,25596	-2,41484	0,725112	1,370248	22,38718
31	1,010753	-13,6867	-5,41153	-0,23147	0,53847	90,52197
32	1,157408	-13,6638	-4,93366	-0,62946	0,877065	84,91365

Tablo 33. devamı

33	1,101636	-18,8911	-4,34166	0,099079	0,59956	78,93033
34	1,28074	-18,8538	-4,9946	0,319687	0,601102	69,93554
35	0,959692	-12,1616	-5,26411	0,516238	0,603164	78,93283
36	0,856343	-15,5401	-4,70771	0,811923	0,49435	106,3028
37	0,909397	-18,1253	-6,02604	-0,14493	0,401428	99,53035
38	1,84209	-12,398	-4,16872	-0,32103	0,971981	60,1834
39	1,158266	-13,013	-6,16464	-1,01032	0,542174	31,34135
40	0,996787	-22,6726	-7,00615	-1,49724	0,381147	70,06407
41	1,839912	-9,67116	-3,71671	-0,44438	1,078403	54,61995
42	1,576307	-5,82297	-2,67879	-0,2465	1,117056	50,57395
43	1,663829	-14,6009	-3,87258	-1,56569	0,835328	71,09104
44	1,75172	-18,5785	-4,10491	-0,85233	0,850752	90,12903
45	1,319133	-13,2694	-3,27987	-0,97291	1,231207	79,28662
46	1,315305	-13,6219	-5,60849	-0,98471	0,528777	93,65478
47	1,896265	-11,9159	-3,94236	-1,11238	0,849848	82,9076
48	1,038144	-14,1392	-5,97787	-0,92507	0,465499	70,62802
49	1,454686	-21,2551	-4,50711	-1,53609	0,76253	68,9942
λ katsayısı	-0,4119	-0,3199	0,01655	0,06385	-0,6247	2,3899
C _s (Çarpıklık)	-0,00021	0,000101	0,000149	0,000117	0,0001	0,000124
Ortalama	1,535107	-11,6857	-4,33636	-0,33797	0,841595	71,10076
Standart Sapma	0,423296	5,535998	1,3052	0,68348	0,275327	25,36994
C _v (Basıklık)	-1,40706	-0,85226	-0,51347	-0,46835	-1,12765	0,198627

Tablo 34. QSUM2 grubu parametrelerine ait standardize edilmiş veriler

QSUM2						
İst. No	NH3-N	NO2	NO3	SS	BOD5	DO
2	1,374957	1,446228	1,164511	0,760527	0,465238	-0,1149
3	1,558521	1,413795	0,584976	0,799373	0,400917	0,062155
4	1,422177	0,80449	-0,6818	-0,10667	-0,06449	1,100504
5	1,387031	1,520211	1,311916	0,130997	1,45175	-1,76259
6	1,394368	1,124678	1,141541	0,51249	0,727278	-1,10818
22	0,621446	1,134764	1,351232	0,688343	1,172958	-1,42064
23	0,565276	-0,47546	-0,0714	-1,25937	-0,96615	0,624002
24	0,752514	-0,57334	0,098905	0,40304	0,713962	-0,2491
25	-0,49689	1,040959	0,208347	0,329403	1,092137	0,296876
26	1,170716	1,068353	2,094337	2,136147	1,211083	-0,84685
27	-0,79619	-0,16223	-1,6788	-0,32938	-0,69144	1,051241
28	0,400001	0,851652	0,189751	-0,04204	0,694438	-1,48247
29	-0,69832	-0,08596	-0,81373	0,722186	0,082332	2,552614
30	0,885259	1,703351	1,4722	1,555391	1,920094	-1,92013
31	-1,23874	-0,36145	-0,82376	0,155821	-1,10097	0,76552
32	-0,89228	-0,35731	-0,45764	-0,42648	0,128828	0,544459
33	-1,02404	-1,30155	-0,00406	0,639443	-0,87908	0,308616
34	-0,60092	-1,29481	-0,50432	0,962214	-0,87348	-0,04593
35	-1,35937	-0,08596	-0,71081	1,249788	-0,86599	0,308714
36	-1,60352	-0,69624	-0,28452	1,682405	-1,26121	1,38755
37	-1,47818	-1,16322	-1,29458	0,282433	-1,59871	1,120601
38	0,725222	-0,12867	0,128434	0,024774	0,47357	-0,43033
39	-0,89025	-0,23976	-1,40077	-0,98372	-1,08751	-1,56719
40	-1,27173	-1,98463	-2,04551	-1,69613	-1,67237	-0,04086
41	0,720076	0,3639	0,474756	-0,1557	0,8601	-0,64962
42	0,097332	1,059021	1,269974	0,133824	1,00049	-0,8091
43	0,304095	-0,52658	0,355332	-1,79629	-0,02276	-0,00038

Tablo 34. devamı

44	0,511731	-1,24508	0,177329	-0,75257	0,03326	0,750032
45	-0,51022	-0,28607	0,809446	-0,92898	1,41509	0,32266
46	-0,51926	-0,34974	-0,97467	-0,94626	-1,13617	0,889006
47	0,853206	-0,04159	0,30187	-1,13305	0,029975	0,465387
48	-1,17403	-0,44319	-1,25767	-0,85899	-1,366	-0,01863
49	-0,18999	-1,72857	-0,13082	-1,75297	-0,28717	-0,08303
Ortalama	-8,3E-16	3,9E-16	-2,9E-16	6,73E-18	-5E-17	2,25E-16
Standart Sapma	1	1	1	1	1	1

Tablo 35. QSUM2 grubu parametrelerine ait üniformize edilmiş veriler

QSUM2							
İst. No	NH3-N	NO2	NO3	SS	BOD5	DO	Toplam
2	0,92	0,93	0,88	0,78	0,679119	0,454262	4,629175
3	0,94	0,92	0,72	0,79	0,655759	0,52478	4,550955
4	0,92	0,79	0,25	0,46	0,474291	0,864444	3,7559
5	0,92	0,94	0,91	0,55	0,926714	0,038985	4,276091
6	0,92	0,87	0,87	0,70	0,766472	0,133892	4,257421
22	0,73	0,87	0,91	0,75	0,879594	0,077711	4,227985
23	0,71	0,32	0,47	0,10	0,166985	0,733687	2,507446
24	0,77	0,28	0,54	0,66	0,762375	0,401643	3,417288
25	0,31	0,85	0,58	0,63	0,862614	0,616719	3,851614
26	0,88	0,86	0,98	0,98	0,887068	0,198538	4,78762
27	0,21	0,44	0,05	0,37	0,244644	0,853426	2,164126
28	0,66	0,80	0,58	0,48	0,756296	0,069108	3,342102
29	0,24	0,47	0,21	0,76	0,532809	0,994654	3,208509
30	0,81	0,96	0,93	0,94	0,972577	0,027421	4,637328
31	0,11	0,36	0,21	0,56	0,135456	0,778019	2,147028
32	0,19	0,36	0,32	0,33	0,551253	0,706937	2,46323

Tablo.35 devamı

33	0,15	0,10	0,50	0,74	0,189678	0,621193	2,297427
34	0,27	0,10	0,31	0,83	0,1912	0,481683	2,183569
35	0,09	0,47	0,24	0,89	0,193247	0,621231	2,500153
36	0,05	0,24	0,39	0,95	0,103616	0,917363	2,66029
37	0,07	0,12	0,10	0,61	0,054943	0,868771	1,82469
38	0,77	0,45	0,55	0,51	0,682097	0,333479	3,291207
39	0,19	0,41	0,08	0,16	0,138405	0,058536	1,032132
40	0,10	0,02	0,02	0,04	0,047226	0,483702	0,721588
41	0,76	0,64	0,68	0,44	0,805133	0,257969	3,590051
42	0,54	0,86	0,90	0,55	0,841463	0,209229	3,895848
43	0,62	0,30	0,64	0,04	0,49092	0,499847	2,584535
44	0,70	0,11	0,57	0,23	0,513266	0,773382	2,885012
45	0,30	0,39	0,79	0,18	0,921479	0,626524	3,207682
46	0,30	0,36	0,16	0,17	0,127943	0,813	1,94287
47	0,80	0,48	0,62	0,13	0,511957	0,679173	3,224993
48	0,12	0,33	0,10	0,20	0,08597	0,492566	1,326972
49	0,42	0,04	0,45	0,04	0,386993	0,466912	1,808268
Ortalama	0,500172	0,497359	0,499932	0,502014	0,501199	0,505418	
Standart Sapma	0,319591	0,304538	0,298084	0,297094	0,312562	0,288034	