



**BELEDİYELEERDE SU MUHASEBESİ: İSTANBUL'A SU SAĞLAYAN
HAVZALARDA SU KULLANIMI VE VERİMLİLİK ANALİZİ**

Doktora Tezi

Ezgi POLAT

Eskişehir 2025

**BELEDİYELERDE SU MUHASEBESİ: İSTANBUL'A SU SAĞLAYAN
HAVZALARDA SU KULLANIMI VE VERİMLİLİK ANALİZİ**

Ezgi POLAT

DOKTORA TEZİ

İŞLETME ANABİLİM DALI

MUHASEBE DOKTORA PROGRAMI

Danışman: Prof. Dr. Vedat EKERGİL

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Şubat 2025

Eskişehir

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

.....'nın “.....”
.....”

başlıklı tezi .../.../20.. Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Ana Bilim/Ana Sanat dalında Programında Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Üye (Danışman):		
Üye:		
Üye:		
Üye:		
Üye:		

ÖZET

BELEDİYELERDE SU MUHASEBESİ: İSTANBUL'A SU SAĞLAYAN HAVZALARDA SU KULLANIMI VE VERİMLİLİK ANALİZİ

Ezgi POLAT

İşletme Anabilim Dalı

Muhasebe Doktora Programı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Şubat 2025

Danışman: Prof. Dr. Vedat EKERGİL

Avustralya genel amaçlı su muhasebesi sistemi “ölçemediğimizi şeyi planlayıp yönetemeyiz” önermesine dayanarak finansal muhasebenin önemli standart, kayıt ve raporlama yapılarının savunulduğu, uygulandığı ve sunulduğu bir sistemdir. Bu çalışmada İstanbul’a su sağlayan havzaların su tahsisleri, su akışları ve su hareketleri havza kullanımı temelinde incelenmiştir. Bu kapsamda İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik olarak genel amaçlı su muhasebesi raporları hazırlanmakta ve sunulmaktadır. Bu raporların su yönetimini iyileştirmeye yönelik politikaları destekleyecek ortak bir araç sağlaması amaçlanmaktadır. Hazırlanan raporlar; Avustralya Su Muhasebesi Standartları, Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarının Hazırlanması ve Sunumuna İlişkin Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi, Avustralya Su Muhasebesi Standardı 1 (AWAS 1), Avustralya Su Muhasebesi Standardı 2 (AWAS 2) kapsamında düzenlenmiştir. Çalışmada nitel araştırma tekniklerinden olan doküman analizi tekniği kullanılmaktadır. Genel amaçlı su muhasebesi raporları, Türkiye’nin su yönetimi politikaları ve yasal mevzuatı çerçevesinde şekillenmektedir. İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan genel amaçlı su muhasebesi raporlarında yer alan su hesapları Türkiye’deki su yönetimi ile uyuşmaması ve sudaki akışların bazı zamansal ve mekânsal verileri kapsamamasından dolayı sadeleştirilerek sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Su Kıtlığı, Sürdürülebilir Kalkınma, Su Muhasebesi Sistemleri, Avustralya Genel Amaçlı Su Muhasebesi Sistemi, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İBB-İSKİ) Su Yönetimi

ABSTRACT

WATER ACCOUNTING IN MUNICIPALITIES: WATER USE AND EFFICIENCY ANALYSIS IN BASINS SUPPLYING WATER TO ISTANBUL

Ezgi POLAT

Department of Business Administration Anadolu University,

Programme in Accounting Doctorate Program

Graduate School of Anadolu University, February 2025

Supervisor: Prof. Dr. Vedat EKERGİL

The Australian General Purpose Water Accounting System is the system in which the important standards, recording, and reporting structures of financial accounting are advocated, applied, and presented based on the premise that "we cannot plan and manage what we cannot measure". In this study, an analysis has been made to understand the water allocation, water flows, and water movements for the basins that supply water to Istanbul according to basin use. General-purpose water reports have been prepared for Istanbul's basins. These reports provide a common tool to support policies to improve accountability and water management. The reports were prepared by the Australian Water Accounting Standards; Water Accounting Conceptual Framework for the Preparation and Presentation of General-Purpose Water Accounting Reports, Australian Water Accounting Standard 1 (AWAS 1), Australian Water Accounting Standard 2 (AWAS 2). Document analysis, one of the qualitative research techniques, was used in the study. The water accounts in the General-Purpose Water Accounting Reports prepared for the basins supplying water to Istanbul are presented simplified because they do not correspond to the water management in Türkiye and do not cover some temporal and spatial data of water flows. The reports are designed within the framework of Türkiye's water management policies and legislation.

Keywords: Water Scarcity, Sustainable Development, Sustainable Water Accounting, Australian General Purpose Water Accounting System, Istanbul Water and Sewerage Administration (İSKİ) Water Management

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarım süresince tecrübeleri ve yönlendirmeleri ile yardımını, anlayışını ve zamanını esirgemeyen, her konuda bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Vedat EKERGİL 'e tüm katkılarından dolayı teşekkür ederim. Fikirleri ve önerileriyle çalışmanın bu halini almasında önemli katkıları olan hocalarım Prof. Dr. Saime ÖNCE ve Prof. Dr. Dr. Arman Aziz Karagül'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Bugünlere gelmemi sağlayan, hayatımın her anında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her kararında arkamda duran aileme içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.



.../.../20....

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
(İmza)

.....
(Öğrencinin Adı Soyadı) *

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	vii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sorun.....	2
1.2. Amaç.....	4
1.3.Önem.....	5
1.4 Varsayımlar.....	7
1.5 Sınırlılıklar.....	7
1.6 Tanımlar.....	7
2 KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1 Su Kıtılığı ve Sürdürülebilir Su Yönetimi.....	12
2.2 Su Kıtılığının Ölçülmesi.....	16
2.2.1 Falkenmark su stresi göstergesi.....	19
2.2.2 Sosyal su stresi göstergesi.....	22
2.2.3 Su yoksulluğu göstergesi.....	23
2.2.4 Temel insan İhtiyaçları göstergesi.....	25
2.3 Su Tarifelendirmesi.....	26
2.3.1 Su tarifelendirilme ilkeleri.....	28
2.3.2 Şebeke suyunda temel tarifelendirme türleri.....	29
2.3.2.1 Hacimsel olmayan tarifeler.....	31
2.3.2.2 Hacimsel tarife.....	31

2.4 Su Kıtlığı ile Mücadelede Su Tarifelendirilmesinin Rolü.....	33
2.5 Su Muhasebesi.....	35
2.5.1 Su muhasebesi tanımı ve önemi.....	36
2.5.1.1 Su muhasebesinin tarihsel gelişimi.....	40
2.5.1.2 Finansal muhasebe ve su muhasebe ilişkisi.....	43
2.6 Su Muhasebesi Sistemleri.....	45
2.6.1 Çevresel-Ekonomik muhasebe sistemi (SEEA)	46
2.6.2 Su ayak izi muhasebesi (WFA)	48
2.6.3 Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) su muhasebe sistemi.....	51
2.6.4 Genel amaçlı su muhasebesi sisteminin doğuşu.....	52
2.6.4.1 Su muhasebesi kavramsal çerçevesi.....	53
2.6.4.2 Genel amaçlı su muhasebesi standartları.....	55
2.6.4.3 Genel amaçlı su muhasebesi raporları.....	55
2.6.4.3.1 Fiziksel su akışları tablosu (FSAT)	59
2.6.4.3.2 Su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosu (SVSYT)	62
2.6.4.3.3 Su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler tablosu ...	66
2.7 Su Denetimi.....	71
2.7.1 Su denetiminin tanımı ve önemi.....	72
2.7.1.2 Su denetiminin amaçları.....	72
2.7.1.3 Su denetiminde standart su dengesi tablosu.....	73
2.8 Su Muhasebesinin Su Yönetiminde Kullanılması ve Türkiye Havza Esaslı Su Yönetimi.....	77
3 GENEL AMAÇLI SU MUHASEBESİ RAPORLARI: İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ.....	90
3.1 Araştırmanın Yöntemi.....	90
3.2 İstanbul'da Havza Esaslı Su Yönetimi.....	93
3.3 İstanbul'a Su Sağlayan Kapalı Havzalar.....	95
3.4 İSKİ Tarafından Yürütülen Su Hizmetleri.....	102
3.4.1 Şebeke suyu sağlanmasına yönelik hizmetler.....	104
3.4.2 Yağmur suyu hizmetleri.....	104
3.4.3 İstanbul'da kayıp-kaçak su yönetimi.....	106
3.4.3.1 İstanbul standart su dengesi tablosu.....	109

4 BULGULAR.....	111
4.1 İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları.....	111
4.1.1 İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosu.....	112
4.1.2.İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler tablosu.....	116
4.1.3. İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik fiziksel su akışları tablosu.....	122
5 SONUÇ ve TARTIŞMA, ÖNERİLER.....	132
5.1 Sonuç ve Tartışma.....	132
5.2 Öneriler.....	138
KAYNAKÇA	140
EKLER	
ÖZ GEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1	BM Verilerine Göre Su Kaynaklarının Yeryüzündeki Dağılımı.....	9
Tablo 2.2	1901–2050 yıllarında Dünya'daki Toplam Su Kullanımı ve Nüfus Değişimi.....	10
Tablo 2.3	Türkiye’de Tatlı Suyun Sektörel Kullanım Oranları.....	14
Tablo 2.4	Türkiye’nin 2019 Yılı Su Kaynakları Potansiyeli.....	15
Tablo 2.5	Su Kıtlığı Göstergeleri ve Gerekli Veriler.....	18
Tablo 2.6	Falkenmark Su Kıtlığı Sınıflandırması.....	20
Tablo 2.7	Seçilmiş Bazı Ülkelerin Falkenmark Göstergeleri.....	21
Tablo 2.8	Su Yoksulluğu Bileşenleri, Gösterge Yapısı ve Kullanılan Veriler.....	24
Tablo 2.9	Su Tarife Yapılarının Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	30
Tablo 2.10	Avustralya Su Muhasebesi ile Finansal Muhasebe Arasındaki Farklar...	44
Tablo 2.11	Bazı Ürünlerin Farklı Birimlere Göre Su Ayak İzi Miktarı.....	51
Tablo 2.12	Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu...	63

Tablo 2.13	Barwon-Darling Havzası Su varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu.....	68
Tablo 2.14	Uluslararası Su Birliği (IWA) Standart Su Dengesi Tablosu.....	75
Tablo 2.15	Türkiye’deki 25 Su Havzası ve Özellikleri.....	84
Tablo 2.16	Türkiye’de Su Kaynaklarına Yönelik Kanun ve Yönetmelikler.....	88
Tablo 3.1	Marmara Havzasındaki Şehirler ve Alan Bilgileri.....	93
Tablo 3.2	Marmara Havzası’nın Alt Havzalarındaki Sistemler.....	96
Tablo 3.3	İstanbul’un Su Gereksinimini Karşılamanın Su Varlıkları.....	100
Tablo 3.4	İSKİ’nin Görev ve Yetkileri.....	103
Tablo 3.5	İstanbul’un 2022 Yılı Standart Su Dengesi Tablosu.....	109
Tablo 4.1	İstanbul’a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu.....	112
Tablo 4.2	İstanbul’a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Değişiklikler Tablosu.....	118
Tablo 4.3	İstanbul’a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Fiziksel Su Akışları Tablosu..	123
Tablo 4.4	İstanbul ve Avustralya’ya Su Sağlayan Havzalara Yönelik Açıklanamayan Farklılık Hesabı.....	130

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Mavi, Yeşil ve Gri Su Ayak İzleri.....	49
Şekil 2.2 İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar için Fiziksel Akışlar Kütle Dengesi Diyagramı	60
Şekil 2.3 Akış Sınıfının Kavramsallaştırılması.....	66
Şekil 3.1 İstanbul'da Yıllara Göre Kayıp Kaçak Oranları.....	108
Şekil 4.1 2019-2022 Hidrolojik Yıllarındaki Farklı Su Kaynakları Kullanım Oranları..	116
Şekil 4.2 İstanbul Barajlarına Gelen Yağış miktarı (2019-2022)	120
Şekil 4.3 İstanbul'a Bölgeler Arası Su Transfer Miktarı (m ³)	121

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 3.1	İstanbul’a Su Sağlayan Yer Üstü Kaynaklarının Dağılımı.....	97
-------------------	---	-----------



KISALTMALAR DİZİNİ

AWAS 1	Australian Water Accounting Standard 1 Preparation And Presentation Of General Purpose Water Accounting Reports 1
AWAS 2	Australian Water Accounting Standard 2: Assurance Commitments For General Purpose Water Accounting Reports
BM	Birleşmiş Milletler
DSİ	Devlet Su İşleri
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FSAT	Fiziksel Su Akışları Tablosu
GGs	Gelir Getirmeyen Su
GPWA	General Purpose Of Water Accounting
GPWAR	General Purpose Of Water Accounting Report
GSMH	Gayrisafi Millî Hasıla
IWMI-WA	International Water Management Institute Water Accounting
IWMI	International Water Management Institute

İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İMPO-OG	İstanbul Master Plan Ortak Girişimi
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Found
NWI	National Water Institute
SEEA	System Of Environmental-Economic Accounting
SKM	Sinclair Knight Merz
SSDT	Standart Su Dengesi Tablosu
SVSYDT	Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu
SVSYT	Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu
SWA	Standardized Water Accounting
SWAC	Standardized Water Accounting Board
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UN	United Nations

UNESCO-IHE United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-
Institute for Water Education

WASB The Water Accounting Standards Board

WFA Water Footprint Accounting

WFN Water Footprint Network

WHO World Health Organization

WWC World Water Council

1 GİRİŞ

Su, ikamesi olmayan doğada sadece sınırlı miktarda bulunan doğal bir kaynaktır. Dünya’da bol miktarda su olsa da suyun sadece %1’den daha azı insan kullanımına uygundur. Geri kalanı pratik kullanım için erişilemez durumda olan okyanuslarda bulunan tuzlu su ve kutup buzullarında donmuş tatlı sudur.

Su hem yaşam hem de ekonomi için önemli bir doğal bir kaynaktır. Ülkelerin ekonomisi birçok bakımdan suya bağlıdır. Su ekonomik bir maldan daha fazlası olarak görülmelidir. Suyu paylaşmak bir zorunluluktur, insan kimliğinin ve dayanışmanın işaretidir. Su; içme suyu, tarımsal üretim amaçlı arazi sulaması, soğutma amaçlı kullanım, sanayide üretim girdisi olarak kullanım, ulaşımda ve daha birçok alanda farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Suyun farklı amaçlarına yönelik olarak kullanılabilirliğini sağlamak için su kaynaklarının yönetilmesi gerekmektedir. Su kaynakları yönetimi, suyun temin edildiği kaynaklar, atık su arıtma ve yönetme, suyun evsel kullanımı ve ekonomik sektörler tarafından çeşitli amaçlarla kullanımına ilişkin bilgileri gerektirmektedir.

Su sorunlarının sayısı ve çeşitliliği iklim değişikliği, geçici kuraklıklar, mevsimsel su kıtlığı ya da bölgesel kuraklık gibi birçok faktörden dolayı giderek artmaktadır. Bu nedenle suyun arzı, kullanımı ve su varlıklarına ilişkin sağlam temellere dayanan veriler politika ve karar alma açısından daha önemli hale gelmektedir (Berkel, vd., 2022, s. 27).

Nüfus artışı, yaşam tarzı değişiklikleri, kalkınma ve tarımsal uygulamalardaki zamansal değişime bağlı olarak su kaynaklarındaki su çekimi artmaktadır. Bu durum toplumun gelecekteki gereksinimlerini karşılamak için yeterli su kaynaklarının mevcudiyeti konusunda artan endişelere ve problemlere yol açmaktadır. Artan küresel nüfusun gıda, su ve maddi mallara yönelik artan talepleri karşılanırken, aynı zamanda doğal su ekosistemleri tarafından sağlanan ekolojik hizmetleri korumasını, tatlı su kullanımı ve yönetimine yönelik yeni yöntemlerin ortaya konulmasını gerekli kılmaktadır.

Su muhasebesi, su yönetimini destekleyen yöntemlerin başında gelmektedir. Su muhasebesi yaklaşık 20 yıldır araştırmaların ve tartışmaların konusu olmaktadır. Çalışma alanı halâ geliştirilmekte olsa da su sorunu karşısında büyüyen endişeler nedeniyle, suyu kullanan bütün kurum ve örgütlerde su muhasebesinin uygulanmaya başlanması önerilmektedir. Su muhasebesi, su kaynaklarının kim tarafından, ne kadar ve nasıl kullanıldığına ilişkin bilgi toplamasını ve bu bilgilerin nitelikli bir şekilde sunumunun

sağlamasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda karar alma, politika geliştirme ile yönetim süreçlerinde kalkınma ve büyüme sağlanırken, suyun çevre boyutu da ihmal edilmemiş olmaktadır. Su muhasebesi uygulamaları, su ile ilgili uygulamaları değiştirme konusunda farkındalık yaratmaktadır. Ayrıca suyun fiziksel tedariki ve kullanımı ile ilgili suya ilişkin varlık hesaplarını ölçmek ve izlemek için bir metodoloji sağlamaktadır. Muhasebe bu noktada kendi teknikleri ve temel ilkeleri, bilgi verme fonksiyonu ile var olan uygulamaları analiz edip, alternatif uygulamalar geliştirme konusunda da yardımcı olmaktadır. Bu sayede su muhasebesi, suyun koruması yönünde sorumluluğunu da yerine getirmektedir (Öztürk, 2021, s. 48).

Türkiye'nin en kalabalık şehri İstanbul'da su talebini suyun fiziksel mevcudiyetiyle dengelemek için su kaynaklarını etkin şekilde yönetmek ve geleceğe yönelik planlamayı iyileştirmek için zamanında, ilgili ve güvenilir verilerin üretilmesi gerekmektedir. Suyu yönelik veriler suyun kaçak doğası gereği dağınık ve eksiktir. Suyun yönetimine yönelik olarak kullanılan ve mevcut suyun düzenli olarak belirli formatta kaydedilmesi, raporlanması ve sunulmasına yönelik talepten doğmuştur. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Sistemi karar vericilere mümkün olan en iyi bilgiyi sağlamak için mevcut verileri düzenlemekte ve su yönetimi konusunda hesap verilebilirlik aracı olarak kullanılmaktadır. Bilgi kullanıcılarının su ile ilgili kararlar alırken; gereksinim duyduğu bilgileri sağlamak, tüketim amaçlı çıkarılan çevre, diğer kamu yararı için geri kazanılan ve yönetilen su miktarını raporlar aracılığıyla sunmaktır.

Bu çalışmada suyu adil ve verimli bir şekilde tahsis etmek, çevre koruma ve sürdürülebilirliğe dikkat çekmek için genel amaçlı su muhasebesi çerçevesi İSKİ örneğinde uygulanmış ve İstanbul'a su sağlayan havzalar için elde edilen su muhasebesi sonuçları değerlendirilmiştir.

1.1 Sorun

Su kıtlığı ile mücadele edebilmek ve insanların su kullanımını belirleyebilmek amacıyla, suyun mevcut miktarını ve ne kadarının kullanıldığını bilmek ve ölçmek gerekmektedir. Ayrıca suyun nerede ve ne zaman mevcut olduğunu belirlemek, akış rotalarını oluşturmak ve depolama yöntemlerini anlamak oldukça önemlidir. Su muhasebesi, kıt olan su kaynaklarını farklı kullanım alanlarına ve kullanıcılara verimli bir şekilde tahsis etmek için

bir temel oluşturmaktadır. Ayrıca su mevcudiyetinin ve kullanımının miktarsal olarak tespiti için havzalara yönelik Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları hazırlanmaktadır.

Havza yönetimi için çevresel akışların tespiti, evsel su tüketiminin sürdürülebilir bir şekilde tahsisi ve kullanımı için kurumsal yapılar gerekmektedir. Ayrıca nehir havzalarına yönelik Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları hazırlanırken su hesaplarına da gereksinim duyulmaktadır. Su hesaplarının, su politikası, planlaması ve yönetimini desteklemek amacıyla sürekli olarak geliştirilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın problemi, İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik su muhasebesi bilgisi çerçevesinde Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarının hazırlanmasıdır. Bu raporların amacı, hesap verebilirlik ve su yönetimini iyileştirmeye yönelik politikaları destekleyecek ortak bir araç sağlamaktır. Ayrıca, İstanbul'a su sağlayan havzalar için Genel Amaçlı Su Muhasebesinin uygulanabilirliğini belirlemek ve su bilgilerinin temel özelliklerini su hesaplarında özetlemek amaçlanmaktadır.

Bu amaçla, bu çalışmanın alt problemleri şu şekilde sıralanabilir:

- Su hizmetine ilişkin erişilen ve paylaşılan verilerle, büyük miktarda su verisi ve ölçüm gerektiren Genel Amaçlı Su Muhasebesi raporları hazırlanabilir mi?
- Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, su kullanıcıları için su arzı ve talebindeki durum ile eğilimlerin anlaşılması gereksinimlerine yanıt verebilir mi?
- Kanıta dayalı verilerle hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, İstanbul'a su sağlayan havzalar için uygulanabilir mi?

Çalışmada, İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik su akışlarının tespit edilmesi, kullanılan su akışının belirlenmesi, brüt ve net su çekimleri arasındaki fark, rezerve edilmiş çıkışlar, su tüketim süreçleri ve bunlara yönelik hacim değişikliklerinin ölçülmesi amacıyla Genel Amaçlı Su Muhasebesi kullanılmaktadır. Bu bağlamda, İstanbul'un 2019-2022 dönemi için hazırlanan su muhasebesi raporları, aynı yıllardaki su dengesinin farklı boyutlarını, özellikle de su kaynaklarının, su tüketiminin ve geri dönüş akışlarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

1.2 Amaç

Su kaynakları kamu malı olarak kabul edildiğinden kamu çıkarını da içermektedir. Dolayısıyla su kullanımı, su yönetimi ve suyun korunması kamu sorumluluğundadır (Signori ve Bodino, 2013).

Su muhasebesinin amacı, "ticareti yapılan, tüketim amaçlı kullanım için çıkarılan ve çevresel ve kamu yararı sonuçları için geri kazanılan ve yönetilen su miktarına ilişkin kamu güvenini desteklemektir" (Avustralya Hükümetleri Konseyi, 2004, s. 80).

Su muhasebesi, su kaynaklarının kullanımını izlemek ve değerlendirmek için güçlü bir araçtır ve finansal muhasebe raporlamasını temel alan bir sistemdir. Finansal muhasebe sistemindeki bilanço, gelir tablosu ve nakit akışları tablolarına benzer olarak, Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri, Su Varlıkları ve Yükümlülüklerindeki Değişiklikler ile Fiziksel Su Akışları tabloları da sunulmaktadır. Bu raporlar, tüm su kullanıcılarının anlayabileceği ve erişebileceği şekilde hazırlanmaktadır.

Su muhasebesi raporları, kullanıcılara sayısal verilere dayalı nicel ifadelerle karşılaştırılabilirlik, ilgililik, anlaşılabilirlik ve güvenilirlik gibi önemli nitelikler sunar. Bu açıdan su muhasebesi, finansal muhasebenin köklü geleneğinden faydalanmaktadır.

Finansal muhasebe, ekonomik hayatın ayrılmaz bir parçası olduğu gibi, su muhasebesi de hem ekonomik hem de sosyal hayatın önemli bir unsuru haline gelmiştir. Özellikle su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde görev alan su kurumlarının, su dengelerini iyileştirmek, su kaynaklarının kullanımını takip etmek ve su dağıtımında hesap verebilirliği artırmak amacıyla su muhasebesi raporlarını düzenlemesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, finansal muhasebe tekniklerini suya uygulayarak, su yönetiminin diğer alanlarına da genişletilebilecek Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarını İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik olarak düzenlemektir. Bu raporlar, Avustralya Su Muhasebesi Standartları, Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarının Hazırlanması ve Sunumuna İlişkin Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi, Avustralya Su Muhasebesi Standardı 1 (AWAS 1) ve Avustralya Su Muhasebesi Standardı 2 (AWAS 2) temel alınarak hazırlanmıştır. İstanbul'un 2019-2022 dönemi için, İstanbul'u besleyen havzalardaki su kaynaklarının kullanımı ve su üretkenliği raporlanmıştır. Böylece suyun sürdürülebilir kullanımına yönelik alınacak tedbirlere önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

1.3 Önem

Su, tüm canlılara hayat veren ve yeri başka bir varlıkla doldurulamayacak bir yaşam kaynağıdır. Suyu yalnızca ekonomik bir mal olarak görmek ve kalkınma aracı olarak değerlendirmek, su kıtlığı ile mücadelede yetersiz kalmaktadır. Su hizmeti için yapılan ödemelerden elde edilen gelirler, suyun gerçek hizmet bedelini karşılamaktan uzak kalmaktadır. Bu gelirler, suyun gelecekte de mevcut olmasını, güvenli bir şekilde kullanılmasını ve gereksinim duyduğumuz yer ve zamanda temin edilmesini sağlamak için insan, teknoloji ve altyapı yatırımlarına katkı sağlamaktadır.

Suyun yalnızca insanlara ait olmadığı unutulmamalıdır. Bu nedenle, su israfını önlemeye ve su tasarrufu sağlamaya yönelik bir yaklaşım benimsenmelidir. Şebeke suyu temininde, yeni su kaynakları aramanın mevcut kaynakları korumaktan daha maliyetli olması nedeniyle, su korumasını teşvik eden yöntemlerle geleceğe hazırlanmak daha mantıklı görünmektedir. İsrafi engelleyecek ve tasarruf sağlayacak düzenlemeler, yeni su kaynakları edinme maliyetini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Tüm bu tasarruflar, su kullanıcılarına daha düşük tarifeler şeklinde yansıtılmaktadır. Bu durum su yönetiminin sürdürülebilirliğini sağlamak ve sistemi daha güçlü hale getirmek için daha fazla önemsenmesi gereken bir konu olduğunu göstermektedir.

Su muhasebesi, suya ilişkin bilgilerin anlaşılabilir, karşılaştırılabilir ve ihtiyaca uygun şekilde düzenlenen raporlar aracılığıyla paydaşlara sunulmasını sağlayan ve su yönetimini destekleyen bir bilgi sistemidir. Ölçülemeyen şey planlanamaz ve yönetilemez anlayışıyla, su muhasebesinin su yönetim kararlarının temelini oluşturması beklenmektedir (FAO, 2017). Su muhasebesi, beklenen performans ve çıktı seviyelerine ulaşabilmek için su yönetimine gerekli ölçümler ve sayısal veriler sağlamaktadır. Su yönetimindeki temel hedef, suyun tüm insanlar için uygun şekilde kullanılmasını sağlamaktır (Godfrey ve Chalmers, 2012, s. 204).

İstanbul'un tarihsel olarak artan su gereksinimine bağlı olarak su talebinin tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarının doluluk oranı, yağış durumu ve stoklardaki su miktarının takibi gibi suya yönelik tüm bilgiler sürekli izlenmesi gerekmektedir.

İstanbul'da su talebinin büyük bir kısmı yüzeysel su kaynaklarından temin edilmektedir. 2022 yılı itibarıyla, su kaynaklarından alınan ham su, arıtma tesislerinde gerekli işlemlerden geçtikten sonra 6.884.000 su abonesine ulaştırılmaktadır. İstanbul'a verilen

günlük su miktarı ise 3 milyon 6 bin m³'tür. İstanbul, her geçen yıl artan 15.907.000 kayıtlı nüfusu ve genişleyen hizmet alanıyla su talebini karşılamak için Avrupa Yakası'nda Tekirdağ'a, Anadolu Yakası'nda ise Düzce'ye kadar uzanan altı farklı şehrin sınırlarında bulunan su havzalarından su temin etmektedir (İBB Faaliyet Raporu, 2023).

İstanbul için su kaynakları ve iletim hatları, farklı şehir sınırları içinde bulunan ve birden fazla havzadan su temin edilen bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, kaynak koşullarını ve yönetimini özetleyen su muhasebesi raporları analitik bir çerçeve sunmaktadır. Su muhasebesi çerçevesi, havzalara yönelik yüzey suyu akışlarının ve çekiminin muhasebeleştirilmesinin ötesine geçmektedir. Kapsamlı havza süreçleri, talep edilen su akışlarının, tüketilen su akışının belirlenmesi ve brüt ile net su çekimleri arasındaki farkların tespit edilmesi, rezerve edilmiş çıkışlar ve su tüketim süreçlerine ilişkin bilgiler su muhasebesi çerçevesi ile sunulmaktadır.

Bu çalışma, standartlaştırılmış bir veri toplama yöntemi olan genel amaçlı su muhasebesi çerçevesinin İstanbul'a uygulanmasının sonuçlarını sunmaktadır. Şeffaf veri toplama prosedürlerine dayanan ve standart göstergeler sağlayan su muhasebesi, su kaynakları yönetimi, çözümleri ve su politikası ile ilgili karar alma sürecinde faydalı ve şeffaf bilgiler sunmaktadır. Bu nedenle su kaynaklarının değerlendirilmesi ve yönetimi için su arzı, talebi, tüketimi ve çekilmesine ilişkin bilgiler kategorize edilmektedir. İstanbul'da 2019-2022 döneminde su girişleri, çıkışları, tüketimi, çekilmesi ve depolanmasındaki değişimleri anlamak için su varlıkları ve su yükümlülükleri, su varlıkları ve yükümlülüklerindeki değişiklikler ile fiziki akış tablosu düzenlenmektedir.

Bu bağlamda, İstanbul'a yönelik olarak hazırlanan genel amaçlı su muhasebesi raporları, İstanbul'a su sağlayan kaynakların mevcut durumunu, sorunları ve iyileştirme fırsatlarını anlamada yardımcı olmaktadır. Ayrıca İstanbul'a su sağlayan havzaların iklim açısından daha güvenli hale getirilmesi, kuraklık ve sel dönemlerine uyum sağlanması konusunda bilgi sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, İstanbul'un su kaynakları yönetimi uygulamalarını gözden geçirmesine ve su havzasındaki suyun kullanıcılar arasında paylaşılmasına yönelik etkileri değerlendirmesine katkı sağlamaktadır.

1.4 Varsayımlar

Türkiye, günümüzde su fakiri olmamasına rağmen su zengini bir ülke de değildir. Su stresi yaşayan bir ülke olup, yakın gelecekte su kıtlığı yaşayan bir ülke haline gelmesi beklenmektedir. Su muhasebesi raporları hazırlanırken, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin açık erişim kaynaklarından toplanan verilerin doğru veri kümeleri sağladığı varsayılmıştır.

1.5 Sınırlılıklar

Su muhasebesinin oldukça yeni bir disiplin olarak ortaya çıkması sebebiyle su muhasebesi literatürü de yeni gelişen bir alandır. Su muhasebesi, bir havzadaki arazi kullanımıyla bağlantılı olarak su tüketimini ve verimli bir şekilde değerlendirilmesini sağlayan kapsamlı bir araçtır, ancak bazı sınırlamaları vardır. Bu sınırlamaların başında, su muhasebesinin havzadaki su akışları hakkında ayrıntılı bilgi sağlama işlevini yerine getirebilmek için hidrolojik modellerin kurulamamış olması yer almaktadır. Bu çalışmada, genel amaçlı su muhasebesi raporları hazırlanırken, havzadaki su akışları hidrolojik model kullanılarak değil, yalnızca su tüketimini gösterecek şekilde düzenlenmiştir.

1.6. Tanımlar

Su muhasebesi: Su üzerindeki haklar veya diğer talepler ile suya karşı yükümlülükler ile ilgili su bilgisini tespit etme, tanıma, raporlama, güvence altına alma ve yayımlamaya yönelik sistematik bir süreçtir.

Havza: Yağış toplayan ve yüzey suyuna katkıda bulunan kara alanlarıdır.

Su varlıkları: Depolamada tutulan fiziksel su ve gelecekte su kaynağını artırması beklenen su üzerindeki her türlü hak talebini (örneğin sisteme miktar olarak giren dışarıdan gelen su) ifade etmektedir.

Su yükümlülükleri: Su raporlama kuruluşunun su varlıkları üzerindeki talepler, su dahil olmak üzere lisans sahibi hesaplarına veya çevre hesaplarına tahsis edilen ancak raporlama dönemi sonunda henüz alınamayan yükümlülükleridir.

Düzenlenmemiş nehir: Akışı baraj, tahliye kanalı, depolama alanı vb. gibi yapay yapılarla düzenlenemeyen akarsu sistemidir.

Yüzey suyu: Nehirler, göller, rezervuarlar, dereler, sulak alanlar ve haliçler dahil olmak üzere yer üstünde doğal olarak bulunan tüm sulardır.

Yeraltı suyu: Yeraltı suyu, toprak, kum ve kayadaki çatlaklarda ve boşluklarda bulunan yeraltı suyudur.

Yağış deseni: bir bölgedeki yağış miktarının ve dağılımının zaman içindeki düzenini ifade etmektedir.

Yağış türü: yağışın yağmur, kar ve dolu gibi fiziksel türünü ifade etmektedir.

Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporu (GPWAR): Avustralya Su Muhasebe Standartlarına göre hazırlanmış raporu ifade etmektedir.

Avustralya Su Muhasebesi Standartları (AWAS): Genel Amaçlı Su Muhasebe Raporu'nun (GPWAR) hazırlanması ve sunulması için temelleri belirleyen ulusal bir standarttır.

Su stresi: Belirli bir coğrafi alanda, insan ve çevre gereksinimlerini karşılamak için mevcut su kaynaklarının, güvenli ve kullanılabilir suya olan talebi aşması veya su kalitesinin kullanımını sınırlaması durumudur.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yeryüzünde bulunan suların büyük kısmı, içme suyu veya sulama suyu olarak kullanılamayacak nitelikteki tuzlu sulardır. Su kaynakları küresel çapta nicel olarak yeterli gibi görünse de nitel olarak insanların hayatlarını sürdürmesi açısından yetersiz miktardadır (Özsoy, 2009, s. 9).

Dünya nüfusu, 1999 yılında 6 milyara, 2011’de 7 milyara ve 2022’de 8 milyara (TÜİK, 2023) ulaşmıştır. 2024 Dünya Nüfus Beklentileri Raporu’nda ise dünya nüfusunun 8 milyar 200 milyon kişiye ulaşması öngörülmüştür. Ayrıca 2080’lerin ortalarında dünya nüfusunun yaklaşık 10,3 milyara ulaşması beklenmektedir (UN, 2024). Bu nüfusun yaklaşık %60’ının kentlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir (Çobanyılmaz ve Duman-Yüksel, 2014, s. 40). Bu durum, mevcut tatlı su kaynaklarının miktarını, kalitesini ve sağlıklı temin edilmesini giderek daha da zorlaştırmaktadır. İklim değişikliği, artan sıcak hava dalgaları, seller ve kuraklıklar gibi hava olaylarının daha keskin şekilde yaşanmasına yol açarak su potansiyelini daha da azaltmaktadır.

Tablo 2.1’de Birleşmiş Milletler (BM) verilerine göre, Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarındaki nüfus yoğunluğu ve temiz su kaynakları dağılım yüzdeleri verilmektedir. Bu tabloya göre su kaynaklarının üç kıtada birbirine paralel bir oranda bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 2.1

BM Verilerine Göre Su Kaynaklarının Yeryüzündeki Dağılımı

Kıtalar	Nüfus yoğunluğu (%)	Temiz su kaynağı (%)
Kuzey Amerika	%8	%15
Güney Amerika	%6	%26
Avrupa	%13	%8
Afrika	%13	%11

İnsanlar geçmişte suyu, doğal çevrenin bir armağanı olarak görmekteydi. Yüzyıllar boyunca suyun değişmez nitelikte ve tükenmez bir kaynak olduğu yanılgısı vardı (Shiklomanov, 1988). Bu nedenle su kaynaklarının kullanımında dikkatsiz bir tutum geleneği mevcuttu. Ancak küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği, şiddetli kuraklıklar,

nüfus artışına bağlı talep artışı ve su kaynaklarının kötü yönetimi gibi birçok faktör, su döngüsünün bozulmasına yol açmaktadır. Mevcut durumda zaten sınırlı olan su kaynaklarının daha da azalması, birçok bölgede ciddi su kıtlıklarına sebep olmaktadır (Salehi, 2022, s. 1).

Dünya nüfusunun %30'undan fazlası, yetersiz su kaynağı problemiyle mücadele etmektedir. Dünyada yaklaşık 2,2 milyar insanın güvenli içme suyuna erişimi bulunmamaktadır. Başka bir deyişle, dünya nüfusunun %18'i temiz suya ulaşamamaktadır (UNICEF ve WHO, 2019). Gelecek on yıl içinde, nüfus artışı, artan gereksinimler, iklim değişiklikleri, küresel ısınma ve bilinçsiz kullanım gibi faktörler nedeniyle bu oran %60'lara ulaşması beklenmektedir. Bu durumda, 2025'te 2 milyara yakın insanın su sıkıntısı çekeceği tahmin edilmektedir (UNICEF ve WHO, 2019). Su kaynaklarının azalması, göç, salgın hastalıklar ve savaşlar gibi diğer ciddi sorunları da beraberinde getirmesi beklenmektedir.

Tablo 2.2'de 1901–2020 yılları arasında ve 2050 yılı (tahmini) için Dünya'daki toplam su kullanımı (km³) ve toplam nüfus (milyar kişi) değişimini gösterilmektedir (Khilchevskyi, 2020, s. 2).

Tablo 2.2

1901–2050 Yılları Arasında Dünya'daki Toplam Su Kullanımı ve Nüfus Değişimi

Göstergeler	Yıllar							
	1901	1920	1940	1960	1980	2000	2020	2050
Su kullanımı (km ³)	670	885	1110	1752	3073	3786	4001	5500
Nüfus (milyar kişi)	1,60	1,86	2,30	3,03	4,46	6,14	7,80	9,74

He, Liu vd. (2021) yaptığı çalışmada, 2016 ve 2050 yılları arasında dünya şehirlerindeki su kıtlığı için potansiyel çözümlerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir. 2016 ve 2050 yılları arasında küresel kentsel su kıtlığı dört sosyoekonomik ve iklim değişikliği senaryosu altında ölçülmüş ve olası çözümleri araştırılmıştır. Bu araştırmada su kıtlığıyla karşı karşıya kalan küresel kentsel nüfusun; 2016'da 933 milyondan (küresel kentsel nüfusun üçte biri) ve 2050'de ise 1.693 veya 2.373 milyar kişiye (küresel kentsel nüfusun üçte biri veya neredeyse yarısı) ulaşacağı tahmin edilmektedir. Su kıtlığına maruz kalan

büyükşehirlerin sayısının (10-20 mega kent dahil olmak üzere) 193'ten 284'e çıkacağı tahmin edilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, insan ile çevre arasında denge kurarak doğal kaynakları bilinçsizce tüketmeden, gelecek nesillerin gereksinimlerinin karşılanmasına olanak verecek şekilde bugünün ve yarının yaşamını, kalkınmasını planlamadır. Sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik, sosyal, ekonomik, mekânsal ve kültürel boyutları bulunmaktadır. Tüm bu amaçlar çerçevesinde sürdürülebilir kalkınmanın dünyada karşılaştığı en büyük tehditlerden biri su kıtlığı olmaktadır. 2015 yılında açıklanan Sürdürülebilir Kalkınmanın birçoğu, su kıtlığından doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir (Vanham vd., 2018). Su kaynaklarının etkin ve yetkin bir şekilde yönetilmemesi halinde, sürdürülebilir kalkınma planlarını devam ettirmekte problemler yaşanacaktır (Şen, 2022, s. 8).

Sürdürülebilir kalkınma insanların en temel gereksinimlerini karşılamayı zorunlu tutmaktadır. Aynı zamanda yaşam koşullarını daha da iyileştirmesi için fırsatlar sunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma için su kaynakları ile ilgili tüm kurum, kuruluş ve örgütlerin insan faaliyetlerini iklim değişikliğini azaltabilecek şekilde yönlendirmesi gerekmektedir. Gelecek kuşakların gereksinimleri göz önünde bulundurularak bugünün su talebinin karşılanması, iklim değişikliğine karşı gerekli mücadele ve olası etkilerini engelleme yöntemlerini uygun bir şekilde geliştirilmesi sürdürülebilir su için önem taşımaktadır.

Canlıların tümüne güvenli su sağlamadan, su kıtlığı ile mücadele etmeden küresel sürdürülebilirliğe ulaşılması mümkün değildir (Vanham, 2016, s. 302). Dünya nüfusu 20. yüzyılda üç kat artmasına rağmen su talebi altı kat artmıştır (Wada vd., 2016, s. 175). Dünyanın su talebi gelecekte daha da artacaktır. Nüfus artışına bağlı olarak gıda talebi ile tarım alanları genişlemekte ve sulama gereksinimini büyütmektedir (Yılmaz, 2015, s. 64). Nüfus artışı dışında dünyada su talebini etkileyen faktörler kentleşme ve refah artışı ile değişen su tüketim biçimleridir. Dünya Doğal Kaynaklar Enstitüsü (WRI, 2015)'nin 2040 yılı su kıtlığına yönelik hazırladığı raporda 14'ü Ortadoğu'da olmak üzere dünya çapında 33 ülkenin yüksek oranda su sıkıntısı çekeceği belirtilmiştir. Ayrıca rapora göre 2040 yılında mevcut durumda su sıkıntısı çeken ülkeler için su krizinde yaşanan artışın daha da derinleşeceği belirtilmektedir (Su Hakkı, 2015).

İklim değişikliğinin etkileri, nüfus artışına bağlı tarımsal faaliyetlerdeki artış su kaynaklarında kalite ve miktar açısından baskılar oluşturmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir olmayan su yönetimi politikaları doğal hidrolojik döngülerin bozulmasına yol açmaktadır. Su kaynakları birbiriyle bağlı birden çok doğal kaynaktan beslenmekte yapı itibari ile değişken ve dinamik nitelikler taşımaktadır. Bu nedenle ekolojik durumun bütüncül olarak korunması ve iyileştirilmesi önem arz etmektedir. Su kaynaklarının özel olarak yönetilmesi, gerekli izlemelerle muhtemel tehlikelerin su kaynaklarına etkilerinin tespit edilmesi ve önlenmesi gerekmektedir.

2.1 Su Kıtığı ve Sürdürülebilir Su Yönetimi

Su, neredeyse tüm insan faaliyetleri için gereklidir ve aslında birincil üretimden enerji üretimine, imalat sanayinden hizmetlere kadar her sektör ve her hane halkı tarafından su kullanılmaktadır (Salminen ve Weckstrm, 2023, s. 1). şehirleşmenin artması ve yaşam standartlarının değişmesi suya olan talebi giderek artırmaktadır.

Günümüzde su, özellikle endüstri ve enerji üretiminde temel bir kaynak olarak stratejik önem kazanmaktadır. Suyun yönetiminde en önemli nokta; su kaynaklarının korunarak sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. (Kırtorun ve Karaer, 2018, s. 158). Suyun sürdürülebilir ve akılcı kullanımı için kullanım meknları, sektörler arasında planlama ve karar verme süreçleri için koordinasyon sağlanmalıdır.

İklim değişikliğine bağlı yağışların azalması, özellikle tarımın ve endüstrinin yüzey su kaynaklarını aşırı kullanması ve kirlenmesi ile başlayan ekolojik ve sosyal yıkımlara bağlı su krizi suyun sürdürülebilirliği için başlatılan mücadelenin önemini artırmaktadır. Suyun sürdürülebilirliği ülkelerin kalkınmasında temel bir gereksinimdir. Suyun korunması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için, su arzı ve talebi arasındaki dengenin sosyal ve ekonomik yönden ayarlanması gereklidir, ancak bu son derece zorlu bir görevdir (TÜBİTAK, 2022).

Su, sosyo-ekonomik gelişim ve ekosistem sürdürülebilirliği için hayati öneme sahip temel bir kaynaktır. Su arzı ve talebi arasındaki dengesizlik, küresel bir problem olarak su kıtlığını gündeme getirmektedir. Su kıtlığı, dünya çapında önemli bir sorundur ve uluslararası ekte, "su kullanıcılarının, geçerli kurumsal düzenlemeler çerçevesinde suyun tedarikine veya kalitesine yönelik taleplerin tam olarak karşılanamayacağı durum" olarak tanımlanmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM), su kıtlığını matematiksel bir formül ile ifade ederek, "*belirli bir*

alandaki su tüketiminin, o alandaki mevcut su kaynağına oranı" olarak açıklamaktadır (UNDESA, 2021). Su kıtlığı; su stresi, su sıkıntısı (eksikliği) ve su krizi gibi kavramları da kapsamaktadır (Su Hakkı, 2015).

Unfried, Kis-Katos ve Poser (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, su kıtlığı ve sosyal çatışma arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu çalışmada, su talebindeki artış, yıllık ortalama küresel sıcaklık değişimleri ve kurak ayların etkileşimlerinin sosyal çatışmalar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma, yeraltı ve yüzey suyuna erişimin, sosyal çatışma risklerini önemli ölçüde azaltabileceğini ortaya koymaktadır. Su, yaşamın temel anahtarı olduğundan, su kıtlığının sosyal çatışmalara yol açabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, kuraklık ve su döngüsündeki azalmaların, yalnızca çatışma başlangıcını tetiklemekle kalmayıp, aynı zamanda mevcut gerilimleri şiddetlendirmede de kritik bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Su kaynaklarının dünya çapında dağılımı doğal olarak eşitsizdir ve insan kullanımı için daha fazla su tahsis edildiğinden, birleştirilmiş insan-hidrolojik sistemlerin yetersiz yönetimi bölgesel su kıtlığı tehditleri yaratmaktadır (Oki ve Kanae, 2003, s. 124). Küresel bir problem olan su kıtlığı dünyanın farklı yerlerinde farklı kategorilerde ortaya çıkmaktadır.

Su kıtlığı, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından "fiziksel su kıtlığı" ve "ekonomik su kıtlığı" olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. BM'ye göre, fiziksel su kıtlığı, bir bölgedeki su talebinin, mevcut doğal su kaynaklarının kapasitesini aşması sonucu ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle su talebinin, bölgedeki suyun sağlanma kapasitesine ulaşamaması durumudur. Ekonomik su kıtlığı ise, yeterli su kaynaklarının mevcut olmasına rağmen, bu kaynakların kötü yönetimi ve eşit olmayan dağılımı nedeniyle yaşanan bir kıtlık türüdür. Fiziksel su kıtlığı genellikle insan faaliyetleri ve kurak bölgelerle ilişkilendirilirken, ekonomik su kıtlığı suyun dengesiz dağılımıyla ilgilidir (Vanham vd., 2018, s. 220).

Padowski vd. (2015) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, 119 düşük gelirli ülkede su stresi büyük bir problem haline gelmiştir. Bu ülkelerden yirmi beşi, tatlı su stresi nedeniyle en büyük sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. En çok su kıtlığı yaşayan ülkeler arasında Ürdün, Cibuti ve Yemen yer almaktadır; her biri su kıtlığını, güvenlik açığı olarak değerlendirmektedir. Bu üç ülkenin karşılaştığı su problemi, su kaynağı yetersizliği ve su yönetimi sorunlarından kaynaklanmaktadır.

Türkiye'de ise, hızlı nüfus artışı, sanayi ve tarımda yaşanan gelişmeler nedeniyle su talebi giderek artmaktadır. Küresel ısınma ve suyun yanlış kullanımı, 21. yüzyılda mevcut su

kaynaklarının azalmasına neden olmuş ve bu durum suyu hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önemli bir gündem maddesi haline getirmiştir. Su kaynaklarının verimli kullanılması ve su sorunlarının önlenmesi için, tarım, sanayi ve evsel kullanımlarda su kayıplarının en aza indirilmesi ve etkin su yönetiminin sağlanması büyük bir önem taşımaktadır.

Tablo 2.3, Türkiye'deki temiz suyun sektörel kullanım oranlarını göstermektedir. Tarımsal sulama amacıyla kullanılan su, toplam su tüketiminde büyük bir paya sahiptir. 2008 yılında Türkiye'deki yıllık su tüketimi 45,6 milyar metreküp (m³) iken, bu rakam 2020 yılı itibarıyla 57 milyar m³'e yükselmiştir.

Tablo 2.3

Türkiye’de Tatlı Suyun Sektörel Kullanım Oranları

Yıllar	Tarım	Evsel Kullanım	Sanayi	Toplam (milyar, m ³)
1990	22,0	5,1	3,4	30,5
2004	29,6	6,2	4,3	40,1
2008	33,8	5,8	6,0	45,6
2012	41,6	6,0	8,4	56,0
2014	35,9	5,7	9,1	50,7
2016	43,1	6,2	11,1	60,4
2020	44,0	13,1		57,1
2023	72,0	18,0	22,0	112,0

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021

Tablo 2.4'te Türkiye'nin 2019 yılı su kaynakları potansiyeli gösterilmektedir. Türkiye’de yıllık ortalama yağış miktarı 574 mm olup, bu da yılda yaklaşık 450 milyar m³ suya denk gelmektedir. Mevcut teknik ve ekonomik koşullar çerçevesinde, kullanılabilir yerüstü suyu potansiyeli yıllık ortalama 94 milyar m³'tür. Ayrıca yeraltı suyu potansiyeli ise 18 milyar m³ olarak tespit edilmiştir. Bu durumda, Türkiye'nin toplam kullanılabilir su kaynakları potansiyeli, yerüstü ve yeraltı suyu dahil olmak üzere yıllık ortalama 112 milyar m³ olup, bunun 57 milyar m³'ü kullanılmaktadır (Özkan ve Bağcı, 2019).

Tablo 2.4*Türkiye'nin 2019 Yılı Su Kaynakları Potansiyeli*

Su Kaynakları	Miktar
Yıllık ortalama yağış	574 Mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık yağış miktarı	450 Milyar m ³
Yüzey Suyu	186 Milyar m ³
Yıllık yüzey akışı	
Kullanılabilir yüzey suyu	
Yer Altı Suyu	
Yıllık çekilebilir su miktarı	18 Milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112 Milyar m ³
Sulama Suyu	44 Milyar m ³
İçme-Kullanma ve Sanayi Suyu	13 Milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	57 Milyar m ³

Kaynak: DSI, 2019

Türkiye’de toplam su kullanımının %74’ü tarım sektöründe, %15’i evsel kullanım için ve %11’i sanayi sektöründe kullanılmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılında Türkiye nüfusunun 100 milyon olacağını tahmin etmektedir. Bu durumda, mevcut su miktarı ve su tüketimi sabit kaldığında, kişi başına düşen su miktarının yıllık 1120 m³ olacağı öngörülmektedir. Bu da Türkiye'nin "su fakiri" olma riski taşıdığı anlamına gelmektedir. Tarımsal sulama açısından yaşanacak su tehlike endeksine göre, Türkiye 2024-2050 yılları arasında en yüksek risk taşıyan ilk 15 ülke arasında yer almaktadır (AHDER, 2020).

Birpınar ve Tuğaç’a (2018) göre, Türkiye’deki iklim değişikliği, özellikle su kaynakları üzerinde ciddi etkiler yaratmakta ve bu etkilerle başa çıkmak için uyum önlemleri geliştirilmesi gerekmektedir. Türkiye’de su, öncelikle insani tüketim, tarım ve sanayi sektörlerinde kullanılmakta olup, bu durum etkin bir su yönetimi için su havza seviyesinin en uygun ölçek olduğunu göstermektedir. Türkiye’de iklim değişikliğine uyum, büyük

ölçüde küresel ısınma ve su kıtlığına dair farkındalık yaratılmasına, su kaynakları hakkında kamuoyunun bilinçlendirilmesine ve sektörel su tüketim tekniklerinin optimize edilmesine dayanmaktadır.

Sarış (2021) yaptığı çalışmada, Türkiye'nin son 25 yıldaki şebeke suyu temini ve su kullanım örneklerini mekânsal ve zamansal olarak değerlendirmiştir. Türkiye’de özellikle metropollerde evsel su tüketimi son yıllarda artış göstermektedir. Barajların değişen yağış deseni ve artan buharlaşma ile kırılganlıklarının arttığı göz önünde bulundurulduğunda, gelecekte su güvenliği konusunda pek çok risk ortaya çıkabilir. Su ve ilgili hizmetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için belediyelerin su kullanım verimliliği yaklaşımlarını benimsemesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de mevcut su kaynaklarının miktar, kalite ve ekosistem açısından korunması için etkin ve verimli su kullanımı sağlanmalıdır. Bu bağlamda, başta tarım, sanayi ve içme-kullanma suyu sektörlerinde gerekli önlemlerin alınması büyük bir öncelik taşımaktadır. Türkiye'nin nüfus artışı göz önüne alındığında, mevcut su kaynakları durumu, gelecekte suyla ilgili yaşanacak problemlerin daha da büyümesine neden olabilir.

2.2 Su Kıtlığının Ölçülmesi

Su kıtlığı, genellikle talebe göre tatlı su kaynaklarındaki eksiklik olarak tanımlanmaktadır (Taylor, 2009). Su kıtlığı, bir bireyin içme, yıkanma veya geçim ihtiyaçlarını karşılamak için güvenli ve uygun fiyatlı suya erişiminin olmamasıdır. Bir bölgedeki su kıtlığı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- ✓ İnsanların su ihtiyaçlarının nasıl tanımlandığı,
- ✓ Çevrenin su ihtiyacının dikkate alınıp alınmadığı,
- ✓ İnsan ve çevre gereksinimlerini karşılamak için kaynağın ne kadarlık kısmının kullanıma sunulduğu veya sunulabileceği,
- ✓ Kıtlik kavramının tanımlandığı zamansal ve mekânsal ölçekler.

Su kıtlığının çok yönlü doğasını anlamak için, hidrologlar, ekonomistler, sosyal bilimciler ve çevre bilimcilerinin ortak çabaları gerekmektedir (Liu vd., 2017, s. 545).

Su, son derece karmaşık bir kaynaktır. Toprak gibi statik bir kaynağın aksine, su çok dinamik bir sistemden oluşur. Yağmur, akış ve buharlaşma döngüsünün yanı sıra kalite değişiklikleri ve zamansal ile mekânsal varyasyonlar, suyun değerini belirlemektedir.

Su, seller ve taşkınlar gibi olumsuz durumlara neden olabileceği gibi, kuraklıklar gibi diğer koşullarda ise hayat kurtarıcı bir kaynak olabilmektedir. Ayrıca her iki durumun da aynı yıl içinde aynı bölgede meydana gelebilmesi mümkündür.

Su kıtlığı, temelde dinamik bir nitelik taşımaktadır. Bu dinamik yapı, talep artışı ve azalan su hacmine bağlı olarak suyun kalitesine yoğunlaşmaktadır. İklim değişikliği ve nüfus artışına bağlı artan baskılarla birlikte, kalkınma ve hayatta kalmak için suyu ölçmek ve yönetmek günden güne zorlaşmaktadır. Su kıtlığının ölçülmesinin amacı, insanların hayatta kalması için hayati bir kaynak olan suyun mevcudiyeti hakkında bilgiler sağlamaktır. Su kıtlığının ölçümü, nüfusun su ile ilişkisinin farklı şekillerde ölçülmesine dayanmaktadır.

Su kıtlığı, dünyanın artan bölgelerinde sosyo-ekonomik kalkınma için büyük bir sınırlılık ve geçim kaynakları için de büyük bir tehdit haline gelmektedir. Nüfus, su mevcudiyeti ve su kullanımı bu göstergelerin temel unsurlarını oluşturur. Su kıtlığı, insan ve finans kaynakları eksikliğinden kaynaklanabileceği gibi, kıtlık için harekete geçilmemesinden de ortaya çıkabilmektedir.

Su kıtlığı seviyesi, suyun mevcut durumu ve suyu kullanacak nüfus ile belirlenmektedir. Temel alınan iki faktör arasındaki ilişki sonucunda, ulusal olarak kişi başına düşen yıllık su miktarı hesaplanmaktadır. Bu bağlamda, bir insanın temel gereksinimlerini karşılamak için ne kadar suya ihtiyaç duyulacağı tespit edilmektedir. Bu durum, kıtlık ölçüsünün önemli bir bileşenini oluşturur (Rijsberman, 2006, s. 8).

Damkjaer ve Taylor (2017), su kıtlığı ve stres ölçümlerinin son otuz yılda, basit eşik göstergelerinden, insan ortamları ve tatlı su sürdürülebilirliğini karakterize eden bütünsel önlemleri kapsayacak şekilde genişletildiğini belirtmektedir. Su kıtlığı ölçütlerinin anlamlı olup olmadığını değerlendiren araştırmalarda belirgin bir eksiklik olduğu ifade edilmiştir.

Tablo 2.5'te su kıtlığı göstergeleri, ölçülere yönelik referanslar, ölçüm yapılabilecek mekânlar ve ölçüyü oluşturabilmek için gereken veriler verilmektedir.

Tablo 2.5*Su Kıtılığı Göstergeleri ve Gerekli Veriler*

Göstergeler	Referans	Mekânsal Ölçek	Gerekli veriler
Falkenmark Su Stresi Göstergesi	Falkenmark, 1989	Ülke	- Toplam yıllık su kaynakları - Toplam nüfus
Sosyal Su Stresi Göstergesi	Ohlsson, 1999	Ülke, bölge	İnsani Gelişme İndeksi tarafından değerlendirilen eşitlik, servet dağılımı, eğitim düzeyi ve siyasi katılım verileri
Su Yoksulluğu Göstergesi	Sullivan, 2002	Ülke, bölge	- Dâhili ve harici su kaynakları - Güvenli suya ve sanitoryona erişim, toplam ekilebilir alan, - UNDP indeksi 5 yaş altı ölüm oranı - Eğitim indeksi - Gini katsayısı - Kişi başına evsel su kullanımı - Sektör başına GSYİH - Çevresel veriler
Temel İnsan Gereksinimleri Göstergesi	Gleick, 1996	Ülke	Kişi başına evsel su kullanımı

Kaynak: WaterstrategyMan, 2022

Su kıtlığı ölçülürken kullanılan “göstergeler” su kıtlığı ölçüm araçlarıdır. Türk Dil Kurumu’na göre gösterge, “bir durumu belirtmeye yarayan belirti, işaret” olarak tanımlanmaktadır. Oxford Sözlüğünde ise *gösterge*, “bir şeyin ne olduğu ya da mevcut durumu ile ilgili bilgi veren araç veya cihaz” olarak açıklanmaktadır. Dünyada su kıtlığını belirlemek için yaygın olarak kullanılan göstergeler şunlardır:

- Falkenmark Su Stresi Göstergesi,
- Sosyal Su Stresi Göstergesi,
- Su Yoksulluğu Göstergesi,
- Temel İnsan Gereksinimleri Göstergesidir.

2.2.1 Falkenmark Su Stresi Göstergesi

Gösterge ismini İsveçli su bilimci (hidrolog) Malin Falkenmark'tan almıştır. Temel bir su stresi ölçüsü olarak kullanılmakta olup iki ana faktör ile belirlenmektedir:

- a) Belirli bir alan içerisinde yaşayan nüfus ve
- b) Bu alan içinde mevcut olan toplam tatlı su kaynakları.

Falkenmark Göstergesi, su kıtlığını ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Falkenmark tarafından 1989'da başlatılan su kıtlığı eşiği, su kullanımı için önemli bir başlangıç olmuştur. *Falkenmark Su Stresi Göstergesi*, bir bölge/ülkedeki yıllık kişi başı su kullanılabilirliği ölçümüne dayanmaktadır. Gösterge, kullanıldığı bölge ya da ülkedeki su kaynaklarının, ilgili ülkede / bölgede yaşayan insan sayısına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{Falkenmark Su Stresi Göstergesi} = \text{Mevcut Su Kaynakları (m}^3\text{)} / \text{Nüfus(kişi)}$$

Falkenmark denklemine göre; kişi başına mevcut su hacmi ölçülerek, kişi başına düşen tatlı su miktarı yıllık olarak hesaplanmaktadır. Falkenmark göstergesi kullanım kolaylığı ve gereksinim duyulan verilere kolay bir şekilde erişim sağlaması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Gökçe, 2022, s. 197). Gösterge uygulandığı alan içerisinde arz ile talepteki değişiklikleri yansıtmasa da su kaynaklarının zor bulunabileceği alanların tespitinde kabaca bir önlem alınmasına katkı sağlamaktadır. Falkenmark su stresi göstergesi, belirli bir alandaki nüfusu tahminleri ile karşılaştırma yaparak gelecekte su mevcudiyetinin önemli bir problem haline geleceği yerlerin anlık görüntüsüne ilişkin bilgi sağlanmasına yardımcı olmasına rağmen, talebin gerçek mekânsal dağılımını yansıtamamaktadır (Savenije, 2000).

Falkenmark su stresi göstergesine göre, bir alan içerisinde kişi başına düşen su miktarı temel alınarak su kıtlığının olup olmadığının belirlenmesi ve su kıtlığı varsa eşiğinin tespiti için sınıflandırma yapılmasına dayanmaktadır. 1700 m³/kişi başı/yıl miktarından daha fazla su mevcudiyeti, su azlığının yalnızca düzensiz veya yerel olarak gerçekleştiği değer olarak açıklanmaktadır (Falkenmark ve Lundqvist, 1989, s. 260). Bu endekse göre kişi başına asgari evsel su gereksinimi günde 100 litre, tarım ve endüstri amaçlı su gereksinimi ise 500-2000 litre/gün olarak hesaplanmaktadır (Çakmak, 2020, s. 14). Göstergenin bu eşiğin altında olması halinde, su kıtlığı farklı seviyelerde sınıflandırılmaktadır. 1000 m³/kişi başı/yıl seviyesi azaldıkça, su kıtlığı insan sağlığı ve refahı için kritik seviye olarak

belirlenmiştir. 500 m³/kişi/yıldan daha az bulunan su miktarı canlı yaşamı için tehlike yaratmaktadır. Tablo 2.6’da Falkenmark (1989) tarafından gerçekleştirilen su seviyelerini göstermektedir.

Tablo 2.6

Falkenmark Su Kıtlığı Sınıflandırması

Gösterge (m ³ /kişi/yıl)	Sınıf
> 1.700	Stres yok
1.000 – 1.700	Stres
500 – 1.000	Kıtlık
<500	Mutlak Kıtlık

Kaynak: Khan, A. A. ve Khan, K., s. 239.

Falkenmark Göstergesi için gerekli olan verilere erişimin kolay olması ve küresel olarak kabul edilmesi sebebiyle birçok ülkede su stresini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu gösterge dünya çapında yalınlık, kullanım kolaylığı ve gereksinim duyulan verilere kolayca ulaşılabilmesi sebebiyle Tablo 2.7’de görüldüğü gibi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tablo 2.7*Seçilmiş Bazı lkelerin Falkenmark Göstergeleri*

lke	Tatlı Su Kaynağı (Milyon m ³)	Toplam Nüfus	Falkenmark Göstergesi (2015)
Kanada	2.902.000	35.832.513	80.988
Norveç	289.927	5.166.493	56.117
Brezilya	8.233.000	205.962.108	39.973
Kanada	2.902.000	35.832.513	80.988
Norveç	289.927	5.166.493	56.117
İsveç	222.833	9.747.355	22.861
Sırbistan	159.185	7.114.393	22.375
İrlanda	71.786	4.677.627	15.347
Bulgaristan	105.982	7.202.198	14.715
Slovakya	66.601	5.421.349	12.285
Arnavutluk	30.818	2.885.796	10.679
ABD	3.069.000	321.039.839	9.560
Macaristan	91.697	9.855.571	9.304
Bangladeş	1.227.000	161.200.886	7.612
İsviçre	51.173	8.237.666	6.212
Nijerya	950.000	181.181.744	5.243
Hollanda	81.802	16.900.726	4.840
İspanya	162.392	46.449.565	3.496
Fransa	196.846	66.456.279	2.962
in	2.840.000	1.371.000.000	2.071
Romanya	34.827	19.870.647	1.753
Almanya	132.000	81.197.537	1.626
Türkiye	111.990	78.741.053	1.422
Polonya	40.797	38.005.614	1.073
Çekya	10.020	10.538.275	951

Kaynak: Hakyemez, 2019.

Falkenmark su stresi göstergesi küresel olarak birçok ülkede kabul görmesine rağmen, göstergenin birçok eksikliği bulunmaktadır:

- Göstergenin kullanıldığı alanda yalnızca yer altı ve yer üstü tatlı sularını dikkate almaktadır.
- Kişi başına düşen su miktarının zamansal ve mekânsal ölçümü ortalama olarak belirlenmektedir. Falkenmark göstergesi az yağışlı ve buharlaşmanın fazla olduğu kurak mevsimlerde kullanıldığı alandaki kıtlığı ihmal etmekte ve su kalitesini dikkate almamaktadır.
- Gösterge bir ülkenin sahip olduğu su kaynaklarını kullanabilme kabiliyeti hakkında bilgi verememektedir. Falkenmark göstergesine göre bir ülke yeterli su kaynağına sahip olsa bile, su kaynaklarının kirlilik veya yetersiz erişim nedeniyle kullanılamamasını hesaba katmamaktadır.

2.2.2 Sosyal Su Stresi Göstergesi

Sosyal Su Stresi Göstergesi, Ohlsson (1999) tarafından geliştirilmiştir (Gallopín, 2006, s. 293). Bu göstergeye göre, bir bölgedeki su kıtlığına karşı uyum sağlama kapasitesinin (uyarlanabilir kapasite) yüksek olduğu bölgelerde, suyun dağılımı ve yönetimi daha adil ve etkin olmaktadır. Ayrıca eğitim, siyasi katılım ve sosyal eşitlik gibi faktörler, bu uyarlanabilir kapasitenin yüksek olup olmadığını belirleyen önemli unsurlardır.

Uyarlanabilir kapasite; eşitliğin, siyasi katılımın ve eğitime erişimin iyi olduğu bir ülkede su kıtlığına uyum sağlama yeteneğinin daha iyi olduğunu göstermektedir. Bir sistemin karşılaştığı probleme uyum gösterme, değişikliklere önceden hazırlanma veya yaşanacak dönüşüm sonucunda oluşan bir toplumun uyarlanabilir kapasitesine odaklanması gerekmektedir (Ohlsson, 1999). Su kıtlığı ve stresi ölçümleri yapılırken sadece su kaynaklarını değil, toplumların farklı tatlı su mevcudiyeti seviyelerine uyum sağlama kapasitesi ve tatlı su kullanımıyla ilişkili çevresel sürdürülebilirlik gibi faktörleri de içermektedir. Sosyal Su Stresi Göstergesi bütünsel ölçütlerin ortaya çıkışıyla belirlenmektedir. Bu su kıtlığı ölçütleri, ekosistem işlevini sürdürmek için 'uyarlanabilir kapasiteyi' karakterize etmeye ve çevresel su talebi kavramını tanıtmaya çalışmaktadır.

Ohlsson'a (1999) göre, su stresi göstergesi tipik olarak toplam su kullanımı ve su mevcudiyeti arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır. Su kullanımı su kaynağına ne kadar

yakınsa, doğal ve insani sistemlerde su stresi o kadar olasıdır. Bir toplumun su kıtlığına uyum sağlama yeteneğinin, İnsani Gelişme Göstergesi ¹ tarafından değerlendirilen eşitlik, servet dağılımı, eğitim düzeyi, siyasi katılıma bağlı olduğunu ve bunların uyum için iyi göstergeler olduğunu kabul etmektedir (Brown ve Matlock, 2011, s. 2).

2.2.3 Su Yoksulluğu Göstergesi

Sullivan (2002) tarafından önerilen Su Yoksulluğu Göstergesi, Falkenmark Göstergesine göre daha kapsamlı bir ölçüdür. Su yoksulluğu İnsani Gelişim Göstergesine¹ benzer şekilde hesaplanmakta ve ülkelerin birbirlerine göre su stresi durumunu tespit edip, karşılaştırma olanağı sunmaktadır.

Su Yoksulluğu Göstergesi, kullanıcı refahı ile su mevcudiyeti arasında bağlantı kuran, su kıtlığının insan üzerindeki etkilerini belirleyen bir ölçüdür. Bu göstergenin esas amacı, sosyo-ekonomik ve çevresel faktörlere göre ayarlanan su mevcudiyetini hesaplamak ve uluslararası düzeyde suyun iyileştirilmesine dikkat çekmeyi amaçlamaktadır. Özellikle de su kıtlığı ile mücadelede bir başlangıç olarak ele alınmaktadır.

Su Yoksulluğu Göstergesi, bir ülkede veya bölgede su kıtlığını matematiksel veriye dayalı olarak tespit edebilmeye olanağı sağlayan bir ölçüdür (Sullivan, 2002, s. 1195). 2002’de geliştirilen Su Yoksulluğu Göstergesi; bir alanda, bir bölgede ya da ülkede suya yönelik yoksulluğun derecesini belirlemek amacıyla matematiksel verilere dayalı olarak kullanılan bir araçtır (Michalos, 2014, s. 259). Bu gösterge, suyun mevcut ölçümlemleri ve insanların suya erişim kapasitesi ile birleştirilerek değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bazı mantıklı sonuçları olduğu gibi, kesin olmayan sonuçları da sunmaktadır. Çünkü su kıtlığı ile mücadelede tek bir rakam ya da bileşen setinin yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Su Yoksulluğu Göstergesi geliştirilirken, İnsani Gelişme Göstergesi ile karşılaştırılabilir olması temelinde hazırlanmıştır. Buna göre, ülkeler temin ettikleri suyun birbirlerine göre durumlarını bu gösterge ile ölçmektedir. Su Yoksulluğu Göstergesi beş bileşeni yansıtacak şekilde geliştirilmiştir. Bu bileşenler; su mevcudiyeti (kaynaklar), erişim, kapasite, kullanım ve çevre (çevresel bütünlük) olarak sıralanmaktadır. Tablo 2.8’de Sosyal Yoksulluk Göstergesini oluşturmak için kullanılan temel verilerin bir özetini sunmaktadır.

¹ İnsani gelişmenin, insanların uzun ve sağlıklı yaşamaları, bilgili olmaları ve makul bir yaşam standardına sahip olmaları anlamına geldiği fikrine dayanmaktadır.

Tablo 2.8

Su Yoksulluğu Bileşenleri, Gösterge Yapısı ve Kullanılan Veriler

Su Yoksulluğu Bileşenleri	Gösterge Yapısı ve Kullanılan Veriler
Su mevcudiyeti (kaynaklar)	• Dâhili Su Kaynakları • Harici Su Kaynakları • Toplam Nüfus
Erişim	• Temiz suya erişimi olan nüfus (%) • Sanitasyona erişimi olan nüfus (%) • Sulamaya erişimi olan nüfusun kişi başı yüzdesi
Kullanım	• Günlük evsel su kullanımı (litre) • Sanayi ve tarım sektörlerin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'daki paylarına göre su kullanım miktarı
Kapasite	• Kişi başına düşen gelir • Beş yaş altı ölüm oranları • Eğitime kayıt oranları • Gini gelir dağılımı* katsayıları
Çevre (Çevresel bütünlük)	• Su kalitesi • Su stresi (kirlilik) • Çevre düzenlemesi ve yönetimi • Bilgi kapasitesi • Tehdit altındaki türlere dayalı biyolojik çeşitlilik

Kaynak: Lawrence vd., 2002, s. 8.

Not*: Gelir dağılımı eşitsizliği ölçütlerinden olan Gini katsayısı, sıfıra yaklaştıkça gelir dağılımında eşitliği, bire yaklaştıkça gelir dağılımında bozulmayı ifade etmektedir. TÜİK'e göre 2023 yılına ati Gini katsayısı, bir önceki yıla göre 0,018 puan artış ile 0,433 olarak tahmin edilmiştir.

Su Yoksulluğu Göstergesi, su kıtlığıyla ilişkili fiziksel ve sosyo-ekonomik faktörleri hesaba katarak ülkelerin birbiriyle karşılaştırmasına olanak sağlamaktadır. Su Yoksulluğu Göstergesi, su arzı ve suyun yönetimi ile ilgili tüm kuruluşların su kullanımını etkileyen sosyo-ekonomik faktörlerin izlenmesine imkân vermektedir.

Gösterge, suyun mevcut miktarının ölçümü ile insanların suya erişim kapasitesi ölçümleriyle birleştirir. Su kıtlığı her zaman suyun mevcudiyeti ile ilgili değildir. Su kaynağı mevcut ve yakınlarda olmasına rağmen suya erişim kısıt gelir azlığından da

kaynaklanmaktadır. Bu sebeple göstergedeki su mevcudiyetinin, suya erişim durumu, suyu kullanım kapasitesi, suya erişim ve su miktarını ve kalitesine etki eden çevresel faktörler de içermesi gerekmektedir (Sullivan, 2002, s. 1205).

2.2.4 Temel İnsan İhtiyaçları Göstergesi

Temel İnsan İhtiyaçları Göstergesi 1993 yılında Gleick tarafından temel su gereksinimlerini karşılayan bir ölçümü olarak geliştirilmiştir. Su stresi ölçüsü olarak insanların temel gereksinimleri olan su içme, yemek pişirme ve hijyen gibi durumları karşılamak için kullanılan suyu değerlendirmektedir. Hayatta kalmak için içme suyu, insan hijyeni için, sanitasyon hizmetleri için ve yiyecek hazırlamak için önerilen minimum su miktarı aşağıdaki gibidir:

- *Minimum İçme Suyu Gereksinimi (5 litre):*
Ulusal Araştırma Konseyi'nden alınan verilere göre, normal aktivite boyunca kişi başına günde ortalama 5 litre su insanın hayatta kalması için minimum içme suyu gereksinimi olarak belirlenmiştir.
- *Hijyen İçin Temel Gereksinimler (20 litre):*
Geliştirilen teknoloji sayesinde sanitasyon (insan atıklarının bertaraf edilmesi) çok az su veya su kullanılmadan yapılmaktadır. Ancak bireysel tercihlerde maksimum fayda için günlük kişi başı en az 20 litre su kullanımı önerilmektedir.
- *Banyo için Temel Su Gereksinimi (15 litre):*
Banyo için temel su gereksinimi kişi başı günlük 15 litre olarak tahmin edilmektedir.
- *Yiyeceklerin Hazırlanması İçin Temel Gereksinim (10 litre):*
Gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin, yiyecek hazırlanması için kişi başı önerilen su miktarı günlük olarak 10 litredir (Gleick, 1993, s. 101).

Uluslararası kuruluşlar ve su sağlayıcıları, iklim, teknoloji ve kültür gibi faktörlerden bağımsız olarak, bu temel gereksinimleri karşılamak için yeni bir eşik olarak bu miktarları benimsemeleri gerektiği tavsiye edilmektedir (Gleick, 1996, s. 83). Örneğin, Güney Afrika Cumhuriyeti'nin başkenti Cape Town, 2018 yılında dünyada içilebilir suyu tükenen ilk büyükşehir olma durumu ile karşı karşıya kalmış ve suyun tükenmesiyle ilgili sıfır gününe çok yaklaşmıştır. 2015 ve 2018 yıllarında yaşanan kuraklık, iklim değişikliği nedeniyle azalan yağışla birleşerek Cape Town'u, 100 yılda bir görülen kuraklığa maruz bırakmıştır. Cape Town büyük bir su kıtlığı yaşamıştır. 4,6 milyon kişinin yaşadığı şehir “sıfır

günü”nün eşiğine gelmiştir. Başka bir deyişle *Cape Town*’daki tüketilebilir su tükenme noktasına gelmiştir. 1 Şubat 2018 tarihinden itibaren hane başına günlük 50 litre olarak tespit edilmiş ve 25 litreye kadar düşürülmesi planlanmıştır. Güney Afrika’da yaşanan bu durum temel su gereksinimleri eşiğinin değişmesi gerektiğini göstermektedir.

Falkenmark Göstergesi gibi, Temel İnsan İhtiyaçları Göstergesi de ülke ölçeğinde su kullanımını değerlendirmektedir. Bu gösterge bölgeden bölgeye değişen koşulları ve su kalitesini dikkate almamaktadır. Temel İnsan İhtiyaçları Göstergesi, su mevcudiyeti yerine su kullanımına dayanmaktadır. Bu gösterge, ortalama belirtilen su kullanım eşiğinin altında olan ülke sayısını belirlemeye yönelik tahminlerde bulunmaktadır. Ancak bu göstergede yalnızca ülke düzeyi dikkate alınmakta, bölgesel su kıtlığı göz ardı edilmektedir. Ayrıca evsel su gereksinimleri dışında, endüstriyel, tarımsal veya diğer su kullanımları bu göstergeye dahil edilmemektedir. Evsel su kullanımıyla ilgili ülke verileri sınırlı ve güvenilir değildir. Bunun yanı sıra, tarım, endüstri ve diğer çevresel gereksinimler için temin edilecek su miktarı bu göstergeye dahil edilmemektedir.

Su kıtlığını ölçmek için kullanılan metodoloji son yirmi yılda büyük bir gelişme göstermiştir. Su kaynaklarının kırılganlığını değerlendirmek için birçok gösterge geliştirilmiştir. Küresel ya da ulusal düzeyde kullanılan her gösterge, kendine özgü faydalar sunmaktadır.

2.3 Su Tarifelendirmesi

Su için tüketicilerin ödemek zorunda oldukları para miktarı, suyun tasarruflu kullanılıp kullanılmama durumunu değiştirmektedir. Suyun verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanımı için suyun optimal şekilde tarifelendirmesi gerekmektedir. Su tarifelendirmesi yapılırken hane başına gelir farklılıkları, bölgelerdeki gelişmişlik düzeyi göz önüne alınarak su tarifelendirmesinin düzenlenmesi gerekmektedir. Adil, çevreci ve düşük gelirli hanelerin ödeyebileceği, su hizmetlerinin en az seviyede bakımını yapabilecek ve gelişimine sağlayabilecek optimum şekilde düzenlenen su tarifesi gerekliliği öne çıkmaktadır.

Su tarifeleri, su kullanıcılarına uygun fiyata su hizmetleri sunmanın zorluklarının üstesinden gelmeye ve su kaynaklarının korunmasına yardımcı olan ekonomik araçlardır. Su güvenliğini sağlamak için su tarifelendirmesi en önemli faktördür. Su tarifesi, su ve saniteye yardımcı olmak için kullanılabilecek önemli bir yönetim aracıdır.

Sürdürülebilir su ile sanitasyon hizmetlerini iyileştirebilmek ve su kaynaklarını daha verimli kullanabilmek için su tarifeleri teşvik aracı olarak kullanılabilir.

Su tarifelerinin en temel özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Su tarifiesi, işletme ve bakım maliyetleri gibi bazı maliyetleri geri kazanmak için gelirler üretmelidir.
- Su tarifiesi, gereken altyapı geliştirmenin yanı sıra su kalitesinin korunmasını da sağlamalıdır.
- Su tarifeleri, su kullanımı ve su kıtlığı arasındaki ilişki hakkında kullanıcılara uygun fiyat sinyalleri göndermelidir.
- Tüketicuyu su israfını azaltmaya teşvik edecek bir tarife oluşturulmalıdır.

Tarife yapıları, su tüketicilerine seçilmiş bir tarife aracılığıyla doğru mesajı göndermeye dayanmaktadır. Bu yapı karşılaşılan tarifenin maliyetinin geri kazanılması ile belirli politik, ekonomik, sosyal ve çevresel politikaların desteklenmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca tarife yapıları daha iyi sonuçları elde etmeye eşlik eden politikalar ve önlemler ile desteklenmelidir (Fuente, 2019, s. 2).

Su tarifelerinin, artan su kıtlığı ve iklim değişikliği de dahil olmak üzere su kullanıcılarına temel hizmetleri güvenilir bir şekilde sunmalarını sağlayan mali ve ekonomik açıdan sağlam tasarımlar olması gerekmektedir (Andres, vd. 2021, s. 37). Suyun doğru tarifelendirmesi, zor ve karmaşık bir durumdur. Su tarifelendirme kararları, farklı hedefleri genellikle birbiriyle çelişen şekillerde etkilemektedir. Su tarifesinde eşitlik, kullanımda verimlilik, hizmet sağlayıcının finansal sürdürülebilirliği gibi birbiriyle çatışan hedefler arasında bir dengenin sağlanması gerekmektedir. Bunların yanı sıra, tarifelerin belediyeler için hesaplanması (örneğin altyapı, beceri grupları) ve kullanıcılar için ise doğrulanmasının basit olması önem taşımaktadır.

2.3.1 Su Tarifelendirilme İlkeleri

Su tarifeleri düzenlenirken, hizmet sağlayıcının finansal sürdürülebilirliği, yeterlilik, eşitlik ve toplum için ekonomik verimlilik gibi birden fazla hedefin dengelenmesi gerekmektedir. Bu hedefler arasındaki denge, politika yapıcılar için nadiren sayısallaştırılmaktadır. Ancak tarifelerle ilgili karar alıcılar genellikle karşılaştıkları seçenekler hakkında net bir duruma sahip olamamaktadırlar. Su tarifeleri genellikle birbiriyle çelişen amaçları karşılamak üzere tasarlanmaktadır. Tarifelerin amaçları şöyle özetlenebilir (Kropac ve Ricato, 2010): Tarifelerin amaçları şöyle özetlenebilir (Kropac ve Ricato, 2010).

- *Maliyet kurtarma*: Tarifelerin birincil amacı, hizmet kuruluşunun günlük hizmet sunma sorumluluğunu yerine getirmek için yeterli kaynağa sahip olmasını sağlamaktır. Yeterli gelir olmadan, kamu hizmeti kuruluşu altyapısını koruyamama ve su tedarikini sürdürememe riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Water and Sanitation for Health Project [WASH], 1991). Bu nedenle hizmet sağlayıcının bir karar vermesi önemlidir. Maliyet kurtarma işletme, bakım ve sermaye maliyetlerini içermektedir. Su hizmeti kuruluşu, su tarifesi kuruluşun maliyetini geri kazanması amacıyla düzenlemektedir. Su kullanıcılarından elde edilen gelir; su idaresi operasyonlarının işletme ve bakım maliyetlerini karşılamak, sermaye stokunu yenilemek ve genişletmek için alınan kredileri geri ödemek, sermaye getirisini sağlamak ve öngörülemeyen olaylar için nakit rezervinin yeterli olmasını gerekli kılmaktadır.
- *Yoksulluğun azaltılması*: İnsanlar için su “temel bir hak” olduğundan, insanlara tüketecekleri suyu ödeyip ödemeyeceğine bakılmaksızın sunulması gerekmektedir. Ücretsiz su sağlanması, maliyet kurtarma ve verimli su kullanımı hedefleriyle çelişmektedir. Su tarifelerini belirlemenin ekonomi politikası, “suyun temel bir insan hakkı” olduğu ve bu nedenle de ücretsiz olarak sağlanması gerekliliğini konusunun dikkatle ele alınması gerektiği üzerinedir (Whittington, 2003, s. 64).
- *Eşitlik*: Su tarifi, benzer durumdaki müşterilere eşit muamele yapmalı ancak farklı durumdaki müşterilere aynı muameleyi uygulamamalıdır. Bu durum su tarifesinin, su kullanıcılarının kamu hizmetine yükledikleri maliyetlere orantılı olarak aylık su faturalarını ödemeleri gerektiği anlamına gelmektedir.
- *Su Koruma*: Su tarifelerini dikkatli bir şekilde tasarlamak ve tüketicilere suyun maliyeti hakkında doğru sinyaller göndermelidir. Bu fiyatlandırma sinyalleri tüketicileri suyu

kullanma şekillerini ayarlamaya teşvik etmektedir. Böylelikle mevcut kapasitenin verimli bir şekilde kullanılması ve yatırımların yalnızca gerekli olduğunda yapılması sağlanmaktadır (Stephenson, 1999, s. 117).

Su tarifelerinin bazı hedefleri göz önünde bulundurulduğunda, bu hedefler birbirleriyle çelişmektedir. Örneğin, tarifeler artırıldığında, tüketiciler daha az su kullanmaya yönelmekte ve bunun sonucunda su kullanımında verimlilik sağlanmaktadır. Ancak aynı zamanda elde edilen toplam gelir azalmakta ve bu durum hizmet sağlayıcının finansal sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, su tarifesi tasarımı tüm yönlerin dikkate alınarak bir denge oluşturulması gerekmektedir.

2.3.2 Şebeke Suyunda Temel Tarifelendirme Türleri

Su tarifesi, su tüketicisinin su hizmetini kullanabilmesi için ödemesi gereken tutarı belirleyen kurallar bütünü olarak tanımlanmaktadır. Su hizmetlerinde su tarifelerinin tasarlanma süreci, suyu korumak, tüketiciler arasında adaleti sağlamak ve hizmeti sürdürülebilir kılmak amacıyla ekonomik ilkelere dayanarak yönetilmektedir (Van Der Zaag ve Savenije, 2006, s. 9). Su tarifeleri, güçlü bir yönetim aracı olarak kabul edilmekte ve farklı, bazen çelişen amaçların teşvik edilmesinin kavramsal bir yolu olarak ifade edilmektedir (Pinto ve Cunha Marques, 2015, s. 1108).

Genel olarak su tarifeleri, hacimsel olmayan tarifeler (sabit oran, sabit ücret, tek tip oran) ve hacimsel tarifeler (azalan blok oranı, artan blok oranı, mevsimsel oran) olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Geleneksel olarak hacimsel olmayan tarifeler daha yaygın kullanılsa da iklim değişikliği ve artan su kıtlığı nedeniyle hacimsel tarifelerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Su tarifelerinin türleri ve alt türleri aşağıda sıralanmaktadır:

Hacimsel olmayan tarifeler

- ✓ Sabit oran ya da sabit ücret,
- ✓ Tek tip oran,

Hacimsel tarifeler

- ✓ Azalan blok oranı,
- ✓ Artan blok oranı
- ✓ Mevsimsel oran

Tablo 2.9

Su Tarife Yapılarının Güçlü ve Zayıf Yönleri

HACİMSEL OLMAYAN TARİFELER			
Tarife Yapısı	Güçlü yönler	Zayıf yönler	Uygulama Alanı
Sabit oranlar	- Finansal istikrar, öngörülebilirlik sağlar. - Uygulanması kolaydır. - Talebe karşı koruma sağlar.	- Suyun verimli kullanımını teşvik etmez. - Maliyet geri kazanım seviyelerinin altındaysa, satın alınabilirliği zorlaştırır.	Su arzının geliştirme aşamasında olan bölgelerde uygulanması uygundur.
Tek blok	- Tarifenin uygulanması kolaydır. - Hacimsel yükü belirlemede esneklik sağlar. - Müşterilerin suyu verimli kullanmasını teşvik eder.	- Değişken blok kısmı kamu hizmeti için daha az gelir istikrarı sağlar. - Tüm konut müşterilerinin aynı ücreti ödemesi durumunda satın alınabilirliği zorlar.	Su talebinin giderek arttığı ülkelerde uygulanması daha uygundur.
HACİMSEL TARİFELER			
Tarife Yapısı	Güçlü yönler	Zayıf yönler	Uygulama Alanı
Artan blok oran	- Tüketicilerin su kullanımını azaltmaya teşvik eder. - Temel su ihtiyaçlarını karşılanabilir hale getirir.	- Tarife blokları verilere dayalı değildir. - Yoksul haneler daha yüksek tarife bloklarıyla karşılaşır. - Takibi ve yönetmesi karmaşık bir tarifiedir.	Su talebinin aşırı dalgalanmadığı ve temel hizmet yatırımının finanse edildiği durumlar için uygundur.
Azalan blok oran	- Şebeke gelirlerini güvence altına almayı ve maliyet kurtarma hedefine ulaşmayı sağlar. - Sabit bir ücretin geçerli olmadığı durumlarda hizmetin temel maliyetini yansıtmak için kullanılır. - Büyük müşterilere daha düşük tarifeler uygulayarak ekonomik kalkınmayı ve daha yüksek üretim seviyelerini teşvik eder.	- Su tasarrufunu teşvik etmez. - Tarife blokları ayarlarken veri seti değil, değer yargısı kullanılır. - Düşük gelirli müşterilere daha fazla yüklenilirken üst düzey müşteriler ortalamasının altında tarifeler düzenlenir.	Büyük endüstriyel müşterilerin, su tedarikleri için dağıtım ağının gerektirmediği şehirler için uygundur
Mevsimsel blok	- Sürdürülebilir tüketim ve talep dalgalanmalarından korur - Finansal istikrarı sağlar. - Talep yüksek olduğunda veya bulunabilirlik daha düşük olduğunda su tasarrufunu teşvik eder.	Mevsimsel turizm sezonunda nüfus artışına bağlı su talebi artışı turizm bölgesi sakinleri üzerinde baskı yaratır.	- Sadece belirli aylarda, mevsimlerde talep artışı olan şehir veya ülkelerde kullanılır. - Suyun kıt olduğu dönemde korumayı teşvik etmek ve tükenmeyi önlemek için de uygulanır.

Kaynak: Andres, vd., 2021, s. 19.

2.3.2.1 Hacimsel Olmayan Tarifeler

Bu tarife, yalnızca temel bir hizmet ücretinden oluşmaktadır. Hacimsel olmayan tarifelerde, tüm tüketicilerin (evsel, endüstriyel ve ticari) doğrudan tükettikleri su miktarı faturalandırılmaktadır. Bu tarife biçiminde, sabit oran (sabit ücret) ve tek tip oran olmak üzere iki farklı yapı bulunmaktadır.

- *Sabit Oran (Sabit Ücret):* Bu tarifiede, su tüketicilerinin tükettikleri su miktarına bakılmaksızın sabit bir ücret alınmaktadır. Tüketicilerin su kullanımını azaltmaya yönelik bir teşvik olmadığı için bu tarife, suyun verimli kullanımını teşvik etmemektedir (Chestnutt vd. 1997, s. 4). Örneğin, Japonya’da Tokyo, Avustralya’da Melbourne, Hindistan’da Delhi şehirlerinde konut su tarifelerinde sabit oran uygulanmaktadır. Türkiye’de ise Adana, Erzurum, Hatay, Ordu, Sakarya, Trabzon ve Van büyükşehirlerinde sabit oran (sabit ücret) tarifi kullanılmaktadır. Bu tarife, tüketiciler tarafından herhangi bir hesaplama yapılmadığı için oldukça anlaşılırdır.
- *Tek Tip Oranlar:* Bu tarifiede, su tüketicilerinden birim hacim başına aynı oranda ücret alınmaktadır. Hem yönetimi hem de tüketiciler tarafından anlaşılması kolay olduğu için küresel ölçekte birçok kamu hizmeti kuruluşu tarafından tercih edilmektedir. Ücretler, farklı sınıflar arasında değişebilir, ancak sınıflar içindeki oranlar sabittir. Örneğin, evsel su tüketicilerinden aynı oranda ücret alınırken, ticari kullanıcılar farklı bir oranda ücretlendirilmektedir. Avustralya’nın Sidney şehrinde tek tip su tarifi uygulanmaktadır.

2.3.2.2 Hacimsel Tarife Yapıları

Küresel olarak en çok kullanılan tarife yapıları arasında, azalan blok, artan blok ve mevsimsel oran gibi çeşitler bulunmaktadır. Bu tarifeler, farklı amaçlara göre düzenlenmiştir.

- *Azalan blok oran tarife yapısı:* Bu tarife yapısında, müşterilerden ardışık bloklar (sabit miktarlar) için birim başına daha düşük ücretler talep edilir. Azalan blok oranları, sabit ücretlerin yanı sıra uygulanabilir. Bu sistem özellikle büyük miktarlarda su kullanan endüstriyel veya ticari müşteriler için faydalıdır. Ancak, su tüketicilerinin su tasarrufu yapmalarını teşvik etmekte oldukça zayıf kalmaktadır.

Ayrıca, su talebinin ani artışı veya gelecekteki beklenmeyen su ihtiyaçları durumunda sistemin yeterli gelir elde etmesi zor olabilir. Bu oranda, suyun geçerli birim fiyatı artan kullanım ile birlikte azalmaktadır. Azalan blok oranları, endüstriyel büyümeyi teşvik etmek için tasarlanmış olsa da suyun verimli kullanımı konusunda bir teşvik sağlamaz (Katko, 1989, s. 99). Örneğin, İskoçya'nın Glasgow şehrinde azalan blok oran tarife yapısı kullanılmaktadır.

- *Artan (yükselen) blok oran tarife yapısı*: Bu oran yapısı, en iyi koruma odaklı oran olarak kabul edilmektedir (Chesnutt vd., 1997, s. 7). Artan su kullanımı ile birim su oranı artmakta ve su kullanıcılarından ardışık bloklar (kademeli miktarlar) için birim su başına daha yüksek oranlar tahsil edilmektedir. Böylelikle yüksek su kullanıcıları daha fazla ücret ödediğinden verimli su kullanımını teşvik etmektedir. Türkiye'de İstanbul, Ankara ve İzmir'de dahil olmak üzere 30 Büyükşehirin 23'ünde artan blok oran tarife yapısı kullanılmaktadır (Polat vd., 2023, s. 207).

Su tarifelerinin hacimsel kısım ve sabit kısım olmak üzere iki kısımdan oluşması da mümkündür. Tarifenin sabit kısmı, üretim ve idarenin sabit maliyetlerinin karşılanması ile ilgilidir. Suyun temel ödeneği, minimum bir fiyatla veya ücretsiz bir şekilde ilk bloktan verilmektedir. Ardından gelen su bloklarının tarife değerleri giderek artan oranlarda yüklenmektedir.

Artan blok tarifi su korumasını teşvik etmekle birlikte su kullanma eğilimi yüksek tüketiciler için dezavantajlıdır. Tarifede sağlanan suyun değeri ile ilgili su tüketicilerine güçlü sinyaller göndererek, tüketicilere su tasarrufu yapmaları ve suyu koruması konularında teşvikler sağlamaktadır. Korumanın getirdiği su kullanımındaki azalma, sistem altyapısı üzerindeki olası baskıları hafifletmektedir. Bu oran yapısının su korumasına yönelik vurgusu, sınırlı su kaynağı için çok faydalı bulunmaktadır.

Günümüzde su korumasını teşvik etmek tarifelerin en temel amaçlarından birisi olarak görülmektedir. Dolayısıyla artan blok tarife yapısının kullanımı artmaktadır. Bununla birlikte, korumayı sağlama derecesi büyük ölçüde tarife yapısıyla ilişkili oranlara bağlı olmaktadır.

Ma, Zhang ve Mu (2014)'de yaptıkları çalışmada, artan blok tarifesindeki su fiyatı bilgilerinin konut sakinlerinin davranışları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen kanıtlar orta gelirli konut sakinlerin, toplam ücretlerin toplam tüketime bölünmesiyle elde edilen birim su fiyatına tepki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu kanıt, artan blok tarifelerinin aslında orta gelir grubu için tek tip fiyatlandırma ile aynı muamele gördüğü ve en yüksek gelir grubunun fiyat değişikliklerine duyarlı olmadığı hipotezini desteklemektedir. Ayrıca düşük gelir grubundaki su kullanıcılarının da birim fiyata tepki verdikleri ve muhtemelen maksimum refahı elde etmek için farklı blokların fiyat çizelgelerindeki bükülme noktaları ile karşılaştırma yaptığını ortaya koymaktadır.

Mevsimsel oranlar: Mevsimsel oranlar, su talebinin yüksek olduğu dönemlerde su oranının daha yüksek, düşük olduğu dönemlerde ise daha düşük olduğu tarifelerdir (Chestnut vd., 1997, s.8). Bu oran yapısı, su kullanımında mevsimsel dalgalanmalar yaşayan sistemler için uygundur ve su kullanımındaki dalgalanmaları yansıtmak için tasarlanmıştır (Meran, Siehlow, vd., 2012, s. 7).

Mevsimsel oranlar, su korumasını teşvik ederek fazla su kullanımını azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, mevsimsel değişimlerin önemli olduğu bölgelerde, yoğun olmayan dönemlerde su kullanan tüketicilerin, yoğun dönemlerde maliyetlerin tüm yükünü taşımalarının engellenmesi amaçlanır. Bu oran yapısının avantajı, farklı dönemlerde su kullanımını adil bir şekilde dağıtabilmesidir.

Mevsimsel oran yapısı su korumasını teşvik ederek fazla kullanımı azaltmaktadır. Buna ek olarak bu oran yapısıyla; mevsime bağlı olarak nüfusun önemli ölçüde değiştiği bölgelerde, yoğun olmayan aylarda su kullanan müşterilerin, yoğun aylarda meydana gelen geri kazanım sistemi ile maliyetlerin tüm yükünü üstlenmeleri engellenmesi amaçlanmaktadır. Maliyetleri yoğun ve yoğun olmayan dönemler arasında adil bir şekilde dağıtmak için her dönem boyunca aralıklı olarak ortalama su kullanımını değerlendirmek gerekmektedir.

2.4 Su Kıtılığı ile Mücadelede Su Tarifelendirmesinin Rolü

Su kaynakları, su kullanıcıları tarafından hiç tükenmeyecek şekilde kullanılmaktadır. Bir akarsudan, gölden ya da herhangi bir su kaynağından temin edilebilen su, genellikle bedava bir doğal kaynak olarak kullanılmaktadır. Bu doğal kaynağa ilişkin bir tarifelendirme

yapılmaması suda israflı kullanıma sebep olmaktadır. Su tarifelerinde meydana gelecek artışın, su kullanımı ve tüketimi ile su hizmetlerindeki maliyeti karşılama konusunda olumlu etkilere neden olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. Aynı zamanda, maliyetin karşılanması finansal sürdürülebilirliği de sağlamaktadır. Böylece su tarifelerinde değişkenliğin önüne de geçilmektedir. Su tüketiminde planlanan denge durumu, su talebinde de aynı şekilde dengeli bir durum ortaya çıkarmakta ve aşırı talep de önlenabilmektedir. Tarifelendirme, suyun kıtlığı veya bolluğu hakkında bilgi sağlayarak kaynağın kullanım şeklini etkileyebilecek güçlü bir iletişim aracı olmaktadır (OECD, 2022, s. 2). Tarife yapıları, su kaynakları yönetiminin anahtarı olan talep seviyelerini finanse etmek ve yönetmek için önemli bir araçtır.

Düşük tarifelendirme, hizmetlerin yetersiz kalmasına ve hizmetlerin mekânsal kapsamını genişletmeye yönelik teşviklerin azalmasına neden olmaktadır. Düşük tarifelendirme finansal maliyetlerini geri alabilmek için yeterli gelir sağlamamakta ve su kullanıcılarına doğru ekonomik sinyaller göndermemektedir. Tarifenin kullanıcılara suyun kıt olduğu ve değerli bir meta olarak değerlendirilmesi gerektiği mesajını göstermesi gerekmektedir. Suyun doğru tarifelendirmesi, su kaynaklarının yönetimi ve kullanımı üzerinde meydana gelebilecek olumsuzlukları da yok etmektedir. Buna karşın, en temel hak ve hayati bir gereksinim olan suyun düşük gelirli insanlar için karşılanabilir olmaması, insanlar için büyük bir problem oluşturmaktadır.

Etkin bir tarife yapısı düzenlemek, su tüketimi için bir düzenleme politikası olarak kabul edilmektedir. Su tarifesi etkin bir şekilde uygulanmazsa ve etkinlikler iyileştirilmezse su güvenliği ciddi şekilde etkilenmektedir. Dünyanın birçok şehrinde su kıtlığı ile mücadele için bazı düzenlemeler yapılmaktadır. Örneğin; su kıtlığı maliyetini su kullanıcılarına yansıtmak amacıyla Su Çerçeve Direktifi su kullanımına vergi isteyen bir tarife yapısı oluşturmaktadır. Su tarifesinin su yönetimi kararlarını desteklemek için kilit bir araç olarak kullanılması gerektiği ve düşük fiyatlı suyun, sürdürülebilir olmayan kullanıma yol açtığı belirtilmektedir. Ancak düşük gelirli insanların yüksek su tarifesi düzenlemesinden zarar görmesini de engellemek gerekmektedir.

Berbel ve Exposito (2020)'de yaptığı çalışmada, Su Çerçeve Direktifi'ne üye ülkelerin su tarifesi düzenlerken, *su maliyetinin geri kazanılması ilkesi* ile çevre politikası aracı olarak su fiyatlandırmasının kullanımını da dikkate almaları gerektirdiğini açıklamıştır. Su

tarifesine, fiyatlandırma ile fiyatlandırma dışı araçları entegre etme gereksinimi olduğunu belirtmiştir. Maliyet kurtarma, mevcut ve gelecekteki su altyapılarının finansmanı için uygun bir politika olmaya devam edeceğini tespit etmiştir.

Etkili su tarifi su güvenliği ve karşılanabilirlik çerçevesinde düzenlenmektedir. Bu çerçevede gerçekleştirebilecek tek bir su tarife yapısı bulunmamaktadır. Bu nedenle, mevsimsel değişkenlik, hane geliri, su arzı ile su güvenliği vizyonunu dikkate alan ve gelecekteki olaylara da dayalı bir su tarifelendirme planlanması gerekmektedir.

2.5 Su Muhasebesi

21. yüzyıldaki en acil küresel problemlerinden biri, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik olarak su kıtlığı ile mücadele etmektir. Konuyu politika ve yönetim aracılığıyla ele alırken, yüksek kaliteli bilgiye erişim kritik öneme sahiptir (Godfrey vd., 2012, s. 123). Su ile ilgili sosyo-ekolojik risklere dair tüm tartışmalar günümüzde su kurumlarının merkezinde yer almaktadır. Dünya Su Konseyi'ne göre “su krizi sadece çok az suya sahip olmakla ilgili olmayıp”, su kıtlığının ekonomik büyümeyi de etkilemesi nedeniyle milyarlarca insanın ve çevrenin acı çektiği bir yönetim krizi olarak tanımlanmaktadır.

Su kıtlığı nüfus artışı, kentleşme, gıda ve enerji güvenliği, üretim ve tüketimdeki artış ve benzeri farklı faktörlerden etkilenmektedir. Bu sebeple suyu yönetmek, kontrol etmekle ilgili gereken bilgi ve teknikleri sağlayan doğru sistemlere gereksinim duyulmaktadır. Dünya Bankası'na göre su kıtlığı ve yüksek kaliteli su arzının azalması ekonomik büyümeyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin, suyun mevcut durumda bol olduğu Orta Afrika ve Doğu Asya gibi bölgelerde su kıtlığının ortaya çıkması ile, Orta Doğu gibi zaten suyun kıt olduğu bölgelerde kıtlığın daha derinleşmesi beklenmektedir. 2050 yılında suyun tarım, sağlık ve enerji üzerindeki etkilerine bağlı olarak bu bölgelerdeki Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın %6'sına mal olabileceği tahmin edilmektedir (World Bank Group, 2016). Su kıtlığı, su kaynaklarının yönetimi ve çoklu su kullanımı açısından giderek artan bir zorluktur. Su kıtlığıyla mücadele etmek, su kıtlığına katkıda bulunan ve/veya sonuçlarına katlanan farklı paydaşlar açısından su arzı ve talep dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasını gerektirmektedir.

Su muhasebesi, su kaynaklarının stok ve akışına, parasal ölçüm birimlerinin kullanılmasına, belirli muhasebe varsayımları ve muhasebe ilkelerinin gereksinimlerine

göre standartlaştırılmasına dayanan ve su ile çevre yönetimi, su tahsisi, raporlama, iletişim ve politika karar alanlarını bütünleştiren bir sistemdir (Karimi, Bastlaanssen ve Molden, 2012).

Su muhasebesinin, muhasebe ve yönetime dayalı amaçları vardır. Su muhasebesi bölgesel ya da merkezi su sorunlarının tespitini ve takibini kolaylaştırmaktadır. Su tüketimi ve bulunabilirliği ile ilgili konularda muhasebeye dayalı bilgiler esas alınmaktadır. *Su muhasebesi*; su bilgilerini hesaba katmak, bilgileri yönetmek ve kontrol etmek için yönetici sistemi sağlamaktadır. Bu açıdan su ile ilgili bilgilerin üretilmesi, toplanması ve ifşa edilmesi için muhasebeye dayalı mekanizma ve tekniklerin belirlenmesi esas alınmaktadır. Su muhasebesi için iki ana uygulaması bulunmaktadır:

- *Ekonomik Su Muhasebesi*, hidrolojik ve ekonomik bilgileri birbirine bağlamaktadır. Ayrıca su kaynaklarının mevcudiyetine, su kullanım yoğunluğuna ve verimliliğine ilişkin göstergelerin elde edilmesini sağlamaktadır.
- *Fiziksel Su Muhasebesi*, yalnızca suyun mevcudiyeti ve kullanımına ilişkin fiziksel bilgileri ilgili göstergelerle birlikte sunmaktadır.

İki uygulamada da *su muhasebesi*, su kaynakları dolaşım sürecini ve sürecin sonuçlarını yansıtmak ve kontrol etmek için su endüstrisine uygulanması gereken bir tür yönetim faaliyeti olarak değerlendirilmektedir. Su ile ilgili çeşitli konuların kullanımı ve yönetimi için bilgi sağlamada su muhasebesi çerçevesinin önemi gün geçtikçe artmaktadır (Mohammad-Azari vd., 2021, s. 1).

2.5.1 Su Muhasebesi Tanımı ve Önemi

Literatürde su muhasebesi ile ilgili birçok tanım bulunmaktadır. Bu tanımlar aşağıda ifade edilmektedir.

Molden ve Sakthivadivel (1999) su muhasebesini, bir strateji olarak su ile ilgili verileri farklı ölçeklerdeki kullanıcılar ya da belirli bir kullanımdan kaynaklanan tüketimler arasındaki ilişkiyi gösteren bir kavram olarak tanımlamıştır.

The CEO Water Mandate (2014) çalışmasında su muhasebesi, su yönetimiyle ilgili mevcut durumu analiz etmek için veri toplama ve bu verilerin kullanıma sunulması eylemi olarak tanımlanmıştır.

Karimi vd. (2013)'ye göre, küçük veya büyük havzalarda su kullanımının temel çerçevesini belirleyen, suyun çekilme ve tüketimi arasındaki farkı gösteren, ayrıca su ile toprak verimliliği arasındaki etkileşimi net bir şekilde ortaya koyan yöntemleri su muhasebesi olarak tanımlamaktadır.

Russell ve Lewis (2014)'a göre su muhasebesi, tüketicilerin hesap verebilirliğini yerine getirebileceği bir mekanizma olarak kabul etmektedir.

Su muhasebesi, verimliliği ve şeffaflığı teşvik etmek için yararlı bir araç olarak kabul edilmektedir (Momblanch vd., 2018, s. 63).

Birleşmiş Milletler (2012) su muhasebesini, su kaynaklarının tahsisi, altyapı yatırımı, su yönetiminin tüketiciler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve standartlaştırılmış bir bilgi sistemi aracılığıyla doğru kararlar alabilmek için su yöneticilerine yardımcı olan bir araç olarak tanımlamaktadır (UN, 2012).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2016) su muhasebesini, doğal, bozuk veya yoğun mühendislik gerektiren ortamlarda suyun stokları, akışları (kaynaktan lavabolara) ile ilgili tüm bilgilerin sistematik olarak elde edilmesi, analiz edilmesi ve iletilmesi olarak tanımlamaktadır (FAO, 2016).

Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI)'ne göre su muhasebesi, suya ilişkin haklar ve suya ilişkin yükümlülüklerin tespit edilmesi, tanınması, ölçülmesi, raporlanması, temin edilmesi ve yayınlanmasını kapsayan sistematik bir süreci ifade etmektedir.

Yukarıdaki tanımlar göz önüne bulundurularak su muhasebesi ilgili şöyle bir tanım yapılabilir.

Su muhasebesi, kullanılan ve mevcut su ile ilgili şeffaf, nitelikli, karşılaştırılabilir bilgi sunan, suyun verimli kullanılabilmesine yönelik bilgi sağlayan ve bu bilgileri ilgili kullanıcılara su raporları aracılığıyla sistematik ve dinamik bir şekilde ileten muhasebeye dayalı bir bilgi sistemidir.

Peranginangin vd., (2004) yaptığı çalışmada su muhasebesi prosedürünü yeraltı suyunu da dahil ederek Endonezya'da bir nehir havzasına uygulamıştır. Bu çalışma, su muhasebesini gelecekteki su yönetimini iyileştirmek, potansiyel su kullanım performansını ve mevcut su kaynaklarını artırmak için bir araç olarak kullanmaktadır.

Yang (2006)'a göre gıda ticareti konusunda su kullanım verimliliğini, uluslararası ihracatçı ve ithalatçı ülkeler ile ülke seviyelerinde değerlendirme yapmayı kapsamaktadır. Bu çalışma su kıtlığının küresel sanal su ticareti üzerindeki sınırlı etkisi, su kullanım verimliliği ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri konusunda farkındalık yaratması ve su muhasebe bilgisine dayandırılması sebebiyle önem taşımaktadır.

Lecina vd. (2011)'e göre sulama uygulamalarının ve altyapıların üretken etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan sulama performans analizi ve hidrolojik suya odaklanan su kullanımı etkilerine dayalı olarak sulanan alanların değerlendirilmesi için birleşik bir yaklaşımın geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Bu çalışma ABD'nin en kurak ikinci eyalet olan Utah'ta su muhasebesi kapsamında sulama verimliliğine dayalı geleneksel analizin sınırlamaları ve hidrolojik yanlış anlamaları ortadan kaldırmayı hedeflemiştir.

Karimov vd. (2012) yaptığı çalışmada su tasarrufu potansiyelini ve bu tasarrufları elde etmenin yollarını belirlemek için yapılandırılmış bir yöntem oluşturarak, yöntemi Orta Asya'daki Syrdarya nehir havzasında uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda tasarrufların kapsamını ve kazanımları gerçekleştirme stratejilerini belirlemek için su muhasebesinin kullanılması ile Orta Asya'nın en büyük nehri Syrdarya nehir havzasının kıtlıkla mücadelede ve kıtlığı yönetmede önem taşıdığı belirtilmiştir.

Momblanch vd. (2014)'ye göre çalışmada iklim değişikliği ve çevresel gereksinimlerin sıkışması ile şiddetlenen su talebindeki artışın ekonomik kullanımlar için mevcut su kaynaklarında azalmaya yol açmasına bağlı olarak su kaynaklarının planlanması ve yönetimine odaklanmıştır. Çalışma ile Avustralya Genel Amaçlı Su Muhasebesi sisteminin, su kaynaklarının etkili yönetimindeki faydasını artırmada en uygun yöntem olduğu gösterilmiştir.

Han vd. (2016)'a göre çalışmada su tüketiminin tam resmini ortaya çıkarmak için dokuz alt projeyi içeren tüm bir bina inşaat mühendisliği projesi için sanal su muhasebesinin sunulmasını amaçlamıştır. Bu çalışma, bina projesinin su tüketimini ölçmeye yönelik ilk girişim olması açısından önem taşımaktadır. Çalışma, Çin'in Başkenti Pekin'de bir dizi önemli ticari binanın inşaat mühendisliğini bir vaka çalışması olarak seçerek su muhasebesi ile ilgili veri üretmektedir.

Dutta vd. (2017)'a göre Avustralya'da Ulusal Su Muhasebesi için büyük ölçekli bir nehir sistemi modelinin geliştirilmesi ve uygulanmasını amaçlamıştır. Avustralya'da ulusal su muhasebesi için Avustralya Su Kaynakları Değerlendirmesi Nehir Sistemi modeli (AWRA-R) adı verilen kıta ölçeğinde bir nehir sistemi modeli, bir düğüm-bağlantı mimarisi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Model, büyük hidrolojik süreçleri içermektedir. Avustralya Meteoroloji Bürosu tarafından kıta ölçeğinde su muhasebesi için operasyonel hale getirilen AWRA-R Modeli, hesaplanan farklı hacmi önemli ölçüde azaltarak ulusal su hesabında iyileştirmelere katkıda bulunmuştur.

Hunink vd. (2019) yaptığı çalışmada iklim değişikliği sonuçlarını sentezlemek için tek bir su muhasebesi çerçevesinin uygulanmasını amaçlamaktadır. Bu çalışma, su kaynaklarının mevcudiyeti ve birden fazla havzada kullanımı üzerindeki iklim etkilerinin standart bir şekilde incelenmesine izin veren basitleştirilmiş bir su muhasebesi çerçevesini Avrupa genelinde beş farklı nehir havzasına uygulayarak sunmuştur.

Başta su kaynakları olmak üzere, doğal kaynak yönetimi açısından doğru ve güncel bilgiye erişimde ciddi bir kısıtlama yaşanmaktadır. Önemli ve temel verilerin işlenmesi, saklanması konusunda birçok ülkede önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bununla birlikte, veri setlerinde yer alan bilgilere erişim, verilere sahip olan departman ve kuruluşlar ile sınırlıdır. Bundan dolayı daha geniş kullanımla elde edilebilecek bilgilerin sınırlandırılmasına sebep olmaktadır. Su kaynakları ile ilgili bilgilere erişimin olmaması büyük endişeye sebep olmaktadır. Su kullanımı ile ilgili bilgilere kullanıcılar ve yöneticiler için anlaşılabilir, kanıta dayalı karar desteği ve politika oluşturmaya imkân sağlayan, su kaynakları ile ilgili veri setlerine gereksinim duyulmaktadır.

Su muhasebesi, yağış, nehir ve yeraltı suyu akışları yoluyla sisteme giren su miktarını, buharlaşma ve su akışları yoluyla bir sistemden çıkan su miktarını ölçmek için denge yaklaşımını kullanmaktadır. Bir muhasebecinin gelirler ve giderler arasındaki dengeyi değerlendirmesi gibi, su muhasebe çerçevesinin önemli bir kısmı bir depodaki gelen ve giden su akışları arasındaki fark yoluyla depolamadaki değişimi karşılaştıran su dengesinin değerlendirilmesidir. Su yöneticilerinin bir havzanın niceliksel bir riskle karşı karşıya olup olmadığını anlamalarına, kuraklık ve su kıtlığı durumlarını belirlemelerine ve izlemelerine yardımcı olmaktadır. Havzada tükenen miktarlar daha sonra kullanım amacına göre, faydalı olup olmadığına göre sınıflandırılmaktadır. Küresel olarak su krizi sorunları ve

nüfusun artması su güvenliğinde tehlike oluşturmaktadır. Su kaynakları yönetimini iyileştirmek için gerekli tedbirler alınmazsa, su krizleri sosyal ve ekonomik yöndeki ilerlemeleri tehlikeye atmaktadır.

Muhasebe prosedürleri ve standartları, tüm sektörler arasında su yönetiminin değerlendirilmesi için evrensel olarak uygulanabilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu yaklaşımın amacı, birden fazla veri kaynağını tutarlı bir bilgi sisteminde birleştirmek için çerçeve sağlamaktır. Hidrolojik döngü, su kalitesi, su temini ve kanalizasyon endüstrileri, su ücretleri, harçlar, savunma ve restorasyon harcamaları, finansman, su arıtma ve su düzenleme gibi suyla ilgili ekosistem hizmetlerini kapsayan birçok su hesabı türü bulunmaktadır. Ancak çoğu ülke artan su kıtlığının sosyo-ekonomik sonuçlarını öngörmek ve bunlara uyum sağlamak için yeterli altyapıya sahip değildir.

2.5.1.1 Su Muhasebesinin Tarihsel Gelişimi

Su kaynaklarının yönetilmesi, su kullanımı ve suyu kullanan sektörler arasındaki gereksinimlerin dengelenmesi için bilinçli kararların alınmasını sağlamaktadır. Su muhasebesi, hidrolojik süreçleri, suyun çeşitli sektörlerde dağıtımını, su tüketimini ve ekosistem hizmetleri gibi konuları içeren bir su kaynakları raporlama metodolojisi sağlamaktadır.

Su muhasebesi, su hacimleri ve akışlarına ilişkin temel muhasebe işlemleriyle birlikte, suyun erişilebilirliği, belirsizlik ve yönetişimi gibi konulara odaklanmaktadır. Bu nedenle su muhasebesi, su kıtlığının zorluklarını ele almayı amaçlayan herhangi bir girişimi desteklemek amacıyla önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Avustralya Meteoroloji Bürosu, Uluslararası Su Muhasebe Enstitüsü (IWMI) gibi çeşitli kuruluşlar, su muhasebesi ile ilgili standart çerçeveler geliştirmek amacıyla bir araya gelmişlerdir. Geliştirilen çerçeveler, farklı amaçlar, varsayımlar, araçlar, yaklaşımlar ve veri gereksinimleri için kullanılmaktadır. 2004 yılında Ulusal Su Girişimi, Avustralya’da su raporlamasını geliştirerek su yönetimini modernleştirmeyi amaçlamıştır. 2006 yılında “Sinclair Knight Merz” şirketi su muhasebesine yönelik envanter yapmıştır. İlgili rapor, su muhasebesinin yanlış tanımlandığını tespit etmiş ve su hesaplarının ulusal olarak standartlaştırılmış bir şekilde hazırlanması gerektiğini belirtmiştir. Rapor finansal muhasebe tekniklerinin su muhasebesine uyarlanması çağrısında bulunmuştur. Bu sebeple rapor, kolayca eşleştirilebilen şeffaf, denetlenebilir su

hesapları oluşturmak için çift girişli defter tutmanın benimsenmesini tavsiye etmiştir (SKM, 2006, s. 28). Benzer şekilde rapor *tahakkuk esaslı muhasebenin* benimsenmesini tavsiye etmektedir (SKM, 2006, s. 16). Su ticareti veya duyurulan su tahsislerinin, yürürlükteki anlaşmalara rağmen henüz gerçekleştirilmediği durumlarda su tahakkukları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle tahakkuk kavramı, gerçek su akışları ile su taahhütleri arasında daha uygun bir eşleştirme tekniği sunmaktadır.

2006 yılında, Avustralya Su Muhasebesi uygulaması stok sayımı ve analiz olarak açıklanmıştır. Stok sayımı ile ilgili hazırlanan stok sayım raporu, su muhasebesini ülke çapında geçici bir şekilde geliştirmiştir. Stok sayım raporu, su işletmelerinin yönetim gereksinimleri ve diğer su kullanıcılarının gereksinimlerine yönelik olarak finansal muhasebeye benzer bir disiplinle su muhasebesinin kurulmasını tavsiye etmektedir. Stok sayım raporu; su ile ilgili bilgilerin tanımlanması, ölçülmesi, kaydedilmesi ve raporlanmasına yönelik tutarlı ve sistematik yaklaşımın uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Water Act, 2007).

2006 yılında stok sayımı ve analizi raporu, su bilgisi kullanıcılarına tutarlı ve sistematik bilgiler sağlamakla birlikte basit gibi görünen fakat yanıtları henüz mevcut olmayan su bazı eksikliklere de sahiptir.

Stok sayım raporunda yanıtları olan sorular aşağıda sıralanmaktadır (Sinclair Knight Merz, 2006):

1. Mevcut su miktarı ne kadardır?
2. Suyu kullanma hakkı kimdedir ve ne kadar kullanma hakkı bulunmaktadır?
3. Su mevcudiyeti görünümü ne demektir?
4. Nehirlerde ve akiferlerdeki su ne kadar değişmektedir?
5. Yapılan su ticareti miktarı ne kadardır?
6. Buharlaşıma ve sızıntı nedeniyle ne kadar su kaybedilmektedir?
7. Tahsis edilen su miktarı ne kadardır?

2007 yılında, Avustralya'da sanayi, çevre grupları, akademisyenler, su ve muhasebe uzmanlarından oluşan bağımsız bir uzman grubu Su Muhasebesi Geliştirme Komitesini kurmuştur. Komitenin kurulmasının temel amacı, su muhasebesi standartlarının Su Muhasebesi Geliştirilme Projesi aracılığıyla hazırlanmasıdır. Ulusal Su Muhasebesi Geliştirme Projesi 2007 yılından 2010 yılına kadar çalışmalarına devam etmiştir. Bu proje

Ulusal Su Standartlarını Yükseltme programı aracılığıyla finanse edilmekteydi. Standartların geliştirilmesi sürecinde kullanıcı gereksinimleri ve finansal muhasebe analojisinden faydalanılmaktadır.

2007 *Commonwealth Su Yasası*, su bilgisinin ulusal önemini teyit etmek amacıyla su muhasebesinde yeni işlevler belirlenmiştir. 2008 yılında, su muhasebesi geliştirme projesinin sorumluluğu Avustralya Meteoroloji Bürosuna devredilmiştir. Bu yasa ile Meteoroloji Bürosuna, ulusal su hesabı üretmek, ulusal su bilgi standartlarını yayımlamak, su bilgilerini toplamak, yayımlamak, düzenli ulusal su kaynakları değerlendirmeleri yapmak, yıllık Ulusal Su Hesabı yayımlamak, düzenli su mevcudiyeti tahminleri sağlamak ve su muhasebesini bir disiplin olarak geliştirmek gibi sorumluluklar verilmiştir. Bu yasa, ulusal su hesaplarının geliştirilmesine özel bir önem vermektedir. Su hesaplarının geliştirilmesi su kaynakları bilgilerini en üst düzeye çıkarmaya ve optimal tahsis için yönetim stratejileri tasarlamaya yardımcı olmayı amaçlamaktaydı.

2009 yılında *Su Muhasebesi Standartları Kurulu*, Avustralya Meteoroloji Bürosuna bağlı bir danışma kurulu olarak kurulmuştur. Böylece su muhasebesi standartlarının geliştirilmesinden sorumlu kurum Meteoroloji Bürosu olmuştur. Danışma kurulu su uzmanları, muhasebeciler, sanayi temsilcileri, akademisyenler, çevre örgütleri ve politikacılardan oluşmaktadır. 2014 yılına kadar Su Muhasebesi Standartları Kurulu, su muhasebesi standartlarının geliştirilmesi ve Ulusal Su Hesabında uygulanabilmesi amacıyla tavsiyelerde bulunmuştur.

Danışma kurulu, Su Muhasebesi Standartları kavramsal çerçevesini geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Danışma Kurulu standart geliştirme sürecini güvence standardını yayımlayarak noktalamıştır. Su Muhasebesi Standartları Kurulu ve Su Muhasebesi Geliştirme Komitesinin en temel işlevi, su muhasebesi standartlarının tüm gereksinimlere cevap verecek şekilde geliştirilmesi olarak belirlenmişti.

Genel amaçlı su muhasebesi raporlarından Avustralya Su Muhasebe Standardı 1 (AWAS 1) 2012'de yayımlanmıştır. Standart, genel amaçlı bir su muhasebesi raporunun hazırlanmasına ve sunulmasına ilişkin temelleri belirlemektedir. Genel amaçlı su muhasebe raporlarından kalemlerin tanınması, miktarının belirlenmesi, sunumu ve raporu için gereklilikleri ortaya koymaktadır.

Su Muhasebesi Standartları Kurulu, genel amaçlı su muhasebesi raporlarına ilişkin güvence görevleri için Avustralya Su Muhasebesi Standardı 2: Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarına İlişkin Güvence Taahhütleri (AWAS 2) yayımlanmıştır.

Bu standardın amacı, genel amaçlı su muhasebesi raporlarının güvence altına alınması için yol göstermektedir. Güvence olarak adlandırılmasının nedeni, kullanıcı güvenini artırmaktır. Güvence, genel amaçlı su muhasebesi raporunu gözden geçiren ve hazırlanan su raporunun Avustralya Su Muhasebesi Standardı 1'e ne ölçüde uygun hazırlandığını değerlendiren niteliğe sahiptir. Standartların tamamlanması, su reformu için önemli bir kilometre taşını işaret etmektedir. Su muhasebesi standartları isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır. Genel amaçlı su muhasebesi raporları hazırlanırken dikkat edilmesi gereken çerçeve, Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi ve Su Muhasebesi Standartları olmaktadır.

Standartlaştırılmış Su Muhasebesi (SWA), su yöneticilerinin hesap verebilirliğini artırabilmektedir. SWA, Avustralya'da yakın zamanda benimsenen, finansal muhasebe metodolojisini ve formatını kullanan, ancak suyu parasal miktarlar yerine fiziksel miktarlarda ölçen, suyun muhasebeleştirilmesine yönelik yenilikçi yeni bir yaklaşımdır. Su muhasebesi raporları çoğu zaman su yöneticileri tarafından hazırlanmaktadır. Su kullanıcıları, çevre örgütleri, denetçiler, finansörler, yerel yönetimler, araştırmacılar, planlamacılar ve politika yapıcılar da rapor için gereken bilgileri sağlamaktadır (Vardon ve Lenzen, 2007, s. 656).

Sürdürülebilirlik çerçevesinde finansal olmayan bilgi niteliğindeki su konusu, Global Raporlama İnisiyatifi (GRI) standartları çerçevesinde su raporlaması gerekliliklerini ortaya koymuştur. Bu nedenle, konuya özgü GRI 303 Su Standardı ile suya yönelik etkilerin raporlanması, ilk olarak çevre muhasebesi altında ele alınırken, günümüzde su muhasebesi olarak değerlendirilmektedir. GRI standartları temelinde su raporlaması uygulanmaya başlanmıştır. Kamu Gözetimi Kurumu (KGK) tarafından Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları (TSRS) yayımlanmıştır. Su raporlaması, su muhasebesinin bir çıktısı olmasına rağmen, sürdürülebilirlik standartlarında yalnızca su raporlamasının gereklilikleri yer almaktadır. TSRS'de su muhasebesi ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır.

2.5.1.2 Finansal Muhasebe ve Su Muhasebesi İlişkisi

Su muhasebesi, iş faaliyetlerinin su kullanıcıları üzerindeki etkileri ile ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinin entegre olduğu bir sinerji olarak görülmektedir. Su muhasebesi, su giriş ve çıkışlarının muhasebeleştirilmesi, takip edilmesi ve ilgili kullanıcılara rapor aracılığıyla iletilmesine yönelik teknikler kullanması sebebiyle finansal muhasebeye benzetilmektedir (Russell ve Thomson, 2009).

Ekonomist Dieter Helm doğal sermayeyi, “*doğanın bize ücretsiz olarak sağladığı her şey*” olarak açıklamaktadır. Helm’e göre doğal sermaye, muhasebe ve ekonominin merkezindedir (Helm, 2015). Finansal muhasebenin toplum ve çevre ile ilgili konulara entegrasyonun sağlanması önerilmektedir. Günümüzde muhasebe disiplini ekonomi, sosyal, çevresel ve etik yönleri vurgu yaparak çevreye odaklanmaktadır. Tablo 2.10’da Avustralya su muhasebesi ve finansal muhasebe arasındaki farklar gösterilmektedir.

Tablo 2.10

Avustralya Su Muhasebesi ile Finansal Muhasebe Arasındaki Farklar

Su Muhasebesi		
Ölçüm özelliği	Ölçü birimi	Muhasebe faktörleri
Hacim	Metreküp (m ³)	- Su hesaplama hacmi (m³) - Su varlıkları, - Su yükümlülükleri, - Net su varlıkları, - Su varlıklarındaki değişiklikler, - Su yükümlülüklerindeki değişiklikler
Finansal muhasebe		
Ölçüm Özelliği	Ölçü Birimi	Muhasebe Faktörleri
- Tarihsel maliyet, - Değiştirme maliyeti, - Net gerçekleştirilebilir değer, - Bugünkü değer, - Gerçeğe uygun değer	Para birimi	- Varlıklar, - Yükümlülükler, - Özkaynaklar, - Gelir, Gider, Kâr

Kaynak: Hong ve Zehui 2018, s. 4.

Faaliyetleri ve süreçleri ölçülebilir terimlerle değerlendirmek, işletmeleri ve toplumları yönetmeye yönelik bir araç sağlamaktadır. Muhasebe gibi ölçüm uygulamalarının kullanılması, bir bireyin faaliyetlerini ve kurumsal sonuçlarını anlamak için belirli bir merceğin benimsenmesine yardımcı olmaktadır.

Finansal muhasebede birincil ölçü birimi para birimi iken, su muhasebesinde ölçü birimi hacim olup metreküp (m^3) ile ölçülmektedir. Su muhasebesi varlıkları, işletmelerin varlıkları olabileceği gibi coğrafi bölgeler veya su sistemleri de su varlığı olarak kabul edilebilmektedir. Su raporu hazırlayanlar finansal raporu hazırlayanlar gibi, işletme departmanına bağlı değil, farklı bir kuruluşa bağlı olması gerekmektedir. Su yönetim planlarına uygunluğun açıklanması, yönetimin hesap verme sorumluluğunun yerine getirilmesi için faydalıdır.

İki muhasebe türü arasında benzerlikler de vardır. Su muhasebesinde, finansal muhasebenin temel finansal tabloları olan bilanço ve gelir tablosu gibi su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosu ile su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler tablosu da tahakkuk esasına göre hazırlanmaktadır. Fiziki akış tablosu, nakit esasına göre hazırlanmaktadır. Su muhasebesi ve finansal muhasebenin her ikisinde de nakit esası ile tahakkuk esası kullanılmaktadır.

Su muhasebesi, finansal muhasebede olduğu gibi karar alma ve değerlendirme yapabilmek için birden fazla paydaş içermektedir. İki muhasebe türünde de sonuçları analiz etmek ve yorumlamak için birkaç yıllık karşılaştırmalı verilere gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca rapor edilen işletme hakkında her iki muhasebe türü de nicel ve nitel bilgi sağlamaktadır.

Finansal muhasebe ile uyumlu standart ve uygulamaları izleyen genel amaçlı su muhasebesi, dinamik bir şekilde gelişmektedir. Muhasebe alanındaki birçok değişiklik daha önce mevcut olmayan muhasebe uygulamalarının durumuna, daha önce bulunmayan yeni alanlara uygulanmaktadır. Finansal muhasebe ile ilgili önemli kayıt ve raporlama yapılarını, su muhasebesi de benimsenmektedir.

2.6 Su Muhasebesi Sistemleri

Su muhasebesi, bir su havzası bağlamında suyun kullanımını, tükenmesini ve üretkenliğini analiz etmek için kullanılan bir prosedürdür. Su muhasebesi, hidrolojik süreçleri, yönetilen su akışlarını ve nehir havzalarındaki su kullanımından kaynaklanan hizmetleri

bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. Su tüketicileri, en iyi tahminleri temsil eden kaynaklardan toplanan veriler ve belirli süreçlerin değerlendirmeleri ile su ile ilgili en doğru veri setlerini sağlamaktadır. Suyu yönelik bilgi gereksinimleri farklı şekillerde kullanıldığında muhasebe temelli çözümler mümkün hale gelmektedir. Suyu ölçmek ve raporlamak için oluşturulan su muhasebe sistemleri şu şekilde sıralanabilir:

- Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (SEEA)
- Su Ayak İzi Muhasebesi (WFA)
- Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) Su Muhasebesi Sistemi
- Genel Amaçlı Su Muhasebesi (GPWA)

2.6.1 Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (SEEA)

Bazı muhasebe sistemleri, parasal değerlendirmeye ilişkin zorluklar nedeniyle fiziksel muhasebe üzerinde odaklanmıştır. Özellikle bazıları parasal muhasebe yaklaşımlarını kullanmalarına rağmen, milli gelir hesaplarını çevre hesaplarını da kapsayacak şekilde geliştirmek yerine sektörel verilere odaklanmışlardır. Birleşmiş Milletler tarafından önerilen SEEA, Gayrisafi Millî Hasıla (GSMH) hesaplarını çevre muhasebesini de kapsayacak şekilde genişletmeyi önermiştir.

SEEA su muhasebesinin temelinde, ekonomi ile çevre arasındaki su stoklarını ve akışlarını mümkün olduğu kadar eksiksiz kaydeden bir muhasebe yaklaşımıdır. Suyun ekonomideki rolü, çevre ve su ile ilgili ekonomik faaliyetler arasındaki ilişkinin analizlerini içermektedir. Su hesaplarını oluşturan kavram ve tanımlar, ekonomik gelişme durumları, su kaynakları ve kullanımlarındaki farklılıklara bakılmaksızın tüm ülkelerde geçerli olacak şekilde tasarlanmıştır.

Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi ilk kez 1987 yılında yayımlanan Bruntland Raporu'nda yer almıştır. Birleşmiş Milletler, Avrupa Komisyonu, Gıda ve Tarım Örgütü, Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü, Uluslararası Para Fonu ve Dünya Bankası Grubu tarafından halen geliştirilmeye devam etmektedir. SEEA karar verme, politika geliştirme ve değerlendirmeyi kapsayan çok amaçlı bir sistemdir. İlk olarak, özet bilgiler karar vericilerin odak noktası olan çevre sorunlarına ve alanlarına uygulanmaktadır. İkinci olarak, çevredeki değişimin temel itici güçlerinden bazılarını kapsayan ayrıntılı bilgiler,

politika konularının daha zengin bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için kullanılmaktadır. Üçüncüsü, SEEA’da yer alan veriler, ülke içinde, ülkeler arasında, küresel düzeyde farklı politika senaryolarının ulusal ve uluslararası ekonomik ve çevresel etkilerini değerlendirmek için tasarlanan modellerde ve senaryolarda kullanılmaktadır.

SEEA çevre ve ekonominin ilişkisini ölçmek için uluslararası düzeyde kullanılan istatistiksel bir standarttır. Çevre ile ilgili verilerin ekonomik muhasebe ile tutarlı bir şekilde muhasebeleştirilmesi için uluslararası bir standart ve entegre çerçeve sunmaktadır. Aynı zamanda çevresel verileri ulusal hesaplara entegre etmede küresel olarak kapsamlı bir çerçeve sağlamaktadır. SEEA, çevre ve ekonomi arasındaki karmaşık ilişkilerin resmini ortaya koymayı amaçlamaktadır. SEEA, “çevresel-ekonomik muhasebe” için uluslararası kabul edilmiş ilk standarttır (United Nations, 2017, s. 4). Çevresel-ekonomik muhasebe sistemi, çevrenin ekonomiye olan katkısını ve ekonominin de çevre üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla ekonomik ve çevresel bilgi sağlayan genel bir çerçeve sunmaktadır (Paris ve Kates, 2001, s. 42). Başka bir deyişle, SEEA çevre ile ekonomi arasındaki etkileşimlerin anlaşılmasını sağlayan kavramsal bir çerçeve sağlamaktadır.

SEEA su hesapları, birden fazla veri kaynağının tutarlı bir bilgi sisteminde birleştirilmesine yönelik bir çerçevedir ve su yönetimine entegre bir yaklaşımı desteklemektedir. Hesapların düzenli olarak derlenmesi analitik amaçları gerçekleştirmesi açısından önem taşımaktadır. Ülkelerin su hesaplarını geliştirirken zamansal ve mekânsal hususları da değerlendirmesi gerekmektedir.

Çevresel-Ekonomik Hesaplar, sektörlerin su kullanımı ile ilgili bilgileri çeşitli istatistikler ile tek bir bilgi sisteminde toplayan bütünleşmiş bir su takip sistemi yaklaşımıdır. Sistem aynı zamanda ekonomik bilgiler ile hidrolojik bilgileri tutarlı şekilde sunan kavramsal çerçeve ve hesaplar dizisi sunmaktadır. SEEA hidrolojik sistemin ekonomi ile bağlantılarını kaydetmek amacıyla üç ana hesap türü bulunmaktadır:

- i. **Fiziksel akış hesapları:** Su için çevresel-ekonomik muhasebe sistemine ait ilk hesap çevre ve ekonomi arasındaki fiziksel su akışlarını kaydetmektedir. Su akışının ekonomiye etkisi ve suyun çevreye geri dönüş akışını kaydetmektedir.
- ii. **Fiziksel varlık hesapları:** Bir hesap dönemi boyunca hidrolojik döngüyü bu hesaplar tanımlamaktadır. Mevcut durumdaki su stokları ve bu stokların bir

hesap dönemi boyunca tükenmesi, tüketimine yönelik bağlantılar da bu hesapta sunulmaktadır.

iii. ***Ekonomik hesaplar:*** Fiziksel akış ve fiziksel varlık hesaplarına ek olarak, su talebi ve su arzına yönelik maliyetler ve su finansmanı ile ilgili bilgileri sunmaktadır. Fiziksel varlık hesapları ve ekonomik hesapları uluslararası kabul görmüş bir metodolojik belgedir.

SEEA’da su hesapları aracılığıyla çevresel ve ekonomik bilgiler arasında direkt olarak karşılaştırmalar yapılmaktadır. Yapılan karşılaştırmalar, çevresel-ekonomik değişimlerin daha net anlaşılmasına yönelik eksiksiz bir yöntem sunmaktadır (Murray-Darling Basin Authority, 2024). SEEA ekonomi ile çevre arasında etkileşimi ölçmek için ayrıntılı bir muhasebe sistemi sunmakta ve dört aşamadan oluşmaktadır.

Aşama 1. Çevre ile ilgili varlıkların ayrıştırılmasını içeren ilk aşama, çevrenin aşınmasını önlemek amacıyla gerçekleşen tüm harcamaları incelemektedir. Su stoklarındaki değişimleri ayrıntılı analiz etmektedir. Su kaynaklarının farklı sektörlerdeki kullanımlarını tespit etmek için detaylandırılmış verileri kapsamaktadır.

Aşama 2. Fiziksel olarak çevre ile ekonomi arasındaki ilişkileri ölçmeyi hedeflemektedir. Ekonomik hesaplarda kullanılan parasal değerlerin tespiti için fiyatların uygulanabileceği fiziksel miktarlar ikinci aşamada tespit edilmektedir. Fiziksel hesapları belirleyen bu aşama fiziksel değerlerle parasal değerleri ilişkilendirmektedir.

Aşama 3. Parasal değerler ile fiziksel değerler arasındaki ilişkiyi amaçlara göre farklı değerlendirme teknikleri kullanarak belirlemeye çalışmaktadır. Birbirinden farklı değerlendirme teknikleri arasında koruma maliyeti ve ödeme isteği gibi yaklaşımlar bulunmaktadır. Ayrıca çevrenin yatırım, gelir, üretim ve refah üzerindeki etkileri de üçüncü aşamada belirlenmektedir.

Aşama 4. Son aşamada su çevresel hizmetlerle ilişkilendirilerek kullanımına yönelik değerlendirmeleri içermektedir.

SEEA hesaplarının iki temel özelliği bulunmaktadır. Birincisi çevresel ve doğal kaynakların üretken mal varlıkları olarak değerlendirilmesidir. Çevresel ve doğal kaynaklar ülke refahına ait bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmenin temel amacı, mal ve hizmetlerin üretiminde çevresel ve doğal kaynaklara yönelik etkilerini

ölçmektedir. İkinci özellik ise SEEA hesaplarının, çevre ve ekonomi arasındaki etkileşimin sağlanması ve değerlendirilmesi ile ilgili çerçeve sağlamaktadır (Güzel, 2001, s. 3).

2.6.2 Su Ayak İzi Muhasebesi

Su muhasebesi sistemlerinden biri olan su ayak izi muhasebesi, 2002 yılında Hoekstra tarafından geliştirilmiş olup, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü-Su Eğitimi Enstitüsü (UNESCO-IHE)'nde ortaya konulmuştur (Hoekstra, 2003). Ardından Twente Üniversitesi ve Su Ayak İzi Ağı (WFN) iş birliği ile geliştirilmiştir (Hoekstra ve Chapagain, 2008).

Hoekstra vd. (2011, s. 23)'e göre *su ayak izi*, birim zamanda tüketilen ve kirletilen su miktarını hesaplamaktadır. Bireyin ya da toplumun kullandığı malların ve hizmetlerin üretiminde tüketilen veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarı, bir bireyin, toplumun ya da bir sektörün su ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Su ayak izi hesaplaması veya Su ayak izi değerlendirmesi olarak da adlandırılan bu sistem su kullanımının su kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirerek, insan faaliyetlerine su kaynaklarının tahsis edilmesini ölçebilecek geniş bir değerlendirme sürecinin göstergesi olmaktadır. Su ayak izi muhasebesi, su kullanımının nicel sürdürülebilirlik analizlerine izin veren yöntemler arasındadır.

Şekil 2.1

Mavi, Yeşil ve Gri Su Ayak İzleri



Kaynak: Canatan, 2014.

Su sistemleri arasında yer alan su ayak izi muhasebesi, mavi, yeşil ve gri su ayak izi olmak üzere üç bileşenden oluşan bir göstergedir.

i. Mavi su ayak izi, su ayak izi muhasebe sisteminin ilk göstergesi mavi su ayak izidir.

Bir mal ya da hizmeti üretebilmek için gereksinim duyulan yeraltı ve yer üstü su miktarının tümünü ifade etmektedir. Mavi su ayak izi, yeraltı su kaynakları veya yer üstü su kaynaklarından çekilen suyun, buharlaşma ve üretim sırasında kullanılması sonucu kaynağına geri dönmemesi sebebiyle oluşan tüketim miktarı olarak tanımlanmaktadır. Mavi su ayak izi, tarımsal faaliyetlerde, evsel ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaktadır (Mekonnen ve Hoekstra, 2011).

ii. Yeşil su ayak izi, karada akışı bulunmayan ya da yeraltı suyuna karışmayan fakat toprakta biriken veya geçici olarak toprakta üzerinde kalan yağış olarak açıklanmaktadır. Bir malın ya da hizmetin üretilmesi için kullanılan yağmur suyunun toplam hacmini göstermektedir. Su kaynakları, özellikle bahçe, tarım ve ormancılık faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Yeşil su ayak izi en çok tarım, bahçe, ormancılık ve benzeri şekilde tarımsal üretim faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Yeşil su miktarı ile ilgili değerlendirme yapılırken, bölgenin iklim koşulları ve yağış miktarı göz önünde bulundurulmaktadır (Mekonnen ve Hoekstra, 2011).

iii. Gri su ayak izi, diğer göstergelerden farklı olarak su kirliliğine yönelik bir göstergedir. Gri su ile kirlilik arasında doğrudan ilişki olduğu için, nüfus artışı ve sanayideki gelişmelere bağlı su kirliliği gri su ayak izini artırmaktadır (Mekonnen ve Hoekstra, 2011, s.29). Kirliliğin su kaynaklarına etkisini açıklamasının yanı sıra, su kalitesinin yönetmeliklerle belirlenen su kalitesi standartlarının üzerinde kalmasında kirliliği azaltmak için gereken tatlı su hacmini belirtmektedir (Jeswani ve Azapagic, 2011, s. 1289).

Tablo 2.11*Bazı Ürünlerin Farklı Birimlere Göre Su Ayak İzi Miktarı*

Birim	Ürün	Su ayak izi miktarı
250 ml	Süt üretimi için	225 litre
1 kg	Tavuk eti üretimi için	4325 litre
1 kg	Çikolata üretimi için	17.196 litre
1 kg	Kahve üretimi için	130 litre
250 gr	Pamuktan yapılan tişört için	2720 litre
1 kg	Jean pantolon üretimi için	10.850 litre
100 ml	Çay üretimi için	30 litre
1 çift	Deri ayakkabı için	8.000 litre
1 adet	A4 kâğıt üretimi için	10 litre

Kaynak: Aşan, 2019

Tablo 2.11’de bazı ürünlerin farklı birimlere göre Su ayak izi miktarı gösterilmektedir. Su ayak izi, bir ürünü üretmek ve tüketicilerin eline ulaştırmak için gereken gerçek su tüketimini ifade etmektedir. Tablo 2.11’de gösterilen faaliyetler için farklı su tüketim türleri için tüketilen ve kirletilen toplam temiz su miktarını göstermektedir.

Bu açıdan bakıldığında, su ayak izi yalnızca doğrudan su tüketimini değil, aynı zamanda satın alınan ürünlerdeki su tüketimini, ithal ürünlerle diğer coğrafyalarda neden olunan su ayak izini ve gereksiz kullanımla küresel ölçekte diğer insanların 'adil su hakkı' üzerinde neden olunan ayak izini de ortaya koymaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı [Su Yönetimi Genel Müdürlüğü], 2023).

2.6.3 Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) Su Muhasebe Sistemi

Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI), 1985 yılında su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılması amacıyla kurulan ve Merkezi Sri Lanka’da bulunan kâr amacı gütmeyen bilimsel bir araştırma kuruluşudur. Enstitü; Hindistan, Pakistan, Nepal, Özbekistan, Güney Afrika, Gana, Etiyopya, Mısır gibi ülkelerde faaliyet göstermektedir.

1997 yılından itibaren, Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü tarafından uygulanan su muhasebe sistemi farklı ölçek ve düzeylerde su kullanım performansını değerlendiren ortak

terminoloji sağlamaktadır (IIMI, 1997, s. 3). IWMI su fakirliğinin azaltılması, gıda güvenliğinin sağlanması için politikacılar, sivil toplum örgütleri ve diğer su kurumları ile iş birliği yapmaktadır.

Su kıtlığından etkilenen birçok ülke, su kaynakları için uluslararası düzeyde kabul görmüş standart bir çerçeveye gereksinim duymaktadır. Bu gereksinim sebebiyle açık kaynak verilerine dayalı tek tip; standart ve doğrulanabilir veri toplama metodolojilerini kullanan, farklı sektörlerdeki yöneticiler ve su bilgisini kullananlar için standart terimlerde hazırlanan raporları içeren su muhasebesi geliştirilmiştir (SEEA, 2022).

Geçmişte su bilgisiyle ilgili ulusal nitelik taşıyan sistemlerin aksine, su muhasebesi uluslararası nitelikteki istatistiklere dayalı olarak su kaynaklarının durumunu göstermektedir. Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsünün geliştirdiği IWMI Su Muhasebe Sistemi, nehir havzalarındaki su akışlarını, su stoklarını, su tüketimini ve su hizmetlerini analiz ederek küresel hidrolojik yöntemleri ve kamuya açık uzaktan algılama veri kümelerini kullanmaktadır. Ayrıca IWMI Su Muhasebe Sistemi su temini ve kullanımı hakkında bilgi sağlamakta, su kullanımını ekonomi ile ilişkilendirmekte ve su yönetimine yardımcı olmak için kullanımdan elde edilen değeri hesaba katmaktadır. Farklı kaynaklardan su ile ilgili bilgilerin ayrıntılı bir şekilde alınması, farklı seviyelerde analiz için çerçeve sunan su muhasebesinin, farklı sektörler tarafından kullanılan suyun havzaya etkilerinin anlaşılmasını sağlamaktadır (SEEA, 2022).

2.6.4 Genel Amaçlı Su Muhasebesi (GPWA) Sisteminin Doğuşu

Su ile ilgili bilgiler, su varlıklarını, suyu teslim etme yükümlülüklerini ya da suya ilişkin hakları içermektedir (Godfrey ve Chalmers, 2012). Su muhasebesi, insanlar, ekonomi ve çevre arasındaki ilişkiyi kapsayan daha geniş bir muhasebe anlayışının parçasıdır. Su muhasebesi, su mevcudiyeti ve kullanımına ilişkin bilgilerin ölçülmesi, işlenmesi ve iletilmesi için etkili ve sürdürülebilir su kaynakları yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu tür bilgiler özellikle kıtlık dönemlerinde daha da önem kazanmaktadır. Su muhasebesi, ekonomi ve çevreye fayda sağlayarak, şeffaf, esnek ve verimli bir şekilde su tahsislerini kolaylaştırmakta ve kullanıcılar arasındaki çatışmaları azaltmaktadır. Su kaynaklarının tahsisine ilişkin kararların alınması ve değerlendirilmesi için tüm su kullanıcıları, uluslararası kabul görmüş bir yaklaşım olan Genel Amaçlı Su Muhasebe Sisteminden yararlanmaktadır.

Genel amaçlı su muhasebesi sisteminin doğuşu, Avustralya su endüstrisinde bir dizi reform için Ulusal Su Girişimi (NWI)'nin çabaları ile başlamıştır. Bu sistem, su yönetim planına yönelik uluslararası bir anlaşma standardına dayanmaktadır. Ulusal Su Girişimi, su bilgisi ile ilgili doğru kararlar alabilmesi için en önemli desteği vererek doğru bilgiler sunmaktadır. Ulusal Su Girişimi'nin amacı, yetkisi kapsamında ölçüm, takip ve raporlama sistemlerine yardımcı olmak, çıkarılan su miktarı konusunda su kullanıcılarına bilgi sağlamak amacıyla su muhasebe sistemini geliştirmektir.

2007'de Su Muhasebesi Geliştirme Komitesi'nin kurulması, Genel Amaçlı Su Muhasebesi standartlarının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Su Muhasebesi Geliştirme Komitesi, su muhasebe raporlarının mevcut ve potansiyel kullanıcı bilgi gereksinimlerini karşılamak amacıyla bir dizi proje uzmanı görevlendirmiştir. Ayrıca komisyon Genel Amaçlı Su Muhasebesi için kavramsal bir çerçeve taslağı hazırlamak üzere finansal muhasebe akademisyenlerini görevlendirmiştir.

2009 yılında Su Muhasebesi Geliştirme Komitesi'nin yerini alan Su Muhasebesi Standartları Kurulu (WASB) kavramsal çerçeve taslağını onaylamıştır (WASB, 2014). Finansal muhasebeye uyumlu olarak geliştirilen Genel Amaçlı Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi, günümüzdeki Avustralya Su Muhasebesi Standartlarının geliştirilmesi için gerekli altyapıyı oluşturmaktadır.

Genel amaçlı su muhasebesi raporları bir raporlama dönemi boyunca suyun nasıl tedarik edildiği, yönetildiği, paylaşıldığı ve kullanıldığına yönelik bilgi vermek, mevcut durumda tahsis edilen, ticareti yapılan ve tüketim amacıyla çıkarılan su miktarına ilişkin bilgi sağlayarak kamu ve yatırımcı güvenini artırmak için tasarlanmıştır.

2.6.4.1 Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi

Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi, bir su muhasebesi standardı olarak kabul edilmemektedir. Çerçeve, Su Muhasebesi raporunda yer alan su raporu varlığı kavramını tanımlamakta ve su muhasebesi raporlarının düzenlenme amacını belirlemektedir. Suyun hacmi, tuzluluğu, parasal değeri gibi ölçülebilir birden fazla özelliği bulunmaktadır. Genel amaçlı su muhasebesi sistemi niceliksel olarak suyun hacmine odaklanmaktadır.

Su muhasebesi raporlarında yer alması gereken nitelikler, rapor unsurlarının niteliği ve niceliği konusunda rehberlik sağlamaktadır. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarının

Hazırlanması ve Sunumuna İlişkin Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi, su muhasebesi kavramları beyanını içermektedir. Su muhasebesi kavramsal çerçevesinde, sekiz adet kavram beyanını içermektedir (WASB, 2014, SWAC):

1. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının amacı,
2. Su raporu kuruluşu,
3. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının niteliksel özellikleri,
4. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının unsurları,
5. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının unsurlarının tanımlanması,
6. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının unsurlarının niteliklerinin özellikleri,
7. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarındaki uygunluk açıklamaları,
8. Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının güvencesinden oluşmaktadır.

Kavramsal Çerçeve; kamu-özel sektör, kâr amacı güden-gütmeyen kuruluş veya herhangi bir bölge, ülke, coğrafya fark etmeksizin faaliyet gösteren tüm su kurum veya kuruluşlarının genel amaçlı su muhasebesi raporlarında geçerli olmak üzere geliştirilmiştir. Kavramsal Çerçevenin tümü, genel amaçlı su muhasebesi raporları ile ilgilidir. Çerçevede su muhasebesi raporunun hazırlanma ve sunulma sıklığı, rapor kullanıcılarının bilgi gereksinimleri ve mevcut yasa, yönetmelik ve raporlama uygulamalarına göre tespit edilmektedir. Rapor kullanıcılarının çoğu genel amaçlı su muhasebesine göre hazırlanmış raporlara güven duymaktadır. Bunun temel nedeni ise raporların rapor kullanıcılarının gereksinimleri göz önünde bulundurularak hazırlanmasından kaynaklanmaktadır.

Kavramsal Çerçeve göz önüne alınarak hazırlanan su raporlarının temelini oluşturan terimler; hesap verilebilirlik, tahakkuk esası, güvence ve su hakları olarak belirtilmektedir.

- *Hesap verebilirlik:* Su raporu kullanıcıları için su kaynakları yönetimine yönelik kararlarda doğru bilgi sağlama sorumluluğu anlamına gelmektedir. Tahakkuk esası, işlemleri ve diğer olayların etkilerinin, bunlara yol açan karar veya taahhütler gerçekleştiğinde kayıt altına alınması ve raporlanması anlamına gelmektedir. Tahakkuk esası, işlemlerin ve diğer olayların ilgili oldukları raporlama dönemlerinde kaydedilmesini ve raporlanmasını sağlamaktadır.

- *Güvence:* Su raporlarının Avustralya Su Muhasebesi Standartlarına ve Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesindeki diğer kavramlara göre tutarlı hazırlanıp hazırlanmadığı ve düzenlenen bilgilerin doğruluğunun onayını sağlayan bir ilkedir.
- *Su hakları:* Su erişimi, kullanımı veya su altyapısına yönelik yükümlülüklerle birlikte geniş bir haklar dizisini içermektedir. Su hakları, bir akarsudaki suya kıyıdaş hakları, su erişim yetkileri, yıllık su tahsisleri; kısıtlamalara tabi olabilecek bir su temin hizmeti hakkı; su dağıtım altyapı kapasitesindeki paylar, su ticareti hakkı veya yıllık su tahsisi hakkını kapsamaktadır.

2.6.4.2 Genel Amaçlı Su Muhasebesi Standartları

Avustralya Su Muhasebesi Standardı 1, bağımsız bir danışma kurulu olarak oluşturulan Su Muhasebesi Standartları Kurulu tarafından yayımlanmıştır. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları Hazırlanması ve Sunulmasında aşağıda belirtilen iki su standardını kullanmaktadır.

- ***Avustralya Su Muhasebesi Standardı 1: Genel Amaçlı Su Muhasebe Raporlarının Hazırlanması ve Sunulması (Australian Water Accounting Standard 1 Preparation and Presentation of General Purpose Water Accounting Reports)*** genel amaçlı bir su muhasebesi raporunu tanımlamaktadır. Su raporu kullanıcılarına su kaynaklarının tahsisine yönelik kararlar almaları ve değerlendirme yapabilmeleri için faydalı bilgiler sunmaktadır. Bu standart, genel amaçlı su muhasebe raporlarının hazırlanması ve sunulmasına ilişkin esasları belirlemeye dayanmaktadır. Genel amaçlı su muhasebesi raporunda yer alan kalemlerin tanımlanması, miktarının tespit edilmesi, genel amaçlı su muhasebe raporların sunumu ve açıklanması için gerekliliklerin belirlenmesi sağlanmaktadır (WASB, 2014, AWAS 1).
- ***Avustralya Su Muhasebesi Standardı 2: Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarına İlişkin Güvence Taahhütleri (Australian Water Accounting Standard 2: Assurance Commitments for General Purpose Water Accounting Reports)*** makul güvence ve sınırlı güvence denetimlerini de dahil olmak üzere, genel amaçlı su muhasebesi raporu hakkında raporlama yapmak amacıyla güvence denetimlerini ortaya koymaktadır. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarının

Hazırlanması ve Sunumu (AWAS) standardı, genel amaçlı bir su muhasebesi raporunun, Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarına İlişkin Güvence Taahhütleri standartlarına uygun bir şekilde sunulup sunulmadığını belirlemek ve su raporu kullanıcılarının su kaynakları değerlendirmesine yönelik güvence sağlamayı amaçlamaktadır.

2.6.4.3 Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları

Genel amaçlı bir su muhasebesi raporu, su kullanıcılarına ve su kaynaklarının tahsisine ilişkin kararların alınmasında ve değerlendirilmesinde faydalı bilgiler sağlamaktadır. Su muhasebesi unsurları, su varlıkları, su yükümlülükleri, net su varlıkları, su varlıklarındaki değişiklikler ve su yükümlülüklerindeki değişiklikleri içeren beş temel faktöre ayrılmaktadır. Tüm su raporlama kuruluşları düzenli olarak su raporları hazırlamaktadır.

Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, kullanan kesimlerin gereksinimlerine göre değişiklik göstermesine rağmen, temelde aşağıdaki raporları kapsamaktadır:

- Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi
- Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu,
- Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerinde Değişiklik Tablosu,
- Fiziksel Su Akışları Tablosu,
- Hesap Verebilirlik Beyanı
- Dipnotlar (Açıklamalar)

Finansal raporların finansal ve ticari karar alma süreçlerindeki duruma benzer şekilde, genel amaçlı su muhasebesi raporları da karar alma süreçlerinde ilgili, güvenilir, karşılaştırılabilir ve anlaşılabilir bilgiler sunmaktadır. Finansal raporlar, iktisadi kararlar verilirken gerekli finansal bilgiler sağlarken, genel amaçlı su muhasebesi raporları, kullanıcılara kaynakların tahsisine ilişkin karar alma ve değerlendirme konusunda faydalı bilgiler ortaya koymaktadır.

Su muhasebesi raporları; raporlama döneminde suyun nasıl elde edildiği, nasıl yönetildiği, paylaşıldığı, suyun nasıl kullanıldığı konusunda kullanıcıları bilgilendirmek, mevcut durumda tahsis edilen (ticari veya tüketim amaçlı kullanım için çıkarılan) ve geri kazanılan su miktarına ilişkin kamu ve yatırımcı güveni sağlamak amaçlarıyla tasarlanmaktadır.

Genel amaçlı su muhasebesi raporlarının temel özelliklerinden biri “adil sunum ilkesi” olarak ifade edilmektedir. Genel amaçlı su muhasebesi raporları, su varlıkları ve su yükümlülükleri, su varlıkları ve su yükümlülükleri değişiklikleri ve fiziksel su akışlarını adil sunum ilkesi göz önüne alınarak sunmaktadır (WASB, 2014, SWAC).

Su muhasebesi raporları, işlemlerin, akışların ve olayların etkilerini su varlıkları, su yükümlülükleri, su varlıklarındaki ve su yükümlülüklerindeki değişikliklere göre tanımlar ve muhasebeleştirme kriterlerine uygun olarak gerçeğe uygun bir sunum gerektirmektedir. Genel amaçlı su muhasebesi raporu “*gerçeğe uygun sunum*” ile tamamlanmaktadır.

Genel amaçlı su muhasebe raporları hazırlanmasında diğer bir ilke “*tahakkuk esası*”dır. Buna göre, fiziksel su akışları tablosu akış esaslı olarak hazırlanmakta ve Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu ile Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu tahakkuk esasına göre hazırlanmaktadır. Muhasebede tahakkuk, işlemlerin yapıldıkları anda gerçekleşmiş sayılması ve bunların ilgilendirdikleri dönemin finansal tablolarında yer alması olarak ifade edilmektedir (Karğın ve Aktaş, 2011, s. 8). Tahakkuk esasına göre işlemin miktar ve nitelik olarak kesinleşmiş olması yeterlidir. Su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosu ile su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler tablosu muhasebenin tahakkuk ilkesi esas alınarak hazırlanmaktadır. Mevcut durumda su raporu varlığı ile ilgili gelecekte yaşanacak girişler veya çıkışlar için düzeltme yapılmaktadır. Tahakkuk esasına dayalı olarak hazırlanan genel amaçlı su muhasebesi raporları, rapor kullanıcılarına sadece suyun fiziksel aktarımına yönelik geçmiş işlemler veya olaylarla ilgili bilgi vermez, gelecekte suyun aktarılması veya dönüştürülmesi için mevcut yükümlülükler ve suya ilişkin haklar ile ilgili bilgiler de vermektedir.

Genel amaçlı su muhasebe raporları hazırlanırken “önemlilik ilkesi” uygulanmaktadır. Önemlilik ilkesine göre, bir bilginin raporlarda beyan edilmemesi ya da yanlış beyan edilmesi, bu rapor kullanıcılarının kararlarını etkileyebiliyorsa bilgi önemli niteliği taşımaktadır (WASB, 2014, SWAC). Genel amaçlı su muhasebesi raporlarında yer alan bir kalem önemlilik niteliği taşımıyorsa, rapordaki bu kalemlerin muhasebeleştirilmeyeceği anlamına gelmemektedir, kalemlerin muhasebeleştirilip sunulması ya da açıklanması gerekmektedir.

Genel amaçlı su muhasebe raporları hazırlanırken “mahsup etme ilkesi” de dikkate alınmaktadır. Su muhasebesi raporları hazırlanırken; su varlıkları, su yükümlülüklerinden

ayrı olarak, su varlıklarındaki değişiklikler, su yükümlülüklerinden değişikliklerden su girişleri de su çıkışlarından ayrı olarak düzenlenmektedir. Genel amaçlı su muhasebesi standartlarına göre kalemlerin mahsup edilmesi, su raporu kullanıcılarına raporlama döneminde meydana gelen işlemleri ve olayları açıklama yeteneğini azaltacağından su muhasebesi tablolarındaki bu kalemler mahsup edilmemektedir.

Genel amaçlı su muhasebesi raporları sunulurken, cari dönemde rapor edilen su hacimlerinin, bir önceki yılın su hacimleriyle karşılaştırmalı olarak verilmesi gerekmektedir. “Karşılaştırmalı bilgiler”, kullanıcıların su raporuna su varlıklarının ve su yükümlülüklerinin niteliği ile hacmini yıllar içinde karşılaştırmalarına olanak sağlamaktadır (WASB, 2014).

Genel amaçlı su muhasebesi raporlarındaki kalemler sunulurken, su raporu kullanıcıları için faydalı bilgiler sağlayan bir değişiklik ile ilgili olmadıkça genel amaçlı su muhasebesi raporunda değişiklik yapılmamaktadır. Genel amaçlı su muhasebe raporlarının “tutarlılık ve karşılaştırılabilirlik ilkesi” gereği raporun her dönem arasında aynı kalması gerekmektedir. Su raporu kullanıcısının faydalı bilgiye ulaşmasına olanak sağlamaktadır.

Su bilgisi bütünsel bir şekilde sunulmak yerine istatistik tablolarında verilmektedir. Su muhasebesi, her biri suyun nasıl kullanıldığına dair belirli bilgileri sunan üç muhasebe tablosunu kapsamaktadır. Su muhasebesi standartları kapsamında bütünsel su hesapları hazırlanılarak sunulmaktadır. Su raporunda su varlıklarının ve su yükümlülüklerinin yönetimi üzerinde etkisi olan her türlü koşul ve koşullardaki değişiklikler de dahil olmak üzere, su raporu kuruluşunun su varlıkları ve su yükümlülükleri ile ilgili içeriksel bilgiler yer almaktadır. Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu, Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Değişiklikler Tablosu ve Fiziksel Su Akışları Tablosundaki su hakları, iklim ve su yönetimi ile ilgili yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır. Su varlıkları ve su yükümlülükleri yönetimine etkisi olan her türlü koşul ile ilgili bilgileri kapsamaktadır.

İçeriksel açıklama, genel amaçlı su muhasebesi rapor kullanıcılarının su raporu varlığının fiziksel ve idari yönlerini anlamalarına yardımcı olan bilgileri sağlamamaktadır.

Avustralya Barwon-Darling Havzasına ait su muhasebesi raporu Avustralya Su Muhasebesi Standartları’na uygun olarak hazırlanmıştır. Su muhasebesi raporları farklı türdeki su varlıklarını, su yükümlülüklerini ve açıklamaları içermektedir.

Barwon-Darling su varlıkları ve su yükümlülükleri raporu ile su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler raporu aşağıdaki bilgileri içermektedir:

- *Yağış miktarı:*
Yıllık raporlama dönemi yağış miktarı nedir?
- *Su kaynakları:*
Havzada bulunan su hacmi ne kadardır?
- *Su kaynağındaki değişiklikler:*
Su varlıklarının kaynağı nedir?
Su varlıkları nasıl kullanılmaktadır?
- *Su kaynağı taahhütleri:*
Su paydaşlar arasında nasıl dağıtılmıştır?
- *Su kaynağı kullanımı:*
Mevcut suyun ne kadarı kullanılmaktadır?
- *Su piyasası faaliyeti:*
Ne kadar su ticareti yapılmaktadır?

Nehir Havzası Yönetim Planları, Avustralya Su Muhasebesi Standartları'nda önerilen su hesapları ve Finansal Tabloların Hazırlanması ve Sunumuna İlişkin Çerçeve temel alınarak tasarlanmıştır. Bu nedenle, Avustralya su hesaplarında kullanılan terminoloji ve format ile mali hesaplarda görülenler arasında önemli benzerlikler bulunmaktadır.

Barwon-Darling Düzenlenmemiş Nehir Su Kaynağı için Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporu'nun bir yıllık yayınıdır. Avustralya Su Muhasebe Standardı 1 (AWAS 1) kapsamında 1 Temmuz 2021- 30 Haziran 2022 (raporlama dönemi) hesap dönemi için hazırlanmıştır (NSW Government Department of Planning and Environment, 2022). 'Fiziksel Akışlar Beyanı', 'Su Varlıkları ve Yükümlülükleri' ve 'Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler' tabloları, Barwon-Darling Havzası'nın 2021 ve 2022 yılları verilerinden faydalanılarak açıklanacaktır.

2.6.4.3.1 Fiziksel Su Akışları Tablosu (FSAT)

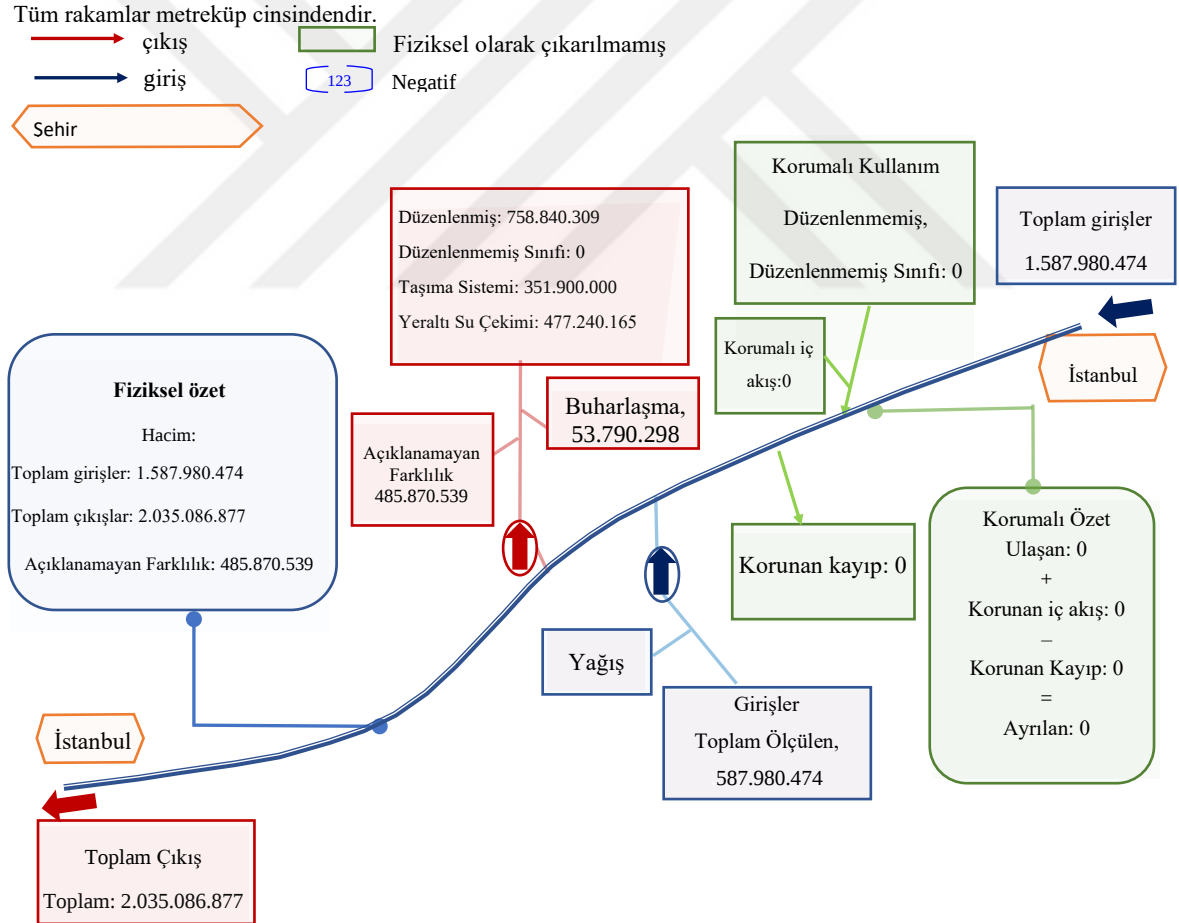
Genel amaçlı bir su muhasebesi raporu kullanıcılarının, raporlama dönemi boyunca su raporu kuruluşunun yaşadığı su akışlarının yapısını ve hacimlerini anlamalarına yardımcı olacak bilgileri içermektedir. *Su akışları* kavramı, olay fiilen gerçekleştiğinde fiziksel akışa yönelik rapor vermektedir. Raporlama döneminde fiilen gerçekleşen su akışları hakkında

bilgiler sunmaktadır. Raporlama dönemi boyunca su varlıklarının nasıl hareket ettiğini göstermektedir. Su Akışları Tablosu, raporlama döneminde su akışları ile ilgili işlemler, dönüşümler ve olaylar hakkında bilgi sunmaktadır.

Fiziksel Su Akışları tablosu su iç akış ve dış akışları ile ilgili bilgi vermektedir. FSA tablosu bir hidrolojik yıl boyunca su akışları ile ilgili ek bilgileri de içermektedir. Raporlanan hidrolojik yıla ait su akışları ile ilgili bilgileri “akış esaslı” olarak sunmaktadır. Bu tablo, su varlığı tarafından fiziksel olarak sahip olunan ve yönetilen su kaynaklarını açıklamakta ve net su depolamasının su girişleri ve çıkışları arasındaki fark olarak hesaplanmasına olanak tanımaktadır.

Şekil 2.2

İstanbul’a Su Sağlayan Havzalar için Fiziksel Akışlar Kütle Dengesi Diyagramı (2019-2022)



Kaynak: NSW Department of Planning and Environment, 2023, s. 44

Not*: Şekil 2.2 Avustralya genel amaçlı su muhasebesi raporlarındaki fiziki akış diyagramı dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Şekil 2.2’de İstanbul’a su sağlayan havzalar için fiziksel akış hareketlerinin ayrıntılı bir özetini sunmaktadır. Ayrıca fiziksel akış hesaplamasının parçası olmayan korumalı kullanım ve kayıpları içeren korumalı akış özetlerini de sunmaktadır.

Fiziksel Akış diyagramlarında kullanılan terimlerin tanımları aşağıdaki gibidir:

Toplam Giriş, raporlama dönemi boyunca havzadan ve bağlantılı su kaynaklarından alınan su miktarını ifade etmektedir.

Toplam Çıkış, hidrolojik yıl boyunca havzadan çekilen su miktarını ifade etmektedir.

Düzenlenmiş sınıf, havzaya kollar vasıtasıyla giren ve korunması gereken akış kısmını ifade etmektedir. Erişim lisansı sahipleri, yalnızca havzada duyurulan akışlar olduğunda ve lisanslardaki zorunlu koşullar karşılandığında düzenlenmiş sınıf olarak tanımlanan suya erişim sağlamaktadır.

Taşıma Sistemi, havzalar arası su transferi ile taşınan su miktarını göstermektedir.

Düzenlenmemiş Sınıf, havzaya kollar aracılığıyla giren ve havza içerisinde korunması gerekmeyen akış kısmıdır. Bu akış, akış sınıfı erişimine izin verildiğinde havzadan çıkarılabilmektedir. Fiziksel Akış diyagramında düzenlenmemiş nehirlerdeki suya erişim, akış sınıfları kullanılarak yönetilmektedir. Su kaynakları yönetimine ilişkin olarak yapılan su paylaşım planında tanımlanan erişim lisansı kategorileri aracılığıyla yönetilmektedir. Düzenlenmemiş Nehir A sınıfı, Düzenlenmemiş Nehir B sınıfı, Düzenlenmemiş Nehir C Sınıfı’nı içermektedir. Evsel ve hayvansal, yerel su idaresi ve düzenlenmemiş nehir erişim lisansları için duyurulan akışlar düşük akış sınıfında, A sınıfında, B sınıfında veya C sınıfında olduğunda erişime izin verilmektedir. Erişim izni olan hak sahipleri, yalnızca bu yönetim bölgelerinde duyurulan akışlar olduğunda ve kullanımındaki zorunlu koşullar karşılandığında A, B, C sınıflarına erişim sağlamaktadır.

Korumalı Kullanım, lisansa tabi tutulan ancak nehirden fiziksel olarak alınmayan su miktarını göstermektedir. İstanbul’a su sağlayan havzalar için sıfır olarak ifade edilmektedir. Çünkü havzalarda lisans sahibi bulunmamaktadır. Korumalı Kayıplar, havzadaki korunan akışı azaltan su kaybının miktarıdır. Korumalı kullanım ve korumalı kayıplar fiziksel akış tablosu hesaplarında bulunmamaktadır. Bu nedenle Şekil 2’deki korumalı özet sıfır olarak hesaplanmıştır.

Yağış, hidrolojik yılda havzanın aldığı yıllık yağış miktarıdır.

Buharlaşıma, havzanın tahmini yıllık buharlaşma miktarıdır.

Açıklanamayan Farklılık, raporlama dönemi sonunda havzaya yönelik doğru hacmi elde etmek tüm bilinen fiziksel giriş ve çıkışlar hesaba katıldıktan sonra gereken miktara eşittir. Muhasebe dengesi sağlamak amacıyla açıklanamayan fark hesabı hesaplanmaktadır.

2.6.4.3.2 Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu (SVSYT)

Genel amaçlı bir su muhasebesi raporu, kullanıcılara, bir su raporu kuruluşunun su varlıklarının ve su yükümlülüklerinin niteliğini ve hacmini anlamalarına yardımcı olacak bilgiler sunmaktadır. Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu, raporlama dönemindeki su varlıklarını, su yükümlülüklerini ve net su varlıkları kalemlerini içermektedir. Bu tablo, finansal muhasebedeki finansal durum tablosuna (bilanço) eşdeğer bir tablodur ve su varlıkları ile su yükümlülükleri olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır.

Bu bağlamda, su hesaplarındaki varlıklar, bir su kuruluşunun fiziksel olarak veya kazanılmış haklarla sahip olduğu su kaynaklarını ifade etmektedir. Su yükümlülükleri ise, rapor edilen dönemde taahhüt edilen ve bir sonraki dönemde tedarik edilmesi gereken su temini görevlerini belirtmektedir.

Su muhasebesinde, finansal muhasebede olduğu gibi, çift taraflı kayıt yöntemi kullanılmaktadır. Herhangi bir su hakkı işlemi, birbirine bağlı iki veya daha fazla muhasebe konusu olarak kaydedilmeli ve bu şekilde su haklarının teyidi, ölçümü ve devri gibi bilgileri yansıtmalıdır.

Su muhasebesi, su kaynaklarını ölçme özelliği ve ölçüm birimleriyle finansal muhasebenin teorik çerçevesine dayanarak yönlendirilmektedir. Su muhasebesi standartları, fiziksel birim (hacim) ile ölçülen ve genellikle metreküp (mega litre-ML) olarak ifade edilen su kaynaklarındaki değişiklikleri özel olarak hesaplamaktadır.

Su muhasebesi, finansal muhasebe bilgi gereksinimleriyle benzer özelliklere sahip olup, ihtiyaca uygunluk, gerçeğe uygun sunum, doğrulanabilirlik, güvenilirlik, karşılaştırılabilirlik, anlaşılabilirlik ve zamanlılık gibi temel ilkeleri içeren niteliksel özelliklere sahiptir.

2021-2022 yıllarına ait Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu, Tablo 2.12’de sunulmaktadır.

Tablo 2.12

Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu (2021-2022)

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ TABLOSU (milyon m³)		
	30 Haziran 2022	30 Haziran 2021
YÜZEY SUYU VARLIKLARI		
Nehir	565.310	97.250
Toplam Su Varlıkları (x)	565.310	97.250
Yüzey suyu Varlıklarındaki Değişiklik (a)	468.060	95.950
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ		
Kentsel su tahsisi	(45)	(13)
Düzenlenmemiş	(40)	0
Düzenlenmemiş Nehir (A Sınıf)	0	67.106
Düzenlenmemiş Nehir (B Sınıf)	75.903	632.255
Düzenlenmemiş Nehir (C Sınıf)	<u>567.191</u>	<u>375.074</u>
<i>Toplam Su Yükümlülükleri</i>	352.551	1.074.422
Su Yükümlülüklerindeki Değişiklik (b)	(78.862)	(71.739)
NET SU VARLIKLARI		
Toplam Su varlıkları	565.310	97.250
Toplam Su Yükümlülükleri (-)	995.561	(71.739)
NET SU REZERVİ		
Dönem Başı Net Su Varlıkları (x-y)	(430.251)	(977.172)
Net Su Varlıklarındaki Değişim (a-b)	546.921	167.689

Not 1*: Tüm tablolarda parantez içindeki değerler negatif su miktarını ifade etmektedir.

Not 2*: Net Su Varlıklarındaki Değişim (2022): 468.060-(-78.862)=546.921

Net Su Varlıklarındaki Değişim (2021): 95.950-(-71.739)=167.689=2021

Kaynak: Department of Planning and Environment, 2023

Su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosunda, varlıklar, su hizmeti veren kuruluşun fiziksel olarak veya kazanılmış hakla sahip olduğu su kaynaklarını ifade eder. Su varlığı, suyu raporlayan kuruluşun sahip olduğu ya da yönetim sorumluluğuna sahip olduğu suya ilişkin haklar ve diğer hak taleplerini içermektedir.

Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu'na (SVSYT) göre, 2021 yılı sonunda Yüzey Suyu Varlıkları (nehir) olarak raporlanan su hacmi 97.250 m³ iken, 2022 yılı sonunda bu hacim 565.310 m³ olarak gerçekleşmiştir. Yüzey suyu varlıkları, nehirler, göller, rezervuarlar, dereler, sulak alanlar ve haliçler dahil olmak üzere yer üstünde doğal olarak bulunan tüm sulardır. SVSYT’de, raporlama günündeki nehirde depolanan suyun hacmi, toplam yüzey suyu varlığını oluşturmaktadır.

Kentsel su tahsisi, kullanım amacıyla çıkarılan, yönlendirilen veya ölçülen suyun hacmini ifade etmektedir. Barwon-Darling Havzası SVSYT'ye göre, 30 Haziran 2021 tarihi itibarıyla kentsel su tahsisi 13 m³, 30 Haziran 2022'de ise 45 m³ olarak gerçekleşmiştir.

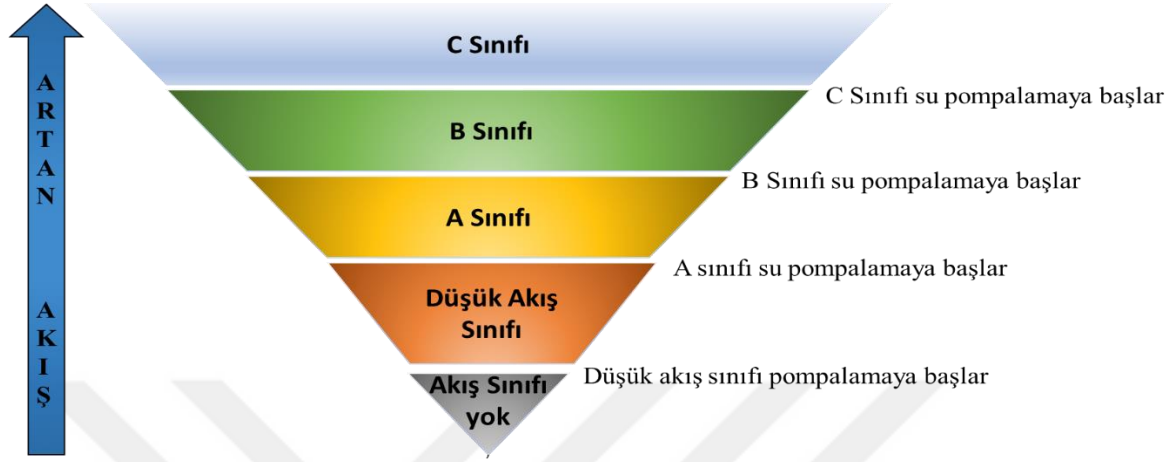
Raporlama sırasında kentsel tahsis hesaplarında tutulan 13 m³ ve 45 m³ su, referans bir miktarı temsil etmektedir. Bu miktar, bir hidrolojik yıl için tahsis hesaplarının artırılması veya azaltılmasıyla ilgili çeşitli süreçlerle bağlantılıdır. Tahsis, belirli bir hesap döneminde ve belirli bir mevsimde suya erişim haklarına tahsis edilen suyun spesifik hacmidir. Raporlamada, kentsel tahsis hesaplarında bulunan suyun hacmi, net bakiyedir ve o yıl için yürürlükteki aktarma kuralları uyarınca bir sonraki su yılına aktarılabilecek su miktarını belirler. Tablo 2.12'de 13 m³ ve 45 m³'ün negatif bir değer olarak belirtilmesi, kentsel tahsise ayrılan sudan daha fazla su kullanımının gerçekleştiğini ve fazla su kullanımının bir sonraki yıla devredildiğini göstermektedir.

Su yükümlülükleri, raporlama dönemi içinde taahhüt edilen ve bir sonraki dönemde sağlanması gereken su temini görevlerini ifade eder. Genel olarak, su yükümlülükleri, kullanıcıya su sağlama taahhüdünü belirtir. Su yükümlülükleri, su raporlayan kuruluşun mevcut yükümlülükleridir ve bu yükümlülüklerin yerine getirilmesi, kuruluşun su varlıklarında azalma ya da başka bir ifadeyle su yükümlülüğünde artışa yol açabilir. Yükümlülük, su teslim edildikten sonra veya su kaybedildikten ya da başka bir yerde ticareti yapıldıktan sonra azalır. Su yükümlülüğü aynı zamanda, çevresel hesaplar gibi diğer borçlar ya da alınan suyun fazla alınıp satıldığı aralıklı ticaret dengesizliklerini temsil etmek için de kullanılabilir.

SVSYT, su yükümlülükleri hesap grubunda A Sınıfından C Sınıfına kadar düzenlenmemiş nehir sınıflarına yer vermektedir. Bu sınıflar, suyun başka bir amaçla alınamayacak veya kullanılamayacak şekilde temel ekosistem sağlığını ya da belirli çevresel amaçları korumak için su paylaşım planlarının bir parçası olarak uygulanmaktadır. Şekil 2.3'te, akış sınıfı yönetiminin kavramsal diyagramı gösterilmektedir.

Şekil 2.3

Akış Sınıfının Kavramsallaştırılması



Şekil 2.3 belirli su yönetim bölgelerindeki erişim lisansı sahipleri arasındaki suyun eşit şekilde paylaşılmasını sağlayan fiziki akış diyagramını göstermektedir. SVSYT’de yer alan *Düzenlenmemiş Nehir A, B, C* sınıfları su kullanımının adil ve sürdürülebilir sınırlar dahilinde yönetilmesi için düzenleyici bir çerçeve sunmaktadır. Düzenlenmemiş nehir sınıfları, pompalama veya yönlendirme işlemlerinin ne zaman başlaması ve ne zaman durdurulması gerektiği konusunda nehir eşik seviyesini belirtmektedir. Bu sayede suya erişim, su yolunda yeterli doğal akışın mevcut olup olmamasına göre belirlenmektedir. Havza yönetiminde su erişimine yönelik plan yapılırken belirlenen eşik seviyelerine göre su çekimi yapılmaktadır. Nehir seviyelerinin su paylaşım planında belgelenen tetikleyici seviyelerle nehir akışlarını karşılaştırarak erişim seviyesini değerlendirmektedir.

Düzenlenmemiş Nehir (A Sınıfı) hesabı, 2021 yılında 67.106 m³ olurken, 2022 yılında sıfır olmuştur. Bu sınıf özellikle en düşük su akış seviyesine indirilmesine izin vermektedir.

Düzenlenmemiş nehir (B sınıfı) 2021 raporlama yılında 632.255 m³ olurken, bir sonraki raporlama yılı 2022’de 75.903 m³ olmuştur. *Düzenlenmemiş nehir (C sınıfı)* 2021’de 375.074 m³ olurken 2022’de 567.191 m³ olarak gerçekleşmiştir.

SVSYT’nin ‘Toplam Su Yükümlülükleri’ hesabı 2021 hidrolojik yılı için 1.074.422 m³, 2022 hidrolojik yılında 995.561 m³ olarak hesaplanmıştır. Barwon-Darling Havzasının su

taleplerine yönelik su tahsisi konusunda, taahhüt edilen ancak henüz tahsis edilmeyen su potansiyelinin arttığı belirlenmiştir.

SVSYT için 2021 hidrolojik dönemde Dönem Başı Net Su Varlığı 977.172 m³ (1.074.423 m³ – 97.250 m³) iken, 2022 yılında 430.251 m³ (995.261 m³ – 565.310 m³) olmuştur. Dönem başı net su varlığı 2022 yılında artsa da her iki hidrolojik yıl için negatif miktarı sürdürmektedir.

Dönem sonu net su rezervi 2021 yılında- 809.403 olurken, bir sonraki hidrolojik yılda artarak 116.670 m³'e yükselmiştir. Bu durumun en temel sebebi 2022 hidrolojik yılında 2021 yılına göre su varlıklarının artması ve buna paralel olarak da taahhüt edilen yükümlülüklerin 2022 yılında 2021 yılına göre azalması gösterilebilir.

Net Su Varlıklarındaki Değişiklikler Hesabı, 2022 yılında 546.921 m³, 2021 yılında ise 167.689 m³ olmuştur. Net Su Varlıklarındaki Değişiklikler Hesabı, Yüzey Suyu Varlıklarındaki Değişiklikler Hesabından Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Hesabının çıkarılmasıyla hesaplanmaktadır.

SVSYT'deki Net Su Varlıkları ile Net Su Rezervi hesapları arasındaki miktar farkı tahakkuk esaslı ve nakit esaslı hazırlanan tabloların farkından kaynaklanmaktadır. Tahakkuk esaslı düzenlenen tablolarda su bilgileri tahakkuk esasına göre sunulduğundan ve Net Su Varlıkları taahhüt edilen yükümlülükleri de kapsadığından iki hesap birbirinden farklı olmaktadır. Net su varlığı, AWAS 1 raporlamasının bir gereğidir ve raporlama tarihi itibarıyla gerçek kaynak durumuna ilişkin bir gösterge vermeyi amaçlamaktadır. Toplam su varlıklarından toplam su yükümlülüklerinin çıkarılmasıyla elde edilen basit bir hesaplama değildir.

2.6.4.3.3 Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu (SVSYDT)

Su kaynaklarındaki artış veya azalış, fiziki olarak elde edilen ya da kaybedilen suyu veya kazanılmış haklarla elde edilen suyu göstermektedir. Su varlıkları ve tahakkuklardan kaynaklanan su yükümlülüklerinde herhangi bir değişiklik olmadığı takdirde, Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklik Tablosu sunulmasına gerek yoktur.

Tüm su raporlama kuruluşları, düzenli olarak su varlıkları ve su yükümlülükleri değişikliklerine bağlı olarak bir değişiklik tablosu hazırlamak zorundadır. Su muhasebesi

kavramlarının iki temel dengeyi sağlaması gerekmektedir. Temel muhasebe eşitliğine dayalı olarak su muhasebesi dengesi aşağıdaki denklemler ile hesaplanmaktadır.

$\text{Net su varlıkları} = \text{Su Varlıkları} - \text{Su Yükümlülükleri}$
$\text{Net su varlıklarındaki değişiklikler} = \text{Su varlıklarındaki değişiklikler} - \text{Su yükümlülüklerindeki değişiklikler}$

Su raporunu hazırlamakla yetkili su kuruluşu su ile ilgili elinde bulundurduğu verileri paydaşlara ileterek onları bilgilendirmek zorundadır. Su raporları, raporu hazırlamakla sorumlu yetkililer tarafından her hidrolojik yıl için düzenli olarak hazırlanmaktadır (Water Accounting Standart Board [WASB], 2014).

SVSYDT, depoda bulunan suyun fiziksel hacminin (su varlıkları) değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Nadiren de olsa su varlıkları, başka bir su kaynaktan elde edilebilecek ve aktarılabilecek, gelecekte mevcut olması beklenen fiziksel olmayan hacimleri de içerebilir. Bu durum, su varlıklarıyla karşılanması gereken su yükümlülükleriyle dengelenmektedir. Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler tablosu hem fiziksel hem de fiziksel olmayan işlemlerden oluşmakta olup, su varlıklarındaki değişimin (artış ve azalışların) nasıl gerçekleştiğini detaylandırmaktadır. Önceki raporlama dönemine ait rakamlar, karşılaştırma amacıyla sunulmaktadır.

2021-2022 yıllarına ait Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu Tablo 2.13'te verilmektedir.

Tablo 2.13*Barwon-Darling Havzası Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu*

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER TABLOSU	2021-22 (m³)	2020-21 (m³)
SU VARLIKLARINDAKİ ARTIŞLAR (x)	9.783.851	2.358.993
Yağışlar		
Arazi		
Yüzey Suyuna Yağışlar	60.979	22.516
Düzenlenmiş Nehir	6.663.758	1.771.723
Düzenlenmemiş Nehir	641.400	148.200
Tersine Akış	2.417.714	416.554
SU VARLIKLARINDAKİ AZALIŞLAR (y)	5.922.677	1.478.689
Yüzey Suyu		
Buharlaşma	196.086	89.147
Sistem Akışının sonu	5.500.140	1.194.703
Temel Su Hakkı	824	824
Yüzey suyundan yer altı suyu deşarjı	225.627	194.016
Hesaplanmayan Fark (dengeleme kalemi) (z)	3.393.114	784.354
NET SU VARLIKLARINDAKİ DEĞİŞİM (x-y-z)		
Su Yükümlülüklerindeki Artışlar (Yüzey suyu deposunda kalan)	468.060	468.060
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ ARTIŞLAR (n)	202.322	198.912
Mevcut su yükümlülükleri		
Kentsel su tahsisi	6.335	6.335
Düzenlenmemiş	1.488	1.488
Düzenlenmemiş Nehir (A Sınıfı)	9.856	9.856
Düzenlenmemiş Nehir (B Sınıfı)	133.069	133.069
Düzenlenmemiş Nehir (C Sınıfı)	45.746	45.746
Dahili Ticaret- Alıcılar	5.828	2.411
	281.183	270.650
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ AZALIŞLAR (t)		
Kentsel Su Tahsisi	4.021	4.021
Düzenlenmemiş Nehir	0	1.488
Yerel Su Hizmeti	0	1.916
Düzenlenmemiş	2.233	0
Düzenlenmemiş Nehir (A Sınıfı)	1.488	11.088
Düzenlenmemiş Nehir (B Sınıfı)	1.172	209.514
Düzenlenmemiş Nehir (C Sınıfı)	198.011	39.779
Dahili Ticaret- Satıcılar	68.278	2.411
Önceki Yıl Hesap Düzeltmeleri- Azalışlar	5.828	28
TAHSİS HESAPLARINDAKİ NET DEĞİŞİM (x-y-z-n+t)		
Tahsis Hesabı Bakiye Artışı	(78.861)	(71.738)
SU VARLIĞINDAKİ DEĞİŞİMLER		
Su Varlıklarındaki Artış	546.921	167.688

Kaynak: Department of Planning and Environment, 2023

Tablo 2.13'te Barwon-Darling Havzasının Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu (SVSYDT) sunulmaktadır. SVSYDT, genel amaçlı bir su muhasebesi raporu olup, kullanıcılarının raporlama dönemi boyunca net su varlıklarının

hacimleri ve niteliğindeki değişiklikleri anlamalarına yardımcı olacak bilgileri içermektedir.

Tablo 2.13'e göre, havza genelinde 2020-2021 yılında 22.516 m³, 2021-2022 yılında ise 60.979 m³ yağış alınmıştır. 2020-2021 su yılının sonundaki yağışların, 2021-2022 raporlama dönemi boyunca devam ettiği anlamına gelmektedir.

SVSYDT'ndaki düzenlenmiş nehir 2020-2021 yılında 1.771.723 m³ iken, 2021-2022'de 6.663.758 m³'e ulaşmıştır. Düzenlenmiş nehir suyu, yetkililer tarafından baraj ve iletim yapıları ile kontrol altına alınmasıdır. SVSYDT'ye göre, 2021-2022 yılında baraj ve iletim yapıları ile kontrol altına alınan su artışı, düzenlenmiş nehir hesabında gösterilmektedir.

Düzenlenmemiş nehir Düzenlenmemiş nehir, 2020-2021 yılında 148.200 m³ iken, 2021-2022 yıllarında 641.400 m³'e yükselmiştir. Düzenlenmemiş nehir hesabındaki miktar havzadaki ölçüm istasyonları tarafından ölçülmeyen dolayısıyla kontrol edilemeyen akışı göstermektedir.

Tersine akış, suyun nehrin akış yönünün tersine gitmesi anlamına gelmektedir. 2020- 2021 yılında 416.554 m³ olurken 2021-2022 yılında 2.417.714 m³ su yukarı akış ile su varlığına dahil olmuştur.

Toplam su artışı 2020-2021 yılında 2.358.993 m³ iken 2021-2022 yılında 9.783.851 m³'e ulaşmıştır. Su varlıkları ve su yükümlülükleri tablosunda gösterilen buharlaşma miktarı doğrudan yüzey suyu depolarından buharlaşan su hacmini göstermektedir. Tablo 20'de 2020-2021 yılında 89.417 m³ iken, 2021-2022 yılında 196.086 m³ olmuştur. 2021-2022 yılına ait miktar su çıkışının arttığını göstermektedir.

Sistem akışı sonu, 2020-2021'de 1.194.702 m³, 2021-2022'de 5.500.140 m³ olmuştur. 2021-2022 yılı boyunca nehir akışındaki en büyük azalma kalemi, sistem akışının sonundadır. Bu kalemdeki değişim nedeni araştırılmalıdır.

Temel su hakkı, 2020-2021 ve 2021-2022 yılında 824 m³ olarak ölçülmüştür. Bu hesap grubu evsel (ev ile bahçe içinde ve çevresinde ticari olmayan kullanımlar) ve hayvancılık gibi gereksinimleri karşılamak amacıyla su çıkarma konusunda kullanılan haklardır. Temel su hakkı kullanımı Barwon-Darling havzası kıyısına erişimi olan herkesin kullanımı içindir. Mahsul yetiştirme, bahçe ürünleri, tarımsal sulama ve yoğun hayvancılık faaliyetlerinde kullanılan bir hesap grubu değildir.

Yüzey suyunda azalma 2020-2021’de 1.478.689 m³ iken, bir sonraki raporlama döneminde bu miktar 5.922.677 m³ ulaşmıştır. Bu azalmanın en büyük payı (%92,8) nehre geri dönmeyen akış miktarı olan sistem akışları sebep olmaktadır.

SVSYDT’ye göre *açıklanamayan fark (dengeleme kalemi)* 2020-2021’de 784.354 m³, 2021-2022 için 3.393.114 m³ olarak hesaplanmıştır. Su varlıklarındaki artışlardan (9.783.851 m³), su varlıklarındaki azalışlar (5.922.677 m³) ile dönem sonunda depoda kalanlardan (468.060 m³) çıkarılarak hesaplanamayan fark (3.393.114 m³) değerine ulaşılmaktadır. Su dengesinin tüm süreçleri doğru bir şekilde ölçülemediğinden hesaplanmayan fark sıfır olamamaktadır. Hesap grupları ölçümünde verilerin elde edildiği yöntemler su döngüsünde tüm süreçlerin ayrıntılı olarak açıklanmamış olması nedeniyle raporlama dönemi sonunda hesaplar eşitlenmemektedir. Hesapların eşitlenmesi için son bir eşitleme girişi yapılması gerekmektedir. Buna hesaplanmayan fark denilmektedir. Teknoloji ilerledikçe ve hesap tahminlerinde doğruluk arttıkça, gelecek raporlama dönemlerinde hesaplanmayan fark rakamının göreceli olarak azalması tahmin edilmektedir.

Su yükümlülükleri, su hesaplarına tahsis edilen ve raporlama dönemi sonunda henüz alınmamış suyu da kapsayarak, su raporlama kuruluşunun su varlıklarına ilişkin taleplerini ifade etmektedir. Su yükümlülüklerindeki artışlar hesabı kullanılacak su hacmindeki artışların kaynaklarını göstermektedir. Tablo 2.13’te mevcut su yükümlülüklerinde yıllara göre değişiklik olmamıştır. Düzenlenmemiş nehirlerde suya erişim, akış sınıfları kullanılarak yönetilmektedir. Düzenlenmemiş havzaların ana nehre olan katkısını yaklaşık olarak tahmin etmek için modellenmiş tahminler kullanılmaktadır.

SVSYDT’ye göre düzenlenmemiş nehirlerde suya erişim miktarı 2020-2021 ve 2021-2022’de 1.488 m³ olarak aynı kalmıştır.

SVSYDT’ye göre tahsis atamaları (dahili ticaret) hesabı 2020-2021’de 2.411 m³ iken 2021-2022’de 5.828 m³’e yükselmiştir. Bu hesap Barwon-Darling’te Düzenlenmemiş Nehir su kaynağı içindeki tahsis hesapları arasındaki suyun geçici ticaretini (tahsis atamalarını) göstermektedir.

SVSYDT’ye göre toplam tahsis artışları hesap grubu 2020-2021 yıllarında 198.912 m³, 2021-2022 yıllarında 202.322 m³ olarak gösterilmektedir. Hesaptaki artış önceki yıl hesap düzeltilmesi ile açıklanmaktadır. Hesaplardaki bakiyeleri düzeltmek için kullanılmaktadır.

Uygulanan çift taraflı muhasebe, bir yılın kapanış bakiyesinin bir sonraki yılın açılış bakiyesi olduğu devam eden bir süreçtir. Önceki yılın raporlamasında bir hata tespit edilmesi ve beyanların bütünlüğünü korumak için ilgili varlık ya da yükümlülüğün kaldırılması gereken durumlar da dahil olmak üzere, çeşitli nedenlerle düzeltmeler yapılmaktadır.

Su yükümlülüklerindeki azalışlar, şebeke suyu temini hesap grubunda yıllara göre değişiklik göstermemiştir.

SVSYDT'ye göre, tahsis atamalarının (dahili ticaret) 2021-2022 yıllarındaki azalışı 68.278 m³ olarak ölçülmüştür. Bir önceki raporlama döneminde ise 2.411 m³ olarak kaydedilmiştir. İki raporlama yılı karşılaştırıldığında, suyun geçici ticaretinin azaldığı görülmektedir. Tablo 20'ye göre, önceki hesap düzeltmeleri ve azalışlar 2020-2021'de 28 m³ iken, 2021-2022'de 5.828 m³ olarak kaydedilmiştir.

SVSYDT'ye göre, toplam tahsis azalmaları hesap grubunda, 2020-2021 yıllarında 270.650 m³ olan tahsis azalmaları, 2021-2022 raporlama yılında 281.183 m³ olarak ölçülmüştür. Tahsis hesaplarındaki net değişim, net su varlıklarındaki değişim hesabından toplam tahsis artışı ve toplam tahsis azalışlarının farkı alınarak hesaplanmaktadır. Buna göre, 2020-2021 yıllarındaki -71.738 m³ olan bu miktar, 2021-2022 yıllarında -78.861 m³ olarak gerçekleşmiştir. Buna göre, tüm süreçlerin SVSYDT'de sunulan net su tahsisleri üzerinde azaltıcı bir etkisi olduğu rapor edilmiştir.

Barwon-Darling Havzası için hazırlanan raporlardaki bilgilerin tam olarak anlaşılabilmesi amacıyla, Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu ile Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu birlikte hazırlanmaktadır. Bu tablolar, meydana gelen değişikliklerin niteliğini tanımlamakla kalmayıp, muhasebeleştirilen tüm süreçlerin doğru bir şekilde kapsandığını ve muhasebeleştirildiğini göstermek amacıyla çeşitli çapraz bilgi kontrolleri içermektedir (Burrell and Nguyen, 2012).

2.7 Su Denetimi

Su muhasebesinin bulguları, çıktılarını ve tavsiyelerini yönetim, kurumlar, kamu ve özel harcamalar, mevzuat, hizmet sunumu gibi alanlarda daha geniş bir çerçeveye yerleştiren sürece su denetimi denir. Bu bağlamda, su denetiminin odak noktası; su yönetimi, su temini ve su hizmetlerinin toplumsal bağlamdaki rolünü değerlendirmektir (FAO, 2022).

2.7.1 Su Denetiminin Tanımı ve Önemi

Su denetimi, su talebi, su arzı, erişilebilirlik ve kullanım eğilimlerini, yönetim, kurumlar, kamu ve özel harcamalar, mevzuat gibi unsurları da göz önünde bulundurarak, su muhasebesini bir adım daha ileri götürmeyi hedeflemektedir. Su denetimi, su kullanımını ve kalitesini ölçen analitik bir tekniktir ve aynı zamanda su yönetiminin davranışsal yönlerini incelemeye olanak tanımaktadır (Sturman vd., 2004).

Su denetimi, fiziksel su akışlarını nicelleştirerek, önceden tanımlanmış bir sistem sınırı içinde önemli su kayıplarının meydana gelip gelmediğini belirlemeyi amaçlamaktadır. Su yönetim ekibi, akışları ve ilgili durumu araştırmadan önce, su kaybının (ya da hesaba katılmamış su) ne kadarını kabul etmeye istekli olduklarını belirlemektedir.

Su denetimi, mevcut su muhasebesi ve sistemdeki etkin kullanımını incelemek için kullanılan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Rai vd., 2015, s. 467). Teknik, beklenmedik su kayıplarının ya da kazançlarının nerede meydana geldiğini tespit etmektedir. Bu, denetçilere ve su yöneticilerine, sistem içinde su yönetiminin hangi alanlarda geliştirilebileceğini belirlemede yardımcı olmaktadır.

Su denetiminin ilk adımı, incelenen sistemin genel su girdi ve çıktılarının düzeylerinin, denetimden önce belirlenmesidir. Su denetim yöntemi, bireysel işlem birimleri tarafından kullanılan su hacimlerini analiz ederek, kayıpların sistem genelinde nerede meydana geldiğini araştırmaya olanak tanımaktadır (Sturman vd., 2004). Bu yöntem, sistemin tüm girdi ve çıktıları arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Barrington ve Ho, 2014, s.572).

2.7.1.2 Su Denetiminin Amaçları

Su Denetimi, endüstri, evsel, tarımsal su kullanımı veya çeşitli faaliyetler sonucunda tüketilen su miktarını, belirlemeye, ölçmeye, izlemeye ve azaltmaya yönelik sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Bir su denetimi, sahaya teslim edilen tüm suyun miktarlarını, özelliklerini ve kullanımını tanımlamakta ve su kaynakları yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Su denetimi suyu önemli ölçüde korumasını sağlamak için etkili bir yönetim aracıdır. Su denetimin amaçları şu şekilde sıralanmaktadır:

- Su kaynaklarının sürdürülemez kullanımına yol açan altta yatan toplumsal sebepleri ve geri bildirim durumunu belirlemek; altyapı eksikliği veya su hizmetlerinin yetersiz, sürdürülemez, adaletsiz veya verimsiz sunumunu engellemek,

- Su ile ilgili öncelikli konulara politik, sosyal ve kültürel olarak kabul edilebilir çözümler belirlemek, uyarlamak veya geliştirmek, örneğin yoksulluğun azaltılması, çevresel akışların korunması, iklim değişikliği ile bağlantılı risklerin yönetimini sağlamak,
- Su arzı, talebi ve erişimindeki eğilimleri etkileyen çok çeşitli toplumsal faktörleri ve su hizmetlerinin sürdürülebilir, adil ve uygun maliyetli sunumunu değerlendirmek için tutarlı bir çerçeve sağlamak,
- Belirli alanlarda su ile ilgili kararların nasıl alındığını ve daha spesifik olarak, anlaşmaların farklı kurumsal seviyelerde resmi ve resmi olmayan şekilde nasıl müzakere edildiğini anlaşılmasını belirlenmesini sağlamak,
- Dikkatle tasarlanmış su sektörü reform programlarının neden istenen sonuçları sağlayamadığını anlamak için bir dizi kanıtlanmış araştırma ve teşhis yöntemi ve aracı kullanmak olarak belirtilmektedir.

Su denetimi, su muhasebesinin kamu kuruluşları, özel kuruluşlar, hayır kurumları ve su kullanıcı kuruluşlarının düzenleyici, mülkiyet ve yönetim rolleri ile ilgili tartışmalara bilgi vermesini sağlamaktadır. Suyun yönetilme şekli su muhasebesinin yararlılığını belirlemektedir. Su muhasebesi su yönetimini geliştirebilir ancak bunun tersi de doğru olmaktadır. Kapsamlı bir su denetimi, dağıtım sistemi ve su kullanımlarını ayrıntılı olarak göstermektedir. Düzenli olarak yapılan su denetimleri, daha iyi su yönetimi sağlamaktadır, çünkü ölçülebilen şey yönetilebilmektedir. Ayrıca mevcut su verimliliğinin ve onu geliştirmek için gereken çözümlerin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Mecca, 2007, s.181). Su denetimi, çeşitli toplumsal ve çevresel göstergelere göre hem kamu hem de özel harcama değerini, yaşam döngüsü maliyet değerlendirmesi, maliyet eğrisi analizi, girdi takibi ve diğer araçları kullanmaktır (FAO, 2016, s. 4).

2.7.1.3 Su Denetiminde Standart Su Dengesi Tablosu

Dağıtım sistemlerinde meydana gelen su kayıpları işletme maliyetine, su ve enerji verimliliğine, hizmet kalitesine, müşteri memnuniyetine, bakıma ve yeni kaynak talebine etki etmektedir. Su dengesinin ve alt bileşenlerinin tanımlanması, analiz edilmesi, düzenli olarak izlenmesi, sistemin zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesi amacıyla Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından önerilen standart su dengeleri kullanılmıştır.

Su kayıplarının kontrol edilebilmesi amacıyla 2014 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği”, 2015 yılında “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği” yayımlanmıştır. 2015 yılında yayımlanan Tebliğ’de; şebeke suyu temin ve dağıtım sistemlerinin yönetimi, iletim hatlarında meydana gelen su kayıplarını azaltması gereken önlemler, su kayıplarının belirlenmesi ve azaltılmasına yönelik standartlar getirilmiştir. 23 Eylül 2020 tarihinde “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ” yürürlüğe girmiştir.

Yönetmelik uyarınca; Türkiye’de Belediyelere bağlı Su ve Kanalizasyon İdarelerinin 2014 yılında yayınlanan yönetmelik ile performansı analiz etmek ve takip etmek amacıyla yıllık olarak su dengesi tablosunu doldurmaları gerekmektedir. Yönetmelik uyarınca Su ve Kanalizasyon İdareleri su tüketimi, su kayıpları, GGS ve su dağıtım şebekesi yönetimi ile ilgili olarak elde edilen verileri paylaşmak durumundadır. Bu amaçla, her bir Su ve Kanalizasyon İdaresi yürüttüğü su kayıp azaltma programı konusunda genel bilgilerin bulunduğu yıllık SSDT’yi hazırlamak zorundadır.

Şebeke suyu sisteminde kayıp su miktarının belirlenmesi amacıyla üretilen, tüketilen ve kaybedilen su miktarının ölçülmesi veya hesaplanmasına dayanan Standart formatta hazırlanan Standart Su Dengesi Tablosunun (SSDT) doldurulması gerekmektedir. SSDT, şebeke suyu sistemlerindeki su kaybı performansını değerlendirmek için üstün araçlar sağlayan ve katkıda bulunan faktörlerin potansiyel olarak düzeltici unsurları belirleyen temel performans göstergelerini sayısallaştırmasını ve standartlaştırılmasını amaçlamaktadır (Al-Qawasmi ve Al Sharif, 2021, s. 54).

Tablo 2.14*Uluslararası Su Birliği (IWA) Standart Su Dengesi Tablosu*

Sisteme Giren Su Miktarı	İzinli Tüketim	Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım	Gelir Getiren Su Miktarı
			Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım	
		Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım	Gelir Getirmeyen Su Miktarı
			Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım	
	Su Kayıpları	İdari Kayıplar	İzinsiz Tüketim	
			Sayaçlardaki Ölçüm Hataları	
		Fiziki Kayıplar	Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar	
			Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar	

Kaynak: IWA, 2018

IWA Standart Su Dengesi Tablosu, ilk olarak 2000 yılında Uluslararası Su Birliği (IWA) tarafından yayınlanmış ve 2020 yılında daha ayrıntılı bir versiyonu yayımlanmıştır. Tablo 2.14, bu ayrıntılı versiyonu göstermektedir. Bu tabloda, sistemin Giriş Hacmi Bileşenleri olarak Kendi (öz) Kaynakları, İthal Edilen Su ve Arıtılan Su gibi unsurlar yer almaktadır. Bu bileşenler, su transferlerinin denetlenmesine yardımcı olmak amacıyla kullanılır. İstanbul'a ithal edilen su ve arıtılan su sisteme dahil edilmediği için, yalnızca havzalardan alınan su miktarı sisteme giren su miktarını belirlemektedir.

Standart Su Dengesi Tablosu' nun bileşenleri aşağıda tanımlanmıştır:

- *Sisteme Giren Su Miktarı:* Kaynaktan çekilerek şebeke suyu arıtma tesisine verilen ve sisteme dahil edilen yıllık su miktarıdır.
- *İzinli Tüketim:* Kayıtlı kullanıcının kullandığı, ücretli veya ücretsiz su miktarıdır.
- *Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi:* Su idaresine abone olarak kayıtlı olan kullanıcıların sayaçlı veya sayaçsız olarak faturalandırılan su miktarıdır.
- *Faturalandırılmamış İzinsiz Su Tüketimi:* Faturalandırılmamış, ancak tahmini veya varsa standartlara göre hesaplanıp faturalandırılan tüketim miktarıdır. Bu, örneğin müşterinin sayacının arızalanması veya bakım-onarım sırasında abonenin sistemden çıkarılması durumunda meydana gelebilir.
- *Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi:* Sayaçlı olup faturalandırılmama izni verilen tüketimler ile ölçümü yapılmayan ve provizyona göre faturalandırılmayan bağlantılardan kaynaklanan toplam tüketimdir. Bu tür kullanımlar yasal olarak ifade edilse de idare veya belediyeler için gelir kaybı anlamı taşıyabilir.
- *Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım:* Su idaresine abone olarak kayıtlı ve tarifeli bağlantısı olan, su tüketimi ölçülen ancak Bakanlık bilgisi dahilinde faturasız izinli tüketim yapan abonelerin kullandığı su miktarıdır (örneğin camiler).
- *Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım:* Su idaresi tarafından şebekeye bağlanan bağlantılardan (park, bahçe vb.) kullanılan ancak ölçümü yapılmayan ve bu nedenle faturalandırılmayan su miktarıdır.
- *Su Kayıpları:* Şebeke giriş hacmi ile izinli tüketim arasındaki farktır. Su kayıpları, idari kayıplar ve fiziki kayıpların toplamını ifade eder (The Leaksuite Library, 2024).
- *İzinsiz Tüketim:* Su ve Kanalizasyon İdaresinin kullanım izni dışında, kaçak bağlantılar veya sayaçlara müdahale edilerek kaçak şekilde kullanılan su miktarıdır.
- *Gelir Getirmeyen Su:* Sistemin tamamına veya bir kısmına verilen su ile faturalanan izinli su tüketimi arasındaki farktır (Water Efficiency Campaign, 2024).

Standart Su Dengesi Tablosu, sisteme giren ve kullanılan su miktarını ölçümleyerek su dengesini belirler. Bu tablo, su kaybı ve su sızıntılarının toplam miktarlarını hesaplamak için kullanılır. Kullanılan su miktarları ile sisteme giren su miktarı arasındaki fark, su

kaybını ortaya çıkarır. Şebeke suyu sistemlerine yönelik olarak hazırlanan bu tablo, şehirlerin şebeke sistemlerine ve şehirlerin özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

2.8 Su Muhasebesinin Su Yönetiminde Kullanılması ve Türkiye’de Havza Esaslı Su Yönetimi

Suyun mevcudiyeti ve erişilebilirliği zaman ve mekâna göre değişmektedir. Su mevcudiyeti hem biyofiziksel (örneğin yağış, arazi kullanımı, jeoloji) hem de toplumsal faktörlerden etkilenmektedir. Su tüketimi ve su talebi, nüfus artışı, kentleşme, gıda ve enerji güvenliği, üretim ve tüketimdeki artış gibi birçok faktörden etkilenmektedir (World Water Council [WWC], 2014). Tüm bu faktörler, suyun yönetimi, kontrolü ve raporlama biçimlerini etkilemektedir.

Su kaynakları yönetimi, çağımızın en önemli konularından biridir. Su yönetimi, mevcut durumda kısıtlı olan suyun verimli ve faydalı kullanımını en üst düzeye çıkarmak için su kaynaklarının kontrolü ve yönetimidir. Hızla büyüyen ve kentleşen küresel nüfus, iklimsel ve iklim dışı belirsizlikler sebebiyle su kaynaklarını planlamak zorlaşmaktadır. Su kaynaklarının gelecekteki planlaması ve yönetimi için kapasite, uyarlanabilirlik ve dayanıklılık oluşturmaya gereksinim duyulmaktadır. Bu durumda su kaynakları yönetim sürecinin tanımlanması ve doğru uygulanması büyük önem taşımaktadır. Su yönetimi açısından su muhasebesi metodolojileri nehir havzası ölçeğinde veya su kaynakları sistemi ölçeğinde uygulanması kolaydır. Çünkü bunlar su kaynakları yönetimi için standartlaştırılmış ölçeklerdir.

Su hesapları, muhasebe alanındaki su kullanıcıları için su akışları ve su stokları hakkında eksiksiz, güncel bilgiler vermektedir (Hong, 2018, s. 3). Bilgi karşılaştırması ve aktarımının yanı sıra, su muhasebesi metodolojileri, su maliyetlerinin hesaplanması ve sunulmasına yönelik standartlar sunarak geliştirilmiş kullanımı kolaylaştırmaktadır. Bu kriterlere göre su muhasebesi ve ilgili standartlar, su kaynakları yönetimi için en kullanışlı metodolojidir. Çünkü su muhasebesi su yönetimi şeffaflığını sağlamak ve kontrolünü geliştirmek için kullanılmaktadır.

Su muhasebesi, etkili su yönetiminin temeli haline gelmiştir (Alvar vd., 2016, s. 3). Su muhasebesinin su yönetiminde kullanılmasının en temel amacı, mevcut altyapılarla suyun farklı kullanıcılara tahsisinin ve yönlendirilmesinin yapılmasını sağlamaktır. Su

muhasabesi, su kaynaklarının kitledaşması ve sürdürülebilir yönetimi için su yönetiminde kullanılmaktadır. Su muhasabesi, su kaynaklarını rasyonel olarak kullanmaya teşvik etmek ve maksimum sosyal ve ekonomik fayda elde etmek için su yönetimine rasyonel kullanımı sağlamaktadır. Su yönetimi, su kaynaklarının rasyonel tahsisini ve doğru kullanımını teşvik etmek için su muhasabesi bilgisinden faydalanmaktadır.

Su kıtlığı karşısında su kullanımları giderek daha bağımlı hale gelmektedir. Su yönetimi ile ilgili kurumlar, yakın gelecekte karşılaşacakları zorluklarla başa çıkmak için radikal reformlara gereksinim duymaktadır. En temel zorluk, kurumların artan kıtlıkla ortaya çıkan problemlerin ve değişen gereksinimlerin su yönetimini karşılayamaması ve kullanılan yöntemlerin uyarlanabilir olmamasından kaynaklanmaktadır (Molden vd., 2001, s. 13).

Kötü yönetim ve yönetişim, doğal sermayeyi göz ardı etmek su kıtlığının daha da derinleşmesine sebep olmaktadır. Tasarlandıkları sisteme özel olan su muhasabesi, su hesabı ve su göstergeleri ile su yönetimine yardımcı olmaktadır.

Su muhasabesi, üretkenlik, verimlilik ve eşitlik gibi performans ltleri oluşturmak için düzenli olarak su temini ve kullanımını izlemeye yönelik bir dizi yöntem içermektedir. Su yönetiminde su ölçümlerinin gerekli olmasının sebepleri şunlardır:

- Mevcut su miktarını değerlendirmek ve kullanıma göre arz ve talebi dengelemek için uygun dinamik ve sağlam yönetim stratejilerini tasarlamak,
- Sürdürülebilir kalkınmadaki ilerlemeyi tespit etmek,
- Ulusal gündemde suyun ve su kıtlığının önceliğini artırmak,
- Su bilincine sahip bir topluma yönelik farkındalık yaratmaktır.

Sürdürülebilir ve bütünleşmiş su yönetimi, gelecekte suyun verimliliğini önemli ölçüde artırma ve su ile ilgili çevresel bozulmayı durdurma gibi zorunlulukları önleyebileceği öngörülmektedir. Su kullanıcılarına ve diğer paydaşlara karşı su yönetiminde şeffaflığın geliştirilmesine yardımcı olabilecek su muhasabesi, belirli bir dönemde gerçekleştirilen geniş bir değerlendirme, ölçüm ve göstergeler ile su kaynaklarını korumaya yönelik destek sağlamaktadır. Bu nedenle su muhasebesinden destek alarak, su yönetiminde şeffaflık ve kontrol sağlanması olanak yaratılabilir.

Su kaynakları sisteminin mevcut durumunu küresel boyutta anlayabilmek için, suyun zaman ve mekandaki kaynağı hakkında ve su kaynakların kullanımı hakkında ayrıntılı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Dünyanın birçok yerinde yeterli gözlemlenen verinin olmaması, mevcut su kaynaklarının doğru yönetilememesi ve su kullanımını tam olarak değerlendirilememesi büyük bir sorun olarak görülmektedir. Su muhasebesi, yağış, gerçek buharlaşma ve depolama değişimleri gibi su döngüsüne yönelik çeşitli bileşenleri bir araya getirerek su yönetimi için gerekli veriler sağlamaktadır.

Su kaynakları yönetiminin sürdürülebilir olması için su kaynakları ile ilgili şeffaf ve kapsamlı bilgilere gereksinim duyulmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2017)’ne göre; su muhasebesi, belirli alanlarda su arzı, talebi, dağıtımı, erişilebilirliği ve kullanımındaki durum ve eğilimlerin sistematik analizi olup, kanıta dayalı su politikasına yönelik karar verilmesine temel oluşturmaktadır. Kavramların, ilgili tanımların ve sınıflandırmaların uygulanması yoluyla su muhasebesi, tamamen entegre bir bilgi kaynağı sağlamaktadır.

Suyun “yönetilmesi” (yönetilmesi ve kontrol edilmesi) için mekanizmalar, teknikler ve güncel bilgiler sağlayabilen sistemlere gereksinim duyulmaktadır. Su ile ilgili konulara (tüketim, kullanılabilirlik vb.) ilişkin muhasebe temelli bilgiler önemlidir. Bu bilgi suyun hesaplanacağı, yönetileceği ve kontrol edileceği herhangi bir “yönetim” sisteminin temel bileşenini temsil etmektedir. Bu nedenle bu bakış açısı ile bakıldığında su ile ilgili bilgilerin üretilmesi, toplanması ve sunulmasına yönelik muhasebe temelli mekanizmaların ve tekniklerin belirlenmesi esastır. Su ile ilgili çok çeşitli bilgilerin tutarlı bir sistem altında bir araya getirilmesi amacıyla, Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından su kaynaklarının durumu ve verimliliğine ilişkin standart bir raporlama sistemi sağlamak amacıyla su muhasebesi kavramı oluşturulmuştur (Godfrey ve Chalmers, 2012). IWMI Su muhasebesi temelinde geliştirilen Su Muhasebesi Artı (WA+), su tüketimine yönelik IWMI-WA ile aynı ilke ve tanımları paylaşan ancak ayrıntılı mekanizmalara sahip bir çerçevedir (Karimi vd., 2013). Ayrıca su muhasebesi alandaki çeşitli tüketimleri ayırt etmek için arazi kullanım sınıflarına bağlı olarak oluşturmaktadır (Ghorbanpour vd., 2022).

Su muhasebesi, su kullanımı ile ilgili bir bölgede, bir havzada veya bir alanda su dengelerinin belirli bir standartta raporlanması olarak tanımlanmaktadır. Su muhasebesi kullanılabilir su stokları ile bunların farklı taleplere basit ve güvenilir bir şekilde tahsis edilmesi, yönlendirilmesi gibi konulara destek olmaktadır. Bu nedenle, muhasebe alanında

dikkate alınan unsurların maksimize edilmesi ile muhasebenin titizliği arasında bir dengeye ihtiyaç duyulmaktadır (Godfrey ve Chalmers, 2012, s. 124).

Su muhasebesi, su ile ilgili çeşitli verileri çevre ve ekonomi hakkındaki diğer bilgilerle bütünleşmek için güçlü bir çerçeve sunmaktadır.

Su muhasebesi üç farklı bakış açısını içermektedir. Hidrolojik bakış açısı, mühendislik (izleme) bakış açısı, izleme ve değerlendirme bakış açısıdır (Perry, vd., 2017).

Hidrolojik bakış açısı: Farklı yönetim biçimlerinde, farklı arazilerde ve farklı iklim koşullarında su akışlarını ve stok hacimlerini yöneten fiziksel süreçlerin anlaşılmasına dayanan bir bakış açısıdır.

Mühendislik bakış açısı: Toplu transfer planlarının, kuyu alanlarının, sulama ve drenaj planlarının, belediye su temin sistemlerinin ve su arıtma tesislerinin tasarımı, inşası ve işletilmesine odaklanmaktadır. Başka bir deyişle, odak noktası su stoklarının (zaman ve mekân açısından) yönetilmesi ve suyun boru hatları aracılığıyla kaynaklardan gereksinim duyulan yere aktarılmasını dayanmaktadır.

İzleme ve değerlendirme bakış açısı: Su muhasebesinin yönetim kararlarını desteklemek için kullanılmasına dayanmaktadır. Başka bir deyişle, su tedariki ve su hizmetleri dağıtım sistemlerinin hem arz hem de talep taraflarındaki politika ve uygulamalarda aşamalı iyileştirmeler elde etmeyi amaçlamaktadır.

Su muhasebesinin ardındaki fikir, suyla ilgili sektörel ve sektörler arası karar alma süreçlerini bölgesel ve ulusal düzeyde geliştirmek için dünya çapında bir kapsamın varlığını işaret etmektir.

Su muhasebesi, tıpkı finansal hesapların gelir ve gider hakkında bilgi sağlaması gibi, su kaynakları ve kullanımının ölçülmesiyle ilgilidir. Su muhasebesine olan ilgi, çok az kişinin katılmayacağı bir ifade olan ‘Ölçemediğimiz şeyi planlayamayız ve yönetemeyiz.’ önermesine dayanmaktadır. Ancak su sorunlarını anlamak, çözmek ve su yönetimini desteklemek için bir araç olarak paha biçilmezdir. Su muhasebesi tek başına su yönetişimi ve su kaynaklarının yönetimi sorunlarını çözemez, ancak yönetişimin iyileştirilmesi ve sağlam karar alma süreçlerini desteklemek için gereken bilgilerin sağlanmasında önemli bir rol oynar (FAO, 2018, s. 2).

Su muhasebesini operasyonel bağlamda uygulamanın önündeki temel engel, veri ve bilgilerin eksikliğidir. Bu durum su muhasebesinin uygulamasını oldukça zorlaştırmaktadır (Karimi vd., 2013).

Su muhasebesinin faydası, ele alınabilecek veri boşluklarını ve eksiklerini netleştirmesidir. Su muhasebesinin temel nedeni, karar verme için bilgilerin bütünleştirilmesidir. Daha fazla ve kaliteli veri, bilgilerin kolay entegrasyonu, düzenli ve zamanında hesaplar ile karar alma sürecine dahil edilmesi, daha iyi sonuçlara yol açmaktadır. Su muhasebesinin kritik bir yönü, sistemlerinin hem arz hem de talep taraflarını dikkate alması ve değerlendirmesidir. Su muhasebesinin amaçları aşağıda sıralanmıştır (Foster vd., 2009):

- Farklı kaynaklardan gelen bilgi ve kanıtları birleştirmek, değerlendirmek ve yorumlamak,
- Belirli alanlar için kilit paydaşlar tarafından paylaşılan ve kabul edilen bir bilgi tabanı geliştirmek ve döngüleri desteklemek,
- Öğrenme, paydaş diyalogu ve kanıtlara dayalı karar vermektir.

Su muhasebesindeki bilgilerin bütünleşmiş ve sektörler arası sunumu, kullanıcıların daha büyük resmi görmesine ve su yönetimindeki ilişkileri anlamalarına yardımcı olmaktadır. Su muhasebesi, su kaynaklarının farklı sektörler veya kullanımlar tarafından nasıl dağıtıldığını ve tüketildiğini değerlendirmek için önemli bir araçtır. IWMI tarafından IWMI tarafından UNESCO-IHE ortaklığıyla geliştirilen su muhasebesi, karmaşık nehir havzalarından, ülkelerden veya sektörlerden su akışlarını, stoklarını, tüketimini ve hizmetlerini analiz etmek için uzaktan algılama veri kümelerini kullanmaktadır (Arowoshegbe vd., 2018, s. 170). Son yıllarda yer gözlem uydularından elde edilen verilerin artan kullanılabilirliği, su kaynaklarının miktarını farklı ölçeklerde belirleme yeteneğini önemli ölçüde geliştirmiştir.

Havza esaslı su yönetiminde su muhasebesinin uygulanmasındaki en büyük kısıtlamalardan biri, Türkiye'deki su havzalarının çoğunun operasyonel nehir havzası yönetim planına sahip olmamasıdır. Çünkü su muhasebesi su kaynaklarının havza, alt havza düzeyinde planlanması ve yönetimini gerektirmektedir.

Mevcut durumda nehir havza planlarının havza genelinde uygulanmasına veya yürütülmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Su muhasebesi havza planlaması

sağlayarak toplam akışlar, su kullanımı ile yüzey suyu, yeraltı suyunu kapsayan sistemlere geri dönen suyun miktarı ve kalitesi ile ilgili düzenli bilgi sağlamaktadır.

Havza, yağmur suyu ve eriyen kar sonucu oluşan suları göl, gölet, nehir veya dere gibi su kütlesine yönlendiren bir arazi alanıdır. Drenaj havzası veya su toplama alanı olarak da adlandırılan havza yağış olarak aldığı suyu bir nehre veya nehir ağına aktarmaktadır. Bu alan iklim, jeoloji, topoğrafya, toprak, floranın sularla etkileşim içinde olduğu sosyal, ekonomik ve biyofiziksel olarak bütüncül ve dinamik bir sistemi ifade etmektedir.

Havza planlaması doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımının sağlanması için belirli bir havzada ekolojik planlama kriterleri dikkate alınarak toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmesine katkı sağlanması olarak tanımlanmaktadır. Havza planlaması havza yönetim planı aracılığıyla yapılmaktadır. Havza yönetim planları, özel olarak tanımlanmış bir havza alanında su ve ilgili arazi kaynaklarının nasıl geliştirilmesi ve yönetilmesi gerektiğini açıklayan eylem odaklı bir çerçeve belgesidir. Havza yönetim planı su havzası düzeyinde somut yönetim planı geliştirmek için gereken temel bileşenlerin, tasarım ilkelerinin ve adımların neler olduğunu açıklamaktadır (IWRM, 2023).

Su havzasının herhangi bir bölümünde ortaya çıkan problem, zamanla havzanın tamamını etkileyeceğinden sistemin bütünlük bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu sebeple havza temelli bütünlük su yönetimi yaklaşımı su kaynakları yönetimi için son yıllarda önem kazanmıştır. Bu yaklaşımda; havza temelinde sosyal ve ekonomik etkileşimlerin incelenmesi, gelecek döneme ilişkin sorunların tespitine yönelik tahminlerin geliştirilmesi, iklim değişikliğine bağlı olarak su kaynaklarındaki değişikliklerin belirlenmesi, kuraklık ve taşkınların yönetimi, suyun adil ve hakkaniyetli tahsisinin yapılması amaçlanmaktadır (Garrick vd., 2014).

Su kaynaklarının sulama, sanayi, içme-kullanma, enerji üretimi gibi farklı amaçlar için tahsis edilmesi gerekmektedir. Suyu yönetmek için suyun dağıtımına ve su kullanımının önceliklendirilmesine yönelik havza ölçeği planları yapılmaktadır. Türkiye, Avrupa Birliği müzakereleri kapsamında 2005 yılı itibarıyla su kaynaklarının kalite, miktar ve ekolojik yönden korunması, havzadaki paydaşların tümünün katılımı ile bütüncül bir şekilde havza esaslı yönetime geçilmesi için Su Çerçeve Direktifini uygulamaya başlamıştır. Direktif; yer altı suları, kıyı suları, yüzey sularından en yüksek ekonomik ve sosyal faydayı elde etmek için havzadaki su, toprak ve bunlarla ilişkili kaynakların korunmasını amaçlayan bir

anlayışla havza temelli entegre su yönetimine yönelik bir çerçeve sunmaktadır (Topcu, 2023, s. 193). Direktifin desteklediği havza temelli bütünleşik yaklaşım havza yönetiminde havza sınırlarını temel almakta suyun miktar ile kalitesine odaklanmakta, entegre ve havza bazlı bir yönetim yaklaşımını benimsemektedir. Ayrıca her su havzası için uygulanması gereken su yönetim planları talep etmektedir. Su yönetim planları hazırlanmasında su havzalarının doğal sınırları dikkate alınmaktadır. Devletlerin idari ve siyasi sınırlardan bağımsız olarak doğal, coğrafik ve hidrolojik esaslara göre belirlenen “nehir havzası bölgesi” oluşturması gerekmektedir. Böylece havza sınırları dikkate alınarak havza içerisindeki kaynakların korunması sağlanmaktadır.

Türkiye’de entegre ve sürdürülebilir bir planlama ve yönetim yaklaşımının başarılmasına yardımcı olan havza planlamasına ilişkin bir modelin sağlanması önemli bir gereksinimdir (Pouya vd., 2020, s. 78). Avrupa Birliği müzakereleri kapsamında Su Çerçeve Direktifi ve ilgili diğer direktifleri ulusal su mevzuatına aktarılması yükümlülüğü bulunmaktadır. Bu bağlamda su havzalarının korunmasına ilişkin uluslararası anlaşmaların ardından Türkiye, havza yönetimi ve planlama sürecine yönelik temel değişiklikleri başlatmıştır.

Havza ölçeğinde su yönetimi konularının ele alınmasıyla ilgili olarak 2011 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ve Su Enstitüsü kurulmuştur (Kızıltoprak vd., 2022, s. 350). Böylece Türkiye’de havzaların sorunlarının, önceliklerinin entegre bir şekilde izlenmesi ile adil ve sürdürülebilir bir su tahsisi sürecine geçilmesi sağlanmıştır. Direktif kapsamında su havzalarının bütünleşik yönetimi ve sürdürülebilir kullanımı için önemli bir adım atılmıştır. 2012 yılında Avrupa Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik bütünleşik bir yaklaşımla yer üstü suları ve yer altı suları ile ilgili havza yönetim planlarının hazırlanmasına yönelik usul ve esasları düzenlemeyi amaçlamaktadır. Havza koruma planları hazırlama süreci devam etmektedir.

Türkiye, su havzası yönetiminde Su Çerçeve Direktifini dikkate alarak 25 nehir havzası için Nehir Havzası Yönetim Planları hazırlamaktadır. Havza Koruma Eylem Planı 4 havza (Susurluk Havzası, Meriç-Ergene Havzası, Konya Kapalı Havzası ve Büyük Menderes Havzası) için çalışmalarına 2013 yılında başlamıştır. 2019 yılında Gediz, Ergene, Büyük Menderes, Konya ve Susurluk’un bulunduğu 5 Nehir Havza Yönetim Planı ve Ulusal Su Planı yürürlüğe girmiştir (TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Havza yönetimi

açısından Türkiye’de oluşturulan ve benimsenen yöntem, tüm doğal kaynakların havza bazında entegre bir şekilde, gerekli otoritelerin koordinasyonu ve paydaş katılımıyla yönetilmesidir.

Aşağıda Tablo 2.15’te 25 hidrolojik (su) havza ve özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 2.15

Türkiye’deki 25 Su Havzası ve Özellikleri

Havzanın Adı	Havzanın Alanı (Su potansiyeli) (Km ²)	Yağış (%)	Yıllık Akış (Km ³)	Ortalama (%)	Nüfus	Ortalama Yıllık Verim (l/s/km ²)
Meriç-Ergene Havzası	14.560	1,9	1,33	0,7	749.510	2,9
Marmara Havzası	24.100	3,1	8,33	4,5	23.345.539	11,0
Batı Karadeniz Havzası*	29.598	3,8	9,93	5,3	1.879.209	10,6
Susurluk Havzası	22.399	2,9	5,43	2,9	3.793.746	7,2
Kuzey Ege Havzası	10.003	1,3	2,09	1,1	1.112.098	7,4
Gediz Havzası	18.000	2,3	1,95	1,1	1.588.561	3,6
Küçük Menderes Havzası	6.907	0,9	1,19	1,19	4.168.415	5,3
Büyük Menderes Havzası	24.976	3,2	3,03	1,6	1.346.490	3,9
Batı Akdeniz Havzası	20.953	2,7	8,93	4,8	908.877	12,4
Antalya Havzası	19.577	2,5	11,06	5,9	3.341.962	24,2
Burdur Gölü Havzası	6.374	0,8	0,50	0,3	680.105	1,8
Akarçay Havzası	7.605	1,0	0,49	0,3	709.015	1,9
Sakarya Havzası	58.160	7,5	6,40	3,4	7.262.833	3,6
Yeşilırmak Havzası	36.114	4,6	5,80	3,1	2.721.221	5,1
Kızılırmak Havzası	78.180	10,0	6,48	3,5	3.715.291	2,6
Konya Kapalı Havzası	53.850	6,9	4,52	2,4	3.105.368	2,5
Doğu Akdeniz Havzası	22.048	2,8	11,07	6,0	1.745.221	15,6
Seyhan Havzası	20.450	2,6	8,01	4,3	2.183.167	12,3
Asi Havzası	7.796	1,0	1,17	0,6	1.533.507	3,4
Ceyhan Havzası	21.982	2,8	7,18	3,9	1.609.483	10,7
Fırat-Dicle Havzası	184.918	23,7	52,94	28,5	12.646.409	8,3
Doğu Karadeniz Havzası	24.077	3,1	14,90	8,0	2.404.480	19,5
Çoruh Havzası	19.872	2,6	6,30	3,4	246.920	10,1
Aras Havzası	27.548	3,5	4,63	2,5	584.360	5,3
Van Gölü Havzası	19.405	2,5	2,39	1,3	1.096.397	5,0
TOPLAM	779.452	100,0	186,05	100,0		

Not*: İstanbul’a su sağlayan kaynaklardan Melen Çayı Batı Karadeniz Havzasında yer almasına rağmen tabloda Marmara havzası ile art arda gösterilmiştir.

Kaynak: Sürdürülebilirlik ve İklim Değişikliği Bağlamında Türkiye’deki Mevcut Durum Araştırma Raporu, 2021

TÜİK’in verilerine göre, 2022 yılında Türkiye’de belediyeler su kaynaklarından 6,7 milyar m³ su çekmiştir (TÜİK, 2023). Su kaynaklarından çekilen suyun 1,1 milyar m³’ünü İstanbul çekmiştir. Marmara Havzası ve Batı Karadeniz’de yer alan Melen alt havzasından çekilen su miktarı, Türkiye’nin diğer havzalarından çekilen suyun %16’sına denk gelmektedir.

Tablo 2.15’te yer alan havzalardan Konya, Akarçay, Van Gölü ve Burdur havzaları kapalı havzalardır. Kapalı havzaların en temel özelliği, kendini beslemeleri ve suları denize ulaştırmayıp havzalarında biriktirmeleridir (Doğa Derneği, 2023).

Tablo 2.15’e göre, Fırat-Dicle Havzası, aldığı yağış alanı itibariyle Türkiye’nin en büyük havzası konumundadır. Diğer 23 havza ile kıyaslandığında Akarçay ve Burdur Kapalı Havzaları, yağış aldıkları alan itibariyle en düşük potansiyele sahiptir. Su potansiyelinin yetersiz, su talebinin fazla ve yoğun olduğu bölgelerde suyun yönetimi giderek zorlaşmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2022).

Tablo 2.15’teki her nehir havzası, kendi içinde farklı şartlara ve öncelikli problemlere sahiptir. Mevcut durumda Batı Akdeniz, Antalya, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz, Ceyhan, Fırat-Dicle, Doğu Karadeniz, Çoruh ve Aras havzalarında su stresi yaşanmamaktadır. Fakat Marmara Havzası, Küçük Menderes, Burdur ve Akarçay havzalarını kapsayan beş havzada kesin kıtlık riski bulunmaktadır. Susurluk, Asi, Kuzey Ege, Gediz ve Sakarya havzalarını da kapsayan beş havzada su stresi bulunmazken, Meriç-Ergene, Büyük Menderes, Yeşilırmak, Kızılırmak, Konya Kapalı, Seyhan ve Van Gölü havzalarında su stresi yaşanmaktadır (WWF, 2023). 25 havzanın büyük çoğunluğu günümüzde su stresi altındadır. Küresel iklim değişikliği etkisiyle yükselen hava sıcaklıkları ve azalan yağışlar, su havzalarındaki su stresini daha da derinleştirmekte ve kuraklığa yol açmaktadır. Türkiye’de kurak geçen günlerin süresi uzamakta, kuraklığın periyodu daha sık hale gelmektedir. İklim koşullarına bağlı olarak değişiklik gösteren kuraklık, suyun ve toprağın koşullarına göre etkisini ve şiddetini göstermektedir.

Günümüzde su konusunda yaşanan sıkıntılar ve gelecekte bunların daha da artacağı yönündeki öngörüler, Türkiye’nin su yönetiminde farklı bir yöntem belirlemesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Sürdürülebilirlik ve İklim Değişikliği Bağlamında Türkiye’deki Mevcut Durum Araştırma Raporu, 2021, s. 20). Türkiye’de su havzalarının korunmasına yönelik olarak, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından 2017 yılında yayımlanan “İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik” ile 2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan “İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” temel dayanak olmuştur. İki yönetmelik de şebeke suyu temin edilen su havzalarında yürütülecek faaliyetleri ve şartları açıklamaktadır. 2017 yılında yayımlanan İçme

Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik’te, içme-kullanma suyu temin edilen ya da temin edilmesi planlanan yapay ve doğal göllerin çevresinde 300 metre genişliğindeki alanın kara kısmındaki bölümü, kuş uçuşu mesafelere dayandırılarak hesaplanmış ve “mutlak koruma alanı” ilan edilmiştir. Mutlak koruma alanının üst sınırından itibaren 301-1000 metre kısa mesafeli koruma alanı, kısa mesafeli koruma alanı üst sınırından 1001-2000 metre orta mesafeli koruma alanı ve 2001 metreden su toplama havzasının sonuna kadar uzanan bütün kara alanı ise uzun mesafeli koruma alanı olarak tanımlanmaktadır (İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik, 2017).

Su ve Kanalizasyon İdareleri’nin yönetmelik kapsamında belirlenen alanlarda çeşitli önlemler alma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu alanlarda gerçekleştirilecek faaliyetler kısıtlı tutulmuş ve mutlak koruma alanında teknik tesisler (içme-kullanma suyu ve kanalizasyon sistemlerine ait zorunlu olanlar) haricinde yapılaşma yasağı getirilmiştir. Kısa mesafeli koruma alanında kirletmemek ve bu alanda yoğunluk oluşturmamak şartıyla yapılaşmaya şartlı izin verilmektedir. Bu sebeple, kısa mesafeli koruma alanlarında özellikle sanayi tesisleri, madencilik faaliyetleri, güneş enerjisi santralleri ve akaryakıt istasyonlarına izin verilmemektedir. Orta ve uzun mesafeli koruma alanlarında ise yönetmeliğin hükümlerine göre gereksinim duyulan durumlarda her türlü yapıya izin verilmektedir.

Yönetmelikte koruma alanları belirlenirken sadece kuş uçuşu mesafesi dikkate alınmıştır. Su havzalarının sahip olduğu bitki örtüsü, jeolojik durum, erozyon durumu, arazi kullanım durumu gibi havzanın öz niteliği dikkate alınmamıştır. Havzanın mutlak koruma alanları belirlenirken, havza ekosisteminin dinamik yapısının sürekliliğine dair yıllık yağış rejimi, yağış türü, yer altı su kaynakları gibi havza ekosisteminin koşullarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığının “İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik” Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Buna göre, su havzası koruma planlarının Büyükşehir Belediyeleri Su ve Kanalizasyon İdareleri tarafından hazırlanarak bakanlığa sunulması gerekmektedir. Ayrıca yönetmelikte, içme-kullanma suyu sağlanan veya sağlanması planlanan göl ve göletlerde su ürünleri yetiştiriciliği yönelik tesislerine ve bu

alanların 1000 metreden daha yakınlarında su ürünleri yetiştiriciliği yapılmasına izin verilmediği belirtilmektedir. İçme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan doğal göl, baraj gölü ve göletlerin üzerinde yeni yol, köprü, viyadük gibi yapılar inşa edilmesine yönelik düzenlemeler de yer almaktadır (İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 2020). Yapılan değişiklikle, su havzalarındaki korumanın kapsamı genişletilmiş ve su havzalarında konut dışında bazı yapılar ile yetiştiricilik yasak kapsamına alınmıştır.

Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdareleri'nin yönetmelikler temelinde kendi sorumluluk ve görev alanlarına bağlı kalarak şebeke suyu havzalarına yönelik olarak çeşitli yönetmelikler geliştirme yetkisi bulunmaktadır (Tezer ve Kuru, 2019, s. 521).

Türkiye'de su yönetiminde ve su havzalarında bütüncül bir anlayış için yasal ve yönetsel yapıda, bu iki yönetmelik de dahil olmak üzere çeşitli düzenlemeler yapılmıştır.

Türkiye'de Anayasa'nın 168. Maddesine göre, "Tabii servetler ve kaynaklar Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır." Türkiye'de su kaynaklarının kalite ve miktarının korunması, geliştirilmesi ve yönetilmesine yönelik olarak Bakanlık ve Büyükşehir Belediyelerinin sorumlulukları bulunmaktadır.

Tablo 2.16, Türkiye'deki suyun yönetimi ve korunmasına yönelik yasal düzenlemeleri göstermektedir

Tablo 2.16*Türkiye’de Su Kaynaklarına Yönelik Kanun ve Yönetmelikler*

Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı		
Büyükşehir Belediyeleri	Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Sağlık Bakanlığı	Türkiye’de Yasal Mevzuat
Su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi	İçme suyu kalite kriterlerinin tespiti, tüketicilerin kullanması için uygulanması gereken arıtma sınıflarının belirlenmesi	Tüketicie ulaşan su kalitesinin izlenmesi, kalite standartlarının sağlanması, denetlenmesi	Havzaların Korunmasına Yönelik Yönetmelikler
- 2560 sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun	- İçme suyu Elde Edilen, Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik	-İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik	-Su Kirliliği Kontrolü -İSKİ Genel Müdürlüğü İçme suyu Havzaları
- Havzaların Korunması, Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik			-Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında - Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi
- Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik			- İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair - İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

Kaynak: Fakıoğlu, vd., 2017

İlgili düzenlemeler, suyun verimli kullanımı ile su kalitesinin korunması arasında denge sağlanması açısından önemlidir. Su kaynakları yönetiminde birçok kurum ve kuruluş görev almaktadır. Ancak, ulusal ve yerel düzeyde kurumlar arasında açık bir görev ve sorumluluk dağılımı bulunmamaktadır. Her kurum, kendi görev alanı ve yetkileri çerçevesinde yönetime katılmakta ve planlarını yürütmektedir. Su kaynakları yönetiminde hiyerarşik yapıdaki koordinasyon eksikliği ve yetki karmaşası sorunları mevcuttur. Havza bazında bütüncül bir yönetim anlayışı ve yapılanması ise bulunmamaktadır. Türkiye’de, su yönetimine yönelik mevzuatın yapılandırılması için Avrupa’daki modele benzer bir kanunun hazırlanması gerekmektedir. Ancak Türkiye'deki su havzalarının

Avrupa'dakilere göre daha karmaşık yapısı, ilgili kurumların faaliyete geçmesini ve havza yönetimini zorlaştırmaktadır. Su muhasebesi, politika geliştirme ve su kaynakları ile ilgili kararların kanıta dayalı olarak alınmasının temelini oluşturur (Bassi vd., 2020, s. 768). Havza yönetimiyle ilgili kurumsal yapının dağınık olması, Su Çerçeve Direktifi'nin başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli bir engel teşkil etmektedir.

3 GENEL AMAÇLI SU MUHASEBESİ RAPORLARI: İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ ÖRNEĞİ

3.1 Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, disiplinler arası bütüncül bir bakış açısını esas alarak, araştırma problemini yorumlayıcı bir yaklaşımla incelemeyi benimseyen nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır (Altunışık vd., 2010). Araştırma kapsamında, nitel verilerin toplanması ve analiz edilmesi süreci sonucunda elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Araştırmada kullanılan veriler, dokümanlar yoluyla toplanmıştır. Araştırma deseni olarak nitel araştırma tekniklerinden doküman analizi tekniği kullanılmıştır.

Doküman analizi, araştırma verilerinin birincil kaynağı olarak çeşitli dokümanların toplanması, gözden geçirilmesi, sorgulanması ve analiz edilmesi olarak tanımlanabilen bilimsel bir araştırma yöntemidir. Doküman analizi, basılı ve elektronik materyaller dahil olmak üzere tüm belgelerin içeriğini ayrıntılı ve sistematik bir şekilde incelemek için kullanılan bir nitel araştırma yöntemidir. Bowen (2009) yaptığı çalışmada doküman analizini "hem basılı hem de elektronik (bilgisayar tabanlı ve İnternet üzerinden iletilen) materyali incelemek veya değerlendirmek için sistematik bir prosedür" olarak tanımlamaktadır. Nitel araştırmadaki diğer analitik yöntemler gibi, doküman analizi özellikle nitel vaka çalışmalarına, yani tek bir olgunun, olayın, organizasyonun veya programın zengin tanımlarını üreten yoğun çalışmalara uygulanmaktadır (Kıral, 2020, s. 177). Merriam'ın (1988) belirttiği gibi, "Her türden doküman, araştırmacının anlamı ortaya çıkarmasına, anlayış geliştirmesine ve araştırma problemiyle ilgili içgörülerini keşfetmesine yardımcı olmaktadır" (Merriam, 1988, s. 118). Doküman analizinde, diğer araştırma yöntemlerinde olduğu gibi, anlam çıkarmak, konu ile ilgili bir anlayış geliştirmek ve görgül bilgi elde etmek için verilerin incelenmesi ve yorumlanması gerekmektedir (Corbin ve Strauss, 2008).

Atkinson ve Coffey (1997), dokümanları toplumsal olarak organize edilmiş yollarla üretilen, paylaşılan ve kullanılan 'sosyal gerçekler' olarak adlandırmaktadır. Dokümanların analizi sırasında içerik, görüşmelerden veya odak gruplarından alınan belgelerin analiz edilme şekline benzer şekilde kategorize edilmektedir (Atkinson ve Coffey, 2004).

Bu araştırmanın problemi, İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik su muhasebesi bilgisi çerçevesinde su muhasebesi raporları hazırlamaktır. Bu çalışmada, elde edilmesi zor ya da başka şekilde kamuya açık olmayan belgeler için doküman analizinden güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla aşamalı ve detaylı bir planlama süreci yürütülmüştür. Doküman analizi beş aşamalı olarak yürütülmektedir (Karadaban vd., 2023, s. 2669).

Bu çalışmada, Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları oluşturmak amacıyla doküman incelemesi beş aşamalı olarak yapılmıştır:

1. *Dokümanlara Erişme:* Bu çalışmada, İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik su akışlarının tespit edilmesi, kullanılan su akışının belirlenmesi, brüt ve net su çekimleri arasındaki fark, rezerve edilmiş çıkışlar, su tüketim süreçleri ve bunlara yönelik hacim değişikliklerinin belirlenmesi amacıyla İstanbul’a su sağlayan havzalar için su hesapları oluşturulmuştur. Yapılan çalışmanın temel bir parçası, belediyenin su hizmetlerine ilişkin belgelere erişim ve bunların kullanımı olmuştur. Gereksinim duyulan dokümanlar tespit edildikten sonra, verilerin kullanımı ile ilgili prosedürler belirlenmiştir.
2. *Özgünlüğü Kontrol Etme:* Bu çalışmada kullanılan veriler, İSKİ faaliyet raporu, İSKİ Genel Müdürlüğü Stratejik Planı, Marmara Havzası Taşkın Yönetim Planı, Tarım ve Orman Bakanlığı web sitesi, İBB web sitesi, İSKİ web sitesi, İSKİ’den alınan yazılı bilgiler, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı web sitesi ve Türkiye İstatistik Kurumu’ndan elde edilen ikincil verilerdir.
3. *Dokümanları Anlama:* Dokümanlar, bulguları ve diğer kaynaklardan elde edilen kanıtları doğrulamak amacıyla incelenmiştir. Dokümanlara erişim sağlanmasının ardından, elde edilen veriler için sınıflandırmalar yapılmıştır. Dokümantasyonun kapsamlı ve sistematik bir şekilde incelenmesi, su hesaplarını oluşturmada arka plan bilgisi sağlamıştır. Dokümanların arka planı ve bağlamı, sorulacak ek soruları, tamamlayıcı verileri, değişim ve gelişimi izlemeyi ve bulguların doğrulanmasını sağlamıştır.
4. *Verileri Analiz Etme:* Toplanan veriler, su hesaplarına dönüştürülmek üzere analiz edilmiştir. Su hesapları, muhasebe alanındaki su kullanıcılarına yönelik olarak havzadaki toplam girişler, su akışları ve su stokları ile ilgili eksiksiz, güncel ve anlık bilgiler vermektedir (Hong, 2018, s. 3). Ayrıca düzenli bilgi ve göstergelerin

üretilebilmesi ve karar alma süreçlerine dahil edilebilmesi için çok çeşitli verilerin sentezlenmesine de olanak sağlamaktadır. İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik farklı kaynaklardan toplanan birincil ve ikincil veriler kapsamlı bir içerik analizine tutulmuştur.

5. *Veriyi Kullanma:* İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik olarak hazırlanan su raporlarındaki bilgiler için İSKİ'den yazılı izin alınmıştır.

Çeşitli kaynaklardan ve farklı alanlardan havzalara yönelik su bilgilerinin kullanılması, kullanılan yöntemler, veri kümeleri ve modeller hakkında şeffaf olmanın daha da önemli hale geldiği anlamına gelmektedir (Hunink vd., 2019, s. 12). İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarına yönelik veriler, yüksek seviyede şeffaflık sağlaması amacıyla kamu erişimli verilerin kullanımına odaklanmaktadır. Analiz için kullanılan zaman dilimi, İstanbul'a su sağlayan havzalar için 2019-2023 yıllarını kapsayan dört hidrolojik yılı içermektedir. İncelenen dört hidrolojik yıl, özellikle su hesapları ile ilgili verilerin çoğunun mevcut olduğu 2019-2022 dönemini kapsamaktadır. En önemli belirsizlik, Avustralya'daki genel amaçlı su muhasebesi raporlarında yer alan su hesaplarının birçoğunun, Türkiye'deki su yönetimi ile uyuşmamasıdır. Diğer belirsizlikler ise, sudaki akışların bazı eksik zamansal ve mekânsal verileri kapsamamasından kaynaklanmaktadır.

Araştırma kapsamında hazırlanan genel amaçlı su muhasebesi raporları için, Türkiye nüfusunun %18,34'ünün ikamet ettiği, 6 milyon 946 bini aşan abonesi ile Türkiye'nin en kalabalık şehri İstanbul seçilmiştir. İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik olarak 2019-2022 hidrolojik yıllarını kapsayan su raporları hazırlanmıştır. Araştırma kapsamında hazırlanan raporlar, resmî belgelerden gelen ikincil bilgilerin analizini ve yorumlanmasını içermektedir. İSKİ'ye ait faaliyet raporları, kuraklık raporları, hidrojeolojik çalışmalar ve su ile ilgili istatistiklerden faydalanılmıştır. Yağış, buharlaşma, terleme, toprak nemi, arazi kullanımı, yüzey suyu alanları ve su seviyesi veri setleri, belediyenin indirilebilen açık erişim sitelerinden alınmıştır. Yarı yapılandırılmış olarak yapılan görüşmelerde, ikincil veriler teyit edilmiş ve su hesaplarına yönelik eksik veriler alınmıştır. Toplanan verilerle birlikte Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, ilke bazlı olarak Türkiye'deki su yönetimi politikalarına ve yasal mevzuat çerçevesinde şekillenmiştir. Ayrıca raporlar, Avustralya Su Muhasebe Standartları'nın temelini oluşturan Su Muhasebesi Kavramsal Çerçevesi' ne ve

genel amaçlı bir su muhasebe raporunun (GPWAR) hazırlanması ve sunulması için temelleri belirleyen Avustralya Su Muhasebesi Standartları 1'e, Genel Amaçlı Su Muhasebe Raporlarının Güvencesi olan Avustralya Su Muhasebesi Standartları 2'ye uygun olarak hazırlanmış ve sunulmuştur.

3.2 İstanbul'da Havza Esaslı Su Yönetimi (Marmara Havzası)

Marmara Havzası, Türkiye'nin nüfus miktarı, nüfus yoğunluğu ve sanayileşme hızı açısından en büyük havzasıdır. Marmara Havzası'nın alanı, 2.308.464 hektar ile Türkiye'nin tüm alanının %3'üne karşılık gelmektedir. Marmara Havzası'nın yıllık su potansiyeli 5,85 milyar m³'tür (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2021, s. 2). Marmara Havzası Koruma Eylem Planı kapsamında İstanbul, Kocaeli, Çanakkale, Bursa, Tekirdağ, Yalova, Balıkesir, Kırklareli ve Edirne illeri Marmara Havzası sınırları içerisindedir. Tablo 3.1'de Marmara Havzasındaki şehirler gösterilmektedir.

Tablo 3.1

Marmara Havzasındaki Şehirler ve Alan Bilgileri

Şehir	Şehrin Toplam Nüfusu	Havzadaki Nüfus	Havzada Kalan Alanı (%)	Şehir Nüfusunun Havzadaki Nüfusa Oranı (%)	Havza Nüfusuna Oranı (%)
İstanbul	15.907.951	15.907.951	100	100	82,5
Kocaeli	2.079.072	2. 079.072	100	100	10,2
Çanakkale	519.793	307.661	55,5	79	2,3
Bursa	3.194.720	287.524	9,3	10	1,6
Tekirdağ	1.142.451	582.650	51,2	27	1,5
Yalova	296.333	296.333	100	100	1,3
Balıkesir	1.257.590	52.819	4,2	6	0,4
Kırklareli	369. 347	8.864	2,4	4	0,1
Edirne	414. 714	4.977	1,2	3	0,1
TOPLAM	24.808.728	17.941.573	-	-	100

Kaynak: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022

Tablo 3.1'e göre Marmara Havzası'nın toplam nüfusu yaklaşık 25 milyondur. Marmara Havzası'nda nüfus yoğunluğu 810 (kişi/km²) olurken, Türkiye geneli için bu oran 111 (kişi/km²) olarak hesaplanmaktadır (TÜİK, 2022). Bu iki oran arasındaki fark Marmara Havzası'ndaki kilometrekareye düşen kişi sayısının (nüfus yoğunluğu) ne denli fazla olduğunu göstermektedir (SYGM, 2021). Nüfus yoğunluğu, Havzanın özellikle doğal ekosistemi için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Tablo 3.1'de İstanbul nüfusunun tamamı Marmara Havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Marmara Havzası'nda nüfus yoğunluğu fazla olduğundan toplam su gereksiniminin büyük bölümü şebeke suyu için talep edilmektedir. TÜİK'in 2022 verilerine göre İstanbul'da şehirleşme oranı %96,4'ü yoğun kent, %2,7'si orta yoğun kent olmak üzere %99,1'e ulaşmıştır (TÜİK, 2022). Bu durum, en çok sanayileşmenin hızlı artışından kaynaklanmaktadır. Ancak sanayileşmenin plansız ve kontrolsüz gelişmesi, özellikle İstanbul'daki su kaynaklarına büyük zarar vermektedir.

Marmara Havzası'nda, şehirleşmenin ve endüstrileşmenin, doğu yarıda toplanması nedeniyle başta İstanbul olmak üzere çarpık kentleşmenin su sağlanan havzalara kadar genişlemesine sebep olmaktadır. Aynı zamanda kentleşmenin yayıldığı su havzalarında yaşayan nüfusun su gereksinimi de artmaktadır (İBB, 2022). Hızla büyüyen ve yüksek göç oranlarına sahip birçok megakent gibi İstanbul için izinsiz ve kontrolsüz yerleşim sorunu yaşanmaktadır. İstanbul'a su sağlayan havzalardaki nüfus artışı Türkiye'deki toplam nüfus artışından daha yüksektir (Garipağaoğlu, 2016, s. 152).

Su, özellikle de büyük şehirlerde insan yaşamının pek çok yönünü etkilemektedir. Örneğin; güvenli içme suyuna erişim, atık su, sel riski, su kıtlığı, biyolojik çeşitlilik ve çok daha fazla boyutu kapsamaktadır. Aslında rezervuarların çevresinde su kalitesini korumak için koruma bölgeleri bulunmaktadır. Ancak inşaat ve endüstriyel faaliyetlere yönelik kısıtlamalar uygulanmasını engellemektedir. Su havzalarına yeni yerleşim alanlarının yapılması, havzalara kaçak yapılan konutlar, otoyol, metro vb. inşaat çalışmaları su havzalarında daralmaya sebep olmaktadır. Yanlış arazi kullanımı sonucunda su, doğal döngüsünü tamamlayamamaktadır. Bu durum su miktarını ve su kalitesini doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Demiroğlu vd., 2021).

İstanbul'un su temin sistemi 1981'de kamu kuruluşu olarak kurulan İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)'nin sorumluluğu altındadır. Türkiye nüfusunun %18,49'unun ikamet ettiği 15 milyonluk nüfusuyla sürdürülebilirliğin sınırlarında gelişen İstanbul'da

gereksinim duyulan kalitede ve miktarda su sağlamak büyük bir zorluktur (TÜİK, 2021) İstanbul Büyükşehir Belediyesi su ve kanalizasyon hizmetleri su hizmeti yönünden büyük bir yük altındadır (Bostancı, 2022, s. 400). İSKİ'nin su ve kanalizasyon hizmetlerine yönelik geliştireceği her yatırım şehirdeki insan sağlığını ve çevreyi etkilemektedir. Aynı zamanda diğer yerel yönetimlerin yatırım faaliyetleri için de yol gösterici olmaktadır.

3.3 İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar

İstanbul'un su gereksiniminin %97'si rezervuarlarda toplanan yüzeysel sulardan sağlanmaktadır. Yer altı suları, su gereksiniminin yalnızca küçük bir kısmını karşılamaktadır. Yağmur şeklindeki yağışlar yüzey sularının en temel kaynağı olmaktadır. Kar yağışlarının su rezervuarlarına büyük katkı sağlamaktadır (Turoğlu, 2019, s. 98). İstanbul'da su varlıklarının büyük çoğunluğu Anadolu yakasındadır ancak nüfusun yaklaşık üçte ikisine karşılık gelen büyük bir kısmı Avrupa yakasında yaşamaktadır (Easton, 2017).

İstanbul'a su hizmeti veren tesisler depo ve regülatör olarak çalıştırılmaktadır. Buna göre yağışlar sonucu gelen sular; Pabuçdere, Kazandere, Sultanbahçe, Elmalidere, Büyükdere, Kuzuludere, Düzdere, Terkos, Büyükçekmece, Sazlıdere, Alibeyköy, Elmalı-2, Ömerli ve Darlık'ta depolanmaktadır. Elmalidere, Büyükdere, Kuzuludere ve Düzdere'de depolu tesislerdir. Fakat bu tesislerin hacimlerinin kısıtlı olması dolayısıyla regülatör göreviyle çalıştırılmaktadır.

Depolama özelliği olmayan su tesisleri ise Melen, İsaköy, Sungurlu ve Yeşilvadi'dir. Bu tesisler de regülatör göreviyle çalıştırılmaktadır. İstanbul için su temin edilen havzalar, Marmara Havzası ve Batı Karadeniz Havzası'dır. Marmara Havzası Avrupa ve Anadolu olmak üzere iki alt havzaya ayrılmaktadır. Tablo 3.2'de Marmara Havzası'nın alt havzalarındaki sistemler gösterilmektedir.

Tablo 3.2*Marmara Havzası'nın Alt Havzalarındaki Sistemler*

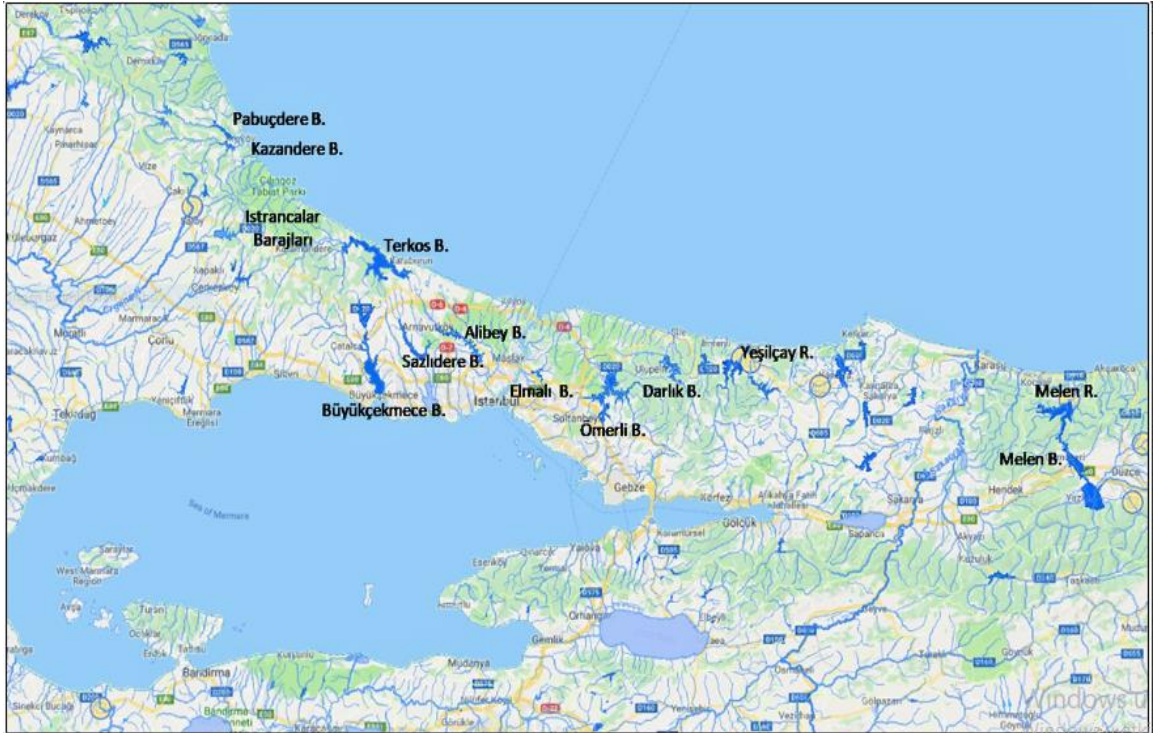
MARMARA HAVZASI		BATI KARADENİZ HAVZASI
Anadolu Alt Havzası	Avrupa Alt Havzası	Melen Alt Havzası
Ömerli	Alibeyköy	Melen Regülatörü
Darlık	Sazlıdere	
Yeşilçay	Büyükçekmece	
Yeşilvadi	Terkos	
Elmalı	Istranca	

AVRUPA HAVZASI \ ISTRANCA TESİSLERİ							
Kazandere	Pabuçdere	Sultanbahçedere	Düzdere	Elmalıdere	Büyükdere	Kuzuludere	Kazandere

Tablo 3.2’de Marmara Havzası ve Marmara Alt Havzaları (Anadolu, Avrupa) ile Batı Karadeniz Havzası’ndaki tesisler gösterilmektedir. Marmara Avrupa Alt Havzası’nda, İstanbul’a su sağlayan Istranca Alt Havzası’ndaki sistemler gösterilmektedir. Marmara Havzası sistemlerinden İstanbul için su temin edilen tesisler İstanbul, Bolu, Düzce, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ olmak üzere altı şehre uzanmaktadır. Görsel 3.1’de İstanbul’a su sağlayan yerüstü su kaynakları haritası gösterilmektedir.

Görsel 3.1

İstanbul'a su sağlayan yer üstü kaynaklarının dağılımı



Kaynak: Keskin vd., 2020

Ömerli Barajı: 1972 yılında hizmete girmiştir. Yıllık kapasitesi 220 milyon metreküptür.

İstanbul'un en büyük barajı konumunda olan Ömerli Barajı büyük ölçüde Anadolu yakasına hizmet vermektedir. Bu nedenle Anadolu yakasının en kilit barajı konumundadır (İSKİ, 2023). Ömerli Barajı 608,45 km² drenaj alanına sahiptir.

Darlık Barajı: 1989'da işletmeye giren ve halen hizmet veren barajın kapasitesi yıllık olarak 97 milyon metreküptür. Darlık Barajı, Darlık nehri üzerindedir. Şile ilçe merkezindedir. Toplam havza alanı 207,45 kilometrekaredir.

Elmalı 1 ve 2 Barajları, 1893'te Elmalı Deresi üzerinde, Anadolu Yakası'nın su ihtiyacını karşılamak amacıyla inşa edilmiştir. İstanbul'un su gereksinimi için inşa edilen en eski barajlarındandır. Birçok onarım işleminden sonra günümüzde halen kullanılmaktadır. Baraj kendi havzasından gelen suları Elmalı İçme Suyu Arıtma Tesisi'ne düzenli olarak iletmektedir. Elmalı 2 Barajı 83,41 km² drenaj alanına sahiptir.

Terkos Barajı, 1868’de İstanbul’un su gereksinimini karşılamak ve modern binalara basınçlı su sağlamak amacıyla kurulan Fransız şirketine ait olmuştur. 1883’de Terkos Gölü kenarındaki inşa edilen Terfi Merkezi ilk tesistir. 1926 yılında ise Kağıthane’de ilk su arıtma tesisi yapılmıştır. Bu tesiste su ilk kez arıtılıp klorlandıktan sonra İstanbul halkına verilmiştir. 1967 yılına kadar çok katlı evlere basınçlı su vermek için çalıştırılan pompa istasyonu günümüzde sanayi müzesi olarak korunmaktadır. Terkos Barajı, yıllık 142 milyon metreküplük kapasiteye ve toplam 619 kilometrekarelik havza alanına sahiptir (İSKİ, 2023).

Alibey Barajı: Alibey Deresi üzerinde 1972 yılında kısmen hizmete girmiş ve 1983’de inşaatı tamamlanmıştır. Alibey Barajı içme suyu sağlamayı ve taşkın korumayı amaçlamaktadır. Yıllık azami kapasitesi 36 milyon metreküptür. Alibey Barajının, havza alanı 160 kilometrekaredir (İMPO-OG, 2020, s. 20).

Büyükçekmece Barajı: Büyükçekmece Gölü’nün 1988’de denizle olan bağlantısı kesilerek baraj haline getirilmiştir. 1989’da hizmet vermeye başlamıştır. Baraj, yıllık 100 milyon metreküplük su verme kapasitesine ve 631,91 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir.

Sazlıdere Barajı: Küçükçekmece Gölü’ne 6 km uzaklıkta olup 1998’de Sazlıdere üzerinde kurulmuştur. Halen içme suyu amaçlı kullanılan bir barajdır. Yıllık 55 milyon metreküp kapasitesiyle İstanbul’un önemli su kaynakları arasındadır. 168,77 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir.

Düzdere Barajı: Düzdere Barajı, Istrancalar Sistemi’ndeki Pabuçdere, Kazandere, Sultanbahçedere, Elmalidere, Büyükdere ve Kuzuludere barajlarının ilk kademesini oluşturur. 1995 yılında inşası tamamlanmıştır. Düzdere Barajı, 9,2 kilometrekarelik havza alanına sahiptir. Barajın yıllık azami verimi 4,5 milyon metreküptür. Düzdere Barajı 9,92 kilometrekarelik havza alanına sahiptir (İMPO-OG, 2020, s. 22).

Kuzuludere Barajı: Istrancalar Sistemi’nin ikinci hamlesi olarak başlamış ve 1995 yılında tamamlanmıştır. Yıllık kapasitesi 11,3 milyon metreküp hacme sahip olan Baraj 34 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir (İSKİ, 2023).

Büyükdere Barajı: Istranca Dereleri üzerinde kurulmuş ve 1995 yılında tamamlanmıştır. Böylece İstanbul yıllık 28,4 milyon metreküp kapasiteli su kaynağına sahip olmuştur. Baraj, 81 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir.

Sultanbahçedere Barajı: Istranca Dereleri üzerine kurulan diğer bir baraj Sultanbahçedere Barajı 1997 yılında tamamlanmıştır. Sultanbahçedere Barajı yıllık 19,4 milyon metreküplük kapasiteye ve 46.5 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir.

Elmalıdere Barajı: Istranca Projesi kapsamındaki tesislerden Elmalı Dere Barajı 1997 yılında hizmete alınmıştır. Elmalıdere Barajı, yıllık 11,6 milyon metreküp hacme sahiptir. Barajın suları Fatih Sultan Mehmet İçme Suyu Arıtma Tesisi'nde arıtılmaktadır. Baraj, 25,26 kilometrekarelik drenaj alanına sahiptir.

Kazandere Barajı: Kazandere Barajı, 1998'de hizmete girmiştir ve yıllık 100 milyon metreküp kapasiteye sahiptir. Kazandere Barajı'nın temeli alüvyon zemine oturmuştur. Barajın 314,59 kilometrekarelik havza alanı bulunmaktadır.

Pabuçdere Barajı: Pabuçdere Barajı, 2000 yılında hizmete alınmış, içme suyu maksatlı bir tesistir. Kırklareli Vize ilçesi sınırları içerisinde. Yıldız Dağlarındaki bulunan barajın hizmete açılması ile İstanbul'a yıllık 60 milyon metreküp su sağlamıştır. Baraj, 177,18 kilometrekarelik havza alanına sahiptir (İSKİ, 2023).

Yeşilçay Regülatörü: İçme suyu maksatlı olarak devreye alınan regülatör yılda 145 milyon metreküp suyu İstanbul'a kazandırmıştır. Sungurlu ve İsaköy Regülatörleri Yeşilköy Regülatör sistemlerinin bir parçasını oluşturmaktadır. Sırasıyla 286,4 km² ve 470 km² havza alanlarına sahiptir (İSKİ, 2023).

Melen Regülatörü: Regülatör içme suyu maksatlı olarak devreye alınmıştır. Melen Projesi'nin birinci aşaması 2007'de bitirilmiştir. Projenin ilk aşaması İstanbul'a yıllık 268 milyon metreküp ek su sağlamıştır. Projenin ikinci aşaması ise 2015 yılında bitirilmiş olup, regülatörden alınan su miktarı yılda 575 milyon metreküpe ulaşmıştır (İMPO-OG, 2020, s. 24).

Tablo 3.3'te İstanbul'un su varlıklarına ilişkin bilgiler sunulmaktadır.

Tablo 3.3*İstanbul'un Su Gereksinimini Karşıllayan Su Varlıkları*

Su Kaynağı	Hizmete Giriş Yılı	Baraj Kapasitesi (m ³)	Yıllık Verim (m ³)
Alibey	1972	34.143.000	36.000.000
Büyükçekmece	1989	148.943.000	100.000.000
Darlık	1989	107.500.000	97.000.000
Elmalı 1 ve 2	1893-1950	9.600.000	15.000.000
Istrancalar	1995-1997	6.231.000	75.000.000
Kazandere	1997	17.424.000	100.000.000
Ömerli	1972	235.371.000	220.000.000
Pabuçdere	2000	58.500.000	60.000.000
Sazlıdere	1998	88.730.000	55.000.000
Terkos	1883	62.241.000	142.000.000
Melen Barajı		1.077.000.000	650.000.000
TOPLAM		2.872.000.000	

Kaynak: İSKİ, 2023

İstanbul'un günlük 3 milyon 500 bin m³ su gereksiniminin %90'ı, yedi su havzasından sağlanmaktadır. İstanbul'un temel su varlıkları Avrupa yakası için Terkos, Büyükçekmece, Sazlıdere, Küçükçekmece ve Alibeyköy havzaları, Anadolu yakasında ise Elmalı, Ömerli ve Darlık havzalarından oluşmaktadır. İstanbul'a su sağlayan havzalar İstanbul yüzey alanının %46'sını kaplamaktadır (Yüzer, 2018).

İstanbul'daki su kaynaklarının toplam su tedarik kapasitesi, havza bölgesindeki kentleşme nedeniyle azalmaktadır; buna karşılık İstanbul genelinde su talebi artmaktadır. Mevcut durumda sınırlı erişilebilirliğe sahip olan suyun sürdürülebilir kullanımı için, Büyükşehir Belediyeleri Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlükleri, su sağlayan havzalara yönelik 2560 sayılı İSKİ Kanunu ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği çerçevesinde havza koruma yönetmelikleri yayınlamakta ve uygulamaktadır. 2560 sayılı Kanun hükümlerine göre, içme-kullanma suyu havzalarının korunmasına dair yönetmelik çerçevesinde havza uzaklığına bağlı koruma alanları oluşturulmuştur.

Bu alanlarda, özellikle mutlak koruma alanı olarak belirlenen yerlerde uygulanması gereken sınırlamaların büyük çoğunluğu, İstanbul'daki su havzalarında uygulanmamaktadır. Havza koruma alanlarına sanayi bölgeleri, yollar, otoyollar ve büyük inşaat projelerinin yapılması kentlerde kontrolsüz büyümeye ve genişlemeye yol açmaktadır. Su havzalarında ekolojik kirlenmeye yol açan temel etkenler, hızlı nüfus artışı ve kentlerin kontrolsüz büyümesidir (Erbaş, 1997, s. 1). Özellikle İstanbul için en fazla su temin edilen ve İstanbul'un en büyük barajları olan Ömerli, Alibeyköy ve Elmalı 1 ve 2 Barajları, bu yapılaşma ve kirlilikten en çok etkilenen kaynaklardır.

İstanbul için yıllık 268 milyon metreküp su sağlayan Melen, İstanbul'un en önemli ve stratejik su kaynağıdır. Tamamlandığında yıllık 1 milyar 77 milyon metreküp su sağlayacak olan Melen, coğrafi konumu, doğal ve iklim özellikleriyle, nüfus açısından oldukça çekici bir konumda bulunmaktadır. Böyle değerli bir su kaynağının korunması için ciddi koruma önlemleri alınması gerekmektedir (Akkaya, 2019, s. 256).

İstanbul'a su sağlayan havzaların korunması amacıyla, bu havzalarda kaçak hafriyat ve moloz dökümlerine karşı sürekli denetimler yapılmaktadır. Şebeke suyu havzalarındaki her faaliyet, İstanbul'un su kalitesini ve miktarını etkileyebileceğinden, su sağlanan havzalarda herhangi bir faaliyete izin verilmemektedir (İSKİ, 2022, s. 112). İstanbul'a su sağlayan havzalarda, mutlak koruma alanları ve kısa mesafeli koruma alanları da dahil olmak üzere, kaçak yapılaşmaya kesinlikle izin verilmemektedir. Ancak su kaynaklarının korunması ve idaresi konusunda çok sayıda kurumun yetki sahibi olması, bu denetimleri zorlaştırmaktadır (Akbulut ve Güzel, 2022, s. 221).

Su havzaları, insanlar, canlılar, kentsel yerleşimler, kırsal alanlar, sanayi bölgeleri, tarım alanları, ormanlar ve diğer unsurları barındıran, ekolojik, ekonomik ve politik işlevleri olan bir sistemdir (Erdoğan, 2020, s. 206). Su havzalarını korumak, içinde barındırdığı unsurlar ve kullanıcılar sayesinde, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini ve toplum refahını da korumak anlamına gelmektedir. Bu sebeple, su havzasını korumak ve buna yönelik stratejiler geliştirmek, ekosistem koruma ve toplum refahını iyileştirme çabalarına katkı sağlamaktadır.

3.4 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Tarafından Yürütülen Su Hizmetleri

23 Kasım 1981 tarihinde yayımlanan 2560 sayılı 'İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun' ile Büyükşehir Belediyelerinin Su ve Kanalizasyon Genel Müdürlükleri kurulmuştur. İstanbul'daki su ve kanalizasyon hizmetleri, uzun yıllar farklı birimler tarafından yürütülmüş, ancak İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) kurulduktan sonra bu hizmetler birleştirilmiştir.

Türkiye'deki Büyükşehir Belediyelerinin sayısının artmasıyla birlikte, 2560 sayılı İSKİ Kanunu'nun İstanbul dışındaki diğer büyükşehir belediyelerde de uygulanmasına yönelik bir düzenleme yapılmıştır. Bugün Türkiye'de otuz Büyükşehir Belediyesi bulunmaktadır. Büyükşehirlerin tümü 23 Kasım 1981 yılında yayımlanan ve günümüze kadar az sayıda değişikliğe uğrayan 2560 sayılı İSKİ Kanunu ile yönetilmektedir.

İSKİ, İstanbul'un geçmişten günümüze kadar birikmiş su ve kanalizasyon hizmetleri tecrübeleri üzerine kurulmuştur. Başlangıçta, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), İstanbul Belediyesi'nden bağımsız olarak kurulmuştur. Ancak, 1984'te belediyenin yeniden yapılandırılmasının ardından, belediyeye bağlı bağımsız bütçeli ve kamu tüzel kişiliğine sahip bir kuruluş olarak faaliyetlerini sürdürmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018, s. 13).

İSKİ, 2560 sayılı Kanun ile İstanbul Valiliği denetiminde kurulmuş ve 1984 yılında 3009 sayılı kanunla İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlanmıştır (Zuhal, 2019, s. 79). 2005 yılında yürürlüğe giren 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ile İstanbul'un hizmet alanı 27 ilçeden 39 ilçeye çıkarılmıştır. Bakanlar Kurulu kararıyla, İSKİ'nin faaliyet alanı, Istanca havzalarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. İstanbul'a su sağlayan kaynaklar, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları dışında kalmaktadır. Tablo 3.4'te İSKİ'nin görev ve yetkileri gösterilmektedir.

Tablo 3.4

İSKİ'nin Görev ve Yetkileri

Su ve kanalizasyon ile ilgili her türlü tesisin etüt ve projelerini yapmak veya yaptırmak kurmak ya da kurulanları devralmak ve işletmek, su ve kanalizasyon ile ilgili tesisler için gereken bakım ve onarımı yapmak.
Kullanılmış sular ve yağışların toplanması, yerleşim bölgelerinden uzaklaştırılarak boşaltma sahasına iletilmesi ya da bu sulara yönelik olarak gerekli tesisin etüt ve projelerini yapmak, yaptırmak.
Bölgedeki su kaynaklarının deniz, göl, akarsu kıyıları ve yer altı sularının kullanılmış su ve endüstriyel atıklarla kirlenmesini önlemek, bu kaynaklarda su kaybına veya azalmasına yol açacak faaliyetlerin önüne geçmek, gerekli önlemleri almak, bu konularda her türlü teknik, idari ve hukuki tedbirleri almak.
Belediyelerin kendi hizmet alanı içerisindeki su ve kanalizasyon hizmetleriyle ilgili olarak verilen görevleri yerine getirmek, bu konuda verilen yetkiyi kullanmak.
Bölgedeki su kaynaklarının kirlenmesini önlemek, su kaynakların kaybına veya azalmasına sebep olan faaliyetleri önlemeye yönelik her türlü teknik, idari ve hukuki tedbirleri almak.
Su ve kanalizasyon hizmetleriyle ilgili olarak hizmet alanı içerisinde belediyelere verilen görevleri yerine getirmek ve bu konularda her türlü yetkiyi kullanmak.
İSKİ'nin hizmetleriyle ilgili tesislerin doğrudan veya kamu ve özel kuruluşlarla ortaklaşa kurulması ve işletilmesi. Bu amaçla kurulan veya kurulacak olan tesislere katılmak. Kuruluş amacına ilişkin çalışmalar gerektiriyorsa her türlü taşınmazı kamulaştırmak veya kullanma hakkını yerine getirmektir.

Kaynak: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hk. Kanun, 1981

Tablo 3.4'te İSKİ'nin kuruluş kanununa dayalı başlıca görevleri gösterilmektedir. İSKİ faaliyet alanı, İstanbul Büyükşehir Belediyesinin görev alanı ile sınırlıdır. Ancak su temin edilen kaynaklar Büyükşehir Belediyesi'nin görev sahası dışında olsa da İSKİ bu hizmeti yürütmektedir. İSKİ, şebeke suyu temin ettiği Kırklareli'den Düzce sınırına kadar olan alanda, altı şehirde görev yapmaktadır. Ancak, İstanbul'un faydalandığı su kaynaklarının korunmasına yönelik hizmetler, Büyükşehir Belediyesi sınırları dışında olsa da İSKİ tarafından yürütülmektedir. Ek olarak, İçişleri Bakanlığı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın teklifi üzerine, Bakanlar Kurulu çeşitli belediye ve köylerin su hizmetlerini İSKİ'ye devretmektedir.

İstanbul'a yönelik hazırlanan ve İSKİ'nin görevlerini içeren temel plan, 1999 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu ana plan, su temini, atıksu ve yağmur suyu hizmetlerinin sürdürülebilir şekilde yapılmasına yönelik stratejiler belirlemeyi amaçlayan 'İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Planı' olarak halen kullanılmaktadır (İMP-OG, 2020, s. 4). İstanbul'da atık su ile yağmur suyu hizmetlerinin çevresel ve finansal açıdan sürdürülebilir olması amacıyla 2018'de İçme suyu ve

Kanalizasyon Master Planı'na başlanmış, Plan 2023 yılında tamamlanmıştır. İSKİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Plan'da su, yağmur suyu ve atık suyun finansal, çevresel, teknik ve kurumsal yönlerden sürdürülebilir olması hedefi belirlenmiştir. 2053 yılına kadar, İstanbul için etkin ve yeterli hizmet kalitesinin tespiti, geliştirilmesi ve sürekliliği sağlanması amacıyla gerekli önlemler alınacak ve kısa, orta ve uzun vadeli yatırım ile işletme politikaları belirlenecektir.

İBB'nin Master Planı altı farklı kısımdan oluşmaktadır. Bu bölümler, Su, Atık Su, Şebeke Suyu ve Atık Su Arıtma, Yağmur Suyu Toplama Sistemi, Dereler ve Kurumsal Yapı'dır. Üst ölçekli olarak hazırlanan Master Plan'da 2053 yılı hedefi doğrultusunda, İstanbul'un nüfusu ve gereksinim duyulan su miktarı üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. İstanbul'un artan su gereksinimi göz önüne alınarak gerekli su kaynakları tespiti yapılmıştır. Ayrıca 2053 yılına kadar İstanbul'un su arzında yüzde 50 kapasite artışı yapılması hedeflenmektedir. Mevcut durumda kullanılan su dağıtım sistemi incelenerek, kesintisiz su temininin sağlanması için yeni iletim hatları planlanmaktadır (EKOIQ, 2023).

3.4.1 Şebeke Suyu Sağlanmasına Yönelik Hizmetler

İstanbul, su yükümlülükleri kapsamında evsel ve sanayi kullanımı için günde 3 milyon m³ su gereksinimini, 6 milyonu aşan abonesine ulaştırmaktadır. Su, Anadolu Yakası'nda Düzce'ye, Avrupa Yakası'nda ise Kırklareli'ne kadar uzanan havzalardan temin edilmektedir. Altı farklı ilde bulunan su havzalarından temin edilen suyun arıtma işlemi, 24 farklı tesiste gerçekleştirilmektedir. Bu tesislerde arıtılan sular, 23 bin kilometrelik şebeke suyu ağı aracılığıyla İstanbul'daki su abonelerine ulaştırılmaktadır.

İSKİ, suyun kaynağından abonelere ulaşıncaya kadar; miktar ve kalitesinin korunması, düzenli analizlerin yapılması, dezenfeksiyonun sağlanması, arıtma tesislerinde yapılan işlemlerin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olması, temiz ve güvenli içme suyunun şebeke hattı aracılığıyla abonelere dağıtılması ve düzenli izlemeler gibi aşamalarda kurumsal yetki ve sorumluluk taşımaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı).

3.4.2 Yağmur Suyu Hizmetleri

1981 tarihli 2560 sayılı İSKİ Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun ile, su ve kanalizasyondan yağmur sularının uzaklaştırılması görevi İSKİ'ye verilmiştir. Küresel ısınma nedeniyle yağış rejimindeki düzensizlik, birçok büyükşehirde sel

baskınlarına yol açmaktadır. 2560 sayılı Kanun’a göre, ‘yağmur sularının uzaklaştırılması’ yetki ve sorumluluğu su ve kanalizasyon idarelerine verilmiştir.

Jeolojik yapı ve arazi yüksekliği nedeniyle, yağmur sularının büyük bir kısmı denizlere dereler aracılığıyla ulaşmaktadır. İstanbul’da yağmur suyu yönetimi ortak bir sorumlulukla yapılmamaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İstanbul’un ilçe belediyeleri, yağmur sularının uzaklaştırılmasında kendi bölgelerinden sorumludur. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi ve Devlet Su İşleri ise derelerden sorumludur (İstanbul Yağmur Suları, Atık Sular, Dereler, Su Yönetimine Genel Bakış, 2020, s. 6).

Yağmur sularının toplanması, bertarafı ve yeniden kullanılması su ve kanalizasyon idarelerinin sorumluluğundadır. Ancak Kanun’a göre, ‘Yağmur sularının uzaklaştırılmasına yönelik tesislerin yapımı ve işletilmesi, gereken harcamaların belediyeler tarafından ödenmesi şartıyla İSKİ tarafından yerine getirilmektedir. Yapılan tesislere yönelik katlanılan harcamalar tarifelere eklenemez” hükmünü içermektedir. Bu hükme göre, yağmur sularının uzaklaştırılması görevi su ve kanalizasyon idarelerine verilmişken, görevi yerine getirirken katlanılan maliyetler ‘ilgili belediyelerden’ tahsil edilmektedir (Alıcı ve Işıldaklı, 2020, s. 126). Ancak Kanun’dan farklı olarak uygulamada, yağmur sularının uzaklaştırılmasına yönelik maliyetler bazı su ve kanalizasyon idarelerince ilçe belediyelerinden, bazı durumlarda ise büyükşehir belediyesinden alınmaktadır. Hatta bazı Su ve Kanalizasyon İdarelerinin hem ilçe hem de büyükşehir belediyesinden maliyet aldığı belirtilmiştir (Yıldız, 2023). İçişleri Bakanlığı, ‘ilgili belediyelere’ yönelik açıkladığı görüşte, ilgili belediyenin ilçe belediyesi olduğunu belirtmiştir. Ancak idari yargı makamları, Kanun’daki ‘ilgili belediye’ ifadesinin büyükşehir belediyelerini kapsadığına hükmetmiştir. İçişleri Bakanlığı, bu içtihat üzerine görüşünü değiştirmiştir. Sayıştay’ın ‘İlgili belediye’ konusunda yaptığı denetimler sonucunda iki farklı kanaat açıklanmıştır. 2016 yılında açıklanan denetim raporunda, ‘İlgili Belediye’nin ilçe belediyesi olduğuna dair kanaat açıklanmışken, daha sonra idari yargı mercilerinin kararına dayanarak hazırlanan raporda, ‘İlgili Belediye’nin büyükşehir belediyesi olduğu belirtilmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü, 06.12.2022 tarihinde yağmur sularının uzaklaştırılmasına yönelik bir görüş yazısı yayımlamıştır. Bu yazıya göre, büyükşehir belediyelerinin kendi sınırları içinde yağmur suyunun uzaklaştırılması ve diğer su hizmetleri, büyükşehir belediyeleri ile su ve

kanalizasyon idarelerinin görevidir. Bu hizmetlerle ilgili olarak, büyükşehir sınırları içinde ilçe belediyelerinin herhangi bir görev ve sorumluluğu bulunmadığı belirtilmektedir (Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü, 2022).

3.4.3 İstanbul’da Kayıp-Kaçak Su Yönetimi

Şebeke suyunun kullanıcılara ulaşmadan dağıtım sistemlerinde kaybolması, su kaynaklarının azalmasına yol açmaktadır. Uluslararası Su Birliği (IWA) verilerine göre, dünya genelinde her yıl şebeke suyu dağıtım sistemlerinde ortalama 126 milyar m³ su kaybolmakta, bu kayıp su nedeniyle yok olmaktadır. Bu miktar, dünya genelindeki tüm şebeke suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki suyun yaklaşık %30’una denk gelmektedir. Türkiye’deki ortalama kayıp kaçak su oranı %33,54 seviyesindedir.

Türkiye’deki şebeke suyu kayıp oranı %33’den %25’e düştüğünde Ankara’daki evsel şebeke suyu kullanımın 2 yıllık tüketimini karşılayacak su kazanılmış olacaktır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2022) tarafından, 2040 yılına kadar kayıp kaçak su oranının %10 seviyesine düşürülmesi hedeflenmektedir.

Şebeke suyu dağıtım hatlarındaki toplam su kayıpları, fiziki ve idari kayıplar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Başka bir deyişle, toplam su kayıpları, fiziki ve idari su kayıplarının toplamıdır. Fiziki su kayıpları, şebeke temini ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarındaki kayıp ve kaçaklardan, depolarda meydana gelen kaçak ve taşmalara kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Fiziki su kayıpları Şebeke temini ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında oluşan kayıp ve kaçaklar, depolarda meydana gelen kaçak ve taşmalara bağlı olarak oluşan kayıplar fiziki su kaybının alt sınıfıdır. İdari (görünen) su kayıpları ise, şebekeden izinsiz ve mevzuata aykırı bağlantılardan su kullanımı ya da veri işleme hatalarından kaynaklanan farklardan kaynaklanır. Bu fark, şehre verilen su ile ölçülen su arasındaki farktır. Fiziki ve idari kayıplar, şebeke sistemlerinin hemen hemen tamamında meydana gelebilir. Su ve Kanalizasyon İdareleri açısından su kaybı miktarı, su şebekesinin verimli kullanımını gösterdiği için önemli bir konu teşkil etmektedir. Su kayıp ve kaçağı yalnızca temiz su israfına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda suyun çıkarılması, arıtılması ve dağıtılması için harcanan kaynakların da israfına neden olmaktadır.

Türkiye’nin yüksek su kayıplarını azaltma gereksinimi ve su koruma alanındaki kazanımlar göz önünde bulundurularak çeşitli yönetmelikler yayımlanmış ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, 8 Mayıs 2014’te İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki

Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği, 16 Temmuz 2015'te ise aynı konuya ilişkin Teknik Usuller Tebliği yayımlanmıştır.

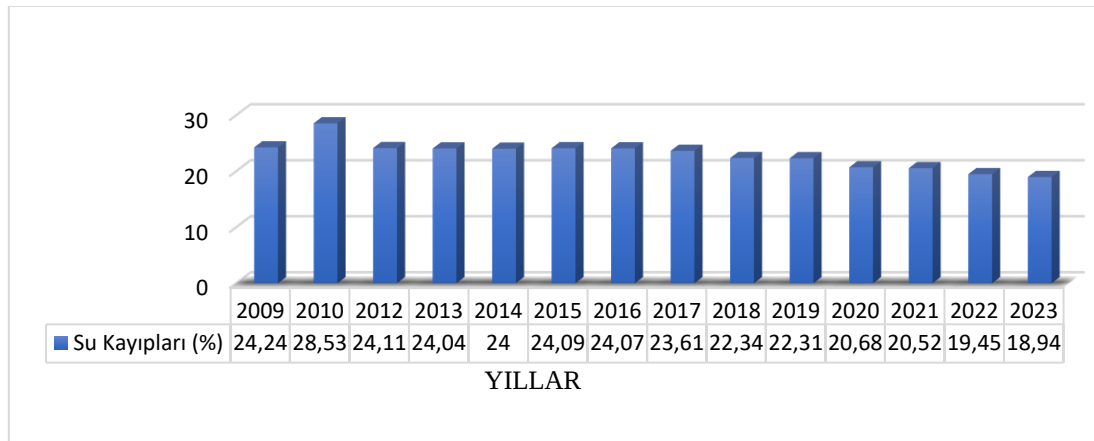
Yönetmeliğin yürürlük tarihinden itibaren Su ve Kanalizasyon İdarelerinin su kayıp oranlarını düşürmekle sorumlu oldukları belirtilmiştir.

- I. *Büyükşehir ve il belediyelerinde 5 yıl içerisinde en fazla %30, devamındaki 4 yılda en fazla %25 düzeyine;*
- II. *Büyükşehir ve il belediyelerinde dışındaki diğer belediyeler 9 yılda en fazla %30, devamındaki 5 yılda ise en fazla %25 düzeyine indirmekle sorumludur.*

Şekil 3.1 İstanbul yıllara göre kayıp kaçak oranları gösterilmektedir.

Şekil 3.1

İstanbul'da Yıllara Göre Kayıp Kaçak Oranları



Kaynak: İSKİ Faaliyet Raporları (2009-2023)

Şekil 3.1'de İSKİ'nin yıllar içerisinde kayıp ve kaçak su oranlarını göstermektedir. İstanbul'da, su şebekesinden tüketicilere ulaşan içme suyu kayıplarını azaltmak için sistematik önlemler uygulanmaya başlanmıştır. 2022 yılında, su kayıp ve kaçak oranı ilk kez %20 seviyesinin altına inmiş ve %19,45 olarak kaydedilmiştir. 2023 yılında ise bu oran %18,94 seviyesine gerilemiştir. İSKİ, su kaybındaki bu azalmayı hidrolojik modelleme, SCADA, akustik tarama ve basınç yönetimi gibi proaktif yöntemlerle sağlamıştır (Köseoğlu, 2024).

İSKİ, kayıp-kaçak su ile mücadele kapsamında 'Suteteskop' adlı projeyi başlatmıştır. Suteteskop, yer altındaki su kaçaklarını akustik dinleme cihazlarıyla tespit etmektedir.

İSKİ, kayıp ve kaçak oranını bu seviyenin altına düşürmek amacıyla yeni izole alt bölgeler oluşturmuş ve basınç yönetiminde verimlilik artırıcı çalışmalar yapmıştır. Şebeke suyu altyapısındaki arızalara hızlı müdahale edebilmek için altyapının 12 bin kilometresinin dijital ikizi hazırlanmıştır. Öte yandan, İSKİ, Suteteskop adını verdiği projeyle yeryüzüne çıkmayan su kayıplarını önlemeyi hedeflemektedir. Bu amaçla, Su Kayıpları ve Basınç Yönetimi ile Asya Su Kayıpları ve Basınç Yönetimi Müdürlüklerini İstanbul'un her iki yakasında kurmuş ve şebeke suyu temin ve dağıtım sistemlerinde su kayıplarını azaltmayı amaçlamaktadır.

Suteteskop Projesi kapsamında, yer altındaki su kaçakları fiziki taramalar ve akustik dinleme cihazlarıyla tespit edilmektedir. Bu yöntem, özellikle yüzeye çıkmayan ve fiziki kayıplara yol açan arızaların tespit edilmesi amacıyla kullanılmakta ve böylece daha fazla su kaybı ve kaçak bulunmasını sağlamaktadır.

Fiziki kayıpların tespit ve taranması faaliyetleri kapsamında, şube yolu arızaları, priz arızaları, boru kırıkları ve vana arızaları tespit edilerek, ilgili şube müdürlükleriyle koordineli çalışmalar sonucu yüzeye çıkmayan arızalar giderilmiştir (İSKİ, 2020, s. 126). İklim değişikliği tüm şehirleri etkilese de İstanbul, azalan su kaynakları nedeniyle diğer şehirlerden daha fazla su kaynağına erişmek zorundadır. Türkiye'nin en kalabalık şehri olan İstanbul'da, 40 ilçe belediyesi ile birlikte iklim değişikliği ve talep artışı nedeniyle çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. İçilebilir su kaynaklarının kısıtlı olması ve özellikle büyükşehirlerde suya erişim ile şebeke işletim maliyetlerinin her geçen gün artması, mevcut içme suyu şebekesindeki kayıp ve kaçakların izlenmesini ve kontrolünü daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle İstanbul gibi, Türkiye'deki su abone sayısının %19,77'sini barındıran bir şehirde su kaybı büyük bir kaynak israfıdır. Şebeke suyundaki su kaybı yalnızca su israfına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda İstanbul gibi büyük bir nüfusa sahip bir şehirde, şebeke suyu üretmek için harcanan enerjinin israfına da neden olmaktadır. Boru hattındaki su kaybının azaltılması, her yıl önemli miktarda kaynak ayrılan yeraltı suyu kaynaklarının israfını da engellemektedir.

3.4.3.1 İstanbul Standart Su Dengesi Tablosu

Tablo 3.5’te, İSKİ tarafından yayınlanan 2022 yılı Standart Su Dengesi Tablosu gösterilmektedir. Standart su dengesi tablosu, 2014 yılında yayımlanan “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği” ile resmi hale gelmiştir.

Tablo 3.5

İstanbul’un 2022 Yılı Standart Su Dengesi Tablosu

(1)	(10) İzinli Tüketim 889.046.470 m ³ /yıl (80,55%)	(4) Faturalandırılmış İzinli Su Tüketimi 869.320.581 m ³ /yıl (78,77%)	(2) Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanım 869.320.581 m ³ /yıl (78,77%)	(5) Gelir Getiren Su Miktarı 869.320.581 m ³ /yıl (78,77%)
		(9) Faturalandırılmamış İzinli Su Tüketimi 19.725.889 m ³ /yıl (1,79%)	(3) Faturalandırılmış Ölçülmemiş Kullanım 0 m ³ /yıl (0%)	
	(11) Su Kayıpları 220.406.321 m ³ /yıl (19,45%)	(14) İdari Kayıplar 20.969.769 m ³ /yıl (1,9%)	(7) Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanım 12.983.623 m ³ /yıl (1,18%)	(6) Gelir Getirmeyen Su Miktarı 234.351.489 m ³ /yıl (21,23%)
			(8) Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanım 6.742.266 m ³ /yıl (0,61%)	
Sisteme Giren Su Miktarı 1.103.672.069 m ³ /yıl (100%)	(15) Fiziki Kayıplar 197.852.523 m ³ /yıl (17,55%)	(17) Temin ve Dağıtım Hatları ile Servis Bağlantılarında Oluşan Kayıp-Kaçaklar 192.621.648 m ³ /yıl (17,45%)	(12) İzinsiz Tüketim 0 m ³ /yıl (0%)	
			(13) Sayaçlardaki Ölçüm Hataları 20.969.769 m ³ /yıl (1,9%)	
		(16) Depolarda Meydana Gelen Kaçak ve Taşmalar 1.034.182 m ³ /yıl (0,1%)		

Kaynak: İSKİ, 2022

İSKİ’nin 1996 yılından itibaren sisteme giren su miktarı (552 milyon m³), faturalanan su miktarı (327 milyon m³) ve gelir getirmeyen su miktarı (225 milyon m³) raporlandığı tespit

edilmiştir (Ekergil ve Polat, 2023). Buna göre, 1996 yılında sisteme giren su miktarının %59,2'si faturalanabilirken, 2023 yılında bu oran %79,5'e ulaşmıştır.

Tablo 3.5'e göre, 2022 yılında İstanbul'a su temin eden havzalardan sisteme giren su miktarı 1.103.672.069 m³/yıl olarak hesaplanmıştır. Sisteme giren suyun 889.046.470 m³'ü izinli tüketim için kullanılırken, dağıtım ve temin sistemlerindeki sorunlardan dolayı 220.406.321 m³ su kayıp sebebiyle yok olmuştur.

2022 Standart Su Dengesi Tablosuna göre, sisteme giren suyun %78,77'si gelir getiren su kategorisindedir. 2022 yılında gelir getirmeyen su oranı ise %21,23 olmuştur. Gelir getirmeyen suyun %1,9'u idari kayıplardan kaynaklanmıştır. İdari kayıpların tamamı sayaçlardaki ölçüm hatalarından kaynaklanmış olup, izinsiz tüketime izin verilmemiştir.

Fiziki kayıpların %17,55'i temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarından oluşan kayıp ve kaçaklardan kaynaklanırken, %0,1'i depolarda meydana gelen kaçak ve taşmalardan kaynaklanmıştır.

Gelir getirmeyen suya sebep olan bir diğer kalem ise faturalandırılmamış izinli su tüketimi olup, bu oran %1,79 olarak gerçekleşmiştir. Bu kaybın %1,18'i faturalandırılmamış ölçülmüş kullanım iken, faturalandırılmamış ölçülmemiş kullanım ise %0,61 olmuştur. Bu oran, su idaresince şebekeye bağlantısı sağlanmış ancak idarenin bilgisi dahilinde ölçüm ve dolayısıyla faturalandırma yapılmayan bağlantılardan (park, bahçe vb.) kullanılan su miktarını ifade etmektedir.

4 BULGULAR

4.1 İstanbul’a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları

Su Muhasebesi Standartları çerçevesinde hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, farklı kaynaklardan gelen ve çeşitli şekillerde kullanılan suya dair bilgileri kapsamlı ve doğrulanmış bir şekilde su kullanıcılarına sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik su bilgilerinin rapor kullanıcılarına iletilmesini amaçlamaktadır.

Aşağıda, Muhasebe Kavramsal Çerçevesi ve Avustralya Su Muhasebesi Standartları temelinde, 2019-2022 hidrolojik yıllarına ait İstanbul’a yönelik Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları hazırlanmıştır. Avustralya su hesaplarında kullanılan terminoloji ve format ile finansal hesaplarda görülenler arasında önemli benzerlikler bulunmaktadır. Ancak, su hesapları finansal muhasebe yaklaşımından ziyade, su yönetimi perspektifine daha yakın bir şekilde düzenlenmektedir.

4.1.1 İstanbul’a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu

Bu çalışma, Avustralya Su Muhasebesi Standartları tarafından önerilen tüm su hesaplarını kapsamamaktadır. Çalışma kapsamında hazırlanan raporlarda, İSKİ’den edinilen bilgiler, kontrol edilebilen ve su yönetimi için gerekli olan unsurlara (örneğin, varlıklar, yükümlülükler, yer altı ve yer üstü suları ile talepler) odaklanmaktadır. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarında kullanılan su hesapları ise, İSKİ’den alınan bilgiler doğrultusunda sadeleştirilmiştir.

Tablo 4.1*İstanbul'a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu*

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ TABLOSU	2022 (Milyon m³)	2021 (Milyon m³)	2020 (Milyon m³)	2019 (Milyon m³)
SU VARLIKLARI				
Yüzey Suyu Varlıkları (Baraj, nehir, kanaldan çekilen su miktarı)	649.820.734	310.425.715	488.450.337	670.614.121
Yüzey Suyu Rezervi- Düzenlenmiş (Baraj doluluk miktarı nedir?)	424.438.513	174.865.887	327.840.964	710.235.220
Nehir Kanal Rezervi-Düzenlenmiş (Şebeke suyunda kullanılmak üzere nehir, kanaldan çekilen su miktarı nedir?)	380.849.357	680.702.428	541.241.374	334.218.712
Su Taşıma Sistemi Rezervi (Şebeke suyu için başka bölgeden taşıma ile çekilen su miktarı ne kadardır?)	411.326.495	622.474.936	465.607.568	341.008.227
TOPLAM YÜZEY SUYU VARLIKLARI (Şebeke suyu için su kaynaklarından çekilen toplam su miktarı ne kadardır?)	1.103.672.069	1.073.990.361	1.074.133.977	1.061.769.837
Yeraltı Suyu Varlıkları (kuyu suyu miktarı nedir?)	64.964.160	55.881.732	48.800.000	16.000.000
TOPLAM YER ALTI SUYU KAYNAKLARI	64.964.160	55.881.732	48.800.000	16.000.000
TOPLAM SU REZERVİ (1)	1.168.636.229	1.129.872.093	1.122.933.977	1.077.769.837
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ (2)				
Kentsel, tarımsal sulama ve sanayi veya başka bir kullanım için gelecekte tahsis edilmek için ayrılan su miktarı ne kadardır?)	0	0	0	0
NET SU VARLIKLARI				
Dönem başı Net Su Varlığı	1.129.872.093	1.122.933.977	1.077.769.837	
Net Su Varlıklarındaki Değişiklikler	38.764.136	6.938.116	45.164.140	
Dönem Sonu Net Su Varlıkları (1-2)	1.168.636.229	1.129.872.093	1.122.933.977	1.077.769.837
SU REZERVİ				
Dönem Başı Su Rezervi	1.129.872.093	1.122.933.977	1.077.769.837	
Net Su Rezervindeki Değişiklikler	38.764.136	6.938.116	45.164.140	
NET SU REZERVİ (1)	1.168.636.229	1.129.872.093	1.122.933.977	1.077.769.837

Tablo 4.1, Avustralya Su Muhasebesi Standartlarına göre hazırlanmış olup İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosunu (su bilançosu) göstermektedir. Tablo 4.1’de ölçülen su özelliği hacim olup, hesap birimi metreküptür. Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu, İstanbul’a su sağlayan havzaların “Su Varlıkları”, “Su Yükümlülükleri” ve “Net Su Varlıkları” kalemlerini içermektedir.

Su bilançosunda yalnızca mevcut hacimler su varlıkları ve su yükümlülükleri olarak muhasebeleştirilmektedir. Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosuna göre, İstanbul’un 2019-2022 yıllarındaki Su Varlıkları, Yüzey Suyu Varlıkları-Düzenlenmiş, Nehir Kanal Rezervi-Düzenlenmiş, Su Taşıma Sistemi Rezervi ve Toplam Yer Altı Suyu Rezervinden oluşmaktadır.

Düzenlenmiş Nehir Suyu Kaynağı, barajların doluluk miktarı ile ölçülmektedir. İstanbul’daki yüzey suyu varlığı 2019’da 670.614.121 m³, 2020’de 488.450.337 m³, 2021’de 310.425.715 m³ ve 2022’de 649.820.734 m³ olarak ölçülmüştür. Tablo 4.1’de İstanbul’a su sağlayan su kaynaklarının %98’inin yerüstü su kaynaklarından oluştuğu görülmektedir (İMP-OG, 2019). Yüzey suyu açısından en fazla kullanılan su deposu barajlardır. TÜİK verilerine göre, 2020 yılında İstanbul’un şebeke suyu tüketiminin %40-60’ı arasında bir oran baraj sularına bağımlıdır (TÜİK, 2020).

Yüzey Suyu Rezervi-Düzenlenmiş, su akışının barajlar gibi yapılar aracılığıyla kontrol edildiği bir sistemi ifade etmektedir. Tablo 4.1’de İstanbul’daki düzenlenmiş su rezervi, Avustralya Su Muhasebesi Standartlarına göre belirlenmiştir. İstanbul’un yüzey suyu varlıkları, baraj, nehir ve kanaldan çekilen su miktarını kapsamaktadır. Çekilen su miktarı 2019 hidrolojik yılında 670.614.121 m³, 2020’de 488.450.337 m³, 2021’de 310.425.715 m³ ve 2022’de 649.820.734 m³ olarak gerçekleşmiştir.

Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosuna göre, “Yüzey Suyu Rezervi-Düzenlenmiş” İstanbul’a su sağlayan barajların doluluk miktarı ile ölçülmektedir. İstanbul’a su sağlayan barajların toplam kapasitesi, 2023 yılı itibarıyla İstanbul’un bir yıllık şebeke suyu gereksiniminin %80’ini karşılamaktadır. İSKİ verilerine göre, İstanbul’a verilen şebeke suyunun 2019’da %61,64’ü, 2020’de %44,59’u, 2021’de %28,37’si ve 2022’de %57,66’sı düzenlenmiş yüzey suyundan alınmıştır. “Düzenlenmiş Yüzey Suyu Rezervi” 2019’da 710.235.220 m³, 2020’de 327.840.964 m³, 2021’de 174.865.887 m³ ve 2022’de

424.438.513 m³ olmuştur. Tablo 4.1'e göre, 2021'deki baraj doluluk miktarı, bir önceki ve bir sonraki raporlama yıllarına göre azalmıştır.

İstanbul'da "Su Taşıma Rezervi" için Melen Regülatörü, Istranca ve Yeşilçay Sisteminden su sağlanmaktadır. Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosuna göre, Su Taşıma Rezervi 2019'da 341.008.227 m³, 2020'de 465.607.568 m³, 2021'de 622.474.936 m³ ve 2022'de 411.326.495 m³ olarak gerçekleşmiştir. Özellikle 2021 yılında, bir önceki raporlama yılına göre daha fazla su temin edilmiştir. Bunun en büyük sebebinin, 2021'de düzenlenmiş yüzey suyu varlıklarının (174.865.887 m³) bir önceki yıla göre azalması olduğu söylenebilir.

İstanbul'un 2012-2022 yılları arasında su tüketimi %30 oranında artmıştır. Artan su gereksinimi için İstanbul'a başka bölgeden ham su çekilmektedir. İstanbul'un su temini için batıda Kırklareli'nden doğuda Düzce'ye kadar uzanan altı farklı il, görev sahası olarak dahil olmuştur. Bu bölgelerden su taşıma rezervi ile İstanbul'a su sağlanmaktadır.

Avustralya Su Muhasebesi Standartlarına göre, yer altı suyunun Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosunda "Su Varlıkları" olarak kabul edilmesi için çıkarılabilir hacminin ölçülmesi gerekmektedir. Çoğunlukla yer altı suyunun önemli bir kısmı, fiziksel veya mevzuat sınırlamaları nedeniyle çıkarılamaz olduğundan, sadece çıkarılabilir hacimli su varlığı kabul edilmektedir. Tablo 4.1'e göre, 2019'da çıkarılabilir yer altı suyu hacmi 16.000.000 m³, 2020'de 48.800.000 m³, 2021'de 55.881.732 m³ ve 2022'de 64.964.160 m³ olmuştur. 2019 ve 2020 yıllarındaki yer altı suyu kaynakları kuyu ve kaynak suyundan oluşurken, 2021 ve 2022 yıllarındaki miktar yalnızca kuyulardan basılan ham suyu göstermektedir. Kuyulardan basılan ham su miktarındaki artış, 2021'de açılan kuyu sayısının (111 adet) 2022'de (119 adet) artırılmasından kaynaklanmaktadır.

Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosundaki "Su Yükümlülüğü" hesabı, İstanbul'un 2019, 2020, 2021 ve 2022 hidrolojik yıllarında, su kullanıcılarına taahhüt ettiği ve bir sonraki hidrolojik yılda temin edilmek üzere hesaplarda tutulan, henüz tahsil edilmemiş su miktarının olmadığını göstermektedir.

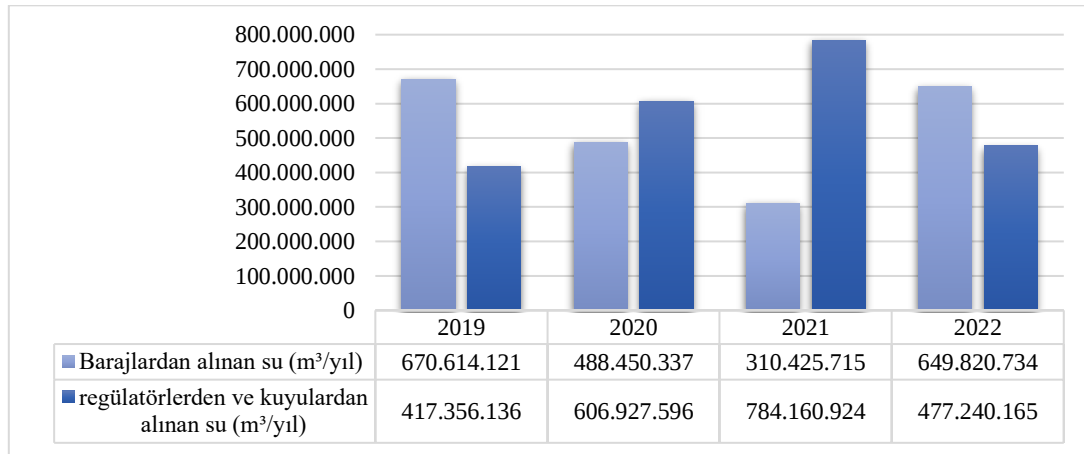
Tablo 4.1'e göre, "Toplam Su Rezervi" hesabı, düzenlenmiş nehir suyu kaynağı ile fiziksel yer altı suyunun niceliksel ölçümü ile hesaplanmaktadır. Yıllara göre yer altı ve yer üstü toplam su kaynaklarının miktarını gösteren Toplam Su Rezervi, 2019'da 1.077.769.837 m³, 2020'de 1.122.769.837 m³, 2021'de 1.129.872.093 m³ ve 2022'de 1.168.636.229 m³ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.1’e göre, “Net Su Varlıkları” 2020’de 45.164.140 m³, 2021’de 6.938.116 m³ ve 2022’de 38.764.136 m³ artmıştır. Bu durumda, 2022’de İstanbul’un Net Su Varlıkları 1.168.636.229 m³’e yükselerek son dört yılın en yüksek net su varlıklarına ulaşmıştır. Net Su Varlıkları, İstanbul’a su sağlayan su kaynaklarını temsil eden su varlıklarının su yükümlülüklerinden çıkarılmasıyla elde edilmektedir.

Tablo 4.1’e göre, özellikle yüzey suyu ve yer altı suyu varlıklarının artması, İstanbul’un net su rezervini artırmıştır. İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosundaki “Net Su Varlıkları”, gerçekleşen yağışlar ve su miktarını artıran olaylar sonucunda yıllara göre değişiklik gösteren su hacmini göstermektedir. Çünkü beklenen yağışlar veya suyun artmasına yol açması beklenen diğer gelecekteki olaylar, tablolarda rapor edilen hacimlerle aktifleştirilmez.

Şekil 4.1

2019-2022 Hidrolojik Yıllarındaki Farklı Su Kaynakları Kullanım Oranları



Şekil 4.1, İstanbul’a su sağlayan kaynakların yüzdelik oranlarını göstermektedir. 2019 yılında, şehre verilen toplam suyun %61,64’ü barajlardan, %38,36’sı regülatörlerden ve kuyulardan karşılanmıştır. 2020 yılında, şehre toplam verilen suyun %44,59’u barajlardan, %55,41’i regülatörlerden ve kuyulardan sağlanmıştır. 2021’de İstanbul’da kullanılan şebeke suyunun %28,4’ü barajlardan, %71,6’sı regülatör ve kuyulardan alınmıştır. 2022’de ise bu oran barajlar için %57,7, regülatör ve kuyular için %42,3 olmuştur.

İstanbul için 2019 ve 2022 hidrolojik yıllarında en önemli ve en çok kullanılan su kaynağı barajlar olmuştur. Ardından sırasıyla regülatörler ve kuyular gelmektedir. İstanbul’daki su varlığı, baraj, regülatör ve kuyulardan temin edilen su miktarından oluşmaktadır. Göl,

akarsu, gölet ve kanal gibi su varlıkları ise şebeke suyu kaynağı olarak kullanılmamaktadır. Yağışlarda azalma yaşanan yıllarda, belediyeler şebeke suyu temini için barajlardan çekilen su oranında bir azalma, kuyulardan çekilen su oranında ise bir artış gözlemleyebilir. (TÜİK, 2022).

Tablo 4.1'deki İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu, akış esaslı olarak düzenlenmektedir. Tahakkuk esaslı düzenlenen tablolarda, Net Su Rezervi ile Dönem Başı Su Varlıkları hesapları birbirinden farklı olabilir. Ancak İSKİ su bilgisini akış esaslı sunduğundan, bu iki hesap, Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosunda birbirine eşittir.

4.1.2 İstanbul'a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu

İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik olarak hazırlanan İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu, su varlıkları ve su yükümlülüklerinde değişikliklere sebep olan işlem, dönüşüm, akış ve olaylara ilişkin bilgi vermeyi amaçlamaktadır. Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu tahakkuk esasına göre hazırlanmaktadır. Tahakkuk esası kullanılmayan su hakları veya su yükümlülüklerinin bir raporlama döneminden diğerine devam ettiği durumlarda uygundur. İstanbul'a su sağlayan havzaların hidrolojik yıl boyunca su hakları veya su yükümlülükleri mevcut değildir. Bu sebeple, İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu akış esasına göre hazırlanmış olup, Tablo 4.2'de yer alan su hesapları, elde edilen veriler kapsamında sadeleştirilmiştir.

Su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki değişiklikler tablosu, su varlıklarında veya su yükümlülüklerinde tahakkuklardan kaynaklanan herhangi bir değişiklik olmaması durumunda sunulmamaktadır. Bu gibi durumlarda, Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerinde tahakkuklardan kaynaklanan herhangi bir değişiklik olmaması nedeniyle Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Değişiklikler Tablosunun sunulmadığı notlarda açıklanması gerekmektedir. Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu ile Fiziksel Su Akışları Tablosu, raporun adil sunumuna zarar vermeden, genel amaçlı su muhasebesi raporunun anlaşılabilirliğini artırıyorsa, birleştirilebilmekte ve tek bir beyan olarak sunulabilmektedir (WASB, 2014, AWAS 1).

Hidrolojik yıl içerisinde gelecekteki potansiyel suyun kullanılabilir hale gelmesi durumunda nasıl kullanılacağına ilişkin tahminlerin oluşturulmasında da faydalıdır. Su muhasebesinin tahakkuk esası, kullanılmayan su hakları veya su yükümlülüklerinin bir raporlama döneminden diğerine devam ettiği durumlarda uygundur. Ancak bazı durumlarda, raporlama dönemleri boyunca su hakları veya su yükümlülükleri mevcut değildir. Su hakları, suya erişim ve kullanım veya su altyapısına erişim gibi ilgili yükümlülüklerle birlikte geniş bir haklar dizisini içermektedir. Bu tür haklar, suya erişim lisans hakları, bir havzadaki suya ilişkin kıyıdaş hakları, yıllık su tahsisleri ve kısıtlamalara tabi olabilecek su tedarik hizmetinden yararlanma hakkını içermektedir (WASB, 2014, AWAS 2). Bu durumlarda su muhasebesinin tahakkuk esası, rapor kullanıcılarına çok az ek bilgi sağlamaktadır. Tahakkuk esaslı Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosuna gereksinim duyulmamaktadır. Bu durumda akış esaslı Fiziki Akış Tablosu hazırlanmaktadır.

Tablo 4.2'deki İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu Belediyelerin su hizmetleri ve su yönetimi anlayışı sebebiyle tahakkuk esasına göre değil, akış esasına göre hazırlanması mümkün olmaktadır. Böylece, suyun mevcut kullanımı ve yıllar içindeki su miktarlarında meydana gelen değişikliklerin anlaşılmasını sağlamaktadır. Tablo 4.2'deki "Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu", İstanbul'da 2019-2022 hidrolojik yıllarında sudaki değişiklikleri kısmen açıklamaktadır. Su ve Kanalizasyon İdaresine atfedilebilen su akışlarına ilişkin ek bilgiler, raporlama dönemi boyunca mevcut sudaki hareketlerin değerlendirilmesinde de faydalı olmaktadır. Bu bilgiler, rapor kullanıcılarına Su ve Kanalizasyon İdaresinin sürdürülebilir su sağlama yeteneğini değerlendirmeleri için bir temel sağlamaktadır. Bu durum, özellikle su haklarının veya su yükümlülüklerinin bir raporlama döneminden diğerine aktarılmasına izin verildiği durumlarda geçerlidir. Ancak belediyelere bağlı Su ve Kanalizasyon İdarelerinde böyle bir durum söz konusu olmamaktadır. Bu nedenle, Tablo 4.2 akış esasına göre hazırlanmıştır. Belediyeler, şebeke suyu ile ilgili su politikaları ve su hizmetlerini tahakkuk esasına göre yürütemeyeceğinden, Tablo 4.2, İstanbul'da suyun fiziki olarak işleme konulduğu veya taleplere iletildiği durumdaki ölçüm sonuçlarını karşılaştırmaktadır.

Tablo 4.2

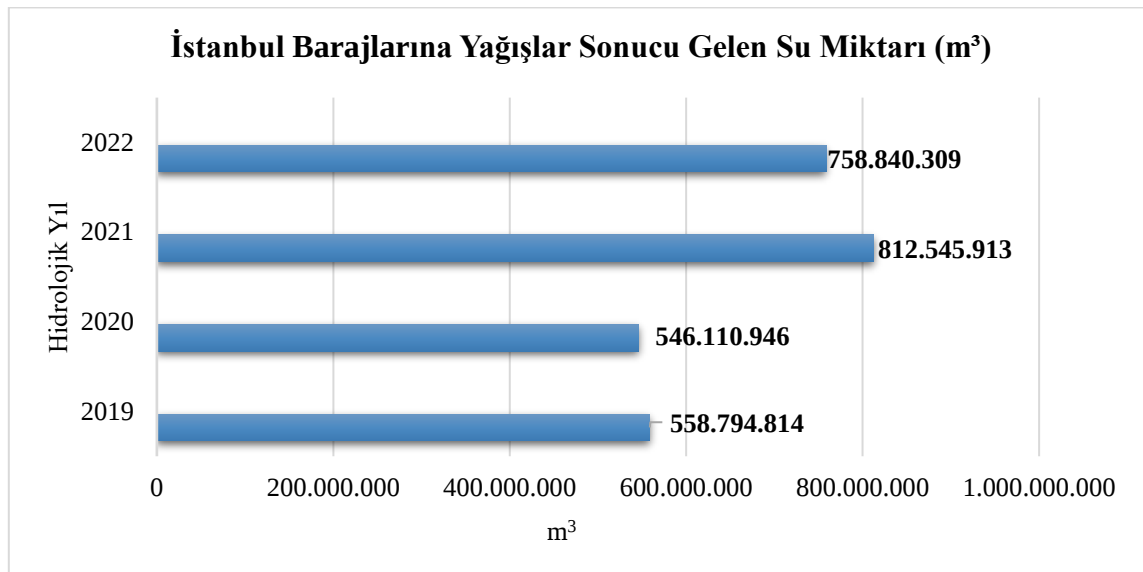
İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER TABLOSU		
	2019-2020	2021-2022
SU VARLIKLARINDAKİ ARTIŞLAR		
Yüzey Suyunda		
Yağış		
Araziye (ilgili yıla göre yağış sonucunda araziye düşen su miktarı ne kadardır?)		
Yüzey Suyuna Yağışlar (yağışlar sonucunda baraj, nehir ve kanalların aldığı yağış miktarı ne kadardır?)	12.683.868	(53.705.604)
Ana Depolara yağış (şebeke suyu için ayrılan bir ana su depo varsa ilgili yıla göre aldığı yağış miktara ne kadardır?)		
Başka Biriminin Suyunun Bölgeler Arası Transferi (başka bölgeden su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin miktar ne kadardır?)	191.350.000	(273.860.000)
Bölgeye Nehir Akışları (eğer varsa başka bir bölgeden bu bölgeye akış sonucu gelen su miktarı nedir?)		
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı (eğer varsa yüzey suyuna yeraltı suyu deşarj miktarı ne kadardır?)		
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi (eğer varsa miktarı ne kadardır?)	(189.571.460)	306.920.759
Kentsel Taleplerden Dönüşler (ilgili yıla göre evsel su tüketiminde talepte azalış var mı?)	2.062.224	
Endüstriyel Taleplerden Dönüşler (ilgili yıla göre sanayi su tüketimindeki azalış miktarı nedir?)	10.282.708	5.140.458
Tuzdan Arıtılmış Su (eğer varsa şebeke suyu için kullanılan tuzdan arıtılmış su miktarı ne kadardır?)	0	0
Başka bölgeden Su Transferinde Talep Artışı (başka bölgeden şebeke suyu için su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin talepteki artış miktarı nedir?)	48.669	59.057
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ AZALIŞLAR		
Yüzey Suyunda		
Tahsis Düzenlemeleri		
Kentsel Tahsisler	0	0
Sulama Tahsisleri	0	0
Sanayi Tahsisleri	0	0
Birimin Suyuna İlişkin Bölgeler Arası Talepte Azalış (başka bölgeden su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin talep azalışı ne kadardır?)	0	0
Yer altı Suyunda (kuyu)		
Tahsis Düzenlemeleri		
Kentsel ve Sulama Tahsisler (evsel ve tarımsal su tüketimi için yer altı suyundan çekilen su miktarı ne kadardır?)		
SU VARLIKLARINDAKİ AZALIŞLAR		
Yüzey Suyunda		
Buharlaşma (Araziden, nehirlerden, barajlardan ve kanallarda meydana gelen buharlaşma miktarı ne kadardır?)	3.309.734	2.748.625
Araziden (eğer varsa araziden buharlaşma miktarı ne kadardır?)		
Yüzey Suyundan Yeraltı Suyu Beslenimi (miktarı ne kadardır?)	0	0
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı (eğer varsa miktarı ne kadardır?)	0	0
Bölgeden Dış Akışlar		
Sulak Alanlara (eğer varsa bu bölgeden başka bölgedeki sulak alanlara akan su miktarı ne kadardır?)	0	0
Denizlere (eğer varsa bu bölgeden başka bölgedeki denizlere akan su miktarı ne kadardır?)	0	0

Tablo 4.2'deki "Yüzey Suyuna Yağışlar Hesabı", İstanbul'a su sağlayan havzaların aldığı yağış miktarının dört hidrolojik yıldaki değişimini göstermektedir. İstanbul'un şebeke suyu gereksinimi, şehir içindeki havzalarda yağış sularının barajlarda toplanmasıyla sağlanmaktadır. Buna göre, İstanbul barajlarına düşen yağışlar 2019'da 2020'ye göre 12.683.868 m³ artarken, 2021'de 2022'ye göre 53.705.604 m³ azalmıştır. Yağışlardaki azalma, barajlardaki su miktarının düşmesine neden olmaktadır. Şekil 4.2, İstanbul barajlarına yağışlar sonucu gelen su miktarını göstermektedir.

Şekil 4.2

İstanbul Barajlarına Gelen Yağış miktarı (2019-2022)



Kaynak: İSKİ, 2022, s. 96.

Şekil 4.2, 2019, 2020, 2021 ve 2022 hidrolojik yıllarındaki yağışların düzenlenmiş yüzey suyu rezervine katkısını göstermektedir.

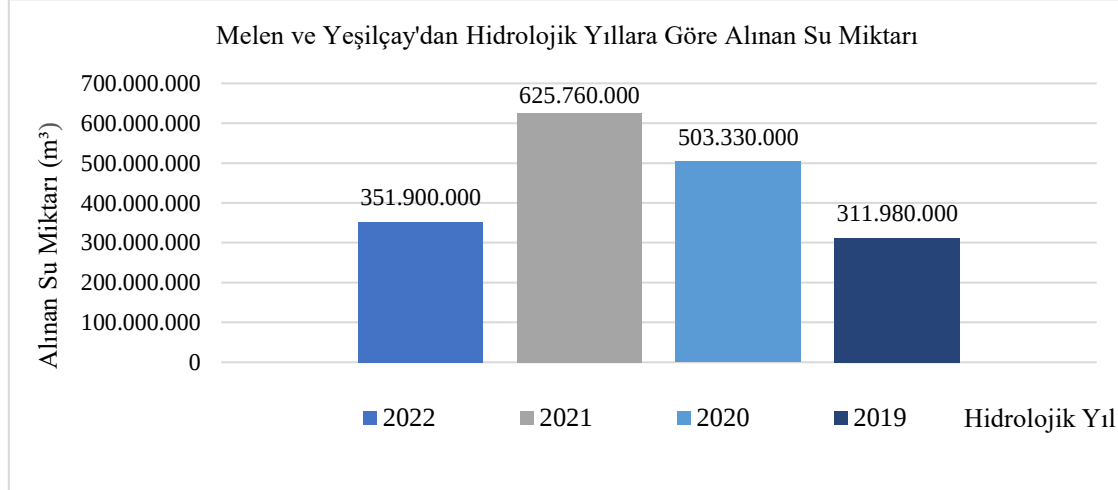
Tablo 4.2'de gösterilen "Ana Depolara Yağış Hesabı", şebeke suyu depolarına düşen yağış miktarını göstermektedir. İSKİ'nin sahip olduğu 157 şebeke suyu deposuna (ana depo) yağmur suyu girişi olmadığından, Tablo 4.2'de Ana Depolara Yağış Hesabı sıfır olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.2'deki "Başka Biriminin Suyunun Bölgeler Arası Transfer" hesabı, bir hidrolojik yılda İstanbul'a başka bölgeden çekilen su miktarını göstermektedir. 2019-2020 yıllarında Melen ve Yeşilçay regülatörlerinden İstanbul'a transfer edilen su miktarı, 2019'da 2020'ye göre 191.350.000 m³ artarken, 2021'de 2022'ye göre 273.860.000 m³ azalmıştır. Şekil 4.3,

2019-2022 hidrolojik yıllarında İstanbul'a başka bölgelerden transfer edilen su miktarını göstermektedir.

Şekil 4.3

İstanbul'a Bölgeler Arası Su Transfer Miktarı (m³)



Kaynak: İSKİ, 2022

Tablo 4.2'ye göre, Kentsel Taleplerden Dönüşler 2019'da 2020'ye göre 2.062.224 m³ artmıştır. 2021 ve 2022'ye dair veri bulunmadığından, Tablo 4.2'de yer verilmemiştir. Bu hesap, şebeke suyu talebindeki değişimi göstermektedir. Endüstriyel Taleplerden dönüşler 2019'da 2020'ye göre 10.282.708 m³ artarken, 2021'de 2022'ye göre 5.140.458 m³ artış göstermiştir. Bu hesap, sanayideki su talebindeki değişimi göstermektedir.

Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosundaki "Tuzdan Arıtılmış Su Hesabı", şebeke suyu için kullanılan deniz suyu miktarını göstermektedir. İSKİ, şebeke suyu için deniz suyu arıtımı yapmadığından, ilgili hidrolojik yıllardaki değişim Tablo 4.2'de sıfır olarak gösterilmektedir.

Dünyada deniz suyunun arıtılarak şebeke suyu için kullanılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Ancak, acil su gereksinimi durumunda, İstanbul'da sürekli iklim koşullarına bağlı olmayan deniz suyu arıtımı kullanılmamaktadır. Tuzdan arıtma işlemi, yüksek enerji gereksinimi, yüksek maliyet ve çevresel etkiler gibi nedenlerle, yalnızca acil gereksinimler dışında başvurulan bir yöntemdir (Turoğlu, 2014, s. 105).

Tablo 4.2'deki "Başka Bölgeden Su Transferinde Su Talep Artışı Hesabı", 2019-2020'de 48.669.000 m³, 2021-2022'de ise 59.057.000 m³ artış göstermiştir. Bu hesap, İstanbul'a

200 km uzaklıktaki Düzce ilinde bulunan Melen ve Yeşilçay regülatörlerinden çekilen suyun bir önceki yıldaki değişimini göstermektedir.

Tablo 4.2'deki "Su Yükümlülüklerindeki Azalışlar" Hesap Grubu ise İSKİ'nin tahsis düzenlemelerini göstermektedir. 2019-2022 hidrolojik yıllarında tahsis hesaplarının azalması sonucu gerçekleşen değişim hacmini göstermektedir. Yeraltı suyuna yönelik tahsis düzenlemeleri hesap grubunda, kentsel ve sulama tahsislerine yönelik bilgi bulunmamaktadır. Çünkü talep edilen ve tüketilen su miktarı ölçülmektedir. Tahakkuk edilen su miktarı yerine, tüketilen su miktarı ölçüldüğünden bu hesaba yönelik veri bulunmamaktadır.

Su varlıklarındaki azalışlar hesap grubu, 2019-2022 hidrolojik yıllarında, su varlıklarında azalmaya sebep olan olaylar ve buna bağlı olarak su miktarlarında meydana gelen değişiklikleri göstermektedir.

Tablo 4.2'deki Yüzey Suyunda Buharlaşma Hesabı'na göre, İstanbul'da su havzalarından 2019'da 2020'ye göre 3.309.734 m³ daha fazla, 2021'de 2022'ye göre ise 2.748.625 m³ daha fazla su buharlaşmıştır. Bu durum, dünyayı yeniden şekillendirmeye başlayan ve İstanbul'u da büyük oranda etkileyen iklim değişikliğinin etkisiyle açıklanmaktadır.

Yüzey suyu buharlaşması, özellikle havzaların düz olduğu ve suyun yavaş hareket ettiği durumlarda daha fazla gerçekleşmektedir. Yaz mevsiminde sıcak koşullar nedeniyle su daha hızlı buharlaşır. İstanbul'daki sıcaklık artışı ve uzun süren sıcak mevsimler, yüzey suyunda buharlaşmanın artmasına sebep olmaktadır. Çünkü buharlaşma hızı, öncelikle havadaki nem miktarına, ardından hava sıcaklığı ve rüzgâr hızına bağlıdır. Yağışların azalmasının yanı sıra, sıcaklıkların artması yüzeyden buharlaşma yoluyla oluşan su kaybını etkileyebilmektedir. Küresel ısınma, kentsel ısı adası etkisini yoğunlaştırarak, şehirleri yedi dereceye kadar daha sıcak hale getirebilmektedir. Kentleşme, çevre koşulları dikkate alınmadan geliştikçe artan betonlaşma, daha fazla yüzey suyunun buharlaşmasına neden olmaktadır. Kentsel ısı adası etkisi İstanbul'da yüzeysel su kaynaklarında buharlaşmayı artırmaktadır (Öztürk, 2021). Yağışların azalması ve buharlaşmanın artması, İstanbul'un su tedarikine yönelik etkilerinin ciddi olacağını göstermektedir (İBB, 2018, s.14).

Su varlıklarındaki azalışlara sebep olan "Yüzey Suyundan Yer Altı Suyu Deşarjı" İSKİ verilerine göre sıfır olmuştur. Akiferden buharlaşmaya bağlı su varlıklarındaki değişikliğe dair veri bulunmamaktadır. Sulak alanlara ve denizlere akan su miktarı ise İSKİ'ye göre

sıfırdır. "Su Varlıklarındaki Azalışlar" hesap grubundaki "Buharlaştırma Hesabı," su varlıklarında azalmaya sebep olan tek hesap olmuştur.

4.1.3 İstanbul'a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Fiziksel Su Akışları Tablosu

İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Fiziksel Su Akışları Tablosu, 2019, 2020, 2021 ve 2022 hidrolojik yıllarında su akışlarına yol açan işlemler, dönüşümler ve olaylar hakkında bilgi vermektedir. Tablo 4.3'teki Fiziksel Su Akışları Tablosu, Avustralya Su Muhasebesi Standartlarındaki hesaplar doğrultusunda İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik elde edilen verileri yansıtmak üzere sadeleştirilmiştir.

Su yönetimi ile ilgili bilgi, yerel yönetim alanlarından nehir havzalarına, ulusal ve çok uluslu düzeylere kadar birçok coğrafi düzeyde gereksinim duyulmaktadır. Su hesaplarının derlenmesi için mekânsal referansın seçimi, kullanıcıların gereksinim duyduğu verilere ve veri üreticilerinin kullanabileceği kaynaklara bağlıdır.

Fiziksel Su Akışları Tablosundaki su hesapları, yüzey suyu ve yüzey suyu yönetim alanları, yer altı suyu ve yer altı suyu yönetim alanlarını kapsayan mekânsal sınırlar kullanılarak hazırlanmaktadır (Vardon, vd., 2023, s. 27). İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Fiziksel Su Akışları Tablosu, mekânsal sınırlar ve İstanbul'un dört hidrolojik yıldaki toplam su potansiyelini gösterecek şekilde sadeleştirilmiştir.

Tablo 4.3'e göre, Yüzey Suyu İç Akışları Hesap Grubunda, "Düzenlenmiş Yüzey Suyu Rezervi" 2022'de 758.840.309 m³, 2021'de 812.545.913 m³, 2020'de 546.110.946 m³, 2019'da ise 558.794.814 m³ olmuştur. Akış, yağışın yanı sıra yüzeyde gerçekleşen evapotranspirasyona (buharlaştırma ve terleme) bağlı olarak değişmektedir. Bir hidrolojik yıldan diğerine değişen yağış rejimi, büyük oranda atmosferin genel sirkülasyonunda meydana gelen değişimlerle ilgilidir. Küresel iklim krizinin önemli etkilerinden biri, yağış rejiminin değişmesi olup, bu durum havzalardaki alansal yağışları ve İstanbul barajlarına düşen yağış miktarlarını da etkilemektedir. Yağış miktarındaki değişikliklere bağlı olarak düzenlenmiş yüzey suyu rezervi, hidrolojik yıllara göre farklılık göstermektedir (Öztürk, 2021).

Tablo 4.3*İstanbul'a Su Sağlayan Havzalara Yönelik Fiziksel Su Akışları Tablosu*

FİZİKSEL SU AKIŞLARI TABLOSU	2022 (Milyon m³)	2021 (Milyon m³)	2020 (Milyon m³)	2019 (Milyon m³)
SU İÇAKIŞLARI				
Yüzey Suyuna				
Yağış				
Yüzey Suyu Rezervine- Düzenlenmemiş				
Yüzey Suyu Rezervi Düzenlenmiş	758.840.309	812.545.913	546.110.946	558.794.814
Taşıma Sistemi	351.900.000	625.760.000	503.330.000	311.980.000
Bölgeye Nehir Akışları	0	0	0	0
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi	64.964.160	55.881.732	48.800.000	16.000.000
Tuzdan Arıtılmış Su	0	0	0	0
Yer altı suyuna Yüzey Suyundan Beslenim	0	0	0	0
Yapay (suni) Besleme	0	0	0	0
TOPLAM GİRİŞLER (1)	1.587.980.474	2.222.466.837	1.656.368.542	1.288.130.950
SU DIŞAKIŞLARI				
Yüzey Suyundan Buharlaşma	53.790.298	56.538.923	57.277.382	60.587.116
Akiferlerden Buharlaşma				
Arıtılmış Atık Su	1.484.481.847	1.498.276.404	1.396.180.804	1.381.290.767
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi	477.240.165	784.160.924	606.927.596	417.356.136
İstanbul'dan Su Çıkışları (var mı?)	0	0	0	0
Sulak Alanlara				
Denizlere				
Diğer Akiferlere				
TOPLAM ÇIKIŞLAR (2)	2.035.086.877	2.365.755.292	2.074.819.891	1.871.605.904
Net Su Rezervindeki Değişiklikler (3) = (1) — (2)	(447.106.403)	(143.288.455)	(418.451.349)	(583.474.954)
Açıklanamayan Farklılık	485.870.539	150.226.571	463.615.489	

İstanbul'da özellikle düzenlenmiş yüzey suyu rezervi yağmur ve kâr şeklindeki yağışlardan beslenmektedir. Yağmur ve kâr şeklindeki yağışların İstanbul'un su rezervine katkısı yıldan yıla değişmektedir. Fakat kar yağışlarının su havzalarına katkısı çoğunlukla düşük seviyelerde olmaktadır. İstanbul'un düzenlenmiş yüzey suyu rezervine katkı sağlayan en büyük kaynağı yağmur şeklindeki yağışlardır (Turoğlu, 2014, s. 98). Düzenlenmiş yüzey suyu rezervinin azalmasındaki en büyük etken yağışların azalmasıdır. Ayrıca bir hidrolojik yıldan diğerine azalan yağış miktarı yüzeyde buharlaşmayı da artırarak İstanbul'da yüzey suyu rezervini azaltmaktadır (İBB, 2018, s. 7).

Tablo 4.3'teki "Taşıma Sistemi hesabı" havzalar arası su transferi ile Melen ve Yeşilçay Regülatörlerinden çekilen su miktarını göstermektedir. İstanbul'a şebeke suyu sağlanması amacıyla İstanbul dışından çekilen su miktarını gösteren Taşıma Sistemi hesabı İstanbul'un su gereksinimini karşılaması açısından önem taşımaktadır. İstanbul'a sürekli artan su gereksinimi karşısında kendi sınırları içerisindeki su kaynakları yetmemektedir. İBB su gereksinimini karşılamak için hizmet alanını şehir sınırlarının ötesine genişletmek zorunda kalmıştır.

Tablo 4.3'teki Taşıma hesabındaki su miktarı Türkiye'nin en büyük İstanbul İçme Suyu Projesi olan Melen Sistemi ve Yeşilçay Regülatöründen elde edilen su miktarını göstermektedir. 1990 yılında Bakanlar Kurulu Kararıyla geliştirilen, 2011 yılında DSİ tarafından onaylanan ve 2012 yılında inşaatına başlanan Melen Sistemi Projesi henüz tamamlanmamıştır. Projenin tamamı bitirildiğinde İstanbul'a 50 yıl boyunca şebeke suyu kaynağı olması tahmin edilmektedir. Melen Barajının üzerinde yapılan Büyük Melen Çayı'nın yıllık su potansiyeli 1 milyar 700 milyon m³'tür. Tamamlaması durumunda bu miktarın tamamının İstanbul'a şebeke suyu olarak iletilmesi planlanmaktadır (Yıldız, 2022).

İstanbul'a taşıma sistemi ile su sağlayan ve Taşıma Sistemi hesabına dahil olan diğer önemli kaynak ise Yeşilçay regülatörüdür. Bu regülatör su akışını izlemek, suyu kontrol etmek ve suyun sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Yeşilköy Regülatörü, İstanbul'un su gereksinimini karşılamak ve su kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanabilmek için önemli bir yapıdır (Turgut, 2024). Yeşilçay regülatöründen çoğunlukla kış mevsiminde su temin edilmektedir.

Tablo 4.3'te "Bölgeye Nehir Akışı Hesabı" 2019-2022 hidrolojik yıllarında sıfır olarak gösterilmektedir. İstanbul'a şebeke suyunda kullanılması için nehir akışı bulunmadığından Fiziksel Su Akışları Tablosu 2019-2022 hidrolojik yıllarında sıfır olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.3'e göre İstanbul'da "Yüzey Suyu Rezervi İçin Yeraltı Su Çekimi" 2022'de 64.964.160 m³ en yüksek seviyede olurken, 2021'de 55.881.732 m³ ile, 2020'de 48.800.000 m³, 2019'da 16.000.000 m³ olarak gerçekleşmiştir. Yeraltı su kaynaklarından kaynak ve kuyu suyu şebeke suyu olarak kullanılmaktadır. Yer altı suları yağış ve yüzey suyundan süzülerek yer altına aktığı için kullanılabilir ve temiz bir su olarak görülmektedir. Fakat şebeke suyu için kullanılmadan önce içilebilir olup olmadığının belirlenmesi

amacıyla farklı analizlerin yapılması gerekmektedir. Yeraltı suları, “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” kapsamında korunmaktadır. Bu Yönetmeliğin amacı, kullanılabilir durumda olan yeraltı sularının korunması, yeraltı sularının kirlenmesinin önlenmesi ve kirlenen suların iyileştirilmesine yönelik gerekli esasları tespit etmektir. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğin eklerinde yer alan parametreler ile yeraltı sularının durumu değerlendirilmektedir.

Tablo 4.3’teki Fiziksel Su Akışlarında Tablosunda “Tuzdan Arıtılmış Su Hesabı” İstanbul’da şebeke suyu için deniz suyu arıtımı yapılmadığından sıfır olarak gösterilmektedir. Sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerine çıkması, sıcak geçen günlerin uzaması, beklenen yağışların azalmasına bağlı kuraklık susuzluk tehdidinde sebep olmaktadır. Azalan su kaynakları karşısında artan su gereksinimlerini karşılamak için deniz suyundan tuzun uzaklaştırılarak tatlı suya dönüştürülmesi işlemi yapılmaktadır. “Desalinasyon” da denilen bu işlem su arzını artırma amacıyla deniz suyunu tuzdan ve toksik maddelerden arındırarak şebeke suyuna dönüştürülme işlemidir. Desalinasyon teknolojisi kullanılarak yoğun enerji ile dönüştürülen su yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından gelen şebeke suyuna göre daha yüksek maliyetlidir.

Deniz suyundan şebeke suyu elde edilmesi Dünyada su kaynaklarının yetersiz olduğu yerlerde uzun yıllardır uygulanan bir işlemdir. Ulaşılabilir tatlı su miktarının sınırlı olması nedeniyle Katar, Kuveyt, Japonya, İspanya ile ABD’nin Kaliforniya Eyaleti gibi dünyanın belli bölgelerinde deniz suyu tuzdan arıtılarak şebeke suyuna dönüştürülmektedir. Avşa Adası’nda yer altı su kaynağı olmadığından deniz suyu kullanılabilir suya dönüştürülerek su sorunu çözülmektedir. İstanbul’da deniz suyu arıtımı henüz yapılmamaktadır. Ancak İstanbul’da yaşanması muhtemel kuraklığa karşı deniz suyunun arıtılarak şebeke suyu olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Turksail, 2021).

Tablo 4.3’teki “Yer Altı Suyuna Yüzey Suyundan Beslenim” ve “Yapay (Sunı) Besleme” İstanbul’da yapılmadığı sıfır olarak gösterilmektedir. Yapay besleme, yüzey sularının havza, baraj, kanal, kuyu gibi sistemlerle biriktirilmesi ve suyun topraktan yerin derinliklerine süzülmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Bouwer, 2002, s. 10). Yapay besleme ile yeraltı sularının kalitesinin düzenlenmesi ve kullanılması sağlanabilir.

Türkiye’de yer altı suyu beslemesi ile ilgili düzenlemeler sınırlıdır, ancak Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yeraltı sularının korunması ve yönetilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

“Yapay (Sunî) Besleme” yeraltı suyuna tuzlu su girişini azaltmak ya da engellemek, yer altı suyunun depolanmasını sağlamak ya da depolanan suyu artırmak ve depolanan suyun kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Böylece yeraltı suyunun kalitesini düzenlenmesi ve yeraltı suyunun kullanılması amaçlanmaktadır (Apaydın, 2021, s. 9). Temel olarak yapay (sunî) besleme mevcut suyun akiferlere açılan kuyular aracılığıyla depolanmasını ve daha sonra kurak dönemlerde aynı kuyulardan geri alınmasını amaçlamaktadır. Bu kuyularda depolanan suyun geri kazanılması kentsel kullanımlara büyük fayda sağlamaktadır.

11.10.2022 tarihli 31980 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile DSİ bünyesinde Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı kurulmuştur. İlgili Başkanlık havza, alt havza, yeraltı suyu kütlesi ile ilgili çalışmaları yapmak veya yaptırmak üzere kurulmuştur. 25687 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde artırılan yer altı suyunda direkt atık su deşarjı yapılamamaktadır. Yer altı suyuna yapay (sunî) besleme yapılırken yer altı sularına ilişkin mevzuat hükümleri uygulanmaktadır” (Madde 22) hükmü bulunmaktadır. Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı yeraltı sularının korunması amacıyla yapay (sunî) besleme yapmak, yeraltı depolamaları ile ilgili proje ve inşaa yapmak veya yaptırmak gibi görevleri bulunmaktadır (DSİ, 2024). Türkiye’de yer altı sularını etkileyecek her türlü faaliyet (su çekimi, sunî besleme, deşarj) için DSİ’ye bilgi verilmesi gerekmektedir. Ayrıca yer altı suyu ile ilgili yapılması planlanan her türlü faaliyet için mevzuat hükümlerine de uyulmak zorundadır.

Tablo 4.3’te yer alan “Su İç Akışları” hesap grubu “Düzenlenmiş Yüzey Suyu Rezervi”, “Taşıma Sistemi” ve “Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimine” yönelik verilerden oluşmaktadır. Su İç Akışları Hesap Grubundaki diğer hesaplar sıfır olarak gösterilmektedir. Fiziksel Su Akışları Tablosunun Yüzey Suyu İç Akışlarını oluşturan hesap unsurlarının tamamı “Toplam Girişler” hesap grubunu oluşturmaktadır.

Tablo 4.3’teki Yüzey Suyu Dış Akışları havzadan su çıkışını sebep olan hesap unsurlarını içermektedir.

İstanbul’a su sağlayan havzalardaki suyun bir kısmı coğrafik, meteorolojik ve topografik faktörler sonucunda meydana gelen buharlaşma ile havzadan uzaklaşmaktadır. Tablo 4.3

“Düzenlenmiş Yüzey Suyundan Buharlaşma” 2019 hidrolojik yılından 2022’ye gelindiğinde azaldığı ve buna bağlı olarak buharlaşmanın yüzey suyunda 2019’da 60.587.116 m³ olan azalışın 2022’de 53.790.298 m³’e gerilediği gösterilmektedir. Bu miktar İstanbul’un su varlıklarından buharlaşma sonucu yok olan su miktarını göstermektedir. Yüzey suyunda buharlaşma sonucu kaybedilen su miktarı sıcak hava dalgası, aşırı yağış ve kuraklık gibi uç hava olaylarından etkilenmektedir. İstanbul’da kuraklıkların sıklaşması, yağış rejimin düzensizliği, hava sıcaklarının yükselmesine sebep olmakta ve buharlaşmanın artması yüzey suyunda kullanım dışı su kayıplarının artışı hızlandırmaktadır.

Açık yüzey suyundaki buharlaşma dışında kalan “Akiferden Buharlaşma” hesabına 2019-2022 hidrolojik yıllarına yönelik veri bulunmamaktadır. Akiferler yer altı su rezervuarlarıdır. Akifer, yeraltı suyunun hareket edebildiği, tortu veya kayadan oluşan doymuş bir bölgedir. Akiferlerde depolanan yeraltı suyu, tarıma, evlere ve şehirlere su sağlamak amacıyla kuyular yoluyla yüzeye pompalanmaktadır. Suyun yeraltında depolanması, yer üstü rezervuarlarından daha karmaşıktır. Bir akifer içindeki suyun yüksekliği ve hareketi yüzeyden görülmemektedir. Yeraltı suyu rezervuarlarının doldurulması ve suyun çekilmesi, bir yüzey suyu rezervuarından çok daha uzun sürmektedir (Santa Rosa Plain Grounwater Sustainability Agency, 2024). Akiferden buharlaşma yeraltı suyu boşalmasına sebep olmaktadır. İBB’de akiferden buharlaşmaya dayalı veri bulunmamaktadır.

Tablo 4.3’teki “Arıtılmış Atık Su Hesabı” 2022’de 1.484.481.847 m³ 2021 yılında yaklaşık 1.498.276.404 m³, 2020’de 1.396.180.804 m³, 2019’da 1.381.290.767 m³ olmuştur. İstanbul’da çeşitli su kaynaklarından gelen sular 55’i Avrupa, 35’i Anadolu olmak üzere iki yakada 16 farklı kapasitedeki toplam 90 adet su arıtma tesisinde arıtılmaktadır. İstanbul’un atık suyu 17 milyon m³ kanalizasyon sisteminde 1.220.254 m kolektör, 201.077 m atık su tüneline toplanarak deşarj ortamına iletilmektedir (İSKİ, 2023). Kanalizasyondan toplanan atık su ön arıtma tesisi, biyolojik arıtma tesisi ve ileri biyolojik arıtma tesislerinde işlem yapılmaktadır (Yıldırım, 2023). Tablo 4.3’te 2019-2022 yıllarındaki “Arıtılmış Su Hesabındaki” atık su miktarının yaklaşık %50-55’lik kısmı ön arıtma tesislerinden geçirilerek Marmara denizine deşarj edilmektedir (İSKİ, Faaliyet Raporu). Atık su, suyu kirleten ve su kalitesini bozan en önemli sorunlar arasındadır.

Arıtılmış Atık Su Hesabındaki arıtılan su miktarı kadar arıtma yöntemi de önemlidir. Atık su için ön arıtma yerine biyolojik arıtma yapılması suyu kirletici maddelerden büyük miktarda temizlemektedir. Bu sebeple İSKİ ön arıtma olarak hizmet veren tesisleri biyolojik arıtmaya dönüştürme çalışmalarını sürdürmektedir. Arıtılmış Su hesabındaki suyun biyolojik arıtma sistemi ile arıtılması Marmara Denizi'ne deşarj edilen atık suyu büyük miktarda arındırması ve deniz kirliliğinin önlenmesi amaçlanmaktadır.

Tablo 4.3'te İSKİ verilerine göre, İstanbul'dan sulak alanlara, denizlere ve diğer akiferlere su çıkışının bulunmadığını göstermektedir. Buna göre İstanbul'dan su çıkışı bulunmamaktadır. Fiziksel Su Akışları Tablosunda Toplam Çıkışlar Hesabı 2022'de 1.603.236.305 m³, 2021'de 1.610.697.059 m³, 2020'de m³ 1.502.258.186, 2019'da 1.457.877.883 m³ olarak hesaplanmış olup, İstanbul'a su sağlayan havzalardan çıkan toplam su miktarını göstermektedir.

Tablo 4.3'e göre Fiziksel Su Akışları Tablosunun "Net Su Rezervindeki Değişiklikler hesap grubu" Toplam Su Girişlerinden Toplam Su Çıkışlarının çıkarılması ile hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar, su kaynaklarının yeterliliğini belirlemek ve su kullanımıyla ilgili gerekli düzenlemeleri yapmak için önemlidir.

Fiziksel Su Akışları Tablosundaki 'Net Su Kaynaklarındaki Değişiklikler Hesabının' Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosundaki 'Su Varlıkları Hesabına' eşit olması gerekmektedir. Ölçümlerdeki ve kayıtlardaki hatalar ile hesaplarda belirli su kaynaklarının veya akışlarının ihmal edilmesi nedeniyle eşitlik sağlanamayabilir. Su hesaplarındaki hatayı daha iyi ölçmek amacıyla, su hesaplarının güvenilirliğine ilişkin tahmin sağlayan açıklanamayan bir farklılık değeri hesaplanır. Dolayısıyla, yüksek bir değer, su akışları üzerindeki kontrol eksikliğini göstermektedir.

Yüzey suyu için 'Açıklanamayan Farklılık', bilinen tüm fiziksel giriş ve çıkışlar hesaba katıldıktan sonra, raporlama dönemi sonunda havzada doğru hacmi elde etmek için gereken miktara eşittir. Çift girişli muhasebe süreci, havzadaki suyun fiziksel hareketini ortaya koymaktadır.

Su muhasebesi raporlarının hazırlanmasındaki tüm süreçlerin doğru bir şekilde yönetilmesi ve eksiksiz kaydedilmesi durumunda, 'Açıklanamayan Farklılık' sıfır olur. Ancak, hesaplarda sunulan hacimle ilgili belirsizlik, veri kaynaklarının çeşitliliği, veri eksikliği, ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar (tahmin modelleri, doğrudan ölçüm, doğrudan ve

dolaylı ölçümün ikisini de içeren karma yöntemler, dolaylı tahmin, hidrolojik modelleme) ve su döngüsündeki tüm süreçlerin hesaba katılamaması gibi nedenlerle, Açıklanamayan Farklılık Hesabı'ndaki hata payı artmaktadır. Hesapların dengelenmesi ve hataların ölçülmesi için Açıklanamayan Farklılık değeri hesaplanmaktadır (NSW Department of Planning and Environment, 2023, s. 101).

Fiziki Su Akış Tablosundaki Açıklanamayan Farklılık Değeri, aşağıdaki denkleme göre hesaplanmaktadır:

Dönem Sonu Su Rezervi= Dönem Başı Su Rezervi + [İç akışlar — Dış akışlar]	
2020 Hidrolojik yılı	1.098.240.946=886.774.814+ [-404.017.240] 1.098.240.946= 482.757.574+ 615.483.372 Açıklanamayan Farklılık
2021 Hidrolojik yılı	1.494.187.645=1.098.240.946+ [-116.509.414] 1.494.187.645= 981.731.532 + 512.456.113 Açıklanamayan Farklılık
2022 Hidrolojik Yılı	1.175.704.469 =1.494.187.645+ [-427.531.836] 1.175.704.469=1.066.655.809+ 109.048.660 Açıklanamayan Farklılık

İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan su muhasebesi raporlarında, havzaları etkileyen hesap unsurlarının artırılması ve değişken hesap unsurlarının azaltılması, hata payını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Özellikle yağış ve buharlaşma gibi meteorolojik verilerin havzalar için daha iyi modellenmesi ve su hesaplarının, su kaynakları için kontrol edilebilir ve yönetilebilir unsurlara (örneğin rezervuarlar, akiferler ve su talepleri) ilişkin bilgileri içermesi gerekmektedir. Su hesapları, bilgi kullanıcılarının su akışları ve depoları hakkında eksiksiz bilgiye sahip olmalarını sağlamalıdır. Bu nedenle, İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan su muhasebesi raporlarında su dengesinin sağlanabilmesi için raporların daha da sadeleştirilmesi önemlidir.

Bilgi kullanıcılarının su hesaplarına yönelik talebi arttıkça, genel amaçlı su muhasebesi raporlarına olan güven daha da önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, genel amaçlı su muhasebesi raporlarının güvenilirliği büyük bir önem taşımaktadır. Su muhasebesi raporlarının oluşturulmasında iki temel zorluk bulunmaktadır. Birincisi, veri sınırlamaları ve deneysel hesaplardan düzenli ve devam eden hesap üretimine geçişin getirdiği teknik zorluklardır. İkincisi ise, mevcut su yönetimi ve politikalarını kapsayan anlayışın, su hesaplarında yeterince karşılık bulamamasıdır (Vardon vd., 2023, s. 54).

İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, belediyelerin şebeke suyu yönetimi ve yönetişimine ilişkin karar alma

süreçlerinde nasıl uygulanabileceği ve kullanılabileceği konusunda farkındalığı artırmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, su muhasebesinin daha fazla benimsenmesini ve kullanılmasını hızlandırarak, su hesaplarının anlamlı karşılıklar oluşturmasını desteklemeyi ve çevresel verilerin toplanmasını teşvik etmeyi hedeflemektedir.

Tablo 4.4

Avustralya ve İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar için Açıklanamayan Farklılık Hesabı

HAVZALAR	Toplam Su Varlıkları (m ³)	Açıklanamayan Farklılık (m ³)	Hata Oranı (%)
TÜRKİYE			
İstanbul'a Su Sağlayan Havzalar	1.494.187.645	512.456.113	34,30%
AVUSTRALYA			
Peel Havzası	233.473	(99.855)	42,77%
Murray Havzası	10.024.704	3.471.199	34,63%
Namoi Havzası	804.476	290.793	36,15%
Murrumbidge Havzası	2.711.460	828.524	30,56%
Macquarie Havzası	1.502.106	730.158	48,61%

Tablo 4.4'te İstanbul'a su sağlayan ve Avustralya'daki havzaların açıklanamayan farklılık miktarının toplam su varlıklarına oranı gösterilmektedir. Bu tabloya göre, havzalara yönelik açıklanamayan farklılık hata payı, 2023 yılı verilerine göre hesaplanmıştır. Açıklanamayan farklılık hesabına yansıyan miktar, su dengesinin doğruluğuna dayanmaktadır. Havzalardaki kullanılabilir suyu yönetmenin en büyük kısıtlamalarından biri, nehirlerin işlevsel bir nehir havzası yönetim planına sahip olmamalarıdır. Özellikle sunulan bilgilerin, su kaynağı yönetimi kontrol amaçları için ilgililiği ve netliğinin dikkate alınması gerekmektedir. Su muhasebesi raporlarındaki tüm hesap unsurlarının doğru bir şekilde ölçülmesi durumunda hata payı sıfır olur.

Su hesaplarında yönetilen bilgi türü, su döngüsü içindeki belirli bir dönemdeki su kaynaklarının ve su akışlarının durumunu gösteren bakiyeleri temsil eder. Bununla birlikte, hesap unsurlarındaki bazı süreçlerin hesaba katılamaması, bazı parametrelerin ölçülememesi ve hacimle ilgili bilgilerin yetersiz olması nedeniyle dengeleme girişi yapılmaktadır. Havzalardaki su varlıkları, iklim, yağış, taşınan su ve depodaki su miktarına bağlı olarak değişir. Havzalar arası depolamalardaki farklılıklar, seviye değişikliklerine sebep olmakta ve yer altı suyunun bilinmeyen sızıntıları ile birlikte toplam su dengesini

belirlemektedir (Karimi, 2014, s. 97). Su muhasebesi raporları, hidroloji, su ve çevre yönetimi, su tahsisleri, raporlama, iletişim ve politika kararlarını birleştiren kapsamlı bir araçtır. Ancak, bir havzanın akış bileşenleri hakkında ayrıntılı bilgi sağlama işlevinde hidrolojik modellerin yerini alamadığı için bazı sınırlamalar da bulunmaktadır (Singh vd., 2022, s. 19).

Su hesap tahminlerinin doğruluğu arttıkça hata payı azalmaktadır. Düşük hata payı, su hesaplarının ölçüm doğruluğunu göstermektedir. Tablo 4.4'e göre, havzalardaki farklı arazi kullanım sınıfları ve yüzey alanlarına göre toplam su varlıkları hesaplanmıştır. Bu tabloya göre, İstanbul'a su sağlayan havzaların açıklanamayan farklılık hata payı, Avustralya'daki havzalara göre daha düşüktür. Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporlarındaki temel varsayım, havzayı, kolları ve akiferi bir bütün olarak ele almasıdır. İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik açıklanamayan farklılık hesabı, havzanın şebeke suyuna hizmet etme kategorisinde değerlendirilmiştir. İstanbul'un genel amaçlı su muhasebe raporlarının yalnızca yönetilebilir hesap unsurlarını içermesi ve belediyenin su hizmeti kapsamında su yönetimi sürecinin, havza yönetiminden daha şeffaf bir şekilde yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Avustralya havzalarının açıklanamayan farklılık hata payı ise evsel, sulama ve endüstriyel kullanım gibi daha geniş arazi kullanım koşullarına göre hesaplanmıştır. Tablo 4.4'teki Avustralya havzaları daha büyük bir su yönetimi kapsamında değerlendirildiğinden, İstanbul'un açıklanamayan farklılık payı daha düşüktür.

5 SONUÇ VE TARTIŞMA, ÖNERİLER

5.1 SONUÇ ve TARTIŞMA

Küresel iklim değişikliği sebebiyle artan sıcaklıklar, yağışı, buharlaşmayı ve iklim sistemlerini de değiştirmekte ve bu durum, insanların sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği için uygun miktar ve kalitede su bulunabilirliğini etkilemektedir. Türkiye, iklim değişikliğinden en çok etkilenen coğrafyalardan biridir. Türkiye’de kuraklık süresinin uzaması, yağışların azalması ve sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi, su kıtlığını artırmaktadır (WWF, 2023). DSİ verilerine göre, Türkiye’nin nüfusunun 2030 yılında 100 milyona ulaşması beklenmekte ve kişi başına kullanılabilir su miktarı; 2030 yılında 1120 m³, 2040 yılında 1116 m³, 2050 yılında ise 1069 m³ kadar düşmesi öngörülmektedir. Böyle bir durumda, Türkiye’yi ciddi bir su kıtlığı mücadelesi beklemektedir (TİSVA, 2024). Su arz ve talebindeki dengesizlikler ve buna bağlı olarak sürdürülebilirlik sorunları, suyla ilgili problemlere yol açmaktadır. Su ile ilgili bilgi gereksinimleri nedeniyle muhasebe temelli su muhasebesi sistemleri geliştirilmiştir.

- *Çevresel-Ekonomik Muhasebe Sistemi (SEEA)*: 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporu’nda yer almıştır. BM, Avrupa Komisyonu, FAO, OECD, IMF ve Dünya Bankası tarafından geliştirilmiştir ve hâlâ geliştirilme süreci devam etmektedir.
- *Su Ayak İzi Muhasebesi (WFA)*: 2002 yılında “Hoekstra” tarafından ortaya konulmuştur. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü-Su Eğitimi Enstitüsü’nde (UNESCO-IHE) geliştirilmiştir (Hoekstra, 2003).
- *Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI)*: Su Muhasebesi Sistemi, 1985’te su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanılması amacıyla kurulan ve kâr amacı gütmeyen, merkezi Sri Lanka’da bulunan bilimsel bir araştırma kuruluşudur.
- *Avustralya Genel Amaçlı Su Muhasebesi Sistemi (AGASM)*: Genel amaçlı su muhasebesi sistemi, Avustralya Ulusal Su Girişimi (NWI) tarafından su endüstrisinde reform yapmak amacıyla başlatılmıştır. Bu sistem, su yönetim planına yönelik uluslararası bir anlaşma standardına dayanmaktadır.

Çalışmada, Avustralya Genel Amaçlı Su Muhasebe Sistemi (AGASM) uygulanmıştır. AGASM, diğer su muhasebe sistemlerinden farklı olarak, kökenlerini ve disiplinler arası etkilerini finansal muhasebeden alırken, finansal muhasebenin standart belirleme

özelliğinden de faydalanabilmektedir. Çalışma, özellikle su muhasebesi üzerine yapılmış geniş bir araştırma literatürüne dayandırılmaktadır. Sürdürülebilir su kavramına toplam su miktarı temelinde bakmak yerine, havza içinde yağış ve kar erimesiyle yenilenme hızı bağlamında takip edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve su sorunlarının çözümü için havza ölçeğinde planlama yapılması gerekmektedir. Havza bazlı yönetim, su sorunlarının çözümünde temel yaklaşımlardan biridir (Hidropolitik Akademi, 2024).

Türkiye, AB Su Çerçeve Direktifi öngörülerini kapsamında havza bazlı yönetim çalışmalarına geçilmiştir (Öztürk, Tönük ve Bahriye, 2014, s.59). Su muhasebesi, su kaynaklarının havza bazlı olarak yönetilmesi temeline dayanmaktadır. Türkiye’de, su yönetiminde havza ölçekli yönetime geçilmesiyle birlikte, suyun korunması ve kullanma dengesinin gözetildiği bir sistem oluşturulmuştur (Özkan ve Bağcı, 2019).

İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik su tahsisini, su akışlarını ve su hareketlerini havza kullanımına göre anlamaya çalışan bir analiz yapılmıştır. Bu analiz için İstanbul’a su sağlayan Marmara Havzası ve Batı Karadeniz Havzası (Sakarya hariç) seçilmiştir. Çalışmanın problemi ve alt problemleri aşağıda sıralanmıştır:

- İSKİ’nin su hizmeti ile ilgili erişilen ve paylaşılan verilerle büyük miktarda su verisi ve ölçümü gerektiren Genel Amaçlı Su Muhasebesi raporları hazırlanabilir mi?
- Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları, su kullanıcıları için su arzı ve talebindeki durum ve eğilimlerin anlaşılması gereksinimine yanıt veriyor mu?
- Kanıta dayalı verilerle hazırlanan Genel Amaçlı Su Muhasebesi Raporları İstanbul’a su sağlayan havzalar için nasıl uygulanacaktır?

Alt problemlerden yola çıkılarak İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik genel amaçlı su muhasebesi raporları düzenlenmiştir. İstanbul’a su sağlayan havzalar temelinde hazırlanan raporlar, havzaların su muhasebesi analizinin bir çıktısıdır. Genel Amaçlı Su Muhasebesinin ne ölçüde uygulanabildiğini belirlemek ve su bilgilerinin temel özelliklerini su hesaplarında özetlemek amacıyla su muhasebesinin bir incelemesi sunulmaktadır.

Su hesapları, yer altı ve yer üstü suyu dahil olmak üzere bir havzadaki toplam girişlerin yıllık verisini, su akışlarını, arazi kullanım sınıfları arasında (düzenlenmiş, düzenlenmemiş) tüketilen su miktarını ve sisteme geri dönen su miktarını içeren güncel

bilgi sağlayan izelgelerdir. Su hesapları, nehir havzalarından ülkeler ve kıtalar gibi daha büyük jeopolitik ölçeklere kadar çeşitli düzeylerde AGASM raporlarının oluşturulmasını kolaylaştırmıştır. AGASM, havzanın yönetilebilir veya yönetilemeyen su tketimeinin kapsamlı bir analizini sağlayarak, havzadaki su kullanımını sınıflandıran bir raporlama sunmaktadır.

Su, genellikle yüksek kalitede veri eksikliği olan bir kaynaktır. İSKİ’den elde edilen bilgilerle AGASM raporları oluşturulmasına yönelik edinilen veriler, kontrol edilebilir ve su için gerekli olarak yönetilebilir unsurlarla (rneğin varlıklar, yükümlülükler, yer altı ve yer üstü suları, talepler) ilgilidir. Su hesapları, kullanılan suyun hacmine ilişkin verileri Ulusal Su Hesapları Sistemi’nden alınan verilerle entegre ederek AGASM raporlarını oluşturmaktadır. Ancak Türkiye’nin Ulusal Su Planı henüz yürürlüğe girmediğinden, su hesapları mevcut erişilebilir su verileri kullanılarak oluşturulmaktadır.

İstanbul’a su sağlayan havzalara yönelik hazırlanan AGASM raporları, su temin sistemini hem arz hem de talep yönü dikkate alarak hazırlanmaktadır. Raporlarda su arzı; yüzey sularının, yeraltı sularının ve arıtılmış atık suların ilgili hidrolojik yılda ve ilgili havzada erişilebilir, ölçülebilir olduğunu göstermektedir. Su talebi ise; ilgili hidrolojik yılda şebeke suyu kullanıcılarının su talebinin karşılanıp karşılanamadığı ile ilgili bilgileri içermektedir. Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosunda İstanbul’a su hizmeti vermek için kullanılan havzaların yağış, yüzey suyu, yeraltı suyu ve kullanımla ilgili değişikliklere neden olan işlem, dönüşüm, akış ve olaylarla ilgili bilgiler gösterilmektedir. Su hizmeti kapsamına giren su ile ilgili veriler güvenilir, anlaşılır ve karşılaştırılabilir şekilde raporlanmaktadır (IWMI, 2024).

Özellikle yağış, yüzey suyu, yeraltı suyu giriş-ıkışları, buharlaşma ve su kullanımıyla ilgili verilerin SVSYDT’de ayrıntılı olarak sunulması, su kaynaklarının değerlendirilmesi ve yönetimi için kritik öneme sahiptir. Bu veriler, sürdürülebilir yönetimde karar almayı kolaylaştırmaktadır. İstanbul’un su varlıkları ve su yükümlülüklerindeki genel değişiklikler, yapılandırılmış ve tutarlı bir şekilde sistematik olarak sunulmaktadır. Bu tabloların birincil amacı, bir çalışma alanındaki su kaynaklarının genel görünümünü sunmaktır (IWMI, 2024).

Fiziksel su akışları tablosundaki, İstanbul’un su varlıklarında artışa ve azalışa sebep olan durumları göstermektedir. Havzalardaki su kaynaklarının niceliğini akış esaslı olarak

belirlemek için, yüzey suyunun artışı havza su bulunabilirliğini ve su taleplerini niceliksel olarak belirlemeye yardımcı olmaktadır. Buharlaşıma gibi temel su çıkışlarına sebep olan göstergeleri değerlendirerek, ilgili hidrolojik yılda kuraklığın havza çıkışları üzerindeki etkilerini göstermek mümkündür.

İstanbul gibi su arz ve talebini dengede tutmanın zor olduğu durumlarda, AGASM Raporları ile şehirlerde su kaynaklarını değerlendirmek ve denetlemek için önemli bir araç sağlanabilir. Yağış, yüzey suyu, yeraltı suyu ve su kullanımı hakkında bilgi sunarak, sürdürülebilir yönetim için doğru kararlar alınmasına yardımcı olabilir. AGASM Raporları; şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırarak su sorunlarıyla mücadele etmek ve çevresel değişikliklere karşı dayanıklılık oluşturmak için su yönetimini küresel girişimlerle uyumlu hale getirebilir. Yıllık olarak hazırlanan raporlar, İstanbul'daki temel su göstergelerindeki yıllık dalgalanmaları ortaya koyarak, ihtiyaç duyulan suyun temin edilebilirliği ve dağıtımının bir hidrolojik yıl boyunca nasıl değiştiğine dair kapsamlı bir görünüm sunabilir.

Veri teknolojisinin gelişmesiyle birlikte su verileri daha karmaşık hale gelmektedir. Su verilerinin doğru bir şekilde üretilmesi ve analiz edilmesi gerekliliği artmaktadır. Su muhasebesi, su verilerinin doğru çalışmasını sağlamanın merkezinde yer almaktadır. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak büyük su kaynaklarının tükenmesi, artan kirlilik ve değişen arazi kullanımı, öngörülebilir temiz suyun erişilebilir kaynaklarını azaltmaktadır. Su kaynaklarının değişimini doğru bir şekilde anlamak ve su yönetimini desteklemek için su muhasebesine duyulan ihtiyaç daha da artmaktadır.

AGASM sistemi, su döngüsünü tanımlamak için güçlü bir araç olup, su yönetimi kararlarında şeffaflığı artırma yeteneğine sahiptir. Kullanıcılar, suyun önleyici kullanımı ve su haklarının uygulanmasıyla birlikte suyun kontrolündeki eksiklikleri tespit edebilmektedir. Buharlaşıma, yüzey ve yeraltı suyu akışı arasındaki ayrımlar ya da yüzey ve yeraltı suyu kütlelerine dönüşler gibi izleme yoluyla elde edilemeyen su döngüsü parametrelerinin toplanmasına olanak sağlamaktadır.

İstanbul'a su sağlayan havzalara yönelik olarak düzenlenen AGASM raporlarını hazırlamak için ayrıntılı bir analiz yapılmıştır. Bu analizde, Türkiye'de paylaşılan su verileri ile su muhasebesi raporlarının oluşturulup oluşturulamayacağı değerlendirilmiştir. AGASM raporlarını oluşturan su hesapları, Türkiye'nin 25 havzasında tam olarak kullanılmamaktadır.

Türkiye’de su verileri, bir su bilgi sistemi içinde sunulmadığından, su hesaplarının birçoğuna yönelik ya veri mevcut değildir ya da veri değerlemesi karmaşıktır.

Hem ulusal hem de uluslararası platformlarda, tüm su kullanıcılarının gereksinimlerine cevap verecek içerik ve standartlarda, güvenli ve etkin veri paylaşımının sağlanması gerekmektedir. Türkiye’de su ile ilgili üretilen ya da üretilmeyen verilerin tespit edilmesi nedeniyle bazı su hesapları bulunmamaktadır. Bu sebeple AGASM Raporları çoğu zaman amacına hizmet edememektedir. AGASM Raporlarındaki su hesaplarını oluşturmak için su verilerini bulmak her zaman kolay değildir. Belediyenin su hizmetlerini değerlendirilmesi için veri bulunabilirliği kısıtlamaları da göz önünde bulundurularak raporlar oluşturulmaktadır.

AGASM, tüm faydalarına rağmen, su hesapları analiz edilen bölgenin statik bir temsilini sağlamaktadır (Momblanch vd., 2014, s. 3377). Su planlaması ve yönetimi açısından, AGASM Raporlarını oluştururken kullanılan su hesapları su kullanımlarına ilişkin tüm sorunları çözememektedir. Çünkü su hesaplarının sağladığı bilgi yalnızca bir eylemi göstermekte olup, tek başına yeterli bilgi sağlamamaktadır (Pedro-Monzonís vd., 2016, s. 182). AGASM, özellikle iklim değişikliğinin etkisi altındaki su mevcudiyetini ölçebilecek şekilde iyileştirilmesi gerekmektedir. Su muhasebesinin gereksinimleriyle uyumlu olduğundan emin olmak için, çerçevesindeki mevcut arazi kullanım sınıflandırmasının (düzenlenmiş, düzenlenmemiş) değiştirilmesi gerekmektedir. Her havzada bu sınıflandırma yapılmamaktadır ve rapor düzenlemelerinde su hesapları eksik kalmaktadır. AGASM unsurları, su kaynakları planlarındaki önceden belirlenmiş ulusal hedeflerle uyumlu olarak geliştirilmelidir.

AGASM Raporları birden fazla ülkede uygulanmaktadır, ancak finansal muhasebede olduğu gibi küresel standartlara sahip değildir. Su muhasebesini kullanan ülkeler çoğunlukla su planına göre su hesaplarını sadeleştirmektedir. Bu sebeple, su muhasebesi her ülkede farklı şekilde uygulanmaktadır. Tıpkı küresel finansal raporlamanın tutarlı, yüksek kaliteli bir finansal muhasebe standartları seti sağlamak amacıyla Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (UFRS)’nın şekillendirildiği gibi, uluslararası su muhasebe standartlarının da oluşturulması gerekmektedir (Godfrey ve Chalmers, 2012).

Su muhasebesinin geliştirilmesi ve uygulanmasını sağlayan koşullar benzerdir. Küresel mali kriz ve yüksek profilli muhasebe skandalları finansal raporlama reformlarında rol

oynamıştır. Benzer şekilde, uzun süren kuraklıklar, yağışların azalması veya yağış bolluğu dönemlerinin sellerle sonuçlanması, birçok ülkede su krizlerine sebep olmuştur. Su yönetiminden sorumlu kurum ve kuruluşlar, su ile ilgili sorunlara çözümler aramaktadır. Bunu yaparken, su muhasebesi için su bilgileri sağlayarak çözüme katkıda bulunma potansiyelinin giderek daha fazla kabul görmesi söz konusudur. Fakat su muhasebesi, özellikle sınır ötesi akışların mülkiyet hakları ve su hukuku sorunları yaratan ülkeler için uygulanması oldukça zordur. Bu sebeple, su muhasebesinin uygulanması büyük bir dönüşüm gerektirmektedir.

Türkiye’de dahil olmak üzere birçok ülkede su muhasebesi sistemi ile ilgili hazırlıklar devam etmekte, ancak tam olarak benimsenmemiştir. Bu nedenle, ulusal su muhasebesi standartları belirlemekle ilgili bir uygulama bulunmamaktadır. Birçok ülkede, finansal muhasebe standartlarında olduğu gibi, uluslararası iş birliği geçmişi de bulunmamaktadır. Su muhasebesine yönelik standart belirleme ve iş birliği konusundaki çalışma eksikliği nedeniyle, uluslararası su muhasebesi standartlarının belirlenmesine yönelik küresel bir yaklaşım bulunmamaktadır. Bu sebeple, su muhasebesinin benimsenmesi ve uygulanmasıyla ilgili zorluklar devam etmektedir.

İstanbul gibi Türkiye’nin en çok şebeke suyu abonesine sahip metropolünde, su yönetimi ile ilgili verilere birincil ve ikincil kaynaklardan ulaşılmıştır. Ancak, bu veriler su mevcudiyeti ile ilgili hızlı ve genel sonuçlara varılmasına imkân vermemektedir. Dağınık halde bulunan su verilerinin AGASM standartları kapsamında birleştirilmesi, su verilerini tam bir hidrolojik yaklaşıma dayandırmıştır. Bu yaklaşım, su arz ve talep dengesi ile ilgili yeraltı ve yer üstü suyunun takip edilmesi, yeni su kaynaklarının geliştirilmesi ve su bulunabilirliğini artırmak için sınır ötesi havzalar konusunda bilgi iyileştirilmesi gibi su yönetimini bilgilendirmeyi sağlamaktadır. Ancak su talepleri, su giriş-çıkışları, su rezervinin zaman içindeki değişimleri ve bunların nasıl yönetilebileceği ile ilgili paylaşılan bilgilerin eksikliği, şeffaf bilgi paylaşımının eksik olması ve su hesaplarının karşılığının olmaması gibi sebeplerle sınırlı kalmaktadır.

İstanbul’da etkili bir uygulama için AGASM’nin farklı yönlerden uyarlanması gerekmektedir. İlk olarak, AGASM’yi hidrolojik modellerle birleştirmek, İstanbul’a su sağlayan havzalardan eksik su verilerini (örneğin, akış, yeniden besleme) telafi etmek için önemlidir. İstanbul’da su yönetimini geliştirmek için, suyun insan tarafından düzenlendiği

alanlar ile doğal koşullar altında olduğu alanlar arasında ayırım yapmak amacıyla su muhasebesinin düzenlenmiş ve düzenlenmemiş arazi kullanım kategorileri düzenlenmelidir. Örneğin, insan kaynaklı su tüketimini gösteren sulanan ve kentsel alanlar, yönetilen su kullanımı kategorisine gruplandırılabilir (Amdar vd., 2024, s. 881).

Türkiye’de 25 nehir havzası için hazırlanması beklenen Nehir Havza Yönetim Planları henüz tamamlanmamıştır. Su muhasebesi verileri genellikle üç kaynaktan gelir: doğrudan gözlem, kavramsal modeller veya uydu tabanlı yöntemlerdir (Rostami, vd., 2024). Ancak havza ölçümünde bu yöntemler henüz kullanılmamaktadır. Su muhasebesinin uygulanmasındaki zorluklardan biri, havza temelinde meteorolojik veriler, arazi kullanım haritaları ve yeraltı suyu gibi gerekli verileri elde etmedeki zorluktur (Karimi ve Bastiaanssen, 2014). AGASM raporlarında kullanılan su hesaplarına yönelik eksiklikler, raporların tam olarak oluşturulamamasına sebep olmaktadır.

5.2. ÖNERİLER

- Suyu ölçmek ve raporlamak için çalışan su muhasebesi kurumlarının UFRS’nin küreselliğine benzer geniş bir terminolojiyi içeren Uluslararası su muhasebesi standartlarını oluşturması gerekmektedir. Bu sayede suyu ölçmek, modellemek, kaydetmek ve raporlamak su kıtlığı ile mücadele için önemli bir araç olacaktır.
- Su muhasebesinin uygulanması için finansal muhasebe, istatistik, hidroloji ve mühendisliği bir araya getiren disiplinler arası bir yaklaşımın geliştirilmesi gerekmektedir.
- Türkiye’de nehir havzası yönetim planları su yönetiminden sorumlu kurumların kendi politikaları çerçevesinde hazırladıkları eylem planlarının bulunması ve hazırlanan planların ulusal politika, strateji, plan ve programlar ile entegrasyon sorunu sebebiyle henüz tamamlanmamıştır. Havzaların sürdürülebilir yönetimi için kurumlar arası koordinasyon sağlanmalıdır.
- Nehir havzalarına yönelik planların tamamlanması durumunda; şebeke suyu temin edilen veya edilmesi planlanan su havzalarının korunması, sürdürülebilir kullanımının sağlanabilmesi ve havzaya özgü koruma esaslarının belirlenmesi sağlanabilecektir. Bu sayede uydu tabanlı yöntemlerle su muhasebesi verileri kolaylıkla toplanabilecektir. Su verileri kolay erişilebilirlik maliyet ve zamandan tasarruf sağlama avantajları, eksik veri

örneklerinin azaltılması, daha geniş mekânsal kapsam ve daha hızlı güncelleme yetenekleri nedeniyle su muhasebesi çerçevesinin uygulanması daha kolay hale gelecektir (Rostami vd., 2024).

- Türkiye’de suların miktar ve kalitesinin birlikte yönetimine ilişkin kanuni düzenleme olmaması, su ile ilgili mükerrer verilerin bulunması, su yönetimi ile ilgili kurumlar arası koordinasyon eksikliği olması sebebiyle 2011 yılında hazırlanmaya başlanan Ulusal Su Kanunu Taslağı henüz yürürlüğe girmemiştir (Kırkıcı-Doğu, 2019). Bu sebeple su yönetimi ile ilgili sorunlar devam etmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut-Başar, A. ve İmren-Güzel, B. (2022). Kentleşme baskısı altında havza alanları: İstanbul incelemesi. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4(3), 207-224. <https://doi.org/10.53472/jenas.1148604>
- Akkaya, Y. (2019). Melen Çayı Havzası'nın coğrafi potansiyeli ve sürdürülebilirlik açısından havza yönetimi (Yayın Numarası:604066) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Alıcı, O., V. ve İşildaklı, B. (2020). Büyükşehir Belediyelerinde yağmur sularının uzaklaştırılması görevi. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives* 8(2), 125–139.
- Andres, L. A., Saltiel, G., Misra, S., Joseph, G., Cordoba L. C., Thibert, M., & Fenwick, C. (2021). *Troubled tariffs: revisiting water pricing for affordable and sustainable water services*. Water Global Practice. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/568291635871410812/pdf/Troubled-Tariffs-Revisiting-Water-Pricing-for-Affordable-and-Sustainable-Water-Services.pdf>
- Apaydın, A. (2021). *Yer seçiminden işletmeye yeraltı barajlar*. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://cdnisys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/767/1115/DosyaGaleri/yer-seciminden-isletmeye-yeralti-barajlari.pdf>
- Arowoshegbe, A. Emeni, F. and Uniamikogbo, E. (2018). Impact of water accounting on water supply in Nigeria [Nijerya'da Su Muhasebesinin Su Temini Üzerindeki Etkisi] *International Journal Of Accounting & Finance*, 7(2), 160-182.
- Aşan, D. (2019, Nisan 30). *Su ayak izi nedir?* dilekasan.com <http://www.dilekasan.com/su-ayak-izi-makalesi/>
- Atkinson, P. A. and Coffey, A. J. (2011). *Analysing documentary realities. Qualitative research sage publications Ltd.*
- Barrington, D. J. and Ho, G. (2014). Towards Zero Liquid Discharge: The Use Of Water Auditing To Identify Water Conservation Measures [Sıfır sıvı deşarjına doğru: Su tasarrufu önlemlerini belirlemek için su denetiminin kullanılması]. *Journal of Cleaner Production*, (66), 571-576. doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.065
- Bassi, N. Schmidt, G. and De Stefano L. (2020). Water accounting for water management at the river basin scale in India: approaches and gaps [Hindistan'da nehir havzası ölçeğinde su yönetimi için su muhasebesi: yaklaşımlar ve eksiklikler]. *Water Policy*, 22(5), 768-788. <https://iwaponline.com/wp/article/22/5/768/76805/Water-accounting-for-water-management-at-the-river>
- Berbel, J. and Expósito, A. (2020). The theory and practice of water pricing and cost recovery in the water framework directive [Su Çerçeve Direktifinde Su Fiyatlandırması ve Maliyet Kurtarma Teorisi ve Uygulaması]. *Water Alternatives*, 13(3), 659-673.

- Berkel J., Baas, K., Bogaart, P., Egelmeers, L., Delahaye, R. and Schenau, S. (2022). *Water accounts for the Netherlands, compilation of physical supply and use tables, asset accounts and policy indicators for water 2018-2020*. Statistics Netherlands. <https://www.cbs.nl/en-gb/publication/2023/03/water-accounts-for-the-netherlands>
- Birpınar, M.E. and Tuğaç, C. (2018, 5-9 September). Impacts of climate change on water resources of Turkey [Paper presentation]. 4th International Conference Water Resources And Wetlands, Romania.
- Bostancı, S. (2022). Yerel yönetimlerin iklim ve su politikaları. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(1), 395-410.
- Bouwer H. (2002). Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal*, 10, 21-142. <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0182-4>
- Bowen, Glenn A., (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40. <https://doi.org/10.3316/qj0902027>
- Burrell M. and Nguyen K. (2012). *Guide to general purpose water accounting reports*. NSW Department of Primary Industries. https://www.industry.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0017/152315/Guide-to-General-Purpose-Water-Accounting-Reports.pdf
- Canatan, G. (2014, Aralık). *Türkiye'nin su ayak izi raporu*. Haliç Çevre Laboratuvarı. <http://www.wwf.org.tr/?2720>
- Chalmers, K. and Godfrey, J. M. (2012). *Water accounting: international approaches to policy and decision-making* (1st ed). Edward Elgar Publishing.
- Chesnutt, T. W., Beecher, J. A., Mann, P. C., Clark, D. M., Michael Hanemann, W., Raftelis, G. A., Krop, R. (1997). *Designing, evaluation, and implementing conservation rate structures*. Sacramento, CA: California Urban Water Conservation Council.
- Corbin, J., and Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Sage Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452230153>
- Coşkun, R., Altunışık, R. ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı (6. Baskı)*. Sakarya Yayıncılık.
- Çakmak, K. (2020). Su Kaynakları Dünyada, Türkiye’de Su Durumu. Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri.
- Çobanyılmaz, P., ve Duman-Yüksel, Ü. (2014). Kentlerin iklim değişikliğinden zarar görebilirliğinin belirlenmesi: Ankara örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 39-50.
- Damkjaer S. and Taylor R. (2017). The measurement of water scarcity: defining a meaningful indicator [Su Kıtlığının Ölçümü: Anlamlı Bir Göstergenin Tanımlanması]. *Ambio*, (46), 513–531. DOI 10.1007/s13280-017-0912-z

- Demiroğlu, M. (2017). Yeraltı suları bütçesi tartışmaları. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*. 41(1), 41-79. DOI 10.24232/jmd.315899
- Demiroğlu, M. İrıcıoğlu, Ö. Ve Örgün, Y. (2021, Ocak 1). *Geçmişten günümüze istanbul'un su yönetimi ve su havzaları*. Hidropolitik Akademi.
<https://www.hidropolitikakademi.org/tr/article/28419/gecmisten-gunumuze-istanbulun-su-yonetimi-ve-su-havzaları>
- Department of Planning and Environment. (2023, August). *General purpose water accounting report. Barwon-Darling catchment 2021-2022*. dpie.nsw.gov.au
https://water.dpie.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/597194/gpwar-2021-22-barwon-darling-catchment.pdf
- Devlet Su İşleri. (2022, Temmuz). *Toprak su kaynakları*.
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
- Devlet Su İşleri. (2024, Ocak). *Yer altı suları*.
<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1628> (Erişim Tarihi: 10.04.2024)
- Doğa Derneği. (2023, Aralık). *Kapalı havza sulak alanları*.
<https://www.dogadernegi.org/kapalihavzasulakalanlari/>
- Dutta, D., Vaze, J., Kim, S., Hughes, J., Yang, A., Teng, J. and Lerat, J. (2017). Development and application of a large scale river system model for national water accounting in Australia. *Journal of Hydrology* 547, 124–142.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.040>.
- Easton, P. (2017, Mayıs 12). *Istanbul: city of water*. Revolve
<https://revolve.media/features/istanbul-city-of-water>
- EFFINET. (2015). *Innovative water tariffs* (Publication no: 4.3.1.). DOI:10.13140/RG.2.2.24357.50406
- Ekerşil, V., ve Polat, E. (2023). *Sürdürülebilir su için fırsat maliyeti modelleme yaklaşımı ile gelir getirmeyen su maliyeti tahmini. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 397-416.
<https://doi.org/10.17153/oguiibf.1266194>
- EKOİQ ed. (2023, Ağustos 29). *İSKİ'den su yönetimi için master planı*. EKOİQ.
- Erbaş, E. A. (1997). *İstanbul'da su havzaları ilgili yasal mevzuat ve kaçak yapılaşma*. Şehir Plancıları Odası İstanbul Şubesi.
- Escriva-Bou, A., McCann, H., Hanak E., Lund, J. and Gray, B. (2016). Accounting for California's Water [Kaliforniya Su Muhasebesi]. *California Journal Of Politics and Policy*, 8(3), 1-29. https://www.ppic.org/wp-content/uploads/content/pubs/report/R_716EHR.pdf
- Fakıoğlu M., Karpuzcu, M. E ve Öztürk, İ. (2017, 20-22 Aralık). İstanbul'da su havzalarını koruma faaliyetleri. *Sağlıklı Kentler Birliği Havza Planlama Ve Yönetimi Sempozyumu*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, İstanbul.
- İstanbul Master Plan Ortak Girişimi [İMP-OG]. (2019). Mevcut içmesuyu arıtma tesisleri ara raporu. İstanbul: İSKİ Master Plan Ortak Girişimi

- İstanbul Master Plan Ortak Girişimi. [İMP-OG]. (2020) *Mevcut su kaynakları ara raporu. İstanbul: İSKİ master plan ortak girişimi.*
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. (Ocak, 2024). *Su kaynakları.*
<https://iski.istanbul/kurumsal/hakkimizda/su-kaynaklari/>
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. (Aralık, 2023). *2022 standart su dengesi tablosu.*
https://iskiapi.iski.gov.tr/uploads/Su_Denge_Tablosu_2022_46b2a9477c.pdf
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. (Mart, 2020). *2020 faaliyet raporu.*
https://cdn.iski.istanbul/uploads/2020_FAALİYET_RAPORU_903efe0267.pdf
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi. (Mart, 2023). *2022 faaliyet raporu.*
<https://tls.tc/Opn4b> (Erişim Tarihi:10.09.2023).
- Jeswani, K. H. and Azapagic, A. (2011). Water footprint: methodologies and a case study for assessing the impacts of water use. *Journal of Cleaner Production*, (19)12, 1288-1299. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.04.003
- Karadaban, A., Kaplan, C., Özek, Ö., Çaksu, C., Aküzüm, F. ve Aydın, M. (2023). Nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelenmesi. *International Social Mentality And Researcher Thinkers Journal*, 9(67), 2666-2670. DOI: <http://dx.doi.org/10.9228/smryj.675672>
- Karimi, P. Bastiaanssen, W.G. M., Molden, D. and Cheema, M. J. M. (2013). Basin-wide water accounting based on remote sensing data: an application for the Indus basin. *Hydrology Earth System Sciences*, 17(7), p.2473-2486. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2473-2013>, 2013.
- Karimi, P. Bastlaanssen, W.G.M. and Molden, D. (2012). Water accounting plus (WA+) – a water accounting procedure for complex river basins based on satellite measurements. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(7), 2459–2472. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2459-2013>
- Karimov, A., Molden, D. Khamzina, T., Platonov, A. and Ivanov Y. (2012). A water accounting procedure to determine the water savings potential of the Fergana Valley. *Agriculture Water Management*, (108), 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.010>
- Katko, T. (1989). *The role of cost recovery in water supply in developing countries.* Tampere University of Technology. at: <https://www.researchgate.net/publication/328162305>
- Kejser, A. (2016). European attitudes to water pricing: internalizing environmental and resource costs. *Journal of Environment Management*, (183), 453–459.
- Keskin, Ö. H., Toprak, E., & Türkkkan, S. (2020, Ağustos 20). İstanbul'un kadim sorunları: İstanbul'un suları dosyası. *Teyit*. <https://teyit.org/dosya/istanbulun-kadim-sorunlari-dosyasi-i-istanbulun-suyu>
- Khan, A. A., & Khan, K. (2022). Understanding water scarcity risks of Pakistan: A spatio-temporal view. *Pakistan Geographical Review*, 77(2), 234-260.

- Khilchevskiy, V. (2020, November 10-13). Global problems of water resources scarcity [Paper presentation]. *XIV International Scientific Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment Conference*, Ukraine.
- Kıral, B. (2020). Nitel bir veri analizi yöntemi olarak doküman analizi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 170-189.
- Kırtorun, E., & Karaer, F. (2018). Su yönetimi ve suyun sürdürülebilirliği. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1(2), 151-159.
- Kızıltoprak, F. and Arıkoğlu Ündücü, C. (2022). Water basin managements in the world and Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(4), 349-357. <https://doi.org/10.12714/egejfas.39.4.12>
- Köseoğlu, D. (2024, Şubat 21). İstanbul'da su kayıp oranı düştü, 4 yılda 3 Alibey Barajı kurtarıldı. *Gazete Duvar*. <https://www.gazeteduvar.com.tr/istanbulda-su-kayip-orani-dustu-4-yilda-3-alibey-baraji-kurtarildi-haber-1671237>
- Kropac, M., & Ricato, M. (2010). Water and wastewater tariffs. In *Sustainable Sanitation and Water Management* (pp. 1-36).
- Kummu, M., Guillaume, J., de Moel, H., Eisner, S., Flörke, M., Porkka, M., Siebert, S., Veldkamp, T. I. E., & Ward, P. J. (2016). The world's road to water scarcity: Shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, 6, 1-16. <https://doi.org/10.1038/srep38495>
- Kuru, A., and Tezer, A. (2020). New approach to determine the protection zones for drinking water basins: The case study of Kırklareli dam. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(1), 519-535. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.486855>
- Lawrence, P., Meigh, J., and Sullivan, C. (2002). The water poverty index: An international comparison. *Keele Economics Research Papers*, (19), 1-16.
- Lecina, S., Neale, C. M. U., Merkley, G. P., and Dos Santos, C. A. C. (2011). Irrigation evaluation based on performance analysis and water accounting at the Bear River Irrigation Project (USA). *Agricultural Water Management*, 98(9), 1349-1363. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.04.001>
- Li, M., Cao, X., Liu, D., Fu, Q., Li, T., and Shag, R. (2016). Sustainable management of agricultural water and land resources under changing climate and socio-economic conditions: A multi-dimensional optimization approach. *Agricultural Water Management*, 259, 107235. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107235>
- Liu, J., Yang, H., Gosling, S. N., Kummu, M., Flörke, M., Pfister, S., Hanasaki, N., Wada, Y., Zhang, X., Zheng, C., Alcamo, J., & Oki, T. (2007). Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's Future*, 5(6), 545-559. <https://doi.org/10.1002/2016EF000518>
- Ma, X., Zhang, S., & Mu, Q. (2004). How do residents respond to price under increasing block tariffs? Evidence from experiments in urban residential water

- demand in Beijing. *Water Resources Management*, 28, 4895–4909. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0561-y>
- Massarutto, A. (2020). Servant of too many masters: Residential water pricing and the challenge of sustainability. *Utilities Policy*, 63(3), 101018. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101018>
- Mecca, J., & Mecca, D. (2007). Commercial water auditing in Stella. *Water Resources Management*, 103, 181–189. <https://doi.org/10.2495/WRM070181>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The relation between national water management and international trade: A case study for Kenya. *Value of Water Research Report Series*, 15(5), 1577–1600.
- Meran, G., Siehlow, M., & Hirschhausen, C. (2012). The economics of water rules and institutions. In *The Economics of Water* (pp. 1–7). Springer Water.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Sage Publishing.
- Michalos, A. C. (Ed.). (2014). Water poverty index. In *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_3703
- Mitlin, D., & Walnycki, A. (2019). Informality as experimentation: Water utilities' strategies for cost recovery and their consequences for universal access. *The Journal of Development Studies*, 56(2), 259–277. <https://doi.org/10.1080/00220388.2019.1577383>
- Mohammad-Azari, S., Bozorg-Haddad, O., & Biswas, A. (2021). Water accounting. In *Economical, Political, and Social Issues in Water Resources* (pp. 1–28). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-90567-1.00001-2>
- Molden, D., Amarasinghe, U., & Hussain, I. (2001). Water for rural development: Background paper on water for rural development prepared for the World Bank. International Water Management Institute (IWMI). <https://doi.org/10.3910/2009.162>
- Molden, D., & Sakthivadivel, R. (1999). Water accounting to assess use and productivity of water. *International Journal of Water Resources Development*, 15(1–2), 55–71. <https://doi.org/10.1080/07900629948934>
- Momblanch, A., Pedro-Monzonis, M., Solera, A., & Andreu, J. (2018). Accounting for integrated water resources management: Experiences and recommendations. In *Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection* (1st ed., Vol. 3, pp. 63–96). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.apmp.2018.08.001>
- Momblanch, A., Andreu, J., Paredes-Arquiola, J., Solera, A., & Pedro-Monzonis, M. (2014). Adapting water accounting for integrated water resource management: The Jucar Water Resource System, Spain. *Journal of Hydrology*, 519, 3369–3385. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.08.016>
- Murray-Darling Basin Authority. (2024). *The Water Act*. <https://www.mdba.gov.au/sites/default/files/pubs/water-act-2007.pdf>

- NSW Department Of Planning And Environment. (2023, August). *General purpose water accounting report 2021-22: Barwon-Darling catchment*. NSW Department of Planning and Environment. https://water.dpie.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/597194/gpwar-2021-22-barwon-darling-catchment.pdf
- NSW Government Department of Planning and Environment. (2022). *Water allocations in unregulated river systems*. https://water.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/514482/Water-allocations-in-Unregulated-River-Systems.pdf
- OECD (2010, Mart). *Pricing water resources and water and sanitation services*. OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/9789264083608-en>
- OECD (2022). Key issues of tariff reform in the water sector in the EECCA. OECD, EAP Task Force. <https://es.ircwash.org/sites/default/files/EAP-2002-Key.pdf>
- Ohlsson, L. (1999). *Environment, scarcity and conflict: A study of Malthusian concerns*. [Doctoral dissertation, University of Göteborgs]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Oki T., Agata, Y., Kanae, S., Saruhashi, T. and Musiake, K. (2003). Global water resources assessment under climatic change in 2050 using trip. In: Water resources systems. *Water Availability and Global Change*, 124–133.
- Orlovic, M. and Krajnovic, A. (2015). *Water management An Important Challenge For Modern Economics?* International Economic Meeting Conference, Dubrovnik.
- Özel İhtisas Komisyonu Raporu. (2018). Su kaynakları yönetimi ve güvenliği, on birinci kalkınma planı. https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/SuKaynaklariYonetimi_ve_GuvenligiOzelIhtisasKomisyonuRaporu.pdf
- Özkan, M. ve Bağcı, İ. (2019, Mart 04). *Kaynaktan kullanıcıya ulaşana kadar suyun yarısından fazlası kaybediliyor*. Tarım ve Orman Dergisi. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/223/kaynaktan-kullaniciya-ulasana-kadar-suyun-yarisindan-fazlasi-kaybediliyor>
- Özsoy, S. (2009). *Su ve Yaşam: Suyun Toplumsal Önemi* (Yayın No 250759) [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Öztürk, M. (2021). *Su Yönetiminde Hesap Verebilirlik Aracı Olarak Su Muhasebesi: Konya Kapalı Havzası Örneği* (Yayın No: 698132) [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Öztürk, M. (2021, Mayıs 01). *Kentsel ısı adası etkisi*. Independent Türkçe <https://www.indyturk.Com/Node/352811/T%C3%Bcrki%C3%87yeden-Sesler/Kentsel-%C4%B1s%C4%B1-Adas%C4%B1-Etkisi%C3%B6zellikle>
- Öztürk, S., Ubay Tönük, G. ve Gülgün, B. (2014). Türkiye’de Havza Yönetimi ve Yönetim Planı Yaklaşımları. *Ziraat Mühendisliği*, (361), 59-63.
- Padowski, J. C., Gorelick, S.M., Barton H T., Rozelle, S. and Fendorf S. (2015). Assessment of human–natural system characteristics influencing global

- freshwater supply vulnerability. *Environment Research Letter*, 10(20), 1-12.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/10/104014>
- Parris T. M. and Kates R.W., (2001). Characterizing and measuring sustainable development. Annual review. *Environment and Resources*, (28), 559-586.
<https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105551>
- Peranginangin, N., Sakthivadivel, R., Scott, N.R., Kendy, E. and Steenhuis T. S. (2004). Water accounting for conjunctive groundwater/surface water management: case of the Singkarak-Ombilin River basin, Indonesia. *Journal of Hydrology*, (292), 1-22.
- Perry, C., Steduto, P., Allen, R., G. and Burt, C., M. (2017). Increasing productivity in irrigated agriculture: agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(11), 1517–1524.
- Pinto, F., S. And Cunha Marques, R. (2015). Tariff Structures For Water And Sanitation Urban Households: A Primer. *Water Policy; Oxford* 17(6), 1108-1126. DOI:10.2166/wp.2015.188
- Polat, E., Ekergil, V. Ve Kavak, S. (2024). Türkiye’deki Büyükşehirlerin konut su tarife yapısının farklı ülkeler ile karşılaştırılmalı olarak incelenmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 189-214.
<https://doi.org/10.17541/optimum.1422142>.
- Pouya-Sönmez, S., Türkoğlu, H., and Arpacioğlu, U., (2020). Using the analytic hierarchy process to evaluate sustainability factors in watershed planning and management. *Urban Challenge*, 31(1), 78-88. DOI: 10.5379/urbani-izziv-en-2020-31-01-002
- Rai, R., K., Singh, V., J. and Upadhyay, A. (2015). Water auditing of irrigation projects. *Planning and Evaluation of Irrigation Projects*, 18(2), 467-481.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811748-4.00015-7>
- Reynaud, A. (2016). Assessing the impact of full cost recovery of water services o European households. *Water Resources and Economics*, (14), 65-78.
<https://doi.org/10.1016/j.wre.2016.04.001>
- Rijsberman, F.R. (2006). Water scarcity: fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80(1), 5-22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>
- Rogers P., De Silva R., and Bhatia R. (2002). Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. *Water Policy*, 4(1), 1-17. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00004-1)
- Rosegrant, M., W. And Cline, S., A. (2002). The politics and economics of water pricing in developing countries. *Water Resources*, 4(1),6-8.
<https://www.jstor.org/stable/wateresoimpa.4.1.0006>
- Russell S. and Lewis L. (2014). *Accounting and accountability for fresh water. Exploring initiatives and innovations*,. Routledge.
- Russell S. and Thomson I. (2009). Analysing the role of sustainable development indicators in accounting for and constructing a sustainable Scotland.

- Accounting Forum*, 33(3), 225-244.
<https://doi.org/10.1016/j.accfor.2008.07.008>
- Salehi, M. (2022). Global water shortage and potable water safety; today's concern and tomorrow's crisis. *Environment International*, (158), 1-7.
- Salminen, J. B. And Weckström, M., M. (2023). Water accounting as a tool for tracing the industries responsible for the point-source loads into water bodies. *Water Research*, (241), 1-10.
- Santa Rosa Plain Grounwater Sustainability Agency (2024, April). *Understanding groundwater*. <https://santarosaplaingroundwater.org/Gw/>
- Sarış, F. (2021). Türkiye’de Evsel Su Tedarik ve Tüketim İstatistiklerinin Değerlendirilmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 19(1), 195-216.
<https://doi.org/10.33688/aucbd.883794>
- Savenije, H. H. G. (2000). Water scarcity indicators; the deception of the numbers, *Physics and Chemistry Earth*, 25(3), 199– 204. [https://doi.org/10.1016/S1464-1909\(00\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S1464-1909(00)00004-6)
- Shikmanov, I. A. (1988). *World water resources a new appraisal and assessment for the 21st century*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
<https://www.caee.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>
- Signori, S. And Bodino, G. A. (2013). *Water management and accounting: remarks and new insights from an accountability perspective accounting and control for sustainability (studies in managerial and financial accounting)*. Emerald Group Publishing Limited, Leeds. [https://doi.org/10.1108/S1479-3512\(2\)13\)0000026004](https://doi.org/10.1108/S1479-3512(2)13)0000026004)
- Sinclair Knight Merz. (2006, Ekim). *Stocktake and analysis of australia’s water accounting practice*.
http://www.bom.gov.au/water/about/consultation/document/SKM_Stocktake_Report_2006.pdf
- Space4water (2023). Water accounting plus. <https://www.space4water.org/project-mission-initiative-community-portal/water-accounting>
- Stephenson D. (1999). Demand management theory, water SA. Springer International Publishing, 25(2), 115-122.
- Sturman, J. Ho, G. and Mathew, K. (2004). Water auditing and water conservation. IWA Publishing.
- Su Hakkı. (2015). 2040 yılında en çok su sıkıntısı çekecek ülkeler. Su Hakkı Org.
<https://suhakki.org/2015/09/2040-yilinda-en-cok-su-sikintisi-cekecek-ulkeler/>
- Sullivan, C. (2002). Calculating a water poverty index. *World Development*, (30), 1195–1210. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00055-9](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00055-9)
- Sulser T.B., Ringler, C. Zhu, T.J, Msangi, S. Bryan, E. and Rosegrant M. (2010). Green and blue water accounting in the Ganges and Nile basins: implications

- for food and agricultural policy. *Journal of Hydrology*, 384(3-4), 276-291.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.11.034>
- Şen, Z. (2022). İklim değişikliği ve Türkiye, iklim değişikliği ve Türkiye. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 1-19.
- T.C Sağlık Bakanlığı (2023, Ocak). *İçme-kullanma suları (şehir şebeke suyu)* İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü. <https://istanbulism.saglik.gov.tr/TR,109716/icme-kullanma-sulari-sehir-sebeke-suyu.html>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022, Aralık). *Yağmur sularının Uzaklaştırılması*. Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü,
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/yerelyonetimler/icerikler/yagmur-sularinin-uzaklastirilmesi-hk-20221209135735.pdf>
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2021). *Marmara Havzası Koruma Eylem Planı*, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Havza%20koruma%20eylem%20planlar%C4%B1%20Tebdir%20Strateji%20Kitap%C3%A7%C4%B1ar%C4%B1/MARMARA.pdf>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2024, Mart). *Dünya su kayıpları günü*.
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/1210/22-Mart-Dunya-Su-Gununde-Su-Verimlilik-Seferberligi-Kapsaminda-Cesitli-Etkinlikler-Duzenlendi#:~:text=%E2%80%8Btatl%C4%B1%20su%20kaynaklar%C4%B1n%C4%B1n%20%C3%B6nemine,D%C3%BCnya%20Su%20G%C3%BCn%C3%BC%20olarak%20kutlan%C4%B1yor>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). *Meriç Ergene Ve Marmara Havzaları kuraklık yönetim planı hazırlanması projesi*. Ankara: Marmara Havzası kuraklık yönetim planı stratejik çevresel değerlendirme taslak kapsam belirleme raporu. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın Ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.
https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/S%C3%87D%20kurakl%C4%B1k/Marmara_Kurakl%C4%B1k_Nihai_S%C3%87D_KBR_30.01.2023.pdf
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı/ Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2021, Mayıs). *Suyun havza ölçeğinde yönetimi*.
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Haber/837/1-Su-Surasi-Suyun-Havza-Olceginde-Yonetimi-Calisma-Grubu-Ilk-Toplantisi-Gerceklestirildi>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı / Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (2023). *Water Footprint*. <https://www.suverimlilik.gov.tr/en/water-footprint/>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023, Ocak). *Marmara Havzası*.
<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=138>
- Teknoloji Düşünce Merkezi (2021). *Su güvenliği 2. sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği bağlamında Türkiye'deki mevcut durum araştırma raporu*. STM

Termes-Rife, M. and Bernardo, V. (2015). *Innovative water tariffs*. Technical Report. DOI:10.13140/RG.2.2.24357.50406

The CEO Water Mandate. (2014, September 01). *Corporate water disclosure guidelines. Towards a common approach to reporting water issues*

. https://ceowatermandate.org/files/cwdg/DRAFT_Corp_Water_Guidelines_r1.pdf

The Leaksuite Library. (2024). *IWA best practice water balance*.

<https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>

TMMOB Makine Mühendisleri Odası. (2020). *İstanbul yağmur suları, atık sular, dereler, su yönetimine genel bakış*.

https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/%C4%B0S%20TANBUL%20SU%20Y%C3%96NET%C4%B0M%C4%B0%20%28%20So%20nu%C3%A7%29.pdf

Topcu Mumlu, D. (2023). Avrupa Birliği su çerçeve direktifi bağlamında Türkiye’de su yönetimi: Doğu Karadeniz havzası üzerine bir inceleme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 193-223. DOI: 10.22466/acusbd.1282924

Tsitsifli, S., Gonelas, K., Papadopoulou, A., Kanakoudis, V., Kouziakis, C. and Lappos, S. (2017). Socially fair drinking water pricing considering the full water cost recovery principle and the non-revenue water related cost allocation to the end users. *Desalination and Water Treatment*, (99), 72–82. Doi: 10.5004/dwt.2017.21552

Turgut, Ç. (2024, Mart 20). *Yeşilköy regülatörü ve HES*. ultraenerji.com

Turksail. (2021). *İBB’den kuraklığa çözüm: Deniz suyu arıtması*. Turksail.com.

<https://www.turksail.com/Genel-Haberler/17476-İbb-Den-Kurakl-Ga-Coezuem-Deniz-Suyu-Ar-Tmas>

Turoğlu, H. (2014). İklim değişikliği bağlamında İstanbul’un su yönetimi problemleri. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 97-108.

TÜBİTAK. (2022, Temmuz). *İklim değişikliği ve sürdürülebilirlik*.

<https://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr/arastirma-alanlari/su-ve-toprak-kaynaklarinin-surdurulebilir-yonetimi>

TÜİK (2023, Şubat). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. <https://124.im/7AltHgr>

Türkiye İstatistik Kurumu. (2022, Aralık). *Kent-Kır nüfus istatistikleri, 2022*.

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kent-Kir-Nufus-Istatistikleri-2022-49755>

- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023, Aralık). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları, 2020*.
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023, Temmuz). *Dünya nüfus günü, 2023*.
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dunya-Nufus-Gunu-2023-49688>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024, Aralık). *Su ve atık su istatistikleri*.
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atiksu-Istatistikleri-2022>
- Unfried, K., Kis-Katos K. And Tilman P. (2022). *Water scarcity and social conflict*. Journal of Environmental Economics and Management, (113), 102633
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102633>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA]. (2021). *Water scarcity*. <https://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>.
- United Nations. (2024, July). *World population prospects 2024*.
<https://www.un.org/development/desa/pd/world-population-prospects-2024>
- United Nations. (2022, August). *What is the SEEA*. <https://seea.un.org/>
- United Nations (2012). *System of environmental-economic accounting for water* (Publication No.100). United Nations publication.
https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf_100e.pdf
- United Nations (2017). *SEEA technical note: air emissions accounting*. United Nations Publication. <https://seea.un.org/content/air-emissions-accounts>
- Uygur Erdoğan, B. (2020). Ekosistem hizmetleri kavramının havza ölçeğinde değerlendirilerek planlamaya entegrasyonu. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 16(2), 196-216.
- Van Der Zaag, P. And Savenige, H., (2006). Water As An Economic Good: The Value Of Pricing And The Failure Of Markets” Pricing And The Failure Of Markets
- Vanham D. (2016). Does the water footprint concept provide relevant information to address the water–food–energy–ecosystem nexus? *Ecosystem Services*, 17, 298-307. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.08.003>
- Vanham, D., Hoekstra, A.Y, Wada Y, Bouraoui, F., de Roo A, Mekonnen, M.M., van de Bund, W. J., Batelaan O., Pavelic P., Bastiaanssen, W.G.M., Kummu, M., Rockström J., Liu J., Bisselink B., Ronco P., Pistocchi, A., Bidoglio, G., (2018). Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 “Level of water stress. *Science Total Environment*, 1(613-614), 218-232.
Doi:10.1016/j.scitotenv.2017.09.056
- Vardon, M. and Lenzen, M. (2007). Water accounting in Australia. *Ecological Economics*, 61(4), 650-659.

- Vardon, M. J., Le, T. H. L., Martinez-Lagunes, R, Pule, O. B., Schenau, S., May, S. and Grafton, R., Q. (2023). *Water accounts and water accounting*.
Water Commission. <https://watercommission.org/wp-content/uploads/2023/03/Vardon.pdf>
- Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S., Satoh, Y., van Vliet, M. T. H., Yillia, P., Ringler, C., Burek, P. And Wiberg, D. (2016). Modeling global water use for the 21st century: the Water Futures and Solutions (WfaS) initiative and its approaches. *Geosciences Model Development*, 9, 175–222, <https://doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016>
- Wang Z. And Cui W. (2016). Analysis of Water Resources Accounting. *Contemporary Economy*, (17), 96-97.
- Water Accounting Standards Board (2014). *Australian water accounting standard 1 [AWAS 1]*
http://www.bom.gov.au/water/standards/documents/awas1_v1.0.pdf
- Water Accounting Standards Board (2014). Water accounting conceptual framework for the preparation and presentation of general purpose water accounting reports [AWAS 2].
<http://www.bom.gov.au/water/about/publications/document/awas2.pdf>
- Water and Sanitation for Health Project [WASH]. (1991). *Principles of tariff design for water and wastewater* (Publication No. 348.). Water And Sanitation For Health. <https://www.ircwash.org/resources/principles-tariff-design-water-and-wastewater-services>
- Water Bank Group (2016, Mayıs 02). *High and dry: climate change, water, and the economy*. Water Bank Group. www.worldbank.org
- Water Efficiency Campaign (2024, Nisan). *Water footprint*.
<https://www.suverimliligi.gov.tr/en/water-footprint/>
- Water Efficiency Campaign. (2024, Mayıs). *Efficiency dictionary*.
<https://www.suverimliligi.gov.tr/en/efficiency-dictionary/>
- WaterStrategyMan (Ekim, 2022).
https://environ.chemeng.ntua.gr/wsm/newsletters/issue4/indicators_appendix.htm#
- Whittington, D. (2003). Municipal water pricing and tariff design: a reform agenda for South Asia. *Water Policy*, 5(1), 61-76.
- WHO and UNICEF. (2019). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000–2017: special focus on inequalities*.
<https://www.unicef.org/media/55276/file/Progress%20on%20drinking%20water,%20sanitation%20and%20hygiene%202019%20.pdf>
- Wildlife Fund [WWF]. (2023, Mart 2022). *Su kıtlığı kapımızda*.
<https://www.wwf.org.tr/?13200/dunyasugunu>
- World Bank. (1993). *Water resources management*. World Bank Policy Paper. DOI:10.1596/0-8213-2636-8.

- Yang, H., Wang, L., Abbaspour, K., C. and Zehnder, A., J., B. (2006). Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. *Hydrological Earth System Science*, 10(3), 443–454.
- Yıldırım, N. (2023). *Günlük kişi başı 229 litre su tüketiyoruz*. Yaşar Üniversitesi Haber Portalı. <https://haber.yasar.edu.tr/gunluk-kisi-basi-229-litre-su-tuketiyoruz/>
- Yıldız, D. (2022, Ekim 22). *Melen Barajı'nın son durumu*. Su Politikaları Derneği. <https://supolitikalaridernegi.org/2022/10/28/melen-barajinin-son-durumu-spd-baskani-yildiz-istanbul-suyunda-talep-yonetimi-sart/>
- Yıldız, D. (2023, Ocak 04). *Şehir selleri artıyor. Yağmur sularını uzaklaştırmak kimin görevi?* Hidropolitik Akademi. <https://www.hidropolitikakademi.org/tr/article/29892/sehir-selleri-artiyor-yagmur-sularini-uzaklastirmak—kimin-gorevi->
- Yılmaz, A. (2015). Küresel ısınmanın dünya su rezervleri üzerindeki etkileri. *Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, 8(2), 63-72.
- Yüzer, E. (2018, Eylül 5). *Su kültürü ve İstanbul'un içmesuyu havzaları*. Türkiye Sağlıklı Kentler Derneği. <https://www.skb.gov.tr/su-kulturu-istanbulun-icmesuyu-havzalari/>
- Zaag, P. and Savenije, H., H. G. (2006). *Water as an economic good: the value of pricing and the failure of markets: value of water research report series* (Publication No:19.). UNESCO-IHE. <https://iwrmaactionhub.org/resource/water-economic-good-value-pricing-and-failure-markets>
- Zetland D. and Gasson, C. (2013). A global survey of urban water tariffs: are they sustainable, efficient and fair? *Taylor & Francis Journals*, 29(3), 327-342.
- Zuhal, S. (2019). *Yerel yönetimlerin atık su yönetim politikaları: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi örneği* (Yayın No: 572089) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

EKLER

EK-1. İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu Hazırlamaya Yönelik Sorular

1. 2019-2022 yıllarına yönelik baraj ve su kaynaklarının doluluk miktarları ile yağışlar, nehir akışı, yeraltı ve yer üstü suyu miktarlarına yönelik verileri tablonun ilgili yerlerine metreküp (m³) veya hektometreküp (hm³) cinsinden yazar mısınız?

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ TABLOSU	2019 (hm³ m³)	2020 (hm³ m³)	2021 (hm³ m³)	2022 (hm³ m³)
SU VARLIKLARI				
Yüzey Suyu Varlıkları (Baraj, nehir, kanaldan çekilen su miktarı)				
Yüzey Su Rezervi- Düzenlenmiş (Baraj doluluk miktarı nedir?)				
Düzenlenmiş Nehir Kanal Rezervi (şebeke suyunda kullanılmak üzere nehir veya kanaldan çekilen su miktarı)				
Su Taşıma Sistemi Rezervi (Eğer varsa şebeke suyu için başka bölgeden taşıma ile çekilen su miktarı ne kadardır?)				
Diğer Yüzey Suyu Varlıkları (Eğer varsa şebeke suyu için baraj ve nehir dışındaki su kaynaklarından çekilen su miktarı ne kadardır?)				
TOPLAM YÜZEY SUYU VARLIKLARI (Şebeke suyu için su kaynaklarından çekilen toplam su miktarı ne kadardır?)				
Yeraltı Suyu Varlıkları (toplam yer altı suyu miktarı nedir?)				
Yer altı Suyu Rezervleri				
Sızıntısız Akifer (akiferde tutulan su miktarı nedir?)				
TOPLAM YER ALTI SUYU KAYNAKLARI (miktarı nedir?)				
TOPLAM SU REZERVİ (ilgili yıllara göre yer altı ve yer üstü toplam su kaynaklarının miktarı nedir?)				
Diğer Su Varlıkları (Eğer varsa yukarıda sorulan su kaynaklarından başka bölgenizde kullandığımız su kaynak miktarı nedir?)				
TOPLAM DİĞER SU VARLIKLARI				
Diğer Su Yükümlülükleri (Eğer varsa bölgeden başka bölgelere ilettiğiniz su miktarı ne kadardır?)				
YÜKÜMLÜLÜKLER (2)				
Kentsel, tarımsal sulama ve sanayi kullanımı için ayrılan su miktarı ne kadardır?)				

EK-2. İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu
Hazırlamaya Yönelik Sorular

2. Su kaynakları ve su yükümlülüklerini belirleyebilmek amacıyla 2019, 2020, 2021, 2022 yıllarındaki verileri tablosunun ilgili yerlerine metreküp veya hektometreküp cinsinden yazar mısınız?

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER TABLOSU	2019 (Hm³ m³)	2020 (Hm³ m³)	2021 (Hm³ m³)	2022 (Hm³ m³)
SU KAYNAKLARINDAKİ ARTIŞLAR				
Yüzey Suyunda				
Yağış				
Araziye (ilgili yıla göre yağış sonucunda araziye düşen su miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Suyuna Yağışlar (yağışlar sonucunda baraj, nehir ve kanalların aldığı yağış miktarı ne kadardır?)				
Ana Depolara yağış (şebeke suyu için ayrılan bir ana su depo varsa ilgili yıla göre aldığı yağış miktara ne kadardır?)				
Başka Biriminin Suyunun Bölgeler Arası Transferi (başka bölgeden su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin miktar ne kadardır?)				
Bölgeye Nehir Akışları (eğer varsa başka bir bölgeden bu bölgeye akış sonucu gelen su miktarı nedir?)				
Sulama Taleplerinden Dönen Yüzey Suyu (ilgili yıla göre tarımsal sulamada talepteki azalış miktarı nedir?)				
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı (eğer varsa yüzey suyuna yeraltı suyu deşarj miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi (eğer varsa miktarı ne kadardır?)				
Kentsel Taleplerden Dönüşler (ilgili yıla göre evsel su tüketiminde talepte azalış var mı?)				
Endüstriyel Taleplerden Dönüşler (ilgili yıla göre sanayi su tüketimindeki azalış miktarı nedir?)				
Tuzdan Arıtılmış Su (eğer varsa şebeke suyu için kullanılan tuzdan arıtılmış su miktarı ne kadardır?)				
Başka bölgeden Su transferinde Talep Artışı (başka bölgeden şebeke suyu için su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin talepteki artış miktarı nedir?)				
SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ AZALIŞLAR				
Yüzey Suyunda				
Tahsis Düzenlemeleri				
Kentsel Tahsisler (ilgili yıllara göre evsel su tüketimi için ayrılan su miktarı ne kadardır?)				
Sulama Tahsisleri (ilgili yıllara göre tarımsal sulama için ayrılan su miktarı ne kadardır?)				
Sanayi Tahsisleri (ilgili yıllara göre sanayi için ayrılan su miktarı ne kadardır?)				
Birimin Suyuna İlişkin Bölgeler Arası Talepte Azalış (başka bölgeden su transfer ediliyorsa bu suya ilişkin talep azalışı ne kadardır?)				
Yer altı Suyunda				

EK-2. (Devamı) İstanbul Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerindeki Değişiklikler Tablosu
Hazırlamaya Yönelik Sorular

Tahsis Düzenlemeleri				
Kentsel Tahsisler (evsel su tüketimi için yer altı suyundan çekilen su miktarı ne kadardır?)				
Sulama Tahsisleri (tarımsal sulama için yer altı suyundan çekilen su miktarı ne kadardır?)				
SU KAYNAKLARINDAKİ AZALISLAR				
Yüzey Suyunda				
Buharlaşma (Araziden, nehirlerden, barajlardan ve kanallarda meydana gelen buharlaşma miktarı ne kadardır?)				
Araziden (Eğer varsa araziden buharlaşma miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Suyu Rezervinden (Eğer varsa ilgili yıllara buharlaşma miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Suyundan Yeraltı Suyu Beslenimi (Miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı (Eğer varsa miktarı ne kadardır?)				
Yüzey Su Rezervi için Yeraltı Su Çekimi (Eğer varsa miktarı ne kadardır?)				
Akiferlerden Buharlaşma (İlgili yıllara göre akiferlerde meydana gelen buharlaşma ne kadardır?)				
Bölgeden Dış Akışlar				
Sulak Alanlara (Eğer varsa bu bölgeden başka bölgedeki sulak alanlara akan su miktarı ne kadardır?)				
Denizlere (Eğer varsa bu bölgeden başka bölgedeki denizlere akan su miktarı ne kadardır?)				

EK-3. AWAS 1 ve AWAS 2'ye göre Hazırlanan Su Varlıkları ve Su Yükümlülükleri Tablosu

SU VARLIKLARI VE SU YÜKÜMLÜLÜKLERİ TABLOSU	20XX (hm³ m³)
SU VARLIKLARI	
Arazi Su Rezervi	
Toprak Nemi-Doymamış Bölge	
Yüzey Su Rezervi- Düzenlenmemiş	
Düzenlenmemiş Nehir Kanal Rezervi	
Düzenlenmemiş Ana Rezervler	
Yüzey Su Rezervi- Düzenlenmemiş	
Düzenlenmemiş Nehir Kanal Rezervi	
Düzenlenmemiş Ana Rezervler	
Yüzey Suyu Varlıkları	
Yüzey Su Rezervi- Düzenlenmiş	
Düzenlenmiş Ana Rezervler	
Düzenlenmiş Yan Rezervler	
Düzenlenmiş Nehir Kanal Rezervi	
Su Taşıma Sistemi Rezervi	
Diğer Yüzey Suyu Varlıkları	
Dağıtım Ağı Taşıyıcı Rezervi	
Taşıma Sistemi İçerisindeki Rezerv	
Diğer Yüzey Suyu Varlıkları	
TOPLAM YÜZEY SUYU VARLIKLARI	
Yeraltı Suyu Varlıkları	
Yer altı Suyu Rezervleri	
Sızıntısız Akifer	
TOPLAM YER ALTI SUYU KAYNAKLARI	
TOPLAM SU REZERVİ (1)	
Diğer Su Varlıkları	
Su Haklar	
TOPLAM DİĞER SU VARLIKLARI	
TOPLAM SU VARLIKLARI (2)	
Diğer Su Yükümlülükleri	
YÜKÜMLÜLÜKLER	
Kalan Tahsisler	
Diğer Su Yükümlülükleri	
TOPLAM YÜKÜMLÜLÜKLER (3)	
Net Su Varlıkları	
Dönem Başı Net Su Varlıkları (5)	
Net Su Varlıklarındaki Değişiklikler (6)	
Dönem Sonu Net Su Varlıkları (4) = (2)- (3)	
Net Su Rezervi Dönem Başı Su Rezervi (7)	
Net Su Rezervindeki Değişiklikler (8) = (1)- (7)	
Dönem Sonu Net Su Rezervi = (1)	

EK-3. (Devamı) AWAS 1 ve AWAS 2'ye Göre Hazırlanan Su Varlıkları ve Su Yükümlülüklerinde Değişiklikler Tablosu

SU YÜKÜMLÜLÜKLERİNDEKİ ARTIŞLAR	
Yüzey Suyunda	
Taleplere Tahsisler	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
Endüstriyel Tahsisler	
Tahsislerdeki Artışlar	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
Endüstriyel Tahsisler	
Çevresel Akış Düzenlemeleri	
Biriminin Suyuna İlişkin Bölgeler Arası Talepte Azalış	
Yeraltı Suyunda	
Taleplere Tahsisler	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
Tahsis Düzenlemeleri	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
SU KAYNAKLARINDAKİ TOPLAM AZALIŞ (2)	
Net Su Kaynaklarındaki Değişiklik (3) = (1) -(2)	
Açıklanamayan Farklılık 1 = (6)- (3)	

EK-4. AWAS 1 ve AWAS 2'ye Göre Hazırlanan Fiziksel Su Akışları Tablosu

FİZİKİ AKIŞ TABLOSU	20XX (m³)
Yüzey Suyuna	
Yağış	
Araziye	
Yüzey Suyuna- Düzenlenmemiş	
Nehir Kanalı	
Ana Depolar	
Yüzey Suyuna- Düzenlenmiş	
Nehir Kanalı	
Ana Depolar	
Yan Depolar	
Diğer	
Taşıma Sistemi	
Başka Biriminin Suyunun Bölgeler Arası Transferi	
Bölgeye Nehir Akışları	
Düzenlenmemiş Su Rezervine	
Düzenlenmiş Su Rezervine	
Sulama Taleplerinden Yüzey Suyu Dönüşleri	
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı	
Toprak Nemine- Doymamış Bölge	
Yüzey Suyu Rezervine- Düzenlenmemiş	
Yüzey Suyu Rezervine- Düzenlenmiş	
Taşıma Sistemine	
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi	
Kentsel Taleplerden Dönüşler	
Endüstriyel Taleplerden Dönüşler	
Tuzdan Arıtılmış Su	
Başka Biriminin Suyuna İlişkin Bölgeler Arası Talep Artışı	
Yeraltı Suyuna	
Yüzey Suyundan Beslenim	
Araziden	
Yağış	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmemiş	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmiş	
Taşıma Sisteminden	
Dış Yeraltı Suyu Girişleri	
Suni Besleme	
TOPLAM GİRİŞLER	
SU DIŞAKIŞLARI	
Yüzey Suyundan	
Buharlaşma	
Araziden	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmemiş	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmiş	
Taşıma Sisteminden	

Ek-4. (Devamı) AWAS-1 ve AWAS-2'ye Göre Hazırlanan Fiziksel Su Akışları Tablosu

Yüzey Suyundan Yeraltı Suyu Beslenimi	
Araziden	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmemiş	
Yüzey Suyu Rezervinden- Düzenlenmiş	
Taşıma Sisteminden	
Taleplere Tahsisler	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
Sanayi Tahsisleri	
Çevresel Akış Tahsisleri	
Suni Besleme	
Bölgeden Çıkışlar	
Biriminin Suyunun Bölgeler Arası Transferi	
Arıtılmış Atık Su	
Denizlere	
Sulak Alanlara	
Dış Yüzeyle	
Yeraltı Suyundan	
Yüzey Suyuna Yeraltı Suyu Deşarjı	
Toprak Nemine- Doymamış Bölge	
Yüzey Suyu Rezervine- Düzenlenmemiş	
Yüzey Suyu Rezervine- Düzenlenmiş	
Taşıma Sistemine	
Yüzey Suyu Rezervi için Yeraltı Su Çekimi	
Akiferlerden Buharlaşıma	
Taleplere Tahsisler	
Kentsel Tahsisler	
Sulama Tahsisleri	
Bölgeden Çıkışlar	
Sulak Alanlara	
Denizlere	
TOPLAM ÇIKIŞLAR (2)	
Net Su Rezervindeki Değişim (3) = (1) -(2)	

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ezgi POLAT

Yabancı Dil : İNGİLİZCE

Doğum Yeri / Yılı :

E-Posta :

ORCID Numarası :

Eğitim Bilgileri:

2015, Anadolu Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü

2019, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe Tezli Yüksek Lisans,
İşletme Ana Bilim Dalı

Yayınları:

Polat, E., Ekergil, V., ve Kavak, S. (2024). Türkiye’deki büyükşehirlerin konut su tarife yapısının farklı ülkeler ile karşılaştırılmalı olarak incelenmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 189-214. <https://doi.org/10.17541/optimum.1422142>

Ekergil, V. ve Polat, E. (2023). Sürdürülebilir su için fırsat maliyeti modelleme yaklaşımı ile gelir getirmeyen su maliyeti tahmini. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 397-416.

<https://doi.org/10.17153/oguiibf.1266194>

Ekergil, V., ve Polat, E. (2020). Muhasebe meslek mensuplarının müşteri kârlılık analizi ve bir model önerisi. *Journal of Accounting and Taxation Studies*, 13(2), 257-280. <https://doi.org/10.29067/muvu.617038>