IV. Tarım Orman Şûrası

Türkiye Yüzyılı

BEREKETİN YÜZYILI

10. ÇALIŞMA GRUBU

Su Yönetimi ve Verimliliği

TÜRKİYE CUMHURİYETİ TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI

IV. Tarım Orman Şûrası

İÇİNDEKİLER

Tablo Dizini ... iii
Şekil Dizini ... iii
Kısaltmalar ... iv
Yönetici Özeti ... v
1. GİRİŞ ... 1
2. MEVCUT DURUM ANALİZİ ... 1
3. I-II-III. TARIM (ORMAN) ŞÛRA'LARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ... 10
4. IV. TARIM ORMAN ŞÛRASI DÖNEMİ ... 12
4.1. Su Yönetiminde Veri Yönetimi ve Takip Mekanizmaları ... 12
4.1.1. Tarımsal su yönetiminde izleme ve değerlendirme ... 12
4.1.2. Suyun fiyatlandırılması ... 17
4.1.3. Hacim esaslı su ücretlendirme sistemleri ve su sayaçlarının zorunlu hale getirilmesi ... 21
4.1.4. Su yönetiminde bilgi sistemleri ... 22
4.1.5. GZFT Analizi ... 29
4.2. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİ ... 32
4.2.1. Arıtılmış atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı ... 32
4.2.2. Su-Enerji-Gıda bağlantısında su kaynakları yönetimi ... 35
4.2.3. Toprakta suyun muhafazası ve sürdürülebilir yönetimi ... 35
4.2.4. Yeraltı suyu (YAS) kaynaklarının beslenmesinin artırılması ve geliştirilmesi: yeraltı barajları ... 37
4.2.5. Jeotermal kaynaklarının kullanımı ve yönetimi ... 38
4.2.6. Atmosferik nemin tutulması ve kullanılması ... 41
4.2.7. Yağmur suyu hasadı ... 41
4.2.8. Deniz suyu arıtma ... 43
4.2.9. Denize boşalan tatlı su kaynaklarının kazanılması ... 44
4.2.10. GZFT analizi ... 44
4.3. Su Verimliliği ... 48
4.3.1. Su kaynakları ve verimlilik ... 48
4.3.2. Tarımda su verimliliği ... 51
4.3.3. Kentsel su verimliliği ... 57
4.3.4. Endüstriyel su kullanımında verimlilik ... 59
4.3.5. Su kalitesi ve verimlilik ... 60
4.3.6. Su verimliliğine yönelik yaygınlaştırma çalışmaları ... 60
4.3.7. GZFT analizi ... 61
4.4. Kurumsal Yapılar ve Hukuki Düzenlemeler ... 64
4.4.1. Giriş ... 64

4.4.2. Hedef ve öngörüler 65
4.4.3. Mevcut durum 72
4.4.4. GZFT analizi 76
4.5. Havza Bazlı Su Yönetimi 78
4.5.1. Su kaynaklarının miktar ve kalite olarak korunması, iyileştirilmesi ve verimli kullanılması 78
4.5.2. Sektörel su tahsisi planları (mevcut su kaynaklarının kent, sanayi ve tarımsal kullanım miktarlarının belirlenmesi) 81
4.5.3. Arıtılmış atık suyun yönetimi 82
4.5.4. Tarımsal sulama yönetimi ve işletmeciliğinin etkinliğinin arttırılması 82
4.5.5. Kuraklık, kuraklık senaryoları, iklim değişikliği ve su tahsis planları 84
4.5.6. Ekosistem 85
4.5.7. Su yönetiminin dijitalleşmesi 85
4.5.8. Tarımsal su yönetiminde karar destek sistemleri 86
4.5.9. Su yönetiminin Ar-Ge çalışmalarıyla desteklenmesi 87
4.5.10. Toprak nem yönetimi ve çiftçi eğitim programları 89
4.5.11. Akıllı sulama teknolojilerinin desteklenmesi, su ölçüm sitemleri, veri paylaşımı 90
4.5.12. Kırsal havzalarda baraj besleme kapasitesinin artırılmasına yönelik yönetim yaklaşımları 91
4.5.13. Kırsal havzalarda sucul ekosistemlerin ve toplum yaşamının sürdürülebilirliği 92
4.5.14. Kentsel havzalarda su kaynaklarının daha etkili kullanım yönetimi 93
4.5.15. GZFT Analizleri 94
4.6. Hedefler ve Stratejiler 98
5. SONUÇ VE DEĞERLENDIRME 106
KAYNAKLAR 107
KATILIMCI LİSTESİ 110

Tablo Dizini

Tablo 1. Jeotermal Enerjini Kullanımı İle İlgili Öngörüler…….……..... 39
Tablo 2. Deniz Suyu Arıtma Sistemlerinin Kurulum Maliyeti……..... 43
Tablo 3. Devir Yapılan Kurum/Kuruluş ve Devredilen Sulama Sahaları ……..... 75
Tablo 4. Sosyo-Ekonomik Hedeflere (1) Göre Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge Faaliyetleri İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar …….....…..... 87

Şekil Dizini

Şekil 1. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Su hasadı Ar-Ge projesi, Polatlı-Ankara……..... 42
Şekil 2. Türkiye'nin Sulanabilir Alanlarının Mevcut Durumu…….……..... 73
Şekil 3. Türkiye'de Sulama Alanlarının Dağılımı……..... 74
Şekil 4. Türkiye'de Nehir Havzaları…….……..... 78

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

AB Su Çerçeve Direktifi: 2000/60/EC sayılı Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi

AI: Yapay Zekâ (Artificial Intelligence)

ATHOM: Akım Tahmin ve Havza Optimizasyon Modeli

AW: Atmosferik Su Üretimi

BAP: Bilimsel Araştırma Projeleri

BM: Birleşmiş Milletler

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

DSİ: Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü

DSY: Dijital Su Yönetimi

E-DSYS: Yapay Zekâ Destekli Su Yönetimi

FFGS: Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi

GIS: Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographical Information Systems)

IoT: Nesnelerin İnterneti (Internet of Things)

IPCC: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)

KHGM: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü

KOP İdaresi: Konya Ovası Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı

KTEUS: Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi

KTK: Köy Tüzel Kişiliği

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

NHYP: Nehir Havza Yönetim Planları

OSB: Organize Sanayi Bölgesi

SKH: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

SUTEM: Sulama Tesisleri Mekânsal Bilgi Sistemi

SYGM: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

TAGEM: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

TATUS: Ulusal Taşkın Tahmin ve Erken Uyarı Sistemi

TÇM: Toplam Çözünmüş Madde

TRGM: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

TÜBİTAK MAM: TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi

WMO: Dünya Meteoroloji Teşkilatı

WWF: Dünya Doğayı Koruma Vakfı (World Wide Fund for Nature)

YAS: Yeraltı Sulamaları

YÜS: Yer Üstü Sulamaları

Yönetici Özeti

Türkiye, yarı kurak iklim kuşağında yer alması ve iklim değişikliğinin etkilerinin artması nedeniyle, su yönetimi alanında stratejik adımlar atmak zorundadır. Artan nüfus, sanayileşme ve kentleşme gibi dinamikler, su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmakta ve tarım başta olmak üzere birçok sektörün suya erişimini tehdit etmektedir.

IV. Tarım ve Orman Şûrası kapsamında kurulan **Su Yönetimi ve Verimliliği Çalışma Grubu**, bu çerçevede su kaynaklarının sürdürülebilir, verimli ve dayanıklı bir şekilde yönetilmesi için çözüm odaklı bir çalışma yürütmüştür. Beş ana tematik alt grup altında şekillenen bu çalışmalar; veri temelli izleme sistemlerinin kurulmasından, havza bazlı entegre yönetim yaklaşımlarına kadar geniş bir yelpazede analiz ve öneriler içermektedir.

Mevcut durum analizinde, Türkiye'nin yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli, depolama ve sulama altyapısının gelişimi, su kullanım verimliliği ve tarımsal sulamada modernizasyon çalışmaları detaylı şekilde değerlendirilmiştir. Ülkemizdeki kullanılabilir su kaynaklarının yaklaşık %79'u tarım sektöründe kullanılmakta olup, suyun daha verimli kullanılması için kapalı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, modern sulama yöntemlerinin artırılması ve sulama otomasyon sistemlerinin kurulması gerektiği tespit edilmiştir.

Çalışma Grubu, veri yönetimi ve takip mekanizmalarının güçlendirilmesini, gerçek zamanlı izleme sistemlerinin kurulmasını, yapay zekâ destekli dijital sulama yönetimi uygulamalarının yaygınlaştırılmasını önermiştir. Ayrıca, havza bazlı planlamanın güçlendirilmesi, su kayıplarının azaltılması, su kullanımına dayalı destek ve teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi, su kullanıcı teşkilatlarının kurumsal kapasitesinin artırılması gibi başlıklarda kapsamlı stratejiler geliştirilmiştir.

Sulama sistemlerinde sayaçlı ölçüm ve hacim esaslı ücretlendirme uygulamalarının yaygınlaştırılması ile %48'e varan su tasarrufu sağlanabileceği ortaya konmuş; suyun her aşamada ölçülmesi, kontrolü ve yönetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, halk sulamaları ve belediye projeleri gibi DSİ dışındaki altyapılarda veri eksikliği bulunduğu, tüm sulama faaliyetlerinde ulusal ölçekte entegre bir veri tabanı oluşturulmasının zorunlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, **Su Yönetimi ve Verimliliği Çalışma Grubu**, su kaynaklarının korunması, verimli kullanılması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla; veri temelli, sürdürülebilir ve yenilikçi bir yönetim modeli geliştirilmesini önermekte ve bu doğrultuda politika, strateji ve eylem önerileri sunmaktadır.

1. GİRİŞ

Türkiye, iklim değişikliği etkilerinin giderek daha fazla hissedildiği, yarı kurak bir iklim kuşağında yer almaktadır. Artan nüfus, sanayileşme ve kentleşme gibi dinamikler, suya olan talebi artırmakta; bu durum hem su kaynaklarının sürdürülebilirliğini hem de farklı sektörlerin suya erişimini tehdit etmektedir. Tarım, içme-kullanma, enerji ve çevre gibi birçok alanda hayati öneme sahip olan su kaynaklarının, bütüncül, etkin ve veri temelli bir yaklaşımla yönetilmesi, geleceğe yönelik planlamaların temel unsurlarından biri haline gelmiştir.

Bu kapsamda IV. Tarım ve Orman Şûrası bünyesinde oluşturulan "Su Yönetimi ve Verimliliği" Grubu, suyun çok yönlü doğasına uygun olarak beş tematik alt grup çerçevesinde çalışmalarını yürütmüştür. Bu alt gruplar; su yönetiminde veriye dayalı izleme ve değerlendirme sistemlerinden başlayarak, kaynakların geliştirilmesi, su verimliliğinin artırılması, kurumsal yapılanmaların güçlendirilmesi ve havza bazlı entegre yönetim yaklaşımlarına kadar geniş bir yelpazede değerlendirme yapmıştır.

Grubun çalışmaları süresince, mevcut duruma ilişkin veriler analiz edilmiş; uygulamada karşılaşılan güçlüklere yönelik çözüm yolları geliştirilmiş ve kısa, orta ve uzun vadeli politika önerileri oluşturulmuştur. Çalışma süreci boyunca çok sayıda kamu kurumu, üniversite, yerel yönetim, meslek örgütü ve sivil toplum kuruluşunun katkılarıyla geliştirilen bu öneriler hem stratejik hem de operasyonel düzeyde uygulanabilirliği yüksek çıktılar sunmaktadır.

Grubun temel hedefi, Türkiye'nin su kaynaklarını sürdürülebilirlik, verimlilik ve dayanıklılık ilkeleri çerçevesinde yönetmeye yönelik politika, strateji ve eylem önerileri üretmektir. Bu doğrultuda sunulan çözüm önerileri, sadece suyun yönetimini değil; aynı zamanda doğal kaynakların korunmasını, üretimin sürdürülebilirliğini ve toplumsal refahın artırılmasını da destekleyecek niteliktedir.

2. MEVCUT DURUM ANALİZİ

Su yönetimi; su kaynaklarının planlı bir şekilde geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanılması olarak tanımlanmakla birlikte, miktar ve kalite bakımından korunarak gelecek nesillere aktarılması da bu tanımın en önemli unsuru durumundadır. Bu bağlamda, su yönetimindeki izleme ve değerlendirme mekanizmaları bu tanımla ilgili tüm veri setlerini karşılayacak şekilde kurgulanmalı ve işletilmelidir. Bu veri setleri, mevcut su kaynaklarını ve kullanılabilir su potansiyelini, kalitesi başta olmak üzere tüm nitelikleri itibarıyla, sektörler itibarıyla gerçek ihtiyaç ve tüketimi ile karşılaştırarak, etki, verimlilik ve sürdürülebilirlik bakımından ortaya koyan bir içeriğe sahip olmalıdır.

1982 Anayasası su yönetimiyle ilgili temel şu prensipleri içermektedir (Madde 168). Tabiî servetler ve kaynaklar (su kaynakları) Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Bunların aranması ve işletilmesi hakkı Devlete aittir. Anayasa ilgili 56. maddesinde çevresel hakları insan hakkı olarak sunar: "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." Anayasa ülkenin su kaynaklarını kamu alanı içinde değerlendirir ve su kullanım hakkı, kamu kurumlarınca kamu ve özel taraflara kamu yararı ve ortak refah gözetilmesi şartıyla tanınır.

Türkiye'de dağlarda bulunan küçük göllerle birlikte 120'den fazla tabii göl bulunmaktadır. 2025 yılı başı itibarıyla 1.059 baraj, 743 gölet ve 145 yeraltı depolaması ve suni besleme tesisi işletmeye açılmış durumdadır. İşletmede olan ve günlük izlemedeki 492 adet depolama tesisinin 120 adet içme suyu, 360 adet sulama, 158 adet enerji maksatlı olup 22 adette düzenlenmiş doğal göl mevcuttur.

Her su yılı başlangıcında (Ekim ayı) baraj işletme programları planlanırken suyu korumaya yönelik çalışmalar yapılıp, gerçekleşmeler ve aylık mevsimsel tahminlerin güncellenmesi ile analiz edilerek değişen hidrometeorolojik şartlara göre programlar revize edilmektedir. Böylelikle suyun taşkın ve

kuraklık risklerine karşın etkin, verimli, ekonomik ve sürdürülebilir kullanımını sağlayacak operasyonel ve dinamik süreçli işletme politikaları uygulanmaktadır.

Kaynakları Türkiye topraklarında olan birçok akarsu değişik denizlere dökülür. Karadeniz'e Sakarya, Filyos, Kızılırmak, Yeşilırmak, Çoruh ırmakları; Akdeniz'e Asi, Seyhan, Ceyhan, Tarsus, Dalaman ırmakları; Ege Denizi'ne Büyük Menderes, Küçük Menderes, Gediz ve Meriç nehirleri; Marmara Denizi'ne Susurluk/Simav Çayı, Biga Çayı, Gönen Çayı dökülür. Ayrıca Fırat ve Dicle nehirleri Basra Körfezi'nde, Aras ve Kura nehirleri ise Hazar Denizi'nde son bulur. Kızılırmak 1.355 km, Yeşilırmak 519 km, Ceyhan Irmağı 509 km, Büyük Menderes 307 km, Susurluk Irmağı 321 km, Suriye sınırına kadar Fırat Nehri 1.263 km, Dicle Nehri 523 km, Ermenistan sınırına kadar Aras Nehri 548 km uzunluğundadır.

Türkiye 25 hidrolojik havzaya bölünmüş olup, bu havzalardan toplam ortalama yıllık akış 186 milyar m^3 olarak kabul edilmektedir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) verilerine göre bunun yaklaşık üçte biri, ülkenin doğusunda yer alan Fırat-Dicle havzasına aittir.

Yapılan etütler sonucunda, Türkiye'de günümüz şart ve olanaklarına göre çeşitli maksatlara yönelik kullanımlarda teknik ve ekonomik anlamda tüketilebilecek yüzey ve yeraltı suyu miktarının toplam 112 milyar m^3/yıl olduğu belirlenmiştir. 112 milyar m^3/yıl kullanılabilir potansiyelin 94 milyar m^3/yıl'ının yerüstü su kaynaklarından, 18 milyar m^3/yıl'ının ise yeraltı suyundan sağlanabileceği kabul edilmektedir.

2025 yılı başı itibarıyla, ülkemizde mevcut 112 milyar m^3/yıl kullanılabilir su kaynağının halen 61,7 milyar m^3/yıl'ı hizmet sunulmuş olup, yararlanma oranı %55 civarında olup, hizmete sunulan suyun 48,7 milyar m^3/yıl'ı sulamada, 13 milyar m^3/yıl'ı içme suyu, kullanma ve sanayide kullanıldığı görülmektedir. Bu durumda ülkemiz su kaynaklarının yaklaşık %79'u sulama, %21'i sanayi ve kentsel tüketim için kullanılmakta iken bu oranlar Dünyada %70, %22, %8, Avrupa'da ise %33, %51 ve %16'dır.

Suların tüketiminde en büyük rol oynayan sektör, tarımdır; ama diğer sektörlerin su kullanımı da çok hızlı artmakta ve su kullanımı bu sektörlerde çok daha yüksek kârlar getirmektedir. Dolayısıyla su kullanımını kısıtlayan temel faktör sadece kaynağın sınırlı olması değil, aynı zamanda daha güçlü sektörel rakiplerle kullanım için yaşanan yoğun rekabet olacaktır.

Türkiye'nin yüz ölçümü yaklaşık 78 milyon hektar olup DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan havza master plan çalışmalarına göre DSİ proje sahalarında sulanabilir arazi miktarı (1+2+3+4+5. sınıf) 9.110.640 hektardır. DSİ proje sahaları dışında kalan KHGM il envanter raporlarında verilen haritalardaki verilerin DSİ standartlarına çevrilmesi ile belirlenen 16.774.273 ha sulanır tarım arazisi ile birlikte toplam sulanabilir tarım arazisi 25.884.913 ha olarak tespit edilmiştir. Su kaynağının miktarı, kalitesi, sulama arazisine olan mesafesi, cazibeli/pompajlı iletim durumu; güncel sulama teknikleri, bitki deseni, arazinin toprak, topografya, drenaj vb. özellikleri ekonomik sulanabilir arazi varlığı miktarına etki etmektedir. Ülkemizde mevcutta kabul edilen teknik ve ekonomik olarak sulanabilir 8,5 milyon ha arazi varlığının, gelişen ekonomik ve teknolojik şartlar dikkate alındığında artan bir eğilim göstereceği değerlendirilmekte olup, DSİ tarafından yapılan çalışmalar devam etmekle birlikte, kesin olmayan verilere göre 10,5 milyon ha'a ulaştığı öngörülmektedir.

Ülkemizde su kaynaklarının kullanımına, korunmasına işletimine yönelik en önemli kuruluşlardan bir tanesi olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü haricinde pek çok kurum ve kuruluş bu alanda faaliyet göstermektedir. Özellikle tarımsal sulama projelerinde DSİ dışında kamu tarafından hayata geçirilen sulama projeleri incelendiğinde 1970-1980 yılları arasında Mülga Toprak-Su Genel Müdürlüğü ve 1985-2005 yılları arasında sulama suyu ihtiyacı 500 l/sn olan tesislerin kurulumunda Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından pek çok sulama projesinin hayata geçirildiği bilinmektedir. Yine 13 Ocak

2005 tarihli ve 5286 Sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün Kaldırılması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun"un yürürlüğe girmesiyle sulama projeleri büyükşehir belediyelerince, büyükşehir belediyelerinin olmadığı illerde ise İl Özel İdarelerince hayata geçirilmektedir. Ayrıca 1 numaralı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Tarım Reformu Genel Müdürlüğüne tarımsal sulamada verimliliği arttırma, uygun sulama tekniklerinin kullanılmasını sağlama ve toprak kaynaklarını korunma görevi verilmiştir. Bu kapsamda altyapıya kavuşturulan sulama alanının sağlıklı, güvenilir ve güncel bir envantere dayanmamakla birlikte 1,3 milyon ha civarında olduğu tahmin edilmektedir.

DSİ dışında diğer kamu kurum ve kuruluşlarınca işletmeye açılan, sulamalarda işletme-bakım ve yönetim açısından bu kurumlar bir sorumluluk üstlenmemiştir. Gerek Mülga Toprak-Su, gerekse KHGM ve günümüzde İl özel İdarelerince geliştirilen sulama tesisleri herhangi bir sözleşmeye bağlanmaksızın ya kooperatiflere ya da yerel yönetimlerin kullanımına bırakılmıştır. Burada bir işletme devri değil yapılan tesisin bırakılması söz konusudur. Bu sulama tesislerinin mülkiyet durumları bilinmemektedir. Çoğunlukla bu tesislere ait hiçbir proje verisine ve dokümanına ulaşmak mümkün olamamaktadır. Hatta bu tesislerin bazılarının vatandaşın arazisi üzerine hiçbir kamulaştırma işlemi yapılmaksızın yapıldığı belirlenmektedir. Bu tesislerin birçoğu, işletme sürecinin izlenmemesi ve denetlenmemesi sonucu ekonomik ömrünü tamamlamış, çok büyük bakım ve onarım ihtiyacı olan tesislerdir. Hatta bazılarında tesisin adından başka ortada bir sulama şebekesi kalmamış durumdadır.

DSİ tarafından işletmeye açılan sulama sahası 2025 yılı başı itibarıyla 3.165 sulama tesisi ile brüt 4,9 milyon ha olup, bu alanın %5,4'ü bizzat DSİ tarafından işletilmekte, %80,7'si mülkiyeti DSİ'de kalmak üzere işletme, bakım ve onarım sorumluluğu devir sözleşmeleri ile su kullanıcı teşkilatlara devredilen, %13,4'ü ise kuyuların açılması, motopompları ve kuyu başı elektrifikasyon tesisleri DSİ tarafından inşa edilerek bir geri ödeme süreci sonucunda Kooperatifin mülkiyetine geçen, sulama şebekeleri ise kooperatifin kendisi, DSİ, Mülga KHGM veya İl Özel İdareleri tarafından yapılarak YAS Sulama Kooperatiflerine devredilmiştir. Geriye kalan %0,05'i ise Devlet Tarım İşletmeleri, Orman Fidan Müdürlükleri, Araştırma Enstitüleri ve Üniversiteler için bedeli karşılığı inşa edilerek işletmeye açılan sulama sahalarını oluşturmaktadır.

DSİ'ce inşa edilerek işletmeye açılan ve işletme, bakım ve onarım sorumluluğu devredilen sulama sahasının %82,2'si (654 Tesis), 181 adet Sulama birliği tarafından, %6,6'sı (388 Tesis) 417 YÜS Kooperatifi ve Kalkınma Kooperatifi tarafından, %8,4'ü (289 Tesis) 165 Belediye tarafından, %1,0'i (163 Tesis) 169 Köy Tüzel Kişiliği tarafından, %1,8'i (28 Tesis) 18 Diğer Su Kullanıcı teşkilatlar (Köylere Hizmet Götürme Birliği, İl Özel İdaresi, Üniversiteler) tarafından işletilmektedir.

DSİ, kendi işlettiği ve sulama ve işletme, bakım ve onarım sorumluluğunu devrettiği sulama tesislerinin her türlü teknik ve ekonomik planlama, proje ve tatbikat envanterine sahip olup, her yıl, kullanılan su miktarı, sulanan alan, sulanan bitki deseni ekilişlerini, sulanan bitki verimlerini ölçmekte ve izlemekte, sulama oranı, sulama randımanı, birim sulanan alanda kullanılan su miktarı, ihtiyacı karşılama oranı, birim alanda üretim değeri ve net gelir, fayda masraf oranı gibi birçok performans kriterini tesis, su kullanıcı teşkilat, bölge ve havza bazında değerlendiren bir izleme ve değerlendirme sistemine sahip durumundadır. Bunun dışında DSİ, sulama tesislerini devrettiği sulama birlikleri başta olmak üzere su kullanıcı teşkilatların kurumsal kapasite, ekonomik ve mali yeterlilik, sulama işletmeciliği bakımından teknik yeterlilik bakımından da izlemekte performans değerlendirmeleri yapmaktadır. Buna göre, devraldığı işletme, bakım ve onarım sorumluluklarını yerine getirme açısından eksiklik ve yanlışlıkların tespiti durumunda, tesis su kullanıcı teşkilattan geri alınmaktadır. Su kullanıcı teşkilatlar olarak, özellikle kooperatifler, belediyeler, il özel idareleri ve köy tüzel kişilikleri tarafından işletilen sulamalarda işletme organizasyonunun istenilen yeterlikte olmamasının yanı sıra periyodik denetim ve izleme değerlendirme bakımından eksiklikler yaşanmaktadır.

Tarım Reformu Genel Müdürlüğünün verilerine göre 2025 yılı başı itibarıyla 2.468 adet sulama kooperatifi olduğu bilinmekle birlikte, DSİ'ce inşa edilen YÜS sulamalarını devralan ve 184.073 ha tarım arazisine hizmet veren 380 adet YÜS kooperatifi, DSİ sulamalarını devralan ve 491.424 hektara hizmet veren 1.396 adet YAS kooperatifi dışında, 692 adet sulama kooperatifi hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Diğer taraftan, DSİ'ce geliştirilen ve 239.657 ha tarım arazisine hizmet veren 289 sulama tesisi, 165 belediye tarafından işletilmektedir. Bunların 6'sı Büyükşehir Belediyesi: 93 sulama tesisi ile 76.701 hektara hizmet vermektedir. Netice itibariyle, diğer kamu kuruluşları tarafından inşa edilerek işletmeye açılan sulamaların, kooperatiflerde olduğu gibi ne kadarının kaç belediye tarafından işletilmekte olduğuna dair bir envanter ve sulama yönetimine ilişkin diğer veriler bulunmamaktadır.

Ülkemizdeki sulu tarım yapılan alanlar incelendiğinde yukarıda da belirtildiği gibi kamu tarafından geliştirilerek işletmeye açılmış olan projeli sulama alanları olduğu gibi çiftçilerimizin kendi imkânları ile geliştirdikleri "Halk Sulamaları" adıyla nitelendirilen bir gurubun mevut olduğu görülmektedir. Bu sulamalar kırsal alanda çiftçilerin kendi olanaklarıyla teknik yardım alarak ya da almayarak yaptıkları, genellikle küçük ölçekli sulama tesisleriyle faaliyetlerini sürdürmekte ve çoğunlukla dere yataklarından ve genelde de yan dere kollarından, çakma kuyulardan, derin kuyulardan, göl ve göletlerden su kaynağı olarak yararlanmaktadır. Bu kavram içerisinde; mahalli sulamalar, çiftçilerin kendi imkânları ile yapmış olduğu münferit kuyu sulamaları, yine çiftçilerin bir araya gelerek yaptıkları çeşitli sulamalar ve bunların dışında kalan her türlü diğer münferit sulamalar bulunmaktadır.

Çiftçilerimizin kendi imkanları ile geliştirdikleri ve yine çok sağlıklı bir envanter çalışmasına dayanmamakla birlikte "Halk Sulamaları" adıyla nitelendirilen sulamaların 1980'li yıllardan beri 1,0 milyon ha olduğu kabul edilmektedir. DSİ Havza Master Planları sonuçlarına göre bu rakamın 893.112 ha olduğu öngörülmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ve ekonomik koşulların yanı sıra değişen ihtiyaçların ve çeşitli hibe veya kredi desteklerinin, çiftçilerin, kamu yatırımları dışında kendi geliştirdikleri imkânlarla gerçekleştirdiği halk sulamalarını artırdığı tahmin edilmektedir. Diğer yandan yeni DSİ projelerinin devreye girmesiyle bazı halk sulamalarının bu projeler içinde kaldığı da değerlendirilmektedir. Burada özellikle en çok dikkat çeken husus halk sulamalarında dere yataklarından yapılan sulama ve kaynak sularının dışında yoğun olarak yeraltı suyunun kullanılmasıdır. Hidrolojik su döngüsünde yenilenebilirlik özelliğinin kısıtlı olması yeraltı suyu kullanımını daha da önemli kılmaktadır.

Buna göre, netice itibariyle, 8,5 milyon ha teknik ve ekonomik sulanabilir alan esas alındığında, 2025 yılı başı itibarıyla, brüt 7,2 milyon ha alan için sulama alt yapısı götürülmüş, geriye kalan 1,3 milyon ha için de çalışmalar devam etmektedir. Türkiye'de sulama altyapısı götürülerek işletmeye açılan sulama alanlarının %68'i (4,9 milyon ha) DSİ Genel Müdürlüğü, %18'i (1,3 milyon ha) diğer kamu kurum ve kuruluşları (mülga Toprak-Su ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Özel İdareleri, Belediyeler, TRGM) tarafından ve %14'lük (1 milyon ha) kısmı ise vatandaşların kendi imkânlarıyla yaptıkları halk sulamalarından oluşmaktadır. Teknik ve ekonomik olarak sulanabilir alanın resmiyet kazanarak kesinleşmesini müteakip, 1,3 milyon hektara ek olarak, 2 milyon ha tarım arazisine daha sulama alt yapısı götürülmesine ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.

Su kaynaklarının yönetiminde en önemli unsur, suyu depolanması, iletimi ve dağıtımı sırasındaki kayıpların önlenerek, suyun etkin ve verimli kullanılması ve suyun etkin kullanılmasının sağlanması ve riskin azaltılmasıdır. Bu kapsamda, tarımsal sulama alanında birçok farklı kuruma sorumluluk verilmesi mevcut durum analizinin doğru bir şekilde yapılmasına engel olmaktadır.

Kaynaktan tarla parsellerine sulama suyunun getiriliş biçimi, sulama sisteminin tipini (açık kanal / kanalet veya borulu şebeke olduğunu) belirlemektedir. 2003 yılında DSİ'ce işletmeye açılan sulama

sahalarının sadece %6'sı kapalı sulama sistemli olmasına karşın 2025 yılı başı itibarıyla sulama sistemleri itibarıyla %36'sı kapalı (borulu) sulama sistemlerinden oluşmaktadır. DSİ, özellikle son yıllarda, topografik, hidrolik koşulları uygun olan yerlerde sulama suyu tasarrufu sağlamak ve birim sudan daha fazla faydalanabilmek için borulu sulama sistemlerinin yaygınlaştırılmasını temel politika olarak kabul etmektedir. Borulu sistemlerde sulamanın işleyişinin izlenmesi ve denetimi için ölçü, kontrol, uyarı sistemlerini kurmak ve bunları optimum koşullarda çalıştırmak her zaman olanaklı olmaktadır. Borulu sistemlerin otomasyona geçiş, uzaktan izleme kontrol ve ölçülü su dağıtımına olanak verebilen sistemler olması sulama yönetimi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, basınçlı sulama dağıtım sisteminin en uygun tasarımı için hidrantlarda farklı hidrolik talep yaklaşımlarını (basınç veya debi odaklı) hedef alan modeller geliştirilebilmektedir. Son yıllarda sulu tarımda karşılaşılan en önemli problemlerden birisi olan enerji kullanımının maliyeti, kapalı sulama sistemlerini, daha da avantajlı kılmaktadır.

Günümüzde DSİ'ce inşa edilen yeni sulama tesislerinin neredeyse tamamı kapalı boru sistemli olarak inşa edilmektedir. Bununla beraber, DSİ'ce yürütülen "Yenileme Projesi" kapsamında; bütçe imkânlarına göre, belirlenmiş kriterlere göre önceliklendirilerek, açık sistemli mevcut sulama şebekeleri, modern sulama usullerinin uygulanabileceği borulu şebekeye dönüştürülmekte, yatırım bedelinin tamamı DSİ'ce karşılanmaktadır. Sulama tesisini devralan kuruluş tarafından yenileme çalışması yatırım bedelinin tamamının, kendisi tarafından veya farklı kuruluş tarafından karşılanacağının taahhüt edilmesi halinde yenileme çalışmalarına ilişkin teknik rapor ya da planlama raporu ve projelerin DSİ kriterlerine uygun olarak hazırlanması ya da hazırlatılması ve DSİ tarafından onaylanmasına müteakiben yenileme inşaat çalışmaları İdaremiz denetiminde yapılmaktadır. Buna göre, 2025 yılı başı itibariyle, 52 adet sulama projesinin yenileme inşaatı tamamlanarak, 39.539 ha sulama alanı kapalı sulama sitemine dönüştürülmüştür. Bununla beraber, yenileme projesi kapsamında, 45 adet sulama tesisinin (136.594 ha) inşası devam etmekte, 49 adet sulama tesisinin (136.594 ha) projesi tamamlanmış durumda,62 adet sulama tesisinin (451.773 ha) proje yapımı devam etmekte, 85 adet sulama tesisinin (538.621 ha) planlaması devam etmekte olup, neticede toplam 1.340.232 ha sulama alanına sahip 241 sulama tesisi kapalı sisteme dönüştürülmüş olacaktır. Yenileme projesi kapsamına alınan sulama tesislerinin büyük çoğunluğunun sulama birlikleri tarafından işletiliyor olması, birliklerin paydaş olarak rolünü göstermektedir.

Her yerde kullanılabilecek ve her yerde aynı sonucu verecek en uygun sulama yöntemi en uygun sulama sistemi ya da diğer modern sulama teknolojilerinden birisi için en uygunu, en optimali şeklinde bir değerlendirme yapmak doğru bir yaklaşım değildir, bu mümkün de değildir. Ancak günümüz koşullarında, gerekli teknik, ekonomik ve sosyal koşulların karşılanması durumunda basınçlı sulama sistemlerinin ve sulama yöntemlerinin, suyun en etkin bir şekilde kullanılmasına olanak veren, uzun vadede ölçülebilen ya da ölçülemeyen en yüksek ekonomik ve sosyal faydayı sağlayan uygulamalar olduğu görülmektedir.

Sulama şebekelerinin borulu inşa edilmesi tek başına su tasarrufu sağlanmasında yeterli olmamaktadır. Suyun büyük bir kısmı tarla içerisindeki uygulamalar sonucu kaybolmaktadır. Türkiye genelinde DSİ'ce işletmeye açılan sulamalarda, 2003 yılında sulanan toplam alanın %7'inde yağmurlama, %1'inde damla sulama yöntemi, %92'sinde yüzeysel sulama yöntemleri uygulanırken, 2023 yılında sulanan toplam alanın %59'u yüzeysel yöntemlerle, %24'ü yağmurlama yöntemi ile %17'si de damla sulama yöntemi ile sulanmıştır. Su uygulama randımanının, salma sulamada %30-%60 arasında değişirken, yağmurlama sulamada %70-75 arasında, damla sulamada %90, toprak altı damla sulamada ise %95 civarında gerçekleşmesi, tarla içinde uygulanan sulama yönteminin ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla su tasarrufu sağlamak maksadıyla sadece kapalı sulama sistemlerinin inşa edilmesinin yeterli olmadığı, sisteme uygun sulama yöntemi seçilmesinin gerekli olduğu açıkça görülmektedir.

Tarımda su kullanımının etkinleştirilmesi ve su kullanım veriminin artırılması, doğru sulama uygulamaları ile birlikte, ihtiyaçtan daha fazla gereksiz tüketimi önleyecek tedbirlerle mümkün olabilecektir. Sulama projelerinin coğrafi bilgi tabanlı otomasyonlu karar destek sistemleriyle yönetimindeki performans; tarlada ve bahçede parsel bazında kullanılan suyun ölçümünün, takibinin, kontrolünün ve yönetiminin de, bu sistem içinde entegrasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, ön yüklemeli elektronik sulama sayaçları son yıllarda sulama işletmeciliğinde suyun idaresinde ön plana çıkmaktadır. Ön yüklemeli sayaç ile sulamada işletme kolaylığı sağlanmakta, çiftçilerden sulama hizmet bedeli zamanında ve tam olarak alınabilmekte, çiftçi ücretini önceden ödediği için ihtiyacı kadar su kullanarak su tasarrufu yapmaktır.

DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde yürütülen izleme çalışmalarına göre sulanan birim alanda kullanılan su miktarı Türkiye geneli ortalamasında 9.741 m^3/ha olup, sulama randımanı %49,4 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, kapalı şebeke sulama tesislerinde sulama randımanı %59,2, birim alanda su kullanımı 7.911 m^3/ha, sayaç bulunan sulama tesislerinde sulama randımanı %76 birim alanda su kullanımı 5.984 m^3/ha, m^3 bazında su kullanım hizmet bedeli tarifesi uygulanan sulama tesislerinde sulama randımanı %84, birim alanda su kullanımı 5.092 m^3/ha olarak hesaplanmıştır. Türkiye ortalamasına göre sayaç bulunan sulama tesislerinde %39, hacim esaslı Su Kullanım Hizmet Bedeli uygulanan kapalı sulama tesislerinde %48 su tasarrufu sağlandığı görülmektedir.

Sonuçlardan anlaşılacağı üzere su kullanım etkinliği değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre tarımsal sulamada suyun en etkin kullanımı hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulaması yapılan alanlarda elde edilmiştir. Bu bağlamda DSİ'ce inşa edilerek işletmeye açılmış olan kapalı sulama sistemlerinde 2025 yılı başında kadar 67.477 adet ön yüklemeli sayacın montajı tamamlanmış ve kullanımda olup, 2025 yılı içerisinde 113.397 adet ön yüklemeleri sayacın montajının tamamlanması planlanmaktadır. DSİ'ce işletmeye açılan sulamalarda, su kullanım hizmet bedeli, fiilen sulanan alanın %13 inde kullanılan su miktarına göre hacme dayalı olarak, %2'sinde sulama sayısına göre, %1'inde sulama süresine göre ve %84'ünde de sulanan bitki çeşidi ve ekiliş alanına göre tahsil edilmiştir.

Gerçek ihtiyaçlar ölçüsünde suyun şebekeye alınması ve sahada da gerçek ihtiyaçlar ölçüsünde kullanılması, sağlıklı bir işletme düzeninin kurulmasının yanı sıra suyun her aşamada ölçümü ile de ilişkili bir husustur. Bu bağlamda, DSİ Genel Müdürlüğü, ilkesel olarak merkezi izlemeli ölçü tesislerinin; sulama alanı net 500 ha üzerindeki olan işletmeye açılmış durumdaki sulama tesislerinde, su kullanıcı örgüt bazında şebekeye alınan su miktarının takip edilebilecek şekilde kurulmasını benimsemiş, açık sulama sistemlerinde limnigraf, kapalı sulama sistemlerinde ise (ultrasonik transit-time) debimetre kullanılmasına karar verilmiştir. 2024 yılı itibariyle 519 adet limnigraf, 405 adet debimetre olmak üzere toplam 924 adet ölçü tesisi kurulmuş olup merkezi olarak anlık izlenmektedir. Kurulumu tamamlananlar vasıtasıyla anlık veriler intranette yer alan CBS-portal/GÖZBİS üzerinden çevrim içi takip edilmektedir. 2024 – 2028 DSİ Stratejik Planı çerçevesinde her yıl 100 adet sulama tesisine merkezi izlemeli ölçü tesisi kurulması hedeflenmektedir.

Bu yaklaşımın neticesinde, suyun belirlenmiş iletim ve dağıtım ve tahliye noktalarında, en az hata ile doğru, güvenilir ve sürdürülebilir bir şekilde ölçümü, takibi, kontrolü hedeflenmekte, sulama yönetimine, suyun verimli ve etkin kullanılıp kullanılmadığına ilişkin bir interaktif değerlendirme ortamı sağlanmaktadır. Bu sebeple son yıllarda merkezi izlemeli ölçü tesisleri kurulması hususu, planlama ve inşa halinde olan sulama tesislerinde istikşaf aşamasında dikkate alınmakta, inşaat aşamasında kurulum yapılması yönünde kararlar uygulamaya konulmaktadır.

6. Bölge Müdürlüğü sorumluluk sahasındaki İmamoğlu Sulamasında ve 21. Bölge Müdürlüğü Bayırköy, Aydın ve Söke Sulamalarında yürütülen pilot sulama otomasyonu projesi ve 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yenileme projesi kapsamındaki Seyitler ve Selevir Sulamalarında sulama otomasyonu pilot proje sahaları bu çerçevede en iyi örnekler arasında yer almaktadır. Proje

çerçevesinde, bitki desenine göre sulama zamanı ve sulamada kullanılacak su miktarının tesisin işletme, bakım ve onarım sorumluluğunu üstlenen Birlik tarafından belirlenmesini, ihtiyaçtan daha fazla su kullanımının engellenmesini sağlayan bir su yönetiminin Dijital Sulama Yönetimi Sistemi (DSY) kapsamında uygulamaya geçirilmesi ve yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Yapay Zekâ Destekli Dijitalleştirilmiş Su Yönetim Sistemi (E-DSYS); SUTEM, ATHOM vb. gibi karar destek sistemlerini de içerecektir. Su Gözlem İstasyonları DSYS' ye entegre edilecektir. Gözlem İstasyonlarından gelen anlık veriler ile güncellenen su rezerv ve su arz yönetim sistemi oluşturulacaktır. Sayısallaştırılmış İşletme haritaları güncel orto-foto görüntüleri kullanılarak ilişkisel yapıda oluşturulacaktır. Yapay Zekâ Destekli Sulama Otomasyonu kapsamında sayaç otomasyon sistemleri kurularak SKHB, kullanılan su miktarı üzerinden TL/m3 olarak tahsil edilecektir. Bu kapsamda, havza bitki deseni ve bu desene gör anlık sulama durumu takip ve analiz edilebilecektir. Genel Sulama Planlaması ve Planlı Su Dağıtımı Çalışmaları gerçek zamanlı verilerle yapay zekâ ile yapılabilecektir.

Sulama projeleri büyük maliyetlerle gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple, mali kaynakların kısıtlılığı, en verimli şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla, bir sulama projelerinden beklenen en önemli fayda, proje ile sulanması beklenen tarım arazisinin tamamının fiilen sulanmasını sağlayabilmektir. Sulama projelerinde, sulama tesisinin sulayabileceği net sulama alanında sulanan I. ürün alanı sulama alanı sulanan alan olarak değerlendirilmektedir. Sulama alanı dışındaki alanlara su verilmesi durumunda, sulama alanı ve sulama alanı dışı sulanan I. ve II. ürün alanların toplamı toplam sulama alanı olarak ifade edilmek olup, sulama oranlarının irdelenmesinde toplam sulanan alanın sulamaya açılan alana oranı dikkate alınmaktadır.

İzleme ve değerlendirme sonuçlarına göre elde edilen neticeler, sulama tesisini kullanma oranının en yüksek olarak sulama birliklerince işletilen sahalarda gerçekleştiğini göstermektedir. Sulama oranının, DSİ'ce işletmeye açılan tüm sulama sahasında son üç yıllık ortalama %70 civarında olduğu dikkate alındığında sulama birliklerinin görev sahasında tesisi kullanma oranı olarak da düşünebileceğimiz sulama oranının %78 olarak Türkiye ortalamasından çok daha yüksek gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle Köy Tüzel kişiliklerince işletilen sulama sahalarında sulama oranı sağlıklı bir işletmecilik gerçekleşmediği için çok düşük olarak gerçekleşmektedir. Belediyelerce işletilen 188.976 ha sahayı kapsayan birçok tesisle ilgili veri akışı sağlanamamakta, sağlansa da genelde sulama hizmeti Belediyenin diğer sektör gelirleriyle sübvanse edildiği için tahakkuk ve tahsilat işlemlerine dolayısıyla da sulanan sahanın tespiti yani mesaha çalışmalarına çok fazla önem verilmediği görülmektedir. İstisnalar dışında, YÜS kooperatiflerince işletilen 185.205 ha sahada da sulama oranının tespiti, mesaha çalışmaları ve kullanılan suyun ölçümü gibi hususlarda ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sebeple, özellikle son iki yıldır yeni işletmeye açılan sulama tesislerinin mevcut sulama birliklerinin görev sahalarına ilave edilerek devrinin tercih edilir olması bu değerlendirmelerin sonucu yaşanan bir gelişmedir.

Sulama tesisine su sağlama şekli, sulama oranını doğrudan etkilemektedir. Bunun en önemli sebebi ise terfili sulama sistemlerindeki elektrik maliyetlerinin ortaya çıkardığı menfi etkilerdir. Terfili sulamalarda maliyet ve finansman dengesini kurulamadığı zaman, terfi merkezlerinin etkin ve sürdürülebilir çalıştırılamadığı görülmektedir. Örneğin, sulama oranının, Atabey Sulama Birliğinde %29, Toprak Sulama Birliğinde %38, Esenli Sulama Birliğinde %18, Göksun Sulama Birliğinde %40 olarak gerçekleşmesi, terfi merkezlerinin sürdürülebilir işletimi ile alakalı problemlerin çok daha fazla ağır hissedilmesine yol açmıştır. Bu sebeple, sulamada kullanılan enerji masraflarının azaltılmasına yönelik olarak su kullanıcı teşkilatlarının, enerji ihtiyaçlarını yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidroelektrik enerji, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyoenerji) karşılamaları için yapılan mevzuat düzenlemeleri bir an önce uygulamaya geçirilmelidir.

Kapalı sulama sistemlerinde sulanan parsellerin, su dağıtımının teknik alt yapısı sebebiyle daha kolay takip ve kontrolü, dolayısıyla, mesaha çalışmalarının daha etkin yapılarak, kayıp ve kaçaklara izin verilmemesinin bir sonucu olarak, sulama oranın en yüksek borulu sistem sulama tesislerini işleten Birliklerde gerçekleştiği görülmektedir. Bu değerlendirme, kapalı sulama sistemlerinden hedeflenen, beklenen, ancak bir türlü sulama sonuçlarına yansımayan faydaların, yeni kamu görevlisi Birlik Başkanları yönetiminde ortaya çıkması bakımından da önem arz etmektedir.

Ortalama sulama oranın yükselişi ile birlikte, 181 sulama birliğinin yıllar itibarıyla sulama oranlarına göre dağılımındaki değişim de sulama birliklerinin performansındaki gelişmeye ışık tutmaktadır. Sulama Birliklerinin 2025 yılı başı sulama oranlarına göre dağılımını, 2017 yılı dağılımıyla karşılaştırdığımızda özellikle sulama oranı %10'un altında olan sulama birliklerinin oranının %7'den %2'ye düşmesi dikkat çekmektedir. Bununla beraber, sulama oranı %80'den daha fazla olan birliklerin oranının, 2017'de %18 iken, günümüzde %39'a çıkması sulama yönetiminde istikrarlı bir gelişim ivmesinin yakalandığını göstermektedir.

İşletmeye açılan sulama alanlarında sulanmayan alanın çok büyük bir kısmı, çiftçilerin yağışların yeterli olduğu düşüncesiyle, sulama alanı içerisinde bazı bitkiler için sulama suyu talep etmeden tarım yapmalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum genellikle hububat ve ayçiçeği için geçerli olmaktaysa da son yıllarda haşhaş, tütün ve bazı üzüm çeşitleri için bağlarda da karşımıza çıkmaktadır.

Sulu tarım kültürünün istenilen düzeyde geliştirilememesi ya da başka bir ifade ile çiftçilerin geleneksel tarım kültürü alışkanlıklarından kolaylıkla vazgeçmeme eğilimi sulama tesisinin kullanılma oranını düşürmektedir. İlkbahar yağışlarının çok daha az düştüğü, iklim koşulları herkesçe bilinen İç Anadolu Bölgemizdeki sulamalarda dahi yağışların yeterli görülerek hububatın sulanmadığı sulama alanlarımızın varlığı geleneksel tarım kültürünün etkisinin ne denli güçlü olduğunu ortaya koymaktadır. Sulamaya açılan alan içinde halen nadas uygulanan alanların varlığı da bu durumun en önemli göstergelerindendir. Diğer taraftan, tarım işletmelerinin nisbi büyüklüğü, parçalılık, dağınıklılık durumu, toprağın mülkiyet şekli ve bunların zaman içinde değişimi, etkin kaynak kullanımıyla yakından ilgili bulunmakta ve sulama tesisinin kullanım oranını etkilemektedir.

Sulama tesisi kullanma oranını etkileyen diğer en önemli bir faktör ise tesisin hizmet alanında gerçekleşen bitki desenidir. İşletme, bakım, onarım ve yönetim sorumluluğu devredilmiş sulama tesislerinden sulanan sahalarda mısır, pamuk, hububat, meyve, yem bitkileri ve sebze en yüksek ekiliş oranına sahiptir.

Sulanan alanlardaki bitki desenindeki gelişmeler yıllar itibarıyla incelendiğinde en dikkat çekici nokta pamuk ekiliş oranındaki azalış ve mısır ekiliş oranındaki artış olmaktadır. Üretici, kârlılığına ve pazar bulma şansının yüksek olduğuna inandığı ürüne kolaylıkla yönelebilmektedir. Sulama tesisi işletmeye açıldıktan sonra, çiftçi tarafından uygulanmasını sağlayacak, etkili ve yaptırım gücü olan bir üretim planlaması uygulanamadığından, pazar-fiyat koşullarında yaşanan gelişmelerin de etkisiyle sulanan sahada gerçekleşmesi beklenen ve planlanan bitki deseni hedeflerinden gittikçe uzaklaşılmaktadır.

Bu kapsamda, havza bazında belirlenen su bütçesi esas alınarak yöre koşullarına uygun optimum bitki deseninin tespit edilmesi, tespit edilen bu desenin fiilen gerçekleşmesini sağlayacak bir destekleme, teşvik, ödüllendirme ve yaptırım sistemi uygulanması büyük önem taşımaktadır. Sulama birlikleri ve sulama kooperatifleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın taşra teşkilatı ile daha etkin çalışmalar yürüterek sulama sahası içerisindeki sezonluk ürün desenini, su bütçesi ve üretim planlamasına göre ortaklaşa belirlemelidir. Bu sağlandığında hem tesisin optimum düzeyde kullanılması sağlanacak ve sulama oranı artacak hem de su daha verimli kullanılarak sulama randımanı artacaktır.

Sulama birliklerinin, varlık sebepleri de olan sulama tesislerinin işletme, bakım ve onarım ve yönetim sorumluluğunun yanı sıra; tohum ekim, dikim, toprak işleme ve bakım, gübreleme, ilaçlama, hasat,

toplama, mekanizasyon, depolama, pazarlama, satış, standardizasyon gibi tarımsal üretim aşamalarıyla doğrudan sorumlu kılınması veya ilişkilendirilmesi, sulama birliklerini asıl misyon ve vizyonlarından uzaklaştıracağı için, buradaki hassas sınıra dikkat etmek gerekmektedir. Buradaki temel hassasiyet, sulama birlikleri bakımından, görev sahalarındaki sulama projelerinden beklenen faydanın sağlanması ve maksimize edilmesi için, sulama tesisi ve mütemmim cüzleri ile ilişkilendirilebilecek hususlarla ilgili olmalıdır.

Sulama sahası içinde belgesiz YAS kuyularından yapılan sulamanın, mevcut sulama projesini ne kadar atıl bıraktığı ne yönde etkilediği hususunun sulama tesisi bazında değerlendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Suyun, projeli tesis kapsamındaki işletme disiplini içerisinde mansabın en uç noktasına kadar iletilebildiği, sulama ihtiyacının zaman ve miktar olarak karşılanabildiği sahalarda halen kuyulardan sulama yapılmasına izin verilmesinin, su kullanım hizmet bedeli de alınıyor olsa çok doğru bir yaklaşım olmadığı düşünülmektedir. Projeli sulama sahaları içinde belgesiz olarak açılan YAS kuyuları vasıtasıyla yapılan halk sulamalarının, yeraltı sularının stratejik bir kaynak olması hasebiyle kesinlikle engellenmesi gerekmekte, su kısıtı sebebiyle kullanılması zorunlu olan yerlerde ise bu kuyular sahadaki tesisin işletilmesinden sorumlu teşkilat tarafından DSİ'nin izni ile açılmalı ve işletilmelidir. Bu durumun kontrol altına alınabilmesi için işletmede olan sahalar içerisindeki YAS kuyularını kapatan veya ihtiyacın tespiti halinde sulama birliğine devreden çiftçiler için 2 yıl süreli bir teşvik ve destek programı hazırlanmalıdır. Ancak diğer kamu kurum ve kuruşlarınca altyapısı tamamlanan sulama şebekelerindeki ve halk sulamalarındaki sulama sistemleri ve uygulanan sulama yöntemlerine ilişkin bir izleme yapılamamakta olduğu için yukarıdaki tüm değerlendirmeler DSİ'ce işletmeye açılan sulamalar için yapılabilmekte, diğerleri için bir değerlendirme yapma imkânı bulunmamaktadır. Sulama projelerinde DSİ'nin hidranta kadar yetki ve sorumluluğu olmakta; hidrantan sonrası tarla içi yatırımları Tarım ve Orman Bakanlığının diğer birimlerinin sorumluluğu altında bulunmaktadır. Oysaki tüm sulama ile ilgili konularda ve sulama sistemlerinde olduğu gibi sulama yöntemlerinin planlanması, projelendirilmesi ve işletilmesi hususu kapsamındaki tüm işleyişin de kamu elinde tek çatı altında yürütülmesinin yararı büyük olacaktır. Buna göre; tarımda su kullanım verimi ve etkinliğinin; sulama sistemi, yöntemi, tarla içi geliştirme hizmetleri, destekleme ve teşviklerin tek bir bütünlük içinde, sulama yönetimi ve organizasyonu ile etkileşim içinde artırılabileceği görülmektedir. Bu hem kamuda tek bir yapı hem de bu yapı ile bağlantılı su kullanıcı teşkilat bakımından en uygun olarak sulama birlikleri gibi tek tip bir organizasyonu zorunlu kılmaktadır.

DSİ Genel Müdürlüğünce geliştirilerek işletmeye açılan sulama tesislerinde sürdürülebilir bir tarım anlayışı ile toprakların tuzlanmasını önleyecek ve yetiştirilen bitkilerin su stresi çekmeyeceği uygun toprak-su ve tuz dengesini oluşturacak yapının kurulmasını sağlayan taban suyu izleme çalışmaları 1966 yılında 5 adet sulama şebekesinde başlatılmış olup, halen 1.095.387 ha alana hizmet eden 68 adet sulama şebekesinde 10.082 adet gözlem kuyusundan aylık yapılan ölçüm sonuçları değerlendirilerek devam ettirilmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğünce inşa edilerek işletmeye açılmış sulama, enerji, içme suyu, taşkından koruma vb. tesislerde meydana gelen müdahale ve kirlenmelerin yol açtığı problemler devam ederken, her yıl yeni tesislerin işletmeye açılması ve yerleşim alanları ile sanayi kuruluşlarının gelişerek tesislerimize doğru ve tesislerimiz içinde yaygınlaşması, bu problemlere yenilerinin eklenmesine sebep olmaktadır. DSİ, yapılan ve yapılması muhtemel görülen müdahaleler ile insan, hayvan ve bitkilere zarar verebilecek ölçüde su kaynağı kirlenmelerini, titizlikle takip etmekte olup, önlenmesi veya giderilmesi konusundaki çalışmalara devam etmektedir.

Su Kalitesi İstatistiklerinin üretilmesi için kullanılan su kalitesi izleme verilerinin üretimi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü uhdesinde bulunmaktadır. Su kalitesi istatistikleri idari kayıtlardan üretilmektedir. Su kalitesi istatistikleri; izleme programlarında yer alan su kütleleri, su kalitesi izleme

parametreleri, su kalitesi izleme istasyonları ve su kalitesi sınıflandırmasına ilişkin bilgilerden oluşmaktadır. Türkiye genelinde havza düzeyinde 2852 izleme istasyonu bulunmakta olup, ortalama 365 izleme parametresi bulunmaktadır. Bu kapsamda, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye'deki 25 su havzasının tamamı için, havza karakteristiklerine özgü biçimde ayrı ayrı oluşturulan Havza İzleme Programları oluşturulmaktadır. Oluşturulan havza izleme programları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne gönderilerek bu izleme programları esas alınarak planlama yapılmaktadır. Yapılan planlama doğrultusunda ilgili her havza için, sorumluluk alanına giren DSİ Bölge Müdürlüğü izleme faaliyetlerini DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi ile birlikte yürütmektedir. Her yıl üretilen izleme verileri, bir sonraki yıl içerisinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından derlenerek Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne gönderilmektedir. İzleme verileri Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından değerlendirilerek su kalitesi istatistikleri oluşturulmaktadır. Su Kalitesi istatistiklerinde sektörel kapsam bulunmamaktadır.

3. I-II-III. TARIM (ORMAN) ŞÛRA'LARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

I. Tarım Şûrası: Su Yönetimi Açısından Değerlendirme

1997 yılında düzenlenen I. Tarım Şûrası, Türkiye tarım sektöründe su dâhil olmak üzere tüm temel kaynakların sürdürülebilir kullanımı için politika üretim sürecinin kurumsallaşmasına öncülük etmiştir. Her ne kadar bugünkü anlamda ayrıntılı havza planlaması ve su tahsis sistemlerinden bahsedilmese de I. Şûra'da özellikle tarımsal istatistiklerin geliştirilmesi, veriye dayalı yönetim sistemlerinin kurulması ve kırsal kalkınmada su altyapısının rolü gibi konulara dikkat çekilmiştir.

Bu bağlamda:

- Tarımsal sayım sisteminin güncellenmesi ve veri tabanlarının geliştirilmesi çağrısı yapılmıştır.
- Kırsal alanlarda temel su altyapısının yaygınlaştırılması gerekliliği vurgulanmıştır.
- Destekleme sistemlerinin su kullanım verimliliğini içerecek şekilde yeniden yapılandırılması önerilmiştir.

I. Şûra kararları, bugünkü su yönetimi anlayışının temel kavramlarını şekillendirmiş, özellikle veri, planlama ve altyapı geliştirme başlıklarında stratejik vizyon sunmuştur. Ancak alınan kararların uygulamaya geçişinde önemli yapısal sınırlılıklar yaşanmıştır. Buna rağmen, 2025 yılı itibarıyla yeniden gündeme alınan tarımsal sayım çalışmaları, I. Şûra'nın vizyonunun halen geçerliliğini koruduğunu göstermektedir.

II. Tarım Şûrası: Su Yönetimi Açısından Değerlendirme

2004 yılında gerçekleştirilen II. Tarım Şûrası, kırsal kalkınma, doğal kaynak yönetimi ve gıda güvenliği gibi temalar etrafında şekillenmiş; su, toprak ve tarım arasındaki ilişki güçlü şekilde vurgulanmıştır. Su yönetimi özelinde alınan kararlar, özellikle havza temelli planlama, sulama sistemlerinin modernizasyonu, veri altyapısının geliştirilmesi ve su kullanıcılarının bilinçlendirilmesi konularına odaklanmıştır.

Şûra raporlarında:

- Sulama sistemlerinde verimliliği artıracak modern uygulamaların yaygınlaştırılması,
- Su kaynaklarının miktar ve kalite yönünden izlenebilirliğinin artırılması,
- Tarımda su kayıplarının azaltılması ve çiftçilerin eğitilmesi gibi hedefler ön plana çıkmıştır.

Ancak bu hedeflerin büyük bölümü, uygulamaya geçme açısından sınırlı kalmıştır. Özellikle veri bütünlüğünün sağlanamaması, otomasyon sistemlerinin yaygınlaştırılamaması, su verimliliği konusunda bölgesel farkların büyümesi ve kurumsal görev dağınıklığı, uygulamadaki başlıca zorluklar olarak öne çıkmıştır.

Bununla birlikte, II. Şûra'nın havza bazlı yönetim anlayışını sistematik olarak gündeme getirmesi, bugün ulaşılan stratejik planların temelini oluşturmuş; bu yönüyle kavramsal düzeyde önemli bir eşik yaratmıştır.

III. Tarım ve Orman Şûrası: Su Yönetimi Açısından Değerlendirme

2019 yılında düzenlenen III. Tarım ve Orman Şûrası, sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve iklim değişikliği ekseninde şekillenen geniş tematik çerçevesiyle önceki şûralardan ayrılmış, su yönetimi ise bu çerçevede tarımsal üretim ve doğal kaynak koruma politikalarının merkezine yerleştirilmiştir. Şûra kapsamında, özellikle su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, tarımsal sulamada modernizasyon, havza yönetimi, su verimliliği ve kurumsal koordinasyon gibi başlıklarda kapsamlı kararlar alınmıştır.

Su yönetimine ilişkin kararların önemli bir bölümü, daha sonra hazırlanan Eylem Planı Takip Sistemi aracılığıyla izlenmiş ve bu yönüyle III. Şûra, kararların kurumsal takibine dayalı uygulama sistematiği açısından bir ilki temsil etmiştir.

Şûrada ön plana çıkan uygulamaya geçmiş başlıca kararlar arasında:

- Tarımsal üretim planlamasında su kısıtı dikkate alınarak ürün deseninin yönlendirilmesi,
- Sözleşmeli üretim modeli ile üretim sürecinde kaynak kullanımının optimize edilmesi,
- Atıl tarım arazilerinin üretime kazandırılması suretiyle mevcut kaynakların verimli kullanımı,
- Destekleme sisteminin sadeleştirilerek su ve girdi verimliliğini önceleyen bir yapıya dönüşmesi yer almaktadır.

Ancak bu gelişmelere rağmen; su verimliliği, ölçüm altyapısı, tarımsal sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ve kurumsal koordinasyon konularında istenilen düzeyde ilerleme sağlandığı söylenemez. Özellikle Su Kanunu'nun çıkarılamamış olması, havza planlarının uygulama düzeyinde yetersiz kalması, alınan kararların etkisini sınırlamıştır.

Sonuçta, bugüne kadar yapılan üç Tarım ve Orman Şûrası'nın su yönetimi ile ilgili kararlarının analizi, zaman içinde kavramsal vizyondan uygulamaya geçiş yönünde bir evrilme yaşandığını göstermektedir. I. Şûra, veri altyapısı ve stratejik çerçeve açısından temel vizyonu sunarken; II. Şûra, havza bazlı yaklaşımın altlığını oluşturmuş ve teknik altyapının gelişimine dikkat çekmiştir. III. Şûra ise, eylem planı takip sistemi gibi uygulamaya yönelik mekanizmaları gündeme getirerek belirli kararların sahaya yansımasını sağlamıştır Aşağıdaki tablo, Tarım ve Orman Şûralarında su yönetimine ilişkin kararların zaman içerisindeki gelişimini, uygulama düzeylerini ve stratejik etkilerini özetlemektedir. Şûralar arasında kavramsal vizyondan uygulamaya doğru bir ilerleme gözlenmekle birlikte, belirli yapısal ihtiyaçların süreklilik gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu tabloda bugüne kadar gerçekleştirilen şûraların "Su Yönetimi" açısından ele alındığı değerlendirme özeti sunulmuştur.

Şûra	Su Yönetimi Temaları	Uygulama Düzeyi	Eksiklik ve İhtiyaçlar
I. Tarım Şûrası (1997)	Veri altyapısı, kırsal su altyapısı, destekleme sistemlerinde verimlilik	Kavramsal düzeyde katkı sağladı, uygulama sınırlı	Altyapı ve veri sistemlerinin yetersizliği, politika geçiş eksikliği
II. Tarım Şûrası (2004)	Havza bazlı planlama, sulama modernizasyonu, veri yönetimi, çiftçi eğitimi	Kısmi uygulama, stratejiye etkisi yüksek	Otomasyon, kurumlar arası koordinasyon, veri standardizasyonu
III. Tarım ve Orman Şûrası (2019)	Su verimliliği, tarımsal üretim planlaması, destek reformu, eylem planı takibi	Çeşitli alanlarda uygulama, ancak yasal ve kurumsal bütünlük eksik	Su Kanunu eksikliği, ölçüm altyapısı, yerel katılımın sınırlılığı

Aşağıda sıralanan başlıklar ise, hem geçmiş şûralarda ortaklaşa gündeme getirilen hem de günümüzde hâlen çözüm bekleyen temel ihtiyaç alanlarını ortaya koymaktadır.

- Kurumlar arası veri ve planlama koordinasyonunun güçlendirilmesi
- Su verimliliğini merkeze alan destekleme modellerinin hayata geçirilmesi
- Havza planlarının sahaya entegrasyonu ve yerel paydaş katılımının artırılması
- Su Kanunu'nun hayata geçirilerek kurumsal netliğin sağlanması.

4. IV. TARIM ORMAN ŞÛRASI DÖNEMİ

4.1. Su Yönetiminde Veri Yönetimi ve Takip Mekanizmaları

Su yönetiminde veri takip mekanizmalarında temel amaç; ulusal ve uluslararası standartlara uygun, sürekli güncellenen ve güvenilir verilerin yer aldığı bir bilgi sistemi oluşturulması ve bu sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Sağlıklı ve güvenilir verilerin depolandığı ve paydaşlar için ulaşılabilir bir su bilgi sistemi, yatırım/eylem planlarında strateji ve hedeflerin belirlenmesine katkı sunacaktır.

Veri bilimi, dünyada 21. yüzyılın en önemli bilimsel alanlarından biri olarak kabul görmektedir. Her sektörde uygulanabilir veri bilimi, veri analiz yöntemlerinin karar alma mekanizmalarında oldukça etkin ve faydalıdır. Veri analizi su yönetiminde doğru projeksiyonların yapılması ve doğru kararların verilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Su kaynakları yönetimi konusunda ilgili kurum/kuruluşlarca üretilen veriler değerlendirilerek kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu veriler, su arz verileri, su tüketim verileri ve su kalitesi verileri olarak sınıflandırılabilir. Su ile ilgili istatistiklerinin oluşturulabilmesi için verilerin doğruluğu, yeterliliği ve güvenilirliği önemlidir. Veri yönetiminde, verilerin istatistiksel değerlendirmesinin yapılarak raporlanması; verilerin birbiriyle ilişkilendirilmesi ve veri madenciliği uygulamalarıyla farklı veri grupları üzerinden karar almaya yardımcı olabilecek sonuçların elde edilmesi vb. çalışmalar son yıllarda çok fazla gündemdedir.

Su yönetiminde veri, coğrafi (CBS), meteorolojik, hidrolojik, sektörel talep, kalite ve tüketim gibi çok sayıda farklı parametreyi kapsar. Veri takibi, su kaynaklarıyla ilgili toplanacak verilerin belirlenmesi, programların oluşturulması, verilerin toplanması, izlenmesi, analiz edilmesi ve raporlanması sürecidir. Su kaynaklarında veri takibi, karar vericilerin politika belirlemelerinde doğru kararların alınmasında ve su yönetimi süreçlerinin her aşamasında hayati bir rol oynar.

Su yönetiminde veri takibi;

a) Veri toplama, veri analizi ve yorumlama
b) Veri yönetimi ve depolama
c) Gerçek zamanlı izleme
d) Karar destek sistemleri olmak üzere dört aşamadan oluşur.

Su yönetimi ve veri takibi, birbirini destekleyen ve tamamlayan iki kritik süreçtir. Su kaynaklarının etkin bir şekilde yönetilebilmesi için doğru, güvenilir ve anlık/gerçek zamanlı verilere ihtiyaç duyulur. Bu veriler, mevcut su miktarını, suyun kalitesini ve zaman içindeki değişiklikleri gösterir. Ayrıca, suyun gelecekteki kullanımını tahmin edebilmek ve su stresine karşı etkili stratejiler geliştirebilmek için veri takibine ihtiyaç duyulur.

4.1.1. Tarımsal su yönetiminde izleme ve değerlendirme

Mevcut durum

Su, hem tarımsal üretimin hem de sanayinin temel girdilerinden biridir. Artan nüfus, iklim değişikliği ve ekonomik faaliyetler nedeniyle su kaynakları üzerindeki baskılar giderek artmakta,

bu da etkin ve sürdürülebilir bir su yönetimini zorunlu kılmaktadır. Su yönetimi; su kaynaklarının planlı bir şekilde geliştirilmesi, dağıtılması ve kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Çakmak ve Gökalp 2016). Suyun miktar ve kalite bakımından korunarak gelecek nesillere aktarılması da su yönetiminin en önemli unsurudur.

Etkin bir su yönetimi için gerekli olan temel unsurlardan biri, güvenilir ve sürekli izleme sistemleridir. Bu sistemler, mevcut su kaynaklarını miktar ve kalite açısından değerlendirirken; sektörler bazında su ihtiyacı, tüketim düzeyi ve etkilerini karşılaştırmalı olarak analiz etmeli, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından karar süreçlerini desteklemelidir.

Türkiye'de yeraltı ve yüzey sularının kalite ve miktar açısından izlenmesi görevi, 4 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 121. Maddesi uyarınca DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Bu kapsamda, ulusal düzeyde su kaynaklarının kalitesi ve miktarı yönüyle izlenmesine yönelik altyapının oluşturulması maksadıyla ilgili kurumlarca yapılan çalışmaların bütünleştirilmesine devam edilmektedir. Bu bağlamda, su kalitesine ilişkin veriler; Tarım ve Orman Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, DSİ ve büyükşehir belediyelerine bağlı su ve kanalizasyon idareleri tarafından yürütülen çalışmalarla elde edilmektedir. Su miktarına ilişkin izlemeler ise çoğunlukla DSİ tarafından yürütülmekte, yeraltı suyu kütleleri için hidrojeolojik etütler ve izleme çalışmaları yapılmaktadır. Su yönetiminin ulusal düzeyde koordinasyonu, 10/07/2018 tarihli ve 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi kapsamında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) sorumluluğunda yürütülmektedir. Ayrıca, yeraltı sularının kirlenmeye ve bozulmaya karşı korunmasına yönelik çalışmalar, ilgili yönetmelik çerçevesinde SYGM koordinasyonunda yürütülmektedir.

Öte yandan taşkın tahmini ve kuraklık erken uyarısı gibi afet risklerinin yönetimi kapsamında Ulusal Taşkın Tahmin ve Erken Uyarı Sistemi (TATUS), Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi (KTEUS) çalışmaları devam etmektedir. Su yönetimine karar desteği sağlamak amacıyla geliştirilen HİDROTÜRK Milli Model Yazılımı ile birlikte, yapay zekâ ve uzaktan algılama tekniklerinin entegrasyonuna yönelik çalışmalar da sürdürülmektedir.

Ülkemizde sulama suyu İzleme ve Değerlendirme altyapısına sahip ve faaliyeti yürüten tek kurum DSİ'dir. DSİ Genel Müdürlüğü 1993 yılına kadar genellikle 2000 ha'ın altında olan küçük sulama tesislerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğunu su kullanıcılarına devretmiştir. Ancak 1993 yılından itibaren DSİ Genel Müdürlüğü büyük ölçekli sulama tesislerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğunu faydalananların kurdukları teşkilatlara ve yerel yönetimlere devretme kararı almıştır.

İzleme ve değerlendirme mekanizmaları, yapılan işle ilgili mevcut durumun güncel olarak takibi, uygulamadaki olumlu ve olumsuz gelişmelerin tespiti, daha iyi yürütülmesine yönelik tavsiyelerde bulunulması, sorunlarının çözümü ve ileriye dönük geri besleme (feed-back) sağlanması amaçlarına hizmet etmelidir. Bu bakımdan izleme ve değerlendirme iki ayrı fonksiyon olsa da birbirini bütünleyen, bağlantılı ve çoğu zaman eş zamanlı olarak yürütülmesi gereken süreçlerdir. Her iki süreç, sistematik bir şekilde işin niteliğine göre uygulama ile eş zamanlı ve devamlılık sağlayacak şekilde yürütülmelidir. İzleme ne, ne kadar, nerede, nasıl ve niçin olduğu sorularını cevaplayan sürekli bir aktivite olmakla beraber, değerlendirme, etkililik, verimlilik, etki ve sürdürülebilirlik bakımından uygulamadan önce, uygulama sırasında ve uygulama sonrasında yani, belirli sıklıklarla nasıl bir farkın ortaya konduğu sorusuna cevap aramaktadır.

Ülkemizde teknik ve ekonomik açıdan sulanabilir olarak kabul edilen arazi mevcut durumda 8,5 milyon hektar olup, gelişen teknoloji ve ekonomik koşullar doğrultusunda bu alanın artacağı tahmin edilmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından yürütülen çalışmalar devam etmekle birlikte, kesin olmayan tahminlere göre sulanabilir arazi varlığının 10,5 milyon hektara ulaştığı öngörülmektedir.

DSİ tarafından işletmeye açılan sulama sahası 2025 yılı başı itibarıyla brüt 4,9 milyon hektara (3.165 tesis) ulaşmaktadır. Bu alanın %5,4'ü DSİ tarafından işletilmekte, %80,7'si mülkiyeti DSİ'de kalmak üzere işletme, bakım ve onarım sorumluluğu devir sözleşmeleri ile su kullanıcı teşkilatlara devredilmiş, %13,4'ü ise kuyuların açılması, motopompları ve kuyu başı elektrifikasyon tesisleri DSİ tarafından inşa edilerek bir geri ödeme süreci sonucunda Kooperatiflerin mülkiyetine geçmiştir. Sulama şebekeleri ise kooperatifin kendisi, DSİ, Mülga KHGM veya İl Özel İdareleri tarafından yapılarak YAS Sulama Kooperatiflerine devredilmiştir. Geriye kalan %0,05'i ise Devlet Tarım İşletmeleri, Orman Fidan Müdürlükleri, Araştırma Entstitüleri ve Üniversiteler için bedeli karşılığı inşa edilerek işletmeye açılan sulama sahalarını oluşturmaktadır.

DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan ve işletme, bakım ve onarım sorumluluğu devredilen sulama sahasının %82,2'si (654 Tesis), 181 adet Sulama birliği tarafından, %6,6'sı (388 Tesis) 417 YÜS Kooperatifi ve Kalkınma Kooperatifi tarafından, %8,4'ü (289 Tesis) 165 adet Belediye tarafından, %1,0'i (163 Tesis) 169 adet Köy Tüzel Kişiliği tarafından, %1,8'i (28 Tesis) 18 adet diğer su kullanıcı teşkilatlar (Köylere Hizmet Götürme Birliği, İl Özel İdaresi, Üniversiteler) tarafından işletilmektedir.

DSİ, sulama tesislerini devrettiği sulama birlikleri başta olmak üzere su kullanıcı teşkilatlarının kurumsal kapasitesini, ekonomik ve mali yeterliliğini ve sulama işletmeciliği açısından teknik yeterliliğini izleyerek performans değerlendirmeleri yapmaktadır (Harman ve Çakmak 2023; Torun ve Cakmak 2024). Ancak, özellikle kooperatifler, belediyeler, il özel idareleri ve köy tüzel kişilikleri tarafından işletilen sulamalarda, işletme organizasyonunun istenilen düzeyde olmamasının yanı sıra periyodik denetim, izleme ve değerlendirme süreçlerinde de eksiklikler yaşanmaktadır (Cin ve Çakmak 2017).

Diğer taraftan, DSİ'ce geliştirilen ve 239.657 ha tarım arazisine hizmet veren 289 sulama tesisi, 165 belediye tarafından işletilmektedir. Bunların 6'sı Büyükşehir Belediyesi, 93 sulama tesisi ile 76.701 ha alana hizmet vermektedir. Diğer kamu kuruluşları tarafından inşa edilerek işletmeye açılan sulamaların, kooperatiflerde olduğu gibi ne kadarının kaç belediye tarafından işletilmekte olduğuna dair bir envanter ve sulama yönetimine ilişkin veriler bulunmamaktadır. Buna göre, 8,5 milyon ha teknik ve ekonomik sulanabilir alan olarak esas alındığında, 2025 yılı başı itibariyle, brüt 7,2 milyon ha alan için sulama alt yapısı götürülmüş, geriye kalan 1,3 milyon ha için çalışmalar devam etmektedir. Türkiye'de sulama altyapısı götürülerek işletmeye açılan sulama alanlarının %68'i DSİ Genel Müdürlüğü (4,9 milyon ha), %18'i diğer kamu kurum ve kuruluşları tarafından geliştirilen (1,3 milyon ha) (Mülga Toprak-Su ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Özel İdareleri, Belediyeler, TRGM) projelerle ve %14'lük kısmını vatandaşların kendi imkânlarıyla yaptıkları halk sulamalarından (DSİ Havza Master Planları sonuçlarına göre 893.112 hektardır) oluşmaktadır. Teknik ve ekonomik olarak sulanabilir alanın resmiyet kazanarak kesinleşmesini müteakip, 1,3 milyon ha alana ek olarak, 2 milyon ha tarım arazisine daha sulama alt yapısı götürülmesine ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.

DSİ'ce yürütülen "Yenileme Projesi" kapsamında; bütçe imkânlarına göre, belirlenmiş kriterlere göre önceliklendirilerek, açık sistemli mevcut sulama şebekeleri, modern sulama tekniklerinin uygulanabileceği borulu şebekeye dönüştürülmekte, yatırım bedelinin tamamı DSİ'ce karşılanmaktadır. Buna göre, 2025 yılı başı itibariyle 52 adet sulama projesinin yenileme inşaatı tamamlanarak, 39.539 ha sulama alanı kapalı sulama sistemine dönüştürülmüştür. Bununla beraber, yenileme projesi kapsamında, 45 adet sulama tesisinin (136.594 ha) inşası devam etmekte, 49 adet sulama tesisinin (136.594 ha) projesi tamamlanmış durumda, 62 adet sulama tesisinin (451.773 ha) proje yapımı devam etmekte, 85 adet sulama tesisinin (538.621 ha) planlaması devam etmekte olup,

toplam 1.340.232 ha sulama alanına sahip 241 sulama tesisi kapalı sisteme dönüştürülmüş olacaktır. Yenileme projesi kapsamına alınan sulama tesislerinin büyük çoğunluğunun sulama birlikleri tarafından işletiliyor olması, birliklerin paydaş olarak rolünü göstermektedir.

Türkiye genelinde DSİ'ce işletmeye açılan sulamalarda, 2003 yılında sulanan toplam alanın %7'sinde yağmurlama, %1'inde damla sulama yöntemi, %92 sinde yüzey sulama yöntemleri uygulanırken, 2023 yılında sulanan toplam alanın %59'u yüzey sulama yöntemleri ile %24'ü yağmurlama sulama yöntemi ve %17'si ise damla sulama yöntemi ile sulanmaktadır. Su uygulama randımanı yüzey sulama yöntemlerinde %30-%60 arasında değişirken, yağmurlama sulamada %70-75 arasında, damla sulamada %90, toprak altı damla sulamada ise %95 civarında gerçekleşmesi, tarla içinde uygulanan sulama yönteminin ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

DSİ tarafından geliştirilen sulama tesislerinde yürütülen izleme çalışmalarına göre Türkiye geneli ortalama sulanan birim alanda kullanılan su miktarı 9.741 m^3/ha olup, sulama randımanı %49,4 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, kapalı şebeke sulama tesislerinde sulama randımanı %59,2 ve birim alanda su kullanımı 7.911 m^3/ha, sayaç bulunan sulama tesislerinde sulama randımanı %76 ve birim alanda su kullanımı 5.984 m^3/ha, m^3 bazında su kullanım hizmet bedeli tarifesi uygulanan sulama tesislerinde ise sulama randımanı %84 ve birim alanda su kullanımı 5.092 m^3/ha olarak belirlenmiştir. Türkiye ortalamasına göre sayaç bulunan sulama tesislerinde %39, hacim esaslı Su Kullanım Hizmet Bedeli uygulanan kapalı sulama tesislerinde %48 su tasarrufu sağlandığı görülmektedir.

Su kullanım etkinliği değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre tarımsal sulamada suyun en etkin kullanımı, hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulaması yapılan alanlarda elde edilmiştir. Bu bağlamda DSİ'ce inşa edilerek işletmeye açılmış olan kapalı sulama sistemlerinde 2025 yılı başına kadar 67.477 adet ön yüklemeli sayacın montajı tamamlanmış ve kullanımda olup, 2025 yılı içerisinde 113.397 adet ön yüklemeli sayacın montajının tamamlanması planlanmaktadır. DSİ'ce işletmeye açılan sulamalarda su kullanım hizmet bedeli, fiilen sulanan alanın %13 inde kullanılan su miktarına göre hacme dayalı olarak %2'sinde sulama sayısına göre, %1 inde sulama süresine göre ve %84 ünde de sulanan bitki çeşidi ve ekiliş alanına göre tahsil edilmiştir.

DSİ 6. Bölge Müdürlüğü İmamoğlu ve 21. Bölge Müdürlüğü Bayırköy, Aydın ve Söke Sulamaları ile 18. Bölge Müdürlüğü Seyitler ve Selevir Sulamalarında yürütülen sulama otomasyonu pilot projeleri su verimliliğini arttırıcı örnek projeler olarak belirtilmektedir. Proje çerçevesinde, bitki desenine göre sulama zamanı ve su miktarının belirlenmesini, ihtiyaçtan daha fazla su kullanımının engellenmesini sağlayan Dijital Sulama Yönetimi Sistemi (DSY) uygulamaya geçirilecek ve yaygınlaştırılacaktır. Dijital Sulama Yönetim Sistemi (DSY) ile sulama zamanı ve su miktarı belirlenerek gereksiz su kullanımı önlenecektir. Yapay Zekâ Destekli Dijital Su Yönetim Sistemi (E-DSYS), SUTEM ve ATHOM gibi karar destek sistemleri ve su gözlem istasyonları ile entegre çalışacaktır. Gözlem istasyonlarından gelen anlık veriler ile su rezerv ve su arz yönetimi sağlanacak, dijital işletme haritaları oluşturulacaktır. Yapay Zekâ Destekli Sulama Otomasyonu kapsamında sayaç otomasyon sistemleri ile kullanılan su, TL/m^3 üzerinden tahsil edilecektir. Bu kapsamda, havza bitki deseni ve bu desene göre anlık sulama durumu takip ve analiz edilebilecektir. Gerçek zamanlı verilerle yapay zekâ destekli sulama planlaması ve su dağıtımı yapılabilecektir.

Su kalitesi istatistikleri, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen izleme verilerine dayanmaktadır. Türkiye genelinde 2.852 izleme istasyonu ve 365 izleme parametresiyle su kalitesi izlenmektedir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 25 su havzası için havza izleme programları oluşturmakta, DSİ ise bu programlara göre izleme faaliyetlerini yürütmektedir. Toplanan veriler

her yıl Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne iletilerek su kalitesi istatistikleri oluşturulmaktadır. Bu istatistikler idari kayıtlardan üretilmekte olup sektörel kapsam içermemektedir.

Devlet su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yeraltı suyu rezervini belirlemek, suyun amacına uygun kullanımını sağlamak, kontrol etmek ve ekonomik olarak işletilmesini sağlayarak yeraltı suyunu korumak için kuyu ve kaynakların miktar-seviye takibi ve kalite analizi yapılmaktadır. DSİ tarafından yapılan çalışmalarla Türkiye genelinde toplam yeraltı suyu tahsisi yıllık 18.783,8 hm^3/yıl olarak belirtilmektedir. Bunun %66'sı sulamada, %25'i içme-kullanmada, %9'u da sanayide kullanılmaktadır. Sulamada kullanılan yeraltı suyu ile toplam 1,78 milyon ha alan sulanmakta olup alanın %14'ü sulama kooperatiflerince sulanmaktadır. Sulama kooperatiflerince sulanan alanın %63'de ise kapalı sistemle sulama yapılmaktadır. Yeraltı sularının bulunduğu yerler ve derinliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan etütler ve sondajlar sonrasında, suyun miktar ve kalite analizleri yapılmaktadır. İşletme sahalarında rezervlerin tespiti için kuyuların seviyesi ölçülmekte, suyun amacına uygun kullanımı sağlanmakta ve izlenmektedir. Ayrıca, suyun ekonomik şekilde işletilmesi ve yeraltı suyunun korunması amacıyla kuyu ve kaynakların miktar takibi ile kalite analizleri de yapılmaktadır.

2012 yılında yayımlanan yönetmelik ile kalite izlemeleri gözetimsel ve operasyonel izleme olarak ikiye ayrılmıştır. Gözetimsel izlemede, genel durumu tespit edilirken, operasyonel izlemede risk altındaki kütleler için detaylı izleme yapılır. Bu izlemeler sonucunda, Konya, Burdur, Akarçay, Yeşilırmak, Batı Akdeniz, Gediz, Meriç Ergene ve Antalya havzalarında gözetimsel izlemeler tamamlanmış ve operasyonel izlemelere başlanmıştır. Marmara, Doğu Akdeniz, Batı Karadeniz, Kızılırmak ve Doğu Karadeniz havzalarında ise operasyonel izlemelere geçiş için değerlendirmeler yapılmaktadır. Sakarya, Asi ve Dicle havzalarında ise gözetimsel izlemeler devam etmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından 1978-2014 yılları arasında su kalitesi izleme çalışmaları yapılmış, işletilmiş ve veri tabanında kayıt altına alınmıştır. 2014-2023 yılları arasında ise SYGM tarafından hazırlanan izleme programı çerçevesinde izleme çalışmaları DSİ ve SYGM tarafından yürütülmüştür. Su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında DSİ tarafından 2024 yılı için toplamda 1.672 noktada DSİ Genel Müdürlüğü tarafından İdari imkânları ile izleme çalışmaları yürütülmektedir. 324 nokta içme suyu amaçlı ve 1.348 nokta ise genel su kalitesi amaçlı olarak izlenmektedir.

Sorunlar

- Kurumlar arası yetki karmaşası ve mevzuat yetersizliği.
- Su yönetiminde tüm verilerin depolandığı bütüncül bir bilgi sistemi bulunmamakta, yeraltı suları dâhil düzenli izleme yapılamamaktadır.
- İzleme çalışmaları için yeterli gözlem istasyonu, personel, altyapı ve finansal kaynak eksikliği bulunmaktadır.
- Havza İzleme Programlarına uygun izleme yapılamamakta, su kalitesi izleme çalışmaları düzensiz ve yetersiz kalmaktadır.
- Sulama şebekelerinde su ölçümsüz dağıtılmakta, DSİ dışında diğer kurum/kuruluşlar tarafından inşa edilen/geliştirilen sulama tesislerinde izleme ve değerlendirme yapılmamaktadır.
- Eski sulama tesisleri bakım-onarım ihtiyacı nedeniyle etkin kullanılmamakta, su miktarı ve kalitesi hızla değişmekte, mevcut izleme sistemleri bu değişime uyum sağlayamamaktadır.
- Su kaynaklarında kirlilik önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Çözüm Önerileri

1. Su Kanunu çıkarılarak izleme ve değerlendirme süreçleri yasal çerçeveye oturtulmalı, yetki karmaşası önlenerek sulamalar tek merkezden bütüncül yönetilmelidir.
2. Tüm kurum ve kuruluşlara hizmet edecek Ulusal Su Kaynakları Coğrafi Yönetim Sistemi oluşturulmalı, veri paylaşımı sağlanarak Tarım Parsel Bilgi Sistemi, ÇKS ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilmeli.
3. DSİ SUTEM Bilgi Sistemi genişletilmeli, tüm sulamalarda izleme ve performans değerlendirme yapılmalıdır.
4. Sulama şebekelerinde suyun ölçülü dağıtımı için altyapı güçlendirilmeli, otomasyon, akıllı sensörler, IoT tabanlı takip sistemleri ve ön ödemeli sayaçlar yaygınlaştırılmalı.
5. Sulama tesislerinin bakım-onarımı için fon oluşturulmalı, ekonomik ömrünü tamamlayan tesisler yenilenmeli ve tarımda su verimliliğini artıran projelere teşvik sağlanmalıdır.
6. Bakanlık Ar-Ge çalışmaları için ulusal ve uluslararası fonlar kullanılmalı, su yönetimini izleme ve değerlendirme için kurumsal kapasite güçlendirilmeli.
7. Tarımsal su tüketimi uydu görüntüleri ile izlenerek raporlanmalı, güncel envanter çalışmaları ile izleme altyapısı güçlendirilmelidir.
8. Tüm sektörlerde su kaynaklarının kalite ve miktar durumuna ilişkin yürütülen tüm gerçek zamanlı izleme ve bilgi sistemlerini içeren Akıllı Su Yönetim Sistemi kurulmalı.
9. Su kaynaklarının kalite ve miktar ölçümleri havza izleme programlarına uygun olarak gerçekleştirilmeli ve bilgi sistemleri üzerinden kurum ve kuruluşların kullanımına sunulmalı.
10. Su kaynaklarının izlenmesi yapay zekâ ve uzaktan algılama gibi teknolojilerle desteklenmeli.

4.1.2. Suyun fiyatlandırılması

Mevcut durum

Suyun fiyatlandırılması, içme kullanma suyu, tarımsal sulama suyu sektörü ve sanayi sektöründe ayrı ayrı yapılmaktadır.

İçme Kullanma Suyu Sektörü

Türkiye'deki mevcut mevzuat çerçevesinde, 30 büyükşehir belediyeleri sınırları içerisindeki kentsel ve kırsal yerleşimlerde su temini ve atık su hizmetlerinden sorumlu iken, 51 belediye ise mücavir alan sınırları dâhilinde yer alan yerleşimlere su temini ve atık su hizmetlerinden sorumludur. Ancak, ilçe ve belde belediyeleri kendi sınırları içerisinde yer alan yerleşimlerde bu hizmetlerden sorumludur.

Belediyeler Kanunu gereğince, su temini ve atık su hizmetleri tarifeleri belirleme yetkisi Belediye Meclislerindedir. Tarifelerin hesaplanması, ne sıklıkla düzenleneceği veya farklı tüketici kategorileri arasında tarifelerin nasıl yapılandırılacağına ilişkin kararlar belediye meclislerinin takdirine bırakılmış olup herhangi bir yasal kısıtlama yoktur.

Kırsal yerleşimlerde İl Özel İdareleri (İÖİ) su temini ve atık su hizmetlerinden sorumludur. Su ve atık su hizmetlerine ilişkin mevzuat aşağıda verilmiştir:

- 2560 Sayılı İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun (1981). – 23. Madde
- 4736 Sayılı Kamu Kurum ve Kuruluşlarının Ürettikleri Mal ve Hizmet Tarifeleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanunu (2002) -«…bir kişi veya kuruma ücretsiz veya indirimli tarife uygulanmaz.»

- Atık su Altyapı ve Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (2010)-Toplam sistem maliyetleri
- 6360 Sayılı On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (2012)
- 5393 Sayılı Belediye Kanunu
- 5302 Sayılı İl Özel İdaresi Kanunu
- Kültür Yatırımları ve Girişimlerini Teşvik Kanunu (2004)
- 4737 sayılı Endüstri Bölgeleri Kanunu
- Başarılı Sporculara Aylık Bağlanması ve Devlet Sporcusu Unvanı Verilmesi Hakkında Yönetmelik (2008)

Ayrıca, 16.12.2021 tarihli ve 31691 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 15.12.2021 tarihli ve 4920 sayılı **Cumhurbaşkanı kararı** ile belediyelerin ve bağlı idarelerin, "İnsani Su Hakkı" kapsamında belediye meclislerinin ve genel kurullarının alacağı karar üzerine, hane halkı toplam kullanımının beşte birini aşmayacak şekilde belirleyecekleri ücretsiz veya indirimli su tarifelerinden yararlananların 4736 sayılı Kanun'un 1 inci maddesinin birinci fıkrası hükmünden muaf olması sağlanmıştır. Ayrıca KDV %1'e indirilmiştir.

Belediyelerde, tarife türleri aynı zamanda tek seferlik bağlantı ücreti bileşeni ve su sayaçları baz alınarak hacim esaslı bileşeni içeren su idareleri arasında farklılık gösterebilmektedir. İdarelerin bazıları "bakım ücreti" adı altında su faturası başına sabit bir ücret alma eğilimindedir.

Belediyelerde, su temininde hacim esaslı tarifelerin üç türü bulunmaktadır.

Tek kademeli tarife: Tüketim miktarına bakılmaksızın aboneden sabit bir ücret tahsil edilir.

Artan kademeli tarife: Aşırı tüketimi önlemek için, tüketilen metre küp su başına tarife kademeli olarak artmaktadır. İlk kademede su fiyatı düşüktür ve diğer kademelerde su daha yüksek ücretlendirilir.

Ön ödemeli sayaç tarifeleri*:* Ön ödemeli su sayaçları, gelir toplamayı arttırmak ve idareler için sayaç okuma maliyetlerini azaltmak için bir araç olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, ön ödemeli sayaçları kullanan abonelere indirimli tarife sunulmaktadır.

Belediyelerde, atık su tarifelerinde ortak uygulama belirli bir oranda su tarifelerine ek ücret tanımlamaktır. Bazı su kullanıcıları, içme-kullanma suyu hizmeti almasalar da atık su kolektör hatlarına deşarj yaptıklarından atık su ücret tarifeleri ayrı olarak belirlenmektedir.

İl özel idareleri (İÖİ), 04.03.2005 tarihli ve 25745 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 5302 sayılı İl Özel İdaresi Kanunu uyarınca belediye sınırları dışında su temini ve kanalizasyon hizmetleri ile ilgili yatırım yapma sorumluluğunu yerine getirmektedir. İl özel idarelerinin merkezi bütçe ve bakanlıklardan gelen tutarlar dışında neredeyse hiçbir gelir kaynağı bulunmamaktadır. Vergi ve harçları tahsil etme yetkileri yoktur. Bu nedenle, kırsal yerleşimlerde su temini ve atık su hizmetleri için İl Özel İdaresi tarafından herhangi bir tarife uygulanmamaktadır.

İçme ve kullanma suyu Büyükşehir belediyeleri, ilçe belediyeleri ve İl Özel İdareleri tarafından temin edilmekte ve fiyatlandırmada tam maliyet prensibi tam anlamıyla uygulanmamaktadır.

Tarımsal sulama suyu sektörü

Sulama suyunun fiyatlandırılması, sulama tesisi ve bileşenlerinin yatırım, işletme, bakım, onarım ve yenileme maliyetlerini içerir. Ayrıca, sulama projesi tercihiyle vazgeçilen en iyi alternatifin fırsat maliyeti ve dışsallık maliyetlerini de kapsar. Fırsat maliyeti, bir kaynağın başka bir alanda

kullanılmasından vazgeçilen en iyi alternatifin değeridir. Örneğin, sulama için ayrılan finansman, sanayi yatırımlarından elde edilebilecek faydanın fırsat maliyetini oluşturur.

Dışsallık, üretim veya tüketim faaliyetlerinin başkalarına maliyet (negatif dışsallık) veya yarar (pozitif dışsallık) sağlamasıdır. Sulama projelerindeki negatif dışsallıklar, altyapı yetersizlikleri, su kirliliği ve çevresel değişiklikler gibi maliyetleri içerirken, pozitif dışsallıklar ise gıda güvenliği ve sanayiye sağlanan hammaddeler gibi faydaları içerir.

Bu bağlamda, suyun fiyatlandırılması, verimli ve sürdürülebilir bir su yönetimi sağlamak için maliyetlerin karşılanmasını ve kullanıcıların ödeme gücünü dikkate almayı gerektirir. Bu maliyetler, suyun biriktirilmesi, taşınması ve dağıtımı gibi süreçleri kapsar, ayrıca sulamanın sağladığı katma değer ve kar da fiyatlandırmaya dâhil edilir.

Ülkemizde su kullanım hizmet bedeli olarak adlandırılan bedel, “suyun fiyatı” değildir. “Su kullanım hizmet bedeli”; kar olmaksızın, kaynaktan tarla başına kadar suyun iletilmesi ve dağıtılması için yapılan tüm işletme, bakım ve onarım masraflarını ifade etmektedir. Su kullanım hizmet bedeli, yatırım, fırsat ve dışsallık maliyetlerini kapsamamaktadır. DSİ tarafından işletilen sulamalarda ise “işletme ve bakım ücreti”, “su kullanım hizmet bedeli” ile aynı manada kullanılmaktadır. Dolayısıyla su kullanım hizmet bedeli, sosyal, ekonomik, politik ve yasal boyutu bulunan bir ücretlendirme uygulamasıdır.

Sulama ücret tarifeleri aşağıda verilen 2 farklı şekilde belirlenmektedir:

1. DSİ ve yüklenici firma tarafından işletilen sulama tesislerinde işletme ve bakım ücret tarifeleri

2. Sulama Birliklerince işletilen sulama tesislerinde su kullanım su hizmet bedeli tarifeleri

DSİ tarafından işletilen sulama tesislerinde uygulanan işletme ve bakım ücret tarifeleri, 6200 sayılı Kanun’un 26, 28 ve 29. maddeleri doğrultusunda hazırlanır ve Cumhurbaşkanının onayının ardından Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girer. Bu tarifeler, bir önceki yılın işletme ve bakım giderlerine, sulanacak alanlarda yetiştirilecek bitki türüne, sulama alanlarının büyüklüğüne ve bitkilerin su ihtiyacına bağlı olarak belirlenir. Tarifeler, bitki çeşitlerine göre değişen alan bazlı ve hacim bazlı (metreküp su ücreti) tarifelerden oluşur. Çiftçilere verilen suyun ölçülebildiği tesislerde hacim bazlı tarifeler uygulanır. DSİ, bu tarifelerle su satışı yapmaz; yalnızca tesislerin işletme ve bakım giderlerini kar amacı gütmeden, tesislerden yararlananlardan geri alır.

Sulama birliklerince işletilen tesislerde uygulanacak su kullanım hizmet bedeli tarifeleri, 6172 sayılı "Sulama Birlikleri Kanunu" na göre belirlenir. Kanunun 2. maddesinin (j) bendi ve 9. maddesinin (c) fıkrasına göre, su kullanım bedeli, Bakan onayıyla belirlenen asgari bedelin altına düşemez. Bakan tarafından onaylanan asgari bedeller, Bölge Müdürlükleri ve sulama birliklerinin görüşleri dikkate alınarak hazırlanır. Birliklerce belirlenen tarifeler, DSİ Bölge Müdürlüklerince kontrol edildikten sonra yürürlüğe girer. Tarifelerde, bitki çeşitlerine göre değişen alan bazlı tarifeler ve metreküp su ücreti gibi hacim bazlı tarifeler bulunur. Ayrıca, sulama sayısı ve süresine göre de tarifeler belirlenmiş sulama tesisleri vardır (Çakmak ve Avcı 2017).

DSİ tarafından 2024 yılında, çiftçilerin kendi belgeli yeraltı kuyularıyla suladıkları alanlarda 45 TL su kullanım hizmet bedeli uygulanmıştır. Ayrıca, 167 sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun’a göre "Komşu" tarifesi kapsamında olan kişiler, DSİ’den uygun görüş ve YAS kullanma belgesi alarak sulama birliklerine sundukları takdirde, belgeli kuyularla suladıkları alanlarda 45 TL/da su kullanım bedeli öderler.

Sulama Birlikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın onayıyla, "Sulama Birliklerince İşletilen Sulama Tesislerinde Asgari Su Kullanım Hizmet Bedeli Tarifesi" kapsamında, belgeli yeraltı kuyularından sulama yapılan alanlarda belirlenen bedelin %50'sini uygular, ancak bu bedel 45 TL/da’ dan düşük

olamaz. Belgesiz kuyulardan sulama yapılan alanlarda ise, ruhsatlı kuyulardan farklı bedeller uygulanmaya başlanmıştır. Bu düzenleme ile önceki farklı uygulamalar, Türkiye genelinde standart hale getirilmiş ve belgesiz kuyuların çoğalması engellenmeye çalışılmıştır. Tarımda su fiyatlandırmada DSİ, Sulama Birlikleri, Kooperatifler, KTK ve sulama kooperatifleri farklı yöntemlere göre tarife belirlemektedir (Cakmak vd. 2004).

Sanayi Suyu Sektörü

Türkiye' de sanayi suyu kullanımı ile ilgili 2 adet mevzuat bulunmaktadır. 5393 Sayılı Belediyeler Kanunu ve 4562 Sayılı OSB Kanunu'dur. Sanayi suyu sektörü kapsamında, sadece suyunu belediye şebekesinden temin eden veya atık suyunu belediye şebekesine veren sanayilere tarife uygulanmaktadır. Bunun haricinde herhangi bir sanayi suyu fiyatlandırılması bulunmamaktadır. Bunlar göz önüne alındığında, belediye sınırları dışında yer alan endüstriler ve OSB'ler kendi su ve atık su altyapısı yönetimlerini kendileri yapmak ve kendi fiyatlandırma politikalarına karar vermek zorundadırlar. Belediyeler ve OSB'ler kendi fiyatlandırmalarını yapıyor, ancak genel bir fiyatlandırma yöntemi bulunmamaktadır.

Sorunlar

İçme ve Kullanma Suyu

- Su ve atık su hizmetlerinin fiyatlandırılmasına tam maliyet prensibi uygulanmıyor.
- Tarifelerde belirsizlik ve kurumsal yetki karmaşası var.
- Kamuda su fiyatlandırma yöntemleri yeterince net değil.
- Su tasarrufunu teşvik edici fiyatlandırma uygulanmıyor.

Tarımsal Sulama Suyu:

- Su ölçümü yetersiz, tarife belirleme süreçlerinin uzun olması,
- Bitki su tüketimine göre sulama yapılmaması,
- Sulama suyu fiyatlandırmasının suyun verimli kullanımı teşvik edecek nitelikte olmaması,
- Sulama organizasyonlarının finansal sorunları,
- Yeraltı su kaynakları bilinçsiz kullanılması.

Sanayide Kullanılan Su

- Sanayiye ilişkin su tarifesi bulunmuyor.
- Sanayilere yönelik su çekim için ücretlendirme ve düzenleme yetersiz.
- Kaynak maliyetleri fiyatlandırmaya yansıtılmıyor.
- Su kullanım tahsis planları net değil.

Çözüm Önerileri

İçme-kullanma Suyu İçin

- Tam maliyet prensibi uygulanmalı, tarifeler şeffaflaştırılmalı.
- Su hizmetlerinden elde edilen gelirler yine su hizmetlerinde kullanılmalı.
- Tarifeler ödeyebilirlik analizleri ile belirlenmeli.
- Halkın suyun ekonomik değeri konusunda bilinçlenmesi sağlanmalı.

Tarımsal Sulama Suyu İçin

- Borulu sulama şebekelerinde su kullanımı hacim esaslı (TL/m³) ücretlendirme ile fiyatlandırılmalı.
- Açık sistem sulamalarda, kapalı sisteme geçiş tamamlanıncaya kadar TL/sefer esasına dayalı ücretlendirme uygulanmalı.
- Kademeli fiyatlandırma ve teşvik/ödül sistemi uygulanarak suyun verimli kullanımı teşvik edilmeli.
- Suyun ölçümü tüm sulama tesislerinde yapılmalı.
- Sulama tesisleri yenilenerek su kaybı azaltılmalı.
- Su kullanımına göre fiyatlandırma yapılmalı, az su tüketen ürünlere teşvik sağlanmalı.
- Bitki desenine göre kota uygulaması getirilerek aşırı su tüketimi engellenmeli.
- Su tasarrufu konusunda çiftçilere eğitim verilmeli.

Sanayide Kullanılan Su İçin

- Sanayi için özel fiyatlandırma mevzuatı oluşturulmalı.
- Sektörel su tahsis planları uygulamaya geçirilerek suyun verimli kullanımı sağlanmalı.
- Çevresel ve kaynak maliyetleri fiyatlandırmaya dâhil edilmeli.

4.1.3. Hacim esaslı su ücretlendirme sistemleri ve su sayaçlarının zorunlu hale getirilmesi

Mevcut Durum

DSİ'ce ve devredilen sulama tesisleri 2023 yılı sonuçlarına göre sulama randımanı %49,4 olarak gerçekleşmiştir. Sulama faaliyetleri yürütülmekte olan yedek ve tersiyer şebekesinin tamamı kapalı olan 910 adet kapalı şebeke sulama tesisinin sulama alanı 934.431 ha'dır.

910 adet kapalı şebeke sulama tesisinin 538.548 ha (464 adet) sulama alanında sayaç bulunmakta, sayaç bulunan sulama tesislerinin 409.272 ha (411 adet) sulama alanında m³ bazında su kullanım hizmet bedeli tarifesi uygulanmaktadır.

Türkiye geneli sulama randımanı %49,4, birim alanda su kullanımı 9.741 m³/ha, kapalı şebeke sulama tesislerinde sulama randımanı %59,2, birim alanda su kullanımı 7.911 m³/ha, sayaç bulunan sulama tesislerinde sulama randımanı %76, birim alanda su kullanımı 5.984 m³/ha, m³ bazında su kullanım hizmet bedeli tarifesi uygulanan sulama tesislerinde sulama randımanı %84, birim alanda su kullanımı 5.092 m³/ha olarak hesaplanmıştır.

Türkiye ortalamasına göre sayaç bulunan sulama tesislerinde %39, hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulanan kapalı sulama tesislerinde %48 su tasarrufu sağlanmıştır. Su kullanım etkinliği değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre tarımsal sulamada suyun en etkin kullanımı hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulaması yapılan alanlarda elde edilmiştir. Bu kapsamda kapalı şebeke bulunan sahaların tamamında hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulaması yapılabilecek sayaç kurulum çalışmaları yürütülmektedir. Ayrıca sayaç kurulum yapılan sulama alanlarında LORA ağı üzerinden su kullanıcısı bazında yapılan su tüketimleri merkezi olarak uzaktan izlenebilmektedir. Sistem üzerinden hazırlanan su dağıtım programlarının uygulama takibi yapılabilmekte, su kullanıcı kartlarına bitki türü su ihtiyacı kadar su yüklemesi yapılmaktadır. Böylelikle bitki ihtiyacının üzerinde su kullanımının önüne geçilebilmektedir.

Ayrıca DSİ Genel Müdürlüğü tarafından inşa edilerek işletmeye alınan; 6. Bölge Müdürlüğü İmamoğlu Sulaması (3.333 ha), 18. Bölge Müdürlüğü Seyitler Sulaması (250 ha), 21. Bölge Müdürlüğü Bayırköy (319 ha), Hasanbeyler (191 ha) sulamalarında sulama otomasyonu projeleri uygulamaya alınmıştır. İmamoğlu sulamasında işletmeye alınan sulama otomasyonu projesinde yapay zekâ destekli sulama zamanlamasının yapılabilmesi hedeflenmektedir.

Sulama tesislerinde şebekeye alınan su seviyesini, debisini ölçmek, kaydetmek ve kaydedilen verileri aktarmak, verilerin anlık izlenmesini sağlamak maksadıyla sulama kanallarına ölçü tesisi kurulmaktadır. 2024 yılı itibariyle 519 adet limnigraf, 405 adet debimetre olmak üzere toplam 924 adet ölçü tesisi kurulmuş olup merkezi olarak izlenmektedir.

Mevcutta kurulan hacim esaslı kartlı sayaç sistemlerinde aboneye hacim esasına göre su verilebilmektedir. Ancak bitki bazında ne kadar su verildiği bulunmamaktadır. Tarımsal su yönetiminde tüketilen su miktarını ölçmeden ne kadar tasarruf edileceğini belirlemek mümkün değildir. Suyun kullanıcılara verilirken ölçülebilmesi için su sayaçlarının kullanımı gerekmektedir.

Sorunlar

- Çiftçiler için hacim (m^3) bazında su ücretlerinin yüksek olması
- Çiftçilerin yeraltı ve yerüstü sulama sistemleri kullanımında hacim bazında (m^3) su ücreti ödeme isteksizliği
- Çiftçilerin sayaçlı sistemle ilgili tereddütleri
- Sayaçların yüksek maliyetli olması.
- Sayaçlı sistemin üretim maliyetini arttırması
- Çiftçileri üretimden uzaklaştırması
- Hacim esaslı kartlı sayaç sistemlerinde parsele verilen su ölçülmekte fakat bu parselde birden fazla bitki yetiştirme durumunda bitki bazında su miktarı takip edilememektedir.
- Sayaç kullanım zorunluluğu yüksek maliyette üretim yapan çiftçileri kaçak su kullanımına yönlendirmesi.

Çözüm önerileri

- Sulamada israfın önlenmesi adına Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hayata geçirilen suya göre tarım politikalarında il-ilçe ve ürün deseni kapsamında su tüketim kotasının belirlenerek, kota aşımlarında ek ücret uygulanması.
- Parsel bazında su ölçümleri, bitki su ihtiyaçlarının gerçek zamanlı izlenmesi ve hacim esaslı fiyatlandırmanın teşvik edilmesi.
- Veriye dayalı işletme yönetimi yapan çiftçilere kredi, hibe ve su bedeli teşvikleri sağlanmalı.
- Kaçak kuyular ruhsatlandırılmalı, hacim esaslı su kullanım verilerinin izlenebilmesi için ölçüm sistemleri çiftçilere hibe edilmeli.
- Çiftçilere, tarla içi sulama sistemlerinde uygulanan %50 hibe artırılarak çiftçilerin tarla içi sulama sistemleri kullanımı kolaylaştırılmalı.

4.1.4. Su yönetiminde bilgi sistemleri

Mevcut durum

Ülkemizde farklı kurumlar tarafından geliştirilen bilgi sistemleri ve karar destek modelleri bulunmaktadır.

Akım Tahmin ve Havza Optimizasyon Modeli (ATHOM)

ATHOM, 2016'da ilk kez ulusal akım tahmin ve havza işletme modeli olarak DSİ tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. Dinamik ve operasyonel bir sistem olan ATHOM, Sayısal Hava Tahmin (SHT) verileri ile otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) verilerini girdi olarak sisteme almaktadır. Ayrıca barajlara ait su, enerji, mansap ve baraj kısıtı verileri sürekli olarak sisteme girdi şeklinde alınma ve çıkan sonuçlara göre dinamik işletme politikaları oluşturulmaktadır. Geliştirilen akım tahmin ve havza optimizasyon modelleri ile oluşturulan akım tahminleri ve işletme eğrileri Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) içeren Web-tabanlı uygulama sayesinde sistem kullanıcılarına sunulmaktadır. Kısa süreli taşkın işletme modeli ile taşkın riski 10 güne kadar yapılan tahminlerde algılandığı anda baraj rezervuarında ve nehir yatağında taşkın olmadan tüm havzanın optimum şekilde işletilmesi sağlanmaktadır.

Pilot havza olarak seçilen Seyhan havzasında başarılı bir şekilde geliştirilerek uygulanan ATHOM sistemi, Haziran 2020 itibari ile Fırat-Dicle, Kızılırmak, Yeşilırmak ve Ceyhan havzalarına da yaygınlaştırılmasına karar verilmiştir. Planlamaya uygun olarak 2023 Kasım ayında Ceyhan havzası modeli tamamlanarak akım tahmin ve işletme programları ATHOM tarafından üretilebilir yeteneğe kavuşturulmuştur. Kızılırmak havzası için akım tahmin ve işletme programları iş planına göre 2024 Mayıs ayı sonunda, Yeşilırmak havzası için ise 2024 Ekim sonunda ATHOM üzerinden tamamlanmıştır. Bu amaçla başarılı ve operasyonel olan böyle bir sistemin mümkün olduğunca hızlı bir şekilde tüm Türkiye'ye yaygınlaşması ile ülkenin bütün havzalarının tek elden milli bir sistem ile yönetilmesi mümkün olabilecektir.

SUTEM (Sulama Tesisleri Mekânsal Bilgi Sistemi)

SUTEM, DSİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen veya işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu devredilen tesislerin faaliyetlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve raporlanmasını sağlayan dijital bir platform olarak kullanılmaktadır. Proje kapsamında, DSİ tarafından işletilen veya devredilen sulama tesislerinde planlı su dağıtımı, mesaha, tahakkuk ve tahsilat gibi önemli iş kalemlerinin işletme, bakım ve yönetim faaliyeti gösteren tüm kuruluşlara tek bir noktadan hizmet sunacak bir bilişim alt yapısı üzerinden standart bir şekilde gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

Ulusal Su Kaynakları Coğrafi Yönetim Sistemi

Ulusal Su Bilgi Sisteminin ana maksadı; yerüstü, yeraltı ve kıyı-geçiş su kalitesi, su miktarı, taşkınlar ve taşkın risk/tehlike haritaları, suların iklim değişikliği ve kuraklıktan etkilenme durumu, tahsisler, havza yönetim planları, içme suları ve su kaynakları üzerindeki baskı unsurları vb. suyun tüm bileşenleri dikkate alınarak bütüncül su yönetimine hizmet etmektir. USBS ile suyu miktar ve kalite açısından korumak amacıyla tüm kurum/kuruluşlar ile ortak çalışmalar yürütülmekte ve tedbirler paketi ortaya konmaktadır. Su kalitesinin izlenmesinde önemli bir gösterge olan biyolojik kalite bileşenleri, SYGM'nin koordinasyonunda yürütülen çalışmalarla birlikte standart hale getirilmiş ve Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) üzerinden takip edilmeye başlanmıştır. Suyun nihai kalitesi; kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik izleme sonuçlarının bütüncül değerlendirilmesiyle belirlenmektedir. Ekolojik kalite, izleme noktaları ve su kütleleri düzeyinde, zamana bağlı olarak otomatik hesaplanabilmekte ve yayınlanabilmektedir.

CBS tabanlı analizlerle Türkiye ölçeğinde su kayıpları görselleştirilmekte, iş zekâsı destekli özet tablolarla karar destek sağlanmaktadır. Ayrıca, içme suyu kaynakları ile bu kaynaklara bağlı arıtma tesislerine ilişkin veriler ülke genelinde ilk kez konumsal olarak toplanmış, giriş-çıkış su kalitesi verileri uzman değerlendirmelerine sunularak kalite sınıflandırmaları otomatik hale getirilmiştir.

Su kaynakları üzerindeki baskı ve etkiler coğrafi temelli olarak analiz edilmekte; bu sayede alınacak önlemler daha etkin şekilde belirlenmektedir.

Ulusal Su Kaynakları Coğrafi Yönetim Sistemi Kurulum Projesi 2024 yılı Kasım ayı itibariyle başlatılmıştır. Ulusal Su Bilgi Sisteminin modernize edilerek güncellenmesi, alt yapısının ve veri tabanının açık kaynak kodlu bir yazılım haline getirilebilmesi, Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü ile uyumlu hale getirilmesi ve lisans maliyetinin ortadan kaldırılması planlanmaktadır.

Su Verimliliği Bilgi Sistemi

SYGM tarafından planlama çalışmaları yürütülen bu sistem ile kentsel, endüstriyel ve tarımsal sektörlerde, su kullanıcıları bazında mevcut su kullanımları ve su verimliliği planları kayıt altına alınacaktır. Ayrıca, Su Verimliliği Yönetmeliği kapsamında mavi, yeşil ve turkuaz su verimliliği belgelerine ilişkin başvuru ve değerlendirme süreçleri bu sistem üzerinden yürütülecektir. İl düzeyinde su verimliliği planlarının hazırlanması sağlanacak ve "Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı" kapsamındaki eylemlerin ilerleme durumlarının takibi sağlanacaktır.

Akıllı Su Yönetimi Sistemi

Bu sistem ile temel su tahsisi sektörlerinde (içme kullanma, tarım ve endüstri) su kaynaklarının kalite ve miktar durumuna ilişkin yürütülen tüm gerçek zamanlı izleme sistemleri ve uygulamaların (Ulusal Su Kaynakları Coğrafi Yönetim Sistemi, Su Verimliliği Bilgi Sistemi ve İçme-Kullanma Suyu Takip Sistemi) tek bir karar destek sistemi olan Akıllı Su Yönetimi çatısı altında toplanması hedeflenmektedir. Sistemin tüm sektörlerdeki güncel su kullanımlarına ilişkin bilgiler sunan SCADA sistemleri, yapay zekâ ve uzaktan algılama gibi teknolojiler dâhil edilerek geliştirilmesi planlanmaktadır. Sistemin kurulmasına yönelik fizibilite etüdü yapılması için hazırlık çalışmaları devam etmektedir.

İçme kullanma suyu havzalarının sayısallaştırılması ve Türkiye su atlasının oluşturulması

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen proje ile içme-kullanma suyu havzaları ileri Coğrafi Bilgi Sistemi araçları ile sayısallaştırılacak ve Türkiye Su Atlası hazırlanacaktır. Böylelikle, içme-Kullanma suyu havza sınırlarının doğrulanarak güncellenmesi sağlanacaktır. Türkiye'nin 25 havzasında önemli ve temel su kaynaklarının yer aldığı, CBS ortamında mühendislik araçları kullanılarak üretilecek haritalar ve bunlara eşlik edecek kültürel, tarihsel, su kaynakları bilgileri vb. içeren envanterin görsel ve metinsel olarak yer aldığı dijital ve basılı ortamda "Türkiye Su Atlası" hazırlanacaktır. Proje kapsamında çalışmalar devam etmekte olup 2026 yılı şubat ayında tamamlanması planlanmaktadır.

Sulama Yönetimi ve Bitki Su Tüketimi Sistemi (TAGEM-SuET)

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehber" i güncellenerek dijital ortama taşınmış ve TAGEM-SuET (Tarımsal Su Yönetiminde Sulama Yönetimi ve Bitki Su Tüketimi Sistemi) yazılımı yapılmıştır. TAGEM SuET tüm Türkiye'yi kapsayan bir sulama yönetimi bilgi sistemidir. Sistem bu haliyle akademisyenler, araştırmacılar, proje ve işletme mühendisleri ve çiftçiler için kolay ve etkili çözümler sunmaktadır. Sulama Yönetimi ve Bitki Su Tüketimi Sistemi (TAGEM SuET), sürekli geliştirilmeye ve güncellenmeye açık bir hesaplama ve karar destek aracı olarak, sulama randımanının yıldan yıla artmasına ve aşağıda verilen faaliyetlere sağlayacağı desteklerle, Türkiye' de tarımda su ve kuraklık yönetimine önemli katkılarda bulunmaktadır.

TAGEM-SuET, tagemsuet.tarimorman.gov.tr web sitesi üzerinden çiftçiler özelinde tüm su sektörü kullanıcılarının bitki su tüketimi hesaplamalarını ücretsiz olarak mevcut meteorolojik veriler kullanılarak 7 farklı yöntem ile hesaplama olanağı sağlanmaktadır.

- TAGEM-SuET sistemi, hem tam sulama hem de kısıntılı sulama koşullarında farklı toprak bünyeleri ve sulama yöntemlerine (yüzey, damla sulama, yağmurlama sulama) göre sulama zaman programlaması yaparak farklı dosya türlerinde raporlama imkânı sunmaktadır.
- Sulama modülü ve planlama modülü ile hem bireysel çiftlikler için hem de büyük sulama sahaları için, onar günlük dönemlere göre sulama modülü, debi ihtiyacı ve su kaynağı ihtiyacı hesaplama imkânı sağlanmaktadır. Böylece sulama sistemlerinin tasarımı ve işletmesinde önemli bir araç sunulmuştur.

Tarım Cebimde- Su: Tarım Cebimde mobil uygulamasına eklenen **"Su"** sekmesinde yer alan **TAGEM SuET** modülü sayesinde uzun yıllar ortalamasına dayanan meteorolojik veriler üzerinden üreticilerimiz arazilerinin bulunduğu mahalle, yetiştirilen bitki, toprak ve sulama yöntemlerini seçerek en doğru sulama programına en kısa yoldan ulaşabilmektedir.

Su kaynakları yönetiminde karar destek sistemleri (HİDROTÜRK Milli Model Yazılımı)

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından 2016-2019 yılları arasında gerçekleştirilen "Ülkemize Uygun Hidrolojik, Su Kalitesi ve Ekolojik Modellerin Geliştirilmesi Projesi" ile birlikte milli ve yerli bir yazılım olan HİDROTÜRK Modelinin temelleri atılmıştır. HİDROTÜRK Modeli, içerisinde Hidroloji, Hidrodinamik, Hidrojeoloji, Su Kalitesi ve Ekolojisi modellerini barındıran, ülkemiz şartlarına uyumlu, uluslararası normlara uygun, havza veya su kütlesi ölçeğinde uygulanabilen bir karar destek sistemidir. HİDROTÜRK Modeli, açık kaynak kodlu ve ücretsiz olarak erişilebilen Quantum GIS Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımına eklenti olarak geliştirilmiş olup modelin test ve doğrulama çalışmaları devam etmektedir.

HİDROTÜRK 1. Faz Projesinin devamı niteliğinde olan "HİDROTÜRK Modelinin Geliştirilmesi ve Sürdürülebilirliğinin Sağlanması Projesi (HİDROTÜRK Faz-2)" 2023 yılı itibariyle başlamış olup bu proje ile HİDROTÜRK modelinin teknik alt yapısının güçlendirilmesi hedeflenmektedir. İlave olarak, kısıtlı veri bulunan ve hızlı karar alınması gereken durumlarda kullanılması amacıyla, aylık zaman adımında çalışan Hidroloji ve Su Kalitesi modelleri ile mevcut suyun farklı sektörel ihtiyaçları da dikkate alarak optimum dağıtımına olanak sağlayan Su Tahsis Modelinin HİDROTÜRK Modeline entegre edilmesi planlanmaktadır. Böylece, HİDROTÜRK modelinin yeni eklenen modeller ile kullanım alanının genişletilmesi amaçlanmaktadır.

Milli Yazılım ile

- Yerli ve milli model aracı geliştirilecek ve kamu kurumlarının kullanımına sunulacaktır.
- Geliştirilen HİDROTÜRK ile yabancı menşeili modellere bağımlılığın azaltılması hedeflenmekte olup yüksek lisans maliyetlerinden tasarruf sağlanacaktır.
- Yurtdışı kaynaklı modellerin kullanımından doğabilecek veri güvenliği ihlallerinin önüne geçilmesi sağlanacaktır.
- Su kaynakları yönetiminde kullanılan modelleme araçlarına ödenen lisans maliyetleri azalacaktır.
- Ülkemizde üretilen verilere uygun açık kaynak kodlu, modüler ve kullanıcı dostu bir modelleme yazılımı geliştirilecektir.

- Geliştirilen milli yazılımın önce ülkemizde yürütülen projelerde kullanılması için kamu kurumlarında yaygınlaştırılması sağlanacak akabinde yazılımımız dost ülkelerinde kullanımına sunulacaktır.

Yapay zekâ ve uzaktan algılama teknikleriyle su miktarının ve kalite parametrelerinin tespiti

Proje, Türkiye genelinde seçilecek içme suyu kaynaklarında kalite ve miktar değişimlerinin takip edilmesi amacıyla analiz, takip ve raporlama süreçlerini içeren bir yazılım çözümünü kapsamaktadır.

Proje ile uydu /görüntüleri ve yapay zekâ yardımıyla verilen bir havza/alt havza veya poligon içerisinde yer alan içme suyu kaynaklarının durgun suların tespit edilmesi, durgun suların, su kaynaklarının miktar (su yüzey alanı) değişimlerinin ve belirlenen kalite parametreleri (klorofil-a, sıcaklık, renk, bulanıklık, yağ ve gres) değişimlerinin doğru ve düzenli bir şekilde tespit edilmesi, içme suyu havzaları koruma alanları içerisinde kalan faaliyetlerin takip edilmesi ve raporlanması sağlanacaktır. Aynı zamanda su miktar ve kalitesinin ani değişim durumlarından haberdar olunabilmesi için "erken uyarı sistemi" kurulacaktır.

- Proje, Türkiye genelinde seçilecek içme suyu kaynaklarında kalite ve miktar değişimlerinin takip edilmesi amacıyla analiz, takip ve raporlama süreçlerini içeren bir yazılım çözümünü kapsamaktadır. Sistem proje tasarım aşamasında olup,
- Uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) verileri kullanılarak yapay zekâ teknolojisiyle su kalite parametreleri ve miktarının değişimin izlenmesi sağlanacaktır.
- İçme-kullanma suyu kaynaklarının (göl, gölet ve baraj) kalite durumlarındaki ani değişimler sahaya gidilmeden takip edilebilecektir.
- İçme-kullanma suyu kaynaklarının miktarsal değişimleri izlenebilecektir.
- Uzaktan algılama ile su kalite ve miktarına ilişkin üretilecek veriler sayesinde işgücü ve maliyetten tasarruf sağlanacaktır.

Taşkın tahmini ve erken uyarı sisteminin (TATUS) yaygınlaştırılması

SYGM tarafından Türkiye'nin Ulusal Taşkın Tahmin ve Erken Uyarı Sistemi (TATUS), taşkın risklerinin azaltılması ve olası can ve mal kayıplarının önüne geçilmesi amacıyla geliştirilmiş yenilikçi bir sistemdir. İlk olarak 15 pilot alt havzada başlatılan çalışmalar, 2023 yılında başarıyla tamamlanmıştır. 2024 yılında imzalanan yeni proje ile TATUS'un kapsamı genişletilmiş ve sistemin 5 nehir havzasında daha uygulanması planlanmıştır. Bu yaygınlaştırma süreci, taşkın risk yönetimi alanında daha etkin bir altyapının oluşturulmasını ve Türkiye genelinde taşkınlara karşı daha güçlü bir koruma sağlanmasını hedeflemektedir.

Kuraklık tahmini ve erken uyarı sisteminin kurulması

SYGM tarafından geliştirme çalışmaları devam eden Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi (KTEUS) projesi ile kuraklık etkileri önceden tespit edilerek ve hızlı müdahale sağlayarak ekonomik ve sosyal kayıpları en aza indirmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca proje ile Türkiye'nin kuraklıkla mücadelesinde daha etkili su ve tarım yönetimi sağlaması, çiftçileri ve yerel toplulukları kuraklık krizlerine karşı daha dirençli hale getirmesi hedeflenmektedir. Kuraklık risklerinin olumsuz etkilerinin asgari düzeye indirilmesi maksadıyla 2024 yılında başlatılan projenin 2027 yılında tamamlanması hedeflenmektedir. Bu sistem ile ülkemizin tamamında kuraklık tahmininde gerekli olan veriler görüntülenecek, kuraklık analiz raporları hazırlanacak, kuraklık öncesinde su

kullanıcıları ve paydaş sektörlere gerekli uyarılar yapılarak kuraklık riskinin yönetilmesi sağlanacaktır.

Su kaynaklarında tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrolü ve azaltılması

Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı TRGM tarafından yürütülen proje kapsamında, tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin izlenmesi, önlenmesi ve azaltılması amacıyla Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği 2016 yılında yayımlanmıştır. Türkiye genelinde 2.533 yerüstü, 2.319 yeraltı suyu olmak üzere toplam 4.863 izleme istasyonu üzerinden su kaynaklarında nitrat ve diğer kirlilik parametreleri takip edilmektedir.

Su kaynaklarında kirliliği izlemek maksadıyla yerüstü ve yeraltı sularında nitrat ve diğer su kalitesi parametreleri ölçülmekte, veriler Nitrat Bilgi Sistemi (NİBİS) üzerinden kayıt altına alınmaktadır. Tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrolü ve yönetimi ile ilgili bütün iş ve işlemler NİBİS üzerinden yürütülmektedir. TÜBİTAK MAM iş birliğiyle 25 nehir havzasında Nitrata Hassas Bölgeler (NHB) belirlenmiş olup, tüm köy/mahallelerin yaklaşık %10'u hassas bölge olarak tespit edilmiştir. Nitrat Eylem Planı hazırlanarak, kirliliği önlemeye yönelik tedbirlerin etkinliği değerlendirilmektedir. Tarımsal Kirliliği önlemeye yönelik Nitrat Eylem Planının uygulanma düzeyi ve planın uygulama etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla NİBİS e entegre olarak Nitrat Eylem Planı İzleme ve Raporlama Sistemi (NEPİZ) oluşturulmuştur. Nitrat Eylem Planı İzleme ve Raporlama Sistemi (NEPİZ) ile AB Nitrat Direktifi'ne uygun değerlendirmeler yapılmaktadır. Eylem planı kapsamında, çiftçilerin çevre dostu tarım uygulamaları benimsemesi zorunlu hale getirilecek olup, buna ilişkin mevzuat hazırlıkları tamamlanmış ancak henüz yayımlanmamıştır. Planın etkinliği 4 yıllık periyotlarla gözden geçirilerek gerekli güncellemeler yapılacaktır.

Nitrata hassas bölgelerin ilan edilmesi ile bu bölgelerde tarımsal kirliliği önlemeye yönelik olarak hazırlanan nitrat eylem planında yer alan tedbirlerin uygulanması çiftçiler için zorunlu hale gelecektir. Bu tedbirler; tarımsal faaliyetler gerçekleştirilirken uygulanması gereken arazi yönetimi, hayvansal ve kimyasal gübre yönetimi, sulama yönetimi ve işletme kayıtlarının tutulmasına yönelik çevre dostu tarımsal uygulamalardan oluşmaktadır. Nitrata Hassas Bölgelerin ilan edilerek Nitrat Eylem Planının uygulamaya alınması ile ilgili mevzuat çalışması tamamlanmış ancak henüz yayımlanmamıştır.

Meteorolojik veri-bilgi satış ve sunum sistemi (MEVBiS)

MGM tarafından geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. MEVBİS sistemi, Türkiye'de meteorolojik veri desteği sağlamakla yükümlü tek kuruluş olan MGM'nin meteorolojik güncel ve arşiv verilerinin internet üzerinden çevrimiçi sunum ve satışının yapıldığı tipik bir e-ticaret web sitesi gibi çalışmaktadır. MGM, kamu kurumları arasında en büyük veri arşivlerinden birine sahiptir ve veriler MEVBIS sistemi ile internet üzerinden güvenli, hızlı ve etkin bir şekilde ilgili paydaşlara sunulmaktadır. MGM tarafından üretilen veriler tüm kamu kurum ve Kuruluşları, üniversiteler, belediyeler, özel ve tüzel kişiler ile ayrıca yurt dışından özellikle üniversiteler ve tüzel kişilerce de kullanılmaktadır.

Ani taşkın erken uyarı sistemi (FFGS)

MGM tarafından geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Ani taşkın, Dünya Meteoroloji Teşkilatı'nın (WMO) tanımına göre "göreceli olarak kısa süreli (6 saatten az) ve yüksek pik debiye" sahip taşkınlardır. Yılda 5.000'den fazla insanın hayatını kaybetmesine ve büyük sosyal, ekonomik ve çevresel zararlara neden olan en ölümcül doğal afetlerden biridir. Dünya genelinde meydana gelen taşkınların %85'ini ani taşkınlar oluşturmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), ani taşkın erken uyarı sistemleri konusunda WMO ile ortak projeler geliştirmektedir. Bu kapsamda, Karadeniz ve Ortadoğu Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi (BSMEFFGS) ile Güneydoğu Avrupa Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi (SEEFFGS) faaliyete geçirilmiştir.

Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi kar modeli, toprak nemi modeli, yüzey akış eşik modeli ve ani taşkın erken uyarı modeli olmak üzere 4 modelden oluşmaktadır. Model genel konsepti alt havzalardaki belirli bir süre için yüzey akış eşik değerini bulduktan sonra bu değeri verecek yağış değerinin hesaplanması ilkesine dayanmaktadır.

Yeraltı suyu kullanımında sayaç (TARSOP)

TARSOP, yeraltı ve yerüstü suyu kullanımında sayaç kullanımını hedefleyen Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından geliştirilmiş bir tarımsal otomasyon sistemleri programıdır. Programın hayata geçirilebilmesi amacıyla yatırım programı kapsamında gerekli finansman kaynaklarının teminine yönelik çalışmalar devam etmektedir. TARSOP'un temel amacı; köy tüzel kişilikleri, belediyeler ve sulama kooperatifleri gibi küçük ölçekli tarımsal işletmelerde, yeraltı ve yerüstü suyu kullanımında sayaç ve kartlı otomasyon uygulamasını teşvik ederek, su kullanımının izlenebilir ve kontrol edilebilir hale getirilmesini sağlamaktır.

Mevcut durumda, 167 Sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun'da 2011 ve 2013 yıllarında yapılan değişikliklerle, Konya ve Ergene Havzalarındaki tüm kuyulara ve ülke genelindeki sanayi amaçlı tüm kuyulara ölçüm sistemi kurma zorunluluğu getirilmiştir. 1 Mart 2013 tarihinden önce belgelendirilmiş kuyular için sayaç takılması gerektiği sürenin 08 Mayıs 2024 tarihli ve 4514073 sayılı Bakanlık Oluruyla 2 yıl uzatılmıştır. Bu çerçevede, yeraltı suyu sondaj kuyularına sayaç takılmaktadır.

KOP İdaresi'nin 2014-2018 Eylem Planı doğrultusunda, yeraltı suları rasat kuyularında statik seviye, elektrik iletkenlik ve sıcaklık değerlerinin ölçülmesi amacıyla DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından 2016-2019/2022 yıllarında çevrim içi veri izleme imkânı sağlayan limnigraflar kurulmuştur. KOP Bölgesi'ndeki Aksaray, Karaman, Konya ve Niğde illerindeki tüm rasat kuyularından, YAS ile ilgili veriler anlık olarak alınıp kayıt edilmektedir. DSİ Genel Müdürlüğü, bu modeli diğer bölgelere de uygulamaya başlamıştır. DSİ teşkilatı, büyük ölçekli baraj ve göllerin kot ve hacim takibini yapmaktadır; ancak bu tesislerin tarla içindeki kullanımında parsel ve bitki bazında su kullanım miktarı izlenmemektedir.

KOP İdaresi, 2011 yılından bu yana KOP KÖSİP (Küçük Ölçekli Sulama İşleri Programı)'ni yürütmektedir. Bu kapsamda, eski tesislerin borulu sisteme göre yenilenmesi ve yeni sulama projelerinde kartlı ölçüm sistemleri kurulmaktadır. Ancak her tesiste bu sistemler kurulmamaktadır. Bazı toplu sulama tesislerine sahip tüzel kişilikler, kartlı-sayaçlı otomasyon sistemlerinin kurulumu için KOP İdaresinden ödenek talep etmektedir. Ayrıca, orta ve küçük ölçekli yer üstü su kaynakları ile şahıs sulamaları için su kullanımı kayıt altına alınmamaktadır.

Sorunlar

Ülkemizde Su Yönetimi Bilgi Sistemleri kapsamında geliştirilmiş model/programlar ile ilgili sorunlar aşağıda sıralanmıştır.

- Veri temininde yaşanan sıkıntılar, yazılım ekibi ile akademisyenler arasında iletişim eksiklikleri ve aktarım sorunları gelişim süreçlerini aksatmakta ve modellerin nihai hale getirilmesini zorlaştırmaktadır.

- Su kaynaklarına ilişkin sayısal verilerin standartlarının olmaması, veri paylaşımı konusunda sorumlu kuruluşların net olarak belirlenememesi ve bazı verilerin dijital ortamda ulaşılamaz olması,
- Sulama tesislerinde su ölçüm sistemlerinin bulunmaması, şahıs sulamalarında ölçüm araçlarının yüksek maliyetli olması ve bitkinin su ihtiyacına dayalı hacim bazında su takibinin yapılamaması,
- Meteoroloji istasyon sayılarının yetersiz olması,
- Çiftçi eğitimi, danışmanlık ve destekleme faaliyetlerinin eksikliği, eski bilişim altyapısı ve kullanıcı dostu olmayan arayüz kullanımları gibi sorunlar, etkin su yönetimini engellemektedir.
- Nitrata hassas bölgelerin ilan edilmesi ve eylem planın uygulamaya geçilmesi durumunda tedbirlerin uygulanmasına yönelik teşvik ve yaptırımların bulunmaması.

Çözüm Önerileri

- Su yönetiminde bilgi sistemleri geliştirilirken paydaşlarla etkin iletişim ve işbirliği sağlanarak, her aşamada bilgilendirme yapılmalı ve üst düzey destek alınarak darboğazlar aşılmalıdır.
- Gerçek zamanlı su kullanım izleme, yüksek veri analitiği ve yapay zekâ desteği ile verilerin tek bir platformda toplanarak su verimliliği iyileştirilmeli,
- Su kaynaklarına ilişkin sayısal verilerde "Türkiye Su Kaynakları ve altlıkları" kullanılmalıdır.
- Su verileri güncel ve standart hale getirilmeli, sayısal veriler dijital ortama aktarılmalıdır.
- Karar Destek Sistemlerinin Bakanlık bünyesinde geliştirilerek sürdürülebilir hale getirilmesi; yazılım ekiplerinin güçlendirilmesi
- Su Kanunu çıkarılarak kurumsal yetkiler netleştirilmeli
- Verimliliği düşük olan sulama projeleri kapalı sisteme alınmalı
- Parsel bazında su ölçüm sistemleri kurulmalı
- Meteoroloji istasyonları sayısı artırılmalıdır.
- KOP İdaresi üzerinden pilot TARSOP programı yürütülmelidir.

4.1.5. GZFT Analizi

Güçlü Yönler

- DSİ tarafından geliştirilen SUTEM (Sulama Tesisleri Mekânsal Bilgi Sistemi), ATHOM (Akım Tahmin ve Havza Optimizasyon Projesi) vb. gibi yazılımlar ile Dijital Sulama Yönetimine Geçişin alt aşamalarının tamamlanmış olması,
- SYGM tarafından Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) kurulum çalışmalarının tamamlanmış olması,
- Taşkın, kuraklık tahmini ve erken uyarı sistemleri (TATUS, KEUS) gibi karar destek mekanizmalarının geliştirilmiş olması,
- Yeni sulama projelerinin kapalı sistem olarak projelendirilmesi,

- Teknolojik altyapının gelişmesi ile birlikte mevcut mevzuatın analiz edilerek, sulama yönetimine bütüncül yaklaşılabilmesi,
- Su yönetimi ve su kaynaklarının izlenmesinde elektronik su ölçü tesisleri, yapay zekâ destekli otomasyon sistemleri, uzaktan algılama gibi dijitalleşme ve yenilikçi tekniklerin kullanılması,
- DSİ'de İzleme ve Değerlendirme altyapısı bulunması ve faaliyetlerin düzenli olarak yürütülmesi,
- Modern sulama sistemlerinin (damla, yağmurlama, akıllı sulama) Tarım ve Orman Bakanlığı destek ve hibe programı ile yaygınlaşması,
- Akıllı Su Yönetim Sisteminin geliştirilmesi çalışmalarına başlanmış olması,
- İleri teknoloji kullanımı ve dijital sulama yönetimine geçiş sürecinin başlaması,
- Çiftçilere yönelik devlet teşvikleri ve destek programlarının bulunması,
- SUTEM, ATHOM, HİDROTÜRK gibi dijital sulama ve su yönetimi yazılımlarının geliştirilmiş olması,
- Türkiye Su Kaynakları Haritası ve Havza İzleme Programlarının hazırlanmış olması,
- Dünya Bankası, AB fonları gibi dış kaynaklı desteklerin varlığı ve teknik iş birlikleri,
- Yeni mevzuat oluşturma konusunda DSİ'nin deneyimi, sulama birliklerinin kurumsallaşması ve izleme/değerlendirme altyapısının bulunması,
- Güneş enerjili sulama sistemleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması,
- Bakanlık tarafından yürütülen yazılım ve bilgi sistemi geliştirilmesi çalışmalarıyla konusunda uzman personelin yetiştirilmiş olması.

Zayıf Yönler

- Sulama yönetimi ile ilgili farklı kurumların farklı mevzuatlara sahip olması, kurumlar arası iş birliği ve koordinasyonun yetersiz olması,
- Su Kanunu'nun henüz yayımlanmamış olması, su tahsisinde yetkili çok sayıda kurum bulunması, mevzuatın güncellenmemesi,
- Sulama tesislerinin bakım-onarım ihtiyacı, sulama şebekelerinde su ölçüm sayaçlarının yetersizliği, eskiyen sistemlerin modernize edilmemesi,
- Su kaynaklarının izlenmesi için yeterli veri tabanlarının/sistemlerinin olmaması, su kullanımında denetimin yetersiz kalması,
- Tarımsal gelirlerin düşük olması nedeniyle çiftçilerin modern sulama sistemlerine geçişte zorlanması, su yönetimi konusundaki bilinç eksikliği,
- Yeraltı sularının izlenmesine yönelik mevzuat eksikliği,
- Tam maliyet esaslı fiyatlandırma mekanizmasının eksikliği,
- DSİ dışındaki sulama tesislerinde izleme ve değerlendirme eksikliği,
- Su kirliliği ve kimyasal kullanımı nedeniyle su kalitesinin düşmesi,
- Tarımsal sulamada yüksek su kayıpları ve düşük verimlilik,

- Türkiye'nin kişi başına düşen su varlığı açısından su zengini olmaması, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki baskısının artması.

Fırsatlar

- Elektronik su ölçüm sistemleri, yapay zekâ destekli otomasyon çözümleri, uzaktan izleme teknolojileri ile dijital ve akıllı su yönetimine geçilmesi,
- Su kullanımlarının gerçek zamanlı izlenmesi ve yönetimi,
- Su yatırımlarına yönelik dış kaynaklı fonlar (Dünya Bankası, AB fonları) ve uluslararası iş birlikleri,
- Geri dönüşüm, gri su kullanımı, yağmur suyu hasadı gibi alternatif su kaynaklarının devreye alınması,
- Su yönetimi konusunda çiftçi eğitim programlarının artırılması, teşvik ve destek mekanizmalarının güçlendirilmesi,
- Yapay zekâ ve veri analitiği ile su kullanım optimizasyonu,
- Yenilenebilir enerjiyle sulama sistemlerinin teşvik edilmesi,
- Bilgi teknolojileriyle su yönetimi, haritalama ve izleme süreçlerinin güçlenmesi,
- İklim değişikliği ile mücadele kapsamında küresel fonlar ve hibelerden yararlanarak su verimliliğini artıran projelerin hayata geçirilmesi.

Tehditler

- Kuraklık, su kıtlığı ve aşırı yağışlar (sel vb.) nedeniyle su yönetiminde artan riskler,
- Nüfus artışı nedeniyle sektörler arası su rekabetinin artması, yeraltı su kaynaklarının aşırı kullanımı,
- Tarımsal faaliyetlerde pestisit ve kimyasal kullanımının su kaynaklarını kirletmesi, su kalitesinin bozulması,
- Dijital su yönetim sistemlerinin siber saldırılara karşı korunması gerekliliği,
- Su yönetimi ile ilgili mevzuatın karmaşıklığı ve uygulamadaki sorunlar,
- İklim değişikliğinin su kaynakları üzerine olumsuz etkileri,
- Parçalı tarım arazilerinde toplulaştırma çalışmalarının yetersizliği, suyun etkin kullanımını engellemesi,
- Su yönetim politikalarının değişkenlik göstermesi ve uzun vadeli sürdürülebilir planlamanın yapılamaması,
- Muhtemel doğal afetler (kuraklık, sel, heyelan gibi) nedeniyle su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi,
- Kurumlar arası koordinasyon eksikliği nedeniyle kriz anlarında su yönetiminin aksaması,
- Su altyapısındaki eskime ve bakım-onarım çalışmalarının yetersiz olması,
- Hızlı kentleşme ve sanayileşme nedeniyle tarımsal suya olan erişimin azalması,
- Yeraltı sularının aşırı ve plansız kullanımı nedeniyle su rezervlerinin tükenmesi.

4.2. SU KAYNAKLARININ GELİŞTİRİLMESİ

Su kaynaklarının geliştirilmesi, sürdürülebilir su yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliği, nüfus artışı ve artan su tüketimi nedeniyle geleneksel su yönetimi yöntemlerinin etkinliği günümüzde azalmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarının daha verimli ve yenilikçi yöntemlerle geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Özellikle, yeni ve inovatif teknolojilerle atmosferik suyun kullanımı, geleneksel ters ozmos yöntemlerine ek olarak grafen bazlı filtreler ve elektrodiyaliz gibi yeni arıtma teknolojileriyle deniz suyunun tuzdan arındırılması, yenilenebilir enerji kullanımıyla desteklenmesi, mühendislik yapılarında kurulacak sistemlerle yağmur suyunun toplanıp arıtılarak kullanılması, etkin yöntemlerle yeraltı suyunun beslenmesi ve yapay besleme sistemlerinin geliştirilmesi, evsel ve endüstriyel atık suların ileri arıtma yöntemleriyle arıtılarak yeniden kullanılması büyük önem taşımaktadır.

2023/9 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile yayımlanan Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planında geleneksel olmayan su kaynaklarının değerlendirmesi ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik hedef ve tedbirler yer almaktadır. 27 Aralık 2024 tarih ve 32765 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Verimliliği Yönetmeliği ile de yoğun su tüketimi olan faaliyetlerde su verimliliği sistemlerinin kurulması ve Yeşil Su Verimliliği Belgesi alınması zorunluluğu bulunmaktadır. Yeşil Belge almak için su kaynaklarının korunması, kentsel atık su arıtma tesisi çıkış sularının yeniden kullanılması, yağmur suyu hasadı yapılması ve gri suyun yeniden kullanılması gibi kriterler bulunmakta olup bu sayede alternatif su kaynakları oluşturularak tatlı su kaynaklarının üzerindeki baskının hafifletilmesi hedeflenmektedir.

Ayrıca, su tüketiminin algılayıcılar (sensörler) ve yapay zekâ destekli sistemlerle optimize edilerek izlenmesi gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımı, tüm su kaynakları için olduğu gibi tarımsal sulama açısından da elzemdir. Aşağıda su kaynakların geliştirilmesine ilişkin temel başlıklar ve buna ilişkin stratejiler sunulmuştur.

4.2.1. Arıtılmış atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı

Küresel iklim değişikliği, kuraklık ve su kaynakları üzerindeki artan baskı ile suyun günden güne azalan sınırlı ve tükenecek bir kaynak olduğu ve ülkemizin, su kaynakları potansiyeli açısından su zengini olmayan ve su sıkıntısı çeken ülkeler arasında olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bununla birlikte, hızlı nüfus artışı, kentleşme ve gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak ortaya çıkan aşırı kullanım ve kirlilik oluşumu nedeniyle yaşanan sorunlar neticesinde kullanılan suların miktarının azaltımı ve geri kazanımı ile atık suların yeniden kullanımı su kirliliğinin önlenmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesi açısından da önem arz etmektedir. Arıtılmış atık sular, başta sulama amaçlı olmak üzere endüstriyel amaçlı (proses suyu, soğutma suyu, kazan besleme suyu), çevresel amaçlı (sulak alan oluşturulması, sulak alanların beslenmesi yüzeysel ve yeraltı sularının beslenmesi), sanitasyon ve genel temizlik işlerinde ve diğer (yangın suyu olarak, maden ve hazır beton endüstrisinde toz kontrolü/saha sulama suyu olarak, gri suların kapalı devre olarak pisuvar ve sifon suyu olarak yeniden kullanımı vb.) birçok alanda kullanılabilmektedir.

Arıtılmış atık suların kullanımı; su kaynaklarının korunması ve su stresinin azaltılması, tarım ve endüstri için alternatif su kaynağı oluşturulması, çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi açısından oldukça büyük önem arz etmektedir. Ancak arıtılmış atık suyun yeniden kullanımında, yasal düzenlemeler ve standartlar doğrultusunda, kullanım amacına uygun olarak atık suyun arıtılması, halk sağlığını korumak için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (ÇŞİDB) atık su yönetimindeki temel politikası; öncelikle atık

su oluşturmayan, tasarruflu su kullanan veya oluşan atık suyu geri kazanarak tekrar kullanımını sağlayan temiz üretimin benimsenmesi ve kirliliğin kaynağında önlenmesi ile atık suların alternatif bir su kaynağı olduğu yaklaşımı ve döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde, arıtılmış atık suların farklı alanlarda tekrar kullanımının yaygınlaştırılmasıdır. Bu çerçevede, arıtılmış atık suların kullanım alanlarının genişletilmesi, uygulamaların kolaylaştırılması, yaygınlaştırılması ve teşvik mekanizmalarının oluşturulmasına amacıyla ulusal mevzuatımızda gerekli güncellemeler yapılmıştır. ÇŞİDB tarafından hazırlanan ve 20.03.2010 tarihli ve 27527 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nin Ek-7'sinde yer alan "Arıtılmış Atık suların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri" bölümünde yapılan revizyon ile arıtılmış atık suların sulamaya ilave olarak çevresel, endüstriyel ve diğer kullanım alanlarında yeniden kullanımına ilişkin düzenlemeler yapılmış ve 25.10.2022 tarihli ve 31994 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Marjinal Suların Tarımsal Sulamada Kullanımının Araştırılması ve Döngüsel Ekonomiye Katkısının Belirlenmesi (MARSUDE)

Günümüzde artan nüfus, küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi birçok nedenden dolayı iyi kalitedeki su kaynakları azalmakta ve gün geçtikçe kalitesi bozulmaktadır. Özellikle tarımsal üretimin artırılabilmesi için daha düşük kaliteli ve sulamaya daha az uygun olan su kaynaklarının kullanılması öngörülmektedir. Bu kapsamda yapılan Ar-Ge çalışmaları ile marjinal suların tarımda kullanılma imkanları ve koşulları araştırılarak düşük nitelikli suların çevreye duyarlı teknikler ile sulamada kullanılmasına katkı sağlaması amacı ile Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından "Marjinal Suların Tarımsal Sulamada Kullanımının Araştırılması ve Döngüsel Ekonomiye Katkısının Belirlenmesi (MARSUDE)" projesi 2022 yılında başlamış olup 2024 yılı sonu itibariyle tamamlanmıştır. Proje ile Türkiye'de tarımsal sulamada alternatif su kaynaklarının (arıtılmış evsel atık su, drenaj suyu vb.) kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Proje kapsamında Kırklareli, Eskişehir, Konya ve Erzurum illerinde evsel atık su arıtma tesislerinden çıkan suyun tarımsal amaçlı kullanım uygunluğu incelenmiştir.

Proje çıktıları, temiz su kaynaklarının korunmasına katkı sağlayacağı gibi, atık su bertarafı ve yüksek bitki besin elementi içerikleri ile gübre kullanımını azaltarak döngüsel ekonomiye katkı sağlaması beklenmektedir.

Arıtılmış Atık Suların Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımına İlişkin Yenilikçi Tedbirler ve Proje Fikirleri

Türkiye'de evlerde, sanayide, enerji üretiminde ve tarım sektörlerinde kullanılan suların yeniden kullanımına yönelik olarak alternatiflerin incelenip değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak, ülkemizdeki kentsel ve endüstriyel atık su arıtma tesislerinden deşarj edilen atık suyun yeniden kullanımını artırmak amacıyla 2017 yılında, ÇŞİDB ÇYGM tarafından Arıtılmış Atık suyun Yeniden Kullanımı (YenidenSu) Projesi yürütülmüştür. Proje kapsamında ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat ve uygulamalar incelenmiş, ulusal mevzuat eksiklikleri belirlenmiş ve gerekli yasal çerçeveyi oluşturmaya yönelik teknik ve idari kriterler ile alternatif arıtma teknolojileri, su kalitesi kriterleri ve izleme sıklıkları önerilerek çeşitli yeniden kullanım alternatifleri (kentsel, tarımsal, çevresel, endüstriyel kullanım dâhil) oluşturulmuştur. Madencilik, gıda, içecek, kağıt, enerji sektörleri ve organize sanayi bölgeleri için uygulama kılavuzları hazırlanmış ve proje paydaşlarına dağıtılmıştır. Projenin çıktıları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nin revizyonunda kullanılmıştır. Ayrıca, bu konu ile ilgili olarak SYGM tarafından 2019 yılında "Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi Projesi" hazırlanmıştır. Bu proje kapsamında Türkiye'de bulunan 601 atık su arıtma tesisi, 328 tarımsal sulama tesisi, 4 ayrık sistemle toplanan yağmur suyu

şebekesi ve 12 soğutma suyu kullanıcısı potansiyel kullanılmış su kaynağı olarak değerlendirilmiş ve 3 ilde atık su arıtma tesisi çıkış sularının yeniden kullanımına yönelik uygulama projeleri hazırlanmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda Türkiye genelinde yapılacak yılda 5,7 milyar m³ kullanılmış suyun yeniden değerlendirilebilmesinin mümkün olacağı ortaya konulmuştur. Uygun kaliteye getirildikten sonra kullanılması önerilen arıtılmış atık sular ile yaklaşık 325.000 ha tarım alanının ve 1,5 milyar m² peyzaj alanının sulamasının yapılmasının mümkün olacağı belirlenmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünce 2023 yılında "Konya Merkez Arıtılmış Atık suların Sulamada Kullanılması Planlama Mühendislik Hizmetleri" işine başlanılmıştır. İş kapsamında; İç Anadolu Bölgesi'nin büyük bir kısmını ihtiva eden 16 no'lu Konya Kapalı Havzasında yer alan ve Konya Büyükşehir Belediyesince (KOSKİ) işletilen Atık su Arıtma Tesisi seçilmiştir. Konya Kapalı Havzasının sınırlı su kaynaklarına sahip olmasına karşın ülkemizde su talebine en çok maruz kalan havzalardan biridir. Havzadaki su ihtiyacının mevcut su potansiyelinden fazla olması nedeniyle havzada alternatif su kaynaklarının geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu maksat ile arıtılmış atık suların sulamada yeniden kullanılması hedeflenmektedir. Sürdürülebilir su yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gerektiği düşünüldüğünde, alternatif su kaynakları bu stratejinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda, Konya Büyükşehir Belediyesi Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) tarafından işletilen Atık su Arıtma Tesisi' nden çıkan suların, iklim, tarım ve gıda krizlerini hafifletmek amacıyla sulamada kullanılması planlanmaktadır.

Katılım Öncesi Yardım Aracı (Instrument for Pre-accession Assistance - IPA) II dönemine önerilen ve IPA III döneminde SYGM ve ÇYGM'nin eş faydalanıcılığında uygulamaya başlanması planlanan Arıtılmış Kentsel Atıksuyun Farklı Alternatifler için Yeniden Kullanımı (Reuse of Treated Urban Wastewater for Different Alternatives - REUSE) başlıklı Teknik Destek Projesi aracılığıyla, arıtılmış atıksuyun faydalı kullanımları, sürdürülebilir ve entegre su kaynakları yönetimine yönelik stratejiler olarak değerlendirilecektir. REUSE projesinin ana hedefi, Türkiye'de arıtılmış kentsel atıksuyun, AB Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi ile uyumlu olarak farklı yeniden kullanım seçeneklerinde etkin kullanımının sağlanmasıdır. Projenin amaçları, ülkemizde arıtılmış kentsel atıksuyun farklı yeniden kullanım alternatifleri için yeniden kullanım potansiyelinin ortaya konulması ve pilot atıksu arıtma tesislerinde arıtılmış kentsel atıksuyun ilgili AB müktesebatı doğrultusunda yeniden kullanımı için tasarım projelerinin hazırlanmasıdır. Proje kapsamında Türkiye için "Ulusal Yeniden Kullanım Master Planı" da hazırlanacaktır.

Önerilebilecek Projeler:

a) Organize Sanayi Bölgelerinde (OSB) arıtılmış atık suların yeniden kullanımı
b) Doğa tabanlı çözümlere entegre edilerek arıtılmış atık suyun kentsel alanlarda ve çevresel besleme amaçlı kullanım uygulamalarının yaygınlaştırılması
c) Tarımsal sulamada kullanılan suyun döngüsel olarak tekrar değerlendirilmesi

Sonuç olarak, arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Su sıkıntısının giderek daha büyük bir küresel sorun haline geldiği günümüzde, atık su geri kazanımı, çevreye duyarlı ve ekonomik açıdan faydalı bir çözüm sunmaktadır. Gelişen teknolojiler sayesinde atık suyun arıtılması ve yeniden kullanılması su tasarrufu sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle sanayi, tarım ve büyük ölçekli yaşam alanlarında uygulanan bu sistemler, suyun verimli kullanılmasına, su maliyetlerinin düşürülmesine ve su kirliliğinin önlenmesine önemli ölçülerde katkı sağlamaktadır.

Atık su geri kazanım sistemleri, çevre dostu bir çözüm olmanın yanı sıra, ekonomik açıdan da büyük faydalar sunmaktadır. Su maliyetlerinin azalması, enerji tüketiminin düşmesi ve bakım giderlerinin optimizasyonu, işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur.

Ayrıca, atık suyun tarımsal sulama gibi alanlarda yeniden kullanılması, gıda üretiminin devamlılığını sağlayarak ekonomik güvenliği destekler.
Sonuç olarak, atık su yeniden kullanımına yönelik yatırımlar, hem çevresel hem de ekonomik açıdan uzun vadede büyük kazançlar sağlayacaktır. Bu tür sistemlerin yaygınlaştırılması, su kaynaklarının korunmasına ve gelecek nesillere daha sürdürülebilir bir yaşam alanı bırakılmasına olanak tanıyacaktır. Gelişen arıtma teknolojileri, suyun yeniden kullanımını her geçen gün daha verimli ve güvenilir hale getirmekte, böylece dünya genelinde su yönetimi konusunda önemli bir adım atılmasına katkı sağlamaktadır.

4.2.2. Su-Enerji-Gıda bağlantısında su kaynakları yönetimi

Su ve enerji sektörleri birbirleriyle sıkı bir şekilde bağlantılı olduğundan, bu sektörlere yönelik stratejik plan ve politikaların oluşturulması, tarım ve diğer ekonomik sektörlerle yakın bir iş birliği içinde yapılmalıdır. Ayrıca, su, enerji ve gıda arasındaki güçlü bağlar göz önünde bulundurularak, bu üç sektöre yönelik strateji ve politikalar entegre bir şekilde geliştirilmelidir. Su, enerji ve gıda sektörlerini kapsayan sürdürülebilir kalkınma stratejileri tasarlanırken, çevresel altyapıya yatırım yapılması, ekosistemlerin korunması ve sağladığı hizmetlerin sürdürülmesi önemlidir. Böylece, sağlam ekonomik kalkınma ve sosyal adaletin desteklendiği bir ortam sağlanabilir.

Özellikle ülkemiz gibi kurak ve yarı kurak ülkelerdeki tarım sistemlerinin, tarımsal verimliliğin düşmesine neden olan su dinamiklerinin kırılganlığı ile karşı karşıya kaldığı açıkça görülmektedir. İklim değişikliği ve buna bağlı olarak sıklığı ve şiddeti giderek artan taşkın ve kuraklık gibi afetlerin yanı sıra, demografik büyüme, ekonomik kalkınma ve kentsel yayılma gibi beşerî müdahaleler, su kıtlığı olan bölgelerde su talebi ile kullanılabilir su kaynakları miktarı arasındaki farkı artırmış ve tüm gıda sistemini etkilemiştir.

Su-enerji-gıda bağlantısı yaklaşımı, sırasıyla sıfır açlık, temiz su ve sanitasyon (sanitasyon temiz içme suyu, atık su ve kanalizasyonunun yeterli arıtımı ve bertarafı ile ilgili halk sağlığı koşulları) erişilebilir temiz enerjiyi amaçlayan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasına doğrudan katkıda bulunmaktadır.

Sonuçta, su, enerji ve gıda sektörlerini kapsayan sürdürülebilir kalkınma stratejileri tasarlanırken, çevresel altyapıya yatırım yapılması, ekosistemlerin korunması ve sağladığı hizmetlerin sürdürülmesi önemlidir. Böylece, sağlam ekonomik kalkınma ve sosyal adaletin desteklendiği bir ortam sağlanabilir.

4.2.3. Toprakta suyun muhafazası ve sürdürülebilir yönetimi

Sulama açısından toprak, suyun depolandığı ama aynı zamanda suyun buharlaşma ile kaybedildiği doğal yapıdır. Dolayısıyla su kaynaklarının geliştirilmesi açısından bakıldığında toprakta yeterli miktarda suyun (yağmur veya sulama suyu) depolanması ve imkânlar dâhilinde suyun buharlaşmasının azaltılması verimliliğe esas konu olarak görülmektedir. Bitki su tüketimi Evapotranspirasyon (ET) kelimesi ile ifade edilmekte olup burada bitkiden olan su kaybına ‘terleme’ veya ‘transpirasyon’; topraktan olan su kaybına ‘buharlaşma’ ya da ‘evaporasyon’ denir. Terlemenin toplamına Evapotranspirasyon ya da Bitki Su Tüketimi denir. Görüldüğü üzere toprak, sulamada başat bir yapıdır.

Toprakta suyun depolanması

Toprakta su derine ve yüzeye hareket eder, böylelikle bitki etkili kök derinliğinde su depolanır. Ancak topağın sıkışması sonucu bu hareketler sınırlanır. Toprak sıkışması tarla içi trafiğinin fazlalığından olmakla birlikte büyük oranda toprağı devirerek ve/veya parçalayarak işleyen pulluk

ve rotovatör gibi makinelerin sebep olduğu taban sertliğinden kaynaklanmaktadır. Toprağın üst katmanlarında olan bu sıkışma yağmur ve sulama sularının derinlere sızmasını kısıtlamakta dolayısıyla toprak yapısına göre depolanma ihtimali olan su depolanamamaktadır (Anonim, 2001). Suyun toprağın kapasitesi oranında depolanması için taban sertliği kırılmalıdır. Bu işlem aynı zamanda bitkinin etkili köklerinin daha derine gitmesine sebep olacağından daha fazla sudan faydalanma imkânı oluşacaktır.

Toprakta suyun depolanmasının artırılması için öneriler

a) Dipkazan kullanımının yaygınlaştırılması,
b) Toprağı devirerek ve parçalayarak işleyen pulluk ve rotovatör benzeri mekanizasyondan uzaklaşılması,
c) Doğrudan ekim yönteminin yaygınlaştırılması,
d) Şeritvari (strip till/zebra sürüm) yönteminin yaygınlaştırılması,
e) Toprağı dikey işleyen mekanizasyonun yaygınlaştırılması

Toprakta suyun tutulması

Toprakta depolanan su buharlaşma ve bitki tarafından terleme ile kaybedilmektedir. Bu aşamada buharlaşmayı azaltacak yöntemler uygulanırsa, su kaynaklarının korunumuna katkı sağlanacaktır. Toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma: toprağın pulluk ve rotovatör gibi toprağı deviren ve parçalayan mekanizasyonla, toprak organik maddesinin azlığı ile toprak yüzeyinin bitki örtüsü ile örtülmemesi ve mekanizasyonla fazla işlenmesinden dolayı kaymak tabakası meydana gelmesi ile oluşabilmektedir.

Toprakta buharlaşmanın azaltılması için öneriler

a) Doğrudan ekim yönteminin yaygınlaştırılması,
b) Şeritvari (strip till/zebra sürüm) yönteminin yaygınlaştırılması,
c) Toprağı dikey işleyen mekanizasyonun yaygınlaştırılması,
d) Yeşil ve organik gübre uygulamasının yaygınlaştırılması,
e) Yeşil kuşak ağaç şeritlerinin (Rüzgâr kıran) oluşturulması
f) Sap parçalama makinası kullanımının yaygınlaştırılması,

Yönetim

Toprakta suyun muhafazası için yukarıdaki önerilen çözüm yöntemleri çiftçiler tarafından henüz büyük oranda kabul görmemiş ancak kabul ettirilmeye muhtaç konulardır. Dolayısıyla bu önerilerin hayat bulmasında büyük güçlükler vardır ve olacaktır. Bu aşamada yönetim/yönetişim başlı başına bir konu olarak ele alınmalıdır. Tarım ve Orman Bakanlığının, kalkınma idarelerinin ve ajanslarının bu konularda çalışmaları olmuştur. Yapılan çalışmalar doğrultusunda edinilen tecrübelerden faydalanılmalıdır.

Bu öneriler, anlaşılacağı üzere başlangıç aşamasında "yayım" kapsamına girmektedir. Çiftçilerin bu teknikleri tanıyıp kabullenme aşamasında destek ve teşvik programlarının devreye girmesi bu yöntemlerin benimsetilmesini kolaylaştıracaktır. Dolayısıyla toprakta suyun muhafazasının sürdürülebilirliği sağlanacaktır. Bu işin hayata geçmesinde devletin ilgili kurum ve kuruluşları ilk sırada yer almalıdır. Ancak uzun soluklu saha takipli işler olmasından dolayı icracı gücün çiftçi teşkilatlarında olması isabetli olacaktır. İllerde öncelikle teşkilatlanmayı büyük oranda sağlamış çiftçi örgütleri üzerinden (sulama birliği) veya müstakil çiftçi örgütleri kurarak, çiftçi teşkilatları desteği ile ve teknik kadrolarla gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu konular ülke genelinde

desteklerle teşvik edilirken, bazı bölgelerde pilot uygulamalarla çiftçi teşkilatları üzerinden kurulacak bir yapılanma ile bir yayım modelinin geliştirilmesi ile yapılabilir.

4.2.4. Yeraltı suyu (YAS) kaynaklarının beslenmesinin artırılması ve geliştirilmesi: yeraltı barajları

Yeraltı sularını yapay yöntemlerle besleyerek miktarını ve kalitesini arttırmak amacıyla birçok teknoloji geliştirilmiştir ve geliştirilmektedir. Bunlardan bir tanesi ise yeraltı barajlarıdır. Yeraltı barajları genellikle geçirimli birimlerin bulunduğu vadi inşa edilmekte, ancak son zamanlarda faklı jeolojik ortamlarda (çatlaklı sistemler ve karstik ortam) uygulamalara başlanmıştır. Sahil bölgelerinde kaya akiferlerinde de inşa edilmeye başlandığı görülmektedir. Günümüzde yeraltı barajlarına ilişkin kullanılan teknik ve teknolojiler artmış ve bu konuda dünyanın farklı yerlerinde olduğu gibi ülkemizde de uygulamalar başlamıştır. Burada en önemli nokta alanın jeolojik ve hidrojeolojik özelliklerinin iyi bilinmesidir.

YAS besleme teknolojileri

Yeraltı sularının beslenmesi; doğal yolla veya yapay yöntemlerle olabilmektedir. Çoğunlukla yağıştan ve yerüstü su kütlelerinden olan doğal beslenmenin arttırılması, yönlendirilmesi veya bilinçli bir şekilde yapay olarak gerçekleştirilmesi söz konusudur. Ayrıca, tesadüfi olarak meydana gelen beslenme de mümkün olabilmektedir.

Yüzey suyu imkânlarının bulunmadığı veya yetersiz kaldığı yerlerde miktar ve kalite yönünden uygun olan yeraltı suları devreye alınmaktadır. Yeraltı suları, yatırımların kısa sürede hizmete girebilmesi, kurak periyotlardan daha uzun sürede etkilenmesi ve kirliliğe karşı doğal olarak korunması gibi ilave avantajlara da sahip olduğundan iklim değişikliğine bağlı olarak yeraltı suyu kullanımının artması yeraltı suyu seviyelerinin düşümünü hızlandırmaktadır. Yeraltı suyu seviyelerinde düşüme neden olan unsurlar arasında; Yeraltı suyuna duyulan sulama, içme ve kullanma suyu talebinin yoğun şekilde artması, yeraltı suyunun emniyetli rezerv değerlerinin üzerinde bir çekime maruz kalması, kaçak kuyuların varlığı, yüzey suyu kaynaklarından yeterince yararlanılamaması, özellikle su sıkıntısının yaşandığı bölgelerde ürün planlaması yapılmaması yer almaktadır. Seviyelerin düşmesi neticesinde yeraltı suyu temini için pompalar daha derinlere monte edilmekte ve enerji maliyetleri artmaktadır. Bu, ekonomik kayba ve işletme verimliliklerinin azalmasına yol açmaktadır.

Arz ile talep arasında sürdürülebilir bir denge meydana getirebilmek için hedeflerin bilinçli olarak tespit edilmesi ve bu hedeflere rasyonel bir şekilde ulaşılması günden güne önem kazanmaktadır. Artan ihtiyaçların karşılanabilmesi için ya arz attırılmalı ya da talep azaltılmalıdır. Arzın arttırılması için depolama tesisleri yanı sıra suni besleme tesisleri inşa edilmesi en akılcı yoldur. Ancak yağışların yetersizliği bu tesislerin inşasını olumsuz etkilemektedir. Talebin azaltılması için ise tarımda tasarruflu sulama sistemleri kullanılıp içme suyunda ise şebekenin kaçak ve kayıpları azaltılmalıdır. Ayrıca su kullanıcılarının eğitilmesi ve su kullanımının ücretlendirilmesi de talep kısıtlayıcı bir faktördür. Su kaynakları yönetiminde kaynak israfı yapılmadan talep kontrol edilmelidir. Bu çerçevede yeraltı sularını beslemek amacıyla DSİ YAS Suni besleme tesisleri yapılmakta olup; bunlardan tamamlanan 114 adet olup, inşaat aşamasında 37, ihale aşamasında 8 ve planlama aşamasında da 98 adet tesis bulunmaktadır.

Arıtılmış atık suların YAS beslenmesinde kullanımı

Arıtılmış atık suların YAS beslenmesinde kullanımı, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından önemlidir. Özellikle su kıtlığı yaşayan bölgelerde, arıtılmış atık suların tekrar kullanımı, yeraltı suyu seviyelerinin korunmasına ve su kaynaklarının verimli kullanılmasına katkı

sağlayacaktır. Öncelikle bu kaynakların çok iyi arıtılması son derece önemlidir. Arıtılmış atık suların geçirgen jeolojik ortamalar üzerine inşa edilen havuzlara yönlendirilerek yeraltı suyuna karışması sağlanabilir, kuyu sistemleriyle doğrudan yeraltı akiferlerine verilebilir; ayrıca doğal su kütlelerine bırakılarak dolaylı olarak yeraltı suyu seviyesini desteklemesi sağlanabilir.

Ancak, yeterli arıtma sağlanmadan gerçekleştirilecek bu tür uygulamalar, Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmelik'in 5. maddesine aykırılık teşkil edebilir. Bu nedenle YAS beslemesi için kullanılacak alanların hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri detaylı olarak incelenmeli; projelerde ileri arıtma teknolojileri kullanılmalı; düzenli su kalitesi izleme programları uygulanarak sağlık riskleri minimize edilmeli; toplum bilinci artırılmalı ve yeniden kullanım politikaları teşvik edilmelidir.

Sonuç olarak, yeraltı suyu yönetiminde entegrasyon sağlanarak su kaynakları korunmalı; arıtılmış atık suların yeraltı suyu beslenmesinde kullanımı doğru planlandığında, sürdürülebilir su yönetimi açısından önemli katkılar sağlayabilir. Bunun için teknik, çevresel ve yasal faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

4.2.5. Jeotermal kaynaklarının kullanımı ve yönetimi

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde belirlendiği gibi sürdürülebilir gıda üretimi, yıl boyunca artan gıda, sebze ve meyve talebini karşılamak için dünya çapında hayati önem taşımaktadır. Aynı zamanda küresel iklim değişikliği, ürünler için normal büyüme mevsimini çeşitli şekillerde etkileyerek, çiftçileri ve geleneksel tarım uygulamalarını zorlayan kuraklık, sel ve şiddetli hava olaylarını beraberinde getirmektedir. Tarım, Türkiye ekonomisinin çok önemli bir sektörü olmakla birlikte, uzun yıllardır gereken potansiyeline de ulaşamamıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri, 2020 yılı üçüncü çeyreği sonunda tarımın gayri safi yurtiçi hasıla içindeki payını %7 olarak göstermektedir. Türkiye'nin önemli ilerlemeler kaydettiği (ikisi de doğrudan jeotermal enerji kullanabilen) iki tarım alanı; sera ısıtması ve tarımsal kurutmadır. Son yıllarda seracılık, gelişen teknolojiyi, yenilikçi yaklaşımları ucuz ekonomik ısıtma ve sıcaklık kontrolü için doğrudan jeotermal enerjiyi benimsemiştir. Halihazırda Türk jeotermal sera sektörü, toplam üretim alanı dikkate alındığında Avrupa'da 1. sırada yer almaktadır (Şener ve ark., 2023a, b).

Jeotermal enerjinin kullanılması sadece ısıtma maliyetlerini azaltmakla kalmaz, sürdürülebilir ve güvenli yerli üretimi de destekler. Mevcut sera faaliyetlerinin çoğu, iklim koşullarının daha elverişli olduğu güney illerinde yoğunlaşmaktadır. Daha soğuk iklimlerde gelişme olmaması, geleneksel enerji kaynaklarının maliyetinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda, jeotermal enerji bu alanda bir oyun değiştirici haline gelmiştir ve Türkiye'de daha soğuk iklim bölgelerinde (Sivas, Afyon, Kırşehir, Ağrı-Diyadin gibi) büyüyen bir jeotermal sera sektörü oluşmaya başlamıştır. 2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Ülkemizde jeotermal enerji potansiyelinin sera ısıtmasında kullanımının yaygınlaştırılması, kaliteli, güvenli, güvenilir ve sürdürülebilir bitkisel üretimin artırılması, tarım ürünlerinde marka oluşturulması, üretimde yerli, ihracatın, verimliliğin, katma değerin, kalkınmanın ve rekabet gücünün artırılmasına yönelik kaynak oluşturmak amacı ile jeotermal seracılık fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi yayınlanmıştır. Bakanlığın desteği ile Türkiye'de jeotermal organize sera bölgeleri kurulmaya başlanmıştır. Jeotermal enerji ile hem ısıtma hem soğutma hem de kurutma için tarımda uygulanabilmektedir. Bu sıcak su kaynağının daha etkin ve doğru kullanılması seraların sürdürülebilirliği için son derece önemlidir

Jeotermal Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimine İlişkin Sayısal Hedef ve Öngörüler

Türkiye jeotermal ısıtmalı sera bakımından Türkiye dünya lideri konumundadır. 1 m^2 sera yatırımının maliyeti 80-120 dolar arasındadır. Bu tutar seranın kurulduğu yöreye, tipine,

büyüklüğüne, arsanın durumuna, jeotermal sahanın özelliklerine ve ısı alımının şekline göre değişmektedir. Ancak ortalama bir rakam aldığımızda m^2 başına 100 dolar olacak şekilde hesaplanır ise; 5293 da x 10^3 (m^2) x 100 dolar/m^2 x 37 TL/dolar = 19.584.100.000 TL'dir. Bir dekar alana sahip jeotermal sera içi yaklaşık 1lt/sn akışkana ihtiyaç var. 2022 yılında 5293 dekar sera alanı var iken yakın zamanda bu değer 21.500 da çıkacaktır. Bu nedenle ciddi bir jeotermal akışkana ihtiyaç vardır.

2022 yılında yapılan Türkiye jeotermal strateji raporunda Türkiye için hem jeotermal sera hem de jeotermal kurutma ile ilgili öngörüler yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Jeotermal Enerjini Kullanımı ile İlgili Öngörüler

Doğrudan kullanım alanları		Mevcut Durum 2022	Kısa Vade (2030)	Orta Vade (2040)
Sera	MWt	1.230	2.800	4.600
Gıda Kurutma	MWt	9,5	80	300

Mevcut durum ve kısa vadede deki verilere bakılınca çok miktarda sıcak su kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kaynağın elde edilmesine ilişkin derin sondajların yapılması gerekecektir.

Jeotermal Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimine İlişkin Politika Önerileri

1995 yılında dünyadaki jeotermal kaynakların sera ısıtmasında yıllık enerji kullanım oranları 2020 yılına kadar yaklaşık üç katına çıkmıştır. Dünyada gelişen trende paralel olarak Türkiye, 2022 yılında jeotermal sera ısıtma kapasitesini 1.230 megawatt ve toplam sera alanını 5.293 dekara çıkarmıştır. Ancak, yüksek teknolojili seracılık (her türlü ısı kaynağıyla ısıtılan) toplamın %2'sinden daha azını oluşturmaktadır. Jeotermal olarak ısıtılan seralar, toplam ısıtılan sera alanının ise %30'u gibi önemli bir paya sahiptir (Şener ve ark., 2023a, b).

Gıda kurutma işleminde jeotermal kaynakların kullanılması, gıda kaybı miktarını azaltmaya yardımcı olabilir. 2015 yılında dünya genelinde yaklaşık 48 milyon ton yaş meyve ve sebze üretilirken, yaklaşık 17 milyon ton çöpe atılmıştır. Gıda kurutma bu israfı azaltabilir ve böylece ekonomiye ve çevreye olumlu katkıda bulunabilir. Açık havada güneşte kurutma gibi geleneksel kurutma yöntemleri Türkiye'de halen en yaygın yöntemlerdir. Ancak toz, toprak ve böceklerle oluşacak kirlenme nedeniyle her zaman uygun değildirler. Ayrıca, sıcaklık ve rüzgâr hızı gibi yönetilemeyen kurutma parametreleri aşırı kurutmaya neden olabileceğinden kurutulmuş ürün kalitesinde kayıplara neden olabilir. Kurutma işlemi en iyi şekilde kapalı ve kontrollü bir ortamda yapılmalıdır. Bu, kurutulan ürünlerin kalitesini artırır ve kuruma süresini kısaltır. Ancak bu kurutma işlemleri termal ve elektrik enerjisi gerektirir. Bu nedenle jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları kontrollü kurutma yöntemlerinde önemli bir rol oynayabilir. Mevcut durumda İzmir, Balıkesir ve Kırşehir örneklerinde olduğu gibi tarımsal kurutma uygulamaları son yıllarda artmış ve 2022 kapasitesi 9.5 megawatt seviyesine ulaşmıştır. Ancak mevcut tarım ve seracılık sektörü göz önünde bulundurulduğunda ulaşabilecek potansiyel bu değerin oldukça üzerindedir.

Mevcut durumda jeotermal akışkanın etkin ve doğru kullanmaması nedeni ile ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Bu akışkanın sürdürülebilirliği için alanların rezervuarlarının iyi tasalanması, reenjekisyon kuyuların doğru ve etkin şekilde yapılması ve bununla birlikte aşağıda belirtilen çalışmalar son derece önemlidir (Baba ve Ármannsson, 2026; Baba ve ark., 2019; Baba ve Chandrasekharam, 2022; Şener ve ark., 2023a,b):

- Etkin mevzuat ve düzenlemeler, düzenleyici yapı ve politika: İzinlerin hızlı bir şekilde işlenmesi ve düzenlemelerin planlanabilmesinin sağlanması ve yönetmeliklerin sorun çözücü şekilde revize edilmesi.

- Güvenli, inovatif ve etkili operasyonel faaliyetler: Güvenli ve etkili uygulamayı sağlamak için yatırım kararlarını ve operasyonel faaliyetleri optimize etmek, sektörel ve kurumsal altyapıyı ve personel kalitesini arttırmak.
- Güçlü kamu desteği: Fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişte ve bu geçişte jeotermal enerjinin rolü hakkında ulusal ve yerel diyaloğun yoğunlaştırılması.
- Yenilikçi yaklaşım: Yeraltı ısı arzını ısı talebiyle daha iyi karşılamak için yenilikler, alternatif doğrudan kullanım uygulamalarının teşvik edilmesi, tüm değer zinciri ve yaşam döngüsü boyunca maliyetleri azaltmak ve güvenliği daha da artırmak için inovasyon bazlı sektörel gelişimin sağlanması.
- Doğrudan kullanım uygulamalarının teşvik edilmesi: Isı talebinin konsolide edilmesi ve yapılandırılması ile birlikte sera ısıtma ve kurutma uygulamalarının tek başına ve/veya jeotermal elektrik santralleri ile entegre uygulanmasının yaygınlaştırılması.
- Reenjekisyon kuyularının artırılması,
- Akışkanın miktarına ilişkin detay yer bilimsel çalışmalarının yapılması
- Jeotermal akışkanın sera ısıtılmasında kullanılabildiği gibi bu akışkan toksik minerallerden arıtılarak tarımsal sulamada kullanılması

Jeotermal Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimine İlişkin Yenilikçi Tedbirler ve Proje Fikirleri

- Jeotermal seralarda ısıtma kaybını azaltmak için dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi,
- Jeotermal sahalarda derin ve yönlü sondaj teknolojilerine ilişkin çalışmalara ağırlık verilmesi,
- Jeotermal sera bölgelerinde sismiklerin ölçülmesi ve izlenmesi,
- Jeotermal sera bölgelerinde çökme, mikrosismisite problemlerine çözüm olacak modeller ile teknolojilerin geliştirilmesi,
- Jeotermal akışkanlardan minerallerin elde edilmesine yönelik çalışmaların artırılması ve geliştirilmesi,
- Jeotermal sera bölgelerinde sondaj kuyularının tasarımlarının geliştirilmesi,
- Jeotermal sera bölgelerinde çevresel etkilerini gidermeye yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi,
- Jeotermal sera bölgelerinde jeotermal akışkanın doğrudan kullanımına yönelik çalışmalar ve teknolojilerin geliştirilmesi,
- Jeotermala sera sahalarında yer kabuğuna ilişkin ayrıntılı ısı haritalarının oluşturması
- Jeotermal sera bölgelerinde doğru ve etkin reenjeksiyon kuyularının açılması

Sonuç olarak, Türkiye jeotermal kaynaklar açısında oldukça zengindir ve bu sıcak su kaynaklarının sera ve tarımsal ürünlerinde kurutulmasında kullanılması ülke ekonomisine ciddi katkılar sağlayacaktır. Jeotermal kaynakların doğru ve etkin kullanılması hem rezervuarların sürdürülebilirliği hem de çevresel sorunların en aza indirilmesi için son derece önemlidir.

Aydın, Diyadin (Ağrı), Sarayköy (Denizli) ve Dikili (İzmir) gibi bazı yerlerde tüzel kişilik kazanan Tarıma Dayalı İhtisas Jeotermal Sera Organize Sanayi Bölgeleri kurulmuştur. Bu sektörde daha

fazla gelişme, ilk yatırım maliyetlerini karşılamak veya entegre sistemleri uygulamak için duyarlı bir yasal çerçevenin ve/veya destekleyici mekanizmanın oluşturulmasına bağlıdır.

4.2.6. Atmosferik nemin tutulması ve kullanılması

Su, insan yaşamının devamlılığı için en hayati doğal kaynaklardan biridir. Ancak artan nüfus, sanayileşme ve iklim değişikliği, su kaynakları üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM) verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık %40'ı su kıtlığı yaşayan bölgelerde yaşamaktadır ve bu oranın 2050 yılına kadar %50'nin üzerine çıkması beklenmektedir (İMO,2021). Bu veriler, alternatif su kaynaklarının geliştirilmesi ve mevcut suyun daha verimli kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Atmosferik Su Üretimi (AWG-Havadan Su Üretimi), havada bulunan nemin yoğunlaştırılarak içme suyu haline getirilmesini sağlayan yenilikçi bir teknolojidir. Yeraltı ve yüzey sularına bağımlılığı azaltarak, su kaynaklarının giderek azaldığı günümüz dünyasında sürdürülebilir ve çevre dostu bir çözüm sunmaktadır. Su kıtlığının giderek arttığı, altyapının yetersiz olduğu veya afetlerin su erişimini kısıtladığı bölgelerde, AWG teknolojisi, güvenli ve sürekli su temini sağlayarak su krizine karşı önemli bir alternatif oluşturmaktadır.

Bu sistemler, sadece su üretmekle kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Yeşil binalardan uzak kırsal alanlara, sanayi tesislerinden afet bölgelerine kadar geniş bir kullanım alanına sahip olan AWG teknolojisi, suya erişimde adaletsizliği azaltarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine de katkı sağlar. Doğal su kaynaklarının sınırlı olduğu veya kirlilik nedeniyle içme suyuna erişimin zorlaştığı bölgelerde, AWG'nin sağladığı temiz ve sürekli su kaynağı, hem bireysel tüketiciler hem de büyük ölçekli kullanıcılar için yenilikçi ve uzun vadeli bir çözüm sunmaktadır. Bu bağlamda, AWG, sadece bir su üretim yöntemi değil, aynı zamanda suyun gelecekte nasıl yönetileceğine dair yeni bir vizyonun temsilcisi olarak su krizine karşı küresel ölçekte bir umut ışığı olmaktadır (Ahrestani et al., 2023).

Politika Önerileri

Küresel su krizi, artan nüfus, iklim değişikliği ve sanayileşme gibi faktörlerle giderek büyümektedir. Su yönetimi, mevcut kaynakların korunması, etkin kullanımı ve alternatif su çözümlerinin geliştirilmesini gerektirir. Ülkelerin Su Yönetimi politikaları incelendiği zaman en önemli iki başlığın tasarruf politikaları ve yenilik ve AR-GE çalışmaları ile su yönetimi alanında teknoloji geliştirmeye odaklandığı görülmektedir. Atmosferik Su Üretimi (AWG), havadaki nemin yoğunlaştırılarak içme suyu elde edilmesini sağlayan su yönetimi alanındaki yenilikçi bir teknolojidir. Dünya genelinde su kıtlığı yaşayan bölgelerde, AWG ülkelerin stratejik planlarına dâhil edilmektedir.

4.2.7. Yağmur suyu hasadı

Ülkemizde, küresel iklim değişikliği ile birlikte çok önemli hale gelen en önemli yaşamsal kaynağımız suyun korunması ve depolanması için yağmur suyu hasadının önemi ve su kaynaklarımıza etkileri çok açık şekilde görülmektedir. Yağmur suyu hasadının canlanması ile aşırı su kullanımı ve yeraltı suyu seviyelerinin düşmesi engellenebilir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağış çok az veya mevsimlere göre büyük değişkenlik gösterdiğinden, yağmur suyunun yeniden kullanımı için yerinde biriktirilmesi ve depolanması, dolayısıyla yağmur suyu hasadı projeleri önem kazanmaktadır. Yağmur suyu hasadı, genellikle kullanıcı tarafından finanse edilen, hanelerin kendi kendine su temini için en basit ve en eski yöntemlerden biridir. Bu tip projelerde yağmur suyu özellikle, çatılar, pazar yerleri, fabrika, AVM, kamu binaları gibi alanlarda toplanabilir ve toplanan sular, derin bir çukura, akiferlere veya süzülerek bir depoda toplanmak üzere yönlendirilebilir.

Yağmur Suyunun Toplanması

Eski dönemlerde özellikle su sıkıntısının hissedildiği bölgelerde yaygın olarak görülen sarnıç sistemleri ile yağmur suyu toplanılarak kullanılmaktaydı. Günümüzde de, su probleminin yaşandığı kurak bölgelerde toplam su tüketiminde büyük bir orana sahip olan bahçe sulamasında, yağmur suyu kullanımı su tüketimini büyük oranda düşürmektedir. Bu tip kullanımlar için sarnıç uygulaması oldukça etkin bir yöntem olmaktadır. Sarnıç uygulamaları özellikle yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının kısıtlı olduğu, buna karşın yeterli yağışın bulunduğu yerler ve merkezi su temini altyapısı bulunmayan yerleşimler için ideal çözüm olarak sunulmaktadırlar. Sarnıçların kullanılabileceği yerler arasında kırsal alanlar, kıyı bölgeleri, kurak, yarı kurak alanlar, adalar ve dağınık yerleşimler yer almaktadır. Tipik bir yağmur suyu hasadı sistemi dört bileşenden oluşmaktadır:

1) Yağmur suyunun binaların çatılarından veya zeminden toplanması,

2) Oluk sistemi ile iletiminin sağlanması,

3) Yağmur suyu deposunda biriktirilmesi ve

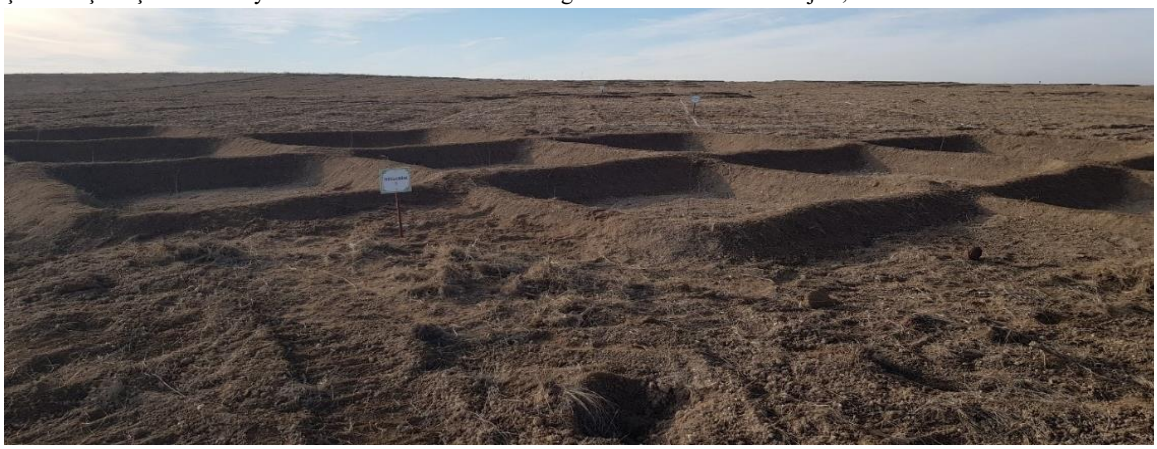
4) Arıtılarak kullanılacak yere iletilmesidir.

Yağış sularından en yüksek fayda sağlayacak bir strateji geliştirmeyi amaçlayan yağmur suyu hasadı yöntemi, yağmur sularının ve yüzey akışa geçen suların toplanıp biriktirilmesi ile evsel, hayvanlar ve küçük alanlarda tüketim için gerekli suyun sağlanmasına yardımcı olur. Kurulacak sahanın yüzey alanı, yıllık ortalama yağış miktarları kullanılarak yapılacak teknik bir hesaplamayla yağmur suyu miktarı hesaplandıktan sonra depo boyutları hesaplanmaktadır.

Yağmur Suyu Hasadının Ağaçlandırma ve Bitkilendirme Çalışmalarında Kullanılması

Artan nüfusa paralel olarak ortaya çıkan su ve enerji krizi ile birlikte, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi ve su kaynaklarının yeryüzünde homojen olarak dağılmaması su sorununu şiddetlendirmektedir. Bu nedenle günümüzde, suyun kullanım ve dağılımında etkin su kullanımına her zamankinden daha çok dikkat edilmesi, kaynakların yeni stratejilerle akıllıca kullanımı gerekmektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı Türkiye'de başta tarım sektörü olmak üzere su tasarrufunu sağlayacak tedbirler ve çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de sektörel bazda mevcut su kaynaklarının yaklaşık %70'i tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Bu bağlamda özellikle bitkisel üretimde ve peyzaj çalışmalarında sulama suyunun tasarruflu kullanılması büyük önem arz etmektedir. Su hasadı hem tarım hem de ağaçlandırma/bitkilendirme çalışmalarında yüzyıllardır başarılı bir şekilde kurak ve yarı kurak alanlarda geleneksel yöntemlerle uygulanmaktadır (Şekil 1). Su hasadı ile yağmur suyu toplanarak genellikle kentlerde evsel kullanım ve peyzaj- perma kültür uygulamaları amacıyla kullanılmakta, kırsal ve ormanlık alanlarda ise mikro havzalar oluşturmak maksadıyla bitkinin kök bölgesinde suyun toplanması amaçlanmaktadır.

Şekil 1. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Su Hasadı AR-GE Projesi, Polatlı-Ankara



Bu yöntemler özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde uzun yıllardır uygulanmaktadır. Ancak ülkemizde yaygınlaştırma noktasında sorunların olduğu bilinmektedir. Nedeni ise büyük alanlarda el işçiliği veya makine işçiliğiyle yapılma zorunluluğundandır. Ayrıca sistem rüzgâr ve ekstrem iklim koşullarına açık arazilerde uygulandığından toprak üstü bu yapılar bozulmaya uğrayacağından ve belirli aralıklarla düzeltilmesi gerekebileceğinden tercih edilmemektedir.

4.2.8. Deniz suyu arıtma

Dünya'nın 3/4'ü sularla kaplı olmasına rağmen yalnızca %2,5'i tatlı su kaynağı olup bu miktarın %0,3'lük bir kısmı kullanılmaktadır. Kalan kısmı buzul, yeraltı suyu ve dağlarda yer alan buzullardır (BM Su İstatistikleri, 2003). Bu da kullanılabilir tatlı su kaynaklarının sınırlı olmasına neden olmakla birlikte, konumsal olarak eşit dağılmaması ve buna karşılık taleplerin artması su temini ile ilgili önemli kısıtlar getirmektedir. Son yıllarda tatlı su potansiyelinin arttırılmasına yönelik önerilen çözümlerin arasına deniz suyunun uygun işlemlerden geçirilerek (desalinasyon) kullanılması da eklenmiş, bu alandaki teknolojilerin gelişimi ile maliyetlerin daha efektif hale gelmesiyle de öne çıkmaya başlamıştır. Tüm doğal sular belirli bir konsantrasyon oranında çözünmüş tuz içermektedir. Doğal sulara ek olarak endüstri de doğrudan kullanıma uygun olmayan tuzlu su üretmektedir. Bu sular içerdikleri Toplam Çözünmüş Madde (TÇM) konsantrasyonuna bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Desalinasyon tesisleri tanım itibariyle tuzlu sudan tatlı su elde edilen tesislerdir. Bu tesislerde genel olarak termal (ısıl) veya membran süreçler kullanılmaktadır. Literatüre göre mevcut tesislerin 1/3'ü termal, 2/3'ü ise membran esaslı çalışmaktadır. Membran yöntemler, tuzlu suyun basınç altında yarı geçirgen bir membrandan geçirilmesi, tuzun membran yüzeyinde tutulması prensibine dayalıdır. Ters ozmos ve elektrodiyaliz gibi sistemler sıklıkla kullanılan membran esaslı yöntemlerdir.

En önemli, en yaygın ve en çok kullanılan yöntemler ters ozmos (RO) membran işlemleri, çok kademeli flaş buharlaştırma (MSF) ve çok etkili damıtma (MED) işlemleridir. Tuzdan arındırılmış suyun üretim maliyetini tahmin etmek amacıyla çeşitli modeller kullanılmaktadır. Maliyet üzerinde etkili olan faktörler arasında en önemlileri kullanılan teknoloji, enerji ve ham suyun özellikleridir. Ters ozmos (RO) membran teknolojisi, çok kademeli flaş buharlaştırma (MSF) ve çok etkili damıtma (MED) tesislerine kıyasla enerji açısından en düşük işletme maliyetine sahip olarak kabul edilir; çünkü ters ozmos sistemleri tüm operasyon aşamalarında yalnızca elektrik enerjisine ihtiyaç duyarken, termal tesisler işletme için yakıt ve ek enerji gerektirmektedir. Ters ozmos membran işlemleri, membran tesislerinin üretim ve verimliliği, tuz oranı yüksek olan tuzdan arındırılmamış ham suyun değişmesine bağlı olarak düştüğü için termal tesislere göre tuzluluğa karşı daha duyarlıdır. Deniz suyu arıtmada en çok kullanılan sistemlerin ilk yatırım ve işletme maliyetleri aşağıdaki tabloda USD/m^3 olarak verilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Deniz Suyu Arıtma Sistemlerinin Kurulum Maliyeti

Maliyetler	MSF	MED	RO
İlk Yatırım Maliyeti	1.700$ - 2.900$	1.700$ - 2.700$	1.300$ - 2.500$
İşletme Maliyeti	0,65$ - 1,25$	0,67$ - 0,96$	0,58$ - 0,88$
Toplam Ortalama Maliyet	0,84$ - 1,60$	1,21$ - 1,59$	1,06$ - 1,36$

Türkiye son yıllarda bazı bölgelerde yaşanan su sıkıntıları nedeniyle deniz suyundan tatlı su elde edinilmesine yönelik yatırımlar ve projelerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık vermiştir. Bu yöntem halen yaygın değildir. Avşa Belediyesi (Balıkesir), Muğla Belediyesi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi bu konuda çeşitli araştırmalar ve yatırımlar yaparak, projeler geliştirmiştir. Avşa Adası'nın içme suyu kaynaklarına sahip olmaması ve yoğun turizm bölgesi olması sebebiyle yerel yönetim tarafından deniz suyu arıtma projesi hayata geçirilmiştir. Tesis saniyede 47 litre ve

günde 4 bin ton temiz su üretme kapasitesi ile Avşa Adası'nın 2040 yılına kadar ki temiz su ihtiyacını garanti altına almıştır.

4.2.9. Denize boşalan tatlı su kaynaklarının kazanılması

Yüksek su varlığına sahip direk denize akan Ceyhan, Seyhan, Manavgat, Dalaman, Ceyhan, Asi, Aksu, Bakırçay, Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Yağlı Dere, Bartın, Filyos, Gökırmak, Devrez, Delice, Kızılırmak gibi sularımız denizlere akmaktadır.

Ülkemizde denize tatlı su olarak karışan yüksek miktardaki suyu, sahil alanlarında dinlenme havuzları kurarak, yenilenebilir enerji türü olan deniz dalgası ile elde edilecek enerji ile tekrar düşük kotlardaki depolama alanlarına boşaltıp, tarım, sanayi ve içme suyu olarak kullanmak amaç olacaktır.

4.2.10. GZFT analizi

Güçlü Yönler

- Türkiye'de atık su arıtma tesislerinin işletilmesine ilişkin bilgi düzeyi ve sektörel farkındalık yüksektir.
- Arıtılmış atık suyun yeniden kullanım oranlarına bağlı olarak arıtma tesislerine enerji teşviki sağlanmaktadır.
- İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle alternatif su kaynaklarına yönelme zorunluluğu artmış ve bu farkındalık bazı bölgelerde gelişmiştir.
- Sulama, tarım ve gıda sektörlerinde çalışan çok sayıda kurumsal yapı ve uzmanlık birikimi mevcuttur.
- Tarımsal sulama altyapısının yaygınlığı, uygulamaların geniş ölçekte hayata geçirilebilmesini kolaylaştırmaktadır.
- Türkiye'nin coğrafi yapısı, yağmur suyu hasadı uygulamaları açısından uygun özellikler taşımaktadır.
- Koruyucu Tarım uygulamaları konusunda deneyimli kamu kurumları ve sivil toplum kuruluşları bulunmaktadır.
- Koruyucu Tarım tekniklerini uygulayabilecek nitelikli teknik personel mevcuttur.
- Yeraltı suyu beslenmesine yönelik yenilikçi teknikler yaygınlaşmakta ve saha uygulamaları artmaktadır.
- Yeraltı suyu yönetimi konusunda uzman teknik personel ve kurumsal bilgi birikimi vardır.
- Türkiye, yüksek jeotermal enerji potansiyeline sahip ülkeler arasındadır.
- Tarımsal sulama uygulamaları özelinde çeşitli teşvik mekanizmaları yürürlüktedir.
- Atmosferik Su Üretimi (AWG) çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif su kaynağı olarak kabul edilmektedir.
- AWG teknolojisi, geleneksel su kaynaklarına olan bağımlılığı azaltma potansiyeline sahiptir.
- Yağmur suyu hasadı, kurak iklim ve zorlu toprak koşullarında dahi ilave sulama ihtiyacı olmadan uygulanabilmektedir.

- Yağmur suyu kullanımıyla gelir getirici bitki türlerinin yetiştiriciliği desteklenebilmektedir.
- Türkiye'de denize boşalan 20'ye yakın büyük nehir, güçlü tatlı su kaynakları arasında yer almakta ve bu nehirlerin su kalitesi büyük ölçüde iyidir.
- Türkiye'nin Akdeniz, Ege ve Karadeniz kıyıları, dalga enerjisi potansiyeli açısından değerlendirilebilir niteliktedir.
- Deniz enerjisi teknolojilerinde enerji maliyetleri görece düşüktür.

Zayıf Yönler

- Arıtılmış atık suyun yeniden kullanımına yönelik toplumda yaygın önyargılar ve bilgi eksikliği bulunmaktadır.
- Arıtılmış atık suyun kullanımına ilişkin kamuoyunda yeterli farkındalık gelişmemiştir.
- Mevcut su arıtma tesislerinin büyük bölümü yeniden kullanım hedefiyle tasarlanmamış, bu nedenle sonradan dönüşüm maliyetleri yüksektir.
- Geri kazanım sistemlerinin kurulması ve işletilmesinde yüksek yatırım ve işletme maliyetleri finansal sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır.
- Su yönetimi mevzuatında kurumlar arası görev dağılımı, yetki sınırları ve yaptırım mekanizmaları konusunda düzenleme eksiklikleri bulunmaktadır.
- Tarımda kapalı sistem sulama, modern sulama yöntemleri ve su verimliliğine dayalı tekniklerin yaygınlığı halen sınırlıdır.
- Yağmur suyu şehir içinde genellikle taşkın olarak değerlendirilmekte ve depolanmadan kaybedilmektedir; ikincil sulamalarda yeterince kullanılmamaktadır.
- Koruyucu Tarım tekniklerinin hassasiyet gerektirmesi ve parsel bazında ileri düzey teknik bilgiye ihtiyaç duyması yaygınlaşmayı sınırlandırmaktadır.
- Koruyucu Tarım uygulamalarına ilişkin mevzuat desteği ve teşvik mekanizmaları yetersizdir.
- Hidrolojik ve hidrojeolojik veri altyapısı birçok bölgede yetersizdir; su planlaması bu nedenle eksik kalmaktadır.
- Su kaynaklarını kirleten unsurların kontrolünde zayıf denetim ve artan çevresel baskılar gözlemlenmektedir.
- Jeotermal sıcak su kaynaklarının sürdürülebilir olmayan şekilde işletilmesi rezervuar kalitesi ve kullanım süresini olumsuz etkilemektedir.
- Türkiye'deki toplam su potansiyelinin tarım, sanayi ve kentsel kullanım açısından etkin değerlendirilememesi söz konusudur.
- Atmosferik su üretim (AWG) sistemlerinin ilk yatırım maliyetleri, geleneksel su sistemlerine kıyasla daha yüksektir.
- AWG sistemleri enerji tüketimi gerektirir; yenilenebilir enerji entegrasyonu henüz sınırlı düzeydedir.
- AWG teknolojileri yalnızca belirli iklim koşullarında (yüksek nem) verimli çalışabilmekte, bu da uygulama alanını daraltmaktadır.

- AWG teknolojileri, üretici ve kullanıcı çevrelerinde yeterince tanınmamakta ve benimsenmemektedir.
- Yağmur suyuna dayalı bitkisel üretim sınırlı tür seçeneği sunmakta ve bölgesel adaptasyon gerektirmektedir.
- Yağmur suyu hasadına ilişkin uygulamalar üreticiler arasında yeterince bilinmemektedir.
- Deniz dalgasından enerji üretimi teknolojilerinde ilk yatırım maliyetleri yüksektir.
- Dalgadan enerji üretimi ve benzeri uygulamalarda saha örneklerinin azlığı yaygınlaştırma potansiyelini sınırlandırmaktadır.

Fırsatlar

- Yağış miktarının düşük ve tatlı su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde arıtılmış atık su, alternatif su kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır.
- Arıtılmış atık suyun yeniden kullanımını desteklemek üzere; 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 29. maddesinde yapılan düzenleme ile atık sularını ileri arıtma teknolojileri ile arıtan kuruluşlara atık su arıtma tesislerinde kullanılan elektrik enerjisinin yeniden kullanım oranına göre %100'e kadarının geri ödenmesi yönünde teşvik bulunmaktadır.
- Atık suyun yeniden kullanımına yönelik arıtma seviyelerinin kullanım alanına göre belirlenmesini sağlayan mevzuat ve teknolojik altyapı mevcuttur.
- Su geri kazanım teknolojileri sürekli gelişmekte olup, yeni uygulama alanları ortaya çıkmaktadır.
- Deniz suyu arıtımına yönelik teknolojilerde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.
- Akdeniz bölgesinde yoğun tarım yapılan alanlarla yağışlı sonbahar döneminin örtüşmesi, doğal su hasadı potansiyelini artırmaktadır.
- Türkiye'nin sahip olduğu geniş tarım alanları, su verimliliği tekniklerinin ölçek ekonomisi ile uygulanmasına imkân sunmaktadır.
- Yeniliğe açık ve eğitim almış çiftçi profili, modern su yönetimi uygulamalarının kabulünü kolaylaştırmaktadır.
- Jeolojik ve hidrojeolojik açıdan uygun alanların varlığı, yeraltı suyu besleme ve yağmur suyu hasadı gibi uygulamaların genişletilmesine olanak sağlamaktadır.
- Jeotermal santrallerin veya enerji tesislerinin bulunduğu bölgelerde çıkan atık suyun, seracılık faaliyetlerine entegre kullanımı potansiyeli mevcuttur.
- Jeotermal akışkanın tarımsal ürün kurutma süreçlerinde doğrudan kullanımına yönelik teknik altyapı ve deneyim gelişmektedir.
- Jeotermalin tarım sektöründe kullanılmasına yönelik uluslararası destek mekanizmaları ve fonlar bulunmaktadır.
- Atmosferik Su Üretimi (AWG) sistemlerinin akıllı şehir projelerine entegre edilebilme potansiyeli bulunmaktadır.
- AWG teknolojileri, yenilenebilir enerji sistemleriyle entegre çalışabilecek kapasitededir.

- Mikro havza yönetimi uygulamaları, mühendislik tasarımları ile birleştirilerek toprak üstü su tutma yapıları güçlendirilebilir.
- Türkiye'de kurak ve yarı kurak alanların yaygınlığı, kuraklık yönetimi ve alternatif su kaynakları teknolojilerinin uygulama sahasını genişletmektedir.
- Su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi yönünde siyasi irade ve stratejik planlama kararlılığı artmaktadır.
- Su verimliliği, atık suyun yeniden kullanımı ve alternatif kaynaklara yönelimi destekleyen yasal mevzuat altyapısı gelişmektedir.
- Su tasarrufuna yönelik toplumsal duyarlılığın ve bilinç düzeyinin artması, uygulamaların sosyal kabulünü artırmaktadır.
- Dalga enerjisinden elektrik üretimi, yenilenebilir enerji portföyünün çeşitlenmesine ve yeşil dönüşüme katkı sağlamaktadır.

Tehditler

- Arıtılmış atık suyun kullanım alanına uygun şekilde arıtılmaması, halk sağlığı ve çevre açısından ciddi riskler oluşturabilir.
- Yetersiz arıtılmış suyun akiferlere karışması yeraltı suyu kalitesini bozabilir; mikrobiyal ve kimyasal kirleticilerin kontrolü zordur.
- Uygun arıtma ve reenjeksyon sistemlerinin yüksek yatırım maliyetleri, yaygınlaşmalarını sınırlamaktadır.
- Toplumda atık suyun yeniden kullanımına dair yanlış algılar, uygulamaların sosyal kabulünü zorlaştırmaktadır.
- Düzenleyici kurumların izin süreçlerindeki bürokratik tutumlar, projelerin uygulanmasını yavaşlatmakta ve yatırımcıyı caydırmaktadır.
- İklim değişikliği kaynaklı kuraklık risklerinin artması, su arz güvenliğini tehdit etmektedir.
- Reenjeksiyon kuyularının sayıca yetersiz ve teknik açıdan eksik olması, jeotermal rezervuarların sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır.
- Jeotermal kaynakların hatalı veya eksik kullanımı, çevresel tahribat ve ekonomik kayıplara yol açabilir.
- Jeotermal akışkanın sera ısıtmasında yanlış yöntemlerle kullanılması verimsizliğe ve enerji israfına neden olmaktadır.
- Su fiyatlandırmasındaki belirsizlikler ve olası artışlar, yatırımcı açısından geri dönüş sürelerini uzatmakta ve ekonomik riski artırmaktadır.
- Su verimliliği teknolojileri ve yenilikçi yöntemlere ilişkin toplumsal ve kurumsal farkındalık seviyesinin halen düşük olması, benimsenme sürecini yavaşlatmaktadır.
- Hava kirliliği ile su kalitesi arasında doğrudan ilişki kuran olumsuz algılar, özellikle atmosferik su üretim sistemlerinin benimsenmesini olumsuz etkileyebilir.
- Ani ve yoğun yağış olaylarının artması, özellikle sera alanlarında taşkın riskini ve tarımsal ürün kayıplarını artırarak gıda fiyatlarında dalgalanmalara yol açabilir.

- Yağmur suyu hasadı uygulamaları için yeterli mühendislik firması ve uzman personelin bulunmaması, uygulama kalitesini ve yaygınlığını sınırlamaktadır.
- Eğimli veya geçirimsiz arazilere sahip bölgelerde yağmur suyu hasadı sistemlerinin uygulanabilirliği sınırlıdır.
- Yağmur suyu hasadına ilişkin mevzuatta genel çerçeve bulunsa da uygulamaya dönük açık ve bağlayıcı yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Yağmur suyu projelerinin desteklenmesi konusunda kamu kaynaklı teşviklerin sınırlı olması, projelerin yaygınlaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

4.3. Su Verimliliği

Su verimliliği, suyun en az israfla ve en yüksek yarar sağlayacak şekilde kullanımını ifade eden bütüncül bir yaklaşımdır. Su kaynaklarımızın sürdürülebilirliğini sağlamak için en etkili, en ucuz ve en uygulanabilir yaklaşım olan su verimliliği ile suyun kısıtlanması değil, israfın engellenmesi ve kayıpların azaltılmasıyla su kullanımından elde edilen faydanın azami seviyeye çıkarılması hedeflenmektedir.

Su verimliliğinin temel unsuru, su kaynaklarının tüm sektörlerde sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasıdır. Sürdürülebilir su yönetimi, iklim dostu uygulamalar ile hidrolojik çevrimin normal bir biçimde devamı, toprak, su ve çevre koruma, gıda güvenliği ve su ekonomisi gibi birçok konuyu kapsamaktadır. Su verimliliği uygulamaları su kaynaklarının yanı sıra enerji, tarım, endüstri, çevre ve ekonomi açısından büyük öneme sahiptir. Su verimliliği başlıca su kullanıcı sektörleri olan tarım, sanayi ve kentsel kullanım alanlarını kapsamaktadır. Bunun yanı sıra su kaynaklarının döngüsel kullanılması, su ayak izi, su hasadı, yasal, idari ve teknik düzenlemeler, toplumsal bilinç ve farkındalığı artıracak yaygınlaştırma faaliyetleri, bütüncül su verimliliği çerçevesi içerisinde yer almaktadır.

4.3.1. Su kaynakları ve verimlilik

Su verimliliğinin artırılmasında en önemli adımlardan biri mevcut su kaynakları potansiyelinin hassas bir biçimde hesaplanması ve su kaynaklarının kalite ve miktar olarak izlenmesidir. Su kaynaklarının miktar ve kalite bakımından korunması, uygun koşullarda su hasadı tekniklerinin yaygınlaştırılması ve su ayak izine ilişkin çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

Sektörel Su Tahsisi ve Verimlilik İçin Planlama

Su kaynaklarının ihtiyaç ve planlamalar doğrultusunda tarım, sanayi, enerji, içme-kullanma gibi alanlara tahsis edilmesi, su kaynakları yönetiminde önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Tahsiste su kaynağının kalite ve miktara göre varlığı ile her bir sektörün talebi göz önünde tutulmalıdır. Temel amaç, her bir sektör için hayati öneme sahip olan suyun, ihtiyaç olan konumda, zamanda, miktarda ve kalitede hazır bulundurulmasıdır. Buna göre suyun sektörel tahsisi, teoride basit görülse de uygulamada kolay değildir. Nüfusla birlikte su ihtiyacının artması, suyun ve suya dayalı ürünlerin gereksiz kullanımı ve iklimsel kısıtlar hem su talebini hem de sektörler arası su rekabetini artırmaktadır.

Türkiye'de suyun en çok kullanıldığı ve en çok israf edildiği sektör tarımdır. Buna göre tarımda alınacak önlemlerle, tarıma tahsis edilen su kaynaklarında önemli seviyede tasarruf sağlanabilir. Tasarruf edilen su tarım sektöründe veya diğer sektörlerde kullanılabilir. Zira Türkiye'de sulama açılan toplam tarım alanı ile birlikte resmi kurumlar tarafından rapor edilen sulama oranları değerlendirildiğinde, fiilen sulanan sahanın toplam tarıma elverişli arazi varlığının henüz yaklaşık

%17'si seviyesinde olduğu hesaplanabilir. Bununla birlikte tarımsal ekonomide, sulanan tarım alanları, tarımsal girdi ihtiyacı ve yetiştirilen ürün miktarı bakımından, önemli yer tutmaktadır. Buna göre tarım sektöründe, ilk öncelik sulama randımanlarının arttırılması sonucu elde edilecek su kaynağı ile mevcut sulama şebekelerinde sulama oranlarının artırılmasıdır. İkinci sırada yeni su depolama ve saptırma yapılarından su temini ile daha fazla alanda sulu tarım faaliyetleri yürütülmesi ile hedeflenen 8,5 m ha alanda sulu tarımın gerçekleştirilmesidir. Tarım sektörü ile ilgili diğer önemli husus ise devlet eliyle sulamaya açılmayan ve halk eliyle sulamaya açılan sahaların tespit edilerek tüm sulama alanlarında izleme ve değerlendirme yapılmasıdır.

Endüstriyel ve kentsel su kullanımları için tahsis edilen su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması, su verimliliğinin arttırılması için önemli bir araçtır. Bu amaçla, kaynaktan son kullanım aşamasına kadar kayıpların tespit edilmesi, izlenmesi, engellenmesi ve su verimliliği sağlayacak uygulamaların hayata geçirilmesi gereklidir. Kentsel kullanım alanlarında ve sanayide suyun daha verimli kullanılması için yenilikçi teknolojilerden yararlanılmalıdır. Su kaynaklarının daha etkin kullanılması ve daha az kirletilmesi ile birlikte, suyun döngüsel kullanılması ve geleneksel olmayan su kaynaklarının kullanımı su verimliliği bakımından önemli konular arasında yer almaktadır.

Su Kaynaklarının İzlenmesi ve Değerlendirilmesi

Su verimliliğinin iyileştirilmesinde, suyun kaynağında ve kullanım aşamasında izlenmesi ve değerlendirilmesi önemli bir rol oynar. Su kaynaklarının miktar, kalite ve kullanımının takip edilmesinde dijital sistemler yüksek potansiyele sahiptir. Yenilikçi teknolojilerin bu alanda kullanılması ile gerçek veriye erişim sayesinde daha etkili ve verimli yönetim faaliyetleri yürütülebilmektedir. Geleneksel olarak yerinde örnekleme ve ölçümlerle elde edilen verilerin, basit yöntemlerle analiz edilerek değerlendirilmesi, su kaynaklarına ilişkin veri ve bilgiden daha çok fikir verme işlevini yerine getirebilmektedir. Dijital teknolojiler, farklı verilerin konumsal ve zamansal boyutta daha yüksek çözünürlükte elde edilmesini ve bu verinin yüksek kapasiteli bilgisayar ve yazılımlarla işlenmesi ile çok daha nitelikli bilginin hızlı bir şekilde elde edilmesini ve kullanılmasını olanaklı kılmaktadır.

Uzaktan algılama sistemleri, meteoroloji, su seviye, kalite ve debi ölçüm sensörleri, veri analizi donanım, yazılım ve modeller hidrolojik çevrimin detaylı analizi ile yüzey ve yeraltı su kaynaklarının tespiti ve izlenmesine ve su kütlelerinin miktar ve kalite bakımından değişiminin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Su şebekelerinde su kullanım miktarlarının sürekli izlenmesine olanak tanıyan sistemler, su verimliliği bakımından giderek önem kazanmaktadır. Yapay zekâ destekli modellerin bahsi geçen seviyede büyük veri ile eğitilmesi sonucunda suyun farklı iklim ve zaman koşulunda çeşitli ölçeklerde yönetilmesinde etkinliğin artması olanaklıdır.

Suyun Korunması ve Su Hasadı

Su kaynaklarının muhafaza edilmesi, su verimliliğinin yanı sıra doğal döngü, biyoçeşitliliğin sürekliliği gibi birçok konuyu kapsamaktadır. Yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının miktar ve kalite bakımından korunmasında dikkat edilmesi gereken başlıca iki sektör tarım ve endüstridir. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan kimyasallar ve hayvansal üretim tesislerinin atıklarının su kalitesine olumsuz etkileri, derin kuyulardan aşırı su kullanılması sonucu doğal göl ve sulak alanların kuruması, düşük sulama randımanları ile gereğinden fazla su kullanılması ile su varlığı olumsuz etkilenmektedir. Sanayi tesislerinin atıklarının su kaynakları için önemli bir kirletici olmasının yanı sıra yüksek su kullanan tesisler su kaynakları miktarını da olumsuz etkileyebilmektedir. Su kaynaklarının muhafazasında evsel kullanım bakımından en önemli tehdit, plastikler, yağlar ve çeşitli kimyasallardır. Buna göre suyun doğal alanında kalite ve miktar bakımından muhafaza

edilmesinin yanı sıra kontrol altındaki su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve korunması da büyük önem arz etmektedir.

Geçirimsiz yüzeylerin artması, başka bir ifadeyle yoğun kentleşme seli önleyen doğal alanların yok olması ve su kalitesinin bozulmasına kadar birçok sorunla karşılaşmamıza sebep olmaktadır. Günümüzde yağmur suyu yönetimi bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmelidir. Yağmur hasadı, yağmur suyunun tutularak yeryüzünde, yeraltında, toprakta veya depolarda biriktirilmesi yöntemidir. Yağmur suyu hasadı yapmak için yeşil çatılar/yeşil binaların çoğaltılması, yağmur bahçelerinin oluşturulması ve su geçirimli yüzeylerin artırılması gerekmektedir. Yağmur suyu hasadı ile elde edilen su, hayvancılık, sulama, uygun arıtımla evsel kullanım ve evler için iç mekân ısıtması gibi alanlarda kullanılabilmektedir. Hasat edilen su ayrıca içme suyu, uzun süreli depolama ve yeraltı suyu zenginleştirilmesi gibi amaçlar için de kullanılabilir.

Su hasadında temel yaklaşım, yağmur suyundan daha fazla yararlanılması için çeşitli yöntemlerin uygulanmasıdır. Farklı sektörlerde farklı su hasadı yöntemleri uygulanabilmektedir. Faydaya karşılık olarak maliyet analiz edildiğinde su hasadı bakımından tarım önemli potansiyele sahiptir. Zira tarımda su hasadında temel yaklaşım, yağmur suyunun bir rezervuarda değil, bitkilerin kök bölgesinde depolanmasıdır. Bu kapsamda oldukça düşük maliyetli yatırımlarla, yağmur sırasında üretim alanına isabet eden su, kök bölgesine sevk edilerek burada depolanır ve bitkinin su eksikliğinden daha az etkilenmesi ile verim ve kalite artırılabilir. Yağmur suyunun rezervuarlarda depolanarak sulamada kullanılmasında detaylı ekonomik analiz yapılması gerekmektedir. Bina çatılarından gelen suyun küçük kapasiteli bir depoya yönlendirilmesi ve taşan suyun şehir kanalizasyonuna aktarılmasını sağlayan su hasadı sistemleri, su mahfazası açısından uygun değildir. Su muhafaza rezervuarlarının ekonomik olmadığı durumlarda evlerin, sitelerin veya fabrikaların bahçelerinde uygun bir yerde depolanacak su miktarlarına göre kazılan çukurlar, çakıl taşları ile doldurulmakta ve üzeri toprak örtü ile kapatılmaktadır. Özel olarak tasarlanan bu su toplama alanları yağmur bahçeleri olarak tanımlanmaktadır. Yağış esnasında çatılardan ve geçirimsiz yüzeylerden toplanan sular yağmur bahçelerinde depolanmaktadır. Bu şekilde yeraltı su kaynakları beslendiği gibi yağmur bahçeleri üzerinde yetiştirilen bitkiler ile çevreye katkı verilmektedir. Bu tür sistemler yetkin kişiler tarafından çok yönlü düşünülerek ve mühendislik esaslarına göre tasarlanmalıdır.

Su Ayak İzi

Su ayak izi kavram olarak, bir ürünün veya hizmetin üretiminden tüketimine kadar, doğrudan veya dolaylı yollarla kullanılan toplam su kaynağı miktarının, bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmesidir. Su ayak izi ürün, kişi, sektör, havza veya ülke bazında ele alınabilir. Su ayak izi kavramı, tarımsal, endüstriyel ve evsel su kullanımlarında olduğu gibi hidrolojik çevrim sürecinde de her bir damlanın izinin sürülmesi yaklaşımına dayanmaktadır. Aynı zamanda su ayak izi, suyun kaynaktan itibaren kullanım alanlarında kirlenme, arıtma, iyileştirme, tekrar kullanılma, alıcı ortama deşarjı gibi süreçlerin detaylı bir biçimde değerlendirilmesini kapsar.

Su ayak izi yeşil, mavi ve gri olmak üzere üç farklı kategoride değerlendirilir. Doğal yağışlarla üretilen ürünler için yeşil su ayak izi kavramı kullanılmaktadır. Bu kapsamda özellikle yağışa dayalı tarım ürünleri, meralar ve ormanlar değerlendirilmektedir. Yeraltı ve yerüstü tatlı su kaynaklarının kullanımı mavi su ayak izi kapsamında değerlendirilmektedir. Özellikle sulu tarımla üretilen ürünler, sulu tarımla üretilen yem bitkilerine dayalı hayvansal ürünler ve lif bitkilerine dayalı tekstil ürünleri, evsel su kullanımları, peyzaj alanlarında yetiştirilen bitkiler ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılan su kaynakları mavi su ayak izi kapsamına girmektedir. Gri su ayak izi kavramı, ise kirletilmiş bir su kaynağının su kalitesi standartlarına ulaşabilmesi için gerekli tatlı su

miktarını temsil eder. Gri su ayak izinin temel bileşenleri kirletici yükü, alıcı su kütlesinde ölçülen en yüksek konsantrasyon ve alıcı su kütlesindeki doğal konsantrasyondur.

Su ayak izi, suyun var olduğu ve kullanıldığı her ortamda, suyun ne kadar tüketildiğini, kirletildiğini ve yeniden kullanıldığını ortaya koyan güncel ve önemli bir kavramdır. Su ayak izi göstergesi su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetimine ve suyun verimliliğini iyileştirecek kararlar alınmasına katkı sağlar. Su ayak izi ile suyun tarımsal, endüstriyel ve evsel kullanımlardaki tüketimleri ve çevresel etkileri daha iyi tespit edilebilir ve su tasarrufu sağlanabilir.

Su ayak izinin daha etkin bir şekilde değerlendirilebilmesi için su ayak izi verilerinin toplanması, analiz edilmesi ve raporlanması aşamalarında veri toplamadan raporlamaya kadar tüm aşamalarda dijital platformların kullanılması büyük önem taşır. Bu sistemler, gerçek zamanlı olduğu için su kullanımını izlemeyi kolaylaştırır, verilerin istenilen standartta, doğru ve zamanında toplanmasını sağlar ve analiz süreçlerini hızlandırarak daha hızlı ve etkili kararlar alınmasına yardımcı olur. Su ayak izinin değerlendirilmesi ve sıcak noktaların belirlenmesi, su verimliliği ve sürdürülebilir su yönetimi için etkili bir araçtır. Bu açıdan su ayak izinin sistematik bir şekilde izlenmesi önem arz etmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'de farklı tarımsal ürün desenlerine göre su ayak izi değerlendirmeleri yapılmakta ve sektörel düzeyde sürdürülebilirlik analizlerine katkı sağlanmaktadır (Esetlili ve ark., 2022). Bu kapsamda yürütülen çalışmalarda, tarımda ürün bazlı su ayak izi analizlerinin mekânsal olarak değerlendirilmesi sağlanarak, su kullanım etkinliğinin artırılmasına yönelik önemli bulgular ortaya konmaktadır.

4.3.2. Tarımda su verimliliği

Su kaynaklarının kullanıldığı tarımsal faaliyetler hayvansal üretim ve bitkisel üretim olarak iki ayrı başlıkta incelenebilir. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvanların yetiştirildiği çiftliklerde su doğrudan kullanılırken, hayvansal üretimde su ürünleri yetiştiriciliği ayrıca değerlendirilebilir. Tarla ve bahçe tarımına ek olarak, peyzaj alanları, meralar ve orman alanları bitkisel üretim kapsamında değerlendirilebilir. Bitkisel üretimde, doğal yağışların yetersiz olduğu her koşulda, üretim miktarını ve kalitesini garanti almak için sulama kaçınılmazdır. Türkiye'nin büyük bir bölümü yarı-kurak ve kurak iklim sınıfında yer almaktadır. Bu iklimsel koşullar, birçok bitkinin yetiştirilebilmesine imkân sağlarken, bu bitkilerin yetişme mevsimleri boyunca etkili yağışların çok düşük olması nedeni ile sulama suyu ihtiyacının yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle Türkiye'de devlet eliyle sulama yatırımlarına ve sulama desteklemelerine büyük bir bütçe ayrılmaktadır.

Toplam su kaynaklarından tarıma tahsis edilen su kaynağı Dünya genelinde %70 ve Avrupa için %25-30 seviyesindedir. Buna göre Türkiye'de tarımsal amaçlı su kullanım oranı hem dünya ortalamasının hem de Avrupa ortalamasının oldukça üzerindedir.

Türkiye'deki toplam işlenen tarım alanı 1988 yılında 24,79 milyon ha iken 2023 yılında 20,28 milyon ha' ya gerilemiştir. Geçen 35 yıllık süreçte 4,51 milyon ha tarım alanının artık işlenmediği veya tarım dışına çıktığı görülmektedir. Tarımsal alan kaybının nedenleri arasında turizm, sanayi, konut, kara ve tren yolları, barajlar ve diğer nedenlerle tarım arazilerinin amaç dışı kullanımı sayılabilir. Diğer bir neden ise arazi bölünmesi, kente göç, genç nüfus varlığında azalma ve ekonomik koşullar nedeniyle ile tarım arazilerinin işlenememesidir.

Türkiye'de yakın gelecekte devlet eliyle sulamaya açılacak tarım alanlarının 8,5 milyon hektara ulaşması hedeflenmektedir. Günümüze kadar 4,81 milyon hektar alan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2,29 milyon hektar alan mülga Toprak Su Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve halk eliyle sulamaya açılmıştır. Güncel raporlara göre toplam 7,1 milyon

hektar tarım arazisi sulamaya açılmıştır. Ancak, fiilen sulanan alanın sulamaya açılan alana oranını ifade eden sulama oranı oldukça düşük olup DSİ Genel Müdürlüğü tarafından işletmeye açılan alanlarda bu oran %68 olarak rapor edilmektedir. Sulanan alanlarda suyun etkin kullanımını ifade eden sulama randımanı DSİ Genel Müdürlüğü tarafından işletmeye açılan alanlarda %51 olarak verilmektedir (DSİ, 2023). Verilen bu bilgilere göre Türkiye'de tarımda su kullanımında verimlilik düşüktür. Tarımda su verimliliğinin arttırılması büyük öneme sahiptir. Ancak tarımda su verimliliğinin arttırılması, fiziksel altyapı, iklim koşulları, sulama yöntemi, su yönetim politikaları, teknolojik yenilikler, çiftçi desteklemeleri, çiftçi eğitimi gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle Türkiye geneli için değil havza düzeyinde bütüncül bir şekilde su verimliliğini artırıcı stratejik hedefler ve stratejiler geliştirilmeli ve kararlılıkla hayata geçirilmelidir.

Tarım Alanlarında Sulamada Su Verimliliğinin Arttırılması

Tarımda su verimliliğinin artırılmasında öncelikle bitkisel üretimde sulama göz önüne alınmalıdır. Büyük sulama sistemlerinin tasarımı, inşası ve işletilmesinde alınacak tedbirler su verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte bireysel sulama sistemlerinin tasarımı, kurulumu ve kullanılmasına ilişkin yapılacak düzenlemeler de tarımsal su verimliliğinin arttırılması için vazgeçilmez bir araçtır. Hayvansal üretim için büyük öneme sahip olan meralarda doğal yağışlardan en üst seviyede yararlanılması ve sulama yapılan meralarda uygun yöntem ve sistemlerin kullanılması gereklidir. Havza veya sulama şebekesi seviyesinde, bitki deseni planlamalarında, tarımsal ekonomik göstergelerle birlikte, tam ve kısıntılı sulama koşullarını kapsayan su verimliliği tabanlı hesaplamalar yapılmalıdır. Tüm uygulamalarla birlikte tarımda su verimliliğinde sulamanın, toprak, yerüstü ve yeraltı su kaynakları, biyoçeşitlilik gibi birçok bakımdan çevresel etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Türkiye'de büyük sulama sistemleri Mülga Toprak ve Su Genel Müdürlüğü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Özel İdareleri ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından tesis edilmiştir. Büyük sulama sistemlerinde 2000'li yıllara kadar çoğunlukla açık kanal-kanaletler tercih edilirken, sonrasında kapalı sistemlerin tesis edilmesi ağırlık kazanmıştır. Bu şebekelerin işletme ve yönetilmesi çoğunlukla Sulama Birlikleri, Sulama Kooperatifleri ve yerel yönetimler tarafından yürütülmektedir. Bazı şebekelerin yönetimi diğer bazı kurum ve kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Açık kanallardan oluşan sulama sistemleri, su verimliliği bakımından çok fazla kısıtı olmakla birlikte, Türkiye'nin tarımsal üretim potansiyeli bakımından geçmişte ve günümüzde büyük rol oynamıştır. Açık sistemlerin yüksek bakım onarım maliyetleri, arazi kaybı, parsel bölünmeleri, yüzey sulamada eğim doğrultusunda hizmet etme, basınçlı sulama için ek pompa, filtre ve enerji ihtiyacı, tarla içi ulaşımı kısıtlama ve işletme bakımında düşük esneklik gibi mevcut olan çok sayıda kısıt, bu sistemleri su verimliliği açısından önemli olan sulama oranı ve sulama randımanı ölçeklerinde zayıf düşürmektedir. Bu tür sistemlere sahip diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de, sulama yatırımlarına ayrılan bütçe iki amaçla kullanılabilir. Bunlar; açık sulama şebekelerinin modernizasyonu veya yeni alanlarının sulamaya açılmasıdır. Tarımsal üretimin arttırılması ihtiyacı ve çiftçilerin talepleri doğrultusunda hükümetler daha çok yeni alanların sulamaya açılması yönünde karar almaktadır. Buna göre eski ve/veya açık sistemlerin modernizasyonu sürekli gündemde olan bir konu olmasına rağmen, bu konudaki gelişmeler oldukça kısıtlıdır. Ancak Türkiye'de eski ve/veya açık sistemler modernize edilmeden su verimliliğinde kayda değer bir artışın olması mümkün görünmemektedir. Çünkü temiz su kaynaklarının büyük bir bölümü bu sistemlerde israf edilmektedir.

Büyük sistemlere ilişkin diğer bir husus yeni sistemlerin su verimliliği bakımından beklenen seviyede faydayı sağlayamamasıdır. Bunun temel nedenleri arasında sulama şebekelerinin

planlama, tasarım, inşaat ve işletmeleri sırasında yapılan hatalardır. Arazi toplulaştırması yapılmamış sahalara tesis edilen sulama şebekelerinin başarısı çoğunlukla düşük olmaktadır. Diğer yandan planlama ve tasarımda, işletme sırasında oluşacak bitki deseninin yanlış tahmin edilmesi, hidrant yerlerinin belirlenmesinde parselasyonun ve bireysel sulama sistemleri için gerekli kapasitenin dikkate alınmaması da başarıyı olumsuz etkilemektedir. Pompaj ihtiyacı doğrultusunda suyun maliyeti ve potansiyel üretime göre işletme fizibilitesinin gerçekçi öngörülerle yapılmaması sonucu, sistemler sorunlu yatırımlara dönüşebilmektedir. Boru hatlarının planlanmalarında boru çapı, boru tipi, debi ve basınç kontrol donanımları gibi sulama ağı bileşenlerinde tasarım ve/veya inşaat sırasında yapılan hatalar, işletmede çok yüksek su kayıplarına ve ürün kayıplarına neden olmaktadır. Boru hatları tasarımında, su kaynağının konumu, yetiştirilen bitkilerin sulama programları ve bireysel sistem ihtiyaçları, gerçekçi işletme ve yönetim tercihleri, boru hattı boyunca topoğrafik değişimler gibi çok önemli faktörlerden birisi veya birkaçı göz ardı edildiğinde, işletmede su eksikliği, boru bölümlerinde sürekli patlak ve su kaçaklarının oluşmasına yol açmaktadır. Sürekli sorunla karşılaşılan ve sorunların uzun süre çözülemediği sulama şebekelerinde çiftçiler, üretimi bir ölçüde garanti altına almak için su olduğu sürece aşırı sulama yapma eğilimi göstermektedirler. Bu durum bitkisel üretimde su verimliliğinin çok düşmesine neden olmaktadır.

Büyük sulama sistemlerin yönetim sorumluluğu büyük oranda sulama birlikleri ve sulama kooperatifleri tarafından yürütülmektedir. Bu örgütlerin yanı sıra bazı kurum ve kuruluşlar tarafından idare edilen sulama sistemleri de mevcuttur. Sulama birlikleri, kuruluş, sulama şebekelerinin devri, kurumsal yapının revize edilmesi ile günümüzdeki mevcut yapısına kavuşmuştur. Genel olarak her bir sulama birliğinin, müstahsillerden tahsil ettikleri su ücretleri ile enerji, personel, bakım onarım giderleri ve diğer masraflarını karşılaması beklenmektedir. Buna göre her sulama birliği için suyun maliyeti farklılık gösterebilmektedir. Diğer yandan su ücretleri konusunda alınan genel kararlar sulama birlikleri için bağlayıcı niteliktedir. Bu durum sulama birliklerinde mali zorluklara neden olmaktadır. Mali zorluklar yeter sayıda ve nitelikte personel istihdamını, bakım onarım faaliyetlerini, kullanılan iş makinelerinin temini ve makinelerin bakım onarımında sürekliliği kısıtlamaktadır. Bitki ve alan esaslı su ücretlendirmesi yerine hacim esaslı su ücretlendirmesinin yoğun olarak tartışıldığı günümüzde, bu sorunlar su verimliliğini olumsuz etkilemektedir.

Büyük sulama sistemlerinde su dağıtım ağı, çalışma prensipleri, hidrolik ve mali kısıtlar çerçevesinde, aynı anda tüm parsellerin sulama suyu ihtiyacını karşılayabilecek kapasiteye sahip değildir. Sulama şebekeleri tasarımı, bazı su dağıtım stratejilerine dayanır. Planlama aşamasında göz önünde tutulan bu stratejiler ne kadar gerçekçi ise sistemin işletme başarısı ve su verimliliği o kadar yüksek olmaktadır. İşletme ömrü uzun olan bu şebekelerde her yıl gerçekleşen bitkisel üretim desenine göre, her bir parselde yetiştirilen bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları ve sulama programları dikkate alınarak, su dağıtım alt yapısına göre planlı su dağıtımı uygulamalarının yapılması, su verimliliğinin artması için anahtar niteliğindedir. Bu amaçla su dağıtım planlaması ve uygulamasına destek olacak dijital sistemler kullanılabilir. Bu sistemler meteorolojik koşulları, bitkisel üretimi, toprağı ve sulama ağını izleyen, sensörler, kameralar, uydu ve İHA görüntüleri ile beslenmelidir. Algoritmasında sulama mühendisliği esaslarını, klasik veya yapay zekâ destekli modelleri barındıran yazılımlara sahip bu tür sistemlerin geliştirilmesi ve kullanılması su verimliliğini önemli ölçüde arttıracaktır. Dolayısıyla bu dijital sistemlerinin kurularak sulama planlamasının yapılması için teknik bir kadroya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple öncelikle sulama birliği ve kooperatiflerinin teknik ve personel kapasiteleri yükseltilmelidir.

Türkiye'de kontrol altındaki su kaynaklarının %77'si, büyük sulama sistemleri ile bireysel sulamalarda kullanılmak üzere tarım parsellerine dağıtılmaktadır. Bir tarım parselinde hangi

sulama yönteminin kullanılacağına, su kaynağının varlığı ve kalitesi, iklim, parsel geometrisi ve topografyası, bitki, enerjiye ulaşım, sosyal yapı, geleneksel alışkanlıklar, eğitim düzeyi, çevresel etkiler, desteklemeler, işçi mevcudiyeti ve ekonomik koşullara göre karar verilmesi gerekmektedir. Çiftçiler bu kararı çoğunlukla teknik kriterleri göz ardı ederek bireysel almaktadırlar. Günümüzde sulama randımanın ve su verimliliğinin en düşük olduğu yüzey sulama yöntemlerinin çiftçi tarafından tercih edilmesi, çoğunlukla su kaynağına ve ekonomik şartlara bağlıdır ve keyfi bir seçim değildir. Diğer yandan, su verimliliği bakımından yüksek potansiyele sahip olan damla ve yağmurlama sulama yöntemleri uygulamada beklenen faydayı sağlayamamaktadır. Damla ve yağmurlama sistemlerinde planlama, tasarım, montaj ve işletmede hatalar, kimi zaman bu sistemleri su verimliliği, ürün verimi ve kalitesi bakımından, karık sulama gibi yüzey sulama yöntemlerinin gerisinde bırakmaktadır. Hammaddede dışa bağımlılığın yüksek seviyede olduğu damla sulama sistemlerinde tıkanan, bozulan, kırılan ve arazide bırakılan parçaların (özellikle yüzey altı damla sulamada) çevre zararları önemli bir sorun teşkil etmektedir. Hatalı tasarım ve uygulama ile 10 yıl kullanılabilecek damla sulama boruları çok kısa zamanda tıkanarak kullanım dışı kalabilmektedir. Bu durum damla ve yağmurlama sulama sistemlerine göre tesis edilen kapalı büyük sulama şebekelerinde, yüzey sulama kullanım oranlarını her geçen gün arttırmaktadır. Bu tür şebekelerde bazı çiftçilerin yüzey sulama için su temin etmeleri, diğer çiftçilerin yetersiz basınç ve debi nedeniyle damla ve yağmurlama sulama sistemlerini kullanmalarını engellemektedir.

Türkiye' de bireysel sulama sistemlerine ilişkin resmi ve yasal bir mevzuat bulunmamaktadır. Üreticiler sulama yöntemine ve sistemine kendi tercihlerine göre karar vermektedir. Damla ve yağmurlama gibi nitelikli planlama, tasarım, kurulum ve işletme gerektiren sistemlerin büyük bölümü su verimliliğini arttırmak yerine azaltacak niteliktedir. Birbiri ile uyumsuz düşük kaliteli bileşenlerin, uzman olmayan kimseler tarafından kurulumu sonucunda hem üretici tarafından yapılan masraf hem de devlet tarafından yapılan destekleme israf olmaktadır. Diğer yandan bu sistemlerden beklenen su tasarrufu, üründe verim ve kalite artışı sağlanamamaktadır. Su verimliliği bakımından büyük bir kısıt oluşturan bireysel sulama sistemlerine ilişkin yasal düzenlemelerle parsel seviyesinde sulama ruhsatı, ruhsat için sulama sistemi projesi ve belirli büyüklüğün üzerindeki parseller için kontrol ve denetim zorunluluğu getirilmelidir. Böylece bireysel sulama sistemlerinin niteliği arttıkça otomasyon ve dijital sistemlerin kullanımı yaygınlaşarak, tarımda su verimliliğinde önemli gelişmeler sağlanabilir. Bu doğrultuda, sulama ruhsatlandırması, otomasyon ve dijitalleşme için devlet desteği sağlanabilir. Yapılan kontroller ve izleme raporlarına göre su verimliliği yüksek tarım işletmelerine daha fazla destekleme yapılarak ek teşvikler sağlanabilir.

Taşınabilir yağmurlama sulama, Türkiye'de en yaygın kullanılan basınçlı sulama sistemlerinden birisidir. İlk tesis masrafı nispeten düşük olan bu sistemlerin su verimliliği, birçok bölgede yüzey sulamaya eşdeğerdir. Çoğunlukla plan ve proje olmaksızın, düşük nitelikli yağmurlama başlıklarının hatalı hat üstü ve hat arası mesafelerle kullanıldığı bu sistemlerde işçilik büyük sorun teşkil etmekte, yüksek boylu bitkilerde kurulum, kullanım ve eş su dağılımında önemli kısıtlar bulunmaktadır. Yağmurlama sulamada dairesel ve doğrusal hareketli sistemlerin yaygınlaştırılması, su verimliliği bakımından büyük potansiyele sahiptir. Aynı sistemlerle damla sulamanın da uygulanabilmesi hem damla sulama borularının azaltılması hem de su verimliliği bakımından üstünlük sağlamaktadır. Bu sistemlerin kullanılmasında en önemli kısıt olan arazi büyüklüğünün komşu parsellerin ortak sulama sistemi kullanmalarına yönelik çözümlerle aşılabileceği değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, tava, karık, damla, yağmurlama veya hareketli sulama sistemlerinin kullanılması, devlet desteği olmasa bile, yasal bir zemine oturtulmalı, uzman ziraat mühendisleri tarafından hazırlanan projeye dayalı bir ruhsatlandırma zorunlu hale gelinmelidir. Bireysel su kullanımı sayaçlar, sensörler veya uzaktan algılama ve yapay zekâ destekli sistemlerle kayıt altına

alınmalıdır. Su ücretlendirmesinde de bu tür dijital olanaklar kullanılarak, daha adaletli ve su verimliliği yüksek sulama yönetimi modelleri yaygınlaştırılmalıdır. Tarımda salma vb. sulama tekniklerinin kullanılması engellenmelidir.

Peyzaj Alanlarında Sulamada Su Verimliliğinin Artırılması

Nüfus artışı ve şehirlerde yaşamanın artması ile insanların yapay yeşil alanlara olan ihtiyacı ve talepleri giderek artmaktadır. Bu tür peyzaj alanları çeşitli kurumlar, belediyeler ve özel firmalar tarafından tesis edilmekte ve her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Buna ek olarak kamu kurumları, oteller, toplu konutlar ve bireysel konutlarda da peyzaj alanları önemli yaşam alanları olarak öne çıkmaktadır. Bu tür park ve bahçelere ek olarak şehirlerarası veya şehir içlerindeki kara yolları ve yaya yollarının aralarında veya bitişiğinde yeşil alan kullanımı oldukça yaygındır. Peyzaj alanlarında çoğunlukla suya aşırı duyarlı bitkiler yetiştirilmektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışlar, bu alanlarda bitki su ihtiyacını karşılayamamaktadır. Peyzaj alanlarında başta çim olmak üzere bitkilerin çoğunluğunda sulama uygulanmaktadır. Bu alanlarda sulama uygulamalarında su kullanım etkinliği oldukça düşüktür. Birçok peyzaj alanında derin kuyular ve şehir şebekesinden beslenen sulama sistemleri kullanılmaktadır. Peyzaj alanlarında yüzey sulama gibi yöntemler, görsel ve işlevsel bakımdan beklenen sosyal ve ekonomik faydayı kısıtlamaktadır. Peyzaj sulamasında yağmurlama ve damla sulama sistemleri daha çok tercih edilmektedir.

Tarımsal sulama ile benzer şekilde peyzaj alanlarına kurulan sulama sistemlerinde tasarım, kurulum ve işletme bakımından eksiklikler su verimliliğini tehdit etmektedir. Bilindiği gibi sulama sistemlerinde tasarım karmaşık ve bir dizi planlama ve hesaplamalar gerektirmektedir. Bu nedenle peyzaj sulama sistemlerinin, sulama uzmanı tecrübeli mühendisler tarafından tasarlanması ve kurulması büyük önem taşımaktadır. Peyzaj alanlarında kullanılan sabit sistemler otomasyonla son derece uyumludur ve sulama otomasyonunun en yoğun kullanıldığı alan peyzajdır. Otomatik sulama sistemleri, toprak, bitki, meteoroloji, sulama sistemi, kısıtlar ve kullanıcı tercihlerine göre sulama suyunun en uygun şekilde kullanılmasını ve sulama sistemlerinin en doğru şekilde yönetilmesini ve işletilmesini sağlar. Dijital sulama otomasyon sistemleriyle peyzaj alanlarda büyük yatırımlarla tesis edilen bitkisel alanlarda bitki kaybına dayalı ekonomik zarar önlenir ve su verimliliği artar.

Su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde kurakçıl peyzaj uygulamaları önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Kurakçıl peyzaj, kurak iklime sahip ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda "estetik peyzaj" ve "klasik peyzaj düzenlemeleri" yerine suyun en akılcı kullanımıyla birlikte ekosistemin korunmasını ve geliştirilmesini amaçlayan, doğa ile uyumlu peyzaj tekniğidir. Kentsel peyzaj alanlarında bölge şartlarına uygun bitkiler ile kurakçıl peyzaj tekniklerinin uygulanması ve bu alanların alternatif su kaynaklarıyla ve verimli yöntemlerle buharlaşmanın düşük olduğu zamanlarda sulanması, su verimliliği açısından oldukça önemlidir.

Hayvansal Üretimde Su Verimliliğinin Arttırılması

Hayvancılık, su yönetimi ve verimliliği açısından önemli bir sektördür. Hayvansal üretim süreçleri, hem doğrudan su tüketimi (içme, temizlik) hem de dolaylı su tüketimi (yem üretimi) açısından yüksek su ayak izine sahiptir. Ülkemizde su kısıtı olan bölgelerde çok su tüketen hayvancılık tesislerine izin verilmemektedir. Ayrıca, hayvan dışkısı, idrarı ve diğer atıklar, uygun şekilde yönetilmediğinde su kirliliği ve sera gazı emisyonları artışına yol açabilmektedir. Etkin su ve atık yönetimi stratejileri, su kaynaklarının korunmasını sağlarken, hayvancılığın ekosistem üzerindeki baskısını azaltarak gıda güvenliğine ve sürdürülebilir tarıma katkıda bulunur. Bununla birlikte hayvancılık işletmelerinde su kayıt sistemleri ve su kullanım optimizasyonlarını sağlayacak alt yapıların kurulması büyük önem taşımaktadır.

Su ürünleri, su kaynaklarına doğrudan bağlı olan bir hayvansal üretim çeşididir. Doğrudan insan faaliyetleri ile oluşan zararın yanında küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği gibi kısa sürede kontrol edilemeyen değişiklikler su ürünleri üretimini etkilemektedir. Su sıcaklığındaki artış ve çevresel faktörlerin etkisiyle su ürünlerinde hastalık riskinin de artması muhtemeldir.

Deniz ve iç sularda avcılık yoluyla yapılan su ürünleri üretim miktarlarının daha fazla artmayacağı, su kaynaklarının kirlenmesi, yaşam alanlarının bozulması, iklim değişikliği ve su ürünleri stoklarının azalması gibi nedenlerle avcılık üretiminin olumsuz etkileneceği öngörülmektedir. Ayrıca balıklarda limit değerlerin üzerinde mikro plastiklerin görülmesi sucul canlıların ve tüketicilerin sağlıkları üzerinde endişeleri arttırmaktadır. Su ürünleri denetim ve kontrol hizmetlerine ağırlık verilmelidir. Ülke suları dışında avcılık için daha fazla olanak sağlanması da hedeflenmektedir. Su ürünleri sektörüne tahsis edilen su kaynaklarında yaşanan kısıtlamalar, mevcut su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin kapasite artırmalarını veya yeni tesislerin kurulmasını zorlaştıracaktır. Bu nedenle, su tahsisi için kaynak yönetim politikaları oluşturulmalı ve kapalı devre gibi daha az su kullanan ve çevre dostu sistemlerin kullanımı teşvik edilmelidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde su verimliliğinin arttırılması için; yenilenebilir enerji ve akıllı teknoloji kullanımı, yetiştiricilik için yenilikçi araç ve ürünlerin geliştirilmesi ve akuaponik entegre multitrofik yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması, daha az su ile çevre dostu yetiştiricilik yaklaşımlarının benimsenmesi ve alabalık yetiştiriciliğinde olası sıcaklık artışı koşulunda yetiştirilebilecek yeni türlerin geliştirilmesi, karasal yetiştiricilikte suyun çıkışta kalitesinin iyileştirilmesi ve bu suyun yeniden su ürünleri (örneğin kurbağa, sülük, bioflok vb.) yetiştiriciliğinde kullanılması ve atıkların gübre olarak değerlendirilmesi gereklidir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde, iklim değişikliğinin etkilerinden korunma önlemlerinde su verimliliği odaklı çözümler geliştirilmelidir. Su Kaynaklarında yapılaşmanın stoklar üzerine etkilerinin azaltılması için yetiştiricilik tesislerinin su kullanım hakkının korunması ile ilgili mevzuat güncellemesi, göçmen balıkların göçlerini engelleyen baraj vb. yapıların revize edilmesi ve sürekli olarak can suyu bırakılmasının sağlanması, su yapılarında türe özgü balık geçitlerinin tesis edilmesi gereklidir. Deniz ve iç su kaynaklarının kirleticilerin etkilerine karşı korunması, su kalitesinin sürekli izlenmesi ve kirliliğin azaltılmasına yönelik tedbirlerin arttırılması, kurumlar arası iş birliği ve koordinasyon sağlanması önemlidir.

Drenaj-Taban Suyu Yönetiminde Su Verimliliğinin Esas Alınması

Drenajla bitki kök bölgesinde aşırı miktarda bulunan sular uzaklaştırılır ve yeraltı su tablası güvenli bir derinlikte tutulur. Bu şekilde aşırı suyun bulunmadığı havadar bitki kök bölgesi sayesinde verimli bir üretim gerçekleştirilirken tarım topraklarının tuzlanması önlenir ve toprakların sürdürülebilir kullanımı sağlanmış olur. Sulama sularının uygulanmasıyla birlikte aynı zamanda dolaylı olarak topraklara tuz da uygulanmaktadır. Yağışa dayalı tarım sistemine göre bu durum toprak tuzluluğunu bir miktar artırır. Türkiye toprakları üzerinde büyük oranda yarı kurak iklim şartları hâkimdir. Türkiye'de yarı kurak alanlarda yağışlardan kaynaklanan aşırı su problemi genellikle söz konusu değildir. Ancak yetersiz yağışlar dolayısıyla biriken tuzların yetersiz yıkanması problemi söz konusudur. Sulama randımanının %51 düzeylerinde olması, su kayıplarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. Kaybedilen bu su, kısa vadede kök bölgesinde biriken tuzları yıkayarak uzaklaştırırken aşırı sulama nedeniyle verim kayıplarına yol açmaktadır. Uzun vadede ise taban suyu seviyesinin yükselmesine, tarım topraklarının sular tarafından istilasına ve tuzlanmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı sulama sistemleriyle birlikte drenaj sistemlerinin de inşası zorunludur. Yetersiz yağış şartlarında yıkama yapılmadan tuzluluğun kontrol edilmesi mümkün değildir. Gerek yıkama amacıyla uygulanan fazla sulama suyunun uzaklaştırılması gerekse düşük sulama randımanı nedeniyle uygulanan aşırı miktardaki suların uzaklaştırılması için

drenaj sistemleri gereklidir. Sulama randımanının artırılması, aynı zamanda oluşması muhtemel drenaj problemlerinin de azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Tarımsal Ar-Ge ve Su Verimliliği

Tarımsal Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin sulama alanında ivme kazanması su verimliliğinde sürdürülebilir çözümlerin üretilmesi için önem taşımaktadır. Türkiye'de tarımsal araştırmalar Kamu, Özel Sektör, Üniversite ve Sivil Toplum kuruluşları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kamusal alanda tarımsal araştırmalar ağırlıklı olarak Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve TÜBİTAK koordinasyonunda yürütülmektedir. Üniversiteler ise gerek bu kurumların fonlarından gerekse farklı fon kaynaklarından (Avrupa Birliği, Üniversite BAP Sistemleri) yararlanarak tarımsal araştırmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Ülke olarak tarımsal araştırmalara önemli oranda kaynak ayrılmasına karşın toplam Ar-Ge içerisinde bu harcamalar oransal olarak düşük düzeyde kalmaktadır

Ülkelerin Ar-Ge gündemlerinde su konusunda hem küresel hem de bölgesel sorunların çözümlerine dayalı bir yaklaşım izlenmektedir. BM'nin Binyıl Kalkınma Planı ve OECD'nin Yeşil Büyüme Stratejisi suyun sürdürülebilir yönetimi üzerinde durmaktadır. Tarımsal su verimliliğine yönelik Ar-Ge konuları arasında; su yönetimi, bitki su tüketimi, sulama programlama, sulama performansının geliştirilmesi, yönetimi ve değerlendirilmesi, çevre, endüstri ve tarımda atık suyun yeniden kullanımı, su kalitesi ve iyileştirme, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliği ve etkileri, su altyapılarında ve yönetiminde yenilikçi politikaların geliştirilmesi, su tahsisleri, hidrolojik modeller, hassas tarım teknolojileri, su ayak izi çalışmaları, izleme ve değerlendirme, su kalitesi, arıtım ve ayrıştırma teknolojileri, uydu destekli verilerin kullanılması, sulamada otomasyon, sulamada enerji maliyeti ve tasarrufu (yenilenebilir enerji) ve sulama yönetiminde dijital sistemlerin kullanılması yer almaktadır.

Su yönetimi ve sulama teknolojileri alanında yenilikçi çözümler geliştirmek için araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin teşvik edilmesi, üniversiteler ve araştırma enstitüleri ile iş birliklerinin artırılması önem arz etmektedir. Su kaynaklarının etkin kullanımı ve korunması amacıyla doğa dostu tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, biyobozunur yeşil dönüşüm malzemelerin araştırılması, geliştirilmesi ve sulama sistemlerinde kullanımının sağlanmasına ilişkin çalışmalar yapılmalıdır.

4.3.3. Kentsel su verimliliği

Kentsel su verimliliğinde içme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde ve bireysel kullanımlarda verimliliğin sağlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda suyun kaynağından itibaren temin ve dağıtım hatları boyunca kayıpların azaltılması, bilinçli kullanımın sağlanması, kullanım sonrasına oluşan atık suyun arıtılarak yeniden kullanılması, yağmur suyu ve gri su kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu alanda su verimliliği kaynaktan nihai tüketiciye kadar olan her aşamada su verimliliğinin sağlanması ile yeni kaynak arayışının ötelenmesine ve mevcut kaynakların daha sürdürülebilir kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında içme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki 2023 yılı su kayıp oranı ortalaması belediye beyanlarına göre %32 olarak hesaplanmıştır. Yönetmelik gereği su kayıp oranlarının; Büyükşehir ve il belediyelerinde 2028, diğer belediyelerde 2033 yılına kadar en fazla %25 düzeyine indirilmesi gerekmektedir. Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planıyla da su kayıplarının 2040 yılına kadar %10 seviyesine düşürülmesi hedefi belirlenmiştir.

Şebekelerde İzole Alt Bölgeler (DMA) oluşturulmalı ve DMA bazında en düşük gece debisi analizi yapılarak su kayıplarının kontrolüne dair gerekli tedbirler alınmalıdır. Ekipler tarafından hatlar kontrol edilerek arızalar tespit edilmeli ve şebekeler kontrol altına alınmalıdır. Boru kırılmaları ve sürekli sızıntıların çözümü için altyapılar iyileştirilmelidir. Bu tür durumlar, hatalı kurulum, yetersiz bakım veya boruların eskimesi sonucunda meydana gelmektedir. Altyapıların karakterizasyonu aşamasında boru hatları ve depolardaki kayıplarla ilgili mevcut durum değerlendirilmeli ve yeterli performans göstermeyen (arıza/sızıntı yoğunluğu fazla, işletme maliyeti yüksek) altyapıların rehabilitasyonuna karar verilmelidir. Etkin basınç yönetimi sağlanarak, sızıntı ve patlakların oluşma sıklığı azaltılmalı ve malzeme ömrü arttırılmalıdır.

İdari kayıplar, tüketilen ancak tüketim miktarı kaydedilmeyen suyu ifade etmekte olup sayaç hatalarından ve izinsiz tüketimden kaynaklanmaktadır. Aboneye göre uygun sayaçların kullanılması sağlanmalı ve 10 yıldan eski sayaçlar yenilenmelidir. Bu nedenle, su idareleri planlı bir sayaç değişim programı oluşturmalı ve uygulamalıdır. İzinsiz tüketimler ise illegal abone bağlantıları, içme suyu dağıtım şebeke hattına idarenin bilgisi ve onayı olmadan kanunsuz bir şekilde fiziki olarak bir bağlantı yapılmasını içermekte olup faturalandırma dönemlerinde yapılacak kontroller ile tespit edilen izinsiz tüketimlere cezai işlem uygulanarak kontrol altına alınması gerekmektedir.

Su kayıp yönetiminde en temel aşama verilerin sahayı temsil edecek şekilde ölçülmesi ve sistematik analizlerin altlıkların oluşturulmasıdır. Bu maksatla dağıtım sisteminin temel bileşenlerinin (ana hat, servis bağlantı, vana, depo), abone ve sayaç bilgilerinin (abone bilgileri, tüketimler, sayaçlar, hata oranları), çevresel faktörler (zemin, topoğrafya, trafik, yeraltı suyu) CBS veri tabanının oluşturulması ve sahadan sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Yönetsel Kontrol ve Veri Alma (SCADA) sistemlerinin uygulanması, su kullanımında verimlilik artışını, su kayıplarını azaltmayı ve su kaynağı sıkıntısını önlemeyi sağlamaktadır. SCADA sisteminin uygulanmasıyla; şebekenin hidrolik durumuna ilişkin veriler toplanır ve analiz edilir, su çekimi altyapılarının, su depolarının, terfi istasyonlarının ve su dağıtım şebekelerindeki ana boruları sürekli izlenerek yönetilebilir.

Kentsel su verimliliğinde bireysel su verimliliğinin artırılması önem arz etmektedir. Kentsel ölçekte turizm, kamu, hizmet sektörü, haneler vb. su kullanımlarında verimlilik tedbirlerinin uygulanması ve farkındalığın arttırılması hedeflenmektedir. 2023 yılında Ülkemizde kayıplar dâhil kişi başı su kullanımı günlük 146-401 litre aralığında olup ortalama su tüketimi 229 L/kişi/gün, su kayıpları hariç net ortalama su kullanımı 154 L/kişi/gün'dür. Bireysel su verimliliği konusunda farkındalığın artırılması, eğitim çalışmaların yaygınlaştırılması, verimli sistemlerin ve ekipmanların kullanımı ile kişi başı kullanımının 2030 yılına kadar 120 litreye, 2050 yılına kadar 100 litreye düşürülmesi hedeflenmektedir.

Arıtılmış atık suların ve yağmur sularının yeniden kullanımı, hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayarak doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur. Bu uygulamaların etkin bir şekilde benimsenmesi için eğitim ve farkındalık artırma çalışmaları, yasal düzenlemeler, teşvik mekanizmaları, teknolojik yatırımlar ve inovasyon, altyapı iyileştirmeleri ve döngüsel ekonomi modelleri büyük önem taşımaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın (ÇŞİDB) atık su yönetimindeki temel politikası; öncelikle atık su oluşturmayan, tasarruflu su kullanan veya oluşan atık suyu geri kazanarak tekrar kullanımını sağlayan temiz üretimin benimsenmesi ve kirliliğin kaynağında önlenmesi ile atık suların alternatif bir su kaynağı olduğu yaklaşımı ve döngüsel ekonomi ilkeleri çerçevesinde, arıtılmış atık suların farklı alanlarda tekrar kullanımının yaygınlaştırılmasıdır.

Ülkemizin 2024-2028 yıllarını kapsayan 12. Kalkınma Planı'nda kentsel altyapı ile ilgili ortaya koyulan hedeflerden biri de arıtılmış atık suların yeniden kullanım oranının arttırılması olup bu

kapsamda politikalar ve tedbirler belirlenmiştir. Ülkemizde hâlihazırda arıtılmış atık suların %6.35'i yeniden kullanılmakta olup, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Planı'nda hedeflenen yeniden kullanım oranı 2028 yılı için %11 ve 2030 yılı için %15'tir.

4.3.4. Endüstriyel su kullanımında verimlilik

Su kaynakları, tüketilen her türlü ürün ve hizmetin kaynağını oluşturan endüstriyel üretim için en temel girdilerden biridir. Endüstriyel üretimde ürün hazırlığından ekipman temizliğine, buhar üretiminden soğutma işlemine, iletimden sterilizasyona kadar üretimin pek çok aşamasında suya ihtiyaç duyulmaktadır. Endüstriyel su ihtiyacı ile birlikte, kentsel ve tarımsal su ihtiyacı da artmaktadır. Su verimliliği ilkeleri doğrultusunda, sanayi sektöründe sürdürülebilir, organize ve iklime dirençli üretim yöntemlerinin ülkemizde yaygınlaştırılması oldukça önemli hale gelmiştir. Endüstriyel su verimliliğinin ana prensipleri; su kayıplarının ve gereksiz tüketimlerin önlenmesi, su kaynaklarını verimli kullanan teknik ve teknolojilerin tercih edilmesi, döngüsel kullanım ve sıfır deşarj ilkesiyle işlenen sularının ve atık suların geri kazanılarak uygun alanlarda yeniden kullanılması, yağmur suları, arıtılmış atık sular gibi alternatif su kaynaklarının tamamlayıcı su kaynakları olarak değerlendirilmesi, üretim süreçlerinde su ayak izinin değerlendirilmesi ve azaltılması, bilinçli üretim ve duyarlı tüketim dengesinin sağlanması, endüstriyel su verimliliği konusunda bilinç ve farkındalık oluşturulması olarak sıralanabilir.

Türkiye'de 2023 yılı verilerine göre kontrol altındaki su kaynaklarını %11'i endüstriyel amaçlı kullanılmaktadır (TOB, 2019). Endüstriyel su kullanımı içerisinde en yüksek paya gıda sektörü sahiptir. Gıda sektöründe işlem hatlarının yıkanması, durulanması, haşlama, pastörizasyon, dondurma, soğutma, buhar üretimi, sanitasyon ve dezenfeksiyon gibi işlemlerde su yoğun olarak kullanılmaktadır. Suyun yoğun kullanıldığı diğer sektörler arasında tekstil, kimya ve kimyasal ürünlerin imalatı, ana metal sanayi, içeceklerin imalatı, diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı sayılabilir. Tekstil ve gıda sektörlerinin, endüstriyel su kullanımı içerisindeki payı yaklaşık toplam %40'tır. Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı, başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı, kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri imalatı sektörleri de su kullanımı açısından toplam içinde kayda değer bir yer tutmaktadır.

Endüstriyel su verimliliğinin sağlanması kapsamında; personel eğitimlerinin tamamlanması, su verimliliği birimlerinin ve sistemlerinin kurulması, su verimliliği eylem planlarının oluşturulması, üretim planlamasının iyileştirilmesi, suyun ve atık suyun miktar ve kalite açısından düzenli olarak izlenmesi, kayıpların ve sızıntıların önlenmesi, susuz teknolojilerin ve proseslerin tercih edilmesi, proses sularının ve arıtılmış atık suların geri kazanılarak yeniden kullanılması, ekipman temizliğinde basınçlı sistemlerin kullanılması, su yumuşatma sistemlerindeki geri yıkama sıklığının optimizasyonu, yağmur suyu hasadı, kapalı döngü soğutma sistemlerinin kullanılması, buhar sistemlerinin iyileştirilmesi gibi teknikler öne çıkmaktadır.

Su verimliliğinin en önemli bileşenlerinden biri arıtılmış atık suların yeniden kullanılmasıdır. Arıtılmış atık suların başta sulama amaçlı olmak üzere endüstriyel amaçlı (proses suyu, soğutma suyu, kazan besleme suyu), çevresel amaçlı (sulak alan oluşturulması, sulak alanların beslenmesi yüzeysel ve yeraltı sularının beslenmesi), sanitasyon ve genel temizlik işlerinde ve diğer (yangın suyu olarak, maden ve hazır beton endüstrisinde toz kontrolü/saha sulama suyu olarak, gri suların kapalı devre olarak pisuvar ve sifon suyu olarak yeniden kullanımı vb.) birçok alanda kullanılabilmektedir. Bu çerçevede, arıtılmış atık suların kullanım alanlarının genişletilmesi, uygulamaların kolaylaştırılması, yaygınlaştırılması ve teşvik mekanizmalarının oluşturulması amacına yönelik ulusal mevzuatımızda düzenlemeler bulunmaktadır.

Sanayi bölgelerinde su verimliliği olanakları kapsamında endüstriyel simbiyoz uygulamaları öne çıkmaktadır. Endüstriyel Simbiyoz, "En az bir kuruluşun Yeşil OSB sınırları içinde yer aldığı ve böylesi bir iş birliği kurulmamış olsaydı, ziyan edilecek olan kaynakları en uygun şekilde birbirleriyle takas etmeye çabalayan iki veya daha fazla işletme için fırsatların belirlenmesi ve yenilikçi iş birliğinin tesis edilmesi olarak tanımlanabilir. Söz konusu kaynak genellikle, katılımcı firmalardan birinin ya da daha fazlasının atık yığını veya yan ürünüdür ve katılımcı olan bir başka firmanın (firmaların) üretim sürecinde girdi olarak kullanılarak, Yeşil OSB'nin toplam atık üretimini en aza indirilmesi sağlanmaktadır" olarak tanımlanmaktadır (STB, 2020). Endüstriyel simbiyozun somut örneklerinin hayata geçirildiği alanlara Eko-Endüstriyel Park (EEP) olarak adlandırılmaktadır. OSB bünyesinde gerçekleştirilen endüstriyel simbiyoz ve eko-endüstriyel park projelerinde uygulanan su verimliliği teknikleri ile sanayi sektörü için kayda değer oranlarda su kazanımı sağlanmaktadır.

4.3.5. Su kalitesi ve verimlilik

Su kaynaklarımız iklim değişikliği, endüstriyel ve evsel kaynaklı kirlilik ile yapılaşmadan olumsuz etkilenmektedir. Teknoloji ve sanayinin gelişmesi, artan nüfus ve buna bağlı artan ihtiyaçlar, doğal kaynakların daha fazla kullanılmasına, bozulmasına ve kirletilmesine neden olmaktadır.

Tarım alanlarında verimli ve sürdürülebilir bir üretimin yürütülmesinde tarımsal sulamalarda sulama suyu kalitesi ve yönetimi önem arz etmektedir. Sulama suyu kalitesi bakımından tuzluluk düzeyi, kalsiyum ve magnezyuma göre yüksek sodyum düzeyi, suda bulunan toksik iyonlar ve diğer faktörler dikkate alınmaktadır. Türkiye'de ABD Tuzluluk Laboratuvarı tarafından geliştirilen sınıflandırma sistemi ile sulama suları değerlendirilmektedir. Tarımsal sulamada kaliteli su varlığı temel teşkil eder. Tuzluluk ve tuzlu topraklar tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına yol açarlar. Yüksek sodyumlu suların kullanılmasıyla toprakların infiltrasyon kapasitesi düşer. Toksik iyonlar bitkilerde zehir etkisi meydana getirerek yine verim kayıplarına yol açarlar. Bu nedenle sulama suyu kalitesi dikkate alınarak bitkiler yetiştirilmeli, tuzlanma ve sodyumlu toprakların oluşumuna karşı çeşitli yönetim tedbirleri uygulanmalıdır. Tuzluluk nedeniyle kullanılması uygun görülmeyen tuzlu su kaynakları ve drenaj suları değerlendirilerek ve çeşitli yönetim uygulamaları devreye sokularak kullanılmaları mümkün olabilir. Toprakların sürdürülebilir tarımsal üretkenliği dikkate alınarak bu sular tarımsal üretime önemli katkılar sağlayabilirler.

4.3.6. Su verimliliğine yönelik yaygınlaştırma çalışmaları

Su kaynakları, tüm sektörlerde insan eliyle kullanılmaktadır. Buna göre su verimliliğinin arttırılmasında en önemli faktör, son kullanıcıların konuyla ilgili bilinç düzeyleri ve yaklaşımlarıdır. Bir konuda toplumsal bilincin oluşmasında, çocukluktan itibaren aile, okul ve sosyal çevre önemli rol oynamaktadır. Günümüzde toplumun bir konuda bilinç seviyesinin artırılmasında yaygınlaştırma faaliyetleri gerçekleştirilmesi çokça tercih edilen bir yoldur. Buna göre, toplumun her yaştan her bir bireyin hem doğrudan hem de dolaylı olarak su kullanıcısı olduğu bilinciyle su verimliliği üzerine yaygınlaştırma faaliyetleri yürütülmelidir. Bu kapsamda her kademe için okullarda uygulanacak ders içerikleri hazırlanmalıdır. Sanal medya üzerinden uygulanmak üzere, farklı yaş, eğitim ve sektörlere yönelik su verimliliği içerikleri hazırlanmalıdır. Tarım ve endüstri gibi kritik sektörlere yönelik yüz yüze eğitim programları düzenlenebilir. Bu eğitimler farklı içeriklerle uygulanabilir. Örneğin tarım sektöründe, çiftçiler için farklı, mühendisler için farklı içerikler uygulanabilir. Böylece su ayak izi ölçeğinde, suyun her noktada miktar ve kalite olarak muhafaza edilmesine yönelik yaygınlaştırma faaliyetleri ile bireysel, toplumsal ve ülkesel düzeyde su verimliliğinin artırılmasına önemli seviyede katkı sağlanabilir.

4.3.7. GZFT analizi

Güçlü Yönler

- Yeraltı ve yer üstü su kaynakları varlığı
- Kurumsal Yapı
- Meteoroloji, akarsu debileri, yeraltı su seviyeleri, su depolama ve saptırma yapılarında seviye ve debi ölçüm sistemleri
- Sektörel su tahsis planları
- Önemli sayıda baraj, gölet ve taşkın önleme yapısının varlığı
- Toprak ve su kaynakları varlığı
- Sulu tarım uygulama kültürü olan çiftçi varlığı
- Mevcut büyük ve bireysel sulama sistemi alt yapısı
- Büyük sulama yatırımlarının devlet eliyle yapılması
- Bireysel sulama yatırımlarının devlet tarafından desteklenmesi
- Sulama sistemleri üretiminde yerli sanayinin mevcut durumu
- Hayvansal üretim tesisleri için devlet destekleri
- Su konusunda var olan kurum ve sivil toplum kuruluşları
- Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması
- Atık su Arıtma Tesisi Enerji Teşviki Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması
- Arıtılmış atık suların sulamaya ilave olarak çevresel, endüstriyel ve diğer kullanım alanlarında yeniden kullanımına ilişkin Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde düzenleme yapılmış olması,
- Su yönetiminde tarımsal politikaları yönlendirme açısından güçlü bir AR-GE kapasitesinin varlığı
- Sulama projelerinde geçmişten gelen tecrübe
- Tarım ve Orman Bakanlığı'nın merkez ve taşra teşkilatı bakımından geniş bir organizasyona ve güçlü bir personel varlığına sahip olması
- Su Verimliliği Seferberliğinin başlatılmış olması.
- Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planının yayımlanmış olması.
- Su Verimliliği Yönetmeliğinin yayımlanmış olması.
- İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıplarının kontrolüne yönelik mevzuatın bulunması
- Suyu yoğun kullanan 152 NACE kodu için Endüstriyel Su Verimliliği Rehberlerinin hazırlanarak Bakanlığın internet sitesinde yayımlanmış olması,
- Çeşitli yasal düzenlemelerin yapılmış olması ve teşvik mekanizmalarının devreye alınmış olması
- Mevcut su arıtma alt yapıları

- Su kalitesi izleme ve değerlendirmede kurumsal Yapı ve atık su yönetimi çabaları
- Su Kalite analizi laboratuvar olanakları
- Türk toplumunun su verimliliğinin artırılması kapsamında faaliyetlere, gelenek ve inanç bakımından uyumlu ve yatkın olması
- Yaygınlaştırma faaliyetlerinde kullanılmak üzere içerik hazırlama bakımından kurumsal alt yapıların, bilgi ve tecrübenin mevcut olması,
- Yaygınlaştırma faaliyetleri için sanal medya, TV ve radyo olanaklarının mevcut olması

Zayıf Yönler

- Henüz yenilenebilir su kaynaklarının yarıya yakınının kontrol altına alınmaması
- Su yasası ve kurumlar arası koordinasyon eksikliği
- Su kaynakları potansiyeline ilişkin veri ve hesaplamaların güncel olmaması
- Su kaynakları izleme sistemlerinin güncel olmaması ve yetersiz olması
- Su tahsis planlarının uygulamaya aktarılmaması
- Su muhafaza ve taşkın önleme sistemlerinin yetersizliği
- Bireysel su kullanmaya ilişkin yasal mevzuat eksikliği
- Açık kanallardan oluşan büyük sulama şebekelerinde yapısal ve yönetimsel eksiklikler
- Basınçlı sulama şebekelerinde proje, inşaat ve yönetimsel eksiklikler
- Sulama sistemleri ham maddelerinde dışa bağımlılık
- Sulama şebekelerinde su yönetiminde dağınık ve farklı kurumsal yapıların varlığı
- Sulama şebekelerinde su ücretlendirmesine ilişkin sorunlar
- Sulama oranlarının düşük olması, Mülga Toprak-Su, Köy Hizmetleri ve Halk sulamalarına ilişkin sulama oranının izlenmemesi
- Sulama randımanlarının düşük olması, mevcut değerlerin sahayı temsil etmemesi
- Peyzaj alanların sulanmasında aşırı su kullanılması
- Bitkisel üretimde kimyasal gübre, ilaç vb. maddelerin su kaynakları üzerine etkilerine ilişkin yasal düzenleme bulunmaması ve bu hususta izleme ve değerlendirmede eksiklikler
- Hayvansal üretim tesislerine, su tahsisi, su kullanımı ve atık suya ilişkin izleme ve değerlendirme yapılmaması
- Su yönetiminde bilgi ve teknolojilerin kullanıcılara, çiftçilere yeterli oranda iletilememesi ve benimsetilememesi
- Su kaynaklarının korunması ve yönetimine ilişkin genel esas ve usullere ilişkin çerçeveyi ortaya koyan ve günümüz ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte bir kanununun olmaması.
- Su kullanımına yönelik ölçüm, izleme ve denetim yetersizliği.
- Çoğu belediyenin içme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki su kayıp oranlarının mevzuat hedeflerinin üstünde olması

- Sanayide su ve atık su yönetimine ilişkin güncel, güvenilir ve düzenli veri teminini sağlanamaması, kurumlar arasında bilgi transferinin ve iş birliğinin yetersiz olması,
- Endüstriyel gelişmelerin planlama aşamasında havza ve bölgesel ölçekte su kaynaklarının mevcut ve gelecek dönem projeksiyonlarının, uzun vadeli kümülatif su kullanımlarının dikkate alınmaması,
- Bazı sanayi tesislerinde arıtma ve izleme altyapısının yetersizliği, yerel su kalitesi üzerinde risk oluşturmaktadır.
- Sanayide döngüsel su kullanımı (atık suların ve proses sularının yeniden kullanımı) başta olmak üzere endüstriyel su verimliliği konusunda teknik bilgi, tecrübe ve farkındalık eksikliği,
- Su kaynaklarının tekrar kullanılma oranlarının düşük olması
- Arıtılmış atık suların yeniden kullanım oranının düşük olması
- Tarımda kimyasal kullanımında su kaynaklarının kirlenmesinin göz ardı edilmesi
- Evsel kullanımda su kaynaklarını kirletme bilincinin düşük olması
- Su kalitesinin birden çok kamu kurumu tarafından izlenmesi ve bu kurumlar arasında koordinasyonun zayıf olması
- Arıtılmış atık suların tarımsal sulamada kullanılması ile ilgili yasal düzenlemelerin eksikliği.
- Su verimliliği bakımından bilinç seviyesinin düşük olması
- Sanal medya, TV ve radyo gibi ortamlarda bu tür içeriklere olan ilgilinin düşük olması

Fırsatlar

- Güçlü kurumların var olması
- Yerli ve yabancı fon kaynakları
- Devlet ve AB Destekleri
- İnsan kaynağı
- Gelişen Teknoloji ve yerli teknolojinin artması
- Otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması, eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları
- Su hasadı, yağmur suyu ve gri su kullanımı
- Verimli su kullanımı, su tasarrufunda teknolojik gelişmelerde özel sektörün Ar-Ge'ye ilgisindeki artış
- Su kaynaklarının izlenmesi ve yönetimi için ileri veri analitiği ve yapay zekâ uygulamalarının kullanılması: Erken uyarı sistemleri ve su yönetiminde karar destek sistemlerinin geliştirilmesi
- İklim değişikliğine uyum çalışmalarının hız kazanması.
- Su Verimliliği ile ilgili kamuoyu farkındalığının artıyor olması.
- Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında su verimliliğine yönelik eylemlerin yer alması,
- Endüstriyel Emisyonlar Direktifi kapsamında sektörel BAT-BREF Dokümanlarının hazırlanmış olması,

- Yerli membran teknolojilerinin geliştirilmesi ile atık su geri kazanım maliyetlerinin düşürülmesi,
- Tekrar kullanılabilecek su kaynağı varlığının fazla olması
- Gerektiğinde kullanım için deniz suyu varlığının fazla olması
- Günümüz teknolojisi ile bir konunun yaygınlaştırılması için çok fazla olanak olması

Tehditler

- Kurumların eşgüdümlü çalışma kültürünün olmaması, farklı kurumların aynı konularda faaliyet yürütmesi
- Meslek taassubu ile su verimliliğine yönelik faaliyetlerin bütüncül planlanamaması
- İklim Değişikliği ve Kuraklık
- Bireysel su kullanımını düzenleyen yasal mevzuatın olmaması ve yetersiz denetim
- Su yönetimi organizasyonlarında yapısal sorunlar, personel ve teçhizat eksikliği
- Enerji maliyetlerinin artması
- Tarımsal üretim maliyetleri ile gelir arasındaki farkın azalması, sulama sistemleri maliyetlerinin artması
- Tarımsal üretimde ortalama çiftçi yaşının artması
- Su yönetimi ve sulama projeleri için yeterli finansal kaynakların bulunamaması, projelerin hayata geçirilmesinde yaşanan aksaklıklar
- İklim Değişikliği sebebi ile yaşanan yağış rejimlerindeki düzensizlikler.
- Su kaynaklarının miktar ve kalite olarak azalması.
- İklim Değişikliğine bağlı olarak kuraklık ve su kıtlığı riskinin sanayide sürdürülebilir su teminini olumsuz etkilemesi,
- Su verimliliği uygulamalarına yönelik teşviklerin yetersizliği,
- Endüstriyel su kullanımı konusunda ölçüm, izleme ve denetim mekanizmalarının etkin şekilde işletilememesi, kayıt dışı kuyu suyu kullanımının önlenememesi
- Su kaynaklarının kalite bakımından muhafaza edilmesine ilişkin toplumsal bilincin düşük olması
- İklim değişikliği nedeni ile yağış rejimlerinde değişimin su kalitesini olumsuz etkilemesi
- Yüzey ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi ve deniz müsilajı
- Sanal medya ortamında çok fazla yanıltıcı içeriğin bulunması.

4.4. Kurumsal Yapılar ve Hukuki Düzenlemeler

4.4.1. Giriş

Ülkemiz su kaynaklarının yönetimi, idari ve hukuki yapılanma bakımından çok parçalı bir özellik arz etmektedir. Su mevzuatımız çok sayıda birincil ve ikincil düzenleme barındırıyor olmasına rağmen su kaynaklarının korunması ve yönetimi bakımından genel esas ve usullere ilişkin çerçeveyi ortaya koyan ve günümüz koşullarına cevap verebilecek nitelikte bir su kanununa olan ihtiyaç hala karşılanamamıştır.

Ülkemizde su kaynaklarının korunması ve kullanımına yönelik birçok mevzuat hali hazırda yürürlükte olup söz konusu mevzuatlar ile birçok konu düzenlenmeye çalışılmıştır. Hatta mevzuatlarda ağır cezalara da yer verilmiştir. Ancak gelinen aşamada çoğu su kaynağımızda hem kalite hem de miktar sorunları görülmektedir. Bu durum, ağırlıklı olarak farklı kanunlarla kendilerine vazife verilen kurumlar arasındaki koordinasyon eksikliğini ortaya koymaktadır. Önümüzdeki dönemde su kaynakları yönetimi açısından belirsizliklerin arttığı çok daha zorlu bir sürecin olacağı bilimsel çalışmalar ile ortaya konulmaktadır.

Bu zorlu süreçte ülkeler suya ilişkin yasal ve kurumsal altyapılarını mevcut ve gelecek tehditleri dikkate alarak güncellemekte, yeni yaklaşımlar ile bu sorunların üstesinden gelmeye çalışmaktadırlar. Benzer şekilde Ülkemizin su yönetimine ilişkin mevcut ve gelecek tehditleri dikkate alarak yasal ve kurumsal altyapısını güçlendirmesi gerekmektedir.

4.4.2. Hedef ve öngörüler

Düzenlemelere İlişkin

Sulama mevzuatında bütünleştirme çalışmaları, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak, tarımsal verimliliği artırmak ve çevresel etkileri minimize etmek amacıyla önemli olup, aşağıda belirtilen çalışmaların birlikte ele alınması gerekmektedir.

a) Mevzuatın Güncellenmesi ve Uyumlaştırılması

- Mevcut Mevzuatın İncelenmesi: Sulama ile ilgili mevcut yasalar, yönetmelikler ve standartlar gözden geçirilerek, çakışan veya eksik kalan hükümler tespit edilmelidir.
- Avrupa Birliği ve Uluslararası Standartlara Uyum: Su yönetimi ve sulama konusunda AB direktifleri (örneğin, Su Çerçeve Direktifi) ve diğer uluslararası standartlarla uyum sağlanmalıdır.
- Yeni Mevzuat Oluşturma: Eksik kalan alanlarda yeni düzenlemeler yapılmalı ve mevcut mevzuatlar arasında tutarlılık sağlanmalıdır.

b) Kurumlar Arası İş Birliği ve Koordinasyon

- Kurumsal Yapının Güçlendirilmesi: DSİ (Devlet Su İşleri), Tarım ve Orman Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü gibi kurumlar arasında daha etkin bir iş birliği mekanizması oluşturulmalıdır.

c) Su Kaynaklarının Entegre Yönetimi

- Havza Bazlı Yönetim: Su kaynakları, havza bazlı bir yaklaşımla yönetilmeli, sulama projeleri bu doğrultuda planlanmalıdır.
- Su Tasarrufu ve Verimlilik: Modern sulama teknikleri (damla sulama, yağmurlama vb.) teşvik edilmeli, su tasarrufu sağlayan teknolojilere yatırım yapılmalıdır.
- Yeraltı Suyu Kullanımının Kontrolü: Yeraltı sularının aşırı kullanımını önlemek için sıkı denetimler getirilmeli ve ruhsatlandırma sistemi iyileştirilmelidir.

ç) Finansman ve Teşvik Mekanizmaları

- Sulama Projelerine Destek: Sulama altyapısının modernizasyonu ve yeni projeler için kamu ve özel sektör iş birliği ile finansman modelleri geliştirilmelidir.
- Çiftçi Destekleri: Çiftçilere modern sulama sistemleri kurmaları için hibe, kredi ve teknik destek sağlanmalıdır.

d) Eğitim ve Bilinçlendirme Çalışmaları

- Çiftçi Eğitimleri: Suyun verimli kullanımı, modern sulama teknikleri ve sürdürülebilir tarım uygulamaları konusunda çiftçilere eğitimler verilmelidir.
- Toplumsal Bilinçlendirme: Su kaynaklarının korunması ve tasarruflu kullanımı konusunda toplum genelinde farkındalık çalışmaları yürütülmelidir.

e) Teknolojik Altyapının Geliştirilmesi

- Akıllı Sulama Sistemleri: Sensörler, IoT (Nesnelerin İnterneti) ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak akıllı sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.
- Veri Tabanı ve İzleme Sistemleri: Su kullanımı ve sulama verimliliği ile ilgili veriler toplanarak, analiz edilmeli ve karar alma süreçlerinde kullanılmalıdır.

f) Çevresel Etkilerin Azaltılması

- Ekolojik Denge: Sulama projelerinin çevresel etkileri (toprak tuzlanması, su kirliliği vb.) minimize edilmeli, doğal ekosistemler korunmalıdır.
- Atık Su Yönetimi: Tarımsal atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı için gerekli altyapı ve mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır.

g) Denetim ve Uygulama

- Etkin Denetim Mekanizmaları: Sulama mevzuatının uygulanması ve su kullanımının denetimi için etkin bir denetim mekanizması kurulmalıdır.
- Yaptırımların Artırılması: Mevzuata uyulmaması durumunda caydırıcı yaptırımlar uygulanmalıdır.

Bu adımlar, Türkiye'de sulama mevzuatının bütünleştirilmesi ve su kaynaklarının daha etkin yönetilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu süreçte, kamu, özel sektör ve toplumun iş birliği büyük önem taşımaktadır.

Hukuki Yapıya İlişkin

Türkiye'de su kaynakları geliştirilmesi ve yönetimi ile ilgili olarak kurumların görev, yetki ve sorumlulukları çerçevesinde birçok kanun ve kanun hükmünde kararname bulunmakta, bunların uygulanmasını düzenleyen çok sayıda yönetmelik, tebliğ ve genelge bulunmaktadır.

Su kaynakları ile ilgili 1920'lerden beri 70'in üzerinde kanun ve yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Kanun ve yönetmelikler, su kaynaklarının korunması, kullanılması, planlanması, yönetimi, gerekli yatırımların yapılması, yönetimde yer alan kurum ve kuruluşların görev, yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi vb. konularına açıklık getirmektedir. Ayrıca söz konusu kanun ve yönetmelikler, su kaynaklarını kirletenlere karşı ceza ve yaptırımları da belirlemektedir. Su kaynakları yönetiminin temelini oluşturan kanunları; Çevre Kanunu, Sular Hakkında Kanun, Köylerin İçme ve Kullanma Suları Hakkında Kanun, Yeraltı Suları Hakkında Kanun, Kıyı Kanunu, Yeraltı Suları Hakkında Kanun, Su Ürünleri Kanunu'nu olarak sıralamak mümkündür. Söz konusu mevzuatın yetersiz kaldığı ya da cevap veremediği durumlar da bulunmaktadır. Su yönetiminde karşılaşılan zorlukların aşılması, mevzuatta bütünlüğün sağlanması, etkinliğin artırılması ve sürdürülebilir su yönetiminin hayata geçirilebilmesi için kapsamlı ve temel bir çerçeve sunan Su Kanunu ve Taşkın Kanunu gibi düzenlemelerin yürürlüğe girmesi önem arz etmektedir.

Bu doğrultuda, aşağıda yer alan söz konusu hususlarda, yasal altlığın oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır:

Tarımsal Sulama: Sulama Birliklerinin kurulması kapsamında "6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu" 22.03.2011 tarih ve 27882 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Sulama Birlikleri hali hazırda faaliyetlerini 6172 Sayılı Kanun'la yürütmektedir. 19/02/2022 tarih ve 31755 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 93 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin sulama birlikleri başlıklı 2. Maddede "6172 sayılı Kanun hükümlerine istinaden faaliyette bulunan sulama birlikleri (1) sayılı Cetvelde" 181 sulama birliğinin tüzel kişiliği devam etmektedir.

Sulama Suyu Kalitesi ve Kullanılmış Suların Tarımsal Sulamada Kullanımı: Atık suların sulamada kullanılması ile ilgili Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nin Ek-7'sinde "Arıtılmış atık suların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri'ne ve "sulamada kullanılabilecek atık suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik" değerlerine yer verilmiştir. Ancak söz konusu mevzuat genel sulama suyu kriterleri açısından günümüz ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Hem sulama suyu hem de kullanılmış suların tekrar kullanılmasında kalite kriterlerinin belirlenmesi maksadıyla Su Yönetimi Genel Müdürlüğünce DSİ Genel Müdürlüğü'nün de katkıları ile "Sulama Suyu Kalitesi ve Kullanılmış Suların Yeniden Kullanılması Hakkında Yönetmelik Taslağı" hazırlanmış ancak henüz yürürlüğe girmemiştir.

Suyun Hukuki Durumu: Mevcut durumda özel su ve genel su mevzuatta tanımlanmamış olup yargı kararları ile sınırları belirlenmiştir. Ancak özel su ve genel su ayrımı yeterince net ve belirleyici olamadığından kanunen bu ayrımın daha net bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

İklim Değişikliğinin Getireceği Belirsizlikler ve Adaptasyon: Yatırım ve planlamalarda iklim değişikliğinin gelecek dönemde beklenen etkilerinin dikkate alınarak iklim değişikliğine uyum sağlanması ve suyun daha verimli kullanılması için gerekli adımlar atılması ve kurak bölgelerde su tasarrufu sağlayan üretim modelleri ve sulama tekniklerinin teşvik edilmesi için gerekli yasal altyapının hazırlanması gerekmektedir.

Su Verimliliği Çalışmaları: Su verimliliği konusunda ulusal vizyon ve hedeflerin yer aldığı Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033) 31 Ocak 2023 tarihinde "Su Verimliliği Seferberliği" kapsamında yayımlanmıştır. Ancak, su kayıplarının azaltılması, su verimli teknolojilerin kullanılması, geri kazanım ve yeniden kullanımı esas alan döngüsel su kullanımının sağlanması ve 27.12.2024 tarihli ve 32765 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Su Verimliliği Yönetmeliği için yasal zeminin güçlendirilmesi, yaptırım ve teşvik mekanizmalarının oluşturulması konusunda Kanun seviyesinde düzenlemeye ihtiyaç duyulmaktadır.

İçme-kullanma suyunun etkin kullanılması ve su kayıplarının azaltılması hususunda, "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Söz konusu mevzuatın yürürlüğe girmesi ile su idarelerinin su temininde, iletiminde, dağıtımında ve tüketiminde su kayıplarının azaltılmasına yönelik görev ve sorumlulukları belirlenmiştir. Bu mevzuat çalışmaları ile büyükşehir ve il belediyeleri su kayıplarını 2028 yılına kadar en fazla %25 düzeyine; diğer belediyeler su kayıplarını, 2028 yılına kadar en fazla %30, 2033 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlüdürler.

Tarımsal sulamada ise, Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı gereği sulama randımanın 2030 yılına kadar %60 seviyesine yükseltilmesi gerekmektedir.

Planların hazırlanması ve uygulanmasındaki zorluklar: Türkiye'de su kaynaklarının kalite ve miktar olarak korunması, geliştirilmesi, sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi kapsamında başta Ulusal Su Planı olmak üzere birçok havza bazında planlama çalışması yapılmaktadır. Ancak,

Ülkemizdeki su yönetimi, merkezi ve yerel düzeyde birçok kurum/kuruluş tarafından çok paydaşlı olarak yürütüldüğünden dolayı koordinasyonda ve planların entegrasyonunda sıkıntılara sebep olmaktadır. Diğer taraftan, özellikle havza ölçekli planlar olarak ifade edilen nehir havza yönetim planları, taşkın yönetim planları, sektörel tahsis planları ve kuraklık yönetim planlarındaki tedbirlerin uygulanması konusunda güçlü bir yasal dayanağın oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Fiyatlandırma: Türkiye'deki mer'i mevzuat çerçevesinde 30 büyükşehir belediyesi, sınırları içerisindeki kentsel ve kırsal yerleşimlerde su temini ve atık su hizmetlerinden sorumlu iken büyükşehir olmayan 51 belediye ise mücavir alan sınırları dahilinde yer alan yerleşimlere su temini ve atık su hizmetlerinden sorumludur. Ancak, ilçe ve belde belediyeleri kendi sınırları içerisinde yer alan yerleşimlerde bu hizmetlerden sorumludur. Kırsal yerleşimlerde İl Özel İdareleri (İÖİ) su temini ve atık su hizmetlerinden sorumludur. Belediyeler Kanunu gereğince, su temini ve atık su hizmetleri tarifeleri belirleme yetkisi Belediye Meclislerindedir. Tarifelerin hesaplanması, ne sıklıkla düzenleneceği veya farklı tüketici kategorileri arasında tarifelerin nasıl yapılandırılacağına ilişkin kararlar belediye meclislerinin takdirine bırakılmış olup herhangi bir yasal kısıtlama bulunmamaktadır. Dolayısıyla, su tarifelerine esas teşkil edecek bir ortak metedolojinin oluşturulması aynı zamanda tarifelerin belirlenmesi hususunda merkezi bir denetleyici kurumun oluşturulması ya da Ulusal Su Kurulu'na bu manada görev verilmesi sağlanabilir.

Tarımsal Sulamada Fiyatlandırma: Suyun fiyatlandırılması, diğer sektörlerde olduğu gibi tarımda da öncelikli konular arasında yer almaktadır. Ancak, genel olarak suyun fiyatlandırılması, sulama tesisi ve bütünleyici parçalarının yatırım, işletme, bakım, onarım maliyetlerinin yanı sıra yenileme– modernizasyon- teknolojik değişim maliyetini, sulama projesinin tercihi ile vazgeçilmek zorunda kalınan ikinci en iyi alternatifin fırsat maliyetini ve dışsallık maliyetlerini içermektedir.

Suyun fiyatlandırılması; su arzında ve talebinde verimli ve etkin sürdürülebilirliği sağlayacak şekilde maliyetlerin karşılanmasını ve kullanıcılarının ödeme gücünün dikkate alınması anlamına gelmektedir. Karşılanacak maliyetler öncelikle suyun biriktirilmesi, taşınması, iletimi, dağıtımı ve kullanımına ilişkin maliyetleri ifade etmektedir. Bununla birlikte, suyun fiyatı kavramının "kar" ve sulama ile sağlanan katma değer artışı" gibi ilave değerleri içerdiği muhakkaktır.

Ancak, su, sınırlı ve ikame edilemez bir doğal kaynak olmakla birlikte yaşam kaynağı temel bir ihtiyaçtır. Sektörel su taleplerinin baskısı, kaynakların dağılımındaki bölgesel eşitsizlikler, doğal kaynakların sürdürülebilirliği, artan nüfusun gıda güvenliği gibi birçok temel faktör; bugün ve gelecek için temiz ve sağlıklı suya erişim hakkının korunmasını çok daha hayati bir öneme taşımaktadır. Suyun fiyatlandırılması tarım sektöründe; dengeleme, yönlendirme ve kontrol işlevi gören bir araç olmalı, temiz ve sağlıklı suya erişim hakkını engellememelidir. Bu sebeple ülkemizde su kullanım hizmet bedeli olarak adlandırılan bedel, "suyun fiyatı" değildir. "Su kullanım hizmet bedeli"; kar olmaksızın, kaynaktan tarla başına kadar suyun iletilmesi ve dağıtılması için yapılan tüm işletme, bakım ve onarım masraflarını ifade etmektedir. Su kullanım hizmet bedeli, yatırım, fırsat ve dışsallık maliyetlerini kapsamamaktadır.

703 Sayılı KHK 69. maddesiyle yeniden düzenlenen 6200 Sayılı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünce Yürütülen Hizmetler Hakkında Kanun'un 26. Maddesi gereği, sulama tesislerinin işletmeleri için ihtiyar olunan bilcümle masrafların, faydalananlar tarafından ödenmesi gerekmektedir. Yasa koyucu 6200 sayılı yasada yer verdiği bu hükümle; sulama işletmeciliği için yapılacak her türlü masrafın faydalanandan alınması üzerine kapsamlı ve hiçbir istisnası olmayan bir genel düzenleme amacını gütmüştür. Dolayısıyla hem milyarlarca liralık yatırımlarla işletmeye açılan tesislerin, hem de su ve toprak kaynaklarının korunması açısından faydalananların da;

yapılan hizmetlerin karşılığı olan işletme ve bakım masraflarını karşılayan su kullanım hizmet bedellerini ödemeleri gerekmektedir.

Suyun her sektörde olduğu gibi tarımda da daha etkin ve verimli kullanılmasına ilişkin çalışmalar günümüzün en öncelikli konularından birisidir. Sulamada su kullanım verimliliği, tarımsal faaliyet ve sulama tesisini, mevcut su potansiyeline göre bütünleştiren, sulama suyunun gerçek ihtiyaçlar düzeyinde, zamanında ve sürdürülebilir bir şekilde çevreye zarar vermeden kullanımını ifade etmektedir.

Bu bağlamda, "kullanan öder" prensibi çerçevesinde, yetiştirdiği bitkinin ihtiyacından çok daha fazla su kullananın kademeli olarak artan bir şekilde bedel ödemesini, uyguladığı sulama yöntemi veya başka tedbirlerle kayıplarını azaltarak ihtiyacından daha az su kullananın ise kademeli olarak azalan bir şekilde daha az bir bedel ödemesini sağlayacak çalışmalar mevcut olup, az su kullanıldığında su kullanım hizmet bedelinin düşürülerek çiftçinin ödüllendirildiği veya çok su kullanıldığında söz konusu ücretin artırıldığı bir yaklaşımla "Kademeli Su Kullanım Hizmet Bedeli" uygulanması su tasarrufu yanında, hem işletme ve bakım maliyetlerinin düşürülmesi hem de su ve toprak kaynaklarının korunması için önem arz etmektedir.

Alıcı Ortam Kalite Standartları: Mevcut durumda uygulanan deşarj standartları gerek parametre gerekse de limit değer açısından su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla, su kaynaklarında ulaşılması istenen çevresel hedeflere ulaşılması için teknoloji esaslı deşarj limitlerinin kısıtlanması ve geliştirilmesi suretiyle su kaynaklarının belli düzeylerde iyileştirilmesinin sağlanması ve akabinde alıcı ortam bazlı deşarj limitlerinin belirlenmesi ve uygulanmasına yönelik mevzuat bazında düzenleme yapılması elzem görülmektedir.

Su Tahsisi: Yasal ve kurumsal açıdan suyun tahsisine yönelik birçok kurum/kuruluş (DSİ, belediyeler, Valilikler, il özel idareleri) halihazırda görev, yetki ve sorumluluk sahibidir. Su kaynaklarının havza bazında kurak dönemler dikkate alınarak sektörel bazda tahsisine ilişkin üst ölçek planlanmasını yapma görevi ise 1 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir. Bu hususta, 17 Ekim 2012 tarihli ve 28444 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği" uyarınca Sektörel Su Tahsis Planları hazırlanmaktadır. Su kaynaklarının diğer kamu kurum ve kuruluşlarınca tahsisi, kiralanması, ruhsatlandırılması gibi işlemlerde DSİ Genel Müdürlüğü'nün görüşünün alınmasına ilişkin usul ve esaslar ile münhasıran DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılacak su tahsislerine ilişkin usul ve esaslar, 10 Aralık 2019 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "Su Tahsisleri Hakkında Yönetmelik" ile belirlenmiştir. Yeraltı sularının tahsisi ise 167 sayılı Yeraltı Suları Hakkındaki Kanun ve bağlı yönetmelikleri kapsamında yapılmaktadır. Bu çerçevede, sektörel ve münferit tahsislerin tek kurum tarafından yapılması sağlanarak kurumsal sorumluluk karmaşasının ortadan kaldırması aynı zamanda mevzuat açısından Ülkemizdeki su tahsisini destekleyecek bir yasal altyapının oluşturulması gerekmektedir.

İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunması ve Su Güvenliğinin Sağlanması: İçme suları ile ilgili olarak bugüne kadar yapılan çalışmalar yönetmelik, tebliğ ve genelge düzeyinde hazırlanmış mevzuat üzerinden yürütülmektedir. İçme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan bütün yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarının kalitesinin ve miktarının korunmasına ve iyileştirilmesine ilişkin usul ve esaslar, 28 Ekim 2017 tarihli ve 30224 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik" ile düzenlenmektedir. İklim değişikliği etkilerinin her geçen gün artışı, deprem, sel, taşkın vb. afetlerin içme suyu kaynaklarında sebep olduğu olumsuz etkiler, İçme Suyu Havza Koruma planlarında alınan tedbirlerin ilgili idarelerce tam olarak uygulanamıyor oluşu vb. durumlar içme sularının miktar ve kalite açısından bozulmasına neden olmaktadır. İçme suyu kaynaklarının çok yönlü bir

şekilde ve sürdürülebilir olarak yönetiminin sağlanması önemli görülmektedir. Bu sebeple, ülkemizde içme suyu havzalarının korunması, içme sularının arıtımı, sağlıklı şekilde iletimi (dağılması) vb. konularını da içine alan bir yaklaşımın benimsenmesi ve içme suyu güvenliğinin sağlanması maksadıyla İçme Suyu Güvenliği Planlarının hazırlanması hususlarının kanun düzeyinde düzenlenmesi önem arz etmektedir.

Taşkınların menfi etkilerinin asgari seviyeye indirilmesi: Ülkemizde, taşkın konusunda yaşanan sorunları gidermek için çok sayıda kanuni düzenleme ve yönetmelik hazırlanmıştır. Taşkınla ilgili 26 adet kanun ve 16 adet ikincil mevzuat bulunmaktadır. Ancak, bu düzenlemelerin uygulanmasında farklı kurumların ve kuruluşların görev ve yetkilerinde çatışmalar ve aksaklıklar meydana gelmiştir. Ayrıca çok sayıda düzenleme olmasına rağmen mevzuatta halen taşkın konusunda giderilememiş boşluklar da bulunmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşların görev ve yetkilerin belirlenmesi, çatışma ve aksaklıkların giderilmesi, şehir planlamasında taşkın riskinin dikkate alınması, akarsu yataklarına izinsiz müdahalelerin önlenmesi gibi yapılacak çalışmaların kanun seviyesinde düzenlenmesi önem arz etmektedir.

Yeraltı sularının korunması ve kullanımı: Yeraltı sularının araştırılması, kullanılması ve korunması maksadıyla 23.12.1960 tarihli ve 10688 sayılı Resmi Gazete'de "167 Sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun" yayımlanmış olup Kanun'un uygulanması Devlet su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. 167 sayılı Kanun'un uygulamasına yönelik sonraki yıllarda, 1961 yılında Yeraltı suları Tüzüğü, 1972 yılında Yeraltı suları Teknik Yönetmeliği, 2011 yılında Ölçüm Sistemleri Yönetmeliği, 2012 yılında Yeraltı sularının Kirlenme ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik ve 2012 yılında İçme Suyu Temin Edilen Akifer ve Kaynakların Koruma Alanlarının Belirlenmesi Hakkında Tebliğ yayımlanmıştır. Son yıllarda yaşanan kuraklık nedeniyle yeraltı sularının stratejik önemi artmış olup korunması amacıyla mevcut Kanun'un yetersiz ya da eksik olan maddelerin düzenlenmesi amacıyla 2024 yılında kanunda değişiklik teklifi yapılmıştır.

Sulama Yönetiminde Bütüncül Yaklaşıma İlişkin

Türkiye'de sulama işletmeciliği günümüze değin 3 ayrı yaklaşımla tanımlanmış olup, üç ana başlık altında değerlendirilebilmektedir.

a) DSİ'ce geliştirilen Sulamalar; Bu kapsamda işletmeye açılan sulamalar 3,6 milyon ha alana ulaşmış olup, alansal olarak %5'i DSİ'nin kendisi tarafından, %70'i, 181 adet sulama birliği tarafından, %13'ü YAS Kooperatiflerince, %5'i YÜS Kooperatiflerince, %6'sı Belediyelerce, %1'i Köy Tüzel Kişiliklerince işletilmektedir. YAS Kooperatifleri hariç, diğer su kullanıcı teşkilatlara devir, sulama tesislerinin işletme, bakım, onarım ve yönetim sorumluğunun devri olup, tesislerin mülkiyeti DSİ'ye aittir. YAS kooperatiflerine devredilen sulama tesislerinde, sulama sahalarında kuyuların açılması, motopompların montajı ve kuyu başı elektrifikasyon tesisleri DSİ tarafından inşa edilmekte ve bir geri ödeme süreci sonucunda bu tesisler Kooperatifin mülkiyetine geçmiş olmaktadır. YAS Kooperatiflerinin sorumluluğundaki sulama tesislerinin bazıları Kooperatifler tarafından, bazıları DSİ tarafından, bazıları da Mülga KHGM tarafından veya İl Özel İdareleri tarafından yapılmıştır.

b) Mülga Toprak-Su Genel Müdürlüğü, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Sonrasında Büyükşehir Belediyeleri ve İl Özel İdareleri Tarafından Geliştirilen Sulamalar; 1970-1980 yılları arasında Mülga Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen sulamalar, 1985-2005 yılları arasında Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) tarafından geliştirilen sulamalar (sulama suyu ihtiyacı 500 l/s olan tesisler) ve 13 Ocak 2005 tarihli ve 5286 Sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün Kaldırılması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun" un yürürlüğe girmesiyle büyükşehir belediyelerince, büyükşehir

belediyelerinin olmadığı illerde ise İl Özel İdarelerince geliştirilen sulamalardır. Sağlıklı ve güvenilir bir envantere dayanmamakla birlikte brüt 1,3 milyon ha civarında olduğu tahmin edilmektedir. Sulama tesisleri herhangi bir sözleşmeye bağlanmaksızın ya kooperatiflere ya da yerel yönetimlere bırakılmıştır. Tesislerin birçoğu, işletme sürecinin izlenmemesi ve denetlenmemesi sonucu ekonomik ömrünü tamamlamış, çok büyük bakım ve onarım ihtiyacı olan tesislerdir. Su tüketimi ölçülemeyen, kontrol dışı sulamalar olarak mevcudiyetini devam ettirmektedirler.

c) Halk Sulamaları; Kamu tarafından işletmeye açılan sulama projelerinin dışında gelişme gösteren sulamalardır. Bu sulamalar kırsal alanda çiftçilerin kendi olanaklarıyla teknik yardım alarak ya da almayarak yaptıkları, genellikle küçük ölçekli sulama tesisleriyle faaliyetlerini sürdürmekte ve çoğunlukla dere yataklarından ve genelde de yan dere kollarından, çakma kuyulardan, derin kuyulardan, göl ve göletlerden su kaynağı olarak yararlanmaktadır. 1980'li yıllardan beri 1,0 milyon ha olduğu kabul edilmektedir. Burada özellikle en çok dikkat çeken husus, vatandaşların yeraltı suyu kuyularından yaptığı sulamaların en yoğun halk sulamaları olduğudur. Bu sulamaların su ve sulama yönetimi açısından izlenmesi ve denetimi de bugüne kadar mümkün olamamıştır.

2709 sayılı T.C. Anayasasının 168'inci maddesinde yer alan "Hangi tabii servet ve kaynağın arama ve işletmesinin, Devletin gerçek ve tüzelkişilerle ortak olarak veya doğrudan gerçek ve tüzelkişiler eliyle yapılması, kanunun açık iznine bağlıdır." hükmü gereği; sulama tesisleri ve barajlarının işletmeciliğinin havza bazlı bütüncül kurumsal bir yapı üzerinden yürütülmesi gerekmektedir. Bu bütüncül kurumsal yapı; işletmede olan kamu tarafından işletmeye açılmış sulamalar ve halk sulamalarını kapsayacak şekilde; aşağıdaki fonksiyonları üstlenecektir.

- Etkin su kullanımı ve verimlilik; Suyun her aşamada ölçümü, adil paylaşımı, planlı dağıtımı, Gerçek ihtiyaçların karşılanması ve verimli sulama,
- Sulama suyu bütçesi ve buna uygunluğun sağlanması; (İşletme hidrolojisi ve tahsisi, gelecek nesillerin haklarının korunması)
- Geliştirme, iyileştirme ve sürdürülebilirlik; Bakım ve Onarım/Yenileme/Modernizasyon
- Finansal yönetim; Finansal planlama ve bütçeleme, maliyet yönetimi, gelir yönetimi, risk yönetimi, En Düşük Maliyetle En Yüksek Fayda
- İzleme ve değerlendirme; İzleme, muayene, kontrol, performans değerlendirme
- Denetim; İdari, ekonomik, teknik ve mali denetim

Su kaynaklarının Entegre Yönetimi kapsamında, işletmeye açılmış olan tüm sulamaların teknik, sosyal, hukuki ve ekonomik envanterin çıkarılarak ve değerlendirilerek havza bazlı sulama yönetiminin bu doğrultuda planlanması gerekmektedir. Dolayısıyla, ilgili mevzuatında bu doğrultuda güncellenmesi gerekmektedir.

Bu bütüncül kurumsal yapıyı oluşturma süreci aşamalarının başında, DSİ'ce işletmeye açılan tüm sulama tesislerinin işletme, bakım, onarım ve yönetim sürecinin, Devletin rehberliği, izlemesi, kontrolü, desteği ve denetimi altında, uygulama bütünlüğü sağlayan sulama birlikleri üzerinden yürütülmesinin sağlanması gelmektedir.

Bu süreçte, sulama yönetimi/işletmeciliğinde ileri seviyede olduğu bilinen su kullanıcı teşkilatlarından Sulama Birlikleri dışında işletmeye açılan ve/veya açılacak sulama tesislerinin diğer kurum/kuruluşlara devir işlemlerinin yapılmaması gerekmektedir.

Bu bağlamda, DSİ tarafından inşa edilerek kooperatif, Belediye ve İl Özel İdarelerine devredilen sulamaların mevcut ve/veya yeni kurulacak sulama birlikleri çatısı altında toplanmasının gündeme alınması da gerekmektedir.

Bu süreç dâhilinde, mevcut sulama birliklerinin, su kaynağı veya proje bazında birleştirilmesi, ihtiyaca göre yeni sulama birliklerinin kurulması, hangi sulama tesislerinin hangi sulama birliği görev sahasında yer alacağının belirlenmesine yönelik çalışmaların da gerçekleştirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

4.4.3. Mevcut durum

Kurumsal Yapı

Türkiye'de su kaynakları, devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunmaktadır. Su kaynaklarının içme-kullanma, tarım, endüstri, enerji üretimi, su ürünleri üretimi, turizm ve rekreasyon faaliyetleri amacıyla tüm kullanıcıların hizmetine sunulması ve korunması devletin önemli görevleri arasında yer almakta ve bu hizmet, kamu hizmeti olarak adlandırılmaktadır.

Türkiye'de, 1930'lu yıllardan başlayarak, su ile ilgili çerçeve kanunlar çıkarılmış ve su yönetimi yasal bir düzleme yerleştirilmeye çalışılmıştır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 1929 yılında eski adı Nafıa Vekâleti olan Bayındırlık Bakanlığı'na bağlı olarak "Sular Umum Müdürlüğü" adı ile kurulmuştur. DSİ'nin, 1953 yılında kurulmasını takiben, su yönetiminde genel yaklaşım tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su varlıklarını kaynak olarak kullanmak ve geliştirmek yönünde olmuştur. Hali hazırda DSİ, 26 Bölge Müdürlüğü vasıtası ile 25 havzada su varlıklarının geliştirilmesi, taşkın koruma faaliyetlerinin yürütülmesi, tarımsal sulama yatırımları gibi birçok proje gerçekleştirmiş ve gerçekleştirmeye devam etmektedir.

1980'li yıllardan itibaren nüfus artışı ve artan şehirleşme ve sanayileşmeye paralel olarak çevre sorunları ciddi şekilde baş göstermiştir. Bu doğrultuda, çevre ve su kirliliğinin önlenmesine yönelik 1983 yılında Çevre Kanunu çıkarılmış, 1988 yılında Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kabul edilmiş ve 1991 yılında Çevre Bakanlığı kurularak tüm illerde Bakanlığa bağlı taşra yapılanması oluşturulmuştur. Takip eden yıllarda su yönetimini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen birçok yasal düzenleme ve farklı kurumlara verilen yetki ve görevler ile Türkiye'de su yönetimi oldukça karmaşık bir hal almıştır.

Su yönetiminin kapsamına özellikle son 60 yıllık süreçte, suyun temini ve tahsisi hususlarının yanında suyun kalitesi, ekosistem ihtiyaçları ve iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi gibi birçok husus eklenmiştir. Sektörlerin ihtiyaç duyduğu yeterli miktar ve kalitede suyun temini, ekosistemin dengesine olumsuz müdahalede bulunmama aynı zamanda sosyoekonomik kalkınmanın önünde bir engel olarak değil, destekleyici bir unsur olarak ele alınması ihtiyacı, entegre su kaynakları yönetimini zorunlu kılmıştır.

Gelinen aşamada, gelişmiş ülkelerin tamamı su yönetiminde suyun hidrolojik sınırlarına esas entegre su kaynakları yaklaşımını benimsemiş durumdadır. Ülkelerin su kaynakları yönetim anlayışları, ortaya çıkan sorunlar ve ihtiyaçlar karşısında kendi idari ve yasal yapıları doğrultusunda şekillenmiştir. Bu nedenle entegre su yönetiminin farklı unsurlarını ele alırken her ülkenin kendine has bir yaklaşım sergilediği görülmektedir.

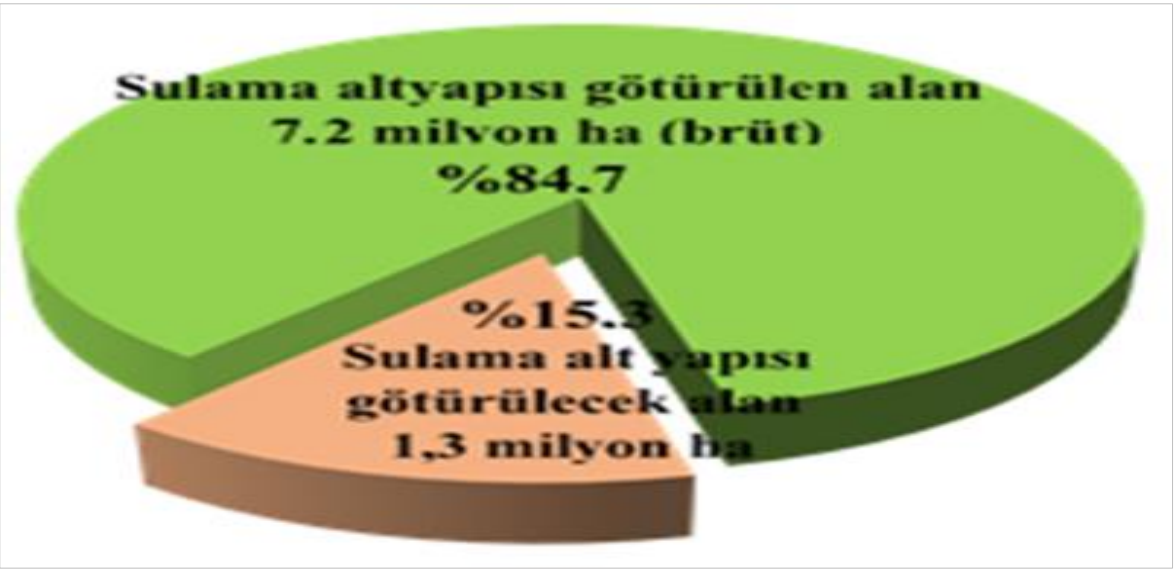
Ülkemizde de bu noktada, 2005 yılında AB katılım sürecine girilmesiyle birlikte su yönetimi alanında bir takım önemli reformların yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu minvalde, Ülkemizde Su Çerçeve Direktifi (SÇD)'nin hukuki ve idari bağlamda uyarlanması noktasında 2011 yılında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) kurulmuştur. Nitekim AB çalışmalarını esas alan SÇD (2000/60/EC) kapsamında "Su Kalitesi Sektörü"ne ait ulusal koordinasyon SYGM tarafından

yürütülmekte aynı zamanda havza ölçekli yönetim planlamaları ile su kaynaklarının planlanmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir.
Ayrıca, Avrupa başta olmak üzere Dünya'daki güncel su yönetimi uygulamaları ve yenilikler Ülkemizde yakından takip edilmekte, ülke koşullarını da dikkate alan en uygun yönetim mekanizması hayata geçirilmektedir. Su yönetimi çalışmalarının konunun uzmanları tarafından, tüm kurum, kuruluş ve paydaşların katılımı ile ekosistem olarak yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Hali hazırda suyu kullanan ve suyun yönetiminden sorumlu çok fazla kurum/kuruluş mevcut olup, tüm bu kurumlar hiyerarşik yapıda aynı düzeyde yer almaktadır. Her kurum ve kuruluş kendi mevzuatları çerçevesinde üzerine düşen sorumlulukları yerine getirmek üzere çalışmalarını yürütmektedir. Bununla birlikte, su yönetimindeki bu görev yetki ve sorumluluk karmaşası sebebiyle, birçok alanda çok başlılık söz konusu olmaktadır. Tüm bu sorunlara çözüm olması maksadıyla 29 Kasım 2023 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan 1 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde yapılan değişiklik ile; milli su politikasına yön verecek Ulusal Su Kurulu ve su kaynaklarının havza ile il bazında katılımcı bir yaklaşımla yönetimini sağlayacak 25 Havzada Havza Su Kurulları ve 81 ilde İl Su Kurulları oluşturulmuştur. Ulusal Su Kurulu ile su yönetiminde Ülke ölçeğinde koordinasyon etkinliğinin artırılması, havza ve il su kurulları ile yerel paydaşların su yönetimine aktif katılımının sağlanması ve planlarının uygulanma etkinliğinin artırılması hedeflenmektedir. Uzun vadede suyun tek elden, etkin ve verimli yönetimini sağlayacak bir üst kurumsal yapının oluşturulması ihtiyacı devam etmektedir.

Tarımsal Sulama

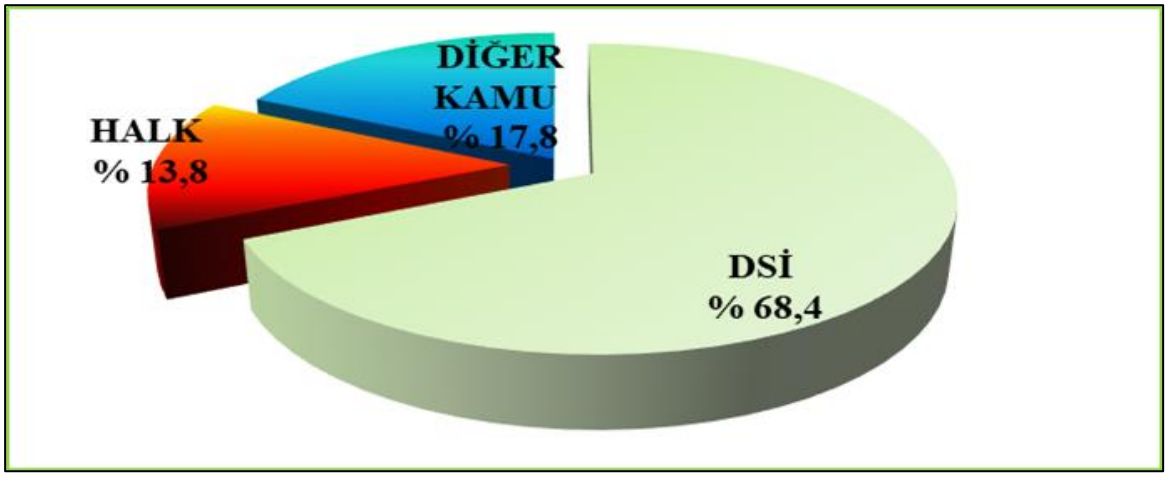
Türkiye'nin yüz ölçümü yaklaşık 78 milyon hektar olup, bu alanın 28 milyon hektarı tarım yapılabilir niteliktedir. Bunun yaklaşık 12,8 milyon hektarı DSİ'ce etüt edilmiştir. Yapılan etütlere göre mevcut su potansiyeli ile teknik ve ekonomik olarak sulanabilecek tarım arazisi 8,5 milyon hektar olarak belirlenmiştir. Ancak günümüz şartlarında bu alanın daha yüksek olduğu düşünülmekte olup bu konuda çalışmalar devam etmektedir. 2024 yılı itibarıyla sulamaya açılarak sulama altyapısı götürülen arazilerin brüt toplamı 7,2 milyon hektara ulaşmıştır. Mülga Köy Hizmetleri tarafından işletmeye açılan sulamalar brüt 1.3 milyon hektar ve halk sulamaları da net-brüt ayırt etmeksizin 1 milyon hektar olarak kabul edilmektedir. Yine halk sulamalarının bir kısmının DSİ'ce açılan sulamaların içinde kalmış olabileceği düşünülmektedir. Toplam sulama alanının 4,9 milyon hektarı DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılmıştır (Şekil 2).

Şekil 2. Türkiye'nin Sulanabilir Alanlarının Mevcut Durumu



Türkiye'de sulama altyapısı götürülerek işletmeye açılan sulama alanlarının %68,4'ü DSİ Genel Müdürlüğü (4,9 milyon ha), %17,8'i mülga Toprak-Su ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1,3 milyon ha) tarafından geliştirilen projelerle ve %13,8'lik kısmı vatandaşların kendi imkânlarıyla yaptıkları Halk Sulamaları (1 milyon ha) oluşmaktadır (Şekil 3).

Şekil 3. Türkiye'de Sulama Alanlarının Dağılımı



Türkiye genelinde toplam yeraltı suyu tahsisi 18783,8 hm3/yıl'dır. Bunun sektörel dağılımına bakılacak olursa %66'sı sulamada, %25'i içme-kullanmada, %9'u da sanayi amaçlı kullanılmaktadır. Sulamada kullanılan yeraltı suyu ile toplam 1,78 milyon ha alan sulanmakta olup sulama alanının %14 ü sulama kooperatiflerince sulanmaktadır.

Türkiye geneli 1.799.302 ha'lık alanın sulaması, 12.468,88 hm^3/yıl tahsis edilen su miktarı ile 449.160 adet yeraltı suyu kuyusu ile yapılmaktadır.

Tarımsal Sulama Yönetimi

"Sulama işletmeciliği"; kaynağı ne olursa olsun (baraj, gölet, yeraltı suyu, nehir, ırmak, kaynak suları gibi) sulamada kullanılacak suyun kaynaktan alınarak bitki kök bölgesine kadar ulaştırılması esnasındaki tüm faaliyetlerin planlanması, programlanması ve uygulanması olup suyun ve sulama ile ilgili tüm unsurların ne şekilde kullanılacağını gösteren yönetim tekniğidir.
Sulama tesislerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu hangi teşkilatta olursa olsun, işletme ve bakım faaliyetleri ile bu yükümlülüklerin eksiksiz sürdürülebilirliğini sağlaması gerekmektedir. Bu sebeple tesisleri devralan teşkilatların niteliklerine göre tesisin devredileceği kurum/kuruluşun belirlenmesi, sürdürülebilir bir işletme düzeninin kurulması bakımından büyük önem taşımaktadır. DSİ Genel Müdürlüğü 1993 yılına kadar genellikle 2000 ha'ın altında olan küçük sulama tesislerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğunu su kullanıcılarına devretmiştir. Ancak, 1993 yılından itibaren global gelişmeler ve iç dinamiklerin tetiklemesi sonucu, DSİ Genel Müdürlüğü büyük ölçekli sulama tesislerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğunu faydalananların kurdukları teşkilatlara ve yerel yönetimlere devretme kararı almıştır.
15.07.2018 tarih ve 30479 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar İle Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında" 4 Nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün görev ve yetkileri başlıklı 121. Maddesinin (i) fıkrası "Genel Müdürlüğün yaptığı veya devraldığı tesislerden işletmelerini bizzat deruhte etmediklerinin işletmelerini sağlamak üzere işletmeler kurmak ya doğrudan doğruya veyahut da işletmeler marifetiyle ortaklıklar teşkil etmek ve lüzumu halinde tesisleri hakiki ve hükmi şahıslara devretmek üzere Bakanlığa teklifte bulunmak" hükmü gereğince, DSİ'ce inşa edilen veya DSİ tarafından devralınmış olan tesislerin mülkiyeti DSİ'de

kalmak şartıyla, işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu çeşitli kurum ve kuruluşlara devredilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Devir yapılan kurum/kuruluş ve devredilen sulama sahaları (31.12.2024)

	Kurum-Kuruluş Sayısı (adet)	Kurum-Kuruluş Dağılım (%)	Devredilen Alan (ha)	Devredilen Alanın Dağılımı (%)
Sulama Birliği	181	19	2.429.344	82,2
Kooperatif (YÜS)	417	44	194.103	6,6
Belediye	165	17	247.343	8,4
Köy Tüzel Kişiliği	169	18	31.300	1,1
Diğer (KHGB, Üniversite vb.)	17	2	52.392	1,8
TOPLAM	949	100	2.954.482	100

Diğer taraftan yeraltı suyu sulamaları kapsamında Ülkemizdeki en büyük yapıyı sulama kooperatifleri oluşturmaktadır. 1966 yılından itibaren uygulanmaya başlanan ve 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu'na göre kurulan sulama kooperatifi sulamaları, aradan geçen süre zarfında yoğun çiftçi talepleri ile karşılaşmış ve önemli gelişmeler göstermiştir. Bu sulamalar önceleri "Mahdut Mesuliyetli Zirai Sulama Toprak Muhafaza ve Arazi Islahı Toprak ve Su Kooperatifi" adıyla, DSİ ve Toprak Su Genel Müdürlüğü arasındaki iş birliği ile başlamış, Toprak Su teşkilatının lağvedilip Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün kurulmasından sonra "S.S. Sulama Kooperatifleri" adı altında çalışmalar her iki Genel Müdürlük tarafından birlikte devam ettirilmiştir. Bu çalışmalar, söz konusu sulama kooperatiflerinin kurulmasını teşvik etmek, tesislerin inşaatını yapmak ve işletmeye geçtikten sonraki faaliyetlerini yürütmek amacıyla DSİ, Toprak Su ve Ziraat Bankası arasında akdedilen 03.03.1966 tarihli ve daha sonra revize edilen 31.12.1973 tarihli iş birliği protokolü ile gerçekleşmiştir.

DSİ Genel Müdürlüğü yapacağı tesislerle ilgili teknik ve ekonomik fizibilite raporlarını hazırlamak, yeraltı suyu işletme sondaj kuyularını açmak, işletilecek kuyuların elektrifikasyon tesislerini projelendirmek ve inşasını yapmak, kuyulara uygun motopompları tespit ederek temin ve montajı işlemlerini gerçekleştirmekle görevlendirilmiştir. Sulama Kooperatifleri ise DSİ Genel Müdürlüğü'nce inşa edilen tesisleri devralmak ve sulama şebekeleri ile bakım ve onarımlarını yaparak yeraltı suyu sulama tesislerinin işletmesini yapmakla yükümlüdür. Diğer taraftan 1163 Sayılı Kooperatifler Kanununa bağlı olarak faaliyetlerini sürdüren sulama kooperatiflerinin kuruluşu Tarım ve Orman Bakanlığının İl Müdürlüklerince sulama tesisinin ait olduğu ilgili kuruluşla yürütülen ortak çalışmalarla, su yönetimi ve sulama işletmeciliği bakımından izleme, kontrol ve değerlendirme çalışmaları ise Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimlerince, denetimi ise Tarım ve Orman Bakanlığınca şikayete bağlı olarak İl Müdürlüğü talebi, doğrudan vatandaş talebi ve Cumhuriyet Savcılıkları ve Mahkemelerin talebi üzerine yürütülmektedir. Hali hazırda 1.399 adet olan YAS Sulama Kooperatifleri aracılığı ile 11.618 adet YAS kuyusu ile 491.389 ha alan sulanmaktadır.

Taşkın Yönetimi

Taşkın olaylarının önlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması hususunda aşağıda yer alan kurumlara ilgili mevzuat çerçevesinde görevler verilmiştir.

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne, taşkınlarla ilgili strateji ve politikaların belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapmak ve ilgili mevzuatı ve taşkın yönetim planlarını hazırlamak görevleri verilmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne, 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 121'inci maddesinde "Taşkın sular ve sellere karşı koruyucu tesisler meydana getirmek ve akarsularda ıslahat yapmak" görevleri verilmiştir.

Büyükşehir Belediyelerine, 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nun 7nci maddesinde "Derelerin ıslahını yapmak" görevi verilmiştir.

Belediyelere, 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 15'inci maddesinde "atık su ve yağmur suyunun uzaklaştırılmasını sağlamak; bunlar için gerekli tesisleri kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettirmek;" görevleri verilmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü'ne ise, 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 334'üncü maddesinde "Orman sınırları içinde veya orman sınırları dışında her türlü arazide; ağaçlandırma, erozyon kontrolü, ormanla ilgili mera ıslahı, çölleşme ile mücadele, sel ve çığ kontrolü çalışmalarını yürütmek, entegre havza projeleri yapmak ve uygulamak" görevleri verilmiştir.

Su Kalitesinin İzlenmesi

Diğer taraftan, su kalitesinin izlenmesi kapsamında birçok kamu kurumu görev almakta ve gerek izleme noktası gerekse de izlenen parametreler açısından mükerrerlikler yaşanmaktadır. Bu durum kaynakların doğru ve etkin kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Mevcut durumda gerek finansman kaynakları gerekse de teknik altyapının yetersiz olması nedeniyle izleme çalışmaları amacına uygun, sistematik ve sürekli olarak gerçekleştirilememektedir. Bunun bir sonucu olarak, ülkemizdeki su kaynaklarının tamamının su kalitesi durumu ortaya konulamamaktadır. Bu bağlamda, zaman ve maliyet kaybının önüne geçilerek izleme sürecinin daha etkin hale getirilmesi ve veri paylaşım sürecinin kolaylaştırılması açısından suya ilişkin üretilen verilerin tek çatı altında toplanması hususlarında yasal ve kurumsal düzenlemeye ihtiyaç bulunmaktadır.

Balıkçılık ve Su Ürünleri

Resmi Gazetede 04.04.1971 tarih ve 13799 sayı ile yayımlanan "1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu"nun 20'nci maddesinde yer alan su kirliliği hükümleri gereği ve bu kanuna dayalı olarak yayımlanan Su Ürünleri Yönetmeliği'nin 11 ve 12'nci maddeleri kapsamında, sularda alıcı ortam izleme ve atık su deşarj denetim çalışmaları Tarım ve Orman Bakanlığınca yürütülmektedir.

Analiz sonuçları Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Bilgi Sistemine (Hayvan Bilgi Sistemi-https://hbs.tarbil.gov.tr) girilmekte olup, su kaynaklarının kirleticilerin etkilerine karşı korunması amacıyla ilgili kurumlar ile koordinasyon içerisinde tedbirler aldırılmakta kirleticilere idari yaptırımlar uygulanmaktadır.

4.4.4. GZFT analizi

Güçlü Yönler

- AB Su Çerçeve Direktifi'ne uyumun büyük oranda sağlanmış olması
- Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Ulusal Su Kurulu, Havza Su Kurulu ve İl Su Kurullarının kurulmuş olması
- Ulusal Su Planı ve havza ölçekli yönetim planlarının Ulusal Su Kurulu onayını müteakip Cumhurbaşkanlığı tarafından onaylanarak Resmi Gazete'de yayımlanması
- Endüstriyel Emisyonların Yönetimi Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması

- Atık su Arıtma Tesisi Enerji Teşviki Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması
- Arıtılmış atık suların sulamaya ilave olarak çevresel, endüstriyel ve diğer kullanım alanlarında yeniden kullanımına ilişkin Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde düzenleme yapılmış olması
- Teknolojik altyapının gelişmesi ile birlikte mevcut mevzuatın analiz edilerek, sulama yönetimine bütüncül yaklaşılabilmesi
- Su ve sulama yönetiminde köklü ve deneyimli kurumların ve kalifiye insan kaynağının varlığı
- Sulama yönetimindeki su kullanıcı teşkilatlardan Sulama birliklerinin kurumsallaşmış olmaları
- Su Verimliliği Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması

Zayıf Yönler

- Su Kanunun henüz yayımlanmamış olması
- Taşkın Kanununun henüz yayımlanmamış olması
- Yeraltı su kaynaklarının izlenmesine (sayaç takılması) yönelik mevzuatın uygulanamaması
- Nitrata hassas bölgelerin ilan edilmemiş olması
- Suyun tahsisinde çok sayıda kurumun yetkili olması
- Tam maliyet esaslı bir fiyatlandırma mekanizmasının yasal olarak kurulamamış olması
- Tarımsal su kullanıcı teşkilatlarının tamamını kapsayacak ve tek çatı altında toplayacak yasal bir düzenlenme bulunmaması.
- Sulama yönetimi ile ilgili her kurumun ayrı mevzuatlara sahip olması ve bu mevzuatların ilgili diğer kurum görüşlerinin etkin olarak edinilemeyerek güncellenmesi
- Mevcut sulama mevzuatının uygulanmaması ve/veya su kullanımının etkin denetlenmemesi,
- Belediyelerin ve su ve kanalizasyon idarelerinin yapılanmalarındaki eksiklikler
- Sanayide su verimliliğini teşvik edecek yasal düzenlemelerin yetersizliği,

Fırsatlar

- Su yatırımlarına yönelik dış kaynaklı fonların varlığı (dünya bankası, AB fonları vb.)
- İklim değişikliğinin su kaynaklarına, dolaylı olarak gıda ve enerji arzına aynı zamanda ekosistemlere olumsuz etkilerinin, su kaynaklarının koruma ve sürdürülebilir kullanımı konusunda kamuoyundan ve politik çevreden destek alması

Tehditler

- İklim değişikliğinin su kaynakları üzerine olumsuz etkileri
- Nüfus artışı ve sektörler arası su rekabeti
- Su Kaynaklarından kayıt dışı kullanımı
- Sınır aşan sular için uluslararası diplomasi,

- Tarımsal işletmelerdeki aktif nüfusun yaş ortalamasının yüksek olması, genç nüfusun tarımdan uzaklaşması.

4.5. Havza Bazlı Su Yönetimi

4.5.1. Su kaynaklarının miktar ve kalite olarak korunması, iyileştirilmesi ve verimli kullanılması

Ekosistem Yaklaşımı ve Su-Gıda-Enerji Bağlantısı

Entegre su kaynakları yönetimi, ekosistem yaklaşımı ve su-gıda-enerji bağlantısı, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bütüncül bir bakış açısını gerektirir. Su kaynaklarının miktar ve kalite açısından korunması, iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadelede kritik bir rol oynarken, havza bazlı planlamalar ve suyun etkin yönetimi, toplumsal ve ekonomik kalkınmaya katkı sunar. Türkiye, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda su yönetimi konusunda önemli adımlar atmakta, kuraklık yönetimi, nehir havza planlaması ve su verimliliği çalışmalarıyla bu süreci desteklemektedir.

Havza Bazlı Yapılan Planlama Çalışmaları

Türkiye'nin AB üyelik süreci kapsamında, su yönetimi ve havza koruma çalışmaları büyük önem taşımaktadır. 2000/60/EC sayılı AB Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda, ülkemizde nehir havza yönetimi benimsenmiş ve 25 havza belirlenmiştir. 2009-2013 yılları arasında Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından, su kaynaklarının korunması ve yönetimi için Havza Koruma Eylem Planları hazırlanmıştır. AB müktesebatına uyum sürecinin bir gereği olarak, bu planların Nehir Havza Yönetim Planlarına dönüştürülmesi hedeflenmektedir.

AB Su Çerçeve Direktifi'ne (SÇD) göre, her nehir havzası için Nehir Havza Yönetim Planları (NHYP) hazırlanmalı ve her 6 yılda bir güncellenmelidir. Bu planlarla, su kaynaklarının durumu analiz edilip, baskılar ve etkiler belirlenir. Fiziko-kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik izleme çalışmaları ile su kalitesi ve miktarı değerlendirilir. Elde edilen verilerle havza yönetiminde sorunlar tespit edilip, paydaşların görüşleri alınarak nihai plan oluşturulur.

Ülkemizde 12 havzada NHYP hazırlanarak yürürlüğe girmiştir. Diğer 6 havza için hazırlıklar devam etmektedir (Şekil 4). Seyhan havzası için de ayrı bir proje kapsamında NHYP hazırlanmaktadır. Ancak, tüm havzaların yönetim planlarının tamamlanmamış olması, güncel verilerin eksikliğine ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin gecikmesine yol açmaktadır.

Şekil 4. Türkiye'de Nehir Havzaları

Paydaş Katılımı ve Katılım Süreçleri

Su yönetiminde paydaş katılımı, karar alma ve uygulama süreçlerinde şeffaflığı artırarak suyun verimli ve sürdürülebilir yönetilmesini sağlar. Ancak, farklı kurumların kendi ölçeklerinde çalışması, veri paylaşımındaki eksiklikler ve standardizasyon sorunları entegre yönetimi zorlaştırmaktadır. NHYP süreçlerine paydaşların etkin katılımı kritik öneme sahip olup, kurullara tüzel kişilik kazandırılması, yerel koordinasyonu güçlendirecek ve paydaş katkısını artıracaktır.

Suyun Kalite ve Miktar olarak İzlenmesi

Sürdürülebilir su yönetimi için havza bazında bütüncül planlamalar yapılmakta, su kalitesi ve miktarının izlenmesi amacıyla Havza İzleme Programları oluşturulmaktadır. Su Çerçeve Direktifi kapsamında mevzuat uyumu sağlanmış, izleme çalışmaları DSİ ve ilgili kurumlar tarafından yürütülmektedir. Ancak bazı havzalarda izleme çalışmaları tamamlanmamış olup, gelecekte bu havzalar için de izleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

Mevzuat:

- 1 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi
- 29/11/2023 tarihli ve 32384 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde Değişiklik Yapılmasına Dair Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi
- Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği
- Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı RG, Değişik RG: 15.04.2015 tarih ve 29327 sayılı, 10.08.2016 tarih ve 29797 sayılı, 16.06.2021 tarih ve 31513 sayılı, 01.02.2023 tarih ve 32091 sayılı)
- Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (11.02.2014 tarih ve Sayılı 28910 Resmî Gazete)
- Yerüstü suları, Yeraltı Suları ve Sedimentten Numune Alma ve Biyolojik Örnekleme Tebliği (21 Şubat 2015 tarih ve 29274 Sayılı Resmî Gazete)
- Yerüstü Su Kütleleri için Çevresel Hedeflerin Belirlenmesine ilişkin Tebliğ (21.07.2020 tarih ve 31192 sayılı RG)
- Hidromorfolojik İzleme Tebliği (25.04.2023 tarih ve 32171 sayılı RG)
- Biyolojik İzleme Tebliği (21.06.2019 tarih ve 30808 sayılı RG)
- 10 Aralık 2019 30974 sayılı DSİ Su Tahsisleri Hakkında Yönetmelik

Sorunlar:

- Su Kanunu'nun henüz yayımlanmamış olması
- Tüm havzalar için henüz NHYP tamamlanmamış olması
- NHYP'lerin hazırlanma sürecinde planlamaya esas teşkil eden verilerin üretiminde ve temininde sıkıntılar yaşanması
- NHYP'lerin uygulanması ve takibinin kanun seviyesinde yasal bir altlıkla desteklenmemesi
- Havza Su Kurulları ve İl Su kurullarının tüzel kişiliğe sahip olmamaları.

- Gerek üst ölçekli gerekse alt ölçekli her türlü planlamada havza ölçekli planlarla entegrasyonunun yeterince gözetilmemesi
- Su sektöründe yer alan kurumların farklı alan ve ölçeklerde çalışıyor olması
- Kaynak aktarımı ve önceliklendirme problemleri
- İzlemede sürekliliğin bulunmaması ve sonuçların düzenli paylaşılmaması
- Dijitalleşme Yetersizliği
- Suya göre tarım politikasının uygulanmasında yaşanan zorluklar

Çözüm Önerileri:

- Su Kanununun Yayınlanması: Su yönetimi için yasal bir temel oluşturulmalı.
- Havza Bazlı Planların Entegrasyonu: Nehir Havza Yönetim Planları ve diğer planlar birbirine entegre edilmeli.
- Su Sektöründe Kurumlar Arası Farkındalık: Kurumlar arasında işbirliği artırılmalı ve havza ölçeğinde çalışmalar yapılmalı.
- Su Kurullarının Tüzel Kişiliğe Kavuşturulması: Havza Su Kurulları ve İl Su Kurulları tüzel kişilik kazanmalı.
- Ortam Bazlı Deşarj Standartları: Deşarj standartları belirlenip uygulanmalı.
- Veri Üretimi ve Paylaşımı: Havza bazında veriler üretilip, kurumlar arasında paylaşılmalı.
- Bütçe ve Kaynak Ayrılması: İzleme ve planlama çalışmalarına yeterli bütçe ve kaynak ayrılmalı.
- Eş Zamanlı İzleme: İzleme çalışmalarının 25 havzada eş zamanlı ve uzun vadeli yapılması sağlanmalı.
- Laboratuvar Altyapısının Geliştirilmesi: Kamu ve özel sektörde su kalitesi izleme altyapısı güçlendirilmeli.
- Veri Değerlendirilmesi ve Kalite Kontrol: İzleme verileri kalite kontrolü ile değerlendirilip düzenli analizler yapılmalı.
- Havza Bazında Yönetim Planları oluşturulmalı, mevcut durum tespit edilmeli ve tedbirler belirlenmeli.
- Sucul ve karasal ekosistemlerin korunması sağlanmalı.
- Bütüncül nehir havza yönetimi için mevzuat geliştirilmesi yapılmalı.
- Su kalitesinin izlenmesi ve NHYP'lerin takibi için Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) etkinleştirilmeli.
- Tarımsal üreticiler gübre ve ilaç kullanımı konusunda eğitilmeli, fazla kullanım engellenmeli.

4.5.2. Sektörel su tahsisi planları (mevcut su kaynaklarının kent, sanayi ve tarımsal kullanım miktarlarının belirlenmesi)

Sektörel Su Tahsisi Planları

Sektörel Su Tahsis Planları (SSTP), suyun dengeli, adil ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla havza bazında hazırlanmakta olup, farklı sektörlerin su ihtiyacını ve kuraklık senaryolarını dikkate almaktadır. Tarım sektöründe su verimliliğini artırmak için "suya göre tarım" ilkesi doğrultusunda optimum bitki deseni çalışmaları yapılmaktadır. 2026 yılına kadar 9 havzada SSTP tamamlanacak, kalan 6 havzada ise çalışmalar başlatılacaktır. Planlar, "Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi" ile entegre edilerek kuraklığın olumsuz etkilerinin azaltılması hedeflenmektedir.

Sektörel su kullanımının optimize edilmesi

Su kaynaklarının etkin yönetimi için belirlenen stratejiler, kentsel, sanayi ve tarım sektörlerinde su kullanımı ile atık su miktarının izlenmesini kapsamaktadır. Bu stratejiler, turizm sektörünün su kullanımının belirlenmesi ve su verimliliği sağlamak amacıyla su geri kazanım sistemlerinin yaygınlaştırılmasını da içeriyor. Tarımda suya dayalı planlama yapılarak su ihtiyacı düşük ve kuraklığa dayanıklı bitkilerin teşvik edilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, su tasarrufu sağlayan teknolojilerin teşvik edilmesi, yağmur suyu hasadı sistemlerinin kurulması ve yeraltı su depolama kapasitesinin artırılması gibi önlemler öngörülmektedir. Havza bazlı su yönetiminde tarım havzalarının da dikkate alınarak, su kaynaklarının ihtiyaç doğrultusunda paylaşılması sağlanmalıdır. Bu stratejiler, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır.

Sorunlar

- Tüm havzalar için henüz SSTP'lerin tamamlanmamış olması
- Su kaynaklarının aşırı kullanımı.
- Su kirliliği ve arıtma tesislerinin yetersizliği.
- Kuraklık ve iklim değişikliği tehdidi.
- Sektörel su kullanımında plan eksiklikleri.

Çözüm önerileri

- SSTP için gerekli bütçe ayrılarak ülkemizdeki 25 havza için de tamamlanması, hali hazırda olan ve 6 yıllık döngü sonuna gelen planların ise güncellemelerinin yapılması
- Yerel ölçekte SSTP'lerin takibini yapacak ve Havza Su Kurulları ile İl Su Kurullarının koordine edecek teşkilatın kişi sayısı ve bilgi birikimi bakımından güçlendirilmesi.
- SSTP'lerin uygulanması için ihtiyaç duyulan verilerin üretilmesi, dijital hale getirilmesi ve Ulusal Su Bilgi Sistemi'ne entegre edilmesi
- Sektörler arası koordinasyonu sağlamak için Ulusal Su Kurulu gibi mekanizmalar güçlendirilmeli, düzenleyici çerçeveye uygun izleme ve denetleme sistemleri oluşturulmalıdır.
- Sektörel su kullanımını optimize etmek.
- Su tasarrufu ve yeniden kullanım uygulamalarını yaygınlaştırmak.

- Yatırımların planlaması ve yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi.

4.5.3. Arıtılmış atık suyun yönetimi

Mevcut Durum:

2872 Sayılı Çevre Kanunu; Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır.

Kentsel ve endüstriyel atık suların uygun şekilde bertarafının sağlanması; bu kapsamda yeni kentsel atık arıtma tesisleri (AAT) yapımı, mevcut kentsel AAT'lerde gerekli revizyon ve bakım onarım çalışmalarının yapılması, sanayi tesisleri tarafından mevut en iyi tekniklerin uygulanması gerekmektedir.

Sorunlar

- Arıtma tesislerinin sayısının ve kapasitesinin yetersizliği.
- Mevcut tesislerde bakım ve iyileştirme ihtiyacı.
- Arıtılmış suyun yeniden kullanım oranının düşük olması.
- Sanayi tesislerinde yetersiz atık su arıtım uygulamaları.
- Finansman ve farkındalık eksikliği.

Çözüm önerileri

- Yeni arıtma tesisleri inşa edilmesi ve mevcut tesislerin kapasite artışı.
- Arıtılmış atık suyun tarım ve endüstriyel kullanım alanlarında yaygınlaştırılması.
- Sanayi tesislerinde su tasarrufu ve geri kazanım uygulamalarının zorunlu hale getirilmesi.
- Devlet destekleri ve finansman mekanizmalarının iyileştirilmesi.
- Kamuoyunun ve sanayi sektörünün bilgilendirilmesi.
- Arıtılmış atık suyun sanayi ve kentlerde sulama, proses ve çevresel besleme gibi alanlarda tekrar kullanılabilmesi için gerekli sistemler ve yasal zorunluluklar oluşturulmalıdır.

Düşük kaliteli ve arıtılmış suların, özellikle mera alanlarında tarımsal sulama için kullanımı araştırılmalı ve marjinal sular çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde arıtılarak, tarımda yeniden kullanılmasının teşvik edilmesi sağlanmalıdır.

4.5.4. Tarımsal sulama yönetimi ve işletmeciliğinin etkinliğinin arttırılması

Mevcut Durum

Resmi Gazete Sayı: 29981, Sulama Sistemlerinde Su Kullanımının Kontrolü Ve Su Kayıplarının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik

Bu yönetmelik, tarımsal sulama hizmetlerinde verimliliği artırmak, su tasarrufu sağlamak ve su kayıplarını azaltmak amacıyla sulama suyu temini, iletimi, dağıtımı ve mevcut şebekelerin yenilenmesini düzenler. Türkiye, tarımsal üretimde en büyük merkezlerden biri olup, su kaynaklarının verimli kullanımı, iklim değişikliği ve kuraklıkla mücadele açısından kritik öneme sahiptir. Modern sulama tekniklerinin daha yaygın kullanılması ve altyapı eksikliklerinin giderilmesi, su kayıplarını azaltmak için önemlidir. Tarımda plansız yeraltı suyu kullanımı da önemli bir sorundur.

Sorunlar

- Tarımsal üretimdeki planlamalara bütüncül yaklaşılmaması.
- Sulama Kooperatifleri sahada yeterli kanuni yetkiye, finansal güce ve piyasa etkisine sahip olmadıkları için üretim ve sulama planlamalarını olması gerektiği gibi yapamamaktadırlar.
- Su kaynaklarının aşırı kullanımı ve kirlenmesi.
- Tarımda düşük randımanlı sulama yöntemlerinin yaygın olması.
- Su tasarrufuna yönelik teşviklerin yetersizliği.
- Mevcut altyapının yetersizliği ve modernizasyon ihtiyacı.
- İklim değişikliği nedeniyle azalan yağışlar ve kuraklık riskinin artması.
- Modern sistemlerin satın alınmasının ötesinde doğru şekilde kullanılması, kullanım planlamalarının doğru yapılması, eğitimlerinin sistematik şekilde verilmesi ve süreklilik içeren projelerin hayata geçirilememesi
- Kurulu sistemlerin sonra uygun şekilde işletilememesi

Çözüm Önerileri

- Toprak ve su kaynaklarında sorumluluğu bulunan kuruluşlar arasında etkin koordinasyon sağlanması
- Su yönetiminde entegre planlama yaklaşımının benimsenmesi.
- Yeraltı suyu çekimlerinin daha sıkı denetlenmesi ve düzenlenmesi.
- Kapalı sulama şebekesi bulunan sahaların tamamında hacim esaslı su kullanım hizmet bedeli uygulaması yapılabilecek ölçüm tesislerinin kurulması
- Sulama tesislerinin merkezi izlemeli olarak işletiminin sağlanması, dijital sulama işletmeciliğine geçiş
- Kooperatiflerin yetkilendirilmesi ve güçlendirilmesi için ön çalışmalar başlatılmalıdır. Ayrıca, çiftçilerin üretim ve pazarlama planlarıyla, hangi ürünü, ne zaman, ne kadar ve hangi yöntemle üreteceklerini önceden bilmesi, toprak ve su kaynaklarının verimli kullanımını sağlamak için önemli bir adım olacaktır. Bu yaklaşımla, su kaynaklarının en iyi şekilde korunması ve kullanılması sağlanabilir.
- Tarımsal sulamada yönetişim anlayışının geliştirilmesi gerektiği, havza bazında yeni bir yönetim modeli oluşturulmalı ve pilot uygulamalar yapılmalıdır.
- Sulama birliklerinin iş tanımları yeniden yapılmalı ve tarla içi faaliyetleri de kapsayacak şekilde bir yapılanma oluşturulmalıdır.
- Tarımsal kuraklık, bilimsel yöntemlerle belirlenmeli ve önceden hazırlanan eylem planları uygulanmalıdır.
- Kuraklıkla mücadele, kriz yönetimi yerine risk yönetimi anlayışıyla yapılmalı ve kriz yönetim merkezleri kurulmalıdır.
- Alternatif enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr) tarımsal sulamada kullanımı için AR-GE çalışmaları yapılmalıdır.

- Damla sulama ve yağmurlama yöntemlerinin yaygınlaştırılması ve eğitim desteği sağlanmalıdır.
- Sulama zamanlaması ve ürün deseni havza bazında optimize edilmelidir.
- Tarımsal sulama projeleri uygun mühendislik onayı ile gerçekleştirilmelidir.
- Yenilenebilir enerji projeleri destekli sulama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

4.5.5. Kuraklık, kuraklık senaryoları, iklim değişikliği ve su tahsis planları

Mevcut Durum

Kuraklık Yönetim Planları

İklim değişikliğinin en önemli olumsuz etkilerinden biri olan kuraklıklara karşı hazırlıklı olunması ve kuraklık risklerinin olumsuz etkilerinin asgari düzeye indirilmesi maksadıyla; Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Ülkemizin tamamı için Kuraklık Yönetim Planları hazırlanmıştır. Planlar kapsamında su kaynaklarımızın verimli kullanılması ve kuraklıklara karşı hazırlıklı olunmasına yönelik olarak belirlenen tedbirler içeriğinde;

- Kurumlar arası entegrasyon, Kuraklığa Dayanıklı Bitkisel Ürünlerin Arttırılması
- Sulama Alanlarının Rehabilitasyonu ve Modern Sulama Sistemlerine Geçilmesi
- İçme ve Kullanma Suyu Şebekelerindeki Kayıp Kaçakların Azaltılması
- Sanayi Sektöründe Kullanılan Suyun Geri Kazanılması ve Temiz Üretim Tekniklerinin Yaygınlaştırılması
- Alternatif Su Kaynaklarının Belirlenmesi
- Gözlem Ağının Geliştirilmesi
- Kullanılmış Suların Yeniden Kullanımının Sağlanması
- Kuraklığın Ekosistem Üzerindeki Olumsuz Etkilerinin Azaltılması
- Kuraklık Farkındalığının Arttırılması hususları yer almaktadır.

Kuraklıkta kriz yerine riskin yönetilmesi için "Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi" nin kurulması çalışmaları 2024 yılında başlamış olup 2027 yılında tamamlanması hedeflenmektedir. Bu sistem ile kuraklık öncesinde tarım, içme suyu, turizm, sanayi gibi su kullanan sektörlere gerekli uyarılar erkenden yapılarak kuraklık zararlarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir (KYP, 2014-2023).

Kuraklık yönetiminin ilkeleri;

- Sürdürülebilir bir kuraklık yönetimi için, havza ölçeğinde yapılacak tedbirleri içeren çalışmaların bir plan ve program çerçevesinde entegre bir yaklaşımla ele alınması,
- Kuraklığın izlenmesinin sağlanması,
- Kuraklık yönetiminde sorumlu kuruluşların koordineli bir şekilde birlikte çalışması.
- Kuraklık yönetimi için bölgesel iş birlikleri geliştirilmeli, mülki idare amirlikleri, yerel yönetimler ve diğer paydaşlar sürece dâhil edilmelidir
- Su kaynaklarının kullanımı havza ölçeğinde planlanmalı sektörler arası öncelikler dikkate alınarak dengeli paylaşım sağlanmalıdır.
- Kuraklığa karşı kısa, orta ve uzun vadeli planlar oluşturulmalıdır.

Çözüm önerileri

- Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sisteminde belirlenen kuraklık şartlarına uygun optimum bitki deseni altlıklarının paylaşılması ve uygulamalarının yaygınlaştırılması
- Olası kuraklık senaryolarına göre önlemler geliştirilmelidir.
- Plansız kentleşme ve tarım alanlarının düzensiz kullanımı önlenmelidir.
- Herhangi bir afet durumunda su potansiyelimizin, enerji, tarım ve günlük kullanımı için vatandaşlarımızın sağlıklı bir şekilde yararlanması için alternatif su kaynaklarının belirlenmesi ve bundan toplumun faydalanabilmesi için gerekli önlem ve tedbirlerin alınması.

4.5.6. Ekosistem

Mevcut durum

Sucul ve karasal ekosistemlerin devamlılığını sağlamak üzere su kaynaklarının mevcut durumunun korunması, durumun kötüye gitmesi halinde önlenmesi ve iyileştirilmesi temel hedefiyle oluşturulan, entegre ve uygulamaya dönük somut bir belge olan Su Çerçeve Direktifi (SÇD) aynı zamanda AB adaylık sürecinde kapanış kriterlerinden biri olan "Çevre ve İklim Değişikliği" faslı kapsamında Ülkemiz mevzuatına uyumlaştırılması elzem olan bir kapanış kriteridir.

Bu doğrultuda, 04.07.2011 tarihli ve 645 Sayılı Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde "Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM)" kurulmuştur. Söz konusu kararnamede, SYGM' nin görevleri arasında "Su kaynaklarının kıyı suları dahil olmak üzere koruma kullanma dengesi gözetilerek, sucul çevrenin ekolojik ve kimyasal kalitesinin korunması ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlamak, hazırlatmak, bütüncül nehir havzaları yönetimi ile ilgili mevzuat çalışmalarını yürütmek" maddesi yer almaktadır.

Su Çerçeve Direktifi (SÇD) muhtevasında su kalite ve miktarının izlemesine ilişkin ana hususlar Madde 8 ve Ek-5'te tanımlanmış olup SÇD'nin ülkemiz mevzuatına uyumlaştırılması kapsamında Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik, 11.02.2014 tarih ve 28910 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve böylece ülkemizin izleme konusundaki mevzuat uyumu başarıyla sağlanmıştır.

4.5.7. Su yönetiminin dijitalleşmesi

Mevcut Durum

Türkiye'de su yönetimi, havza bazlı yaklaşımlar ve çeşitli mevzuatlarla düzenlenmektedir. Ancak, mevcut sistemde suyun etkin kullanımı ve yönetimi için dijital teknolojilerin entegrasyonu sınırlıdır. Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) gibi veri tabanları oluşturulmuş olsa da, kurumlar arası veri paylaşımı, gerçek zamanlı izleme ve analiz konusunda eksiklikler bulunmaktadır.

Sorunlar:

- Su Kanunu'nun henüz yayımlanmamış olması
- Tüm havzalar için henüz NHYP'lerin tamamlanmamış olması
- Su yönetiminde kullanılan veri sistemlerinin farklı kurumlar arasında entegrasyon eksikliği
- Gerçek zamanlı veri toplama ve analiz altyapısının yetersizliği
- Havza bazlı su tahsisi ve izleme sistemlerinin etkin çalışmaması

- Su kaynaklarıyla ilgili karar destek sistemlerinin sınırlı kullanımı
- Su kalitesi ve miktarıyla ilgili doğru ve güncel verilerin yetersizliği
- Dijital su yönetimi için gerekli bütçe ve insan kaynağı eksikliği
- İzlemede sürekliliğin bulunmaması ve sonuçların düzenli paylaşılmaması
- Havza İzleme Programlarında yer alan izleme noktalarının ve parametrelerin tamamının izlenememesi
- Doğru, güncel ve bütüncül su kalitesi izleme verilerinin olmaması
- Dijitalleşme Yetersizliği

Çözüm Önerileri:

- Su kanunun bir an önce yayımlanması
- NHYP ve SSTP'lerin ülkemizdeki 25 havza için de tamamlanması, hali hazırda olan ve 6 yıllık döngü sonuna gelen planların ise güncellemelerinin yapılması
- Yerel ölçekte NHYP ve SSTP'lerin takibini yapacak ve Havza Su Kurulları ile İl Su Kurullarının koordine edecek teşkilat kişi sayısı ve bilgi birikimi bakımından güçlendirilmelidir.
- Gerek üst ölçekli gerekse alt ölçekli her türlü planlamada başta Nehir Havza Yönetim Planları olmak üzere havza ölçekli tüm planlarla entegrasyon gözetilmelidir.
- Su sektöründe yer alan kurumların gerçekleştirdiği çalışmalara ilişkin kurumlar arası farkındalık arttırılmalı ve mümkün oldukça nehir havzası ölçeğinde çalışmaların gerçekleştirilmelidir.
- Havza Su Kurulları ve İl Su kurullarının tüzel kişiliğe kavuşturulmalı.
- Tüm izleme çalışmalarına temel teşkil edecek verinin üretilmesi amacıyla yeterli kaynağın (bütçe, personel, zaman vs.) ayrılması ve su kalitesi izleme çalışmaları için gerekli önceliklendirmeler yapılmalı.
- İzleme çalışmaları 25 havzada eş zamanlı olarak ve uzun yıllara yayılacak şekilde gerçekleştirilmeli.
- Su kalitesi izleme konusunda hizmet veren gerek kamu gerekse de özel sektöre ait laboratuvar alt yapısı geliştirilmeli ve taşra ve merkezlerdeki laboratuvarların daha efektif kullanılması sağlanmalı.
- İzleme verilerinin değerlendirilmesi, verilere kalite kontrol analizleri için uygulanması gereken adımları içeren gerekli dokümanlar oluşturulmalı.
- Veriye dayalı su yönetimi stratejileri geliştirilmeli

4.5.8. Tarımsal su yönetiminde karar destek sistemleri

Su ihtiyacı, toprak nemi ve bitki gelişimi arasındaki ilişkiyi anlamak ve sulama zamanlamasını ile miktarını optimize etmek için simülasyon modellerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu doğrultuda, karar destek araçlarının tüm havza ve alt havzalar için belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bilimsel esaslara dayalı olarak hesaplanan bitki su tüketimi, toprak özellikleri gibi verilerin kullanılmasıyla optimizasyon yöntemleri ve doğrusal programlama modelleri geliştirilmelidir. Bu modeller, tarımsal üretimi ve geliri maksimize ederken, gübre ve su

kullanımını minimize etmeyi hedeflemektedir. Her sulama sahasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Python programlama dili kullanılarak, NumPy ve SciPy optimize kütüphanelerinden faydalanılarak optimum bitki deseni analizleri gerçekleştirilmelidir. CBS teknolojisi ile entegre edilen bu analizler, farklı kuraklık senaryolarında hızlı ve etkin çözüm önerileri geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmaların başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için sulama konusunda uzmanlaşmış profesyonel bir kadro oluşturulmalı ve bu merkezi uzman kadro tarafından en güncel bilgisayar teknolojileri kullanılarak çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu yaklaşım, su yönetimi ve sulama süreçlerinin daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacaktır. Alınan kararların yerel seviyede karar alma süreçlerinden de geçirilmesi ve böylece bölgesel ve yerel su sorunlarına özel karar destek sistemleri geliştirilmesi ve güçlendirilmesinin sağlanması gerçekleştirilmelidir.

4.5.9. Su yönetiminin Ar-Ge çalışmalarıyla desteklenmesi

Mevcut Durum

Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri, artan nüfus, sanayi talepleri ve iklim değişikliği nedeniyle su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltacak sürdürülebilir çözümler üretmek için kritik öneme sahiptir. Tatlı su kaynaklarının korunması, su tasarrufu sağlanması, su depolama ve arıtma yöntemlerinin geliştirilmesi toplumun su ihtiyacının güvence altına alınması için gereklidir. Su kaynakları araştırmalarının amacı, ülkenin su kaynaklarının ekonomik ve sürdürülebilir kullanımına katkı sağlamaktır. Ancak, araştırmaların üreticilere uygulanabilir sonuçlar sunacak kurumsal ağ eksikliği nedeniyle istenen düzeye ulaşılmamaktadır. Değişen iklim koşullarıyla artan kuraklık, su kaynaklarını etkileyerek tarımı olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, tarımda su kullanım etkinliğinin artırılması, daha fazla alan sulanmasını ve su sıkıntısını hafifletmeyi sağlayacaktır. Bu alanda Ar-Ge verileriyle desteklenen etkin su kullanım araçları ve tekniklerinin kullanımı öncelikli hedefler arasında yer almalıdır.

Kurumsal yapı

Türkiye'de tarımsal araştırmalar Kamu, Özel Sektör, Üniversite ve Sivil Toplum kuruluşları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kamusal alanda tarımsal araştırmalar ağırlıklı olarak Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve TÜBİTAK koordinasyonunda yürütülmektedir. Üniversiteler ise gerek bu kurumların fonlarından gerekse farklı fon kaynaklarından yararlanarak tarımsal araştırmalara önemli katkılar sağlamaktadır. Ülke olarak tarımsal araştırmalara önemli oranda kaynak ayrılmasına karşın toplam Ar-Ge harcamaları içerisinde tarımsal araştırmalara ayrılan ödenek ve harcamalar oransal olarak görece düşük düzeyde kalmaktadır. Ar-Ge harcamaları içerisinde tarımsal araştırmalara ayrılan ödenek ve harcamalar oransal olarak görece düşük düzeyde kalmaktadır. Tarımsal araştırmalara merkezi yönetim bütçesinden ayrılan pay Tablo 4'te yer almaktadır. Türkiye'de tarımsal araştırmalar özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarınca da yürütülmekte ve bu alandaki araştırmalar konusunda son yıllarda kamu-özel sektör işbirliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalar mevcuttur.

Tablo 4. Sosyo-Ekonomik Hedeflere (1) Göre Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge Faaliyetleri İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar (TL)

Yıl	Toplam	Tarım	Tarımsal Araştırmaların Payı (%)
2012	5 304 618 213	133 510 727	2,52
2017	10 710 207 817	272 483 016	2,54
2022	26 306 837 150	144 866 655	0,55

Kaynak: TUİK-2023 (1) Bilimsel Programların ve Bütçelerinin Analizi ve Karşılaştırılması Sınıflaması (NABS)

Kamusal tarımsal araştırmalar konusundan Türkiye'nin en büyük tarımsal araştırma kurumu olarak Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) öne çıkmaktadır. Tarihi cumhuriyet öncesi döneme kadar uzanan ve yaklaşık 130 yıllık bir araştırma tecrübesine sahip olan TAGEM 1991 yılında bünyesinde yer alan 56 Enstitü ile kurulmuş ve hali hazırda 49 adet araştırma Enstitüsünü bünyesinde bulundurmaktadır.

Kamusal tarımsal araştırma konusunda önde gelen kurumlardan birisi de TÜBİTAK'tır. TÜBİTAK'ın tarımsal AR-GE alanında verdiği destekler incelendiğinde, Destek Programları Başkanlığı (ARDEB) bünyesinde yer alan Tarım, Ormancılık ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu (TOVAG) yine ARDEB bünyesinde yer alan Kamu Araştırmaları Destek Grubu (KAMAG) ile Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) ön plana çıkmaktadır.

Üniversiteler Türkiye'de bitkisel üretim alanında yapılan araştırma faaliyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Üniversiteler, ilgili fakülteleri veya araştırma merkezleri aracılığı ile Ar-Ge faaliyetlerini sürdürmektedirler. Üniversiteler tarımsal AR-GE çalışmaları için üniversite bünyesinde bulunan Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TEKNOKENT, İleri Teknoloji Merkezleri (İLTEK) ve INNOPARK, TÜBİTAK bünyesinde bulunan TOVAG, KAMAG ve TEYDEB'den ve TAGEM'den destek almaktadırlar. Üniversite öğretim elemanları yukarıda belirtilen kurumlardan aldıkları altyapı projeleri ile araştırmaları için ihtiyaç duyulan fiziki/teknik altyapılarını geliştirmekte ve araştırma projeleri ile de geliştirme ve iyileştirme faaliyetlerini sağlamaktadırlar. Ülkemizde çalışan AR-GE personelinin tamamına yakınının Yüksek lisans veya Doktora eğitimleri üniversitelerimiz tarafından sağlanmaktadır.

Mevzuat

TAGEM

Araştırma ve Geliştirme Destek Programı Uygulama Yönergesi (2023/5)

Bu Yönerge, 19/3/2023 tarihli ve 32137 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Araştırma ve Geliştirme Destek Programına İlişkin Tebliğ'in 35 inci maddesinin birinci fıkrasına dayanılarak hazırlanmıştır. Yönergenin amacı, Destek Programına başvuru şartları, proje başvuruları değerlendirme kriterleri, projelerin uygulanması, harcamaların ve ödemelerin gerçekleştirilmesi ile Tebliğde belirtilmeyen hususlara ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Sorunlar:

- Kurumlar arası koordinasyon eksiklikleri
- Tarımsal sulamada çalışılabilecek Ar-Ge önceliklerinin ya da sahada yaşanan sorunların uygulama birimlerince yeterince aktarılmaması, eşgüdümlü çalışılamaması
- Ar-Ge ye yeterli bütçe ve insan kaynağının ayrılmaması, nitelikli araştırmacı personel sayısının artırılamaması
- Sulama yatırımlarının Ar-Ge çalışmalarıyla örtüştürülmemesi ve etki analizlerinin yapılmaması
- Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçları uygulamaya geçirilememekte ya da yapılan araştırmalar genellikle sektörün ihtiyaç ve talebinden uzak olması
- Tarımsal eğitim ve yayım hizmetlerinin zayıf olması.
- Çiftçilerin yeni teknolojilere adaptasyon sürecinin uzun olması.
- Yenilenebilir Enerji ve Su Yönetimi Entegrasyonunun Zayıflığı
- Ar-Ge projelerinin uzun soluklu olması, Özel sektörün gerisinde kalması

Çözüm Önerileri:

- Artan nüfus, sanayi talepleri ve küresel iklim değişikliği risklerinin su kaynakları üzerindeki baskılarını azaltacak sürdürülebilir çözümlerin üretilmesi için Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin su alanında ivme kazanmasının sağlanması
- Araştırma ve geliştirme çalışmalarını üretim ve hizmet birimlerinde istenen düzeye taşımak için nitelikli bireysel ve kurumsal kapasitenin geliştirilmesi
- Ar-Ge harcamalarına yeterli kaynağın artırılması
- Yapılan Ar-Ge faaliyetlerinin kurumsal, özel sektör ve üreticinin ihtiyacı doğrultusunda uygulamaya aktarılmasının sağlanması
- Su kullanım örgütleri, üretici yayımcı-araştırmacı arasındaki bilgi akışının yaygınlaştırılması
- Yerelden bölgesel ve havza bazlı çalışmalara veri üretecek Ar-Ge çalışmalarının kurumlar arası eşgüdümlü olarak planlanması.
- Tarımsal araştırma, yayım ve eğitim hizmetleri kurumsal yönleri de dikkate alınarak güçlendirilerek daha etkin hale getirilmesi
- Çiftçi-yayımcı-araştırmacı arasındaki bilgi akışının yaygınlaştırılması ve tarımsal yayım-araştırma kuruluşları arasındaki işbirliğinin artırılması
- Bilgi Teknolojilerinin su odaklı tarımsal planlama ve koruma amaçlı kullanımının yayınlaştırılması
- İklim değişikliği ve kuraklıkla mücadelede suyun korunmasına yönelik Ar-Ge çalışmalarının planlanması ve Avrupa Birliği başta olmak üzere dış kaynaklı finans kaynaklarından yararlanılması
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal sulamada kullanımında Ar-Ge sonuçlarıyla etkinleştirilerek geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması
- Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığı, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına olumlu yönde etki yapmakta olup, bu alternatif enerji kaynaklarının tarımsal sulamada kullanılması konusunda yatırım ve AR-GE çalışmalarına gereken önem verilmelidir.

4.5.10. Toprak nem yönetimi ve çiftçi eğitim programları

Mevcut Durum

Sulama uygulamaları toprak-bitki-atmosfer ilişkisine göre değil, rotasyon yöntemine göre uygulanmaktadır. Buda tarımsal sulamada suyun aşırı kullanılmasına neden olmaktadır. Türkiye'de sulama uygulamalarında yüzey sulama yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sulama sistemlerinde modern tekniklerin (damla ve yağmurlama) kullanım oranı %40 civarındadır. Tarımsal üretimde su tasarrufu sağlayan yöntemlerin benimsenmesi yavaş ilerlemektedir. Yeraltı ve yüzey su kaynaklarının tarımsal sulamada aşırı kullanımı gözlemlenmektedir. Sulama altyapılarında bakım ve modernizasyon ihtiyacı bulunmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle yağış rejimlerinde düzensizlikler artmaktadır.

Sorunlar

- Geleneksel sulama yöntemlerinin yaygın olması nedeniyle su kayıplarının yüksek olması.
- Sulama altyapılarının eski olması ve verimsiz çalışması.

- Çiftçilerin modern sulama yöntemleri hakkında yeterince bilinçli olmaması.
- Suyun tarımda plansız ve aşırı kullanımı nedeniyle kullanılabilir su kaynakları miktarının azalma riski.
- İklim değişikliği ve kuraklık nedeniyle su kaynaklarının azalması.
- Sulama projelerine yeterli yatırım yapılmaması.

Çözüm Önerileri

- Damla ve yağmurlama sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması için teşviklerin artırılması.
- Sulama altyapılarının modernizasyonu ve yenilenmesi.
- Çiftçilere yönelik eğitim ve yayım çalışmalarının artırılması.
- Su yönetimi konusunda bölgesel planlamaların yapılması ve uygulanması.
- Tarımsal sulamada su tasarrufu sağlayan yeni teknolojilerin teşvik edilmesi.
- Sulama projelerine yönelik devlet desteklerinin artırılması.

4.5.11. Akıllı sulama teknolojilerinin desteklenmesi, su ölçüm sitemleri, veri paylaşımı

Mevcut Durum

Türkiye'de tarımsal sulama büyük oranda geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir ve su kaynaklarının verimli kullanımı sınırlıdır. Mevcut sulama sistemleri, suyun israfına ve düşük verimliliğe yol açarken, iklim değişikliği ile birlikte su kıtlığı riski artmaktadır. Akıllı sulama teknolojileri, suyun en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak için sensörler, otomasyon ve veri analitiği gibi dijital sistemlerle desteklenmektedir. Ancak, bu teknolojilerin yaygınlaştırılması için finansal destek, teknik altyapı ve farkındalığın artırılması gerekmektedir.

Sorunlar

- Geleneksel sulama yöntemlerinin yaygın olması ve suyun verimsiz kullanılması
- Akıllı sulama sistemlerinin yüksek maliyetleri nedeniyle üreticiler tarafından sınırlı kullanımı
- Çiftçilerin yeni sulama teknolojilerine ilişkin bilgi ve farkındalık eksikliği
- Sulama yönetimiyle ilgili kurumlar arasında koordinasyon eksikliği
- Devlet teşviklerinin akıllı sulama sistemlerini kapsayacak şekilde yeterince düzenlenmemiş olması
- Tarımsal sulama sistemlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeterince kullanılmaması
- Tarım sektöründe su tüketimi verilerinin yeterince izlenmemesi ve analiz edilmemesi

Çözüm Önerileri

Pilot projelerin uygulanması: Güneş enerjisi ile çalışan otomasyona uygun damla sulama, yağmurlama sulama ve sensör tabanlı sistemlerin pilot bölgelerde kurulması

Çiftçilerin bu sistemleri deneyimleyerek benimsemelerinin sağlanması

Teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi:

Akıllı sulama sistemleri kullanan üreticilere tarım desteklemelerinde öncelik verilmesi

Su tüketimini azaltan teknolojileri kullanan üreticilere vergi indirimleri ve teşvikler sağlanması

Güneş enerjisi destekli sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması için özel finansman programları oluşturulması

Eğitim ve farkındalık çalışmaları:

Çiftçilere akıllı sulama sistemlerinin kullanımı ve bakımı konusunda eğitim verilmesi

Demonstrasyon alanları kurularak çiftçilerin yeni teknolojileri sahada deneyimlemesi

Tarım fuarları ve tanıtım etkinlikleri düzenlenerek farkındalığın artırılması

Araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarının artırılması:

Üniversiteler ve araştırma merkezleriyle iş birliği yapılarak bölgesel sulama ihtiyaçlarına uygun çözümler geliştirilmesi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve yapay zekâ destekli modellerle su yönetiminin optimize edilmesi

Akıllı sulama sistemleri ile ilgili başarı hikâyelerinin paylaşılması ve örnek uygulamaların teşvik edilmesi

Güneş enerjisi destekli sulama sistemleri teşvik edilerek, enerji maliyetleri düşürülmeli ve çevre dostu uygulamalar yaygınlaştırılmalıdır.

Dijital ve otomatik ölçüm sistemlerine geçilmelidir.

Barajlar, nehirler ve göletlerde gerçek zamanlı su seviyesini izleyen sensörler yaygınlaştırılmalıdır

Merkezi bir su yönetim platformu oluşturularak, tüm ölçüm cihazlarından gelen veriler tek bir sistemde toplanmalıdır.

Su yönetim verileri, kamu kurumları, akademik araştırmalar ve özel sektör tarafından erişilebilir hale getirilmelidir.

Sulama birlikleri, yerel yönetimler ve su idareleri arasında veri paylaşımını zorunlu kılan düzenlemeler oluşturulmalıdır.

4.5.12. Kırsal havzalarda baraj besleme kapasitesinin artırılmasına yönelik yönetim yaklaşımları

Kırsal havzalar, barajlara ulaşan yüzeysel suyun hem miktarını hem de kalitesini doğrudan etkileyen doğal ve beşerî süreçlerin merkezinde yer almaktadır. Bu nedenle, havzaların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, Türkiye'nin su güvenliğini sağlamada stratejik önceliklerden biridir. Bu kapsamda kırsal havzalarda yürütülecek çalışmaların entegre bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

- **Havzaların Kullanım Amaçlarına Göre Sınıflandırılması ve Faaliyet Kısıtları:**

Su üretim havzaları; içme suyu temini, tarımsal sulama, enerji üretimi gibi kullanım amaçlarına göre derecelendirilmeli ve bu sınıflandırma doğrultusunda her bir havza için spesifik arazi kullanım kuralları belirlenmelidir. Örneğin, hassas alanlar mutlak koruma altına alınmalıdır.

- **Sedimentasyon ve Su Kalitesinin Korunması**

Baraj ve göletlerin depolama kapasitelerini azaltan sedimentasyon sorununun önlenmesi, hem yapısal hem de arazi bazlı önlemlerle mümkün olabilir. Havzalarda toprak erozyonunu azaltıcı uygulamalara (örneğin şeritvari tarım, teraslama, bitki örtüsünün korunması) öncelik verilmeli;

ayrıca akarsu çıkış noktalarında sürekli su kalite izleme sistemleri kurularak tarım ve sanayi kaynaklı kirlilikler tespit edilip anında müdahale edilmelidir.

- **Mera Yönetimi:**

Havzalarda bulunan mera alanlarında otlatma, taşıma kapasitesine uygun şekilde planlanmalı ve otlatma sistemleri (rotasyonel otlatma gibi) uygulanarak toprak yüzeyinin aşırı bozulması ve dolaylı olarak erozyon riski azaltılmalıdır.

- **İklim Değişikliği Odaklı Önceliklendirme:**

Küresel iklim değişikliği nedeniyle bazı havzalar, ekstrem hidrolojik olaylara karşı daha hassas hale gelmiştir. Bu nedenle, havza ıslahı ve koruma önlemleri, iklim değişikliği senaryolarına göre önceliklendirilerek bir sıralama sistemine oturtulmalı; özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerdeki havzalar acil müdahale kapsamına alınmalıdır.

- **Erozyonla Mücadele:**

Toprak kaybı ve sediment taşınımı ile barajların dolması arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bu bağlamda, havzaların erozyondan korunmasına yönelik projelere özel bütçeler tahsis edilmeli ve bu projeler kırsal kalkınma programlarıyla entegre şekilde yürütülmelidir.

- **Entegre Havza Yönetimi ve Kurumsal Koordinasyon:**

Havza ölçeğinde yapılacak tüm planlama ve uygulamalar; Tarım ve Orman Bakanlığı, DSİ, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi ilgili kurumların eşgüdümünde, entegre havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmelidir. Zonlama yaklaşımı yerine, havzanın tamamı bir bütün olarak değerlendirilmelidir.

- **Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları:**

Kırsal havzalarda yapılan tarımsal faaliyetlerin, barajlara ulaşan suyun hem miktarı hem kalitesi üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, havza özelliklerine uygun sürdürülebilir tarım tekniklerinin (ör. minimum toprak işleme, bitki örtüsü yönetimi, agroekolojik üretim desenleri) teşviki büyük önem taşımaktadır.

4.5.13. Kırsal havzalarda sucul ekosistemlerin ve toplum yaşamının sürdürülebilirliği

Kırsal havzalar, yalnızca su üretim alanları değil; aynı zamanda yerel toplumların sosyo-ekonomik yaşamlarının şekillendiği ve biyolojik çeşitliliğin korunduğu ekosistemlerdir. Bu nedenle, kırsal havzalardaki su kaynaklarının yönetimi yalnızca nicel değil, nitel boyutlarıyla da ele alınmalıdır. Özellikle suyun yerinde korunması, adil kullanımı ve doğal döngüsünün sürdürülebilirliğinin sağlanması hem çevresel hem de toplumsal barış açısından kritik önemdedir.

- **Havzalar Arası Su Transferi Yaklaşımı:** Mümkün olduğunca havzalar arası su transferlerinden kaçınılmalı, her yerleşim biriminin su ihtiyacı kendi bulunduğu havzanın olanakları dâhilinde karşılanmalıdır. Ancak uzun yıllar su potansiyeli, su ihtiyacının üzerinde olan havzalardan havza içi ekolojik denge gözetilerek, ülke gıda arzını korumak adına yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılarak diğer havzalara su transferi yapılabilir. Ülkenin sahip olduğu su kaynaklarından azami seviyede faydalanılmaması halinde ilerleyen yıllarda artan nüfusa (doğum, turizm, dış göç vb.) bağlı olarak gıda sektöründe arz talep dengesi bozulacaktır.
- **Yerleşimlerin Su İhtiyacının Havza Bazlı Planlanması:** Yerleşim alanları siyasi sınırlar yerine, hidrografik havza sınırları esas alınarak planlanmalı; büyüme izinleri ve yapılaşma kararları, havzanın su taşıma kapasitesi ve doğal su rezervleri dikkate alınarak verilmelidir.

Bu yaklaşım, su baskınları, taşkınlar ve yeraltı suyu tükenmeleri gibi risklerin azaltılmasına katkı sağlar.

- **Can Suyu Miktarının Belirlenmesi ve Korunması:** avzalardaki su kaynakları için **can suyu miktarı** bilimsel esaslarla belirlenmeli; bu miktarın altına düşülecek su tahsislerine izin verilmemelidir. Yerleşimlerin ve endüstriyel faaliyetlerin gelişimi bu sınırlar dikkate alınarak yönlendirilmelidir. Bu, hem sucul yaşamın devamı hem de sosyal adalet açısından önemlidir.
- **HES Projelerinin Planlı ve Ekolojik Değerlendirmeye Dayalı Uygulanması:** Plansız ve küçük kapasiteli hidroelektrik santral (HES) projeleri, özellikle dağlık ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin havzalarda ciddi ekosistem tahribatına neden olmaktadır. Bu nedenle, HES projeleri üretim kapasitelerine bakılmaksızın mutlaka **Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)** sürecine tabi tutulmalı; dağlık havzalarda HES yapılmasına ise kesin kısıtlamalar getirilmelidir.
- **Havza Yönetiminde Yerel Halkın Katılımı:** Havzalarda kurulacak **Havza Yönetim Otoriteleri** bünyesinde sadece kamu kurumlarının değil, üniversitelerden uzmanlar ve yöre halkı temsilcilerinin de yer alması sağlanmalıdır. Bu sayede, yönetim sürecine katılımcılık ilkesi yerleşecek, yerel aidiyet duygusu güçlenecek ve alınan kararların uygulanabilirliği artacaktır. Katılımcı yönetim modelleri, su kaynaklarının etkin korunmasında kritik rol oynamaktadır.
- **Su Kalitesinin İzlenmesi ve Erken Müdahale Sistemleri:** Havzalardaki dereler ve yüzey suları, havzanın ekolojik sağlığına dair önemli göstergelerdir. Bu nedenle, havza çıkış noktalarında düzenli aralıklarla su örnekleri alınarak **kimyasal ve fiziksel analizlerle su kalitesi** izlenmeli; kirlilik artışları tespit edildiğinde önleyici tedbirler zamanında alınmalıdır. Bu izleme sistemleri, hem sucul canlı yaşamını hem de halk sağlığını koruma altına alacaktır.

4.5.14. Kentsel havzalarda su kaynaklarının daha etkili kullanım yönetimi

Kentsel havzalar, hem yüksek nüfus yoğunluğu hem de yapılaşma baskısı nedeniyle su kaynakları üzerinde en fazla baskının oluştuğu alanlardır. Bu nedenle bu havzalarda, yüzey akışını azaltan, yağış suyunun toprakla buluşmasını sağlayan ve yeraltı su kaynaklarını besleyen entegre yaklaşımlar öncelikli olarak benimsenmelidir. Ayrıca, kentleşmenin havza ekolojisine verdiği zararı minimize edecek şekilde arazi kullanım planlamaları yapılmalıdır.

- **Yağış Sularının Geri Kazanımı ve Parsel Bazlı Yağmur Suyu Hasadı:** Ayrık kanalizasyon sistemlerinin yaygınlaştırılması, evsel atık su ile yağış suyunun ayrı toplanmasını sağlayarak yağmur suyunun geri kazanımına imkân tanır. Ayrıca, bina temelli yağmur suyu hasadı uygulamaları (çatılardan toplanan suyun depolanması gibi) teşvik edilmeli, bu sistemlerin mevzuatla desteklenmesi sağlanmalıdır (örnek: "Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri").

- **Nüfus Planlaması ve Su Taşıma Kapasitesi Uyumu:** Kentsel havzaların nüfusu, doğal su döngüsü ve taşıma kapasitesi dikkate alınarak planlanmalı; havzanın su üretim kapasitesini aşan nüfus artışlarına karşı önlemler geliştirilmelidir. Böylece hem içme suyu ihtiyacının karşılanması için başka havzalardan su transferine ihtiyaç duyulmaz hem de kaynaklar yerinde yönetilmiş olur.

- **Geçirimli Yüzey Uygulamaları ve Taban Suyu Beslemesi:** Yaya yolları, parklar ve benzeri araç trafiğine kapalı alanlarda geçirimsiz beton/asfalt yerine geçirimli yüzey malzemeleri (ör. geçirgen parke, çim taş vb.) kullanılmalıdır. Bu sayede yağış suyu yüzey akışına karışmadan doğrudan yeraltı su kaynaklarına ulaşabilir.

- **Sünger Şehir Yaklaşımı ile Yeşil Altyapının Yaygınlaştırılması:** Kentsel alanlarda yağış suyunun yerinde tutulması ve yeraltı suyuna katkı sağlaması amacıyla yeşil alanların artırılması gerekmektedir. Bu kapsamda "sünger şehir" modeli benimsenmeli; parklar, yeşil çatı sistemleri ve şehir içi yeşil koridorlar ile suyun doğal döngüsü desteklenmelidir.
- **Akarsu Yataklarının Doğallaştırılması:** Kentsel alanlardan geçen derelerin beton kanal içine alınması yerine, su-toprak-bitki etkileşimini sürdürebilecek geçirimli ve doğal yatak yapılarının tercih edilmesi gerekir. Bu yaklaşım, sucul canlıların yaşam alanlarının korunmasını da sağlar.
- **Petrol Türevli Malzemelerin Kısıtlanması:** Suya zararlı sızıntıların önlenmesi amacıyla asfalt gibi petrol türevi, geçirimsiz malzemelerin kullanımı sınırlandırılmalı; bunun yerine aralıklı döşenen ve suyun süzülmesine izin veren plak betonlar gibi alternatifler kullanılmalıdır.
- **Kent İçindeki Su Havzalarının Korunması ve Rekreasyonun Sınırlandırılması:** Kentsel havzalar içinde yer alan ormanlık alanlar ve su toplama bölgeleri, rekreasyonel faaliyetlerle tahrip edilmemeli; bu alanlar için taşıma kapasitesi analizlerine dayalı sınırlı kullanım izinleri oluşturulmalıdır. Orman tahribatı, yüzey suyu kalitesini doğrudan olumsuz etkileyen faktörlerden biridir.
- **Kentsel Havzaların Bütüncül Değerlendirilmesi:** Kentsel havzalar için farklı koruma zonlarının oluşturulması yerine havzanın tamamı bir bütün olarak ele alınmalı, yapılaşma kararları bu bütünlük gözetilerek planlanmalıdır. Zonal ayrımlar bazı durumlarda parçalı ve işlevsiz yönetim süreçlerine neden olmaktadır.
- **İçme Suyu Havzalarında Yeni Yerleşimlere İzin Verilmemesi:** Özellikle büyük şehirlerin içme suyunu sağlayan kırsal-kentsel geçiş havzalarında, yeni yerleşimlere izin verilmemeli; mevcut yerleşimlerin de zaman içinde havza dışına taşınması yönünde stratejiler geliştirilmelidir. Bu alanların yapılaşmaya açılması uzun vadede büyük su krizlerine neden olabilir.

4.5.15. GZFT Analizleri

Güçlü Yönler:

- Su kanununa olan ihtiyacın farkında olunması ve bu doğrultuda çalışmaların devam ettirilmesi.
- Bütünleşik ve tek elden planlama ihtiyacının farkında olunması ve buna uygun kurumsal yapılanma çalışmalarının başlatılmış olması.
- Havza bütünlüğünü esas alan planlamaların yapılması.
- 25 havza için Havza Koruma Eylem Planlarının tamamlanmış olması.
- 12 adet Havza için NHYP çalışmalarının tamamlanmış olması ve 7 adet havza için hâlihazırda NHYP hazırlama çalışmalarının devam ediyor olması.
- 24 havzada taşkın yönetim planının tamamlanmış olması.
- Havza bazlı yönetim konusunda bilgi birikiminin kurumlarda çalışan personellerde artıyor olması.
- Havza ve İl Su Kurullarının kurularak çalışmalara başlanması ve paydaşların sürece dâhil olması açısından olumlu adımların atılması.
- NHYP'lerin takibinin gerçekleştirildiği Ulusal Su bilgi Sistemi (USBS)'nin daha verimli hale getirilmesi için çalışmaların yapılıyor olması.

- Harita ve veri altlıklarının havza ölçeğinde derlenmeye başlamış olması.
- 25 havza için Havza İzleme Programlarının hazırlanmış olması.
- 11 adet havza için SSTP çalışmalarının tamamlanmış olması ve 9 adet havza için hâlihazırda SSTP hazırlama çalışmalarının devam ediyor olması.
- Su kaynaklarının bölgesel farklılıklar gözetilerek planlanması.
- Teknik altyapı ve mevzuat güçlendirilmesi.
- Su kaynaklarının etkin kullanımına yönelik mevcut projeler.
- Geniş tarımsal üretim alanları ve yüksek sulama potansiyeli.
- Su kaynaklarının korunmasına yönelik stratejilerin geliştirilmiş olması.
- Tarım ve sulama ile ilgili güçlü kurumsal yapıların olması.
- 25 havzada kuraklık yönetim planının tamamlanmış olması.
- Güçlü teşkilat yapısına sahip köklü kuruluşların varlığı.
- Ülkemizin farklı disiplinlerde uzman insan kaynağına sahip olması.
- Yeniliklere açık ve dinamik bir yapıya sahip olunması.
- İletişim ve teknolojik altyapının güçlü olması.
- Havza ölçeğinde kuraklık yönetim planlarının tamamlanması.
- Havza yatırımlarına devletçe sağlanan finansmanda son yıllardaki artış.
- Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı'nın yürütülmesi.

Zayıf Yönler:

- Su Kanunu'nun henüz yayımlanmamış olması.
- NHYP'lerin uygulanması ve takibinin kanun seviyesinde yasal bir altlıkla desteklenmemesi.
- Tüm havzalar için henüz NHYP'lerin tamamlanmamış olması.
- NHYP'lerin hazırlanma sürecinde planlamaya esas teşkil eden verilerin üretiminde ve temininde sıkıntılar yaşanması.
- NHYP'lerin takibinin gerçekleştirildiği Ulusal Su bilgi Sistemi (USBS)'ne kurumlar tarafından düzenli olarak ve yeterli detayda veri girişinin yapılamaması.
- Havza Su Kurulları ve İl Su kurullarının tüzel kişiliğe sahip olmamaları.
- Gerek üst ölçekli gerekse alt ölçekli her türlü planlamada havza ölçekli planlarla entegrasyonunun yeterince gözetilmemesi.
- Su sektöründe yer alan kurumların farklı alan ve ölçeklerde çalışıyor olması.
- İdari yapılanmanın havza sınırlarıyla örtüşmemesi.
- Kurum kimliklerinin ve önceliklerinin toplam faydanın önünde tutulması.
- Alıcı ortam esaslı deşarj limitlerinin uygulanmaması.
- Suyla ilgili yapılan bazı plan ve çalışmalarda sosyal ve ekonomik etkilerin detaylı olarak değerlendirilmemesi.
- Paydaşların katılımının ve yerel sahiplenmenin sağlanmasındaki yetersizliklerin olması
- Havza düzeyinde veri bilgi sistemi eksikliğinin olması.
- Havza projeleri ve faaliyetlerini önceliklendirme ölçüt ve yöntemlerindeki yetersizliklerin bulunması.

- Suyun kalite ve miktar açısından sürdürülebilir yönetimi ve verimli kullanımı için, su tahsisinin planlı yapılması ve korumaya yönelik gerekli tedbirlerin alınması.
- Farklı kullanım maksatları için rekabet halinde olan paydaşlar arasında koordinasyonun sağlanamaması.
- SSTP'lerin planlama süreçlerinde iklim değişikliğinin uzun vadeli etkileri tam olarak değerlendirilemediğinde, gelecekte risklerin artması.
- Havza bazlı sektörel yatırım politikaları arasında eşgüdümün sağlanamaması.
- Veri eksiklikleri ve izleme sistemlerinin geliştirilmesi ihtiyacı.
- Finansal kaynak yetersizliği.
- Arıtılmış suyun kullanımına yönelik düşük farkındalık ve bu suların tarım ve peyzaj alanlarında kullanımının düşük olması.
- Tarımsal sulamada verimsiz sistemlerin yaygınlığı.
- Su yönetimi konusunda kurumsal koordinasyon eksikliği veya kurumlar arasındaki entegrasyonun sağlanamaması
- Su yönetimi ve dağıtımında yaşanan aksaklıklar
- Teşvik mekanizmalarının yetersizliği.
- Geçmiş kuraklıkların etkilerine ait verilerin yeterli olmaması
- İlgili ve sorumlu kuruluşların çoğunda kuraklık üzerine çalışan birimlerinin olmaması.
- Verilere ulaşmada yaşanan güçlükler
- Koordinasyon konusunda sıkıntıların yaşanması
- Yasal mevzuattaki boşluklar
- Dijital altyapının yeterince gelişmemiş olması
- Kurumlar arası veri paylaşımı ve entegrasyon eksikliği
- Su tahsis planlarının iklim değişikliği etkilerini tam olarak değerlendirememesi
- Havza ölçekli planlamaların idari yapılarla tam olarak örtüşmemesi

Fırsatlar:

- AB uyum sürecinin etkin ve verimli bir şekilde sürdürülmesi
- Havza bazlı yönetim anlayışının daha yaygınlaşmış olması ve havza bazlı hazırlanan planların, çalışmaların artmış olması.
- Yukarı havzalarda göç sebebiyle insan kaynaklı baskıların azalması
- Bilgiye erişim ve gelişen bilgi teknolojilerinden faydalanma imkânı (CBS, vb.)
- Toplumda doğal kaynaklar ve çevrenin korunması ile ilgili farkındalığın artması
- Politik ilgi ve desteğin artması
- Kurumlarda katılımcı yaklaşımın gelişmekte olması
- Su havzaları yönetiminin önem kazanması
- Taşkın yönetimi konusunda bilimsel ve akademik araştırmaların artması
- Akıllı su yönetim sistemlerinin entegrasyonu sayesinde SSTP'lerin etkinliği artırılabilir

  "Suya Göre Tarım İlkesi" ile su kaynaklarının korunması ve verimli kullanımı teşvik edilebilir yeni teknoloji ve su tasarrufu yöntemlerinin entegrasyonu
- Yeni teknolojilerin entegrasyonu

- Uluslararası fonlardan destek alma potansiyeli
- Modern sulama sistemleri ile su tasarrufu sağlama potansiyeli
- Suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımına yönelik teknolojik gelişmeler
- Tarım ve sulama ile ilgili güçlü kurumsal yapıların olması
- Havza ölçekli Kuraklık Yönetim Planlarının tamamlanması
- Dünyada ve ülkemizde sürdürülebilir kuraklık yönetimi konusunda toplumda farkındalığın artması
- Tarımsal sulama sistemlerinde su tasarrufu sağlayan modern sulama sistemlerinin desteklenmesi
- İklim değişikliğinin gündemde olması
- Kuraklık yönetimi konusunda bilimsel ve akademik araştırmaların artması

Tehditler:

- Kentleşmenin artarak devam etmesi,
- İklim değişikliği sebebiyle yağış rejiminde değişimlerin meydana gelmesi
- Tarımsal nüfusun kentlere göçü sonucunda kentsel nüfusun artması,
- Kuraklık, iklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması.
- Artan su talebi ve kuraklık tehdidi.
- Sanayi kaynaklı kirliliğin kontrol altına alınamaması.
- Tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini tehdit eden su kıtlığı.
- Hızlı nüfus artışı nedeniyle artan su talebi.
- Kentlerin sulu tarım alanlarına doğru genişlemesi
- Kentlerde ve kırsalda eğitimsizlik ve bilgisizlikten kaynaklanan su tasarrufuna gidilmemesi,
- Sanayileşmenin bir sonucu olarak doğal çevre (hava-su-toprak) kirliliğinde yaşanan artışın, küresel ısınma ve tüketilebilir su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemesi,
- Tarımsal nüfusun kentlere göçü sonucunda kentsel nüfusta artış yaşanması,
- Akiferlerde düşüm, kaynak debilerinde azalma, akarsu akımlarında azalma- kuruma ve göl ve bataklık alanlarda su çekilmesi yaşanması,
- Su kaynaklarındaki su kalitesinin bozulması,
- Tarımsal üretimde düşüş, fiyatlarda artma ve gıda güvenliği riski
- Toprak yapısında bozulma, çölleşme riski
- Sulak alanlar, göller ve akarsuların kuruması biyolojik çeşitliliği azalması
- Tarım alanlarında çiftçilerin aşırı yerüstü ve yeraltı suyu tüketimi,
- Tarım arazilerinin üzerindeki baskılar,
- İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarının azalması ve su kıtlığı riskinin artması
- Kurum kimliklerinin ve önceliklerinin toplam faydanın önünde tutulması
- Kurumlar arasında yetki karmaşası ve koordinasyon eksikliği
- Dijital dönüşüm sürecinde yeterli bütçe ve insan kaynağı bulunamaması

4.6. Hedefler ve Stratejiler

Hedef	Kısa Vadeli Stratejiler	Orta Vadeli Stratejiler	Uzun Vadeli Stratejiler
Hedefler	Kısa Vadeli	Orta Vadeli	Uzun Vadeli
Açık kanal sulama sistemlerinin kapalı basınçlı sistemlere dönüştürülmesi	• Mevcut sulama sistemlerinin modernize edilmesi, bakım ve temizlik işlemlerinin düzenli yapılması. • Mevcut sistemlerde otomasyon, ölçüm ve filtrasyon uygulamalarının yaygınlaştırılması. • Modernizasyon projelerinde yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği esas alınması.	• Sayaç yenileme programları ve kaçak su denetimleri. • Su yönetiminde kurumlar arası koordinasyonun artırılması ve Ar-Ge faaliyetlerinin güçlendirilmesi. • Arazi toplulaştırmasıyla birlikte ekonomik ömrünü tamamlamış sulama şebekelerinin modernize edilmesi.	• Yeni depolama, iletim ve dağıtım sistemlerinin kurulmasıyla sulu tarım alanlarının artırılması. • Kapalı sulama sistemleri oranının %50'ye çıkarılması.
Su ile ilgili kurum ve kuruluşların yetki, görev ve sorumluluklarının yeniden gözden geçirilmesi ve netleştirilmesi	• Su ile ilgili mevzuatın incelenerek eksiklik ve çakışmaların tespit edilmesi, güncellenmesi ve yeni düzenlemelerin hazırlanması.	• Su yönetiminde yetki karmaşasını önleyecek düzenlemelerin yapılması.	• Su tüketimi ve yönetimi üzerine kurumsal kapasitenin artırılması.
Su tasarrufu sağlayan uygulamalara yönelik teşviklerin artırılması	• Tarımsal sulama projelerinde su tasarrufu sağlayan bileşenlerin şartlı olarak desteklenmesi Hane bazlı su tasarrufu uygulamalarında (perlatör, rezervuar düzenleyici vb.) belediye destek programlarının başlatılması.	• Tarım destekleri ve IPARD hibelerinde su tasarruf kriterlerinin bir önceliklendirme puanı olarak kullanılması.	• Veriye dayalı teşvik uygulamaları için dijital izleme ve değerlendirme altyapısı kurulması. • Kamu altyapı projelerinde (sulama şebekesi, içme suyu şebekesi) su verimliliği katsayısı zorunluluğu
Sulama randımanının 2030 yılına kadar %60'a çıkarılması	• Tarla içi sulama altyapısının dijital izleme ile entegre hale getirilmesi.	• Su yasası kapsamında teşvik ve ceza sisteminin uygulanması.	• Yapay zekâ destekli analiz ve tam otomasyon sistemleri ile su yönetiminin dijitalleştirilmesi.

	• Bireysel sulama sistemlerinde dijital otomasyon sistemlerinin teşvik edilmesi. • Bireysel sulama sistemlerinin mühendislik ve ruhsatlama esaslarına uygun kurulması.	• Su verimliliği Ar-Ge çalışmalarına destek verilmesi.	
Su yönetiminin merkezi ve entegre bir yapıya kavuşturulması, etkinliğinin arttırılması.	• Su kullanıcılarını kapsayan merkezi bir veri tabanı/bilgi sistemi oluşturulması. • Su kullanım verilerinin AB ve uluslararası standartlara göre izlenebilir hale getirilmesi. • Sulama şebekelerinin sayısallaştırılması ve su kullanıcı örgütleri ile Bakanlık bilgi sistemleriyle entegrasyonunun sağlanması • DSİ, belediyeler ve kooperatifler tarafından işletilen sulama tesislerinin güncel envanterinin çıkarılması • Kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi. • Tüm su kullanıcılarını kapsayan dijital veri tabanı ve izleme sistemlerinin kurulması.	• İl, bölge ve havza bazında entegre su yönetim planlarının geliştirilmesi. • Yerli yazılım, uydu ve donanımlarla bitkisel üretim alanlarında su kullanımının ve su kirliliğinin izlenmesi.	• Yapay zekâ destekli analiz sistemleriyle su yönetiminin dijitalleştirilmesi ve otomatikleştirilmesi. • 25 nehir havzasının tamamında TATUS sisteminin kurulması ve erken uyarı eksiklerinin giderilmesi.
Akıllı sulama teknolojilerinin kullanımının teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması	• Tarımsal sulamada kayıpların azaltılmasına yönelik altyapı projelerinin başlatılması.	• SCADA ve CBS sistemlerinin yaygınlaştırılarak şebekelerin dijital takibinin sağlanması.	• Meralarda yağışlardan daha fazla faydalanılması için projeler yürütülmesi.
Su kullanıcı örgütlerinin kurumsal kapasitelerinin artırılması	• Mevcut sulama birliklerinin su kaynağı veya proje bazında yeniden yapılandırılması. • Su ve kanalizasyon hizmetlerine odaklanan yapının büyükşehir dışındaki	• Suya göre tarım esaslı destekleme programlarında su kullanıcı örgütlerinin etikliğinin arttırılması	• Havzalar arası su transferlerinde çevresel ve sosyal etki değerlendirmesinin yasal zorunluluk haline getirilmesi.

	belediyelerde de kurulması. • İşletmeye açılmış sulama projelerinin teknik, sosyal, hukuki ve ekonomik envanterlerinin çıkarılması.		
İklim değişikliğine uyum kapsamında mevcut su kaynaklarının korunması ve etkin kullanımı ile birlikte devam eden yatırımların tamamlanması ve alternatif su kaynaklarının (gri su, yağmur suyu, arıtılmış atık su) değerlendirilmesi	• Alternatif su kaynaklarının kullanımına ilişkin pilot projeler başlatılması. • Arıtılmış suların yeniden kullanımı için yasal altyapının geliştirilmesi. • Sulama suyu kalitesine yönelik standart ve kriterlerin oluşturulması.	• Kontrollü drenaj ve drenaj suyu yeniden kullanımı uygulamalarının yaygınlaştırılması. • Kurumsal yapının entegre su yönetimi ilkeleri doğrultusunda yeniden düzenlenmesi. • 2030 yılına kadar içme suyu şebekelerindeki kayıpların %25'e indirilmesi.	• Ulusal düzeyde tarımsal su yönetim stratejilerinin üretim politikalarıyla entegre edilmesi. • Hayvansal üretim tesisleri için arıtma sistemleri ile suyun yeniden kullanımının sağlanması.
Tarla içi basınçlı sulama sistemleri teşviklerinin artarak devam ettirilmesi	• Fiziksel su kayıplarını azaltacak altyapı iyileştirmeleri. • Sulama hatlarında su kaçağı tespiti ve uyarı sistemlerinin uygulanması.	• TAGEM-SUET sisteminin ulusal bazda ortak hesaplama aracı olarak tanımlanması.	• Su kalitesi izleme süreçlerinin dijital platformlar ve yapay zekâ destekli karar sistemleriyle bütünleştirilmesi.
Sulama sistemlerinde sayaç kullanımının zorunlu hale getirilmesi, eski sayaçların yenilenmesi ve kaçak su kullanımının etkin biçimde önlenmesine yönelik organizasyon ve denetim altyapısının güçlendirilmesi	• Bireysel su kullanımına yönelik eğitim kampanyaları. • Kaçak su kullanımına yönelik denetimlerin artırılması ve caydırıcı cezaların uygulanması. • Ruhsatsız kuyuların kayıt altına alınması ve sayaçların zorunlu hale getirilmesi.	• Sayaç kurulumları için çiftçilere %100 hibe veya %50 destek sağlanması. • Uydu ve drone teknolojisi kullanılarak kaçak sulamanın tespiti ve izlenmesi.	• Bitkisel ve hayvansal üretim planlamasında suyun temel kriter olarak değerlendirilmesi.
Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için her havzada, su potansiyelinin, mevcut kullanım durumlarının miktar ve kalite esaslı	• Su bütçesi bileşenlerinin paylaşılacağı bilgi portalının kurulması.	• Alternatif su kaynaklarının (arıtılmış su, yağmur suyu, gri su) kullanımına yönelik teşvik	• Sulama için geri kazanılmış su kullanımının yaygınlaştırılması (örneğin arıtma tesisi çıkış suları)

değerlendirildiği etüt çalışmalarının yapılması, raporlanması ve haritalanması	• Su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde suya göre bitki deseni planlaması yapılması. • Su kaynakları potansiyelinin havza bazında hesaplanması. • Su kaynaklarında kalite ve miktar izleme çalışmalarının ulusal mevzuat ve izleme programları doğrultusunda 25 havzada sürdürülmesi.	mekanizmalarının uygulanması.	• Yağmur suyu hasadı gibi doğal kaynakların daha etkin kullanımı için altyapı yatırımlarının artırılması.
Uzaktan algılama ve dijital teknolojilerle su kaynakları ve sulama sistemlerinin etkinliğinin havza bazında izlenmesi, değerlendirilmesi ve karar destek sistemleriyle sürdürülebilir su yönetiminin sağlanması	• Mobil uygulamalar ve dijital sensörlerle su kullanımının çiftçiler tarafından izlenebilmesinin sağlanması. • Sulama randımanı ve oranının düzenli ölçüldüğü bir sistem kurulması. • Uzaktan algılama tekniği kullanılarak havza bazlı ürün deseni belirlenmesi ve izleme mekanizmalarının oluşturulması.	• Akıllı sulama sistemlerinin (IoT tabanlı, hava durumu verili) altyapı yatırımlarıyla yaygınlaştırılması.	• Tarımsal izleme ve su yönetimi odaklı uydu sisteminin fırlatılarak faaliyete geçirilmesi, güncel ve yerli veri altyapısının oluşturulması. • İklim değişikliğine uyum sağlayacak esnek ve sürdürülebilir su yönetimi modellerinin uygulanması.
Su verimliliğini teşvik etmek amacıyla, bölgesel/havza bazlı su arzı ve ürün desenine uygun farklılaştırılmış fiyatlandırma sistemlerinin uygulanması ile destek-yaptırım mekanizmalarının geliştirilmesi	• Tam maliyet esaslı fiyatlandırma tarifelerinin oluşturulması. • Su verimliliği uygulamalarına yönelik teşvik ve yaptırım mekanizmalarının oluşturulması. • YAS kuyularında kota uygulamaları ve su bedelinin bölgesel koşullara göre belirlenmesi.	• Su tüketimine dayalı teşvik/ceza sistemlerinin uygulanması. • Tarife sistemlerinin ürün deseni, sulama yöntemi ve bölgeye göre farklılaştırılması.	• Hacim esaslı su ücretlendirme sistemlerinin ülke genelinde uygulanması. • İl/ilçe ve ürün bazında su tüketimi esaslı kota sisteminin kurulması, kota aşımı için zamlı tarife uygulanması.

Bütünleşik havza yönetiminin kurumsal, hukuki ve idari altyapısının güçlendirilmesi ile kurumlar ve kuruluşlar arası iş birliği ve koordinasyon mekanizmalarının etkinleştirilmesi	• Bireysel sulama sistemlerinin mühendislik esaslarına uygun tesis edilmesi. • NHYP tedbirlerinin takibinde kullanılan USBS sisteminin güçlendirilmesi ve düzenli veri girişi sağlanması.	• Bitkisel ve hayvansal üretimde su verimliliği bazlı destekleme sistemlerinin revize edilmesi. • İl su ve Havza su kurullarına tüzel kişilik kazandırılması.	• Karar destek sistemlerinin (KTEUS, TATUS vb.) yaygınlaştırılması, su bilgi sistemlerinin entegre çalıştırılması.
Su Yasası'nın yürürlüğe girmesi ve etkin bir şekilde uygulanması	• Su Kanunu ve Taşkın Kanunu hazırlık çalışmalarının tamamlanması.	• Su kullanıcı teşkilatlarının işletme, bakım ve yönetim sorumluluklarını üstlenecek şekilde yapılandırılması.	• Tüm su ve sulama mevzuatının Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve uluslararası standartlarla tam uyumlu hale getirilmesi.
Su verimliliği bilincinin artırılması amacıyla yenilikçi çiftçi eğitim programları ile birlikte Milli Eğitim müfredatına (ilköğretim ve ortaöğretim) ilgili konularının dâhil edilmesi ve toplum genelinde farkındalık kampanyalarının yürütülmesi	• Su verimliliği odaklı çiftçi eğitimlerinin başlatılması. • Mobil uygulamalar ile çiftçilere su kullanım verilerini izleme imkânı sağlanması. •"Su Verimliliği Seferberliği" kapsamında çalışmaların yaygınlaştırılarak devam ettirilmesi.	• Millî Eğitim Bakanlığı ile işbirliğiyle müfredata su verimliliği temalı içeriklerin entegrasyonu • Akademik eğitimlerin su politikalarıyla uyumlu hale getirilmesi.	• Sürekli eğitim ve yayım programlarıyla çiftçilerin su verimliliğine adapte edilmesi. • Her düzeyde okul için "Yeşil Okul – Su Dostu Okul" sertifikasyon sisteminin başlatılması.
Ülke genelinde sektörel (tarım, sanayi ve içme-kullanma) su tahsisi çalışmalarının tamamlanması	• Su verimliliği uygulamalarına yönelik teşvik ve yaptırım mekanizmalarının oluşturulması. • Halk sulamaları da dahil olmak üzere tüm kullanıcıların tek çatı altında sulama birlikleri ile organize edilmesi.	• Su yönetiminde kurumsal koordinasyonun artırılması ve destekleme politikalarının su potansiyeline göre yapılandırılması. • Sulama birliklerinin havza bazında etkinleştirilmesi; diğer su kullanıcı teşkilatlarına devir yapılmaması.	• Sulama birlikleri ve kullanıcı teşkilatlarının tek yapı altında uzun vadeli kurumsal ve mali sürdürülebilirliğinin sağlanması.

Kırsal alanlarda sucul ekosistemlerin ve yerel halkın yaşam koşullarının sürdürülebilirliğinin sağlanması	• Kırsal alandaki halkın ve ekosistemlerin su haklarının planlanması ve korunması	• Akıllı sulama sistemleri (IoT, hava durumu verisi, uzaktan izleme) altyapısının kurulması.	• Sektörel su tahsis planları çerçevesinde tüm münferit tahsislerin yürütülmesi.
Peyzaj alanlarında daha az su tüketen, kuraklığa dayanıklı su tüketimi düşük bitki türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması, kurakçıl peyzaj alanlarının arttırılması	• Su tasarrufu sağlayan uygulamalara yönelik teşvik mekanizmalarının artırılması. • Mevcut peyzaj alanlarında su tüketimi yüksek bitkilerin tespiti ve aşamalı dönüşüm planlarının yapılması • Kurakçıl peyzaj (xeriscape) rehberinin hazırlanması ve yayımlanması	• Peyzaj projeleri için su tüketimi sınırlayıcı yasal düzenlemelerin getirilmesi • Peyzaj alanlarında su tüketimini izleme altyapılarının ve dijital veri yönetim sistemlerinin geliştirilmesi.	• Su tasarrufunu teşvik eden mevzuat ve politikaların uygulanmasının tamamlanması. • Ulusal düzeyde "Kurakçıl Peyzaj Strateji Belgesi"nin hazırlanması ve zorunlu hale getirilmesi
Tüm havzalar için kuraklık, taşkın ve iklim değişikliğini dikkate alan havza ölçekli yönetim planlarının hazırlanması, yönetim altyapısının güçlendirilmesi ve karar destek sistemlerinin yaygınlaştırılması	• Taşkın ve kuraklık yönetim planlarında belirlenen tedbirlerin uygulanmasının izlenmesi • Gediz Havzası'nda Kuraklık Karar Destek Sisteminin kurulması • Ceyhan, Asi, Aras, Çoruh, Van Gölü ve Fırat-Dicle havzalarında izleme çalışmalarının yürütülmesi • Antalya, Sakarya, Batı Akdeniz, Büyük Menderes, Akarçay ve Burdur havzalarında taşkın yönetim planlarının güncellenmesi • Kuraklık Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi (KTEUS) projesinin tamamlanması.	• Kuraklık İzleme altyapısı ve kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi • 25 havzada Kuraklık Karar Destek Sistemlerinin kurulması ve yaygınlaştırılması.	• Tüm havzalarda entegre ve bütüncül yönetim anlayışıyla planlamaların yapılması • Sektörel su tahsisi ve yönetiminde sürdürülebilirlik temelli politikaların tam entegrasyonu.
Toprak neminin izlenmesi ve yönetilmesine yönelik uygulamaların geliştirilmesi ile bu	• Toprakta buharlaşmayı azaltıcı uygulamaların tanıtımı • Toprak nemi sensörlerinin pilot	• Toprak nemi izleme verisinin sulama planlamasına entegre edilmesi.	• Toprakta suyun fiziksel olarak tutulmasını sağlayan uygulamalar

uygulamaların çiftçilere yaygın biçimde öğretilmesi	bölgelerde yaygınlaştırılması • Koruyucu tarım tekniklerine yönelik hızlı eğitim modüllerinin geliştirilmesi.	• Koruyucu toprak işleme tekniklerinin teşvik programlarına dahil edilmesi • CBS tabanlı toprak-su yönetim sistemleriyle nem durumu ve tarla işleme tekniklerinin eşlenmesi.	için standardizasyon ve eğitim ağı oluşturulması • Toprak nemine dayalı dijital sulama planlama sistemlerinin çiftçi ölçeğinde yaygınlaştırılması.
2030'a kadar kişi başı günlük su kullanımının 120 litreye düşürülmesi	• Ulusal Su Kullanım Envanteri'nin çıkarılması • Gri su kullanımının pilot uygulamalarla başlatılması • Su tasarrufu sağlayan cihazların (perlatör, çift kademeli rezervuar vb.) desteklenmesi.	• Konutlarda ve sitelerde yağmur suyu hasadı sistemlerinin zorunlu hale getirilmesi.	• Dijital su yönetim platformlarının yaygınlaştırılması (AI & IoT) • Su ayak izi takibi zorunluluğu ve sertifikasyonu.
Sosyo-ekonomik ve çevresel etkileri dikkate alan karar destek süreçlerinin geliştirilmesi.	• Mevcut sulama projelerinde sosyal etki değerlendirmesi için pilot uygulamalar başlatılması • Su yönetiminde sosyo-ekonomik göstergelerin (gelir düzeyi, çiftçi profili, vb.) belirlenmesi • Su izleme sistemlerinde sürekliliğin sağlanması.	• Su yönetiminde kullanılacak karar destek sistemlerine (DSS) çevresel etki bileşenlerinin entegrasyonu • Su yönetiminde yapay zekâ destekli sosyo-ekolojik karar sistemlerinin yaygınlaştırılması.	• Her havza için su tahsis kararlarında çok ölçütlü etki analizinin zorunlu hale getirilmesi
Jeotermal kaynakların sera ısıtması ve tarımsal üretimde etkin, sürdürülebilir ve çevresel riskleri azaltacak şekilde kullanılması	• Mevcut jeotermal seralarda reenjeksiyon kuyularının açılmasının teşvik edilmesi • Jeotermal sera işletmelerine yönelik sürdürülebilir kullanım eğitimleri düzenlenmesi.	• Jeotermal kaynakların doğrudan kullanımını teşvik eden entegre projelerin desteklenmesi • Jeotermal akışkan rezervuar kapasitesinin %50 artırılmasına	• Türkiye'de jeotermal sera alanlarının %100 artırılması • Jeotermal kaynaklardan toksik minerallerin geri kazanımı ve tarım-sanayi entegrasyonu.

		yönelik detaylı yer bilimsel etütlerin yapılması.	
Tarım ve diğer sektörlerde su ayak izinin hesaplanması ve yönetilmesine yönelik sistemlerin oluşturulması ve etkin biçimde uygulanması	• Pilot sektörlerde ve havzalarda su ayak izi envanteri çıkarılması • Tarımda su ayak izinin hesaplanması için çiftçiye açık veri giriş modülleri olan basit dijital platform geliştirilmesi • Su ayak izi metodolojisinin sektörel bazda (tarım, sanayi, hizmet) standartlaştırılması.	• Sektörlerin su ayak izine göre teşvik/lisans/değerlendirme sistemlerinin geliştirilmesi • Sulama desteklerinin tarım-su ilişkisi gözetilerek hedef odaklı biçimde yeniden yapılandırılması.	• Ulusal Su Ayak İzi Veri Tabanı'nın kurulması ve tüm sektörlerle entegre edilmesi • Sürdürülebilir Su Yönetimi için Su Ayak İzi Tabanlı Havza Planlarının oluşturulması • İhracatta "Su Ayak İzi Etiketlemesi" sisteminin hayata geçirilmesi.
Havadan su üretim teknolojilerinin (AWG) yaygınlaştırılması ve entegre su yönetimi sistemlerine dahil edilmesi	• Öncelikli alanlarda pilot AWG ünitelerinin devreye alınması • AWG sistemlerine yönelik teşvik mekanizmalarının oluşturulması • Afet ve deprem bölgeleri için mobil AWG + güneş paneli + trijenerasyon sistemleri içeren acil müdahale istasyonlarının geliştirilmesi.	• AWG sistemlerinin belediye altyapı planlarına entegre edilmesi • Tarım ve sanayi sektörlerinde havadan su üretiminin desteklenmesi ve yıllık 500.000 m³ kapasiteye ulaşılması • Yüksek nemli bölgelerde büyük ölçekli AWG projeleri için yerel yönetim–özel sektör iş birliklerinin geliştirilmesi.	• Havadan su üretim sistemlerinin belediye ve endüstriyel ölçekli su yönetim planlarına kalıcı olarak entegre edilmesi • AWG sistemlerinin afet riski yüksek bölgelerde kalıcı stratejik yedek su kaynağı olarak konumlandırılması • AWG teknolojilerinin enerjiyle entegre, yerel üretimle destekli hale getirilmesi.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDIRME

Su hem doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği hem de tarımsal üretimin devamlılığı açısından stratejik bir kaynaktır. Türkiye gibi su stresi yaşayan ve iklim değişikliği etkilerinin giderek belirginleştiği bir ülkede, suyun etkin ve verimli kullanımı yalnızca teknik bir zorunluluk değil, aynı zamanda bir kalkınma önceliğidir. IV. Tarım ve Orman Şûrası kapsamında oluşturulan "Su Yönetimi ve Verimliliği" Grubu, bu gerçeklikten hareketle, mevcut uygulamaları kapsamlı biçimde analiz etmiş; karşılaşılan yapısal, kurumsal ve teknik sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmiştir.

Raporun ortaya koyduğu bulgular; veri temelli yönetişimin, izleme ve değerlendirme sistemlerinin güçlendirilmesinin ve tüm su yönetimi süreçlerinin entegre edilerek yönlendirilmesinin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için yalnızca altyapı yatırımları değil, aynı zamanda kurumsal kapasite, mevzuat bütünlüğü, teknolojik izleme sistemleri ve yerel düzeyde paydaş katılımı gibi çok boyutlu unsurların bir arada ele alınması gerekmektedir.

Özellikle sulama sistemlerinde modernizasyon, kapalı sistemlerin yaygınlaştırılması, su ölçüm cihazlarının entegrasyonu ve dijital karar destek sistemlerinin uygulanması gibi teknik yaklaşımlar, verimliliği artıran etkili araçlar olarak ön plana çıkmaktadır. Ancak bu teknik gelişmelerin sahada beklenen çıktıyı üretebilmesi, örgütlü kullanıcı yapıları, düzenli bakım-onarım süreçleri, uygun enerji modelleri ve çiftçilerin su okuryazarlığı ile doğrudan ilişkilidir. Sulama birliklerinin sulama oranlarındaki yükselme eğilimi, bu tür yapısal iyileştirmelerin sahadaki somut karşılığını göstermektedir.

Diğer yandan, raporda da vurgulandığı üzere, yeraltı suyu kullanımının kontrolsüz yayılması, belgesiz kuyuların çoğalması ve halk sulamalarının kayıt dışılığı gibi sorunlar, su kaynaklarının korunması yönündeki çabaları sekteye uğratmaktadır. Su tahsis planlarının hazırlanması, yeraltı sularının kayıt altına alınması ve ruhsatsız kuyuların disipline edilmesi, bu alandaki öncelikli reform alanlarını oluşturmaktadır.

Kurumsal yapı bakımından, DSİ tarafından sağlanan verilerin ve izleme sistemlerinin güçlü bir çerçeve sunduğu; ancak başta diğer kamu kurumları ve yerel yönetimler olmak üzere çok aktörlü yapının bütünleşik bir şekilde koordinasyon eksikliği yaşadığı görülmektedir. Bu nedenle, su yönetimi süreçlerinin tek elden ve entegre bir şekilde yürütülmesini sağlayacak kurumsal yapılanmalara ihtiyaç duyulmaktadır. "Su Kanunu" bu yapısal bütünlüğün oluşturulması açısından hayati bir gerekliliktir.

Son olarak, önceki üç Tarım ve Orman Şûrası'nın kararlarının değerlendirilmesi göstermiştir ki; stratejik planlama, üretim desenlerinin su kısıtı dikkate alınarak yönlendirilmesi ve destekleme politikalarının su verimliliğine duyarlı hale getirilmesi yönünde bir zihinsel ve politik dönüşüm yaşanmaktadır. Ancak bu dönüşümün etkili bir şekilde sahaya yansıtılabilmesi, yalnızca merkezi düzeyde değil, yerel paydaşların da sürece katılımı ve sahiplenmesi ile mümkündür.

Bu raporla birlikte geliştirilen çözüm önerileri; suyun üretim, çevre ve toplum üçgeninde ele alındığı; veriyle desteklenen, kurumlar arası eşgüdüm içinde ilerleyen, teknolojiyle güçlendirilmiş ve yerelle beslenen bir su yönetimi vizyonuna işaret etmektedir. Önümüzdeki dönemde bu vizyonun kararlı adımlarla hayata geçirilmesi, Türkiye'nin su güvenliği ve tarımsal sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir.

KAYNAKLAR

Ahrestani, Z., Sadeghzadeh, S., Emrooz, H.B.M., 2023. An overview of atmospheric water harvesting methods, the inevitable path of the future in water supply. RSC Adv., 13, 10273–10307, https://doi.org/10.1039/D2RA07733G.

Akyüz, S., Yıldırım, M. 2022. Çanakkale ili Özbek Ovasındaki işletmelerde yeterli ve kısıtlı su koşullarında optimum bitki deseninin belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2), 236-244. https://doi.org/10.33202/comuagri.1017339

Ali, A, Yazar, A, Aal, A., Oweis, T. Hayek, P. 2010. Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment, Agricultural Water Management, 98(1), 96-104, ISSN 0378-3774, https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.002.

Anonim, 2001. Sulamanın Temel Esasları Kitabı, Adana Zirai Üretim İşletmesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Sayfa 54.

Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (RG: 20.03.2010 / 27527).

Atık su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (RG: 25.10.2022 / 31994).

Baba, A., Ármannsson, H. 2006. Environmental Impact of the Utilization of Geothermal Areas. Energy Sources, Part B, 1, 267–278.

Baba, A., Şaroğlu, F., Akkuş, I, Özel, N., Yeşilnacar, M.İ., Nalbantçılar, M.T., Demir, M.M., Gökçen, G., Arslan, Ş., Dursun, N., Uzelli, T., Yazdani, H. 2019. Geological and hydrogeochemical properties of geothermal systems in the southeastern region of Turkey, Geothermics, 78, 255-271, ISSN 0375-6505, https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.12.010.

Baba, A., Chandrasekharam, D. 2022. Geothermal resources for sustainable development: A case study, Int J Energy Res. 1–18.

Bruins, H.J. Evenari, M., Nessler, U. (1986). Rainwater-harvesting agriculture for food production in arid zones: the challenge of the African famine, Applied Geography, 6 (1), 13-32, ISSN 0143-6228, https://doi.org/10.1016/0143-6228(86)90026-3.

CBSB, 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028). Cumhurbaşkanlığı Bütçe ve Strateji Daire Başkanlığı. 253s. Ankara.

Cin, S., Çakmak, B. 2017. Assessment of Irrigation Performance in Başören Irrigation Cooperative Area of Beypazarı, Ankara. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34 (2), 10-19.

Çakmak, B., Gökalp, Z. 2016. Agricultural water management in Turkey: past-present-future. Current Trends in Natural Sciences Vol. 5, Issue 9, pp. 133-138.

Çakmak, B., Gokalp, Z., Karaman, S. 2016. Climate Change and Irrigation Management in Turkey. International Conference on Sustainable Development. Book of Proceeding 19-23 October 2016 Skopje-Macedonia. p.317-324.

Çakmak, B., Beyribey, M. And Kodal, S. 2004. Irrigation Water Pricing in WUAs Turkey. International Journal of Water Resources Development, Vol: 20, No:1, p.113-124.

Çakmak, B., Gökalp, Z. 2015. Agricultural Water Use in turkey and Water Footprint. 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and environment, September 30 - October 03, p.279-284, Konya, Turkey.

Çakmak, B. 2016. Küresel İklim Değişikliği ve Tarımda Su Kullanımına Etkisi. Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri Engin Ural Anısına, Editör: Mehmet Somuncu. Türkiye Çevre Vakfı yayını, s. 197-227.

Çakmak, B., Avcı, S. 2017. Water Saving and Irrigation Water Pricing Approaches in Agriculture. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 6(ICAFOF 2017 Özel Sayı) 198-206 2017. http://dx.doi.org/10.17100/nevbiltek.332094

Çakmak, B. Torun, E. 2023. Konya Kapalı Havzası Sulama Şebekelerinde Tarımsal Su Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 2023, 27(2): 239-252.

Critchley, W., Siegert, K. and Chapman, C. 1991. Water Harvesting, A Manual Guide for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome.

ÇŞİDB 2024. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2024-2028 Stratejik Planı (T.C. ÇŞİDB Strateji Geliştirme Başkanlığı.

DSİ, 2023. DSİ 2023 yılı Performans Programı, 90 sayfa.

Esetlili M.T, Serbeş ZA, Çolak Esetlili B, Kurucu Y, Delibacak S. Determination of Water Footprint for the Cotton and Maize Production in the Küçük Menderes Basin. *Water*. 2022; 14(21):3427. https://doi.org/10.3390/w14213427

Faulkner, E.H. 1945. Ploughman's Folly (London: Michael Joseph) ve Masanobu adlı kitabı (Aktaran A. Kassam ve T. Friedrichb and R. Derpschc, 2018 yılı, Global spread of Conservation Agriculture, sayfa 3-4).

Harman, E., Çakmak, B. 2023. Sakaryabaşı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) cilt:11, sayı: 2, s.320-330.

Kassam, A., Friedrichb, T., Derpschc, R. 2018. Global spread of Conservation Agriculture, sayfa 1-2.

Mohamed, D. S., Giray, F. H. 2021. Kaynak Kullanım Verimliliği Yönelik Entegre Bir Yaklaşım: Su-Enerji-Gıda Bağlantısı (Nexus). Eurasian Journal Of Agricultural Economics (EJAE), 1 (2), 66-82.

Küçükcoşkun, Ş. 2017. Ülkelerin Sulama Politikalarında Ar-Ge' nin Yeri ve Önemi" V. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 12-15 Eylül 2017/Kırklareli.

KYP, 2014. Kuraklık Yönetim Planları (2014-2023). https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=61

Mendoza-Escamilla, J. A., Hernandez-Rangel, F. J., Cruz-Alcántar, P., Saavedra-Leos, M. Z., Morales-Morales, J., Figueroa-Diaz, R. A., Martinez-Lopez, F. J. (2019). A feasibility study on the use of an atmospheric water generator (AWG) for the harvesting of fresh water in a semi-arid region affected by mining pollution. Applied Sciences, 9 (16), 3278.

Mucan, U. 2024. Değişen İklim Kuşağında Doğrusal Programlama Yaklaşımı ile Tarımsal Su Yönetimi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Çanakkale, 2024.

SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (RG: 31.12.2004/25687). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5

SKKY, 2022. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (RG: 17.12.2022 / 32046). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221217-8.htm

TSSPB, 2021. Tarımsal Sulama Sektör Politika Belgesi 2021-2025. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3829629.

On İkinci Kalkınma Planı, 2023. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 253 s.

Orta Doğuda Mavi Barış Programı/WEFE Nexus Programı. https://bluepeaceme.org/en/activities/WEFE%20Nexus.

Resmî Gazete Sayı: 29981 (2017). Sulama Sistemlerinde Su Kullanımının Kontrolü ve Su Kayıplarının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik. https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/02/20170216-1.html

SYGM, 2019. Ulusal Su Planı (2019-2023) T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. 100 s. Ankara.

SYGM, 2023. Değişen İklime Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2023 – 2033). Su Yönetimi genel Müdürlüğü. 100 s. Ankara.

SYGM, 2024. Ulusal Su Kurulu Suyun Fiyatlandırılması ve Su Piyasasının Oluşturulması Komisyonu Taslak Raporu. 59 s. Ankara.

Şener M., F., Uzelli T., Akkuş, İ., Mertoğlu, O., Baba, A. 2023a. The Potential, utilization, and development of Geothermal Energy in Türkiye January 2023, Bulletin of The Mineral Research and Exploration, 171:1-25, DOI: 10.19111/bulletinofmre.1229381

Şener, M.F., Uzelli, T., Akkuş, İ., Mertoğlu, O., Baba, A. 2023. The Geothermal Energy Potential and Development in Türkiye, 75th Geological Congress of Türkiye, April 10-14, 2023, MTA General Directorate Cultural Center, Ankara.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019. Ulusal Su Planı. Tarım ve Orman Bakanlığı, 100 s.

Tanışıklı, B. Çakmak, B. 2023. Çorum Sulama Birliği'nde Su Yönetim Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 11 (5): 994-1000.

TOB, 2019. III. Tarım ve Orman Şûrası 18-21 Kasım 2019 Şûra Kitabı. ANKARA. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.242s. Ankara

Torun, E., Çakmak, B. 2024. Evaluation Of Water Efficiency in Agriculture: The Case of Konya Closed Basin. Irrigation and Drainage 73:1470–1482.

TUİK, 2023. Bilimsel Programların ve Bütçelerinin Analizi ve Karşılaştırılması Sınıflaması (NABS).

TYPHUİ, 2016. Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik (2016).

TYP, 2014-2023, Taşkın Yönetim Planları (2014-2023). https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=53 Erişim tarihi: 02.02.2025

UHYS, 2014. Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023), 52 s., https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/uhys%20belgesi%20(3).pdf.

Yıldırım, M. 2025. Tarım Sektöründe Sürdürülebilir Arazi ve Su Kaynaklarının Kullanımı, Şûra Akademi Dergisi, Journal of Şûra Akademi, 2025 - (8).

Yiğit, Y. Çakmak, B. 2018. Fırat Havzası Sulama Şebekelerinde Tarımda Su Kullanımının Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (1):103-108.

KATILIMCI LİSTESİ

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Tolga ESETLİLİ
Başkan Yardımcısı : Prof. Dr. Cenk KÜÇÜKYUMUK
Raportör : Şaban Aydın AYTAÇ
Raportör : Dr. Muhammed Yasir AK
Grup Sorumlusu : Samet EĞİLMEZ

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
1		Abdulkadir KARAKUŞ	Su Tasarrufu ve Verimliliği Derneği (SUDAD)
2		Abdullah OY	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
3		Abdurrahman KIVRAK	Özel Sektör - Penguen Gıda San. A.Ş.
4		Ahmet ÇELİK	Üretici
5		Ahmet DOĞAN	Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
6		Ali GÜL	Eğitim Yayın Daire Başkanlığı
7		Ali Kürşat BÜYÜKADA	Yeni Şafak Gazetesi
8	Prof. Dr.	Ali ÜNLÜKARA	Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü
9		Ali Volkan SEYFİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
10	Prof. Dr.	Alper BABA	İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Uluslararası Su Kaynakları Bölümü
11		Altunkaya ÇAVUŞ	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
12		Arzu ÖZER ÖZÜSTÜN	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
13	Dr.	Aynur FAYRAP	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
14	Dr.	Aysun HIDIROĞLU	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
15	Dr.	Ayşe ÖZYER	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
16		Basri EVCİ	Tarımsal Kalkınma Vakfı (TAKVA)
17		Bekir ÖZBEK	Su Tasarrufu ve Verimliliği Derneği (SUTAD)
18	Prof. Dr.	Belgin ÇAKMAK	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
19		Berkehan SERİN	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
20		Bilgehatun BEKTAŞ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
21		Burak EKİNCİ	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
22		Burhan Reşat SAKKAOĞLU	Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği
23		Canan YILDIZ	Dünya Bankası Türkiye
24	Dr.	Candan KORKMAZ	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
25		Cem CEYHAN	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
26		Cem ŞAHAR	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
27		Cengiz KÖSE	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
28	Prof. Dr.	Cenk KÜÇÜKYUMUK	İzmir Demokrasi Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü
29		Coşkun ULUTAŞ	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
30		Çiğdem BUDAK	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
31		Çiğdem KUŞ	Türkiye Su Enstitüsü (SUEN)
32		Damla COŞKUN	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
33		Ece SARAOĞLU	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
34		Ecem ERSOY	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye
35	Prof. Dr.	Elçin KENTEL	Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
36		Elif SÜRÜCÜ	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
37		Elmas YILMAZ	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
38		Emre YORULMAZ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
39		Ercan DİREKÇİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
40		Eren ATAK	Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF)
41		Eser BORA	Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü
42	Prof. Dr.	Eyüp Selim KÖKSAL	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
43		Ezgi PARLAR GÜNGÖR	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
44		Faruk ALTAY	Üretici
45		Fatih AKTAŞ	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
46	Prof. Dr.	Ferhat GÖKBULAK	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü
47		Filiz KASAR	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
48	Dr	Filiz MALKOÇ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
49	Dr.	Gonca KARACA BİLGEN	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
50		Gökçen GÖKDERELİ	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
51		Gökmen DEDEMEN	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
52		Güler BOZOK	Doğa Araştırmaları Derneği
53		Güler DEMİR	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
54	Dr.	Gülsevim ŞENER	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
55		Güney CAN	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
56		Gürhan DEMİR	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
57		Hakkı KILAVUZ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
58		Halil KARAKAYA	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
59		Halime BEDİRHANOĞLU YILDIZ	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
60	Doç. Dr.	Hasan Ali İRİK	Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
61		Hasan TOKER	Samsun Tahıl Üreticileri Birliği
62		Hüseyin Uğur KOLSUZ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
63		Işıl KAYA MERT	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
64		İbrahim KARAKOÇ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
65		İbrahim SAĞLAM	Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
66		İbrahim Savaş AKTÜRK	Tariş Pamuk ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birliği
67		İpek ÖZENÇ	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
68	Prof. Dr.	İsmail KOYUNCU	İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
69		İsmet KIZILTEPE	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
70	Prof. Dr.	İzzet ÖZTÜRK	İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
71	Dr.	M. Erhan EKMEN	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
72		Mehmet AKKOYUN	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
73		Mehmet EKİNCİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
74		Mehmet ERKAN UÇANER	Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü
75		Melike ÇAKIR	Üretici
76		Meltem İdem ELİBOL	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
77	Dr.	Metin TÜRKER	Tarım Orman Uzmanı
78		Mevlüt VANOĞLU	Konya Ovası Projesi (KOP) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı
79		Miray ENGİN	Süs Bitkileri Üreticileri Alt Birliği (SÜSBİR)
80	Dr.	Muhammed Yasir AK	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
81		Murat ACU	Tarım ve Orman Bakanlığı Müşaviri
82		Murat Mert TOKLU	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
83		Murat YAKUT	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
84	Prof. Dr.	Murat YILDIRIM	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü
85	Prof. Dr.	Mustafa Hakkı AYDOĞDU	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
86	Prof. Dr.	Mustafa Tolga ESETLİLİ	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme ve Toprak Bilimi Bölümü
87		Neslihan ŞAFAK	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
88		Nuri GÖKTEPE	Basınçlı Sulama Sanayicileri Derneği (BASÜDAD)
89	Prof. Dr.	Okan FISTIKOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
90		Onur Osman POLAT	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
91		Orhan DURU	Özel Sektör - Tat Gıda A.Ş.
92		Ömer Lütfi ERSÖZ	Uluslararası Tarım Şehirleri Birliği (AGRICITIES)
93		Ömer YULUĞ	Özel Sektör - Yuluğ Mühendislik Ltd. Şti.
94		Önder AYSU	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
95		Özden ERTÜRK	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
96		Özgür ÇAKMAK	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
97		Ramazan ÇELİK	Üretici
98		Samet EĞİLMEZ	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
99		Sarper ŞİMŞEK	Özel Sektör - Anadolu Efes A.Ş.
100		Satuk Buğra FINDIK	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
101		Sedanur UÇAR EKİNCİ	İller Bankası A.Ş.
102		Sedat GÖK	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
103		Selçuk BOZKURT	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
104		Selin SAĞLAM KÖŞKER	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
105		Sema ARAS	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
106	Dr.	Sema TUNCER NİMETOĞLU	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK)
107		Semavi ÖNAL	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
108	Prof. Dr.	Senih YAZGAN	Uludağ Yaş Meyve Sebze İhracatçıları Birliği
109		Sercan AKIL	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü
110		Sevil BOLAT UÇAR	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
111		Sezer ATSAN	Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB)
112		Sezer SELÇUK	Özel Sektör - SUKONT Teknoloji A.Ş.
113		Suheyl AYBAR	Özel Sektör - Pladis Global
114	Prof. Dr.	Sultan KIYMAZ	Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
115		Şaban Aydın AYTAÇ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
116		Şeyma BALCI	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
117		Şule KÜÇÜKCOŞKUN	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
118	Doç. Dr.	Tolga ÇETİN	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

SIRA NO	ÜNVAN	ADI SOYADI	KURUMU
119		Tolga DURSUN	Üretici
120		Tülay EDİSAN	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
121	Dr.	Tülay MORSÜNBÜL PARMAKSIZ	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
122		Uğraş GÜNGÖR	Özel Sektör - Coca-Cola İçecek A.Ş.
123		Uğur BÜYÜKHATİPOĞLU	Su Tasarrufu ve Verimliliği Derneği (SUTAD)
124		Yahya İlker DİNÇER	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
125		Yasemin YILMAZ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
126		Yaşar DAŞDAN	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
127		Yusuf GÜRBÜZ	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
128		Yusuf TİBET	Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü
129		Zafer ÖZKAN	Türkiye Sulama Kooperatifleri Merkez Birliği
130		Zafer ÖZTEKİN	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
131		Zarife Nur ALAÇAM MUMCU	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü