



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

SEYHAN HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI

YÖNETİCİ ÖZETİ



ANKARA, 2019



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

İş bu rapor, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Yüklenici **io Çevre Çözümleri Ar-Ge Ltd.** ve **Yaşlıoğlu İnşaat ve Ticaret Ltd. Şti.** Adi Ortaklığı'na hazırlattırılmıştır.



**T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

GENEL MÜDÜR

Bilal DİKMEN

GENEL MÜDÜR YARDIMCISI

Mustafa UZUN

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Daire Başkanı

Maruf ARAS

KURAKLIK YÖNETİMİ ÇALIŞMA GRUBU

Ahmet Murat ÖZALTIN Çalışma Grup Sorumlusu

Yeliz SARICAN Uzman

Halil Emre KIŞLIOĐLU Mühendis

Çiğdem GÜRLER Uzman



**T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

PROJE EKİBİ

io Çevre Çözümleri Ar-Ge Ltd. Şti.

Prof. Dr. Erdem GÖRGÜN	Yönetici Ortak - Çevre Mühendisi, M.Sc.
Adnan Deniz ÖZDEMİR	Proje Yöneticisi - Meteoroloji Mühendisi, M.Sc.
Ceren BALLI	Proje Yönetici Yrd. - Meteoroloji Mühendisi, M.Sc.
Serkan GÜNER	Hidrojeoloji Mühendisi, M.Sc.
Ferat ÇAĞLAR	Meteoroloji Mühendisi, M.Sc.
Ozan Oğulcan DEMİRTAŞ	Çevre Mühendisi
Yusuf Oğulcan DOĞAN	İnşaat Mühendisi, M.Sc.
Memduh Burak ARDIÇ	İnşaat Mühendisi
Işıl YILDIRIM	İnşaat Mühendisi, M.Sc.
Dr. Orkan ÖZCAN	Jeoloji Mühendisi
Prof. Dr. Selahattin İNCECİK	Meteoroloji Mühendisi, M.Sc.
Prof. Dr. Turgut ÖZTAŞ	Jeoloji Mühendisi, M.Sc.
M. Gökay ŞAHİN	İnşaat Mühendisi

Yaşlıoğlu İnşaat ve Ticaret Ltd. Şti.

Ruşen YAŞLIOĞLU	Genel Müdür - İnşaat Mühendisi
Gökhan YAŞLIOĞLU	Genel Koordinatör
Gürkan URAY	Proje Müdürü - İnşaat Mühendisi M.Sc.
Ayçiçek YAŞLIOĞLU	İnşaat Mühendisi
Muammer ERYILDIRIM	Ziraat Mühendisi

Müşavir Öğretim Üyeleri

Prof. Dr. Mahmut ÇETİN	Çukurova Üniversitesi
Prof. Dr. Ömer Lütfi ŞEN	İstanbul Teknik Üniversitesi



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	x
1 GİRİŞ	1-1
2 SEYHAN HAVZASI	2-1
2.1 İklim ve Yüzeysel Su Kaynakları	2-2
2.1.1 İklim.....	2-2
2.1.2 Yüzeysel Su Kaynakları.....	2-4
2.2 Havza Hidrojeolojisi ve Yeraltı Su Kaynakları	2-4
2.3 Meteorolojik, Hidrolojik ve Hidrojeolojik Parametrelerin Analizleri	2-5
3 KURAKLIK ANALİZLERİ	3-1
3.1 Kuraklık Analizlerinde Kullanılan İndikatör ve İndeksler	3-1
3.1.1 Seyhan Havzası'nda İndikatör ve İndekslerin Seçimi.....	3-1
3.2 Kuraklık Analiz Yöntemleri.....	3-2
3.3 Kurak Devrelerin Tespiti	3-4
3.4 Kuraklık Haritaları	3-8
3.4.1 Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları	3-8
3.4.2 Kuraklık İndeksleri Tekerrür Haritaları	3-10
3.4.3 Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritaları	3-13
3.4.4 Projeksiyon Dönemi Kuraklık Risk Haritaları.....	3-13
4 SU POTANSİYELİ VE SU TÜKETİMLERİ	4-1
4.1 Su Potansiyeli.....	4-1
4.1.1 Yerüstü Su Potansiyeli	4-1
4.1.2 Yeraltı Su Potansiyeli	4-4
4.2 Su Kullanımları	4-6
4.2.1 Mevcut Durum Su Kullanımı	4-6
4.2.2 Projeksiyon Dönemi Su Kullanım Tahminleri	4-9
4.3 Su Bütçesi	4-9
4.4 Mevcut Dönem Su Bütçesi	4-10
5 SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ.....	5-1
5.1 Maruziyet ve Su Kullanım İndekslerinin Hesaplanması.....	5-1
5.1.1 Maruziyet İndeksi	5-2



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

5.1.2 Su Kullanım İndeksi (WEI).....	5-4
5.2 Mevcut Dönem ve Projeksiyon Dönemleri Yeraltı Suyu Potansiyeli Analizi.....	5-6
5.2.1 Seyhan Havzası Yeraltı Suyu Stres Analizi	5-6
5.3 Mevcut Dönem ve Projeksiyon Dönemlerinde Sektörel Etkilenebilirlik Analizi.....	5-8
5.3.1 Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Analizi.....	5-8
5.3.2 Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Analizi	5-9
5.3.3 İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Analizi	5-10
5.3.4 Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Analizi.....	5-11
5.3.5 Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Analizi	5-12
5.3.6 Sağlık Sektörü Etkilenebilirlik Analizi	5-13
5.3.7 Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Analizi	5-14
5.4 Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Genel Değerlendirme.....	5-15
5.5 Su Tasarrufları.....	5-16
6 SEYHAN HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI.....	6-1
6.1 Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planının Hedefleri.....	6-2
6.2 Seyhan Havzası Kuraklık Etkilerinin Azaltılması için Önerilen Tedbirler ve Kuraklık Acil Durum Eylem Planı	6-3
6.2.1 Acil Durum Eylem Planı ve Uygulama Süreci	6-3
6.2.2 Önerilen ve Tavsiye Edilen Tedbirler	6-5
6.3 Acil Durum Eylem Planının İzlenmesi, Değerlendirilmesi ve Güncellenmesi.....	6-15
6.3.1 İzleme	6-15
6.3.2 Değerlendirme.....	6-16
6.3.3 Güncelleme	6-16
7 KAYNAKÇA.....	7-1



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Seyhan Havzası Alt Havzaları.....	2-4
Tablo 2.2 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Parametrelerin Eğilimleri	2-6
Tablo 2.3 Seyhan Havzası Projeksiyonların Eğilimleri	2-8
Tablo 3.1 Kullanılan İndikatörler ve İndeksler (MGM, 2017)	3-1
Tablo 3.2 Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri	3-2
Tablo 3.3 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri.....	3-10
Tablo 4.1 Alt Havzalara Ait Kalibrasyon Dönemi (1970-2000) ile Validasyon Dönemi (2001-2015) için Model Performans İstatistikleri	4-1
Tablo 4.2 Seyhan Havzası'nda Yerüstü Su Potansiyeli Projeksiyonları	4-4
Tablo 4.3 Seyhan Havzası'nda Yeraltı Su Potansiyeli Projeksiyonları	4-5
Tablo 4.4 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Sektörel Su Kullanım Bilgileri.....	4-8
Tablo 4.5 Seyhan Havzası'ndaki Su Transferleri	4-8
Tablo 4.6 Seyhan Havzası Projeksiyon Dönemi Sektörel Su Kullanım Bilgileri	4-9
Tablo 4.7 Seyhan Havzası ve Alt Havzaları Su Bütçesi	4-10
Tablo 5.1. Alt Havzalardaki Toplam Su Tasarrufları.....	5-17
Tablo 6.1. Kuraklığın Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkileri (Global Water Partnership, 2015)	6-1
Tablo 6.2 Seyhan Havzası Acil Durum Eylem Planı	6-5
Tablo 6.3 Seyhan Havzası'nda Kuraklık Etkilerinin Azaltılması için Önerilen Tedbirler	6-5
Tablo 6.4 Seyhan Havzası'nda Uygulanması Tavsiye Edilen Genel Tedbirler	6-12



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Seyhan Havzası ve Alt Havzaları	2-1
Şekil 2.2 Seyhan Havzası Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Dağılımı	2-3
Şekil 2.3 Seyhan Havzası Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Dağılımı	2-3
Şekil 2.4 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yağışlar Zaman Serisi.....	2-7
Şekil 2.5 Seyhan Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklıklar Zaman Serisi.....	2-7
Şekil 3.1 Seyhan Havzası Kuraklık İndekslerinin Karşılaştırması.....	3-3
Şekil 3.2 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1970 – 1985	3-5
Şekil 3.3 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1986 – 2001	3-6
Şekil 3.4 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2002 – 2016	3-7
Şekil 3.5 Seyhan Havzası SPEI-6 (a), SPEI12 (b), sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri için Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları.....	3-9
Şekil 3.6 Seyhan Havzası SPEI-12 (a), sc-PDSI (b) ve sc-PHDI (c) İndeksleri için Yıllara göre Kuraklık Dağılım Haritaları	3-9
Şekil 3.7 Seyhan Havzası SPEI-6 (a) ve SPEI12 (b) İndeksleri için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-11
Şekil 3.8 Seyhan Havzası sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-12
Şekil 3.9 Seyhan Havzası SPEI-6 (a), SPEI12 (b), sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-13
Şekil 3.10 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI İndeksleri 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-14
Şekil 3.11 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI İndeksleri 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-15
Şekil 3.12 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI İndeksleri 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-16
Şekil 4.1 Alt Havzalarda Kalibrasyon Dönemi (a), Validasyon Dönemi (b) Yıllık Toplam Yağışlar ile Doğal ve Modellenmiş Akımların Karşılaştırılması	4-2



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 4.2 Seyhan Havzası Kalibrasyon Dönemi (üst) Validasyon Dönemi (alt) Yıllık Yağışlar ile Doğal ve Modellenmiş Akımların Karşılaştırılması	4-3
Şekil 4.3 Alt Havzalardaki Uzun Yıllar Yıllık YAS Beslenme Değerleri	4-5
Şekil 5.1. Etkilenebilirlik Hesaplaması	5-1
Şekil 5.2. Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Maruziyet İndeksi Haritası	5-3
Şekil 5.3. Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Su Kullanım İndeksi (WEI) Haritası	5-5
Şekil 5.4 Yeraltı Suyu Stresinin Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemine Göre Dağılımı	5-7
Şekil 5.5. Tarım Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-8
Şekil 5.6. Sanayi Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-9
Şekil 5.7. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-10
Şekil 5.8. Ekosistem Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-11
Şekil 5.9. Enerji Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-12
Şekil 5.10. Sağlık Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-13
Şekil 5.11. Turizm Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası	5-14
Şekil 5.12 Alt Havzalarda Yüksek Etkilenebilirliğe Sahip Sektörlerin Dönemlere Göre Dağılımı	5-15
Şekil 6.1 Seyhan Havzası Kuraklık Yönetimi Döngüsü	6-2
Şekil 6.2 Acil Durum Eylem Planı Uygulama Döngüsü	6-4



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GEP	Bölgesel Gelişim Projeleri
GWP	Küresel Isınma Potansiyeli
HES	Hidroelektrik Santrali
HKEP	Havza Koruma Eylem Planı
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KSS	Küçük Sanayi Sitesi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik Arama
NDVI	Normalized Difference Water Index
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
OSİB	Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PDSİ	Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi
PNI	Normalin Yüzdesi İndeksi
SPI	Standart Yağış İndeksi
SRI	Standart Akım İndeksi
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TUBITAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİVES	Türkiye Bitkileri Veri Servisi
UNCDD	BM Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
WEI	Su Kullanım İndeksi
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAS	Yeraltı Suyu
YHGS	Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları
YSKYY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
YÜS	Yerüstü Suyu



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

1 GİRİŞ

Kuraklık diğer doğal afetler arasında canlı yaşamı ve ekonomisi için en büyük etkiye sahip, farklı meteorolojik ve çevresel şartlar altında gelişen en önemli afettir. Dünyada etkili olan 31 çeşit doğal afet arasında kuraklık ilk sırada yer almaktadır (Bryant, 1993).

Türkiye'nin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır. Türkiye'de kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektardır. Yani, Türkiye'nin %37,3'ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu nedenle hem su kaynakları hem de genelde yağışa bağımlı olan kuru tarım nedeniyle yağışın miktar ve dağılımında meydana gelebilecek değişiklikler ciddi bir şekilde etkilerini hissettirebilmektedir (UNDP, 2012).

BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'ne (UNCDD, 1994) göre kuraklık; yağışların kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarını olumsuz etkilenmesi ve hidrolojik dengede bozulmalara sebep olan doğal olay olarak tanımlanmaktadır. Kuraklığın başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu, kümülatif olarak artması, aynı anda birden fazla kaynağa etkisi ve ekonomik boyutunun yüksek olması, onu diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özellikleridir.

Yağış miktarındaki düşüşe bağlı olarak ortaya çıkan yağış eksikliği nedeniyle; kuraklığın ilk işareti olarak kabul edilen **meteorolojik kuraklık**, yağış eksikliğinden dolayı toprağın bitkilerin ihtiyacı olan nem kapasitesine ulaşamaması nedeniyle; **tarımsal kuraklık**, yine yağış eksikliği ve düşük toprak nemine bağlı olarak azalan yüzey akımları ile birlikte sızmadaki düşüş sonucunda yeraltısuyu beslenimindeki azalmaya bağlı olarak düşük yeraltısuyu depolaması nedeniyle oluşan nehir akımlarındaki düşüş; **hidrolojik kuraklık** ve bunların sonucunda ortaya çıkan su açığına bağlı olarak; **sosyo-ekonomik kuraklık** meydana gelmektedir.

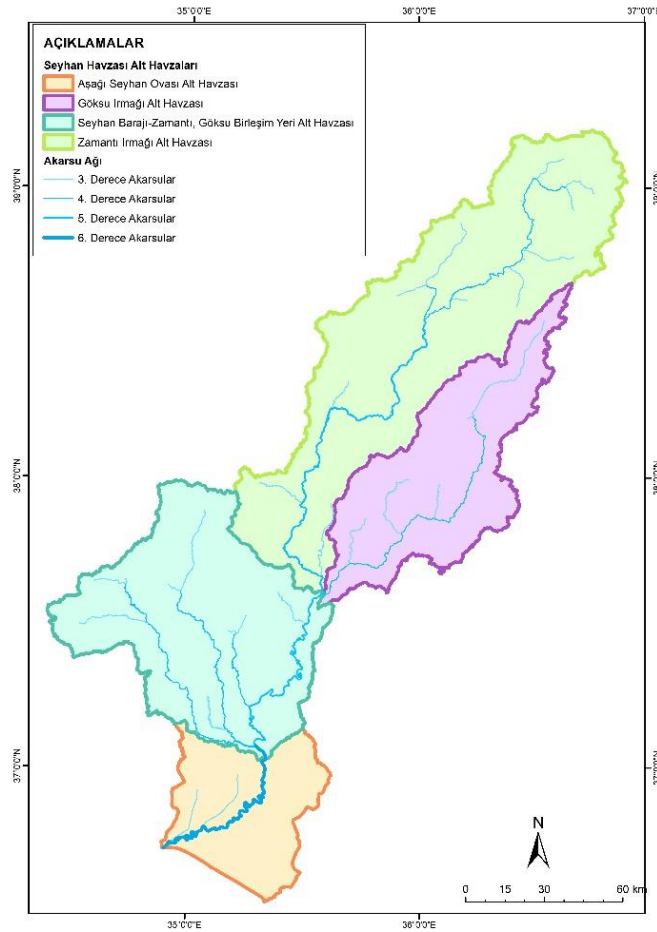
Artan kuraklık riskinin yönetilmesi ve bu riske uyum (adaptasyon) sağlanması; ancak bütüncül ve entegre yaklaşımları benimseyen sürdürülebilir ve etkili kuraklık risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ile olur. Bu çalışma kapsamında Seyhan Havzası'nda yaşanması muhtemel kuraklık riskine karşı kuraklık etkilerinin azaltılmasına yönelik kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirler belirlenmiş, Kuraklık Yönetimi Planı hazırlanmıştır.



2 SEYHAN HAVZASI

Seyhan Havzası Çukurova'dan kuzeye doğru kama biçiminde uzanmakta olup yukarı bölümü İç Anadolu, orta ve aşağı bölümü Akdeniz Bölgesi'nde yer alır. Seyhan Havzası 36° 30' ile 39° 15' kuzey enlemleri ve 34° 45' ile 37° 00' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havza Seyhan Nehri ile Göksu ve Zamantı kollarının su toplama alanlarını içine alır. 22.042 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin %2,82'sini kapsayan Seyhan Havzası, doğuda Ceyhan, batıda Konya ve Berdan, kuzeyde Develi Havzası ve Kulmaç Dağları, güneyde ise Akdeniz'e kadar uzanmaktadır.

Seyhan Havzası proje kapsamında Şekil 2.1 ile sunulduğu gibi Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri ve Aşağı Seyhan Ovası olmak üzere dört alt havzaya ayrılarak incelenmiştir. Havza sınırları içinde Adana, Kayseri, Niğde, Mersin, Sivas ve Kahramanmaraş illeri yer almaktadır. Adana ilinin %71,2'si, Kayseri ilinin %50,9'u Niğde ilinin %29,9'u ve Mersin ilinin %4,1'i Seyhan Havzası içinde kalmaktadır.



Şekil 2.1 Seyhan Havzası ve Alt Havzaları



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası yer şekilleri bakımından genel olarak dağlık görünüme sahiptir. Güneyde Akdeniz kıyılarında sıfır kotundan kuzeyde ise Toros dağlarının 3.500 m'lik yükseltilerine kadar uzanmaktadır. Havza, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, sularını Seyhan Nehir şebekesiyle Akdeniz'e gönderen yağış alanını kapsamaktadır.

Havza sınırları içerisinde Adana nüfusunun %84'ü kalmakta olup havza sınırlarındaki 2016 nüfusu 1.853.096 kişidir. Kayseri ili havzada nüfusu ikinci yüksek il olup 2016 yılı havza sınırları içinde kalan nüfusu 85.136 kişidir. Tüm nüfus verileri incelendiğinde Seyhan Havzası 2016 nüfusu 2.000.024 kişidir.

2.203.500 ha toplam alanı olan Seyhan Havzası'nın yaklaşık 900.000 ha alanında tarım yapılmakta olup, havzanın yaklaşık %41'ini kaplamaktadır. Tarım alanlarının %78'inde kuru, %22'sinde ise sulu tarım yapılmaktadır. Havzada toplam büyükbaş hayvan sayısı 275.361, küçükbaş hayvan sayısı 910.121 ve kümes hayvanları sayısı ise 7.578.885'dir.

Seyhan Havzası içerisinde Adana ili 2.546 sanayi tesisiyle, havzadaki sanayi tesislerin %98'ine sahip olup, sanayinin en fazla yoğunlaştığı ildir. Kayseri ilinin havza içerisinde kalan kısmında 35 adet sanayi tesisi yer alırken, Niğde ilinin havza içerisinde kalan kısmında ise 20 adet tesis yer almaktadır. Havzada, işletmede olan 1 adet OSB bulunmakta olup OSB bünyesinde 411'ün üzerinde fabrika faaliyet göstermektedir. Bölgede OSB'nin yanı sıra 4 KSS bulunmaktadır.

2.1 İklim ve Yüzeysel Su Kaynakları

2.1.1 İklim

Yapılan çalışmada öncelikle mevcut açık ve kapalı istasyonlar havzayı temsil etme özellikleri ve veri uzunlukları itibariyle değerlendirmeye tabi tutulmuş ve kuraklık analizi çalışması kapsamında kullanılacak meteoroloji gözlem istasyonları belirlenmiştir.

Hidrometeorolojik verilerin analizinde serinin uzunluğu ve kesintisiz olması yapılan çalışma neticesinde ulaşılabilecek sonuçların hassasiyeti ve güvenilirliği açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu doğrultuda kuraklık analizi kapsamında kullanılmak amacıyla belirlenen meteoroloji istasyonları içinde eksik olan yıllara ait yağış ve sıcaklık verileri 1970-2016 periyodu dikkate alınarak yükseklik, bakı ve deniz etkisinin de hesaba katıldığı PRISM (Parameter-elevation Relationships on Independent Slopes Model- Parametre Yükseklik İlişkisi Bağımsız Eğim Modeli) yaklaşımı ile tamamlanmıştır.



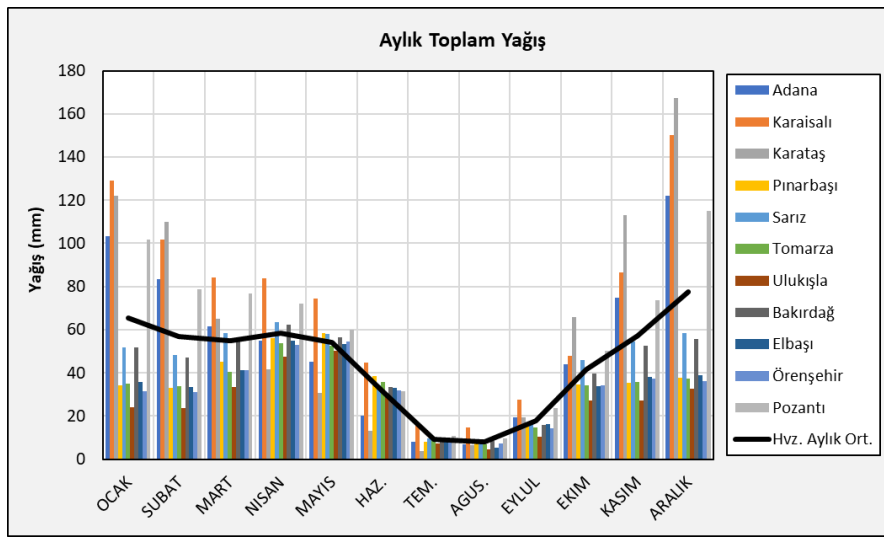
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



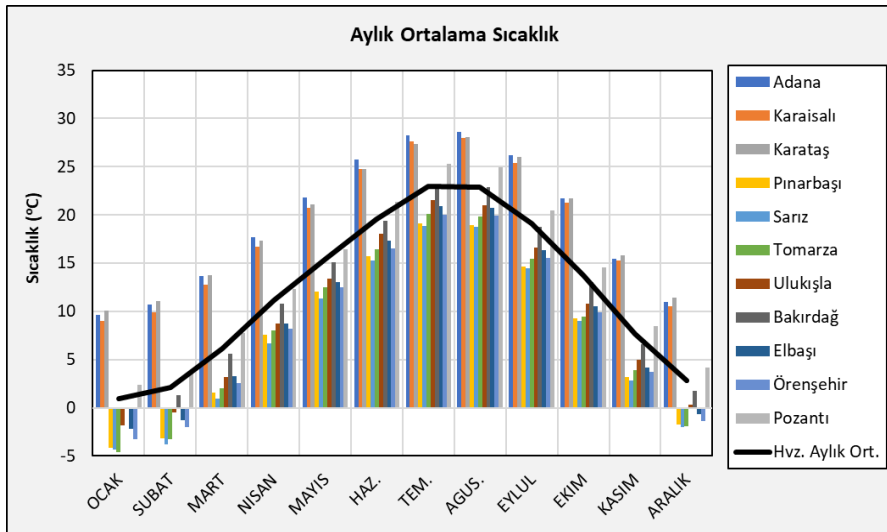
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası kuraklık analizi çalışması kapsamında havza sınırları içinde 11 adet, havza sınırları dışında ise 8 adet meteoroloji gözlem istasyonundan (MGİ) elde edilen verilerden faydalanılmıştır.

Havzadaki yıllık toplam yağış ortalaması 552,6 mm (Şekil 2.2), yıllık sıcaklık ortalaması ise 12°C'dir (Şekil 2.3)., Yıllık toplam buharlaşma değerlerinin ortalaması 1.486,8 mm'dir. Havza genelinde yıllık toplam güneşlenme süresi değerlerinin ortalaması 2.707,2 saattir. Ve havza genelinde yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,4 m/s'dir.



Şekil 2.2 Seyhan Havzası Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Dağılımı



Şekil 2.3 Seyhan Havzası Uzun Yıllar Aylık Ortalama Yağış Dağılımı



2.1.2 Yüzeysel Su Kaynakları

Kuraklık analizi kapsamında kuraklık koşullarının akımlar üzerindeki etkisinin ne olduğunun anlaşılabilmesi için akımların müdahalesiz (tüketim, depolama, buharlaşma vb. durumların dikkate alınmadığı akımlar) halde olmaları önem taşımaktadır. Aksi durumda akımlardaki azalışın insan etkisinden mi kuraklık etkisinden mi olduğu belirsizlik içerir. Bu nedenle proje kapsamında kullanılacak akım gözlem istasyonlarına (AGİ) ait akımlar doğal hale getirilmiştir. Doğal akımları bulunmuş istasyonların eksik verileri regresyon analizi yöntemi ile tamamlanarak 1970-2015 periyodu için kesintisiz zaman serisi elde edilmiştir.

Havzanın toplam yağış alanı 22.042 km², yıllık toplam yüzeysel su potansiyeli ise 6.219,5 hm³'tür (Tablo 2.1). Kol boyu uzunluğu 560 km olan ve Güney Anadolu'nun en önemli nehirlerinden biri olan Seyhan Nehri iki önemli kolun birleşmesiyle oluşur ve Akdeniz'e dökülür.

Tablo 2.1 Seyhan Havzası Alt Havzaları

Alt Havzalar	Yağış Alanı (km ²)	Ort. Yıllık Toplam Akım (hm ³)
Zamantı Irmağı	8.770,0	2.031,8
Göksu Irmağı	4.393,0	1.818,9
Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	6.239,0	1.743,4
Aşağı Seyhan Ovası	2.633,0	625,4
SEYHAN HAVZASI	22.035,0	6.219,5

Seyhan Havzası'nda işletme durumunda başta Seyhan Barajı ve Çatalan Barajı olmak üzere toplam 14 baraj, 10 gölet bulunmaktadır. İnşaat aşamasında 1 baraj ve 1 gölet, planlama aşamasında ise 1 baraj ve 2 gölet bulunmaktadır. Depolama tesislerinin çoğu sulama ve enerji amaçlı kullanılmaktadır.

Havzada işletme durumunda 30 adet sulama tesisi bulunmaktadır.

2.2 Havza Hidrojeolojisi ve Yeraltı Su Kaynakları

Seyhan Havzası'nın içinde yer aldığı Adana Havzası; III. zamanın sonlarına doğru denizel ve karasal kökenli sedimentlerin çökmesi ile oluşan havza, Miyosen yaşlı Sucular formasyonu ile alttan üste doğru başlar. Bu formasyon konglomera, kumtaşı, kiltası ve kireçtaşı kayalarının birbirlerine dereceli geçişlerinden oluşur. Karışık yapılı bir delta olan Çukurova'nın güneyindeki bölüm, Holosen'de alüvyon yığılmasıyla yeni bir bölüm olarak eklenmiştir. Bunun gerisinde Pleistosen'e ait daha eski bir delta vardır. Bu eski deltanın yüzeyleri bugün üç ayrı



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

tarafa halinde yüksekte kalmıştır. İzleyen sayfalarda Adana'nın jeolojik zaman birimleri kısaca sıralanmakla beraber karmaşık bir alüvyon yelpazesine sahiptir.

Seyhan Havzası genel hidrojeolojik yapısı incelendiğinde, Seyhan Havzası'nın üst kotlarında sınırlı alanlara yayılım göstermiş alüvyon ve neojen çökellerde yeraltı suyu kullanımı bulunurken, alt kotlara inildiğinde aynı şekilde akarsu vadilerinde oluşum gösteren alüvyon ve alüvyon çevrelerinde YAS kullanımları söz konusudur. Seyhan Havzası üst kotlarını oluşturan Saimbeyli, Feke, Yahyalı, Kozan, Aladağ ve Karaisalı ilçelerinin bulunduğu bölgeler oldukça yüksek kotlara sahip olup bu bölgelerde yeraltı suyu kullanımına uygun ovalık ve hidrojeolojik açıdan yeraltı potansiyelinin yüksek olduğu alanlar sınırlı kalmaktadır. Bu alanlarda ovalar arasında daha çok memba-mansap ilişkisi olup havzanın üst kotlarından aşağıya doğru YAS ve YÜS akışı söz konusudur.

Seyhan Havzası'nda, Aşağı Seyhan Ovası olarak adlandırılan alt havzanın mansap kısmı hidrojeolojik olarak verimli akifer özelliği göstermekte ve bu bölge tarımsal faaliyetlerin yoğun verimli toprakların bulunduğu, sulamaların üst seviyelerde olduğu kritik bölgedir.

2.3 Meteorolojik, Hidrolojik ve Hidrojeolojik Parametrelerin Analizleri

Bir büyüklüğün zaman boyunca ölçülen değerlerinde anlamlı bir azalma ya da artma (eğilim-trend) bulunup bulunmadığı istatistik testlerle araştırılabilir. Hidrolojik büyüklükler (yağış, akış) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir (Helsel ve Hirsch, 1992).

Seyhan Havzası'nda mevcut ve projeksiyon dönemleri için elde edilen meteorolojik (yağış, sıcaklık), hidrolojik (akım) ve hidrojeolojik (YAS beslenimleri) değerlerin zaman içerisinde nasıl bir eğilim gösterdiğinin tespit edilmesi için trend analizleri yapılmıştır. Analizler için dünyada yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Sonuçların anlamlılık düzeyi %95 güven aralığına göre belirlenmiştir. Mevcut dönem için meteorolojik parametrelerin eğilim analizleri meteoroloji gözlem istasyonlarında 1970–2016 yılları arasında gözlenen ve eksikleri tamamlanan yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verileri için gerçekleştirilmiştir. Hidrolojik parametrelerin eğilim analizleri akım gözlem istasyonlarında 1970–2015 yılları arasında gözlenen yıllık toplam doğal akımlar için gerçekleştirilmiştir.

Seyhan Havzası yeraltı suyu eğilim analizleri değerlendirmesinde, hem havzada bulunan ve DSİ tarafından yeraltı suyu seviye ölçümü yapılan rasat kuyuları, hem de abcd Modeli ile her alt havza için elde edilen YAS beslenme değerleri kullanılmıştır. Rasat kuyularında oluşan seviye düşümleri kuraklık veya iklim değişiminden çok antropojenik baskı olarak nitelendirilen



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

yeraltısuyu kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yeraltı suyunun eğiliminin nasıl değiştiği YAS beslenme değerlerine bakılarak daha doğru yorumlanabilmektedir.

Seyhan Havzası ve alt havzaları için yağış, sıcaklık, akım ve YAS beslenimi parametrelerinin Mann Kendall testinin %95 anlamlılık düzeyine göre hesaplanan eğilim yönleri Tablo 2.2 ile sunulmuştur. Ayrıca, yağış ve sıcaklık parametrelerinin eğilimleri Şekil 2.4 ve Şekil 2.5 ile gösterilmiştir.

Sonuç olarak mevcut dönemde azalan eğilime sahip Göksu Irmağı Alt Havzası hariç Seyhan Havzası ve alt havzalarında anlamlı bir yağış değişimi gözlenmez iken, sıcaklıklarda anlamlı bir artış; akımda ise anlamlı bir değişim görülmemektedir. Seyhan Havzası genelinde YAS beslenimi eğilimi artış gösterirken alt havzalarda %95 güven düzeyinde anlamlı bir trend görülmemektedir.

Tablo 2.2 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Parametrelerin Eğilimleri

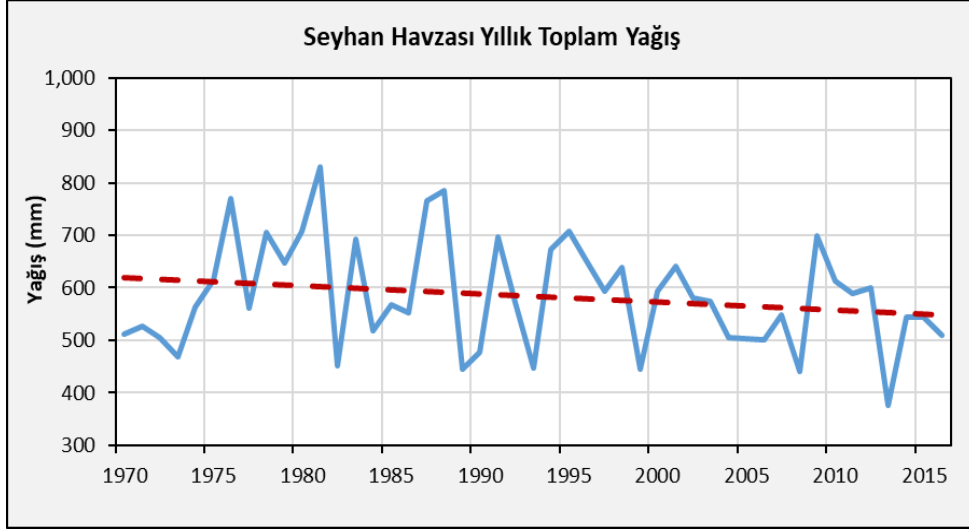
Parametre	Alt Havzalar	z	Eğilim
YAĞIŞ	Zamantı Irmağı	-1,339	Eğilim Yok
	Göksu Irmağı	-3,411	Azalan
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-0,422	Eğilim Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	0,514	Eğilim Yok
	Seyhan Havzası	-1,302	Eğilim Yok
SICAKLIK	Zamantı Irmağı	4,365	Artan
	Göksu Irmağı	6,603	Artan
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	5,447	Artan
	Aşağı Seyhan Ovası	5,245	Artan
	Seyhan Havzası	4,108	Artan
AKIM	Zamantı Irmağı	-1,685	Eğilim Yok
	Göksu Irmağı	-1,326	Eğilim Yok
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-1,666	Eğilim Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	-1,666	Eğilim Yok
	Seyhan Havzası	-1,591	Eğilim Yok
YAS	Zamantı Irmağı	-0,265	Eğilim Yok
	Göksu Irmağı	-0,587	Eğilim Yok
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-0,776	Eğilim Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	-0,776	Eğilim Yok
	Seyhan Havzası	1,288	Artan



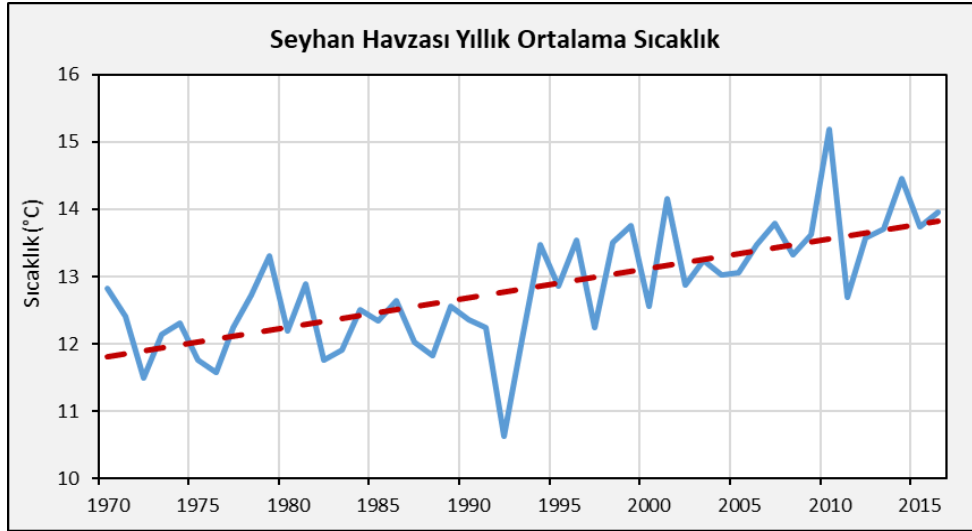
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.4 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yağışlar Zaman Serisi



Şekil 2.5 Seyhan Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklıklar Zaman Serisi

Projeksiyon dönemi su potansiyelinin belirlenebilmesi için 2016 yılında tamamlanan İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (IDSKEP)'nin iklim projeksiyon çıktıları kullanılarak hidrolojik model çalıştırılmıştır. IDSKEP kapsamında Tüm Türkiye'yi kapsayacak şekilde, (IPCC)'nin 5. Değerlendirme Raporu'nun tabanını oluşturan CMIP5 arşivinden seçilmiş üç küresel modelin çıktıları (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1) ve biri daha çevreci teknolojiler ve azalan nüfus artışı kabullerini barındıran, diğeri ise insanlığın halihazırdaki uygulamalarını sürdürmesini içeren 2 iklim senaryosu (RCP4.5 ve RCP8.5 salım senaryoları) ile RegCM4.3 bölgesel iklim modeli çalıştırılmıştır. Bu proje kapsamında ise iklim



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

projeksiyonlarındaki sistematik hatalardan olabildiğince az etkilenmesi için genel olarak en yüksek başarıyı ortaya koyup Türkiye iklimini en gerçekçi benzeştiren MPI-ESM-MR RegCM4.3 kuplesiyle elde edilen model çıktılarının RCP4.5 ve RCP8.5 salım senaryoları kullanılması uygun görülmüştür.

Proje kapsamında, iklim simülasyonlarından 2018–2098 yılları arası alt havza ölçeğinde aylık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, potansiyel evapotranspirasyon, yüzey akışı ve yeraltı suyu potansiyeli değerlerine önce yanlılık düzeltilmesi yapılmış ve eğilim analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Seyhan Havzası'na ait MPI-ESM-MR – RegCM4.5 kuplesinin iyimser ve karamsar senaryolarına ait alt havzalardaki özet eğilim tabloları Tablo 2.3 ile sunulmuştur.

Tablo 2.3 Seyhan Havzası Projeksiyonların Eğilimleri

Parametre	Periyot	Alt Havzalar	z	Eğilim
YAĞIŞ	2018-2098 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	-1.178	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	-0.591	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-0.126	Eğilim Yok
		Aşağı Seyhan Ovası	-2.736	Azalan
		Seyhan Havzası	0.086	Eğilim Yok
	2018-2098 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	-1.366	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	-0.836	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-1.439	Eğilim Yok
		Aşağı Seyhan Ovası	-2.793	Azalan
		Seyhan Havzası	-2.516	Azalan
SICAKLIK	2018-2098 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	4.613	Artan
		Göksu Irmağı	4.462	Artan
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	5.258	Artan
		Aşağı Seyhan Ovası	9.842	Artan
		Seyhan Havzası	4.984	Artan
	2018-2098 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	4.242	Artan
		Göksu Irmağı	5.058	Artan
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	9.691	Artan
		Aşağı Seyhan Ovası	9.784	Artan
		Seyhan Havzası	9.850	Artan
PET	2018-2098 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	1.219	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	1.203	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	2.830	Artan
		Aşağı Seyhan Ovası	7.892	Artan
		Seyhan Havzası	2.100	Artan
	2018-2098 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	0.367	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	2.080	Artan
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	7.623	Artan
		Aşağı Seyhan Ovası	7.818	Artan
		Seyhan Havzası	7.880	Artan
AKIM	2018-2098 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	0.143	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	0.077	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	0.273	Eğilim Yok
		Aşağı Seyhan Ovası	0.020	Eğilim Yok
		Seyhan Havzası	-0.012	Eğilim Yok



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

		2018-2099 RCP 8.5		
		Değişim	Eğilim	
YAS	2018-2099 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	-1.570	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	-0.501	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-2.255	Azalan
		Aşağı Seyhan Ovası	-1.611	Eğilim Yok
		Seyhan Havzası	-1.692	Eğilim Yok
	2018-2099 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	0.224	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	0.697	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	0.469	Eğilim Yok
		Aşağı Seyhan Ovası	-0.656	Eğilim Yok
		Seyhan Havzası	0.045	Eğilim Yok
	2018-2099 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	0.118	Eğilim Yok
		Göksu Irmağı	-0.101	Eğilim Yok
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-3.005	Azalan
		Aşağı Seyhan Ovası	-2.524	Azalan
		Seyhan Havzası	-2.491	Azalan

Tablo ile özetlenmiş olarak sunulan yağış, sıcaklık, PET, akım ve YAS beslenimi parametrelerine ait eğilim analizlerinin sonuçları şu şekildedir. Seyhan Havzası özelinde yapılan bu analizde yağışlardaki değişim sınırlı kalmıştır. RCP4.5 istatistiksel olarak anlamlı bir değişim önermezken RCP8.5 havzanın tamamında azalan bir trend önermektedir. Alt havzalar özelinde yapılan analizler %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir değişim olmasa da azalan yönde bir eğilim ortaya koymuştur. Her iki senaryoda da istatistiksel olarak anlamlı azalma trendi olan alt havza Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'dır.

Ülkenin güney kesimlerinde beklenen sıcaklık artışları diğer bölgelere göre daha dramatiktir. Bununla birlikte atmosferin artan sera gazı konsantrasyonuna verdiği cevap yağış parametresinin aksine daha doğrusaldır. Özetle daha fazla sera gazı daha yüksek sıcaklıklara işaret eder. Bu doğrultuda RCP8.5 senaryosu RCP4.5 senaryosuna göre artma yönünde ve daha agresif bir sıcaklık değişimi önermektedir. Alt havza bazında yapılan analizlerde de tüm alt havzalarda artan bir eğilim görülmektedir.

Buharlaştırma suyun faz değişimleri içerisinde en çok enerji talep eden değişimdir. Daha fazla sıcaklık artışı öneren RCP8.5 senaryosunda bu nedenle RCP4.5 senaryosuna göre daha fazla değişim tespit edilmiştir. Her senaryoda da havza bütünü için artan eğilim tespit edilmiştir. Zamantı Irmağı Alt Havzası'nda %95 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir değişim görülmemektedir. Yine havzanın kuzeyinde bulunan Göksu Irmağı Alt Havzası'nda RCP4.5 değişim önermezken, RCP8.5 senaryosu artan bir trend ortaya koymaktadır.

Yağışlardaki değişimin sınırlı olması nedeniyle akım zaman serilerinde %95 anlamlılık seviyesinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. RCP4.5 senaryosu sonuçlarına göre Mann-Kendall testi zaman serilerinde bir trend olmadığını göstermektedir. Kötümser RCP8.5 senaryosunda ise Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nda azalma



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

yönünde bir trend tespit edilmiştir. Kötümser RCP8.5 senaryosuna göre diğer alt havzalarda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalan yönde bir eğilim olduğu görülmektedir.

YAS projeksiyonlarında %95 anlamlılık seviyesinde RCP4.5 senaryosu sonuçlarına göre bir trend olmadığını göstermektedir. Kötümser RCP8.5 senaryosunda ise Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası, Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası ve Seyhan Havzası'nda azalma yönünde bir trend tespit edilmiştir.



3 KURAKLIK ANALİZLERİ

3.1 Kuraklık Analizlerinde Kullanılan İndikatör ve İndeksler

Kuraklık analizleri kapsamında özellikle beklenen kuraklığın süresi, büyüklüğü ve yinelenme aralığının belirlenmesidir. Bu nedenle kuraklık süresi, şiddeti/büyüklüğü, sıklığı ve etkili olduğu alan (coğrafi etki alanı, dağılım desenleri, vb.) gibi kuraklık özelliklerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve bunların dikkate alınarak gerekli çalışmaların yapılması son derece önem taşımaktadır. Bir kuraklık yönetim planının uygulama aşamalarını başlatan ya da sonlandıran indeks değerleridir. Bu nedenle kuraklık yönetim planları, indeks değerleri esas alınarak oluşturulmalıdır (WMO, 2016).

3.1.1 Seyhan Havzası'nda İndikatör ve İndekslerin Seçimi

Proje kapsamında kuraklık analizi çalışmasında indikatör ve indekslerin seçimi için öncelikle havzadaki meteorolojik, hidrolojik ve jeolojik veriler incelenmiş olup, bu verilerin durumu, uzunluğu, doluluğu ve güvenilirliği ile kullanılabilirlikleri değerlendirilmiştir. Seçilen indikatör ve indekslerin farklı kuraklık türlerini (meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik) temsil etmesine de özen gösterilmiştir. Seyhan Havzası için yapılan kuraklık analizi çalışmaları kapsamında kullanılan indikatör ve indeksler öncelikli olarak temsil ettikleri kuraklık çeşitleri ile birlikte Tablo 3.1 ile verilmektedir.

Tablo 3.1 Kullanılan İndikatörler ve İndeksler (MGM, 2017)

İndeks / İndikatör	Meteorolojik Kuraklık	Tarımsal Kuraklık	Hidrolojik Kuraklık
Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)	•	•	
Ondalıklar İndeksi (DI)	•		
Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)	•	•	•
Standartlaştırılmış Yağış, Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)	•	•	•
Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI)			•
Yeraltısuyu İndeksi (SGI)			•
Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI)	•	•	
Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (sc-PDSI)	•	•	
Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)		•	•
Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (sc-PHDI)		•	•
Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)		•	
Bitki Durumu İndeksi (VCI)		•	



3.2 Kuraklık Analiz Yöntemleri

1970 – 2016 yılları arasındaki 47 yıllık zaman periyodu için mevcut veriler kullanılarak tarımsal, hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizleri, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi, Standartlaştırılmış Akım İndeksi, Normalin Yüzdesi İndeksi, Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI), Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (sc-PDSI), Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI), Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (sc-PHDI), Yer Altı Suyu İndeksi (SGI), Ondalıklar İndeksi (DI), Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve Bitki Durumu İndeksi (VCI) olmak üzere farklı zaman adımları için toplam 41 indeks kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Hesaplanan tüm indekslerin tutarlı şekilde karşılaştırılabilmesine olanak sağlamak için dört ana kuraklık sınıfı kullanılmıştır. Bunlar, Şiddetli Kuraklık, Orta Şiddetli Kuraklık, Hafif Kuraklık, Kuraklık yok – Normal/Nemli Durum olarak belirlenmiş ve tüm analizler bu değerler dikkate alınarak yapılmıştır. Tablo 3.2’de Seyhan Havzasında kuraklık analizi çalışması kapsamında kullanılan indekslere ait kuraklık sınıflandırması ve eşik değerleri verilmiştir.

Tablo 3.2 Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri

SPI, SPEI, SRI, SGI	DI	Kuraklık Sınıfları	
> -0,99	> 30		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-1,49 — -1	20 — 30	■	(hafif kuraklık)
-1,99 — -1,5	10 — 20	■	(orta şiddetli kuraklık)
< -2	0 — 10	■	(şiddetli kuraklık)
Palmer İndeksleri	VCI	Kuraklık Sınıfları	
> -2	> 37,5		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-3 — -2	25 — 37,5	■	(hafif kuraklık)
-4 — -3	12,5 — 25	■	(orta şiddetli kuraklık)
< -4	0 — 12,5	■	(şiddetli kuraklık)
PNI1, PNI3	PNI6	Kuraklık Sınıfları	
> 75	> 80		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
65 — 75	70 — 80	■	(hafif kuraklık)
55 — 65	60 — 70	■	(orta şiddetli kuraklık)
0 — 55	0 — 60	■	(şiddetli kuraklık)
PNI9	PNI12	Kuraklık Sınıfları	
> 83,5	> 85		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
73,5 — 83,5	75 — 85	■	(hafif kuraklık)
63,5 — 73,5	65 — 75	■	(orta şiddetli kuraklık)
0 — 63,5	0 — 65	■	(şiddetli kuraklık)

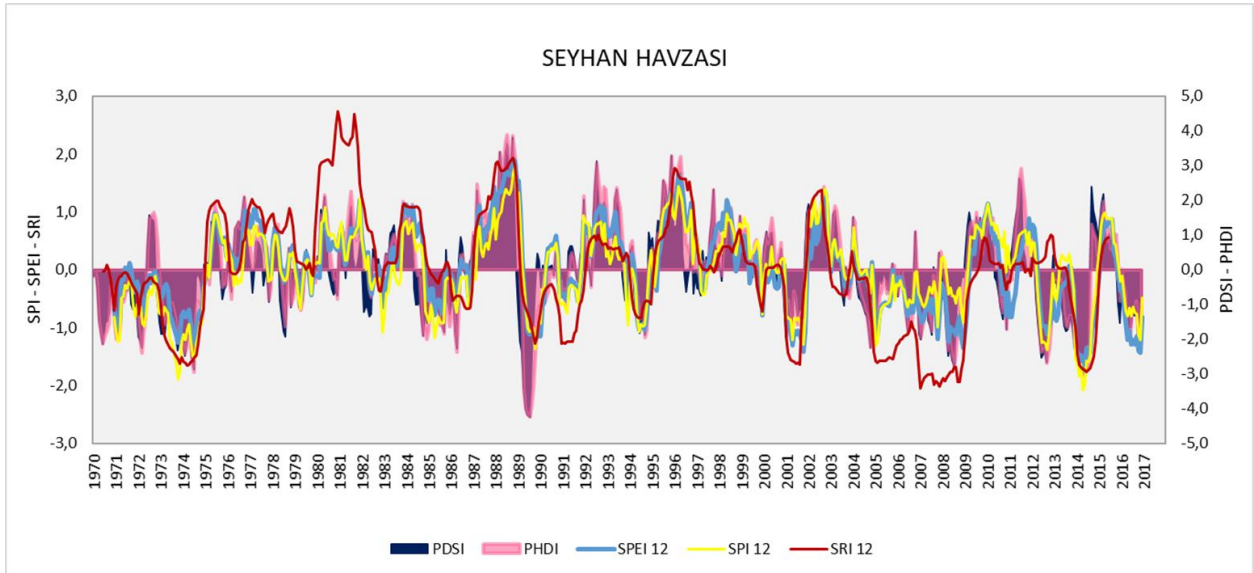


T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Proje kapsamında hesaplanan indekslerin birbirleriyle ilişkilerinin yüksek olduğu görülmüştür. Aynı periyotlar için hesaplanan indekslerin, farklı periyotlar için hesaplanana göre daha yüksek korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Ancak VCI ve NDVI sonuçlarının diğer indekslerle korelasyonu düşük çıkmıştır. Bu indeksler, meteorolojik verilere dayanmamakta olup, uzaktan algılama verilerinin işlenmesiyle elde edilmektedirler. Bu nedenle, meteorolojik verilerle elde edilen indekslerle yüksek bir korelasyon beklenmeyebilir; bu korelasyonun düşük olması uydu verilerinin anlık olarak kaydedilmesine de atfedilebilir. İndekslerin (SPI12, SPEI12, SRI12, PDSI ve PHDI) karşılaştırması Şekil 3.1 ile verilmiştir. Tüm indekslerin birlikte incelenmesi sonucunda Seyhan Havzası için indekslerin ortak olarak kuraklığı işaret ettiği dönemler **1973-1974, 1989, 2001, 2007-2008, 2014 ve 2016** yılları olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1 Seyhan Havzası Kuraklık İndekslerinin Karşılaştırması

Tüm indeksler için kuraklık sınıflarına karşılık gelen görülme yüzdeleri belirlenerek risk analizi yapılmıştır. Risk analizi hem istasyon hem havza bazlı yapılmıştır. Sonuçlar haritalar ve grafikler yoluyla görselleştirilerek sunulmuştur.

Yapılan çalışmada havzaların hangi dönüş aralıklarında ne kadar şiddette kuraklığa maruz kalacağı belirlenmesi amacıyla kuraklık indeksleri tekerrür analizleri yapılmıştır. Bunun için her istasyonda indekslerin her yıl için en olumsuz sonucu verdiği ayların zaman serileri oluşturulmuş ve bu serilerin hangi olasılık dağılımına uyduğu tespit edilmiştir. Bu dağılımlar kullanılarak 1, 2, 5, 10, 20, 50 ve 100 yıllık dönüş aralıklarında hangi kategoride kuraklık beklenebileceği belirlenmiştir. Her dönüş aralığı için alansal olarak havzanın %50'sinde hangi kuraklık şiddetinin görüldüğü belirlenmiştir. Sonuçlar tablo, grafik ve haritalarla sunulmuştur.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Son olarak kuraklığın ifadesi olan kuraklık şiddeti (S), kuraklık süresi (D) ve kuraklık yoğunluğu (I) parametreleri hesaplanmış ve alansallaştırılarak haritalanmıştır.

3.3 Kurak Devrelerin Tespiti

Seyhan Havzası'nda geçmiş dönemlere ait kurak devrelerin tespiti için hesaplanan kuraklık indeksleri detaylı incelenmiş olup bu bölümde yapılan çalışma ile indeksler arasında ortak dönemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan yöntem aşağıda açıklanmıştır:

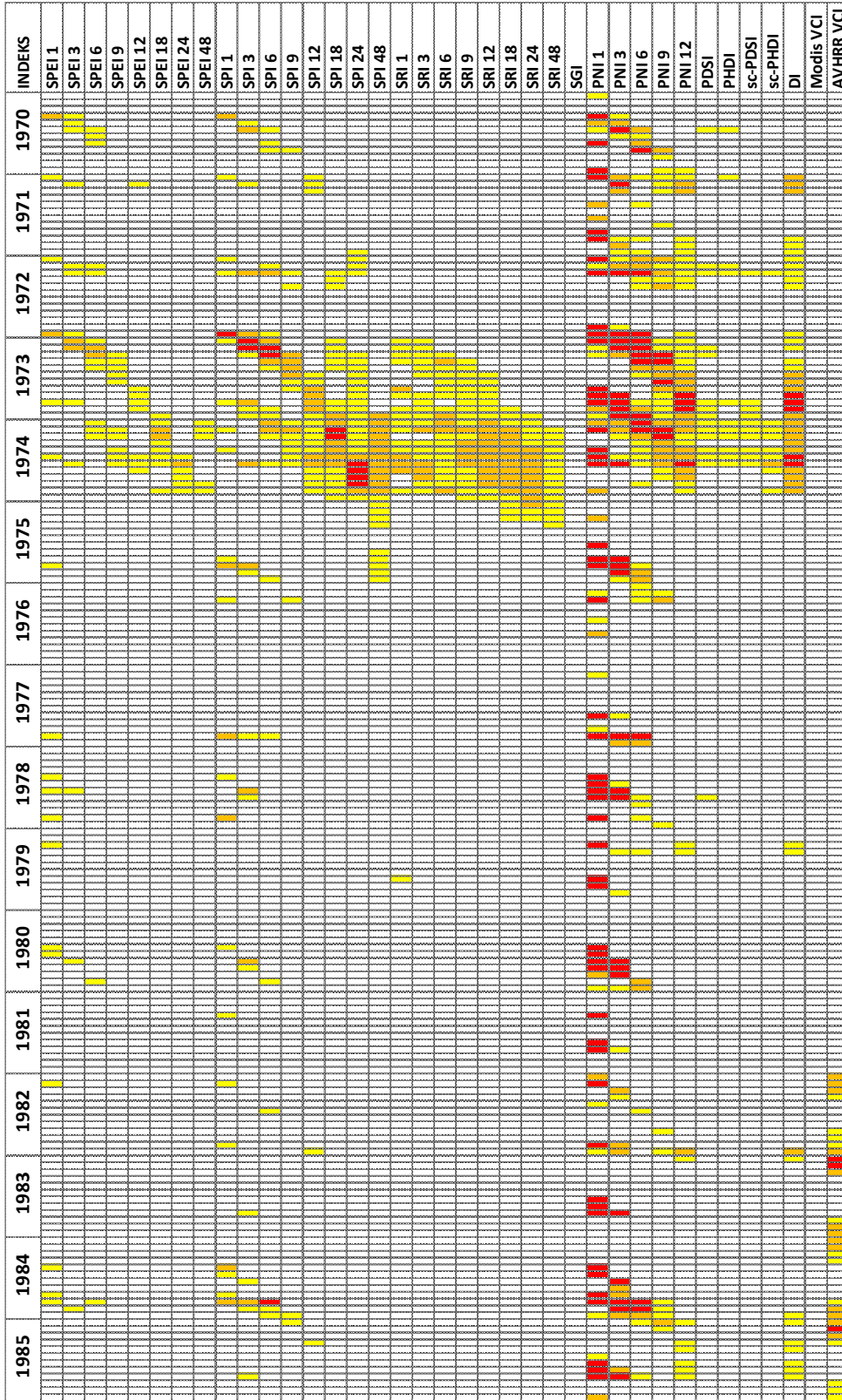
- (i) Kurak devrelerin tespiti amacıyla karşılaştırma için seçilen 40 kuraklık indeksi, bu proje kapsamında incelenen zaman dilimi için (1970 – 2016) aynı zaman periyoduna getirilerek aylık olarak sıralanmıştır.
- (ii) Her indeksin havzaya ait alansal ağırlıklı ortalaması alınarak ve kendi parametrik kuraklık sınıflandırması kullanılarak havza genelinin normal üstü kurak olup olmadığı hesaplanmıştır. Bu seviyede sadece kuraklık gerçekleşip gerçekleşmediği belirlenmiş olup kuraklığın kendi içinde şiddeti incelenmemiştir. İndekslere ait karşılaştırmalı aylık zaman çizelgeleri 1970-1985 yılları için Şekil 3.2 1986-2001 yılları arası için Şekil 3.3; 2002-2016 yılları arası için Şekil 3.4 ile sunulmuştur. Çizelgelerde kullanılan renk skalası, kuraklık indeksleri için belirlenen ortak sınıflandırma baz alınarak beyaz renk normal ve üzeri (nemli) durum; sarı renk hafif kuraklık, turuncu renk orta şiddetli kuraklık; kırmızı renk ise şiddetli kuraklık göstergesi şeklindedir.
- (iii) Çizelgede ortak kuraklık gösteren dönemler indeksler arası karşılaştırmalarla belirlenerek bu çalışma kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede Seyhan Havzası için 1973-1974, 1989, 2001, 2007-2008, 2014 ve 2016 yıllarında çeşitli uzunluklarda kurak dönemler belirlenmiştir.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



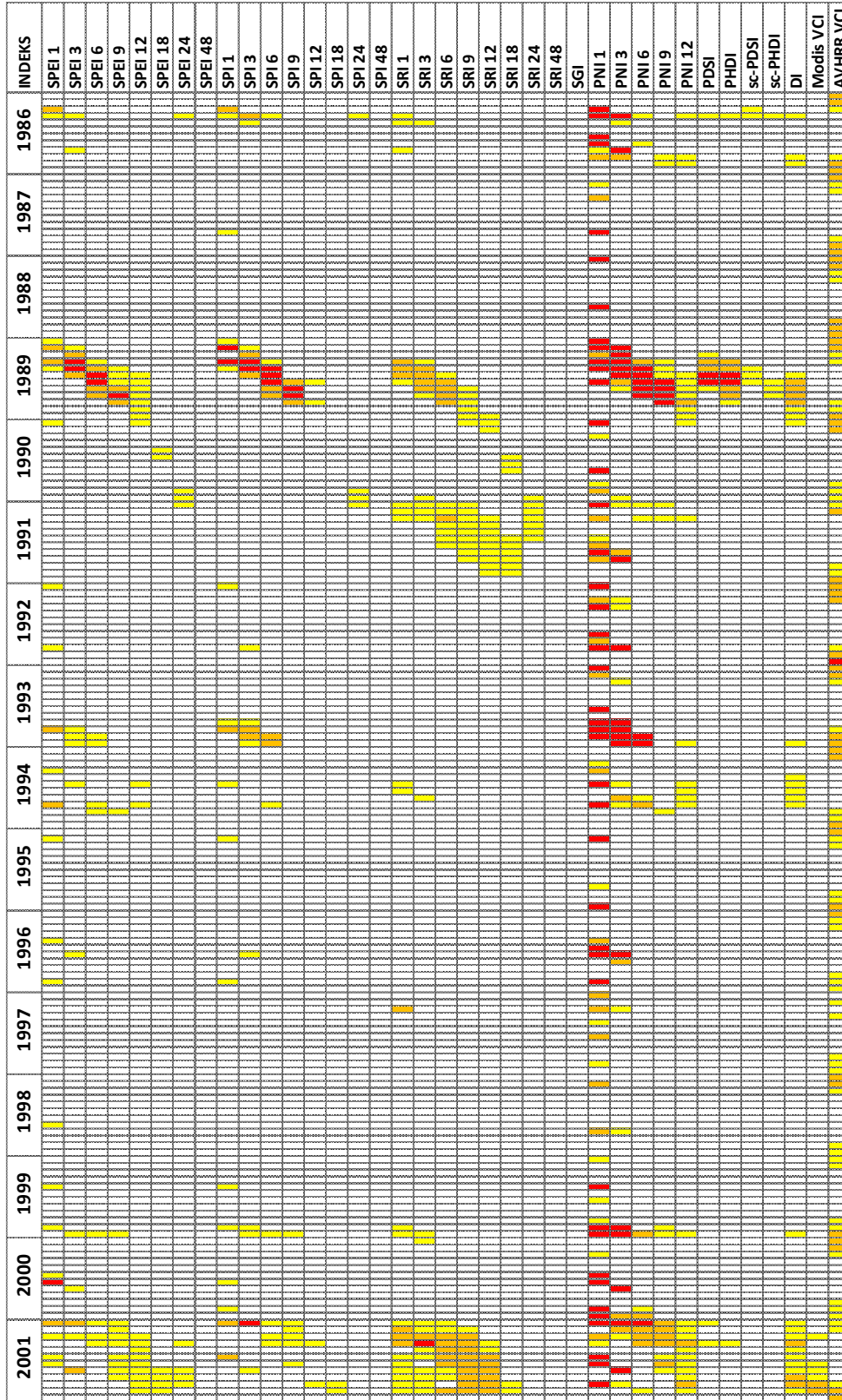
Şekil 3.2 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1970 – 1985



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



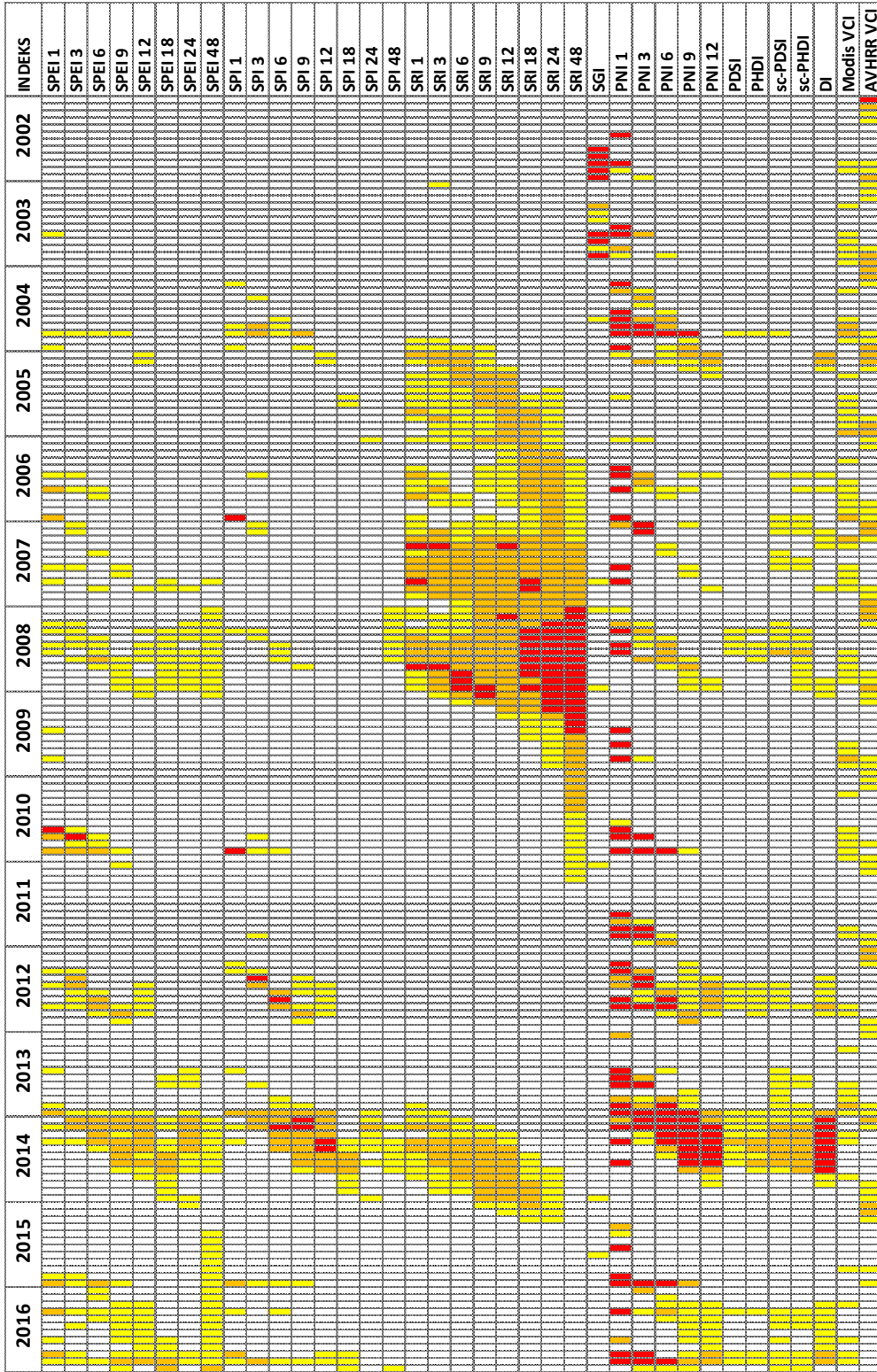
Şekil 3.3 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1986 – 2001



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.4 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2002 – 2016

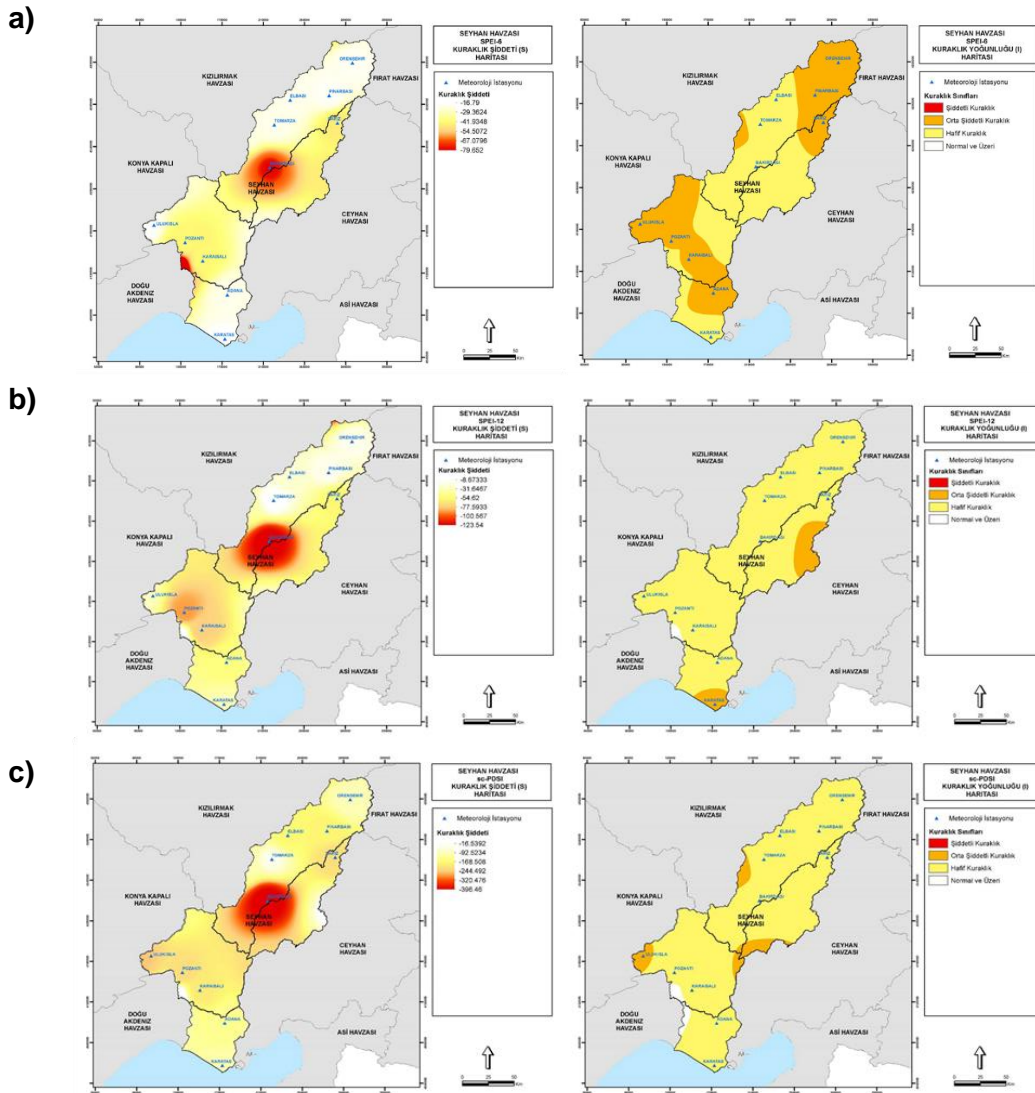


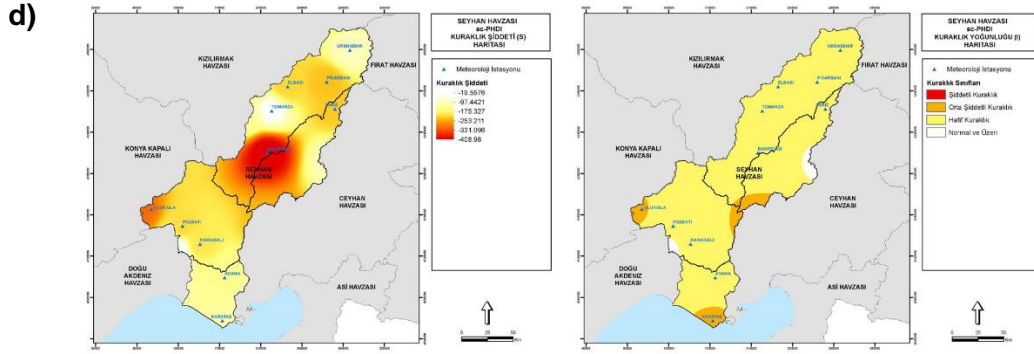
3.4 Kuraklık Haritaları

3.4.1 Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları

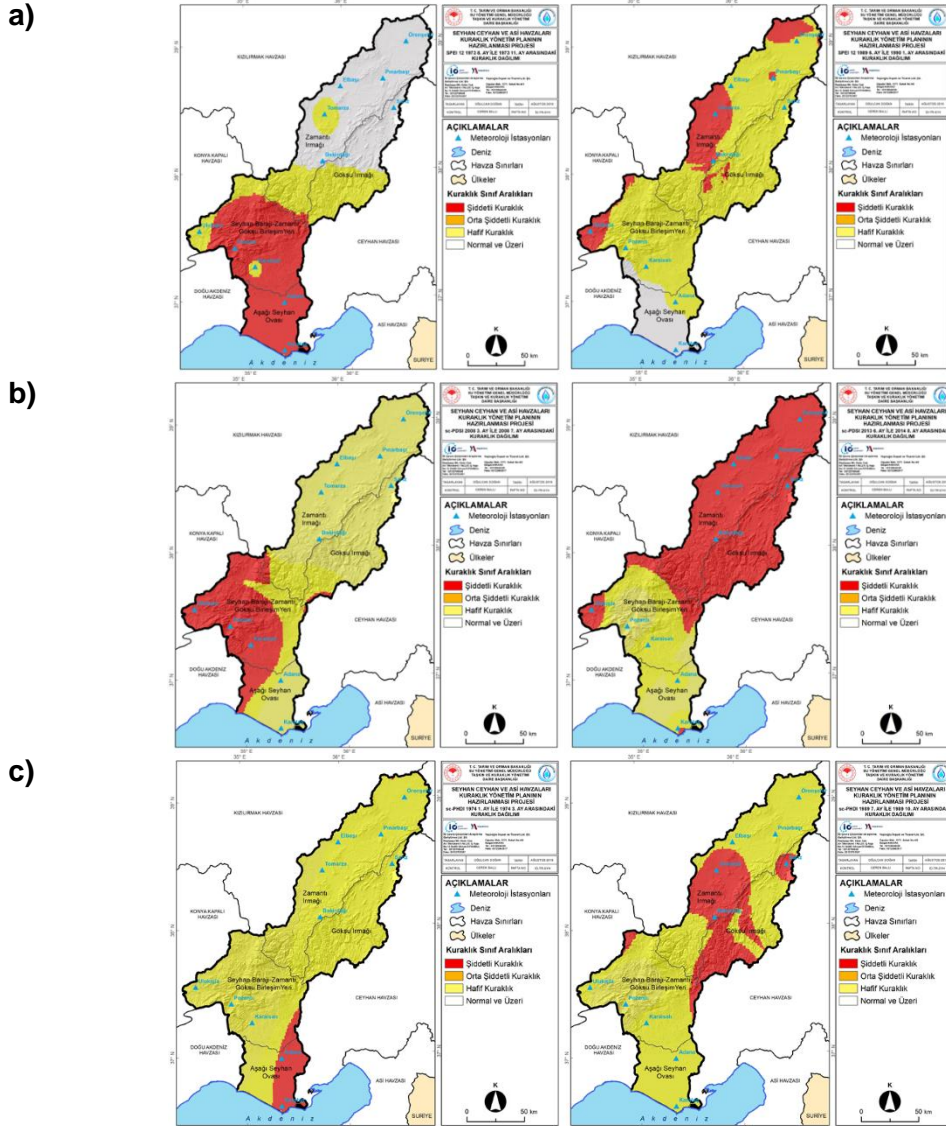
Bu bölümde meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık türlerini temsil eden indekslerin tüm zaman serisi için kurak (indeksin sıfırın altında kaldığı) dönemlerin şiddet, yoğunluk ve süre değerleri hesaplanmış ve her indeksin sahip olduğu en ekstrem değer seçilmiştir.

İstasyon bazlı belirlenen şiddet ve yoğunluk parametreleri havza bazında alansallaştırılarak haritalanmıştır. Meteorolojik kuraklığı temsilen SPEI6, tarımsal kuraklığı temsilen SPEI12 ile sc-PDSI, hidrolojik kuraklığı temsilen sc-PHDI indeksi seçilerek haritaları Şekil 3.5, SPEI12, sc-PDSI ve sc-PHDI indeksleri için kurak yıllara göre hazırlanan kuraklık dağılım haritaları ise Şekil 3.6 ile sunulmuştur.





Şekil 3.5 Seyhan Havzası SPEI-6 (a), SPEI12 (b), sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri için Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları



Şekil 3.6 Seyhan Havzası SPEI-12 (a), sc-PDSI (b) ve sc-PHDI (c) İndeksleri için Yıllara göre Kuraklık Dağılım Haritaları



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.4.2 Kuraklık İndeksleri Tekerrür Haritaları

Seyhan Havzası'nda 5, 10 ve 50 yılda bir olması beklenen kuraklık şiddetinin belirlenmesi için istasyonların SPEI-6, SPEI12, sc-PDSI ile sc-PHDI indekslerinin şiddet-tekerrür analizi yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki harita ve grafiklerde verilmiştir. Harita ve grafiklerde görüldüğü gibi indekslerin havzanın alansal olarak %50'sinde 5, 10, ve 50 yıllık dönüş aralıklarına göre tekerrür edebilecek değerleri, temsil ettikleri kuraklık kategorilerine göre renklendirilerek Tablo 3.3 ile verilmiştir.

Tablo 3.3 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri

İndeks	Dönüş Aralığı (yıl)		
	5	10	50
SPEI 6	-1.69	-1.94	-2.38
SPEI 12	-1.47	-1.76	-2.23
sc-PDSI	-3.12	-3.78	-4.69
sc-PHDI	-2.82	-3.79	-4.78

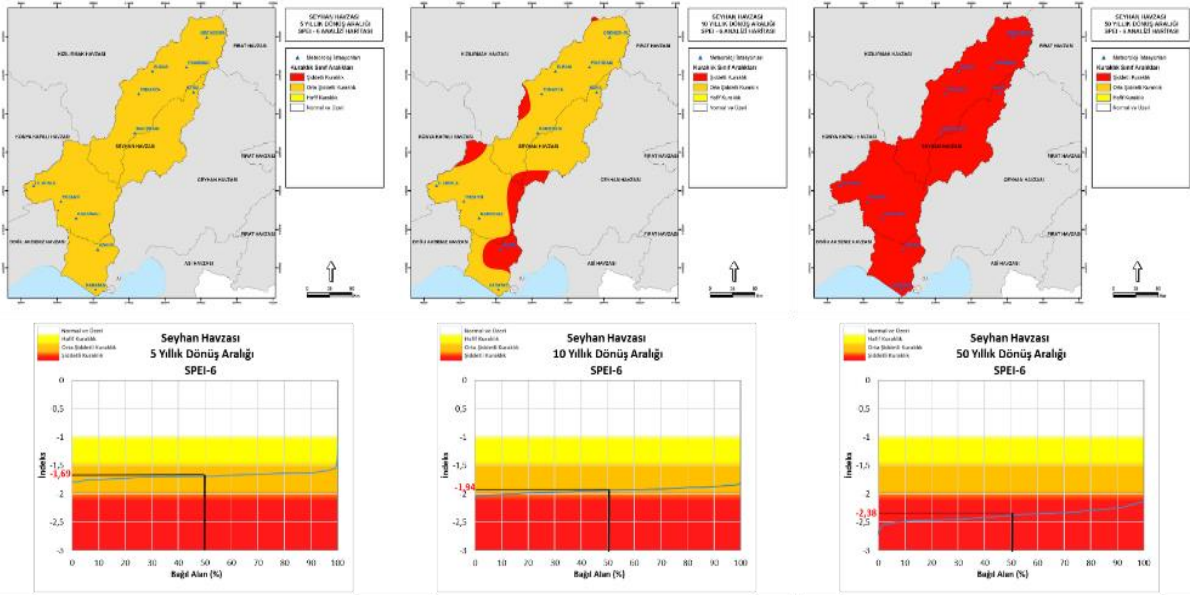
Tabloda verilen sonuçlara göre:

- **5 yılda bir;** havzanın %50'sinde meteorolojik kuraklığın Orta Şiddette, tarımsal kuraklığın Hafif ve Orta Şiddette, hidrolojik kuraklığın ise Hafif şiddette,
- **10 yılda bir;** havzanın %50'sinde tüm kuraklık çeşitlerinin Orta Şiddette,
- **50 yılda bir;** havzanın %50'sinde tüm kuraklık çeşitlerinin *Şiddetli*

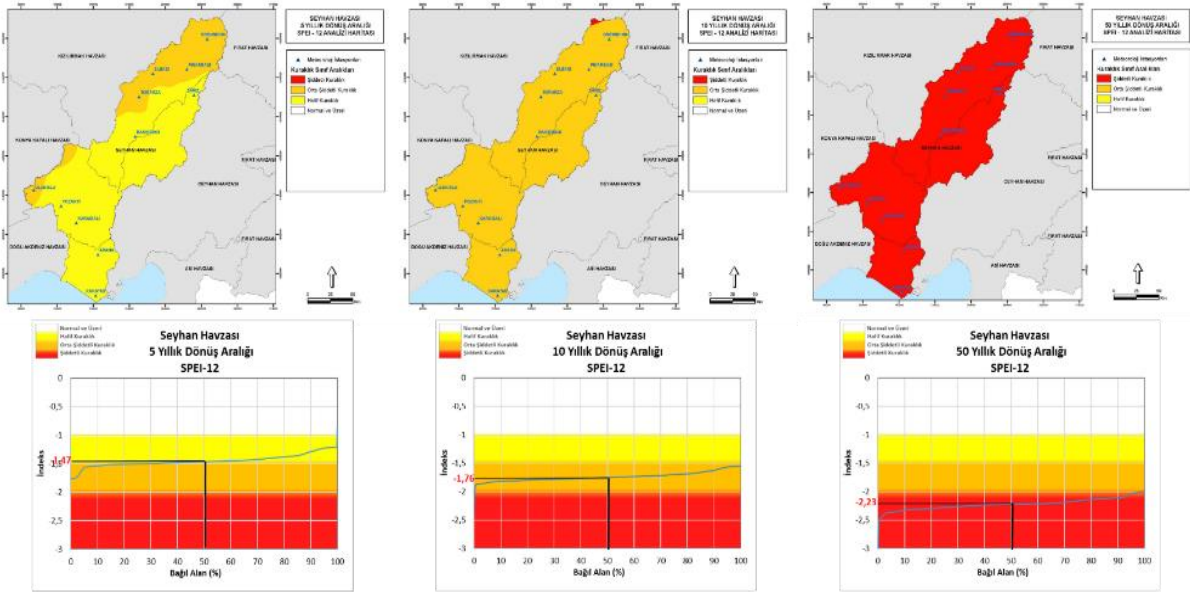
olarak yaşanabileceği beklenmektedir.

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

a)



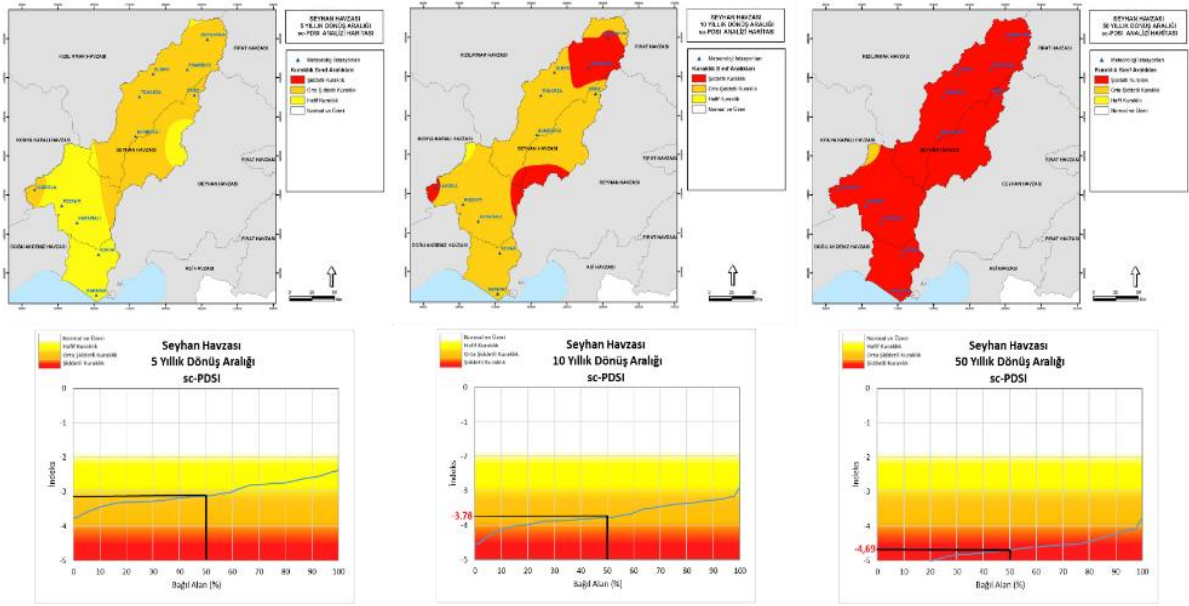
b)



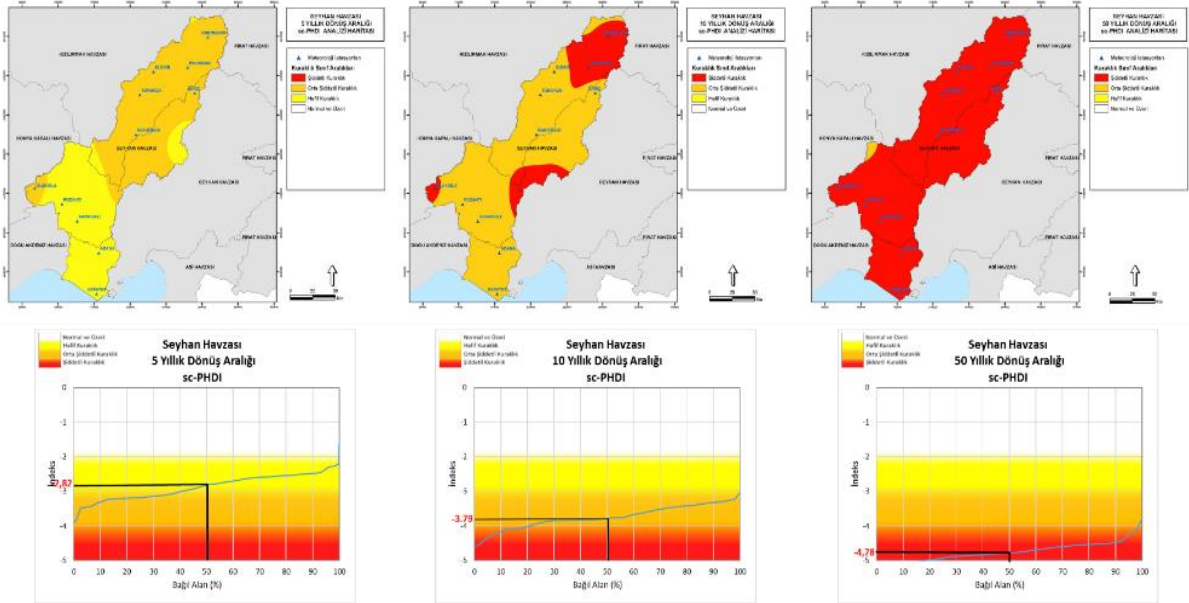
Şekil 3.7 Seyhan Havzası SPEI-6 (a) ve SPEI12 (b) İndeksleri için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

c)



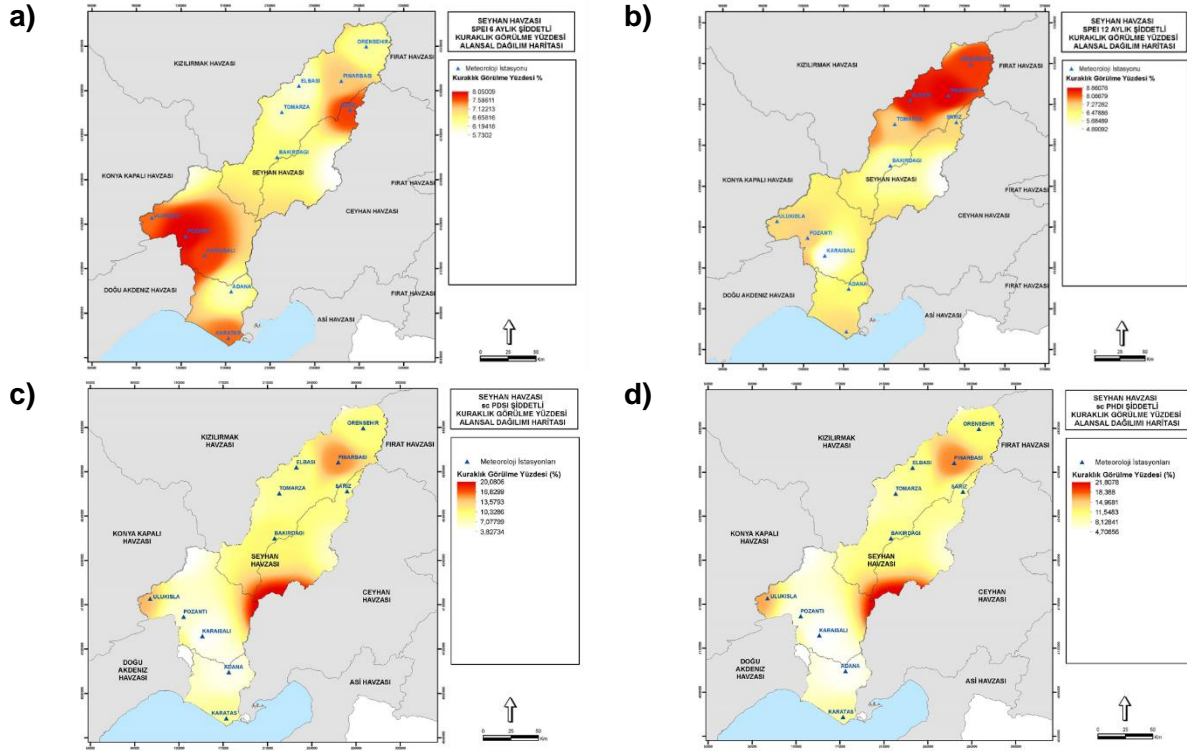
d)



Şekil 3.8 Seyhan Havzası sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri

3.4.3 Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritaları

Proje kapsamında Seyhan Havzası için risk analizleri yapılmış ve kuraklık görülme oranları hesaplanmıştır. SPEI-6, SPEI12, sc-PDSI ile sc-PHDI indeksleri için istasyon bazlı hesaplanan değerler alansallaştırılmış ve kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri dağılım haritaları hazırlanmıştır. Şekil 3.9 ile “Şiddetli Kurak” seviyesi için hazırlanan haritalar sunulmaktadır.



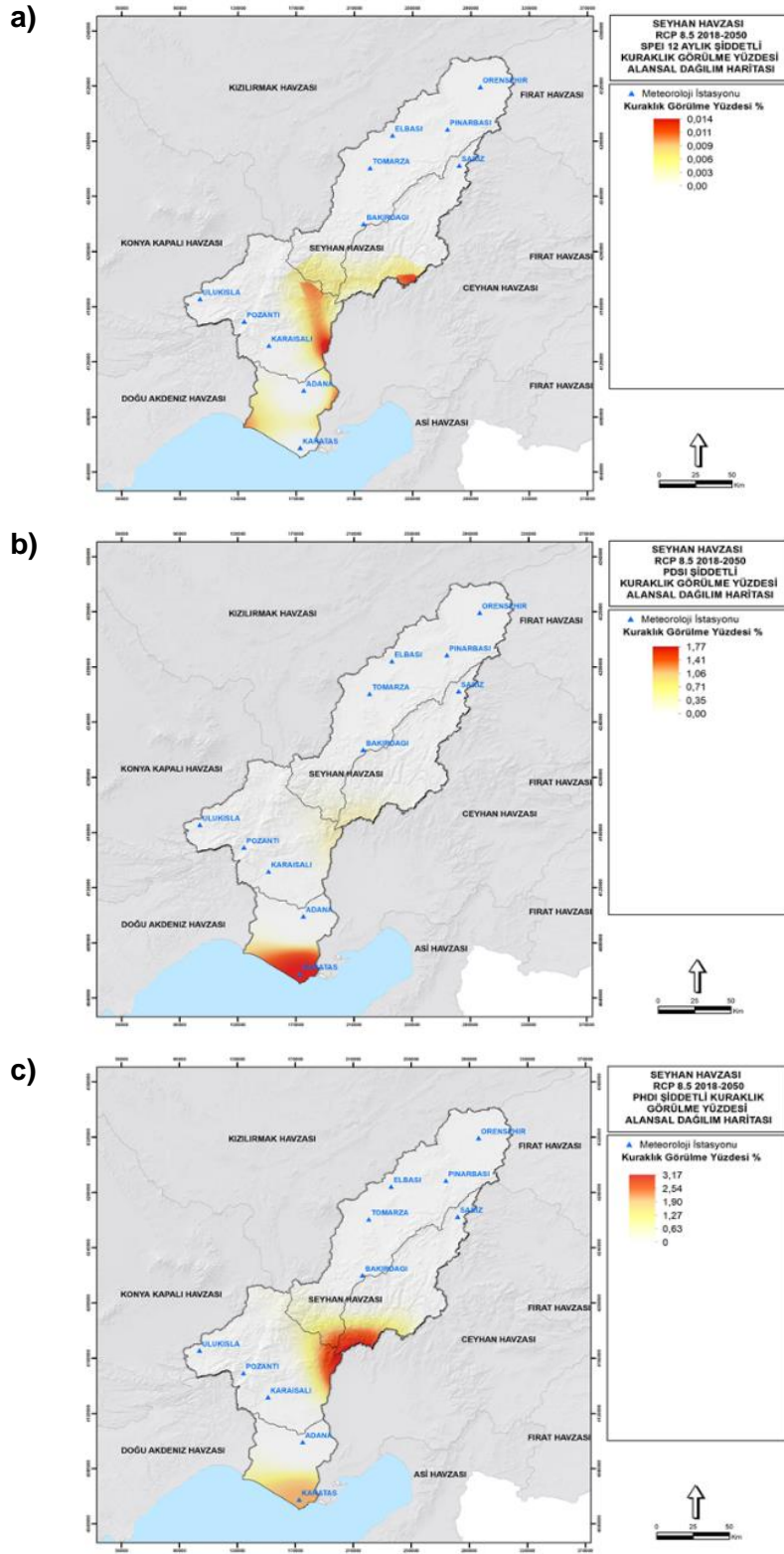
Şekil 3.9 Seyhan Havzası SPEI-6 (a), SPEI12 (b), sc-PDSI (c) ve sc-PHDI (d) İndeksleri Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları

3.4.4 Projeksiyon Dönemi Kuraklık Risk Haritaları

3.4.4.1 Tarımsal Kuraklık Risk Haritaları

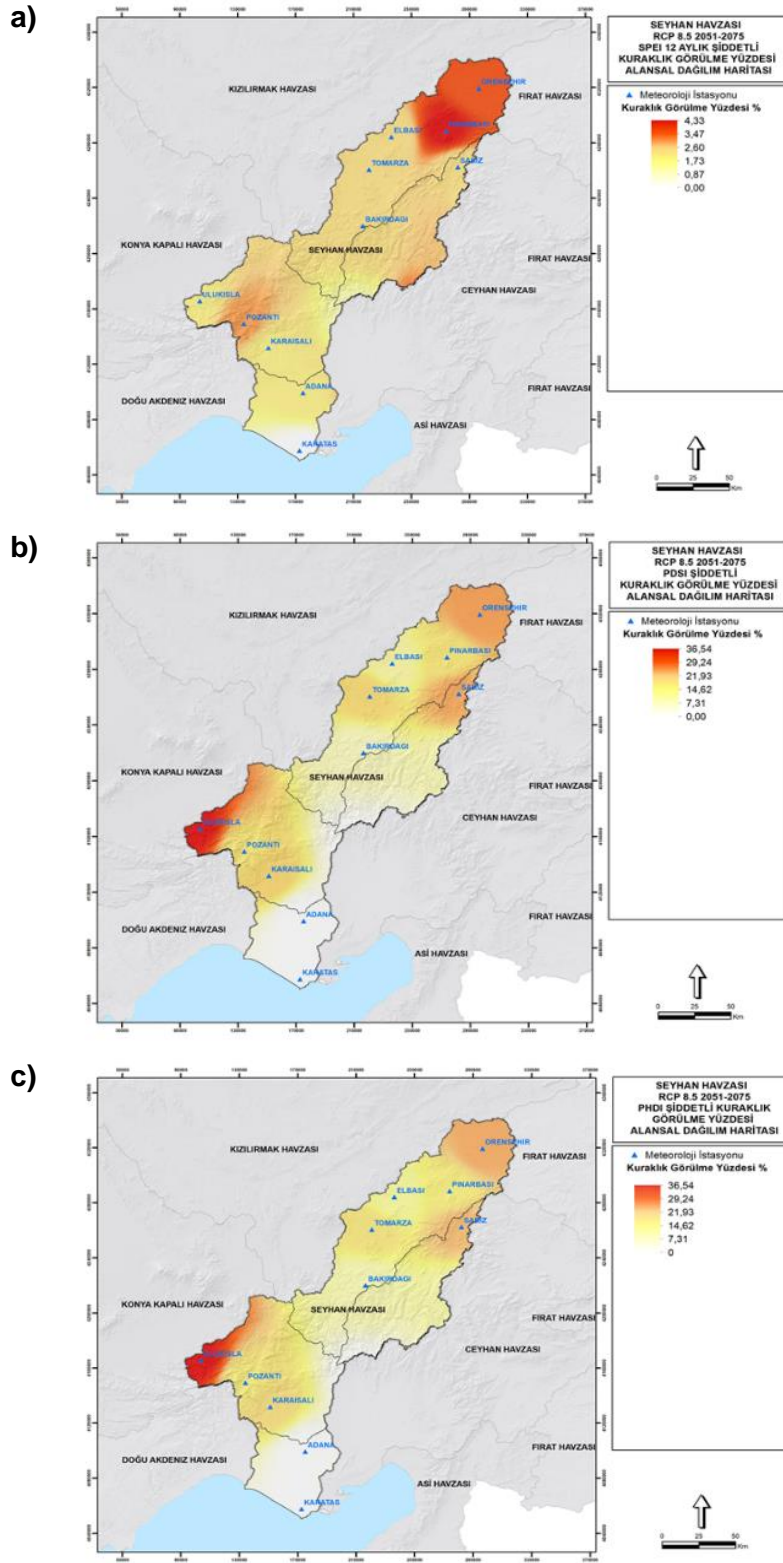
2018-2050, 2051-2075 ve 2076-2098 projeksiyon dönemlerinde tarımsal kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI indekslerinin mevcut dönemde belirlenen istasyon konumlarında projeksiyon dönemlerine göre elde edilen kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri değerleri alansallaştırılarak oluşturulan dağılım haritaları sunulmaktadır.

12 Aylık Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)'ne ait kuraklık risk haritaları, 3 farklı şiddet seviyesi (Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak) için hazırlanmış olup, 2018-2050 projeksiyon dönemi Şekil 3.10, 2051-2075 dönemi Şekil 3.11, 2076-2098 dönemi ise Şekil 3.12 ile sunulmuştur.

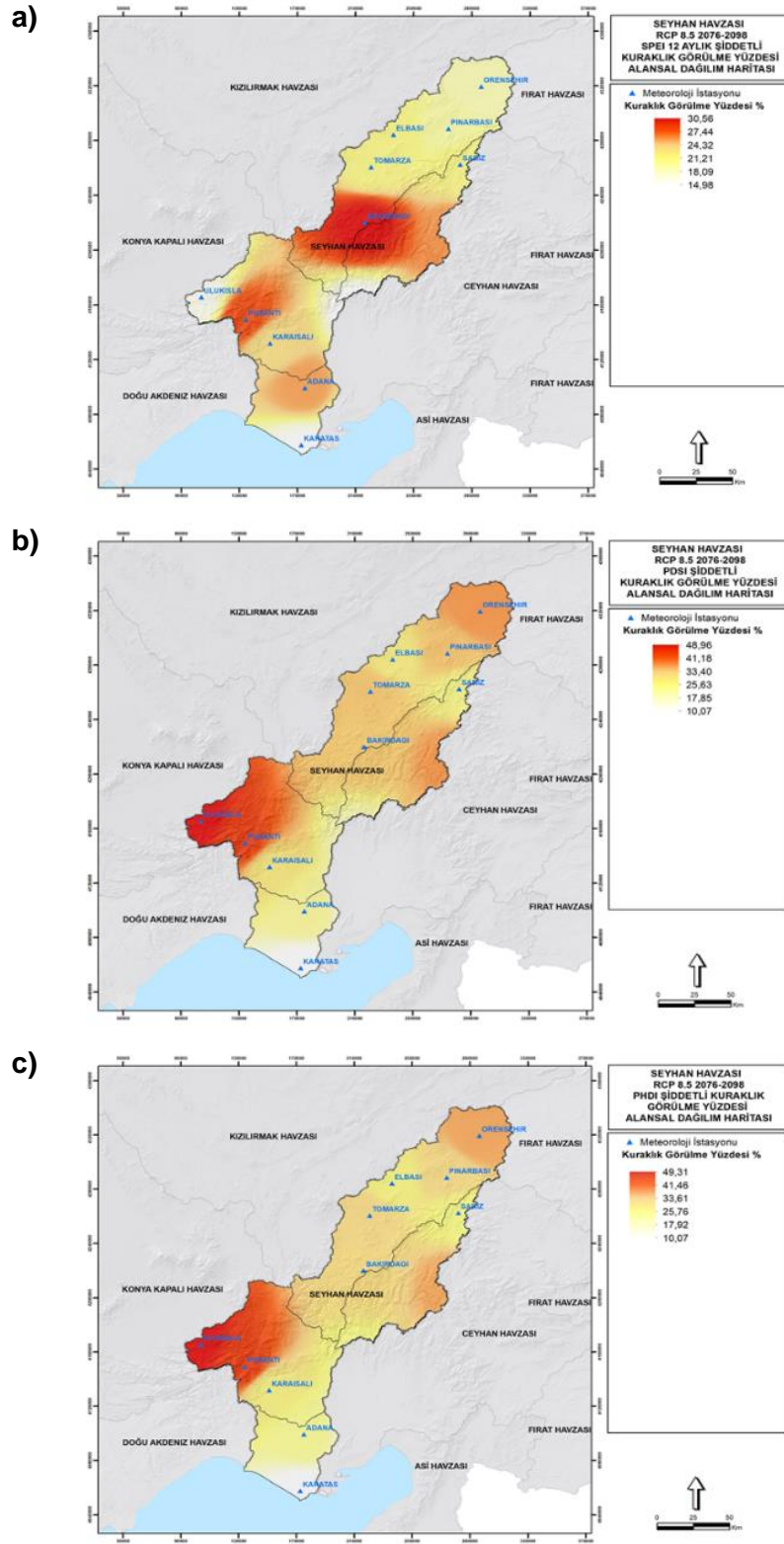


Şekil 3.10 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSİ ve sc-PHDI İndeksleri 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.11 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI İndeksleri 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.12 Seyhan Havzası SPEI-12, sc-PDSI ve sc-PHDI İndeksleri 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



4 SU POTANSİYELİ VE SU TÜKETİMLERİ

4.1 Su Potansiyeli

4.1.1 Yerüstü Su Potansiyeli

Proje kapsamında Seyhan Havzası için yağış akış ilişkisinin belirlenmesi amacıyla HEC-HMS hidrolojik modeli ile alt havza bazında meteorolojik veriler kullanılarak akış simülasyonu yapılmış, havzanın su bütçesi hesaplanmıştır. Bu kapsamda alt havzalar için elde edilen doğallaştırılmış aylık toplam akış verileri kullanılarak modellenen akım üzerinde uzmanlığa ve genel değerlere (literatür) dayalı genel bir kalibrasyon uygulanmıştır. Tüm alt havzalara ait model performansı ve model sonuçları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir (Tablo 4.1). Model, tüm alt havzalar ve havzanın tamamı için doğallaştırılmış akımlara benzer yıllık akımlar üretmiştir. 1970-2000 kalibrasyon dönemi için modellenen akımlar ile doğallaştırılmış akımlar arasındaki korelasyon Zamantı Irmağı (0,68) hariç diğer havzalarda 0,8 ve üzeridir. 2001-2015 validasyon döneminde ise yine Zamantı Irmağı (0,46) hariç diğer havzalarda 0,7 ve üzeridir.

Tablo 4.1 Alt Havzalara Ait Kalibrasyon Dönemi (1970-2000) ile Validasyon Dönemi (2001-2015) için Model Performans İstatistikleri

Dönem	Alt Havzalar	Yıllık Toplam		RMSE	NSE	Korelasyon
		Doğal Akım	Model Akım			
Kalibrasyon	Zamantı Irmağı	2.031,8	1.946,2	104,31	-0,93	0,68
Validasyon				115,94	-1,71	0,46
Kalibrasyon	Göksu Irmağı	1.818,9	1.743,2	83,29	0,66	0,86
Validasyon				74,15	0,56	0,79
Kalibrasyon	Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu B.Y.	1.743,4	1.728,5	79,86	0,58	0,79
Validasyon				80,50	0,38	0,71
Kalibrasyon	Aşağı Seyhan Ovası	625,4	620,5	28,65	0,57	0,78
Validasyon				28,24	0,41	0,73
Kalibrasyon	Seyhan Havzası	6.219,5	6.038,4	271,95	0,51	0,81
Validasyon				268,50	0,23	0,70

Seyhan Havzası'nın alt havzaları ve havza geneli için modellenmiş akım ile doğallaştırılmış akım değerlerinin kalibrasyon ve validasyon dönemleri için karşılaştırması Şekil 4.1, Şekil 4.2 ile sunulmuştur. Alt havzalar incelendiğinde, Zamantı Irmağı Alt Havzası için doğallaştırılmış ve modellenmiş akımlar arasında genel olarak bir uyum olmakla beraber bazı farklılıklar da görülmektedir. Özellikle model düşük akımları doğallaştırılmış akımlara göre daha küçük simüle etmektedir. Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Birleşim Yeri ve Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzaları için doğallaştırılmış ve modellenmiş akımlar arasında oldukça iyi bir uyum olduğu

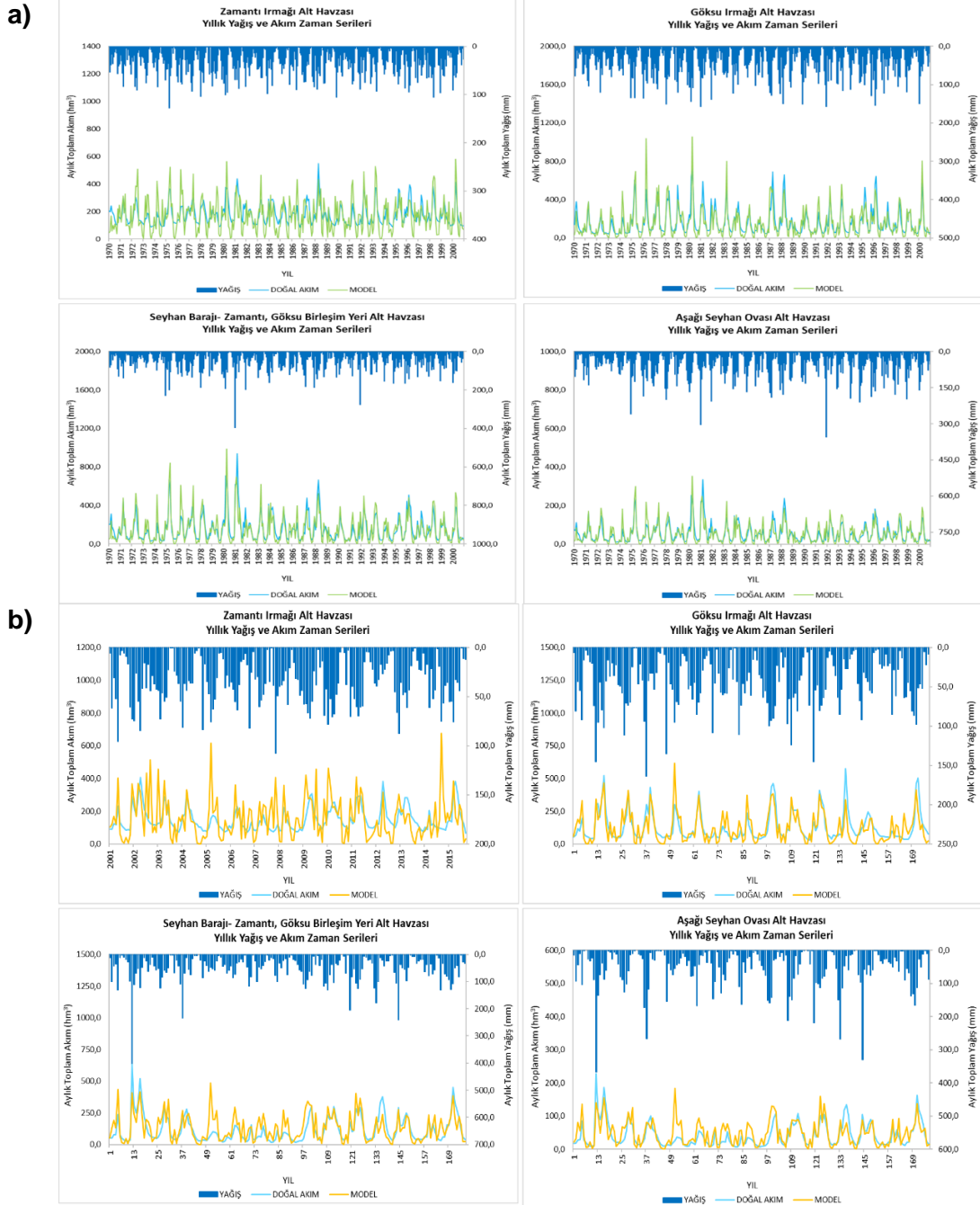


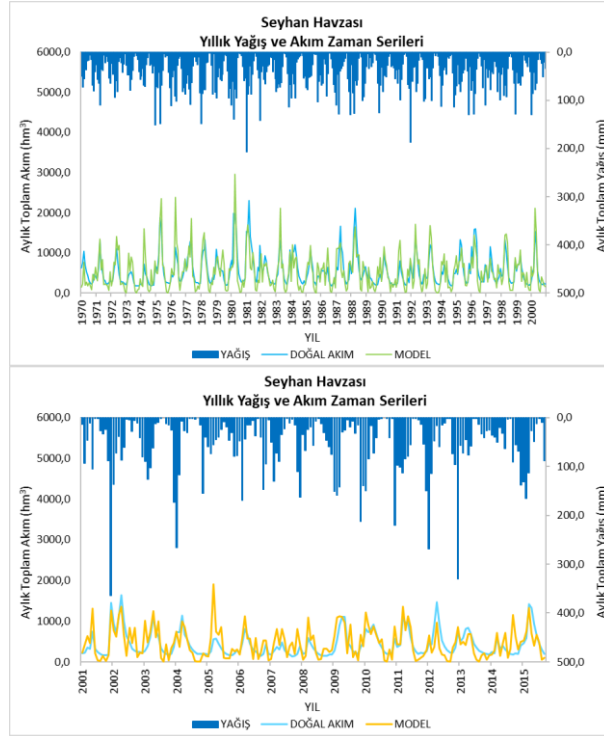
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

görülmektedir. Sonuç olarak kurgulanan HEC-HMS modelinin Seyhan Havzası geneli ve alt havzaları için kabul edilebilir performansta akım simülasyonu yapabildiği ve havzada gelecek iklim değişikliğinin akımlar ve su bütçesi üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılabileceği söylenebilir.





Şekil 4.2 Seyhan Havzası Kalibrasyon Dönemi (üst) Validasyon Dönemi (alt) Yıllık Yağışlar ile Doğal ve Modellenmiş Akımların Karşılaştırılması

Yüzey su potansiyeli rejiminin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin belirlenmesi amacıyla “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi” kapsamında üretilen iklim projeksiyonlarından elde edilen yağış, sıcaklık ve kısa dalga boylu aşağı yönlü net radyasyon verileri HEC-HMS modeline girdi olarak verilerek gelecek akışları elde edilmiştir. Referans evapotranspirasyon verileri Dünya Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) önerdiği Penman-Monteith yöntemi (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 1998) ile elde edilmiştir.

Projeksiyon verileri MPI-ESM-MR ve RegCM4.3 modelleri kuplesiyle elde edilen hidro-meteorolojik alanların alt havza alanı içinde kalan veri hücrelerinin (gridlerin) alansal ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Her bir alt havza içinde yer alan gridlerin ağırlıklı ortalaması alınarak o alt havzaya ait zaman serileri (sıcaklık, yağış) elde edilmiştir. RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarıyla üretilen projeksiyonlarla koşturulan model ile 2018-2098 periyodu iki farklı akım zaman serisi üretilmiştir. Gelecek dönem periyodu 2018-2050, 2051-2075 ve 2076-2098 periyotları olarak üç ayrı dönemde incelenmiştir.

Üç dönem için ortalama akış değerleri Tablo 4.2 ile sunulmuştur. Her iki senaryoya göre de yerüstü su potansiyelinde Seyhan Havzası’nda ve alt havzalardan sadece en membadaki



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Aşağı Seyhan Ovası'nda %95 güven düzeyinde azalan bir eğilim olacağı öngörülmüştür. Diğer alt havzalarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim tespit edilmemiştir.

Tablo 4.2 Seyhan Havzası'nda Yerüstü Su Potansiyeli Projeksiyonları

Alt Havzalar	Ortalama Yerüstü Suyu Potansiyeli (hm ³ /yıl)							
	RCP4.5			RCP8.5			RCP4.5 Eğilim Yönü	RCP8.5 Eğilim Yönü
	2018 - 2050	2051 - 2075	2076 - 2098	2018 - 2050	2051 - 2075	2076 - 2098	2018-2098	2018-2098
Zamantı Irmağı	1.286,3	1.314,7	1.255,8	1.325,6	1.201,3	1.242,7	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Göksu Irmağı	2.221,2	2.291,9	2.153,0	2.240,6	2.035,1	2.299,3	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Seyhan Barajı, Zamantı Göksu B.Y.	2.361,3	2.394,7	2.310,2	2.443,6	2.199,2	2.124,5	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Aşağı Seyhan	832,8	852,1	813,2	853,1	774,2	805,9	Azalan	Azalan
SEYHAN HAVZASI	6.701,6	6.853,4	6.532,1	6.862,9	6.209,8	6.472,4	Azalan	Azalan

4.1.2 Yeraltı Su Potansiyeli

Seyhan Havzası'nın yeraltısuyu beslenimini belirlemek için "abcd Modeli" (Thomas 1981) kullanılmıştır. Gerçek buharlaşmanın bulunmasında oldukça tutarlı sonuçlar veren bu model ile yeraltısuyu bütçesi sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmektedir. abcd Modeli ile hidrolojik çevrim içerisindeki tüm elemanlar göz önünde bulundurulmuş ve yeraltısuyu beslenmesi hesaplanabilmektedir. Hesaplanan yüzey akışı ile gözlenen yüzey akışı kalibre edilerek gerçekçi değerler hesaplanabilmektedir. Bu nedenle akım gözlem istasyonlarında ölçülen verilerin süresi ve kalitesi oldukça önemlidir.

Modelleme çalışmalarında, uzun yıllar aylık olarak yeraltısuyu rezerv değişimleri ve yeraltısuyu aylık beslenimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısı ile ilk önce mevcut aylık yağış ve aylık potansiyel buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Amaç kurak periyotların belirlenmesi olsa da bu çalışmada, temel amaç, istenilen zaman periyotlarına göre yeraltısuyu beslenme miktarlarının hangi oranlarda değişeceğini saptanmasıdır.

Sonuç olarak, modellenmiş akımlar doğal akımlar ile kalibre edilip uzun yıllar aylık ortalama yeraltısuyu beslenme değerleri üretilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde:

- Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın uzun yıllar yıllık toplam ortalama yeraltısuyu beslenimi 892 hm³/yıl, uzun yıllar aylık ortalama yeraltısuyu beslenimi 74 hm³/yıl,
- Göksu Irmağı Alt Havzası'nın uzun yıllar yıllık toplam ortalama yeraltısuyu beslenimi 579 hm³/yıl, uzun yıllar aylık ortalama yeraltısuyu beslenimi 48,3 hm³/yıl,



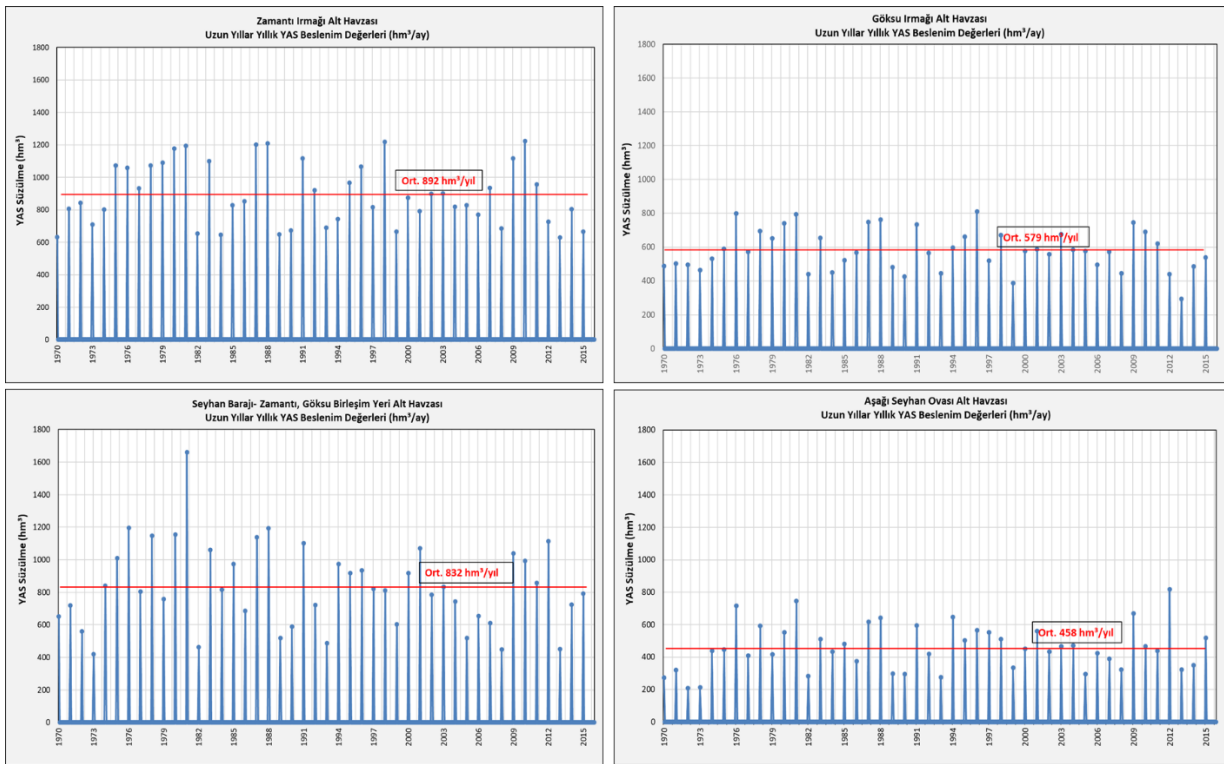
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın uzun yıllar yıllık toplam ortalama yeraltısuyu beslenimi 832 hm³/yıl, uzun yıllar aylık ortalama yeraltısuyu beslenimi 70 m³/yıl,
- Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda ise uzun yıllar yıllık toplam ortalama yeraltısuyu beslenimi 458 hm³/yıl, uzun yıllar aylık ortalama yeraltısuyu beslenimi 37 hm³/yıl

olarak hesaplanmıştır. Yeraltı Su potansiyeli projeksiyon döneminde yine üç dönem için incelenmiş olup sonuçları Tablo 4.3 ile sunulmuştur.



Şekil 4.3 Alt Havzalardaki Uzun Yıllar Yıllık YAS Beslenme Değerleri

Tablo 4.3 Seyhan Havzası'nda Yeraltı Su Potansiyeli Projeksiyonları

Alt Havzalar	Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli (hm ³ /yıl)							
	RCP4.5			RCP8.5			RCP4.5	RCP8.5
	2018 - 2050	2051 - 2075	2076 - 2098	2018 - 2050	2051 - 2075	2076 - 2098	Eğilim Yönü 2018-2098	Eğilim Yönü 2018-2098
Zamantı Irmağı	601,0	625,6	601,4	536,8	557,6	536,1	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Göksu Irmağı	405,4	424,6	416,9	310,3	314,1	308,3	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Seyhan Barajı, Zamantı Göksu B.Y.	785,7	805,0	783,5	720,6	607,3	580,0	Eğilim Yok	Eğilim Yok
Aşağı Seyhan	340,6	342,6	316,1	354,6	320,6	264,4	Azalan	Azalan
SEYHAN HAVZASI	2.132,8	2.197,8	2.117,8	1.922,3	1.799,6	1.688,7	Eğilim Yok	Azalan



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası'nda RCP4.5 senaryosuna göre yeraltı su potansiyelinde istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim görülmemekle birlikte; RCPC8.5 senaryosuna göre azalan bir eğilim olacağı belirlenmiştir. Alt havzalardan ise sadece Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda %95 güven düzeyinde azalan bir eğilim olacağı öngörülmüştür. Diğer alt havzalarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim tespit edilmemiştir.

4.2 Su Kullanımları

4.2.1 Mevcut Durum Su Kullanımı

Seyhan Havzası içerisinde tarımsal amaçlı yapılan sulamalar DSİ sulamaları, İl Özel İdare sulamaları ve halk sulamaları olarak ayrılmaktadır. Havzada içme-kullanma, hayvancılık, sanayi, turizm amaçlı su ihtiyaçları ve ekosistem su kullanımları da bulunmaktadır. Bu bölümde mevcut su tüketimleri ve ihtiyaçların alt havzalar bazında detaylı incelemeleri yapılmıştır. Alt havzalarda sektörlere ait su kullanımları

Tablo 4.4 ile verilmiştir.

4.2.1.1 Tarımsal Su Kullanımı

Havzada toplamda 172.241,0 ha alan sulanmaktadır. Havzada sulama amacıyla toplamda 1.920,5 hm³ su kullanılmaktadır. Bu suyun büyük bir bölümü Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda kullanılmaktadır. Seyhan Barajı akış aşağısındaki Aşağı Seyhan Ovası sulama suyu ihtiyaçları (ASO I, II, III), mevcut durum için yıllık olarak 1.467,94 hm³tür.

4.2.1.2 İçme-Kullanma Suyu Kullanımı

Köy/Mahalle bazlı nüfus verilerine göre hesaplanan mevcut durum içme-kullanma suyu kullanımları hesaplanmıştır. Alt havzalar için su ihtiyaç tahminleri yapılırken mahalle/köy bazlı nüfus verilerinden yola çıkılmıştır. Verilere göre en fazla içme ve kullanma suyu tüketimi Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda 99,21 hm³ iken, en az su tüketimi ise Göksu Irmağı Alt Havzası'nda 4,44 hm³tür.

4.2.1.3 Hayvancılık Su Kullanımı

Seyhan Havzasında ortalama hayvancılık su ihtiyacı mevcut durum için 10,70 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Havzada bulunan ilçelerdeki mevcut hayvan varlıklarından yola çıkılarak yapılan hayvancılık su tüketimlerinde İller Bankası'na ait insan ve hayvan su ihtiyacı varsayımları kabul edilmiş olup bu varsayımlar her bir küçükbaş hayvan için 15 l/gün, büyükbaş hayvan için ise 50 l/gün ve kümes hayvanları için 0,25 l/gün şeklindedir. Bu kullanımlar gelecek durum projeksiyonları için yapılan varsayımlarda hayvancılık su tüketimi sabit tutulmuştur.



4.2.1.4 Sanayi Su Kullanımı

Havzada sanayi tesislerinin hemen hemen tamamı içme suyu olarak şehir şebekesini kullanırken, proses için kullandıkları suyu genellikle kendi açtıkları kuyulardan temin etmektedir. Havza'nın en önemli sanayi kuruluşlarının bulunduğu Adana Hacı Sabancı Organize Sanayi Bölgesi su kaynağı olarak Ceyhan Nehri'ni kullandığından su tüketimleri Seyhan Havzası'na dahil değildir. Havzadaki su tüketimleri hesaplanırken münferit tesislerle yapılan anketler ve saha ziyaretlerinde elde edilen bilgilerden yola çıkılarak su kullanım hesapları yapılmıştır. Mevcut durum için havzadaki toplam sanayi su tüketimi 15,05 hm³/yıl şeklinde belirlenmiştir.

Santraller

Seyhan Havzası'nın Göksu Irmağı Alt Havzası'nda bulunan Tufanbeyli Enerjisa Enerji Üretim A.Ş. ile ilgili güncel su tüketimi saha ziyaretleri ve anket çalışmaları ile belirlenmiş olup, mevcut durumda su tüketimi 1,94 hm³ olarak belirlenmiştir.

4.2.1.5 Turizm Su Kullanımı

Seyhan Havzası turizm su ihtiyaç tahminleri yapılırken "İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname" de yer alan maddeler dikkate alınmıştır. Mevcut duruma dair konaklama bilgileriyle alakalı tüm veriler T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın havzadaki şehirlere ait sitelerinden ve ayrıca havza sınırları içerisindeki illerin İl Kültür ve Turizm Müdürlükleri ile yapılan anket çalışmalarından elde edilmiştir. Su ihtiyacı hesap edilen önemli turistik bölgelerin geceleme sayıları, şartnamede belirtilen günlük su ihtiyacı ile çarpılmıştır. Turizm bölgesi gelişmişliği değerlendirilirken, şehirlerdeki otellerin doluluk oranları ve yatak kapasiteleri göz önünde bulundurularak ortalama günlük su tüketim miktarı 500 l/gün olarak kabul edilmiştir.

4.2.1.6 Ekosistem Su Kullanımı

Proje kapsamında çevresel su akım miktarı elde etmek amaçlı Tennant metodu ve hidrolojik çevresel akım yöntemi yaklaşımları kullanılmıştır. Tennant yöntemi ile düşük (nisan-eylül) ve yüksek akım (ekim-mart) dönemleri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır. Aylık ortalama akım değerleri her bir alt havza için ve havzanın geneli için ayrı ayrı bulunmuştur. Alt havzalar için düşük ve yüksek akım dönemleri için ayrı olarak elde edilen aylık ortalama çevresel akışlar 9,9 hm³ ile 73,8 hm³ arasında değişmektedir. Seyhan Havzası'nın aylık toplam akımları dikkate alınarak yapılan hesaplamada ise aylık ortalama çevresel akış düşük akım dönemi için 98,0 hm³ ile yüksek akım dönemi için ise 218,6 hm³'tür.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tüm sektörler değerlendirilip, mevcut durumda Seyhan Havzası'na ait alt havza ve su tüketim bilgileri aşağıda Tablo 4.4 ile sunulmuştur.

Tablo 4.4 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Sektörel Su Kullanım Bilgileri

Alt Havzalar	Mevcut Yıllık Su Kullanımları (hm ³)						
	Tarım	İçme Kullanma	Sanayi	Hayvancılık	Turizm	Termik Santral Kullanımı	TOPLAM
Zamantı Irmağı	34,9	6,23	-	3,4	0,01	-	44,54
Göksu Irmağı	47,6	4,44	-	1,48	0,03	1,94	55,49
Seyhan Barajı.-Zamantı, Göksu B.Y	97,1	45,76	0,57	3,14	0,02	-	146,59
Aşağı Seyhan Ovası	1.740,9	99,21	14,48	2,68	0,5	-	1.857,77
SEYHAN HAVZASI	1.920,5	155,79	15,05	10,70	0,56	1,94	2.104,53

4.2.1.7 Havzalararası Su Aktarımı Projeleri

Seyhan Havzası'nda mevcut durumda yapılan ve planlanan su transferleri Tablo 4.5 ile verilmiştir.

Tablo 4.5 Seyhan Havzası'ndaki Su Transferleri

Yıl	Su Veren Havza	Su Alan Havza	Su Aktarımı (hm ³ /yıl)	Açıklama	
Mevcut	-	Ceyhan	Seyhan	9	Ceyhan Nehrin'den Seyhan Havzası'na Çotlu Pompaj Sulaması için su aktarılıyor.
	2016	Seyhan	Kızılırmak	104	Zamantı Irmağı üzerinde planlanan Gümüşören Barajı mansabından Gıcık Regülatörü ve Zamantı Tüneli vasıtası ile Develi Ovası'na su aktarılıyor.
	2017	Seyhan	Ceyhan	3	Yedigöze Barajı'ndan Ceyhan Havzası'nda yapımı süren İmamoğlu Sulama Projesi kapsamında brüt 560 ha'lık Musullu Sulaması'na su aktarılıyor.
Planlanan	2025 yılından itibaren	Seyhan	Kızılırmak	30,97	Sarımsaklı Barajı'na Aktarılacak Sular: Zamantı Irmağı Havzası içerisinde Bahçelik Barajı'ndan Kızılırmak Havzası'ndaki Sarımsaklı Barajı'na su aktarılması
	2020 yılından itibaren			32,93	Tacin Kaynağından Aktarılacak Sular: Zamantı Irmağı Havzası içerisinde kalan Tacin Kaynakları sularının, Kayseri İli'ne içme ve kullanma suyu olarak aktarılması
	2045 yılından itibaren			4,05	Elbaşı Kaynağından Aktarılacak Sular: Elbaşı Kaynağı suyunun Kayseri İli'ne içme ve kullanma suyu olarak aktarılması
	2020 yılından itibaren			94,11	Sarıoğlan ve Ağırnas Sulamaları: Bahçelik Barajı'ndan Bünyan Sarıoğlan Sulaması için 87,16 hm ³ /yıl, Kayseri Ağırnas Sulaması için 6,95 hm ³ /yıl su aktarılması
	2022 yılından itibaren	Seyhan	Ceyhan	542,94	İmamoğlu Projesi İçin Aktarılacak Sular: Tam gelişme durumunda 542,94 hm ³ /yıl su aktarılması planlanmaktadır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

4.2.2 Projeksiyon Dönemi Su Kullanım Tahminleri

Projeksiyon dönemi için tüm sektörlere ait su kullanımları hesaplanmış olup Seyhan Havzası ve alt havzalarına ait özet sonuçları Tablo 4.6 ile sunulmuştur.

Tablo 4.6 Seyhan Havzası Projeksiyon Dönemi Sektörel Su Kullanım Bilgileri

Alt Havzalar	Tarım (hm ³)			Hayvancılık (hm ³)			İçme Kullanma (hm ³)		
	2018	2051	2076	2018	2051	2076	2018	2051	2076
	- 2050	- 2075	- 2098	- 2050	- 2075	- 2098	- 2050	- 2075	- 2098
Zamantı Irmağı	454,3	489,7	498,1	5,3	8,9	11,9	7,4	10,1	12,5
Göksu Irmağı	156,6	167,1	171,1	2,4	4,1	5,4	5,4	7,6	9,9
Seyhan Barajı.- Zamantı, Göksu B.Y.	315,2	335,3	344,9	6,3	12	16,7	51,8	71,3	84,8
Aşağı Seyhan Ovası	2.439,30	2.551,50	2.655,30	4,3	7,3	9,7	99,4	135,4	163,8
SEYHAN HAVZASI	3.365,30	3.543,60	3.669,40	18,3	32,3	43,6	164,1	224,4	271
Alt Havzalar	Sanayi + Termik Santral (hm ³)			Turizm (hm ³)			Toplam Su Tüketimi (hm ³)		
	2018	2051	2076	2018	2051	2076	2018	2051	2076
	- 2050	- 2075	- 2098	- 2050	- 2075	- 2098	- 2050	- 2075	- 2098
Zamantı Irmağı				0	0	0	467	508,8	522,5
Göksu Irmağı	2,9	4,5	5,6	0	0,1	0,1	167,3	183,3	192
Seyhan Barajı.- Zamantı, Göksu B.Y.	0,8	1,3	1,6	0	0,1	0,1	374,2	420	448,1
Aşağı Seyhan Ovası	18,4	33,5	41,7	0,7	1,2	1,5	2.562,10	2.728,80	2.872,00
SEYHAN HAVZASI	22,1	39,3	48,9	0,8	1,3	1,7	3.570,60	3.840,80	4.034,50

4.3 Su Bütçesi

Su bütçesi hesaplamalarında 2 önemli yaklaşım yapılmıştır. Bu yaklaşımlar kullanılabilir yüzeysel su oranı ve kullanılabilir yeraltı su oranıdır. Toplam yüzeysel su potansiyelinin kullanılabilir yüzeysel su potansiyeline çevrimi hesaplaması için gereken **Kullanılabilir Yüzeysel Su Oranı** için çeşitli kaynaklar incelenmiş ve bu oranın Türkiye için mevcut durumda %60 olduğu belirlenmiştir (DSİ, 2017). Bu değer bu havzaya ait alt havzalarda da aynı kabul edilmiştir. Emniyetli Yeraltı Suyu Rezervi hesaplamaları için gereken **Kullanılabilir Yeraltı Su Oranı**'nın belirlenmesi için hem havzanın jeolojik yapısı incelenmiş hem de su bütçesinin daha dengeli olması amaçlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Seyhan Havzası Kullanılabilir Yeraltı



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Su Oranı %80 olarak belirlenmiş olup bu değer bu havzaya ait alt havzalarda da aynı kabul edilmiştir. Ayrıca tüketilmeyen su miktarları da hesaplanmıştır. Bu değer brüt yüzeysel su potansiyelinin toplam yüzeysel su kullanımından çıkartılmasıyla hesaplanmış olup toplam yüzeysel su kullanımı değerleri tarımsal, içme ve kullanma, sanayi, turizm, derivasyon ve termik santral su kullanımlarını kapsamaktadır.

4.4 Mevcut Dönem Su Bütçesi

Seyhan Havzası ve alt havzalarına ait su bütçesi değerleri Tablo 4.7 ile verilmiştir. Buna göre, tüketim dışı kullanılabilir su potansiyeli Seyhan Havzası'nda 3.728,3 hm³ iken; Zamantı Irmağı'nda 1.784,2 hm³, Göksu Irmağı'nda 1.499,5 hm³, Seyhan Barajı Birleşim Yeri'nde 4.846,6 hm³ ve Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda ise 3.735,4 hm³ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.7 Seyhan Havzası ve Alt Havzaları Su Bütçesi

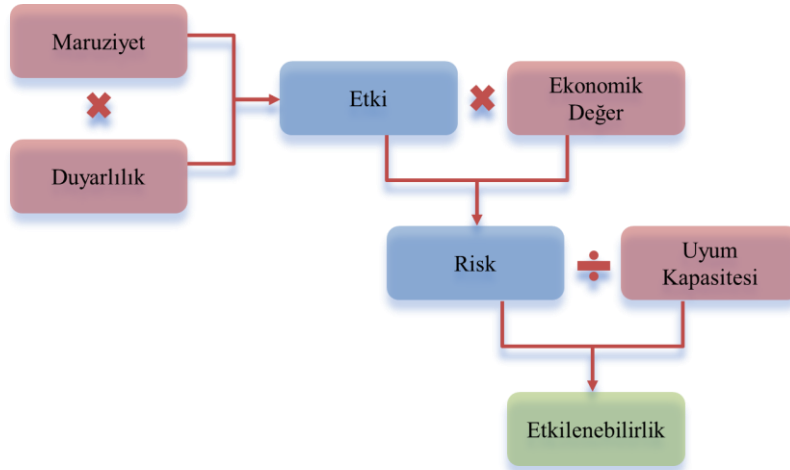
Alt Havzalar	Yağış Alanı (km ²)	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Yıllık Toplam Yağış Hacmi (hm ³)	Buharlaştırma Hacmi (hm ³)	Yerüstü Su (YÜS) Potansiyeli (hm ³)	Yeraltı Suyu (YAS) Beslenimi (hm ³)	Brüt YÜS Potansiyeli (hm ³)	Havzalar Arası Su Transferi (Gelen) (hm ³)
Zamantı Irmağı	8.770,0	545,6	4.784,9	1.861,3	2.031,8	892,1	2.031,8	0,0
Göksu Irmağı	4.393,0	637,4	2.800,1	401,7	1.818,9	579,6	1.818,9	0,0
Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	6.239,0	695,9	4.341,7	1.765,8	1.743,4	832,4	1.743,4	0,0
Aşağı Seyhan Ovası	2.633,0	697,2	1.835,7	752,4	625,4	458,0	634,4	9,0
Seyhan Havzası	22.035,0	552,6	12.176,5	3.204,8	6.219,5	2.753,2	6.228,5	9,0
Alt Havzalar	Kullanılabilir YÜS Potansiyeli (hm ³)	Üst Havzadan Gelen Su (hm ³)	Emniyetli Yeraltı Suyu Rezervi (hm ³)	Havza Kullanılabilir Su Potansiyeli (hm ³)	Havzalar Arası Su Transferi (Giden) (hm ³)	Su Kullanımı (hm ³)	Havzada Tüketilen Toplam Su Miktarı (hm ³)	Havzada Tüketim Dışı Kullanılabilir Su Potansiyeli (hm ³)
Zamantı Irmağı	1.219,1	0,0	713,7	1.932,8	104,0	44,5	148,5	1.784,2
Göksu Irmağı	1.091,3	0,0	463,7	1.555,0	0,0	55,5	55,5	1.499,5
Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	1.046,0	3.283,7	665,9	4.995,7	3,0	146,1	149,1	4.846,6
Aşağı Seyhan Ovası	380,6	4.846,6	366,4	5.593,6	0,0	1.858,2	1.858,2	3.735,4
Seyhan Havzası	3.737,1	0,0	2.202,6	5.939,7	107,0	2.104,4	2.211,4	3.728,3



5 SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ

Sektörel etkilenebilirlik analizi doğal (taşkın, deprem, fırtına, vb.) veya insan kaynaklı (terör saldırıları) felaketlerde, belirli sektörlerin bu durumdan nasıl etkilenebileceğini belirlemek için kullanılan bir değerlendirme sistematiğidir. Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) de bu yaklaşımı benimseyerek etkilenebilirliği “bir sistemin maruz kaldığı iklim değişikliği etkilerinin gözlenme düzeyi” olarak tanımlamakta ve maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi olmak üzere üç ana elemana dayandırmaktadır. IPCC tarafından önerilen üç ana elemana ek olarak *ekonomik değer* isimli bir başka indeks de literatürde öne çıkmaktadır. Ekonomik değer, gerçekleşen iklim olayı sonrası gözlenen kâr/zarar durumlarını ifade etmektedir ve bu çalışmada ayrı bir indeks olarak değerlendirilecektir.

Buna göre, sektörel etkilenebilirlik maruziyet, duyarlılık, ekonomik değer ve uyum kapasitesi indeksleri kullanılarak Şekil 5.1’de gösterilen yöntem ile hesaplanmıştır.



Şekil 5.1. Etkilenebilirlik Hesaplaması

Sektörel etkilenebilirlik çalışması kapsamında 7 sektör incelenmiştir: Bunlar; İçme ve kullanma suyu, tarım, sanayi, ekosistem, enerji, turizm ve sağlık sektörleridir. İncelenen sektörler için Maruziyet, Duyarlılık, Ekonomik Değer ve Uyum Kapasitesi indeksleri ile Su Kullanım İndeksi (WEI) hesaplanarak bu indekslerin oluşturduğu etki ve risk indeksleri belirlenip, sektörel etkilenebilirlik analizi tamamlanmıştır.

5.1 Maruziyet ve Su Kullanım İndekslerinin Hesaplanması

Etkilenebilirliğin ifade edilmesinde kullanılan maruziyet indeksi bir sistemin iklim olayına maruz kalma derecesini yansıtmaktadır. Bu çalışmada ‘kuraklık olayı’ maruziyet bileşeni olarak ele alınmıştır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Su kaynakları üzerindeki baskıyı (stresi) miktar olarak gösteren su kullanım indeksi (Water Exploitation Index-WEI) ise bir ülkedeki tatlı suya olan yıllık toplam talebin uzun yıllar ortalama tatlı su kaynakları miktarına bölünmesi ile elde edilir (EEA, 2018). WEI, toplam su talebinin mevcut su kaynakları üzerinde nasıl bir baskı olduğunun göstergesi olup yüzdelik oran olarak ifade edilir. Ayrıca WEI, mevcut kaynakları ile ilgili olarak yüksek talep gören ve bu nedenle su stresi sorunlarına maruz kalma eğilimi gösteren ülkeleri de belirlemektedir.

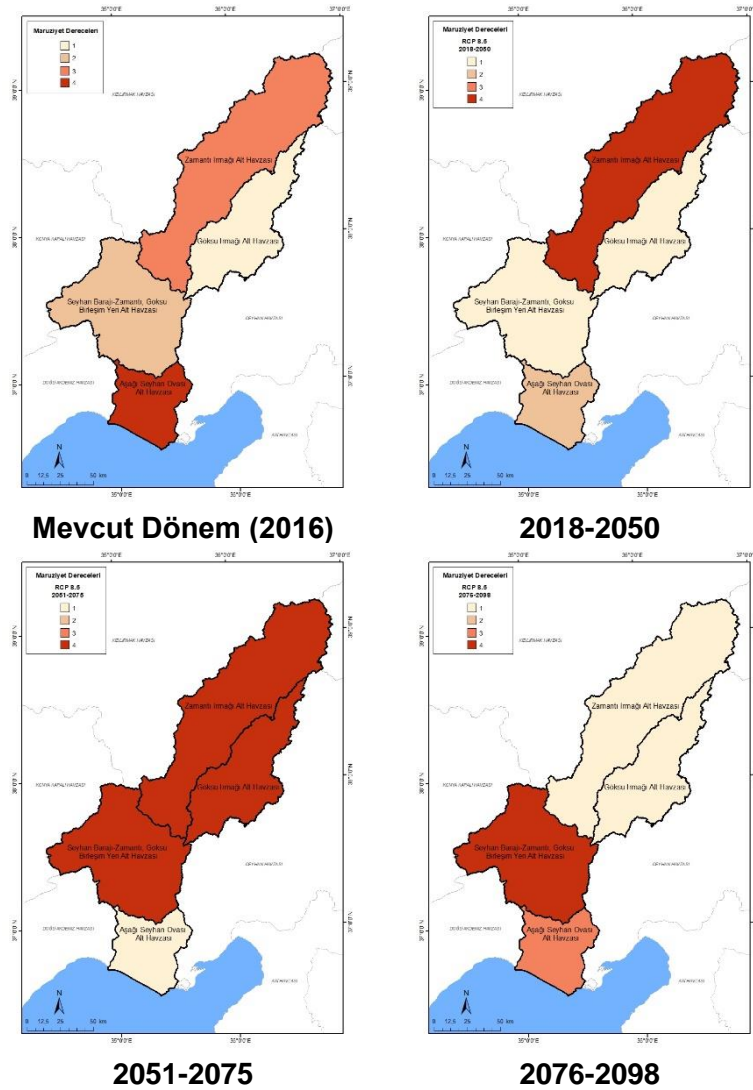
5.1.1 Maruziyet İndeksi

Etkilenebilirliğin ifade edilmesinde kullanılan Maruziyet indeksi bir sistemin iklim olayına maruz kalma derecesini yansıtmaktadır. IPCC tarafından belirlenen iklim maruziyeti indikatörleri sıcaklık artışı, şiddetli yağış, kuraklık ve deniz seviyesindeki yükselişi içermektedir (IPCC, 2014). Maruziyet indeksi riskin kendisi olup, kuraklık şiddetine karşılık gelmektedir. Bu sebeple kuraklığa maruz kalınma derecesinin analiz edilebilmesi için kuraklığın süresini ve şiddetini sayısal olarak ölçebilen indekslere ihtiyaç duyulmaktadır.

Proje kapsamında mevcut dönem (1970-2016) ve projeksiyon dönemi (2018-2100) için SPI12, SPEI12 ve PDSI indeksleri maruziyet hesaplamalarında parametre olarak kullanılmak üzere seçilmiştir. RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre kuraklık indeksleri 1970-2098 periyodu için hesaplanmıştır. Projeksiyon döneminin mevcut döneme göre değişimi incelenmiş olup, havza bazında hesaplanan indeksler karşılaştırılmıştır. Buna göre, 3 indeks için de ortak kurak periyotlar öngörülmüştür. Her iki senaryo birlikte değerlendirildiğinde, 2018-2050 periyodunda RCP4.5 senaryosunun RCP8.5 senaryosuna göre daha kurak sonuçlar tahmin ettiği; 2051-2075 ile 2076-2098 periyotlarında ise RCP8.5 senaryosunun RCP4.5 senaryosuna göre daha kurak tahminler ürettiği görülmüştür.

5.1.1.1 Mevcut ve Projeksiyon Dönemlerinde Maruziyet İndeksinin Hesaplanması

Her bir kuraklık indeksinin (SPI12, SPEI12 ve PDSI) tüm kurak dönemlerdeki indeks değerlerinin ve her bir alt havza için toplamı alınarak toplam kuraklık şiddetleri elde edilmiş olup, kurak dönemlerin toplam şiddeti hesaplanmıştır. Mevcut dönem ve RCP8.5 senaryosunun projeksiyon dönemleri için kuraklık şiddetleri normalize edilerek derecelendirilmiş ve alt havzaların maruziyet dereceleri belirlenmiştir. Maruziyet indeksinin tüm dönemlerde alt havzalar bazında dağılımları ise Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Maruziyet İndeksi Haritası

Haritalar incelendiğinde mevcut dönemde Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın en yüksek, Göksu Irmağı Alt Havzası'nın ise en düşük maruziyet derecesine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın maruziyet derecesinin yüksek olarak bulunmasının nedeni SPI12 ve SPEI12 normalize toplam kuraklık şiddeti değerlerinin yüksek olması, Göksu Irmağı Alt Havzası'nın değerinin düşük olması da yine SPI12 ve SPEI12 değerlerinin düşük olmasıdır.

Projeksiyon döneminde Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın kuraklığa 2018-2050 ve 2051-2075 dönemlerinde en şiddetli, 2076-2098 döneminde ise en az maruz kaldığı görülmüştür. Göksu Irmağı Alt Havzası'nın kuraklığa 2018-2050 döneminde en az, 2051-2075 döneminde en şiddetli ve 2076-2098 döneminde ise en az maruz kaldığı görülmüştür. Seyhan Barajı Birleşim



**T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Yeri Alt Havzası'nın kuraklığa 2018-2050 döneminde en az, 2051-2075 ve 2076-2098 dönemlerinde ise en şiddetli maruz kaldığı görülmüştür. Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın ise 2018-2050 döneminde orta, 2051-2075 döneminde en az ve 2076-2098 döneminde ise şiddetli maruz kaldığı görülmüştür.

5.1.2 Su Kullanım İndeksi (WEI)

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), Avrupa ülkelerinin su durumunu (kıtık, bolluk) Su Kullanım İndeksi (WEI)'ni hesaplayarak analiz etmektedir. WEI, tatlı sulardan çekilen toplam su miktarının ülkedeki tatlı su kaynağı miktarına oranı alınarak uzun dönem için hesaplanıp, yüzde olarak ifade edilmektedir. Sonuç olarak WEI, ülkedeki mevcut su kullanım seviyesinin mevcut su kaynakları üzerindeki baskıyı belirtir.

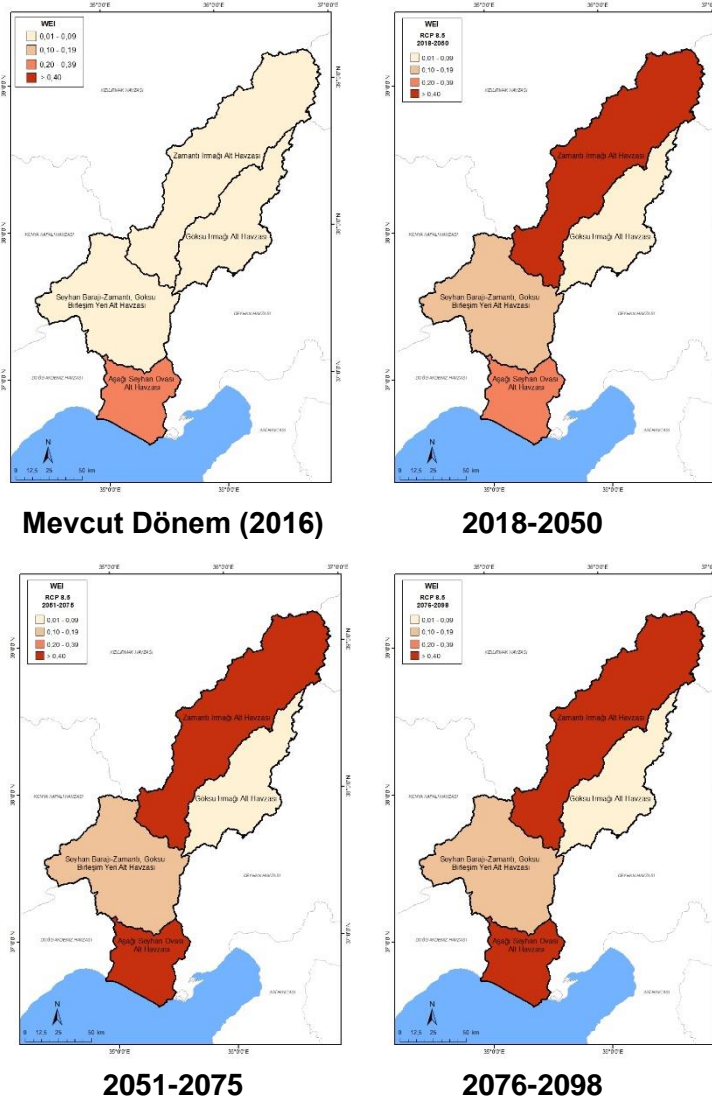
AÇA, su stresini değerlendirmek için eşik değerleri ile ülkelerin su stresini kategorize etmiştir. Bu kapsamda su stresi %10'un altında ise stres göstermediği, %10 ila %20 arasında ise düşük stres olduğu, %20 ila %40 arasında ise stres olarak nitelendirildiği, %40'ın üzerinde ise bölgenin ağır stres altında olduğunu göstermektedir. Bu eşiklerin ortalama değerler olarak anlaşılması gerekir. Bundan dolayı, WEI>%20 olan ülkeler, düşük su seviyeleri dönemlerinde ağır su stresine karşı karşıya kalırlar.

5.1.2.1 Mevcut ve Projeksiyon Dönemlerinde Su Kullanım İndeksinin Hesaplanması

Seyhan Havzası'nın ve havzada yer alan alt havzaların WEI değerlerinin hesaplanması için detaylı olarak su tüketimi ve su potansiyeli bilgileri elde edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Alt havzaların su tüketim değerleri mevcut dönem için Tablo 4.4, projeksiyon dönemi için ise Tablo 4.6 ile sunulmuştur. Seyhan Havzası'ndaki toplam su tüketiminin mevcut dönem için 107,0 hm³'lük giden su transferi ile yıllık olarak 2.211,39 hm³ olduğu görülmüştür. Projeksiyon döneminde ise üç dönem için sırasıyla 4.379 hm³, 4.650 hm³ ve 4.843 hm³ olarak hesaplanmıştır. Alt havzaların tüketimleri incelendiğinde ise, tüm dönemlerde Aşağı Seyhan Ovası'nın en fazla, Göksu Irmağı'nın ise en az su tüketimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Seyhan Havzası'nda toplam su potansiyelinin gelen su transferleri ile birlikte mevcut dönem için 8.438,2 hm³, projeksiyon döneminde ise üç dönem için sırasıyla 8.400,7 hm³, 7.649,5 hm³ ve 7.823,4 hm³ olduğu belirlenmiştir. Üst havzadaki tüketim fazlası su potansiyelinin de ilave edilerek belirlendiği havza su potansiyeline bakıldığında, en fazla su potansiyeline mevcut ve projeksiyon dönemlerinde Aşağı Seyhan Ovası'nın en düşük su potansiyeline ise mevcut dönemde Göksu Irmağı, projeksiyon döneminde ise Zamantı Irmağı'nın sahip olduğu görülmektedir.

Seyhan Havzası'nın mevcut ve projeksiyon dönemleri için hesaplanan su kullanım değerleri Şekil 5.3 ile verilen haritalarda sunulmuştur.



Şekil 5.3. Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Su Kullanım İndeksi (WEI) Haritası

Haritalar incelendiğinde, sadece mevcut dönemde su stresinde olan Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'na ek olarak projeksiyon döneminde de Zamanti Irmağı Alt Havzası'nın ağır su stresinde olacağı belirlenmiştir. En az su kullanımına ihtiyaç duyan Göksu Irmağı Alt Havzası'nın ise mevcut dönemde olduğu gibi 3 projeksiyon döneminde de su stresi olmayan alt havza olduğu görülmektedir.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Projeksiyon döneminin üç döneminde de Seyhan Havzası'nda WEI değerleri ağır su stresine karşılık gelmekte olup dönemler için sırasıyla 0,52, 0,61 ve 0,62'dir. Sonuç olarak, Seyhan Havzası'nda gelecek dönemlerde su stresinin giderek artacağı tahmin edilmektedir.

5.2 Mevcut Dönem ve Projeksiyon Dönemleri Yeraltı Suyu Potansiyeli Analizi

Doğal koşullara (iklim, yağış, sıcaklık, vb.) bağlı olarak yeraltı suyunun da potansiyeli değişmektedir. Ancak, günümüzde artan nüfusa bağlı olarak içme-kullanma, sanayi ve sulama amaçlı yeraltı suyu kullanımları yeraltı suyu potansiyelini ve yeraltı suyu seviyelerini etkilemektedir. Bir akifer alanın yayılım gösterdiği drenaj alanı içinde yağışların azalması, sıcaklıkların artmasına bağlı olarak buharlaşmaların artması veya antropojenik baskılar sonucu yeraltı suyu çekimlerinin artması, yeraltı suyu stresinin artması anlamına gelmektedir.

Bu çalışma kapsamında, yeraltı suyu stresi veya yeraltı suyu miktar baskısı yeraltı suyu çekimlerinin yeraltı suyu beslenimlerine oranı yeraltı suyu stresinin rakamsal değerlerini vermektedir. Daha detaylı özel alanlar için yapılan yeraltı suyu stres analizlerinde, sulamalardan dönen sular ile yeraltı suyundan ekosistem su ihtiyacı için çekilen sular da dikkate alınmaktadır.

Yeraltı suyu stresi, yeraltı suyu çekimlerinin yeraltı suyu beslenimlere oranı alınarak elde edilmiştir. Her bir alt havza için çıkartılan bu oranlar ile çalışılan alt havza içinde var ise rasat kuyularının da seviye değişimleri ile yeraltı suyu stresi de yorumlanabilir.

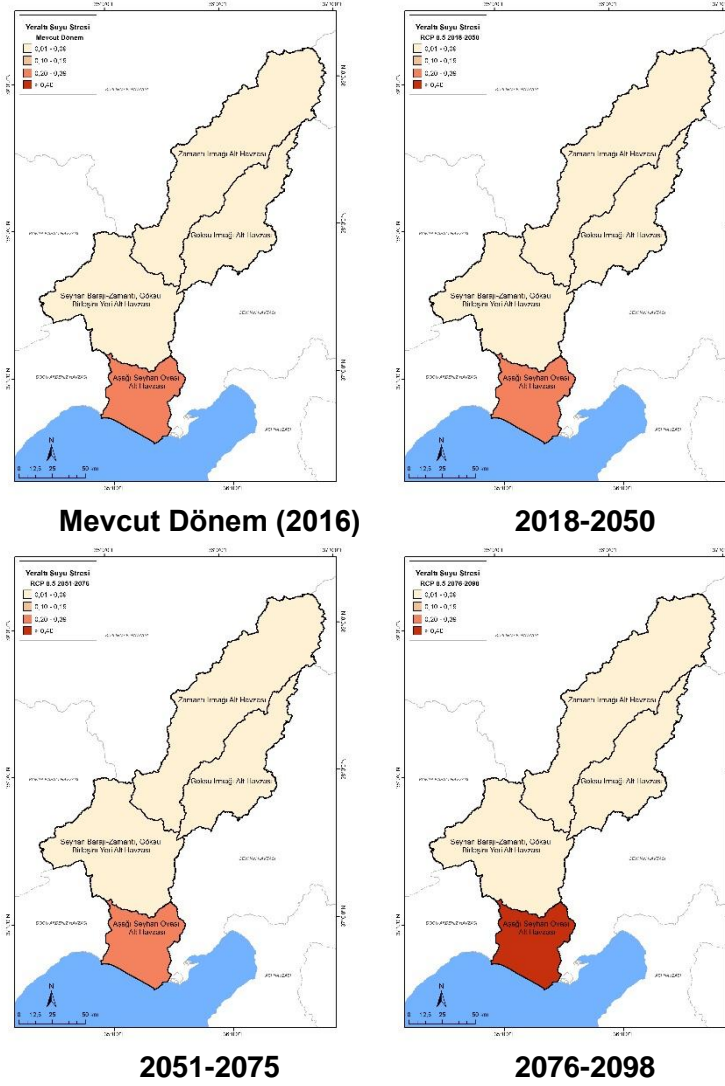
5.2.1 Seyhan Havzası Yeraltı Suyu Stres Analizi

Yeraltı suyu stres çalışmalarında alt havza bazlı olarak mevcut dönem yeraltı suyu (1970-2015) ve RCP 4.5 ile RCP 8.5 senaryosunun 2018-2099 projeksiyon dönemlerine göre 3 dönem halinde (2018-2050, 2051-2075, 2076-2098) yeraltı suyu beslenimleri, yeraltı suyu çekimleri ve bunlara bağlı olarak yeraltı suyu stresleri ortaya konmuştur.

Yeraltı suyu stres analizi çalışmasında çıkan oranlamalara bağlı olarak yeraltı suyu stres rakam aralıklarının hangi sınıflandırmalarla tanımlandığı aşağıda tablo olarak sunulmuştur. Bu tablodaki sınıflar yüzey suyu Su Kullanım İndeksi (WEI) başlığı altında uygulanan ve anlatılan eşik değerler uygulanmıştır.

Seyhan Havzası morfolojik, jeolojik ve hidrojeolojik koşullarına bağlı olarak Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda yeraltı suyu stresi daha yüksek çıkmıştır. Özellikle 2075-2098 RCP8.5 iklim koşullarında yeraltı suyu stresi %50'nin üstüne çıkmaktadır. En düşük yeraltı suyu stresi ise Seyhan Havzası içine Birleşim Yeri Alt Havzası'nda görülmüştür. Bu bölge tamamen dağlık

ve morfolojik olarak oldukça pürüzlü olması nedeni ile yeraltı suyu kullanımı ve çekimler çok daha düşüktür. Yeraltı suyu stresi analizleri ve sonuçları aşağıdaki haritada sunulmuştur.



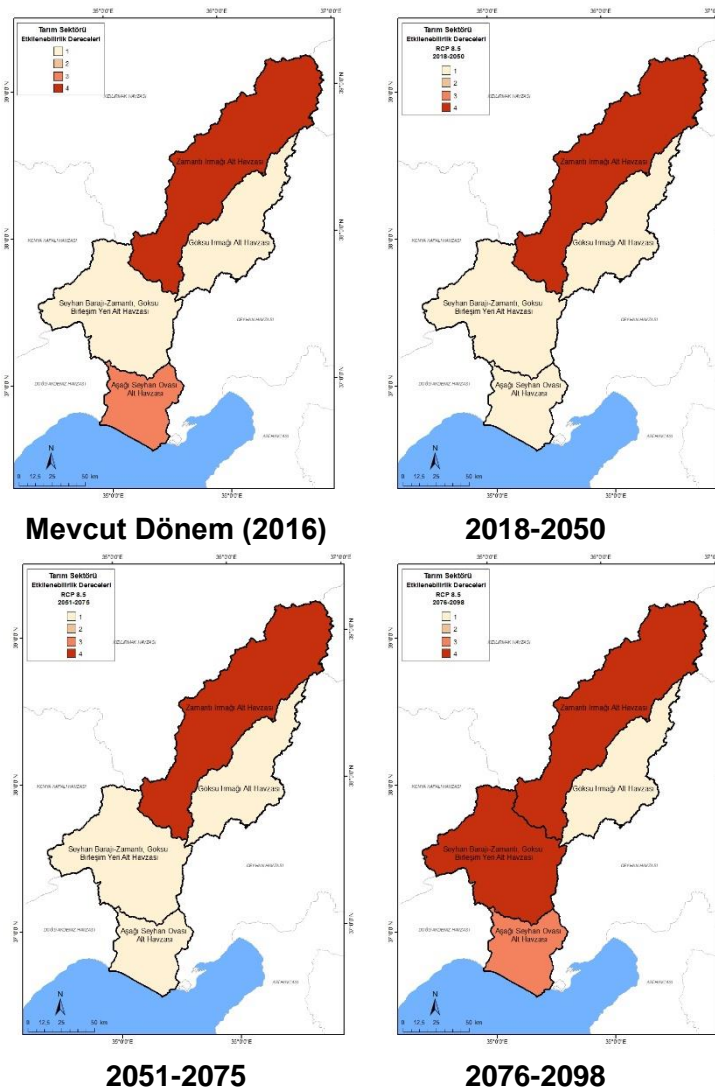
Şekil 5.4 Yeraltı Suyu Stresinin Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemine Göre Dağılımı

5.3 Mevcut Dönem ve Projeksiyon Dönemlerinde Sektörel Etkilenebilirlik Analizi

Aşağıda verilen şekiller üzerinde belirlenen 7 sektöre ilişkin yapılacak analizlerde kullanılacak indeksler verilmiştir.

5.3.1 Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Tarım sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.5 ile sunulmaktadır.



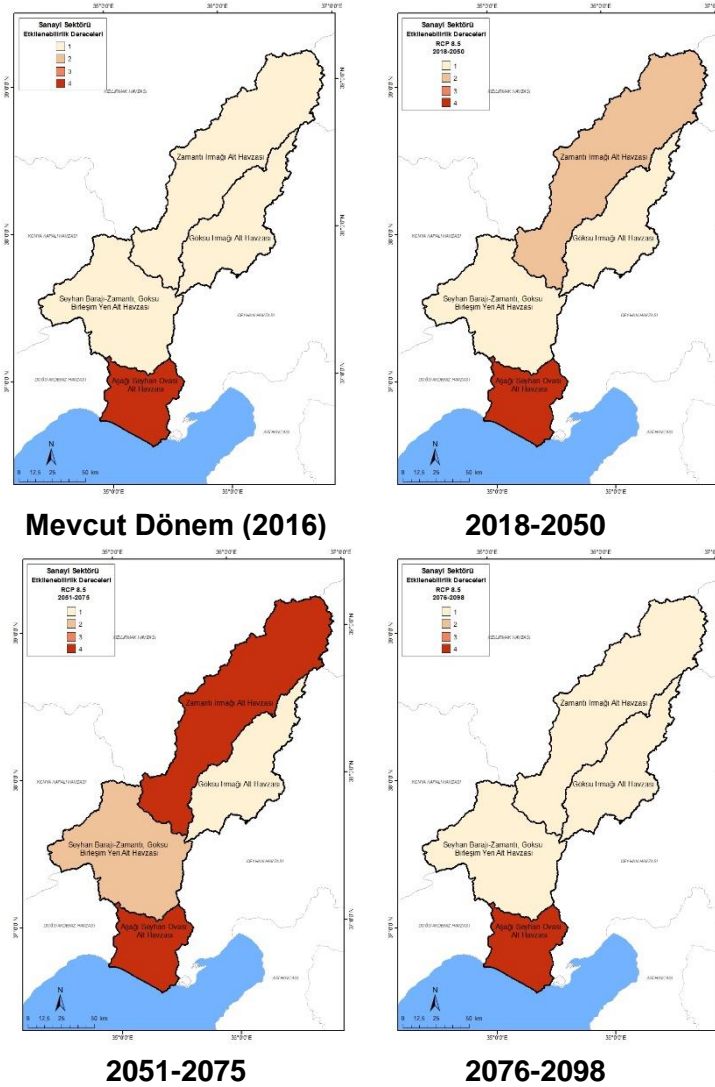
Şekil 5.5. Tarım Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası

Haritalarda görüldüğü gibi Zamanti Irmağı Alt Havzası'nda etkilenebilirlik mevcut dönemde olduğu gibi tüm projeksiyon dönemlerinde de en yüksek değeri alacağı belirlenmiştir. Zamanti

Irmağ'ının yüksek duyarlılığa ve düşük uyum kapasitesine sahip olması alt havzanın etkilenebilirliğinin yüksek olmasına neden olmuştur. Mevcut dönemde yüksek etkilenebilirlik derecesine sahip Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda 2076-2098 döneminin sonunda ise yine yüksek etkilenebilirlik öngörülmektedir. Seyhan Barajı Birleşim Yeri Alt Havzası'nda da etkilenebilirliğin 2076-2098 döneminde en yüksek seviyede olacağı öngörülmüştür.

5.3.2 Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Sanayi sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.6 ile sunulmaktadır.



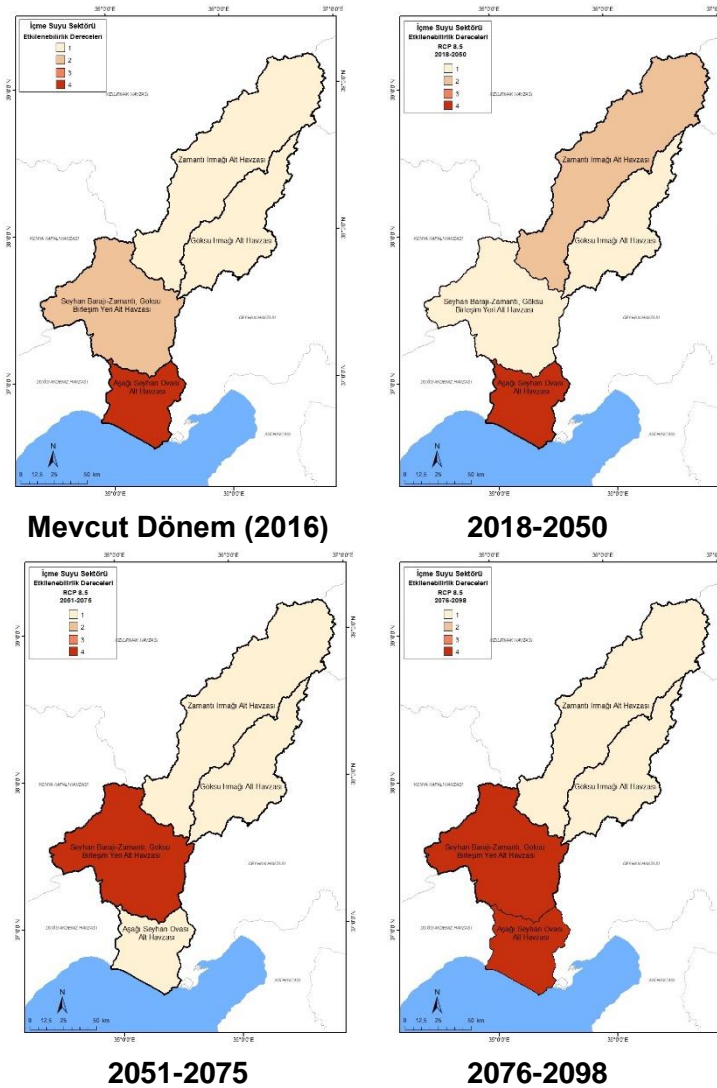
Şekil 5.6. Sanayi Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası

Mevcut durumda en yüksek etkilenebilirlik derecesine sahip, Seyhan Havzası'nın sanayi bakımından en gelişmiş alt havzası olan Aşağı Seyhan Ovası'nın üç projeksiyon döneminde

de en yüksek etkilenebilirliğe sahip olduğu öngörülmektedir. Mevcut dönemde en düşük etkilenebilirliğe sahip olan Zamantı Irmağı Alt Havzası ise 2018-2050 döneminde orta, 2051-2075 döneminde en yüksek, 2076-2098 döneminde ise en düşük seviyede etkilenebilirliğe sahip olacaktır. Yine mevcut dönemde yine düşük etkilenebilirliğe sahip olan Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası da 2018-2050 döneminde en düşük, 2051-2075 döneminde orta ve 2076-2098 döneminde ise en düşük seviyede etkilenebilirliğe sahip olacaktır.

5.3.3 İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

İçme ve Kullanma Suyu sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.7 ile sunulmaktadır.



Şekil 5.7. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

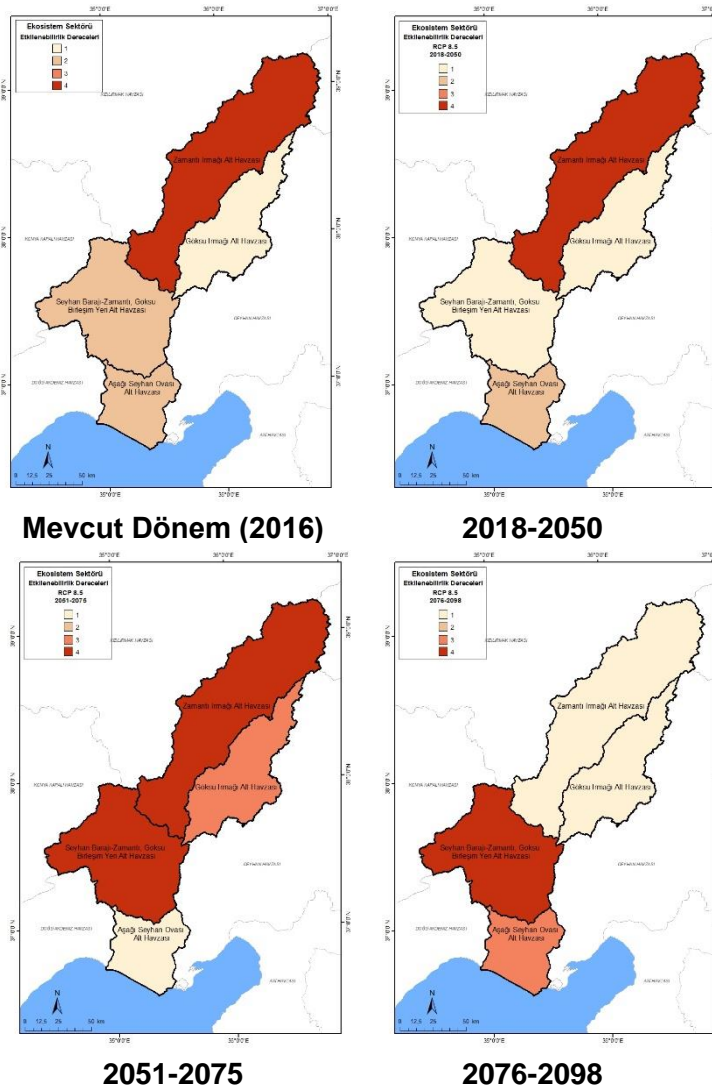


TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İçme ve kullanma suyu sektöründe nüfusu en fazla olan Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın hem mevcut dönemde hem de 2018-2050 ve 2076-2098 projeksiyon dönemlerinde en yüksek etkilenebilirliğe sahip olacağı öngörülmektedir. Yine nüfusu yüksek ikinci alt havza olan Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri'nde etkilenebilirlik mevcut dönemde orta seviye iken, son iki projeksiyon döneminde ise en yüksek seviyede olacağı öngörülmektedir.

5.3.4 Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Ekosistem sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.8 ile sunulmaktadır.



Şekil 5.8. Ekosistem Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası

Zamantı Irmağı Alt Havzası yüksek seviyede maruziyet ve düşük seviyede uyum kapasitesine sahip olması sebebiyle hem mevcut dönemde hem de ilk iki projeksiyon döneminde en



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

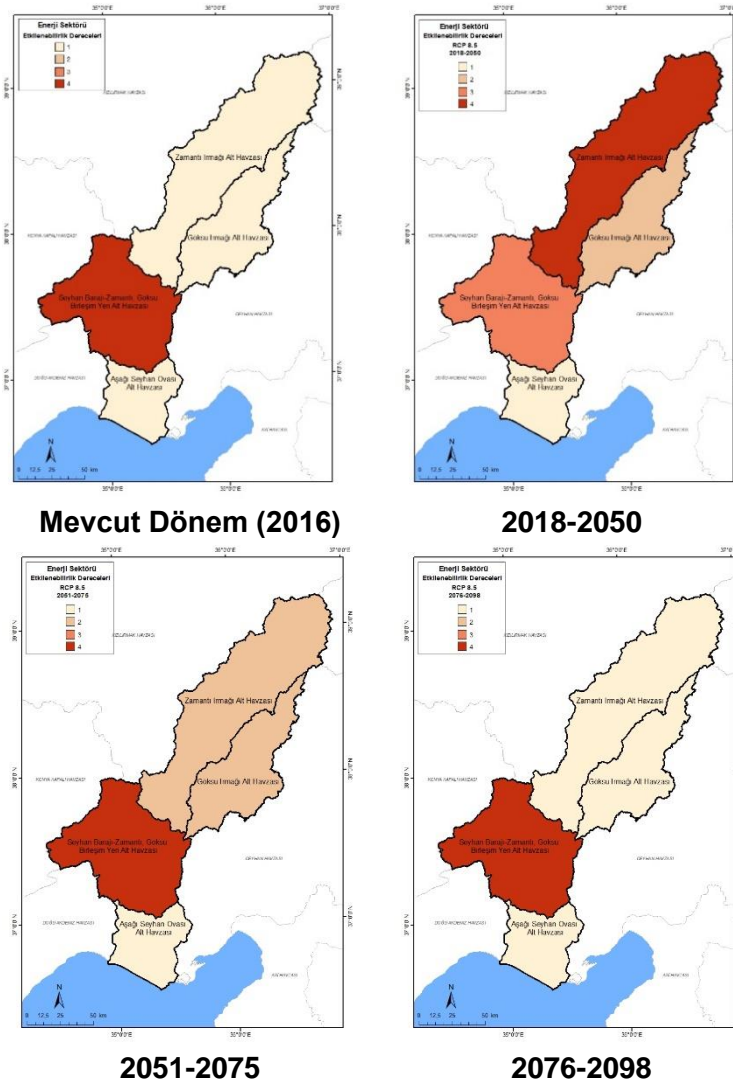


TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

etkilenebilir havza olmuştur. Bu durum, Zamantı Irmağı Alt Havzası'nda ekosistem uyum kapasitesini arttırmaya yönelik çalışmalara yoğunlaşılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nda mevcut dönemde etkilenebilirlik orta seviyede iken, son iki dönemde ise en yüksek etkilenebilirlik değerine ulaşılacağı öngörülmektedir. Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda ilk dönem mevcut durum ile benzerlik göstermekte olup orta seviyede, 2076-2098 döneminde ise etkilenebilirlik derecesinin yüksek seviyeye ulaşacağı öngörülmektedir.

5.3.5 Enerji Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Enerji sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.9 ile sunulmaktadır.

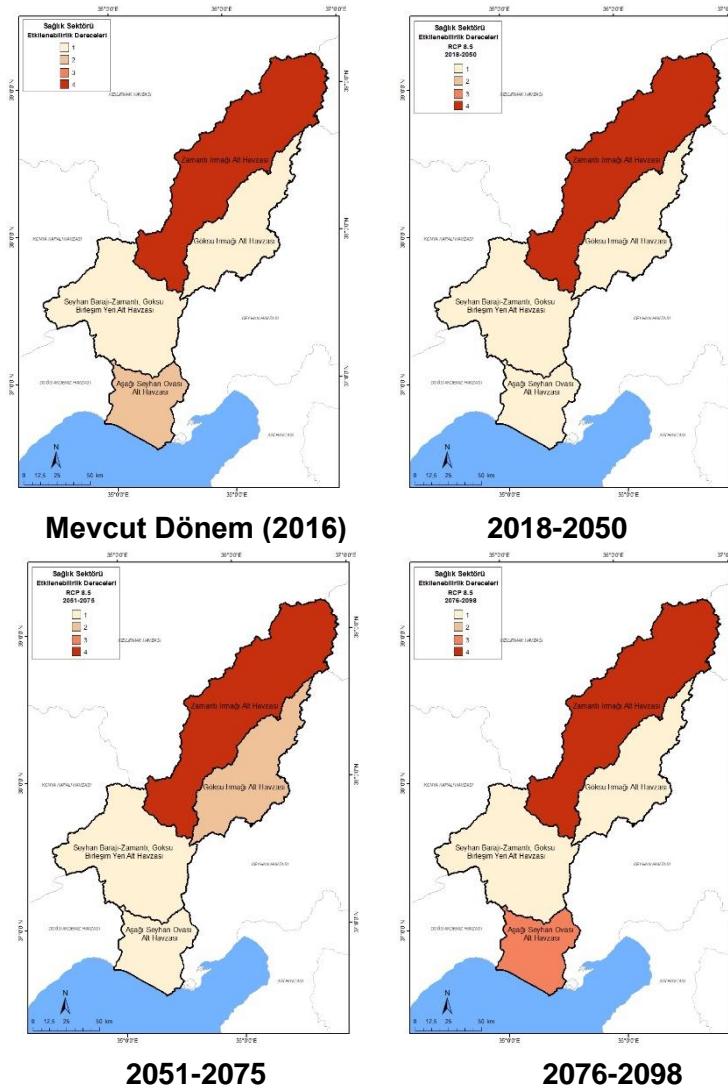


Şekil 5.9. Enerji Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası

En yüksek HES kurulu gücüne sahip olan Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın mevcut dönemde olduğu gibi projeksiyon dönemlerinde de en yüksek etkilenebilirlik seviyesinde olacağı beklenmektedir. Mevcut dönemde en düşük etkilenen Zamantı Irmağı'nın, 2018-2050 döneminde en yüksek, 2051-2075 döneminde orta, 2076-2098 döneminde ise en düşük seviyede etkileneceği öngörülmektedir.

5.3.6 Sağlık Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Sağlık sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.10 ile sunulmaktadır.



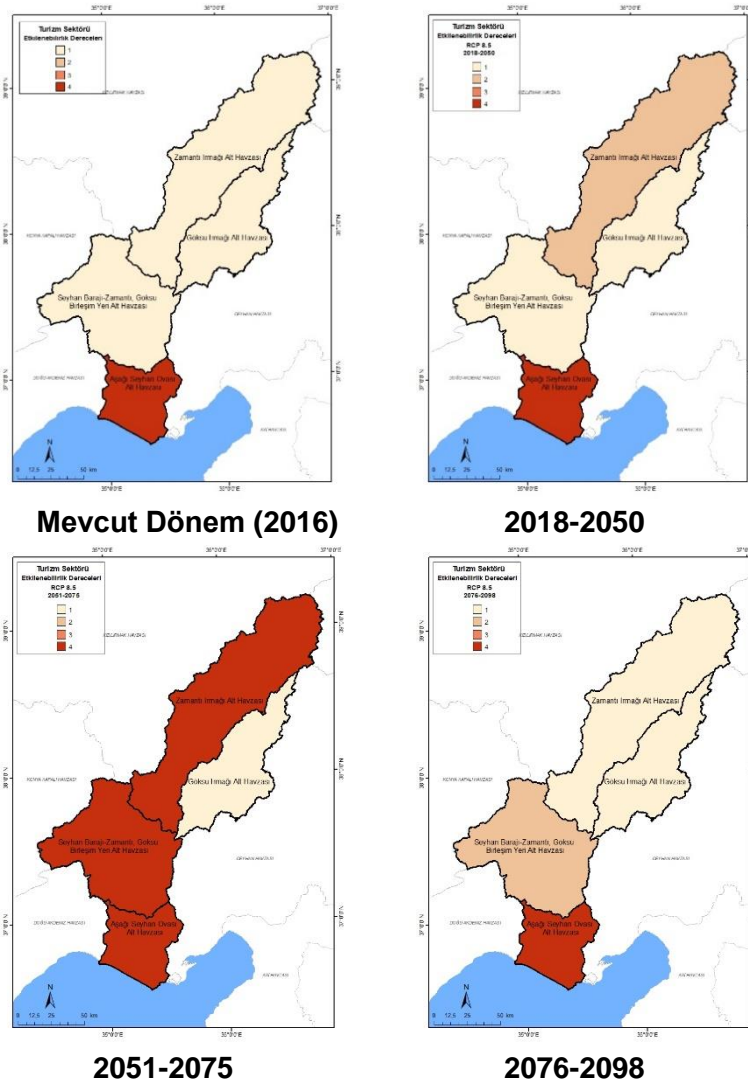
Şekil 5.10. Sağlık Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası

Mevcut durumda olduğu gibi projeksiyon döneminde de en yüksek etkilenebilirliğin Zamantı Irmağı Alt Havzası'nda görüleceği tahmin edilmektedir. Seyhan Barajı Birleşim Yeri Alt Havzası

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın mevcut dönemde orta seviyede olan etkilenebilirliğinin 2076-2098 döneminde ise yüksek seviyede olacağı öngörülmüştür.

5.3.7 Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Analizi

Turizm sektörü için tüm dönemlerde hesaplanan etkilenebilirlik derecelerine göre hazırlanan haritalar Şekil 5.11 ile sunulmaktadır. Mevcut durumda en yüksek etkilenebilirliğe sahip Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda tüm dönemlerde yine en yüksek etkilenebilirlik görüleceği beklenmektedir. Genel olarak deniz turizmi, kuş gözlemciliği ve kongre turizmi türlerine sahip olan bu alt havzanın turizm su ihtiyacı ve yatak kapasitesine daha fazla ihtiyaç duyması etkilenebilirliği artırmaktadır. Zamantı Irmağı ve Seyhan Barajı Birleşim Yeri Alt Havzaları'nın ise 2051-2075 döneminde en yüksek etkilenebilirliğe sahip olacağı öngörülmektedir.



Şekil 5.11. Turizm Sektörü Mevcut Dönem ve RCP8.5 Projeksiyon Dönemi Etkilenebilirlik Haritası



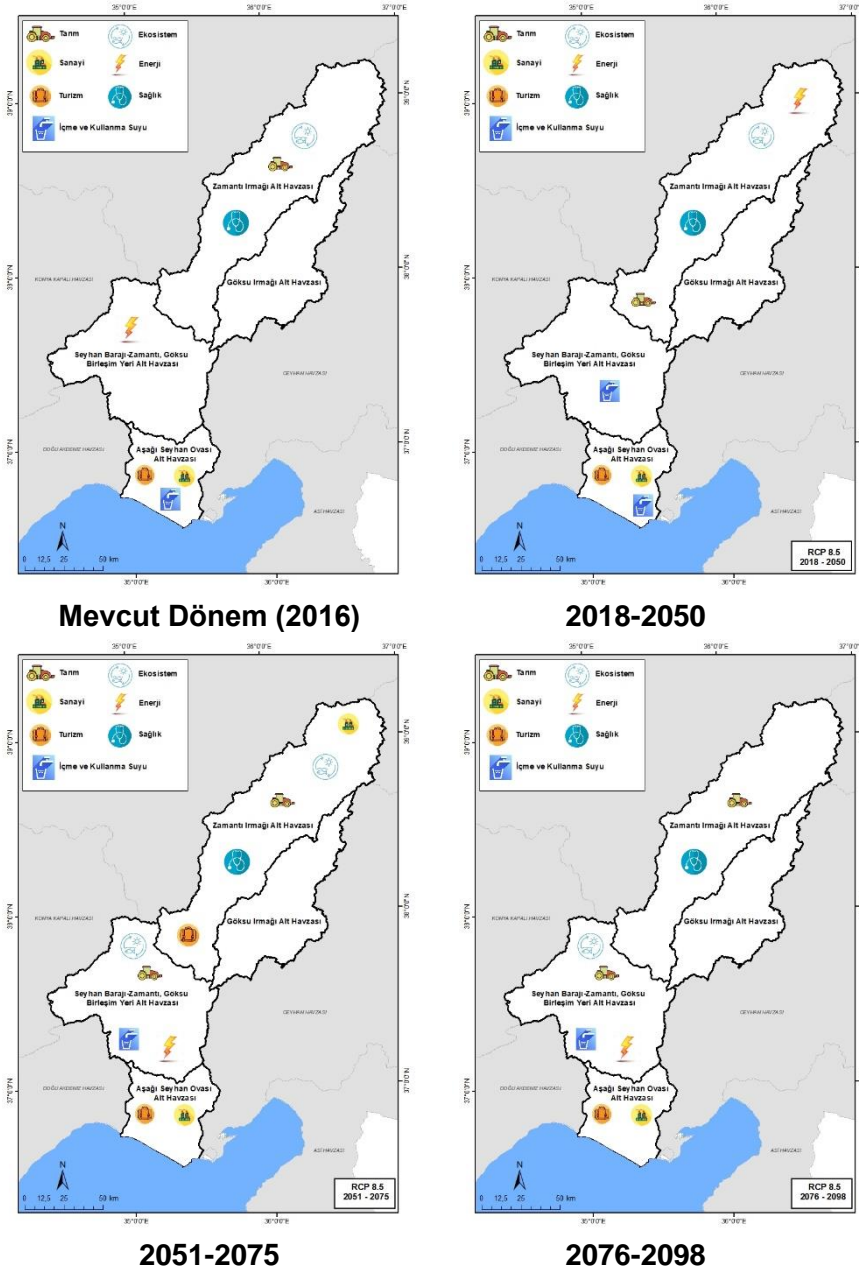
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

5.4 Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Genel Değerlendirme

Sektörel Etkilenebilirlik Analizi gerçekleştirilen sektörler için mevcut (1970-2016) ve üç farklı projeksiyon döneminde (2018-2050, 2051-2075, 2076-2098) projeksiyonlar yapılmıştır. RCP 8.5 senaryosunun üç projeksiyon döneminde her sektör için en yüksek etkilenebilirlik derecesini alan alt havzalar aşağıdaki haritalarda gösterilmiştir.



Şekil 5.12 Alt Havzalarda Yüksek Etkilenebilirliğe Sahip Sektörlerin Dönemlere Göre Dağılımı



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası'nda su kullanım indeksi (WEI) değerlerine bakıldığında; havzanın mansabında olan Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın su potansiyeli yüksek olup aynı zamanda su tüketim miktarı da fazladır. Bu doğrultuda WEI değeri en yüksek olan havzada su stresi görülmektedir. Diğer alt havzalarda ise WEI değerleri düşük olup su stresi görülmemektedir.

Seyhan Havzası'nda en yüksek maruziyet indeksi değerini Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası almıştır. Bu havza kuraklıktan en fazla etkilenecek havzadır. Yüksek oranda tarımsal faaliyetlerin gerçekleştiği Çukurova'yı barındıran alt havzada Adana ili merkezi ve önemli sanayi tesisleri yer almaktadır. Etkilenebilirlik indeksine bakıldığında Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda içme ve kullanma suyu, sanayi ve turizm sektörleri kuraklıktan en yüksek etkilenebilirlik derecesine sahiptir.

Zamantı ve Seyhan Barajı-Zamantı Göksu Birleşim Yeri Alt Havzaları orta düzeyde maruziyet indeksine sahip havzalardır. Bu havzalar kuraklıktan orta seviyede etkileneceklerdir. Etkilenebilirlik indeksine bakıldığında Zamantı Alt Havzası'nda tarım, ekosistem ve sağlık sektörü kuraklıktan en yüksek etkilenebilirlik derecesine sahiptir. Seyhan Barajı-Zamantı Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nda ise enerji sektörü kuraklıktan en yüksek etkilenebilirlik derecesine sahiptir.

Göksu Alt Havzası ise maruziyeti en düşük olup kuraklıktan en az etkilenecek havzadır. Havzada kuraklıktan en yüksek derecede etkilenecek sektör bulunmamaktadır.

5.5 Su Tasarrufları

Seyhan Havzası'nda Tarım, İçme ve Kullanma Suyu, Sanayi ve Enerji sektörlerinde literatürde belirtilen yöntemler esas alınarak yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen su tasarrufu miktarları belirlenmiş olup Tablo 5.1'de sunulmuştur. Su tasarruf miktarları incelendiğinde en çok tasarrufun tarım sektöründe olduğu belirlenmiştir. Havzadaki su tasarrufları incelendiğinde en yüksek su tasarrufunun tarımsal su kullanımı yüksek olan Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda olduğu görülmektedir. Bunda yapılabilecek sulama sistemi değişikliği ile tarımsal su tasarrufunun yüksek olması etkili olmuştur.

Havzadaki en düşük toplam su tasarrufu enerji sektöründe meydana gelmiştir. Sanayi sektöründe en fazla tasarruf sanayinin en yaygın olduğu Aşağı Seyhan Ovası'nda görülmektedir. İçme ve kullanma suyu sektörü su tasarrufları incelendiğinde ise kayıp-kaçak oranının düzeltilmesi durumunda en yüksek su tasarrufunun yine nüfusun en yoğun olduğu Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda olduğu görülmektedir.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 5.1. Alt Havzalardaki Toplam Su Tasarrufları

Alt Havzalar	Tarım (hm ³ /yıl)	İçme ve Kullanma Suyu (hm ³ /yıl)	Enerji (hm ³ /yıl)	Sanayi (hm ³ /yıl)	Toplam Tasarruf (hm ³ /yıl)	Toplam Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)
Zamanti Irmağı	13,97	2,74	0	-	16,72	2.031,80
Göksu Irmağı	19,60	1,78	1,93	-	23,31	1.818,90
Seyhan Barajı.- Zamanti, Göksu B.Y.	34,34	17,85	0	0,26	52,44	1.743,40
Aşağı Seyhan Ovası	415,64	39,68	0	6,52	461,85	625,4
Seyhan Havzası	483,56	62,05	1,93	6,78	554,32	6.219,50



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

6 SEYHAN HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI

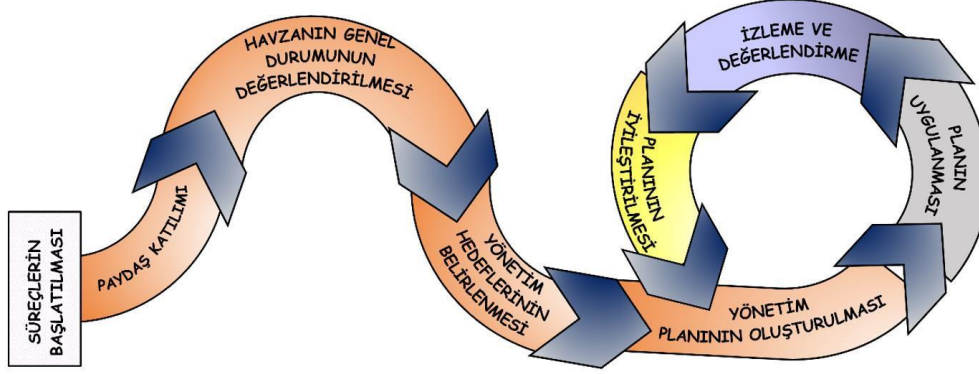
Kuraklık tespiti zor bir afet olup, her sektöre olan etkisi de farklıdır. Dünya Meteoroloji Örgütü'ne göre kuraklık etkileri sosyal, çevresel ve ekonomik olarak sınıflandırılmaktadır (Global Water Partnership, 2015). Bu etkiler Tablo 6.1 ile ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

Tablo 6.1. Kuraklığın Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkileri (Global Water Partnership, 2015)

Kuraklık Etki Kategorileri	Kuraklık Etkisi
<i>Ekonomik Etkiler</i>	Azalan tarımsal üretim sonucu yaşanan gelir yetersizliği
	Su kıtlığı nedeniyle sanayi üretiminde düşüş yaşanması
	Enerji üretiminin azalması sonucu enerji ihtiyacının karşılanamaması ve sektörün ekonomik zararı
	Üretimin azalması nedeniyle işsizlik sorununun ortaya çıkması
	Su temininin azalması nedeniyle turizm faaliyetlerinin zarar görmesi
	Acil durumlar nedeniyle ortaya çıkan ek maliyetler (ör. su transferi, su ve atıksu arıtma maliyetleri, su tüketiminin azaltılmasına yönelik tanıtım maliyetleri)
<i>Sosyal Etkiler</i>	Su ve hava kalitesindeki olumsuzluklar nedeniyle halk sağlığı problemlerinin yaygınlaşması
	Ekonomik etkilerin sosyo-ekonomik gruplara göre farklılık göstermesi sonucu oluşan eşitsizlik (ör. çiftçilerin hizmet sektöründe çalışanlara göre daha büyük zarar görmesi)
<i>Çevresel Etkiler</i>	Yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının kalitesinde gözlenen olumsuzluklar
	Ekosistem, sulak alan ve biyoçeşitliliğin zarar görmesi (toprak erozyonu, bitki örtüsünün azalması)
	Canlılar için gerekli olan gıda ve su kaynaklarının azalması
	Orman yangınlarının sıklaşması ve geniş alanlara yayılması
	Toprak ve su kaynaklarının tuzluluğunun artması

Bu kapsamda tabloda belirtilen muhtemel kuraklık risklerinin olumsuz etkilerinin kontrolü ve kuraklık problemlerinin çözümüne yönelik olarak kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirleri ihtiva eden bir yönetim planıdır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017).

31 Ağustos 2017 tarihli ve 30170 sayılı resmî gazetede yayımlanan "Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2017-2023) ile İlgili 2017/19 Sayılı Başbakanlık Genelgesi" kapsamında Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı'nın hazırlanması ve uygulamaya konması yasal çerçeveye oturtulmuştur. Bu doğrultuda yönetim planının oluşturulması ve uygulanması ile ilgili süreçler Şekil 6.1'de kuraklık yönetim döngüsü ile verilmiş olup, bu süreçlerle ilgili ayrıntılı bilgiler ve yönetim modeli aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.



Şekil 6.1 Seyhan Havzası Kuraklık Yönetimi Döngüsü

6.1 Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planının Hedefleri

Kuraklık ve su kıtlığının etkilerinin azaltılmasına yönelik eylem planı uygun maliyetli, çevreye duyarlı ve teknik olarak uygulanabilir önlemlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesini kapsamaktadır. Bu önlemler havza için gerçekleştirilen sektörel etkilenebilirlik analizi sonuçları değerlendirilerek, havzada etkilenebilirliği yüksek bölgelerin uyum kapasitelerini arttırmak ve duyarlılığı azaltmaya yönelik olarak önceliklendirilmelidir. Kuraklığın etkilerinin azaltılmasına yönelik oluşturulacak eylem planının hedeflerinin belirlenmesi ve bu hedeflere ulaşmak için gerçekleştirilecek eylemlerin tanımlanması kuraklık yönetiminin ilk aşamasıdır. Bu proje kapsamında kuraklık etkilerinin azaltılması için önerilen tedbirlerin ve acil durum eylem planının, ulusal strateji raporları yasal mevzuatta yer alan hedeflerle uyumlu olarak belirlenmiştir.

Proje kapsamında seçilen 7 sektör için literatürdeki çalışmalar incelendiğinde yaygın olarak kullanılan tedbirler havza, alt havza ve il düzeyinde planlanmış ulusal ve bölgesel hedef ve stratejilerle birlikte değerlendirilmiş olup, buna göre Seyhan Havzası'nda uygulanabilecek olan tedbir ve öneriler belirlenmiştir.

Sonuç olarak Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı kapsamında kuraklık ve su kıtlığının etkilerinin azaltılması için belirlenen hedefler

- Kuraklık yönetiminde yasal ve kurumsal kapasitelerin geliştirilmesi, koordinasyonun ve iş birliğinin sağlanması,
- Kuraklığın etkin yönetiminin sağlanması,
- Su kullanım verimliliği artırılarak kuraklık ve su kıtlığı sorunlarına uyumlu sistemlerin oluşturulması,
- Toplumun kuraklık konusunda farkındalığının artırılması,



- İklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi,
- Kuraklık kaynaklı sosyal, ekonomik ve çevresel zararların azaltılması

olarak belirlenmiştir.

6.2 Seyhan Havzası Kuraklık Etkilerinin Azaltılması için Önerilen Tedbirler ve Kuraklık Acil Durum Eylem Planı

6.2.1 Acil Durum Eylem Planı ve Uygulama Süreci

Türkiye Afet Müdahale Planı'na göre afet seviyesinin belirlenmesi müdahale aşamasında önemli rol oynamaktadır. Her afet türü için bu seviyeler farklı şekilde tanımlanmakta ve bu nedenle tedbir düzeyi de değişkenlik göstermektedir. Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı'nda ise olay seviyeleri "normal ve üzeri, hafif şiddetli kurak, orta şiddetli kurak ve şiddetli kurak" olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır.

Normal ve üzeri durum herhangi bir afeti ifade etmediği için seviyesi "normal" olarak belirlenmiştir. Bu noktada kuraklık derecelerinin durum sınıflandırılmasında kullanılması gerekmektedir.

2013 yılında, Küresel Su Ortaklığı (GWP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) kuraklığı izleme ve olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla yürütülen çalışmaları geliştirmek adına kurulan Entegre Kuraklık Yönetim Programı (IDMP) kapsamında kuraklık indekslerine göre belirlenen *normal durum*, *ön alarm durumu*, *alarm durumu* ve *acil durum* olmak üzere dört temel durum tanımı yapılmış olup, her durum için strateji belirlenmiştir. Bu çerçevede bu çalışma kapsamında da benimsenen durum göstergeleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Global Water Partnership, 2015):

- **Normal Durum:** Normal ve Üzeri Kuraklık şiddetini temsil eder. Hidrolojik planlamanın gerçekleştiği ve stratejik ve uzun vadeli önlemlerin uygulandığı aşamadır. Bu önlemler, su verimliliği, nehir havzasının depolama ve düzenleme kapasitesini iyileştirmek için hidrolik altyapının yaygınlaştırılması, arıtılmış suyun tekrar kullanımı ve uzun periyotlarda gerçekleştirilebilecek diğer tedbirler olarak öne çıkmaktadır.
- **Ön Alarm Durumu:** Hafif Şiddetli Kuraklık şiddetini temsil eder. Eş zamanlı olarak özel kuraklık yönetim önlemlerinin etkinleştirilirken su taleplerini karşılayarak su kaynaklarının zarar görmesini önlemeyi amaçlayan aşamadır. Bunlar, çoğunlukla bilgilendirici ve kontrolü amaçlayan önlemleri ve ayrıca gönüllü su tasarruf tedbirlerini kapsamaktadır.



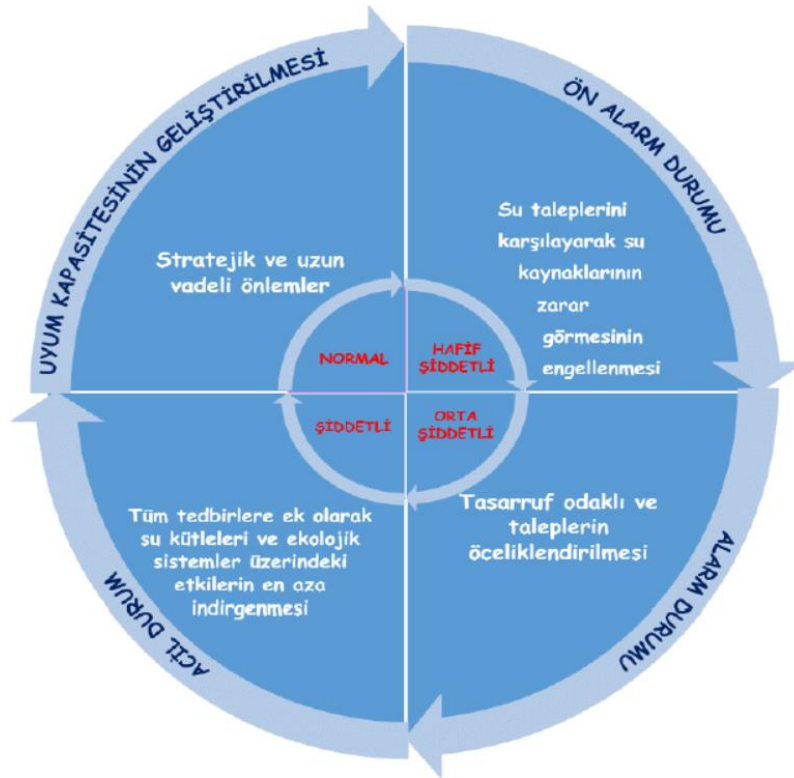
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- **Alarm Durumu:** Orta Şiddetli Kuraklık şiddetini temsil eder. Alarm durumunda, ön alarm durumu için önerilen tedbirlerin yoğunlaştırılması gerekmektedir. Önlemler tasarruf odaklıdır. Hassas grupların belirlenmesi ve önceliklendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda da taleplerin azaltılmasına yönelik tedbirler uygulanmalıdır. Yüksek ekolojik değeri olan alanları izleme çalışmaları yoğunlaştırılmalıdır.
- **Acil Durum:** Şiddetli Kuraklık şiddetini temsil eder. Kuraklık durumu kritik seviyededir ve su kaynakları, önemli su taleplerini karşılamak için yetersizdir. Daha önceden belirtilen tüm tedbirlerin uygulanmasına ek olarak su kütleleri ve ekolojik sistemler üzerindeki etkilerin en aza indirgenmesi için ek önlemlerin uygulanması gerekmektedir.

Farklı kuraklık şiddetlerinde acil durum eylem planının uygulama süreçleri Şekil 6.2'de verilmektedir.



Şekil 6.2 Acil Durum Eylem Planı Uygulama Döngüsü

Tablo 6.2'de normal durum, ön alarm durumu, alarm durumu ve acil duruma yönelik Tablo 6.3'de yer alan tedbirler doğrultusunda acil durum eylem planı sunulmaktadır. Tablo 6.3 ile belirtilen Kuraklık Öncesi için yapılması planlanmış olan tedbirler Normal Durum'da yapılmalıdır. Kuraklık sırasında uygulanması önerilen tedbirler öncelik sırasına göre acil durum eylem planındaki kuraklık göstergelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu tedbirler acil durumlarda



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

bölgenin, bu bölgede yaşayan insanların acil durumlara karşı olan uyum kapasitesini artıracaktır.

Tablo 6.2 Seyhan Havzası Acil Durum Eylem Planı

Gösterge	Tedbir Düzeyi	Koşullar	Eylem (Tedbir No.)
Normal Durum	-	Su kaynakları yeterlidir, su kalitesi iyi durumdadır.	Tablo 6.3'de belirtilen Kuraklık Öncesi için yapılması planlanmış olan tedbirler Normal Durum'da yapılmalıdır. Bu tedbirler acil durumlarda bölgenin, bu bölgede yaşayan insanların acil durumlara karşı olan uyum kapasitesini artıracaktır.
Ön Alarm Durumu	Seviye 1	Yağış miktarı yıllık ortalamanın altındadır, akarsu debileri, rezervuar ve yeraltı suyu seviyesi yetersizdir.	9, 10
Alarm Durumu	Seviye 2		
Acil Durum	Seviye 3		

6.2.2 Önerilen ve Tavsiye Edilen Tedbirler

Kuraklık etkileri farklı kuraklık şiddetlerine göre değişkenlik göstermekte olup, şiddet derecesine göre alınacak tedbirler öncelendirilerek kuraklık yönetim döngüsünün oluşturulması önemlidir. Tedbirler ve öneriler belirlenirken farklı dünya ülkelerinde ve farklı kurum/kuruluşlarca uygulanan uyum stratejileri ile paydaşların görüşleri değerlendirilmiştir.

Proje kapsamında su kullanan 7 sektörün (tarım, sanayi, içme ve kullanma suyu, ekosistem, enerji, sağlık ve turizm) normal durumdan şiddetli kuraklık sınıfına doğru belirlenen 4 kuraklık sınıfı değerlendirilerek kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbir ve tavsiyeler belirlenmiş olup, sırasıyla Tablo 6.3 ve Tablo 6.4 ile verilmiştir. Her tedbir ilgili hedefle eşleştirilmiş olup, Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı kapsamında il, alt havza ve havza bazında belirlenmiştir.

Tablo 6.3 Seyhan Havzası'nda Kuraklık Etkilerinin Azaltılması için Önerilen Tedbirler

Tedbir No	Tedbir Grubu	Tedbir	Tedbir Açıklaması	Müdahale Zamanı	Alt Havza	İl	Sektör	Sorumlu Kurum	İlgili Kurum	Uygulama Dönemi
1	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %31 olan 3.415 ha toplam alana sahip Bahçelik Sulaması'nın sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına	Bahçelik Sulaması'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 7,8 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Zamanlı İrmağı	Kayseri	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Kayseri)	2020-2030



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

		İlişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.								
2	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %30 olan 6.974 ha toplam alana sahip Develi II. Merhale Sulaması'nın sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.	Develi II. Merhale Sulaması'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 4,6 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı	Kayseri	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Kayseri)	2020-2030
3	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %52 olan 1.650 ha toplam alana sahip Kırıklı Sulaması'nın sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.	Kırıklı Sulaması'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 0,2 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana)	2020-2030
4	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %49 olan 1.870 ha toplam alana sahip Çatalan-Çiçekli Sulaması'nın sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.	Çatalan-Çiçekli Sulaması'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 2,4 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana)	2020-2030
5	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %40 olan 2.186 ha toplam alana sahip Karaisalı Sulaması'nın sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.	Karaisalı Sulaması'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 7 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı, Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana)	2020-2030
6	Sulama sistemlerinin verimliliğinin artırılması	Mevcut sulama randımanı %41 olan 123.949 ha toplam alana sahip Aşağı Seyhan Ovası Sulamaları'nın (I., II., III. Merhale Sulamaları) sulama sistemlerinde su kullanımının kontrolü ve su kayıplarının azaltılmasına ilişkin yönetmelik gereği %55 oranına yükseltilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması ve sistemin rehabilite edilmesi.	Aşağı Seyhan Ovası Sulamaları'nda bu rehabilitasyon ile yılda yaklaşık 452,4 milyon m ³ su tasarrufunun sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Aşağı Seyhan Ovası	Adana	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana)	2020-2030



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

7	Bitkisel üretimin planlanması	Havzada kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için AR-GE çalışmalarının yapılması.	Kuraklığa karşı dayanıklı türlerin geliştirilmesinde havzaların tamamında ayçiçeği türleri; havzanın mansap ve orta kesimlerinde keçi boynuzu ve zeytin türleri; yukarı havzalarda arpa, yulaf, çavdar, korunga, fiğ ve nohut türleri ile daha çok yağışlı koşullarda yetiştirilen çerezlik kabak üzerinde çalışmalar yapılmalıdır. Yağışa dayalı tarımsal üretim sistemlerinin yaygın olduğu orta ve üst havzalarda bu tür ürünlerin yetiştirilmesi teşvik edilmelidir. Sulanan alanlarda, bu bitkilerden ilave sulamalarla daha yüksek verim alınabileceğinden, kurak dönemlerde sulu tarım alanlarında da bu bitkilerin teşvik edilmesi yararlı olabilir. Kuraklığa karşı bitkilerin dirençlerinin artırılmasına yönelik araştırma ve adaptasyon çalışmalarında, salisilik asit uygulamaları özendirilip, teşvik edilmelidir.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Tarım	BÜGEM, TAGEM	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana, Kayseri, Niğde)	2020-2023
8	Bitkisel üretimin planlanması	Havza genelinde, hububata ek olarak sebze ve meyve üretimlerinin de havza bazı ürün destekleri planlamalarına dahil edilmesi.	Desteklenecek ürünler olarak: Keçi boynuzu ve zeytin; fiğ-korunga türü yem bitkileri, arpa, yulaf, çavdar ve nohut; tamamen kurak koşullarda yetiştirilebilecek olan ayçiçeği ile havzanın orta bölümlerinde kuraklığa dayanıklı olan ve yetiştirilme potansiyeli olan çerezlik kabak yetiştiriciliğinin desteklenmesi.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Tarım	BÜGEM	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana, Kayseri, Niğde)	2020-2023
9	Su tasarrufunun sağlanması	Kuraklık dönemleri (k=6 ay için SPEI değerinin -1,0'a düştüğü dönem-periyot) için havza genelinde sulama rotasyon planlarının oluşturulması ve kurak dönemlerde uygulamaya konması		Kuraklık Öncesi/ Sırası	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Tarım	DSİ	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana, Kayseri, Niğde)	2020-2021
10	Su tasarrufunun sağlanması	Park ve bahçe sulamalarının buharlaşmanın çok yüksek olduğu gündüz saatlerinde değil de gece saatlerinde yapılması.		Kuraklık Sırası	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri	Tarım	Adana Büyükşehir Belediyesi- Kayseri Büyükşehir Belediyesi		Sürekli
11	Alternatif su kaynaklarının belirlenmesi	Zamantı Irmağı Alt Havzası'ndaki inşaat aşamasındaki Panlı		Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı	Kayseri	Tarım	DSİ		2020-2023



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

		Göleti'nin işletmeye alınması.											
12	Alternatif su kaynaklarının belirlenmesi	Zamanti Irmağı Alt Havzası'ndaki planlama aşamasındaki Akpınar Göleti'nin işletmeye alınması.		Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı	Kayseri	Tarım	DSİ					2020-2023
13	Alternatif su kaynaklarının belirlenmesi	Zamanti Irmağı Alt Havzası'ndaki planlama aşamasındaki Tersakan Göleti'nin işletmeye alınması.		Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı	Kayseri	Tarım	DSİ					2020-2023
14	Alternatif su kaynaklarının belirlenmesi	Göksu Irmağı Alt Havzası'ndaki planlama aşamasındaki Asmaca Barajı'nın işletmeye alınması.		Kuraklık Öncesi	Göksu Irmağı	Adana	Enerji	DSİ					2020-2023
15	Alternatif su kaynaklarının belirlenmesi	Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nda inşaat aşamasındaki Kasımlı Barajı'nın işletmeye alınması.		Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım	DSİ					2020-2023
16	İzleme ve ölçüm ağıının genişletilmesi	Havza içerisindeki kapalı durumdaki 10 adet (18-14, 18-16, 18-20, 1807, 1808, 1811, 1813, 1817, 1821, 1823) akım gözlem istasyonunun aktif hale getirilmesinin değerlendirilmesi	Hidrolojik modelleme çalışmalarının daha sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için havzada 18-14, 18-16, 18-20, 1807, 1808, 1811, 1813, 1817, 1821, 1823 nolu AGİ'lerin uygun kesitlerde tekrar aktif hale getirilmesi, 18-16, 18-20, 1807, 1808, 1817 ve 1823 nolu AGİ'lerin modelleme çalışmasında kullanılabilmesi sağlanmalıdır.	Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Bütün Sektörler	DSİ					2020-2023
17	İzleme ve ölçüm ağıının genişletilmesi	Havza içerisinde hidrolojik model çalışmalarında kullanılmak üzere eksik görülen 3 noktaya (Gümüüşören ile Bahçelik Barajı arası, Seyhan Barajı çıkışı ve Seyhan Nehri mansabı) akım gözlem istasyonlarının kurulmasının sağlanması	Hidrolojik modelleme çalışmalarının daha sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için yeni istasyonlar kurulmalı.	Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Bütün Sektörler	DSİ					2020-2023
18	İzleme ve ölçüm ağıının genişletilmesi	Emniyetli yeraltı suyu rezervinin korunmasını sağlamak, yeraltı suyu kullanımını izleyebilmek amacıyla havzayı temsil edecek şekilde mevsimlik/aylık rasat kuyularının sayılarının artırılması	Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda Seyhan Nehri'nin sağ sahilinde kalan Gölbaşı ve Yenidam köyleri civarı ve daha güneyde deniz kıyısına yakın Aydınlar yerleşiminin yakınında güncel çökel akiferleri içinde, Seyhan Barajı-Zamanti-Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nda, Ardıçlı ile Yağlıtaş köyleri arasında kalan bölgede oluşum göstermiş volkanik kayalar içinde rasat kuyusu açılması.	Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Bütün Sektörler	DSİ					2020-2025
19	İzleme ve ölçüm ağıının genişletilmesi	Havza genelinde toprak nemi ölçümü için uygun sistemin kurulması sağlanarak, Seyhan Havzası ve alt havzalarını temsil edecek şekilde, 1.2 m toprak derinliğine kadar toprak su içeriği (toprak bünye, tarla kapasitesi ve solma noktası) ölçümlerinin en az ayda bir yapılmaya	Toprak su içeriği (toprak su tutma kapasitesi) verileri kuraklık indeksi (PDSİ, PHDI) hesaplarında girdi olarak kullanılmakta ve bu ölçümler kuraklık analizleri için önem taşımakta.	Kuraklık Öncesi	Zamanti Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanti Göksu Birleşim Yeri, Aşağı	Adana, Kayseri, Niğde	Bütün Sektörler	TAGEM	MGM				2020-2025



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

		başlanması ve yaygınlaştırılması.			Seyhan Ovası						
20	İçme ve Kullanma Suyu şebekelerinde kayıp kaçakların azaltılması	İçme ve kullanma suyu şebekesinde ortalama %65 kayıp-kaçak oranına sahip Adana İli'nde "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" gereği kayıp-kaçak oranının 2028 yılına kadar ulaşılması hedeflenen %25'e düşürülmesi.	Adana ilinin havza içerisinde kalan kısmındaki nüfusu 1.853.096 kişi olup içme kullanma suyu tüketimi 144,88 milyon m ³ tür. Yukarıda bahsedilen çalışmalar ile 57,95 milyon m ³ miktarda su tasarrufu yapılabilir.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana	İçme ve Kullanma Suyu	Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	SYGM	2020-2028	
21	İçme ve Kullanma Suyu şebekelerinde kayıp kaçakların azaltılması	İçme ve kullanma suyu şebekesinde ortalama %70 kayıp-kaçak oranına sahip Kayseri İli'nde "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" gereği kayıp-kaçak oranının 2028 yılına kadar ulaşılması hedeflenen %25'e düşürülmesi.	Kayseri ilinin havza içerisinde kalan kısmındaki nüfusu 85.136 kişi olup içme kullanma suyu tüketimi 6,41 milyon m ³ tür. Bahsedilen çalışmalar ile 2,88 milyon m ³ miktarda su tasarrufu yapılabilir.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Kayseri	İçme ve Kullanma Suyu	Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	SYGM	2020-2028	
22	İçme ve Kullanma Suyu şebekelerinde kayıp kaçakların azaltılması	İçme ve kullanma suyu şebekesinde ortalama %65 kayıp-kaçak oranına sahip Niğde İli'nin Çamardı İlçesi'nde "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" gereği kayıp-kaçak oranının 2028 yılına kadar ulaşılması hedeflenen %30'a düşürülmesi.	Niğde ili Çamardı ilçesinin havza içerisinde kalan kısmındaki nüfusu 12.019 kişi olup içme kullanma suyu tüketimi 0,67 milyon m ³ tür. Bahsedilen çalışmalar ile 0,23 milyon m ³ miktarda su tasarrufu yapılabilir.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Niğde	İçme ve Kullanma Suyu	Çamardı Belediyesi	SYGM	2020-2028	
23	İçme ve Kullanma Suyu şebekelerinde kayıp kaçakların azaltılması	İçme ve kullanma suyu şebekesinde ortalama %65 kayıp-kaçak oranına sahip Niğde İli'nin Ulukışla İlçesi'nde "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" gereği kayıp-kaçak oranının 2028 yılına kadar ulaşılması hedeflenen %30'a düşürülmesi.	Niğde ili Ulukışla ilçesinin havza içerisinde kalan kısmındaki nüfusu 23.776 kişi olup içme kullanma suyu tüketimi 1,51 milyon m ³ tür. Bahsedilen çalışmalar ile 0,53 milyon m ³ miktarda su tasarrufu yapılabilir.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Niğde	İçme ve Kullanma Suyu	Ulukışla Belediyesi	SYGM	2020-2028	
24	İçme ve Kullanma Suyu şebekelerinde kayıp kaçakların azaltılması	İçme ve kullanma suyu şebekesinde ortalama %53 kayıp-kaçak oranına sahip Mersin İli'nin Tarsus İlçesi'nde "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerinde Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" gereği kayıp-kaçak oranının 2028 yılına kadar ulaşılması hedeflenen %25'e düşürülmesi.	Mersin ili Tarsus ilçesinin havza içerisinde kalan kısmındaki nüfusu 22.106 kişi olup içme kullanma suyu tüketimi 1,36 milyon m ³ tür. Bahsedilen çalışmalar ile 0,38 milyon m ³ miktarda su tasarrufu yapılabilir.	Kuraklık Öncesi	Aşağı Seyhan Ovası	Mersin	İçme ve Kullanma Suyu	Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	SYGM	2020-2028	
25	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Seyhan Barajı'ndaki buharlaşma miktarının ölçülmesini sağlayacak sistemin kurulması	Yılda yaklaşık 23,5 milyon m ³ baraj yüzeyinden buharlaşma	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, Enerji	DSİ	MGM	2020-2025	
26	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Seyhan Barajı'ndaki buharlaşma kaybını önlemek için çevresinin ağaçlandırılmasını sağlayacak yeşil kuşak projesinin genişletilmesi.	Sulama ve Enerji amacı ile işletilen Seyhan Barajı'nda buharlaşma kaybının azaltılması için depolama çevresinde Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi genişletilerek ağaçlandırılması sağlanmalı.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, Enerji	DSİ, OGM	ÇEM	2020-2025	



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

27	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Çatalan Barajı'ndaki buharlaşma miktarının ölçülmesini sağlayacak sistemin kurulması	Yılda yaklaşık 33,1 milyon m ³ baraj yüzeyinden buharlaşma	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, İçme ve Kullanma Suyu, Enerji	DSİ	MGM	2020-2025
28	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Çatalan Barajı'ndaki buharlaşma kaybını önlemek için çevresinin ağaçlandırılmasını sağlayacak yeşil kuşak projesinin genişletilmesi.	Sulama, İçme ve Kullanma Suyu, Enerji ve Taşkın amacı ile işletilen Çatalan Barajı'nda buharlaşma kaybının azaltılması için depolama çevresinde Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi genişletilerek ağaçlandırılması sağlanmalı.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, İçme ve Kullanma Suyu, Enerji	DSİ, OGM	ÇEM	2020-2025
29	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Yedigöze Barajı'ndaki buharlaşma miktarının ölçülmesini sağlayacak sistemin kurulması	Yılda yaklaşık 7,2 milyon m ³ baraj yüzeyinden buharlaşma	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, Enerji	DSİ	MGM	2020-2025
30	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Yedigöze Barajı'ndaki buharlaşma kaybını önlemek için çevresinin ağaçlandırılmasını sağlayacak yeşil kuşak projesinin genişletilmesi.	Sulama ve Enerji amacı ile işletilen Yedigöze Barajı'nda buharlaşma kaybının azaltılması için depolama çevresinde Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi genişletilerek ağaçlandırılması sağlanmalı.	Kuraklık Öncesi	Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri	Adana	Tarım, Enerji	DSİ, OGM	ÇEM	2020-2025
31	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Bahçelik Barajı'ndaki buharlaşma miktarının ölçülmesini sağlayacak sistemin kurulması	Yılda yaklaşık 4,4 milyon m ³ baraj yüzeyinden buharlaşma	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı	Kayseri	Tarım, Enerji	DSİ	MGM	2020-2025
32	Baraj yüzeylerindeki buharlaşma kayıplarının azaltılması	Bahçelik Barajı'ndaki buharlaşma kaybını önlemek için çevresinin ağaçlandırılmasını sağlayacak yeşil kuşak projesinin genişletilmesi.	Sulama ve Enerji amacı ile işletilen Bahçelik Barajı'nda buharlaşma kaybının azaltılması için depolama çevresinde Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi genişletilerek ağaçlandırılması sağlanmalı.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı	Kayseri	Tarım, Enerji	DSİ, OGM	ÇEM	2020-2025
33	Kullanılan suyun geri kazanılması	Havzada yer alan sanayi sektöründe temiz üretim tekniklerinin ve artırılmış atıksuyun yeniden kullanımına ilişkin teknolojilerin hayata geçirilmesi için teşvik programlarının uygulanması ile yaklaşık 15 milyon m ³ su tüketiminin: -2025 yılına kadar %15 oranında azaltılması ve 2,3 milyon m ³ büyüklüğünde bir tasarrufunun sağlanması.		Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana	Sanayi	Adana Ticaret Odası, Hacı Sabancı OSB	ÇŞB	2020-2025
34	Kullanılan suyun geri kazanılması	Adana ilinin havza içerisinde yer alan en yüksek kapasiteli evsel atıksu arıtma tesislerinden olan Seyhan ve Yüreğir AAT atıksularının geri kazanılması için fizibilite çalışmasının gerçekleştirilmesi. Elde edilebilecek potansiyel 130,0 milyon m ³ büyüklüğünde suyun yeşil alanlarda veya tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılmasının değerlendirilmesi hususunda çalışma yapılması.	Seyhan ve Yüreğir AAT atıksuları DSİ drenaj kanalı ile Seyhan Nehri'ne deşarj ediyor.	Kuraklık Öncesi	Zamantı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamantı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana	İçme ve Kullanma Suyu, Tarım	Adana Büyükşehir Belediyesi, Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	ÇŞB	2020-2030



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

35	Kullanılan suyun geri kazanılması	Kayseri ilinin havza içerisinde yer alan en yüksek kapasiteli evsel atıksu arıtma tesisi olan Pınarbaşı AAT atıksuların geri kazanılması için fizibilite çalışmasının gerçekleştirilmesi. Elde edilebilecek potansiyel 0,6 milyon m ³ büyüklüğünde suyun yeşil alanlarda veya tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılmasının değerlendirilmesi hususunda çalışma yapılması.	Pınarbaşı AAT atıksuları Bahçecik Barajı'na deşarj ediyor.	Kuraklık Öncesi	Zamanlı Irmağı	Kayseri	İçme ve Kullanma Suyu, Tarım	Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	ÇŞB, DSI	2020-2030
36	Kullanılan suyun geri kazanılması	Hacı Sabancı OSB'de kullanılan suyun proses suyunun %10'nun geri kazanılmasının sağlanması	Hacı Sabancı OSB'deki 23 milyon m ³ su tüketiminin, OSB'deki arıtma tesisinde yapılacak geliştirme ile proses suyunun kullanılmak üzere %10 oranında geri kazanılmasının değerlendirilmesi ve 2,3 milyon m ³ tasarruf sağlanması.	Kuraklık Öncesi	Aşağı Seyhan Ovası	Adana	Sanayi	Hacı Sabancı OSB	ÇŞB	2020-2030
37	Kullanılan suyun geri kazanılması	Yeraltısuyu kullanan sanayi tesislerine sayaçların takılması ve bu sayede su tüketimlerinin takibinin daha sağlıklı yapılması		Kuraklık Öncesi	Aşağı Seyhan Ovası	Adana	Sanayi	Adana Büyükşehir Belediyesi, Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi G.M.	STB, DSI	2020-2023
38	Kuraklık konusunda farkındalığın artırılması	Kuraklığa karşı uyum kapasitesini arttırmak için havzada bir tane olan yeşil yıldızlı tesislerin sayılarının artırılmasına yönelik gerekli teşviklerin yapılması.	Yeşil Yıldız Belgesi Projesi, tesislerde su tasarrufunu, enerji verimliliğinin artırılmasını ve çevreye zararlı maddelerin tüketiminin ve atık miktarının azaltılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesini kapsamaktadır.	Kuraklık Öncesi	Zamanlı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanlı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri	Turizm	KTB	Adana Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Büyükşehir Belediyesi, ÇŞB	2020-2025
39	Kuraklık konusunda farkındalığın artırılması	İyi Tarım Uygulamaları (İTU)'nu yaygınlaştırmak ve çiftçilere benimsetmek amacıyla özellikle genç çiftçilere verilen uygulamalı eğitimlerin yılda en az 2 adet yapılması ve bu eğitimlerin havza geneline yayılması	Genç nüfusun tarıma kazandırılması sağlanacak ve verilecek eğitimler ile kurak koşullarda alınacak olan tedbirlerin daha kolay benimsenmesi sağlanacak; bu kitlelere medyadan daha kolay erişilerek zamanında önlem alınmasının yolu açılacaktır.	Kuraklık Öncesi	Zamanlı Irmağı, Göksu Irmağı, Seyhan Barajı Zamanlı Göksu Birleşim Yeri, Aşağı Seyhan Ovası	Adana, Kayseri, Niğde	Tarım	İl Tarım ve Orman Müdürlükleri (Adana, Kayseri, Niğde)	TRGM	2020-2023
40	Kuraklığın çevresel zararlarının azaltılması	Yeşil deniz kaplumbağasının (Chelonia mydas) Akdeniz'deki en önemli yuvalama alanlarından biri olan Akyatan Yaban Hayati Geliştirme Sahası'nda, Chelonia mydas ve bu alanda yaşayan nesli tehlike altında olan türlerin üzerinde var olan tarım, sanayi ve su rejiminin kontrolünden kaynaklanan baskıların azaltılmasına yönelik gerekli fizibilite çalışmalarının yapılması	Alan üzerindeki en önemli tehdit, su rejimine müdahaledir. DSI'nin Aşağı Seyhan Sulama Projesi'nin IV. ve sonuncu aşamasında Tuzla ve Akyatan göllerine yakın, taban suyu yüksek arazilerin kurutulması yönünde çalışmalar yürütülmektedir. 35 bin hektar hazine arazisinin kurutulması ve özel arazi sahipleri arasında paylaştırılması amaçlanmış, deltada bazı küçük bataklık ve mevsime bağlı oluşan sulak alan habitatları kurutularak tahrip edilmiştir.	Kuraklık Öncesi	Aşağı Seyhan Ovası	Adana	Ekosistem	DKMP		2020-2023



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 6.4 Seyhan Havzası'nda Uygulanması Tavsiye Edilen Genel Tedbirler

Tedbir No	Tedbir	Sektör
1	Topoğrafik koşulların ve fizibilite çalışmalarının uygun olması halinde salma sulama sistemlerinin basınçlı sulama yöntemlerine dönüştürülerek ya da Topoğrafya ve fizibilite çalışmalarının basınçlı sisteme geçişi müsaade etmemesi durumunda; sulama randımanı artırılarak su tasarrufunun sağlanması.	Tarım
2	Sayaçlı sistem vasıtasıyla yüksek sulama suyu tüketimlerinin önlenmesi ve sulama sistemlerindeki kayıp/kaçakların tespitinin sağlanması	Tarım
3	Mera, yaylak ve kışlaklarda Mera Islahı ve Amenajman Projelerinin uygulamalarının kurak koşullar da göz önüne alınarak revize edilmesi; bu uygulamaların kuraklığa dayanıklı tür ve çeşitler ilave edilerek daha çok küçükbaş hayvancılığa yönelik olarak sürdürülmesi	Tarım
4	Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yasadan aldığı yetki ile, kayıt olmayan tüm çiftçilerin Çiftçi Kayıt Sistemi'ne kayıtlı olmasının zorunlu hale getirilmesi ve Kuraklık Verim Sigortası'ndan yararlanan ve yararlanabilecek tüm üreticilerin kayıt altına alınması.	Tarım
5	Havzadaki hayvancılık sektörünün kuraklıktan minimum hasar görmesinin sağlanması; kuraklık öncesinde hayvanlara yönelik beslenme programlarının hazırlanması sureti ile hastalıklara karşı direnç kazandırılması.	Tarım
6	Kurak dönemlerde tek yıllık bitkilerin ekiminin yaygın olduğu havzalarda il tarım müdürlüklerinin önereceği kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin üretimi için alternatif tarım desteğinin sunulması.	Tarım
7	Kuraklığa dayanıklılığı yüksek olan ve diğer ürünlere göre daha az su tüketen korunga ve fiğ yetiştiriciliğinin havza genelindeki tarımsal üretim içerisindeki payının %3'ten %11'e çıkarılması için teşvik programının hazırlanması.	Tarım
8	Kuru şartlarda yapılan hububat yetiştiriciliğinde verim miktarı ülke ortalamasının çok altında olan alanların ekim dışı bırakılması.	Tarım
9	Yağışa dayalı tarımsal üretim sistemlerinin yaygın olduğu orta ve üst havzalarda bu tür ürünlerin yetiştirilmesi teşvik edilmelidir. Sulanan alanlarda, bu bitkilerden ilave sulamalarla daha yüksek verim alınabileceğinden, kurak dönemlerde sulu tarım alanlarında da bu bitkilerin teşvik edilmesi yararlı olabilir. Kuraklığa karşı bitkilerin dirençlerinin artırılmasına yönelik araştırma ve adaptasyon çalışmalarında, salisilik asit uygulamaları özendirilip, teşvik edilmelidir.	Tarım
10	Havzada yağmur suyu hasadının yoğunlaştırılması ve çiftçilere bu yöntemin benimsetilmesi için eğitim verilmesi, uygulamada ise teknik ve ekonomik desteğin sağlanması.	Tarım
11	Küçük göletlerin inşasının hızlandırılması; çiftlik gölet ve havuzlarının yapımına destek sağlanması; jeomembran havuzlarının yapılmasının yaygınlaştırılması.	Tarım
12	Zamantı Irmağı Alt Havzasında 0,99, Seyhan Barajı-Zamantı-Göksu Birleşim Yeri Alt Havzasında 0,95 olan sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksi 1,5-2 seviyelerine çekebilmek amacıyla sağlık merkezi, internet ve eğitim merkezleri, istihdam alanları vb. yatırımlarının yapılması	Tarım
13	Sulamaya yeni açılacak alanlarda, Arazi Topulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri (ATTİGH) projelerinin sulama şebekesi planlanmadan ve inşa edilmeden evvel uygulamaya konulması; mevcut sulama alanlarında ise, sulama randımanının artırılması amacıyla arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projelerinin mevcut sulama şebekesi unsurları göz önünde bulundurularak hazırlanması	Tarım
14	Hayvan içme suyu göletlerinin sayısının özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığın yaygın olduğu başta Zamantı (%32) ve Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri (%35) Alt Havzaları olmak üzere havza genelinde artırılması	Tarım
15	Kurak dönemlerde ürünlerin sulama gereksinimleri bakımından ve su kısıtına tepkilerine göre önceliklendirilmesi; Sulamaların sabah erken, akşam geç saatlerde yapılması; gündüz saatlerinde yüzey sulama yöntemlerinin yasaklanması, sadece geceye yüzey sulamaya müsaade edilmesi	Tarım
16	Kısa vadeli kuraklıklarda (6 ay): Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda turuncgil bahçelerinin sulanması, Uzun vadeli kuraklıklarda (9 ay ve üzeri): Yağışa bağlı tarım alanı oranı yüksek olan Zamantı Irmağı Alt Havzası'nda su tüketimi yüksek olan bitkilerin ekim alanlarının azaltılması; sebzelerin sulanmasında birinci önceliğin, yem bitkilerinin sulanmasında ikinci önceliğin verilmesi; hayvan sayılarının (ilk önce büyükbaş, akabinde küçükbaş hayvan sayılarının) azaltılması.	Tarım



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

17	Havza yağış sularının toprağa ve yeraltına verilmesi için havza erozyon kontrol çalışmaları ile yamaç arazilere ve derelere kuru taş sekiler yapımının yaygınlaştırılması ve meyilli arazilere sekileme yapılması. Bütün korumasız tepelerin ağaçlandırılması. Eğimli alanlara ekilecek bitkiler, kuru alanlara ekilecek bitkiler, sulu alanlara ekilecek bitkilerin belirlenmesi için arazi kullanım planlamasının gerçekleştirilmesi	Tarım
18	5403 Sayılı yasa kapsamında arazi kullanım planlamalarının ve politikalarının belirlenmesinde Arazi Tahribatının Dengelenmesi Ulusal Raporu bağlı olarak; çölleşme, erozyon, organik karbon değerlendirme ve izleme sistemlerinin kullanılması	Tarım
19	Anız yangınlarının önlenmesi amacıyla anız yakmama konusunda yazılı ve görsel olarak TOB tarafından gerekli tedbirlerin diğer kurumlarla işbirliği içerisinde alınması ve ceza müeyyidelerin etkin olarak uygulanmasının sağlanması ve teşviklerin artırılması.	Tarım
20	Kuraklık döneminde özellikle büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığın yaygın olduğu Zamantı (%32) ve Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri (%35) Alt Havzaları'ndaki hayvanların ahır ve ağıllarda tutulması; ahır ve ağıllar ile kümeslerde daha çok modern doğal havalandırma imkanlarının geliştirilmesine yönelik tedbirler alınması	Tarım
21	Kuraklık, su kıtlığı ve sıcak hava dalgaları sebebiyle artan çeşitli zararlıların sebep olduğu hastalıklara karşı etkin mücadelenin yapılması. Özellikle kurak periyot (k=3 ay için SPEI değerinin -1,0'a düştüğü yığılımlı yağış değerinin gerçekleştiği dönem-periyot) başlamadan önce mümkün olduğunca hastalık ve zararlılarla mücadelenin tamamlanması	Tarım
22	Kurak dönemlerde öncelikle yağışa bağlı tarım alanı fazla olan Zamantı Irmağı Alt Havzası'ndan başlamak üzere kuraklıktan etkilenen çiftçilerin zararlarının İl ve İlçe Hasar Tespit komisyonları tarafından değerlendirilmeleri sonucunda çiftçilerin zararının asgari düzeye indirilmesi.	Tarım
23	Kırsal bölgelerdeki altyapı sistemlerinin mevcut durumuna ilişkin incelemelerin gerçekleştirilerek sistemin yenilenmesi	İçme ve Kullanma Suyu
24	Yağmur suyu hasadının değerlendirilerek şehir içi yeşil alan sulaması vb. amaçlarla kullanılması	İçme ve Kullanma Suyu
25	Kuraklık sonrasında ortaya çıkan su kıtlığı dönemlerinde etkilerin gözlemlendiği beldelere tankterler yardımıyla su taşınması	İçme ve Kullanma Suyu
26	Şiddetli kuraklık (k=6 ay için SPEI<-2,0) dönemlerinde, acil durumlarda küçük beldelerde (nüfusun 5.000 kişiden az olan) suyun rotasyonlu olarak sağlanması.	İçme ve Kullanma Suyu
27	Havzada bulunan büyük yerleşim yerlerinde bireysel su kullanımında su verimliliği esaslarının topluma benimsetilmesi, okullarda verilen eğitimlerin devamlılığının sağlanması, basınçlı duş başlığı gibi evde su tasarrufu sağlayabilecek yatırımlar için hibelerin ve teknik desteğin verilmesi	İçme ve Kullanma Suyu
28	Havzada yer alan ilçelerde geçirgen kaldırım sistemlerinin başlangıçta diğer ilçelere göre daha gelişmiş olan pilot ilçelerde (Seyhan, Çukurova ve Yüreğir İlçeleri gibi), sonra da ilçe merkezleri genelinde uygulanması	İçme ve Kullanma Suyu
29	Havza içindeki illerde yeşil alt yapı yöntemlerinin uygulanması	İçme ve Kullanma Suyu
30	Kuraklık dönemlerinde kullanılmak üzere kuraklık şiddetine göre su ücretlendirmeleri ile ilgili proje hazırlanması	İçme ve Kullanma Suyu
31	Acil durum oluşturabilecek kuraklık durumlarında (şiddetli kuraklık durumunda: k=6 ay için SPEI<-2,0) turizm sektöründe havuzlarda ve yeşil alan sulamalarındaki su tüketimlerinin kısıtlanması, yasaklanması	Turizm
32	Havzadaki orta ve büyük ölçekli sanayi tesislerinin yaklaşık havzada yer alan orta ve büyük ölçekli sanayi tesislerinde temiz üretim tekniklerinin ve arıtılmış atıksuyun yeniden kullanımına ilişkin teknolojilerin hayata geçirilmesi için teşvik programlarının uygulanması	Sanayi
33	Havza içerisinde yenilenebilir enerjinin üretiminin en az olduğu alt havzalardaki biyokütle, rüzgar, HES ve güneş enerjisi potansiyeli göz önünde bulundurularak bu kaynaklardan faydalanılmasının artırılması	Enerji
34	Seyhan Barajı çıkışıdan itibaren evsel, endüstriyel ve yoğun tarımsal faaliyet nedeniyle kirlenen suların İTU'lar yoluyla, noktasal deşarjların ve atıksuların arıtılması yoluyla, katı atıklardan gelen sızıntı kirliliğinin ise katı atık yönetimi ile engellenmesi	Ekosistem



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

35	Orman alanları planlanırken tarım-mera-orman alanları şeklinde kademeli olarak planlanması	Ekosistem
36	Havza içerisinde özellikle Adana ili'nin Seyhan, Yüreğir ve Çukurova İlçeleri gibi nüfusun yüksek olduğu yerleşimlerde orman dışı yangınlara müdahalede yaşanan sorunların giderilmesi ve kurumsal koordinasyonunun sağlanmasına yönelik, ilgili mevzuatta gerekli düzenlemelerin yapılması ve kurumsal kapasitesinin geliştirilmesi	Ekosistem
37	Yangın riskinin yüksek olduğu Pozantı, Saimbeyli, Feke işletme müdürlükleri ile orman yangınlarına hasas diğer bölgelerde bulunan ve/veya bu bölgelerdeki yangın söndürme faaliyetlerinde su sağlayan sulama göletlerinin doluluk oranlarının takibinin yapılması ve bu göletlerin güvence altına alınması	Ekosistem
38	Yangın riskinin yüksek olduğu Pozantı, Saimbeyli, Feke işletme müdürlükleri ile orman yangınlarına hasas diğer bölgeler içerisinde bulunan okullarda, köy kahvelerinde ve herhangi bir toplanma alanında gerçekleştirilecek yöre halkının orman yangınları ve doğurduğu sonuçlar hakkında bilinçlendirilmesi çalışmalarının yaygınlaştırılması	Ekosistem
39	Özellikle Çukurova Deltası'nda bulunan tehlike altındaki türlerin, halihazırdaki baskılarla popülasyonları tehlike altındaki türlerin (" <i>Oxynoemacheilus seyhanicola</i> , <i>Chorthippus antecessor</i> , <i>Garra kemali</i> , <i>Amblyopyrum muticum</i> " vb.) ülkemiz ve dünya için önemlerine ve ekosistemdeki nişlerine göre önceliklendirildikten sonra eylem planlarının hazırlanması	Ekosistem
40	Aladağlar Milli Parkı, Tuzla Gölü, Akyatan Gölü (Lagünü)'deki doğal yaşamın korunması çalışmalarının sürdürülmesi	Ekosistem
41	Tuzla Gölü, Akyatan Gölü (Lagünü)'deki ekolojik bütünlüğün ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla bölgeye özel yasal düzenlemenin yapılması ve/veya koruma tedbirlerinin uygulanması	Ekosistem
42	Havza genelinde yaygın olarak bulunan avlak alanlarda, halihazırda yaban hayatı geliştirme sahası olarak belirlenmemiş olan bölgelerde kuraklık dönemlerinde büyük oranlarda hayvan kaybının önlenmesi amacıyla avlakların besleme, barınma kapasitelerinin geliştirilmesi odaklı programların oluşturulması,	Ekosistem
43	Halihazırda çeşitli baskılarla nesli tehlike altında olan türler üzerindeki baskıları azaltmak amacıyla çeşitli STK'larla işbirliği içerisinde koruma çalışmalarının gerçekleştirilmesi	Ekosistem
44	Su seviyesinin aşırı düşmesine bağlı balık ölümlerinin gözlemlendiği kanallarda su seviyesinin aşırı düşmesine engel olacak tedbirlerin alınması	Ekosistem
45	Havzadaki sağlık yatırımlarının geliştirilmesi. Havza içerisinde 100.000 kişi başına düşen 36 doktor ve 156 yatak sayısı ile öncelikle Kayseri ili başta olmak üzere, yapılacak sağlık yatırımlarıyla havza içerisinde 100.000 kişi başına düşen 164 doktor sayısının Türkiye ortalaması olan 186'ya çıkarılması.	Sağlık
46	Ülke çapında yapılan iklim değişikliği, kuraklık ve su kıtlığı özelinde sağlık etki değerlendirmesi çalışmalarının 10 yaş altı ve 65 yaş üstü nüfusun en fazla olduğu başta Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası (%16) olmak üzere tüm Seyhan Havzası genelinde yapılması, bu doğrultuda halk sağlığının ve hassas grupların karşı karşıya olduğu risklerin belirlenmesi, ayrıca kamuoyunun bilinçlendirilmesi	Sağlık
47	Havzada yatırım planlaması yapılırken su potansiyeli ve mevcut Su Kullanım İndeksi (WEI) (Zamantı A.H. %5, Göksu ve Seyhan Barajı, Zamantı-Göksu Birleşim Yeri A.H. %2, Aşağı Seyhan Ovası A.H. %23) değerlerinin göz önüne alınması	Turizm
48	Adana ili Karataş ilçesi'nde turizm sektörünün hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik seviyesini artırma amacıyla mavi bayraklı plajların sayılarının artırılmasına yönelik olarak gerekli yönetsel tedbirlerin alınması ve desteklerin sağlanması	Turizm
49	Acil durum (şiddetli kuraklık durumunda: k=6 ay için SPEI<-2,0) oluşturabilecek kuraklık durumlarında turizm sektöründe havuzlarda ve yeşil alan sulamalarındaki su tüketimlerinin kısıtlanması, yasaklanması	Turizm
50	Acil durum oluşturabilecek kuraklık durumlarında (şiddetli kuraklık durumunda: k=6 ay için SPEI<-2,0) turizm sektöründe havuzlarda ve yeşil alan sulamalarındaki su tüketimlerinin kısıtlanması, yasaklanması	Turizm
51	Havza içerisindeki 38 noktada yapılan su kalitesi ölçüm çalışmasının ilgili yönetmelikler kapsamında sürdürülmesi	Bütün Sektörler
52	Havzadaki su kalitesinin iyileştirilmesi ve korunması kapsamında 4 adet AAT işletmede olup, ihtiyaç duyulan inşaat ve proje halindeki 8 adet AAT'nin devreye alınması	Bütün Sektörler
53	Havzadaki su kalitesi probleminin giderilebilmesi için Zamantı Irmağı ve Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzaları'nda evsel ve tarımsal, Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nda ise evsel, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan yayılı kirlilik kaynaklarının kontrolü ve yayılı kirliliğin önlenmesi	Bütün Sektörler



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

54	Havzada yaşanacak olan kuraklık dönemlerinde uygulamaya koyulmak üzere çevresel sürdürülebilirlik ön planda olacak şekilde hem havza içi hem de havzalararası olası su transferi projelerinin yapımının değerlendirilmesi. Ceyhan'dan yapılan yaklaşık 35,0 milyon m ³ su transferinin sürdürülmesi	Bütün Sektörler
55	Kuraklıktan sonra meydana gelmiş olan ciddi ve yıkıcı hasarların belirlenmesi ve iyileştirilmesi için bütün kurum, kuruluş ve sektörleri ilgilendiren Kuraklık Sonrası İyileştirme Planlarının hazırlanması	Bütün Sektörler
56	Olası kuraklıkların önceden belirlenebilmesi için yalnızca meteorolojik kuraklığın dikkate alınmadığı diğer tarımsal ve hidrolojik kuraklığın da, yeraltı suyu seviyesi, su tüketimleri gibi göstergelerle izlendiği havza genelinde kuraklık erken uyarı sisteminin geliştirilmesi	Bütün Sektörler
57	DSİ tarafından işletilen ve yeni açılması planlanan AGİ istasyonlarındaki ölçümlerin sağlıklı bir şekilde devam ettirilebilmesi için teknik personelin sayısının artırılması	Bütün Sektörler

6.3 Acil Durum Eylem Planının İzlenmesi, Değerlendirilmesi ve Güncellenmesi

6.3.1 İzleme

6.3.1.1 Kuraklığın İzlenmesi

Kuraklığın izlenmesi kapsamında belirlenen hedeflere ulaşılmasına ilişkin gelişmelerin belirli bir sıklıkla raporlanması, ilgili taraflar ile kurum içi ve kurum dışı mercilerin süreci izleme ve değerlendirmesine katkı sağlayacaktır. Tarımsal Kuraklık İzleme Çalışmaları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından, Meteorolojik Kuraklık İzleme Çalışmaları Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından, Hidrolojik Kuraklık İzleme Çalışmaları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılacak olup izleme ve değerlendirme konusundaki mevcut mevzuat geliştirilecektir.

Kuraklık öncesi izleme çalışmaları özellikle erken uyarı sisteminin işlerliğinin sağlanması bakımından önem taşımaktadır. Meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklığın birlikte aynı anda aktarılabildiği birçok bileşenin ve etkenin birlikte izlendiği bütüncül bir erken uyarı sistemi kurulması, ilgili kurum ve kuruluşların bu bilgilerden yararlanması ve buna göre önlemler alması oldukça önemlidir. Böyle bir sistemle kurumların önlem alması müdahale süresini kısaltacaktır. Erken uyarı sisteminde meteorolojik verilerin yanı sıra yeraltı suyu seviyesi, barajlardaki doluluk oranı, su kullanımları, yüzey sularındaki su miktarındaki azalma, su kalitesi, toprak nemi ve tarımsal rekolte gibi etkenler de takip edilmelidir.

6.3.1.2 Planın İzlenmesi

Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi kapsamında oluşturulan eylem planının izleme ve değerlendirmesi SYGM tarafından yapılacaktır. İzleme çalışmaları 6 ayda bir Tablo 6.3'de belirtilen tedbirlerin sorumlu kurumlar tarafından hayata geçirilmesi konusunda hangi aşamada olduklarını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda bütün kurumlara SYGM tarafından 6 ayda bir tedbir bazında yapılan uygulamaların mevcut durumu, geleceğe yönelik planlamaları ve ilgili fizibilite çalışmaları sorulmaktadır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

6.3.1.3 Kuraklık Sonrası İzleme

Yaşanan kuraklıklar sonrasında afetin verdiği zararın tespiti ve tedbirlerinin veriminin ölçülmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle kuraklık sonrasında da değerlendirme bölümünde açıklanan hasar tespiti çalışmalarının yürütülebilmesi için kuraklık sonrası izleme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda yukarıda da sözü geçen yeraltı suyu seviyesi, barajlardaki doluluk oranı, su kullanımları, yüzey sularındaki su miktarındaki azalma, su kalitesi, toprak nemi ve tarımsal rekolte parametrelerinin izlenmesi gerekmektedir.

6.3.2 Değerlendirme

Değerlendirme çalışmaları kuraklık ardından yönetim planının veriminin değerlendirilmesini ifade etmektedir. Bu doğrultuda Tablo 6.3'de yer alan tedbirlerin ne kadar sağlıklı uygulandıkları ortaya konmakta ve planın güçlü ve zayıf yönleri belirlenmektedir. Değerlendirme çalışmaları güncelleme çalışmalarının altlığını oluşturmaktadır. Normal koşullarda planın sorumlu kurumlarca uygulama süreçlerinin değerlendirilmesinin yanı sıra kuraklık sonrasında önerilen eylemlerin uygulama verimleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda kuraklık sonrası süreçlerde kuraklık zararlarına ilişkin hasar tespit çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir ve bunun için aşağıdaki eylemlerin uygulanması öngörülmektedir:

- Kuraklığın sektörler üzerindeki zararının tespiti,
- Kuraklıktan etkilenen sektörler etkilerin boyutları dikkate alınarak gerekli desteklerin sağlanması,
- Kuraklık yönetiminin her aşamasında görev alan ilgili personelin ve halkın eğitimi, bilgilendirilmesi ve halkın katılımının sağlanması,
- Kuraklıktan sonra meydana gelebilecek ciddi ve yıkıcı hasarların iyileştirilmesi için bütün kurum, kuruluş ve sektörleri ilgilendiren Kuraklık Sonrası İyileştirme Planlarının hazırlanması,
- Su temin ve depolama sistemlerinin gözden geçirilmesi,
- Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı'nda yer alan çalışmaların yürütülmesi.

6.3.3 Güncelleme

Değerlendirme çalışmalarının çıktıları sonucunda kuraklık yönetim planının periyodik olarak güncellenmesi gerekmektedir. Güncelleme çalışmaları erken uyarı sisteminin değişen sosyo-ekonomik, çevresel, iklimsel ve coğrafi koşullara uyumlu hale gelmesini amaçlamaktadır. Bu noktada planın sürdürülebilirliğinin sağlanmasındaki en önemli eylemin güncelleme çalışmaları



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

olduğu belirtilmelidir. Güncelleme çalışmaları kapsamında SYGM tarafından 6 yılda bir aşağıdaki çalışmaların yürütülmesi öngörülmektedir:

- Bütün paydaşların katılımının sağlandığı güncelleme toplantılarının düzenlenmesi,
- Azaltım çalışmalarının güncel durumunun plana eklenmesi,
- Havza genelinde yeni etkinlik göstermeye başlayan kurumların plan kapsamındaki görevlerinin belirlenmesi.
- Kuraklık analizlerinin yinelenmesi,
- Yeni durum su bütçesinin belirlenmesi ve
- Sektörel etkilenebilirlik analizi çalışmalarının yenilenen kuraklık analizleri ve su bütçesi çalışmaları doğrultusunda güncellenerek yenilenmesi, elde edilen sonuçlar doğrultusunda politika analizinin gerçekleştirilmesi ve yeni azaltım stratejilerinin geliştirilmesi.

Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı kapsamında belirtilen çalışmaların yönlendirilmesi ve desteklenmesini “Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu” gerçekleştirecektir.

Kuraklık Yönetim Planının uygulanmasının izlenmesi, değerlendirilmesi; planların hazırlanması, gözden geçirilmesi ve güncellenmesi sürecinde halkın bilgiye erişiminin, görüşlerinin alınması ve aktif katılımın sağlanması görevleri, havza düzeyinde “Seyhan Havzası Havza Yönetim Heyeti” tarafından SYGM’nin koordinatörlüğünde gerçekleştirilecektir. Bu doğrultuda HYH’nin kuraklık yönetim planının uygulanmasına ilişkin süreçlerde sorumlulukları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Paydaşlar arası koordinasyon ve veri aktarımının sağlanması,
- Periyodik durum değerlendirme toplantılarının düzenlenmesi,
- Kurumlara kuraklıkla mücadele konusunda danışmanlık hizmetinin sunulması,
- Toplumsal bilinçlendirmenin organize edilmesi,
- Yerel eylem planlarının oluşturulması ve yönetilmesi,
- Yerel kuraklık envanterinin oluşturulması,
- Kuraklıkla mücadele için yerel ölçekli bütçe çalışmalarının yürütülmesi,
- Su tasarruf politikalarının havza ölçeğinde yaygınlaştırılmasının sağlanması,
- Ulusal kuraklık veritabanına katkıda bulunulması.

Kuraklık Yönetim Planının il bazında uygulanması ise “Adana, Kayseri, Niğde İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları” tarafından sağlanacaktır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

7 KAYNAKÇA

- Allen, R. (1998). Irrigation Engineering Principles. Course Lecture Notes. Department of Biological and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah, USA. p.298.
- Bryant, E. (1993). Natural Hazards, Cambridge University Press.
- CNRM. (2017, 06 06). CNRM-CM5 (IPCC). National Centre for Meteorological Research: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126> adresinden alındı
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2010). Seyhan Havzası Koruma Eylem Planı, TÜBİTAK-MAM.
- ÇŞB. (2016). Niğde İli 2015 Yılı İl Çevre Durum Raporu. Niğde: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- ÇŞB. (2016). Seyhan Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- ÇŞB. (2017). Adana İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu. Adana: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- ÇŞB. (2017). Kayseri İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu. Kayseri: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, (2015). Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları [WWW Document]. URL <http://www.milliparklar.gov.tr/belge/yhgs.pdf>
- DSİ. (2014): Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ 6. Bölge Müdürlüğü
- DSİ. (2014). Seyhan Havzası Master Plan Raporu.
- DSİ. (2014). Stratejik Plan 2015-2019. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- DSİ. (2017). dsi.gov.tr.
- Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN). (2017). <http://www.iucnredlist.org/>.
<http://www.iucnredlist.org/>: <http://www.iucnredlist.org/> adresinden alındı
- EC. (2007). Drought Management Plan Report Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects. European Commission General Directorate of Environment.http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/dmp_report.pdf adres.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- EEA. (2009). Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought. Kopenhag: EEA.
- EEA. (2015). Yeşil altyapı: doğaya dayalı çözümlerle daha iyi yaşam. Kopenhag: EEA.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (erişildi: Ekim 27, 2017).
- EPA. (1998). Principles of Pollution Prevention and Cleaner Production. Pennsylvania: EPA.
- EPA. (2008). Asset Management: Best Practices Guide. EPA Office of Water.
- EPA. (2016). Asset Management. Ekim 27, 2018 tarihinde Sustainable Water Infrastructure: <https://www.epa.gov/sustainable-water-infrastructure/asset-management> adresinden alındı
- FAO. (2006) Livestock's Role in Water Depletion and Pollution. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options içinde, yazar FAO. Roma: FAO.
- FAO. (2007). Adaptation to Climate Change in Agriculture, Forestry and Fisheries: Perspective, Framework and Priorities. Roma.
- FAO. (2011). Wildfire Prevention in the Mediterranean Region. Second Mediterranean Forest Week. Avignon: FAO.
- FAO. (2016) Irrigation and Drainage. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/TUR-IrrDr_eng.stm
- FAO. (2016) Water Uses. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm (Ağustos 1, 2017 tarihinde erişilmiştir).
- FAO. (2016). Water Uses. Aralık 9, 2018 tarihinde AQUASTAT: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm adresinden alındı
- FAO. (Tarih yok). Land & Water: Olive. Aralık 19, 2018 tarihinde Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/olive/en/> adresinden alındı
- GWP. (2015). Guidelines for the preparation of Drought Management Plans. Development and implementation in the context of the EU Water Framework Directive. Global Water Partnership Central and Easter Europe. <http://www.droughtmanagement.info/liter>.
- Helsel ve Hirsch. (1992). Statistical Methods in Water Resources. Elsevier, 522 p.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- HKEP. (2010). TÜBİTAK MAM Havza Koruma Eylem Planları Hazırlanması Projesi Seyhan Havzası Nihai Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- IPCC (2014). Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. New York: IPCC.
- IPCC AR5. (2013). Fifth Assessment Report AR5. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2017, 06 06). Representative Concentration Pathways (RCPs). IPCC Data Distribution Centre: http://sedac.ipcc-data.org/ddc/ar5_scenario_process/RCPs.html adresinden alındı.
- İller Bankası Anonim Şirketi. (2013). İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname. Ankara: İller Bankası Anonim Şirketi.IPWEA.
- Kayseri-KASKİ, 2016, Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü 2015 Yılı Faaliyet Raporu, Kayseri.
- Kendall, M. (1975). Rank Correlation Methods. London: 4th edition, Charles Griffin.
- Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2016). Turizm Tesis İstatistikleri. www.kultur.gov.tr Adresinden alındı
- Mann, H. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica* 13:163-171.
- MESKİ, 2017, Mersin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu, Mersin.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2012). İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- MGM. (2017). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx> adresinden alındı
- MPI. (2017, 06 06). Max-Planck-Institut für Meteorologie. MPI: <https://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/> adresinden alındı
- MTA. (2016). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden_potansiyel_2010.pdf adresinden alındı
- Orman Genel Müdürlüğü. (2004). Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Orman Genel Müdürlüğü. (2016). Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
- Orman Genel Müdürlüğü. (2017). Orman Eylem Planı. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı 7.Bölge Müdürlüğü. (2017). Milli Parklarımız. <http://kayseri.ormansu.gov.tr/> adresinden alındı
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. (2014). <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/korunanalan.htm> adresinden alındı
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. (2013). Orman Atlası. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2015, 05 26). 2015-2016 Av Dönemi Merkez Av Komisyonu Kararı. Resmigazete: www.resmigazete.gov.tr adresinden alındı
- OSİB. (2013-2014). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. Milli Parklar: <http://www.milliparklar.gov.tr/> adresinden alındı
- OSİB. (2013-2017). Akyatan ve Tuzla Lagünleri Yönetim Planı. Adana: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- OSİB. (2013-2017). Akyatan ve Tuzla Lagünleri Yönetim Planı. Ankara: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- OSİB. (2013-2023). Adana Doğa Turizmi Master Planı. Adana: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- OSİB. (2015). AKDENİZGEP, Akdeniz Gelişim Projesi, (2014-2019).
- OSİB. (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- OSİB. (2016). Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Corine Projesi. Corine Projesi: <http://corine.ormansu.gov.tr/> adresinden alındı
- OSİB. (2017). Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı. Ankara: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Palmer, W. (1965). Meteorological drought. U.S. Research Paper No. 45. Washington, DC: US Weather Bureau.
- SAI. (1997) Best Management Guidelines for Sustainable Irrigated Agriculture. Wellington.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Sibeski Müdürlüğü, 2009, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü 2009 Yılı Faaliyet Raporu, Sivas.)
- Sibeski Müdürlüğü, 2017, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu, Sivas.)
- Smith, S. J. (2006). Multi-Gas Forcing Stabilization with the MiniCAM. The Energy Journal, (Special Issue #3) pp 373-391.
- SYGM. (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Seyhan Havzası. Ankara: OSİB.
- SYGM. (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2014). Eko-Verimlilik Programı. Ankara: T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (tarih yok). Entegre Çevre İzni Konusunda Türk Yasal Mevzuatı. EKÖK: Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü: <http://www.csb.gov.tr/projeler/ippc/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=9026> adresinden alındı
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (tarih yok). MET Referans Dökümanı (BREF). Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü: <http://www.csb.gov.tr/projeler/ippc/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=9025> adresinden alındı
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (tarih yok). Mevcut En İyi Teknikler (MET). EKÖK: Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü: <http://www.csb.gov.tr/projeler/ippc/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=8838> adresinden alındı
- T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2008). Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı. Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.
- T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (tarih yok) Enstitüler. <http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Link/13/Enstituler>
- T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (tarih yok) Tarım Havzaları. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Tarim-Havzalari>



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2017). 2016 Yılı Pamuk Raporu.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2017). Alternatif Turizm Türleri. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü: <http://yigm.kulturturizm.gov.tr/TR,9872/alternatif-turizm-turleri.html> adresinden alındı
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2017). Dünya Miras Geçici Listesi. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü: <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,44395/dunya-miras-gecici-listesi.html> adresinden alındı
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (Tarih yok). Çevreye Duyarlılık Kampanyası (Yeşil Yıldız). T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü: <http://yigm.kulturturizm.gov.tr/TR,11596/cevreye-duyarlilik-kampanyasi-yesil-yildiz.html> adresinden alındı
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2014). İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2017). 3. Su Kayıp ve Kaçakları Türkiye Forumu. 3. Su Kayıp ve Kaçakları Türkiye Forumu: <https://www.waterlossforum.org/> adresinden alındı
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2017). Sulama Sistemlerinde Su Kullanımının Kontrolü ve Su Kayıplarının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2013). İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olan Etkileri. Erişildi <http://cevresagligi.thsk.saglik.gov.tr/cevresel-etkileri-izleme/993-iklim-de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Finin-sa%C4%9FI%C4%B1k-%C3%BCzerine-olan-etkileri.html>.
- Tennant, D. (1976). Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources. Fisheries, 1: 6-10.
- The HadGEM2 Development Team. (2011). The HadGEM2 family of Met Office Unified Model climate configurations. Geoscientific Model Development, 4, 723-754.
- Thomas, D. S., Wilhelmi, O. V., Finnessey, T. N., ve Deheza, V. (2013). A comprehensive framework for tourism and recreation drought vulnerability reduction. Environmental Research Letters.
- TİGEM. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (tarih yok). <https://www.tigem.gov.tr/>



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

TİGEM. Teknik Bilgiler. (tarih yok). <https://www.tigem.gov.tr/Icerik.aspx?mid=7cc7b48e-770d-4d34-80d9-ebba5126111e>

TMO, (2017) , 2017 Hububat Raporu, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü

TÜBİTAK MAM. (2010). Havza Koruma Eylem Planları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.

TÜBİTAK MAM. (2010). Seyhan Havza Koruma Eylem Planı. Kocaeli.

TÜBİTAK MAM. (2014). Havza Koruma Eylem Planları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı adına TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.

TÜİK. (2015). Sağlık Personelinin İllere göre Dağılımı, Hastane ve Yatakların İllere göre Dağılımı. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.

TÜİK. (2015): <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18779>

TÜİK. (2016). Bitkisel Üretim İstatistikleri.

UNCDD. (1994). United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa.

UNDP. (2005). National Adaptation Programmes of Action (NAPA).

UNDP. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi.

UNDP. (2016). Drought Risk Management.

WMO. (2016). Handbook of Drought Indicators and Indices (M, Svoboda and B,A, Fuchs), Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2.

WWF. (2017). Akyatan Yaban Hayatı Geliştirme Sahası. WWF, Doğal Hayatı Koruma Vakfı: <http://www.wwf.org.tr> adresinden alındı