



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

SEYHAN HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI

CİLT I: HAVZANIN GENEL TANITIMI VE KURAKLIK
ANALİZLERİ



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 hazırlanmıştır.



**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 KIŞLIOĞLU 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
Işılso 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	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xvi
TANIMLAR.....	xviii
1 GİRİŞ.....	1-1
1.1 Yetki.....	1-4
1.2 Maksat	1-4
1.3 Kapsam.....	1-5
1.4 Temel İlkeler	1-7
1.5 Sorumluluk.....	1-7
1.6 Hedefler	1-8
2 KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI	2-1
2.1 Seyhan Havzası	2-1
2.1.1 Yerleşim Yerleri.....	2-2
2.1.2 Coğrafi ve Topografik Durum	2-4
2.1.3 Genel Jeoloji	2-6
2.1.4 Fiziksel Drenaj Özellikleri	2-7
2.1.5 Toprak Yapısı ve Türleri.....	2-8
2.1.6 Seyhan Havzası'nda Bölgesel Gelişim Projeleri (GEP)	2-11
2.2 Demografik ve Sosyo-Ekonomik Yapı	2-11
2.2.1 Nüfus	2-11
2.2.2 Eğitim.....	2-13
2.2.3 Sağlık.....	2-14
2.2.4 Sosyo-Ekonomik ve Finansal Durum	2-14
2.2.5 Tarım	2-17
2.2.6 Hayvancılık	2-21
2.2.7 Madencilik.....	2-21
2.2.8 Sanayi.....	2-23
2.2.9 Kültürel Alanlar ve Turizm	2-24
2.2.10 Ekosistem.....	2-26
2.3 İklim ve Yüzeysel Su Kaynakları	2-41
2.3.1 İklim	2-41



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.3.2	Seyhan Havzası Alt Havzaları	2-41
2.3.3	Yüzeysel Su Kaynakları – Alt Havzalar	2-49
2.4	Havza Hidrojeolojisi ve Yeraltı Su Kaynakları	2-64
2.4.1	Havza Genel Hidrojeolojisi	2-64
2.4.2	Alt Havzalar Hidrojeolojisi.....	2-67
3	KURAKLIK ANALİZLERİ	3-1
3.1	Kuraklık Risk Yönetimi ve Kuraklık Analizi.....	3-1
3.1.1	Kuraklık Analizleri Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-2
3.1.2	İndikatörlerin ve İndekslerin Seçimi	3-6
3.1.3	Seyhan Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-7
3.2	Eğilim Analizleri.....	3-8
3.2.1	Meteorolojik Eğilim Analizleri.....	3-9
3.2.2	Hidrolojik Eğilim Analizleri	3-12
3.3	Kuraklık Şiddet Analizleri.....	3-17
3.3.1	Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI).....	3-17
3.3.2	Ondalık İndeksi (DI).....	3-19
3.3.3	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)	3-20
3.3.4	Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI).....	3-22
3.3.5	Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI).....	3-24
3.3.6	Yeraltı Suyu İndeksi (SGI).....	3-26
3.3.7	Palmer Kuraklık İndeksleri.....	3-31
3.3.8	Bitki Durumu İndeksi (VCI)	3-32
3.3.9	Seyhan Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri.....	3-33
3.4	Tarımsal Kuraklık Analizleri	3-35
3.5	Kurak Devrelerin Tespiti	3-37
3.6	Kuraklık Haritaları.....	3-41
3.6.1	Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları	3-41
3.6.2	Kuraklık İndeksleri Tekerrür Haritaları	3-54
3.6.3	Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritaları	3-61
3.6.4	Projeksiyon Dönemi Kuraklık Risk Haritaları	3-68
4	İKLİM PROJEKSİYONLARI	4-1
4.1	Bölgesel İklim Modeli – RegCM4.3.....	4-2



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

4.2	İklim Senaryoları	4-4
4.3	Bölgesel İklim Modeli Sonuçlarına Yanlılık Düzeltmesi.....	4-5
4.4	İklim Projeksiyonları Eğilim Analizleri	4-7
5	KURAKLIK VERİTABANI ve WEB UYGULAMASI	5-1
5.1	İstasyon Sorgulama	5-3
5.2	Harita Oluşturma	5-5
5.2.1	Olasılık Haritaları	5-7
5.3	Kuraklık Değerlendirme.....	5-7
5.4	Noktasal Bilgi	5-9
5.5	Havzasal Çıktı.....	5-9
5.6	Kuraklık Animasyonu	5-9
5.7	Su Tüketim Sorguları	5-9
5.8	Veri İndir	5-9
6	KAYNAKÇA	6-1



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Seyhan Havzası'nda Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları	2-2
Tablo 2.2 Seyhan Havzası'nda Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Alanları	2-3
Tablo 2.3 Seyhan Havzası Büyük Toprak Grupları Dağılımı (DSİ, 2010).....	2-9
Tablo 2.4 Seyhan Havzası İçerisinde Kalan İl Nüfusları	2-12
Tablo 2.5 Seyhan Havzası Mevcut ve Projeksiyon Dönemi Nüfusları	2-12
Tablo 2.6 Seyhan Havzası İçerisinde Bulunan İllerde İstihdamın Sektörel Dağılımı	2-15
Tablo 2.7 Seyhan Havzası Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik	2-17
Tablo 2.8 Seyhan Havzası Finansal Gelişmişlik	2-17
Tablo 2.9 Havza İçerisinde Bulunan İlçelerin Tarım Arazilerinin Kullanımı.....	2-19
Tablo 2.10 2016 Yılı Hayvan Sayıları	2-21
Tablo 2.11 Havza İçerisinde Yer Alan Tesislerin İl Bazında Sayıları	2-23
Tablo 2.12 Seyhan Havzası'ndaki İhracat Değerlerinin İl Bazındaki Değerleri	2-24
Tablo 2.13 Kayseri İli Orman Varlığı Ağaç Türlerine Göre Dağılımı	2-30
Tablo 2.14 Seyhan Havzası Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları	2-35
Tablo 2.15 Seyhan Havzası Sulak Alanları.....	2-38
Tablo 2.16 Seyhan Havzası Alt Havzaları	2-42
Tablo 2.17 Kuraklık Analizinde Kullanılan Seyhan Havzası İçindeki MGİ'ler.....	2-42
Tablo 2.18 Kuraklık Analizinde Kullanılan Seyhan Havzası Çevresindeki MGİ'ler	2-43
Tablo 2.19 Seyhan Havzası Akım Gözlem İstasyonları Bilgileri.....	2-52
Tablo 2.20 Seyhan Havzası'ndaki Baraj, Gölet ve Depolamalara ait Bilgiler.....	2-53
Tablo 2.21 Seyhan Havzası'ndaki Sulama Tesislerinin Bilgileri	2-55
Tablo 2.22 Seyhan Havzası Su Potansiyeli Hesaplamalarının Karşılaştırılması	2-60
Tablo 2.23 Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması (YSKY, 2016).....	2-61
Tablo 2.24 Su Kalite Sınıflarına Uygun Kullanım Alanları (YSKY, 2016)	2-62



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.25 YSKYY (2016) EK-5 Tablo 2: Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri. 2-62	
Tablo 2.26. Su Kalitesi Sınıflandırmaları (TÜBİTAK MAM, 2010)	2-63
Tablo 2.27. Alt Havzalardaki Kalite Değerlendirmeleri Sonuçları (TÜBİTAK MAM, 2010). 2-64	
Tablo 2.28 Zamantı Irmağı Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)	2-69
Tablo 2.29 Göksu Irmağı Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)	2-71
Tablo 2.30 Seyhan Barajı – Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)	2-73
Tablo 2.31 Aşağı Seyhan Ovası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)	2-74
Tablo 3.1 Başlıca Kuraklık İndikatörleri ve İndeksleri (WMO, 2016)	3-4
Tablo 3.2 Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-8
Tablo 3.3 İstasyonlarda Yıllık Toplam Yağışların Eğilim Analizi Sonuçları	3-10
Tablo 3.4 Seyhan Havzası İstasyon Bazlı Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Eğilim Analizi Sonuçları	3-11
Tablo 3.5 İstasyonlarda Yıllık Toplam Buharlaştırma Eğilim Analizi Sonuçları	3-12
Tablo 3.6 Seyhan Havzası Yıllık Doğal Akımları AGİ Bazlı Eğilim Analizi Sonuçları.....	3-13
Tablo 3.7 Seyhan Havzası Yeraltı Suları Kuyu Bazlı Eğilim Analizi Sonuçları	3-14
Tablo 3.8 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Parametrelerin Eğilimleri	3-16
Tablo 3.9 Seyhan Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri.....	3-34
Tablo 3.10 Seyhan Havzası İstasyonları SPEI-6 İndeksine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri	3-42
Tablo 3.11 Seyhan Havzası İstasyonları SPEI-12 ve sc-PDSI İndekslerine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri.....	3-44



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 3.12 Seyhan Havzası İstasyonları sc-PHDI İndeksine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri	3-51
Tablo 3.13 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri.....	3-54
Tablo 3.14 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri.....	3-56
Tablo 3.15 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri.....	3-59
Tablo 4.1 RegCM4.3 Model Konfigürasyonları	4-3
Tablo 4.2 Seyhan Havzası Projeksiyonların Eğilimleri	4-7



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik Kuraklıklar Arasındaki İlişkilerin Çizimsel Gösterimi (Türkeş, 2014); (Wilhite D. , 2014)	1-1
Şekil 1.2 Kuraklığın Etkileri ve Etkilerin Azaltılması	1-3
Şekil 1.3 Kuraklık Yönetim Planının Unsurları (GWP, 2015).....	1-4
Şekil 1.4 Seyhan Havzası	1-5
Şekil 2.1 Seyhan Havzası'nın Türkiye'deki Konumu.....	2-1
Şekil 2.2 Seyhan Havzası ve Komşu Havzalar	2-2
Şekil 2.3 Seyhan Havzası'nda Yer Alan İl ve İlçeler	2-4
Şekil 2.4 Seyhan Havzası Fiziki Haritası	2-5
Şekil 2.5 Seyhan Havzası Genel Jeoloji Haritası	2-7
Şekil 2.6 Seyhan Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası	2-10
Şekil 2.7 Havza İçerisinde Yer Alan Okulların Dağılımı	2-14
Şekil 2.8 Seyhan Havzası'ndaki İllerde 2016 Yılı ait İstihdamın Sektörel Dağılımı.....	2-15
Şekil 2.9 Havza İçindeki Tarımsal Üretimin Dağılımı	2-18
Şekil 2.10 Havza İçerisindeki Tarım Üretimin İller Bazında Miktarı (ton).....	2-20
Şekil 2.11 Seyhan Havzası Orman Alanları.....	2-31
Şekil 2.12 Seyhan Havzası Tabiat Koruma Alanları Haritası	2-34
Şekil 2.13 Seyhan Havzası ve Çevresindeki Meteoroloji Gözlem İstasyonları	2-44
Şekil 2.14 Seyhan Havzası Yağış Dağılım Haritası	2-45
Şekil 2.15 Seyhan Havzası Sıcaklık Dağılım Haritası.....	2-46
Şekil 2.16 Seyhan Havzası Buharlaştırma Dağılım Haritası	2-47
Şekil 2.17 Seyhan Havzası Güneşlenme Süresi Dağılım Haritası	2-48
Şekil 2.18 Seyhan Havzası Rüzgar Hızı Dağılım Haritası	2-49
Şekil 2.19 Seyhan Havzası Akım Gözlem İstasyonları	2-51
Şekil 2.20 Seyhan Havzası'ndaki Baraj, Gölet ve Depolamalar	2-53



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 2.21 Seyhan Havzası'ndaki Sulama Alanları	2-56
Şekil 2.22 Seyhan Havzası Genel Hidrojeoloji Haritası.....	2-66
Şekil 3.1 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yağışlar	3-10
Şekil 3.2 Seyhan Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklıklar Zaman Serisi	3-11
Şekil 3.3 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Akımlar Zaman Serisi	3-13
Şekil 3.4 Seyhan Havzası Rasat Kuyuları Lokasyon Haritası	3-15
Şekil 3.5 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yeraltı Suyu Beslenimi Zaman Serisi	3-15
Şekil 3.6 Seyhan Havzası PNI Aylık Şiddet Zaman Serileri	3-18
Şekil 3.7 Seyhan Havzası Aylık DI Şiddet Zaman Serisi.....	3-19
Şekil 3.8 Seyhan Havzası SPI Aylık Şiddet Zaman Serileri	3-21
Şekil 3.9 Seyhan Havzası SPEI Aylık Şiddet Zaman Serileri	3-23
Şekil 3.10 Seyhan Havzası SRI Aylık Zaman Serileri	3-25
Şekil 3.11 Zamantı Irmağı Alt Havzası SGI Analizleri	3-27
Şekil 3.12 Göksu Irmağı Alt Havzası SGI Analizleri.....	3-28
Şekil 3.13 Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası SGI Analizleri.....	3-29
Şekil 3.14 Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası SGI Analizleri.....	3-30
Şekil 3.15 Seyhan Havzası PDSI, sc-PDSI, PHDI ve sc PHDI Aylık Zaman Serileri.....	3-32
Şekil 3.16 Seyhan Havzası Yıllarına Ait MODIS (2001-2016) ve AVHRR (1982-2015) VCI Değerleri Alansal Ortalaması Zaman Serisi	3-33
Şekil 3.17 Seyhan Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar ..	3-35
Şekil 3.18 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (1970 – 1985).....	3-38
Şekil 3.19 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (1986 – 2001).....	3-39
Şekil 3.20 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (2002 – 2016).....	3-40
Şekil 3.21 Seyhan Havzası SPEI-6 Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları	3-43
Şekil 3.22 Seyhan Havzası SPEI-12 ve sc-PDSI Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları.....	3-45



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 3.23 Seyhan Havzası 2001 yılı (sol üst), 2007 yılı (sağ üst), 2014 yılı (sol alt) ve 2016 yılı (sağ alt) için Hesaplanan VCI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları ..	3-48
Şekil 3.24 Seyhan Havzası 2001 yılı (sol üst), 2016 yılı (sağ üst), 1989 yılı (sol orta), 2014 yılı (sağ orta), 1973 yılı (sol alt) ve 2008 yılı (sağ alt) için Hesaplanan SPEI 12 indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları	3-49
Şekil 3.25 Seyhan Havzası 1989 yılı (sol üst), 2014 yılı (sağ üst), 1974 yılı (sol alt) ve 2008 yılı (sağ alt) için Hesaplanan sc-PDSI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları	3-50
Şekil 3.26 Seyhan Havzası sc-PHDI Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları	3-52
Şekil 3.27 Seyhan Havzası 1974 yılı (sol üst), 1989 yılı (sağ üst), 2008 yılı (sol alt) ve 2014 yılı (sağ alt) için Hesaplanan sc-PHDI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları	3-53
Şekil 3.28 Seyhan Havzası SPEI-6 indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-55
Şekil 3.29 Seyhan Havzası SPEI-12 indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-57
Şekil 3.30 Seyhan Havzası sc-PDSI indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-58
Şekil 3.31 Seyhan Havzası sc-PHDI indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri	3-60
Şekil 3.32 Seyhan Havzası SPEI-6 Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları	3-62
Şekil 3.33 Seyhan Havzası SPEI-12 Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları	3-64
Şekil 3.34 Seyhan Havzası sc-PDSI Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları	3-65
Şekil 3.35 Seyhan Havzası sc-PHDI Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları	3-67



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 3.36 Seyhan Havzası SPEI-12 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-69
Şekil 3.37 Seyhan Havzası SPEI-12 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-70
Şekil 3.38 Seyhan Havzası SPEI-12 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-71
Şekil 3.39 Seyhan Havzası sc-PDSI 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-72
Şekil 3.40 Seyhan Havzası sc-PDSI 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-73
Şekil 3.41 Seyhan Havzası sc-PDSI 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-74
Şekil 3.42 Seyhan Havzası sc-PHDI 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-76
Şekil 3.43 Seyhan Havzası sc-PHDI 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-77
Şekil 3.44 Seyhan Havzası sc-PHDI 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları.....	3-78
Şekil 4.1 Bölgesel Model Çalışma Alanları ve Topoğrafya.....	4-3
Şekil 4.2 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Yağış Eğilim Grafikleri	4-10
Şekil 4.3 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Sıcaklık Eğilim Grafikleri	4-11
Şekil 4.4 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) Eğilim Grafikleri.....	4-12
Şekil 4.5 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Akım Eğilim Grafikleri	4-13
Şekil 4.6 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Yeraltı Suyu (YAS) Beslenimi Eğilim Grafikleri	4-14
Şekil 5.1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisi.....	5-2
Şekil 5.2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü	5-3
Şekil 5.3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi.....	5-4



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 5.4 İstasyon Sorgulama Ekranı.....	5-4
Şekil 5.5 Seçilen istasyonun SPI – 3 Aylık çıktılarının tablosal gösterimi.....	5-5
Şekil 5.6 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık çıktılarının çizgisel grafik olarak gösterimi....	5-5
Şekil 5.7 Harita Oluşturma Ekranı	5-6
Şekil 5.8 Nisan 1974'teki scPHDI İndeksin IDW ile gösterimi	5-7
Şekil 5.9 Olasılık (Hafif kurak olma durumu) Haritası	5-8
Şekil 5.10 Kuraklık Değerlendirme ekranı çıktısı	5-8
Şekil 5.11 Kuraklık Animasyonu Hazırlama Ekranı.....	5-10



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
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BTSB	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CNRM-CM5.1	Centre National de Recherches Météorologiques Circulation Model
CORINE	Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri
FİGE	Finansal Gelişmişlik Endeksi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GEP	Bölgesel Gelişim Projeleri
GWP	Küresel Isınma Potansiyeli
HADGEM2	Hadley Centre Global Environment Model version 2
HES	Hidroelektrik Santrali
HKEP	Havza Koruma Eylem Planı
İBBS	İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflandırması
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KSS	Küçük Sanayi Sitesi
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MPI-ESM-MR	Max-Planck-Institute Earth System Model- Medium Resolution
MTA	Maden Tetkik Arama
NDVI	Normalized Difference Water Index
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
OSİB	Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı
ÖDA	Önemli Doğa Alanları
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi
PNI	Normalin Yüzdesi İndeksi
RCP	Representative Concentration Pathways (Temsili Konsantrasyon Rotaları)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

SEGE	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması
SEI	Stockholm Environment Institute
SKGİ	Su Kalitesi Gözlem İstasyonu
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SPI	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi
SPEI	Standartlaştırılmış Yağış Buharlaştırma ve Terleme İndeksi
SRI	Standartlaştırılmış Akım İndeksi
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
TUBITAK MAM	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİVES	Türkiye Bitkileri Veri Servisi
UNCDD	BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
VCİ	Bitki Durumu İndeksi
WEI	Su Kullanım İndeksi
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAS	Yeraltı Suyu
YHGS	Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları
YSKYY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
YÜS	Yüzey Suyu



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

TANIMLAR

Havza: Nehir havzalarında suyun ayırım çizgisinden denize aktığı noktaya, kapalı havzalarda ise suyun toplandığı nihai noktaya göre suyun toplanma alanını ifade eder.

Alt Havza: Havzanın sularını denize boşaltan ana akarsuya bağlı daha küçük akarsular veya göller için su toplama alanını ifade eder.

Havza Koruma Eylem Planı: Su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanım amacıyla korunması, kullanımının sağlanması, kirlenmesinin önlenmesi ve kirlenmiş olan su kaynaklarının kalitesinin iyileştirilmesi gayesi ile hazırlanan planı ifade eder.

Havza Yönetim Heyeti: Havza ölçekli yönetim planlarının uygulamalarının izlenmesi ve değerlendirilmesiyle ilgili çalışmaları havza ölçeğinde yürütmek amacıyla her bir havza için ayrı ayrı oluşturulan ve teşkil esasları 18/01/2019 tarihli ve 30659 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Havza Yönetimi Merkez Kurulu, Havza Yönetim Heyetleri ve İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurullarının Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Tebliğ ile verilen heyeti ifade eder.

Havza Yönetim Planı: Su havzasındaki su kaynaklarının ve canlı hayatının korunmasını, geliştirilmesini ve bozulmamasını sağlamak üzere su kaynakları için sürdürülebilir bir koruma-kullanma dengesi gözetilerek katılımcı bir yaklaşımla havzanın tamamını esas alınarak hazırlanan planı ifade eder.

Havza Yönetimi Merkez Kurulu: Havza Yönetim Heyetleri tarafından iletilen hususları görüşmek ve sonuca bağlamak, sonuca bağlanmayan hususları Su Yönetimi Koordinasyon Kuruluna iletmek, Su Yönetimi Koordinasyon Kurulunda alınan kararların havza ölçeğinde uygulanmasını sağlamak ve takibini yapmak üzere oluşturulan ve teşkil esasları 18/01/2019 tarihli ve 30659 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Havza Yönetimi Merkez Kurulu, Havza Yönetim Heyetleri ve İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurullarının Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Tebliğ ile verilen kurulu ifade eder.

İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu: Havza ölçekli yönetim planları uygulamalarının izlenmesi ve değerlendirilmesiyle ilgili çalışmaları il ölçeğinde yürütmek amacıyla her bir il için ayrı ayrı oluşturulan kurulu ifade eder.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu: Teşkilî, görevleri, çalışma usul ve esasları 20/03/2012 tarihli ve 28239 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2012/7 sayılı Genelge ile kurulan kurulu ifade eder.

Kuraklık: Yağışların, kaydedilen normal düzeylerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi, su kaynakları, üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan tabii bir olaydır.

Meteorolojik Kuraklık: Yağışların belirli bir zaman periyoduna ait normallerden (genellikle en az 30 yıllık) meydana gelen sapma olarak ifade edilir.

Tarımsal Kuraklık: Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması tarımsal kuraklığı ifade eder.

Hidrolojik Kuraklık: Uzun süren yağış azlığından dolayı kaynak seviyeleri, yüzey akış, yeraltı suyu ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemde meydana gelen azalmalar hidrolojik kuraklığı ifade eder.

Kuraklık Yönetim Planı: Muhtemel kuraklık risklerinin olumsuz etkilerinin kontrolü ve kuraklık problemlerinin çözümüne yönelik olarak kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirleri ihtiva eden yönetim planını ifade eder.

Kriz Yönetimi: Kriz süresince uygulanan, durumu normale döndürmeyi amaçlayan geçici bir yönetim biçimidir.

Risk yönetimi: Ülke, bölge, kent veya yerleşme birimi ölçeğinde tehlike ve riskin belirlenmesi, analizi, riskin azaltılabilmesi için imkân, kaynak ve önceliklerin belirlenmesi, politika ve stratejik plan ve eylem planlarının hazırlanması ve yaşama geçirilmesi sürecidir.

Ulusal Havza Yönetim Stratejisi: Türkiye su havzalarının doğal kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı ile ilgili kararlara ve yatırım programlarına rehberlik sağlamak; toplumun, havzaların ekolojik, ekonomik ve sosyal fayda ve hizmetleri ile ilgili ihtiyaç ve beklentilerinin yeterli düzeyde ve sürdürülebilir olarak karşılanması için yapılacak çalışmalara yol göstermek amacıyla hazırlanan stratejidir.

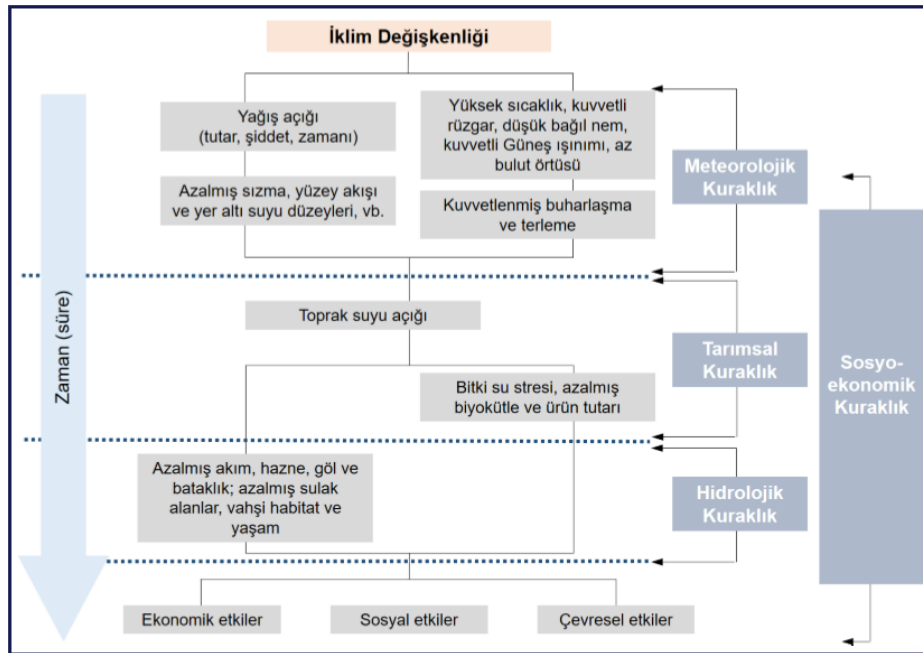
Su Kıtlığı: Su kaynaklarının, uzun vadeli ortalama gereksinimleri karşılama konusundaki yetersizliğidir.



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). Yağışların belirlenen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarını olumsuz etkilenmesi ve hidrolojik dengede bozulmalara sebep olan doğal olay olarak tanımlanmaktadır (UNCDD, 1994). 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).

(Wilhite & Glantz, Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions, 1985) tarafından kuraklığı ölçme yaklaşımı temel alınarak kuraklık tanımları; meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik kuraklık olarak kategorize edilmiştir. İlk üç yaklaşımda kuraklık fiziksel bir olgu olarak ele alınır. Son yaklaşımda ise kuraklık arz ve talep açısından ele alınarak su açığının sosyo-ekonomik dalgalanmalar üzerine etkileri izlenir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik Kuraklıklar Arasındaki İlişkilerin Çizimsel Gösterimi (Türkeş, 2014); (Wilhite D. , 2014)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Yağış miktarındaki düşüğe bağlı olarak ortaya çıkan yağış eksikliği nedeniyle; 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. Yağış eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık süreci içinde de zaman olarak ileriye doğru bir kayma yaşanmaktadır.

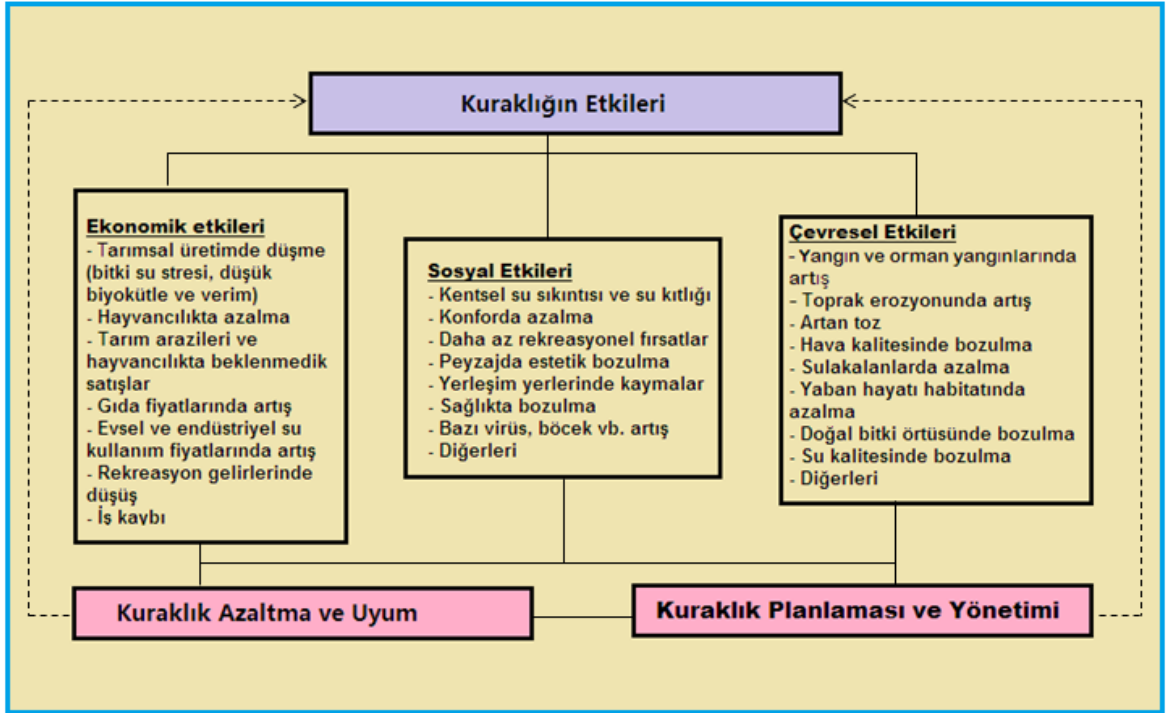
Öncelikle yağış miktarı olmak üzere meteorolojik ölçümler, diğer bir deyişle yağışların azlığı genel olarak kuraklığın ilk işareti olarak kabul edilmektedir. Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklıktan sonra oluşur. Tarım, kuraklık tarafından etkilenen ilk ekonomik sektördür. Yağışların akışa geçerek nehir ve göllerin su seviyelerini etkilemesi belli bir zaman alır. Bu nedenle, hidrolojik gözlemler kuraklığın ilk işaretlerinden sayılamaz. İçme ve kullanma suyu sıkıntıları ile birlikte tarımsal ve hidrolojik kuraklığın sonuçları zamanla sosyo-ekonomik kuraklık olarak kendini gösterir (UNDP, 2012).

Kuraklık, doğa ile ilişkili bir afettir ve etkisi altında bulundurduğu alanlarda, şiddetine göre, çok büyük zararlara yol açabilir. Kuraklığın etkisi sadece doğa üzerinde kendisini göstermekle kalmaz. Aynı zamanda şiddetli kuraklıklar, özellikle kurak yılların birbirini takip ettiği dönemlerde, Türkiye gibi tarım ülkelerinde ekonomik bir milli felaket halini alabilir, ekonomik ve sosyal düzende büyük problemler meydana getirebilir (UNDP, 2012).

Kuraklığın etkileri ve bu etkilerin azaltılması kapsamında uyum çalışmaları ile kuraklık yönetiminin etkileşimi Şekil 1.2 ile özetlenmiştir.

Günümüzde iklim değişikliğinin olumsuz olarak etkilediği su kaynaklarının planlaması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmaları kapsamında kuraklığın beklenen etkilerin hafifletilmesi konusu oldukça önem kazanmıştır.

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.



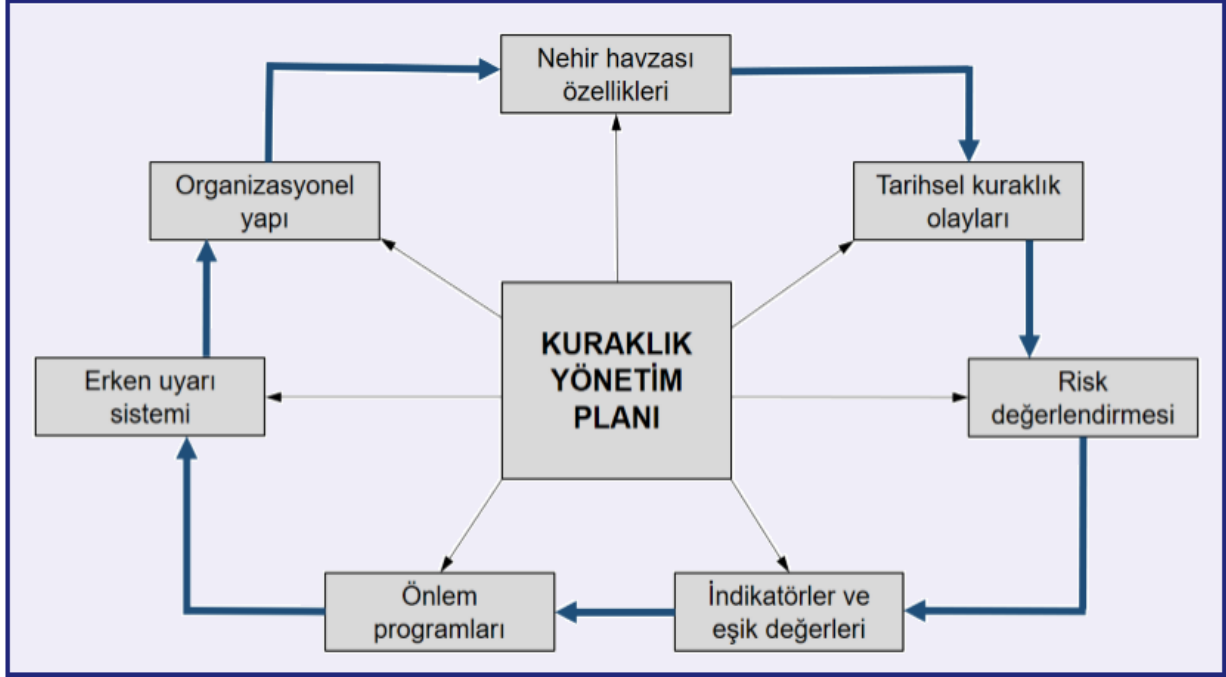
Şekil 1.2 Kuraklığın Etkileri ve Etkilerin Azaltılması

Kuraklık Risk Yönetimi; korunma, zarar azaltma ve hazırlıklı olma amaçlı faaliyetler ve önlemler yoluyla kuraklık tehlikesinin olumsuz sonuçlarını ve potansiyel afet etkilerini engelleme ve azaltma kavramı ve çalışmasıdır (UNDP, 2016).

Kuraklık Risk Yönetimi, su kaynakları yönetimi politikalarının ve stratejilerinin önemli bir parçasını oluşturur. Ulusal kuraklık politikaları kuraklık riskinin yönetilmesinde büyük bir role sahiptir (Wilhite, Sivakumar, & Pulwarty, 2014).

Kuraklıktan kaynaklanan etkilerin azaltılabilmesi için havzanın bulunduğu ülkeye özgü mevzuatlara dayalı olarak ve havzanın kendine özgü kuraklık özellikleri ve etkileri dikkate alınarak **Kuraklık Yönetimi Planları**'nın hazırlanması gereklidir. Bu planların önceden ve havza yönetim planının bir parçası olarak hazırlanması oldukça önemlidir (AB, 2017). Ayrıca tüm paydaşların, etkilenen sektörlerin, karar vericilerin ve profesyonellerin katılımı kuraklık yönetimi planlarının başarısında büyük katkısı vardır.

Kuraklık Yönetimi Planının unsurları arasında nehir havzası özellikleri, tarihsel kuraklık olayları, risk değerlendirilmesi, indikatörler ve eşik değerleri, önlem programları, erken uyarı sistemi ve organizasyonel yapı yer almaktadır (GWP, 2015). Bu unsurların kuraklık yönetim planının bir parçası olarak birbirleriyle ilişkisi Şekil 1.3 üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 1.3 Kuraklık Yönetim Planının Unsurları (GWP, 2015)

1.1 Yetki

Bu plan 10/07/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi”nin Tarım ve Orman Bakanlığının görev ve teşkilatının tanımlandığı onördüncü bölümde yer alan 421. maddeye dayanılarak hazırlanmıştır.

1.2 Maksat

Kuraklık Türkiye coğrafyası için yaygın bir afet riski oluşturmaktadır. Seyhan Havzası da sahip olduğu tarımsal, ekonomik ve doğal önemi gereği bu riskten fazlasıyla etkilenebilecek havzalar arasında yer almaktadır.

Bu çalışmanın amacı; havza sınırları esas alınarak Türkiye’nin 25 nehir havzasından biri olan Seyhan Havzası için “Kuraklık Yönetim Planı”nın hazırlanmasıdır.

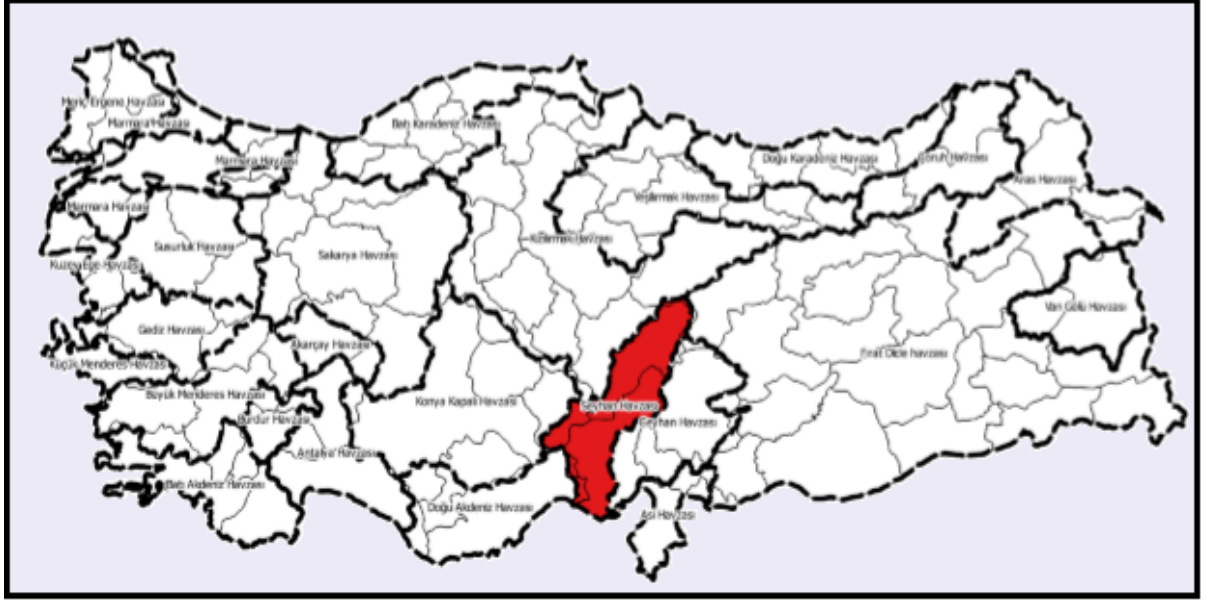
Seyhan Havzası, Türkiye’nin Doğu Akdeniz Bölgesi’nde yer alan Adana İlinin kuzeyinde 36° 30’ ile 39° 15’ kuzey enlemleri ve 34° 45’ ile 37° 00’ doğu boylamları arasında yer almakta olup 22 042 km²’lik yüzölçüme sahiptir (Şekil 1.4)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 1.4 Seyhan Havzası

1.3 Kapsam

Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı ile muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, su kıtlığında alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi ve mümkün olan en kısa sürede kuraklık problemlerinin çözümüne yönelik olarak kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında alınacak tedbirlerin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda Seyhan Havzası'nın su bütçesi ve kuraklığa karşı hassasiyeti göz önünde bulundurularak, entegre havza yönetimi yaklaşımı ile kuraklığın ve su kıtlığının üretim kaynaklarına ve sosyoekonomik hayata olumsuz etkilerinin azaltılması, havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için kuraklık ve su kıtlığı indikatörlerinin ve eşik değerlerinin belirlendiği, buna göre kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında yapılacak çalışmalar ve alınması gereken tedbirlerin ortaya konduğu bir kuraklık yönetim planı oluşturulacaktır.

Bu çalışma kapsamında, yaşanması muhtemel kuraklık sebebiyle meydana gelecek havza yüzey suyu ve yeraltı suyu bütçesindeki değişime bağlı olarak içme kullanma suyunun, tarımsal sulamanın, sanayinin ve ekosistemin ne şekilde etkileneceği belirlenerek alınması gereken tedbirler ortaya konulacaktır.

Seyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planının Hazırlanması Projesi işi kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalar şunlardır:



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

1. Kuraklığın derecelerini (düşük, orta ve şiddetli kuraklık) belirlemek için ulusal ve uluslararası platformda kullanılan indeks/indeksler ve indikatörler değerlendirilerek havza şartlarına uygun olanların belirlenmesi.
2. Havza şartlarında kullanılması uygun olan kuraklık indeksleri kullanılarak havzaya ait kuraklık analizinin yapılması, havzanın kuraklık hassasiyetinin belirlenmesi.
3. Kuraklık şartlarında havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için havza su bütçesi, iklim değişikliği projeksiyonları, nüfus projeksiyonları, planlanan içme suyu, sanayi, tarım ve turizm yatırımları dikkate alınarak gelecekteki su bütçesindeki değişimin tespit edilmesi.
4. Üretim payı/ekonomik değeri yüksek ve havza için önemli olan sektörler için kuraklık etkilenebilirlik analizinin gerçekleştirilmesi.
5. Sektörel su ihtiyacının ve kuraklık zafiyeti yüksek sektörlerin belirlenerek bu sektörlerin uyum kapasitelerinin ve yaşanması muhtemel kuraklıkların üzerlerinde oluşturacağı potansiyel risklerin tüm alt havzalar için ayrı ayrı tespit edilmesi.
6. Kuraklık durum tespitlerinin yapılmasının ardından, olası kuraklık durumlarının havzada oluşturduğu ve oluşturacağı ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerin belirlenmesi.
7. Havzada tespit edilen kuraklık ve su kıtlığı kaynaklı sorunlar ve etkilerinin çözüm önerileriyle beraber belirtilmesi.
8. İlgili projeksiyonlar (iklim, nüfus, vb.) dikkate alınarak, kuraklık ve su kıtlığının etkilerini azaltmak veya önlemek için; kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında suyun optimum kullanımını ve tasarrufunu sağlayacak, çevresel hedefleri de dikkate alan tedbirlerin belirlenerek eylem planı hazırlanması.
9. Elde edilen veriler yardımıyla, havzada yaşanması muhtemel kurak dönemlerde yapılması gereken çalışmaların ve kuraklık göstergelerinin (Normal Durum, Ön Alarm Durumu, Alarm Durumu ve Acil Durum) yer aldığı Acil Durum Eylem Planı hazırlanması.
10. Sektörel analiz sonuçları göz önüne alınarak, suyun mevcut şartlarda ve değişik derecelerdeki kuraklık ve su kıtlığı şartlarında sürdürülebilir kullanımı hususunda önerilerde bulunulması.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

11. Atıksuyun yeniden kullanımı hususu analiz edilerek kuraklık yönetimine etkileri ortaya konması.
12. CBS ortamında katmanlar şeklinde, havzaya ait meteorolojik, tarımsal, hidrolojik kuraklık haritalarının hazırlanması.
13. Kurumsal ve yasal çerçeve göz önüne alınarak, belirlenen tedbirleri uygulayacak ve denetleyecek model yönetim şekli ortaya konması.
14. Proje kapsamında elde edilen çıktıların gösterildiği web-tabanlı Seyhan Havzası kuraklık veri tabanı hazırlanması.

1.4 Temel İlkeler

Kuraklık yönetiminin ilkeleri:

- Sürdürülebilir bir kuraklık yönetimi için havza bazında yapılacak çoklu tedbirleri içeren çalışmaların bir plan ve program çerçevesinde entegre bir yaklaşımla ele alınması,
- Kuraklığın vermiş olduğu zararları azaltmak için yapısal olan ve yapısal olmayan tedbirlerin alınması,
- Kurak dönemde zarar görme riskini azaltmak maksadıyla suyun akılcı ve ekonomik olmayan kullanımını engelleyici stratejiler ile kuraklığın etkilerinin kontrol edilmesi ve azaltılması,
- Kuraklığın havza/alt havza ölçeğinde izlenmesinin sağlanması,
- Kuraklık yönetiminde kurumsal sorumluluklar ve düzenlemeler dahilinde sorumlu kuruluşların kuraklık öncesi, esnası ve sonrasında koordineli bir şekilde birlikte çalışmasıdır.

1.5 Sorumluluk

Bu yönetim planı, 10/07/2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi"nin Tarım ve Orman Bakanlığının görev ve teşkilatının tanımlandığı ondördüncü bölümde yer alan 421. maddeye dayanılarak hazırlanmıştır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

1.6 Hedefler

Bu yönetim planının hedefleri:

- Muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, kuraklık problemlerinin çözüme kavuşturulması,
- Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların izlenmesi ve değerlendirilmesinin belli periyotlarda yapılabilmesi için bir sistematığın ortaya konması,
- Kuraklık yönetiminde kapasite geliştirilmesi, koordinasyonun ve iş birliğinin sağlanması,
- Kuraklığın etkin yönetiminin sağlanması,
- Seyhan Havzası'nda kuraklık farkındalığının artırılması,
- İklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesidir.



2 KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI

2.1 Seyhan Havzası

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 (Şekil 2.1).

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.



Şekil 2.1 Seyhan Havzası'nın Türkiye'deki Konumu

Toroslar'ın kuzeydoğu yönlü ve 2-3 sıra halindeki uzantıları büyük kısmıyla havza içinde kalır. Göksu ve Zamantı kollarının arasındaki ana sırtların doğu ve batısındaki ikincil sırtlar havzayı diğer havzalardan ayırır. Doğu'da Uzunyayla'dan güneye doğru sıralanan Tahtalı, Binboğa, Toklu, Tekeç Dağları ve Ceyhan Havzası arasındaki sınırı oluşturur. Batıdaki Sarıçiçek, Hınzır, Koramaz, Turasan, Pozantı ve Bolkar Dağları ise alanı Kızılırmak, Konya Kapalı ve Doğu Akdeniz Havzaları'ndan ayırır.

Havza, batıdan Kızılırmak, Konya Kapalı, Doğu Akdeniz; doğudan Ceyhan ve Fırat-Dicle Havzaları ile komşudur (Şekil 2.2).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.2 Seyhan Havzası ve Komşu Havzalar

2.1.1 Yerleşim Yerleri

Seyhan Havzası sınırları içinde Adana, Kayseri, Niğde, Mersin, Sivas ve Kahramanmaraş illeri yer almaktadır. Adana ili Büyükşehir Belediyesine bağlı ilçeler Seyhan, Yüreğir, Sarıçam, Çukurova ve Karaisalı'dır. Adana iline bağlı olan ilçeler Tufanbeyli, Saimbeyli, Feke, Aladağ, Karataş, Pozantı, Kayseri ilinin Sarız, Tomarza ve Pınarbaşı ilçeleri, Niğde ilinin Ulukışla ve Çamardı ilçeleri ve Mersin ilinin Tarsus ilçesine bağlı Yenice beldesi havza sınırları içerisinde yer alır (Şekil 2.3).

Tablo 2.1 Seyhan Havzası'nda Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları

İller	Toplam Alan (ha)	Havza İçindeki Alanı (ha)	Havzaya Giren Alan Oranı (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)
Adana	1.407.308	1.002.259	71,22	45,48
Kayseri	1.695.859	863.886	50,94	39,21
Niğde	731.900	218.874	29,90	9,93
Mersin	1.601.600	64.940	4,05	2,95
Kahramanmaraş	1.460.023	21.093	1,44	0,96
Sivas	2.790.231	32.448	1,16	1,47
Toplam	9.687.163	2.203.500		



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Sivas	Gemerek	116.355	26	0	0
Sivas	Gürün	270.476	7.407	2,7	0,3
Sivas	Kangal	366.489	2.439	0,7	0,1
Sivas	Şarkışla	195.248	13.258	6,8	0,6
TOPLAM			2.203.500		



Şekil 2.3 Seyhan Havzası'nda Yer Alan İl ve İlçeler

2.1.2 Coğrafi ve Topografik Durum

Seyhan Havzası içindeki büyük düzlükler, kuzeyde Uzunyayla, batıda da 1.500 m kotlarındaki düzlüklerdir.

Dağlık-Tepelik arazi görünümünün dışında kalan Çukurova alüvyal tabanı havza yüzölçümünün onda birinden daha az bir yer kaplar. Burada yükselti 50 m'den düşüktür. Genel eğim %0 - 1 kadardır. Deniz yüzeyine yakın bir düzeyden başlayan taban Adana 'ya doğru hafifçe yükselir. Buradan kuzeye ve doğuya doğru seki arazi başlar. Seki araziden kuzeye doğru çok dik eğimli tepelikler başlar. Bunlar birkaç km sonra yerini sarp, dağlık araziye bırakır. Dağlık arazi hızla yükselerek Ulukışla Feke arasında sert ve doruklarda 2.000 m'yi aşar. Dağlık arazide yamaçlar uzun, eğim sarpdır. Havzanın fiziki haritası Şekil 2.4 ile verilmektedir.



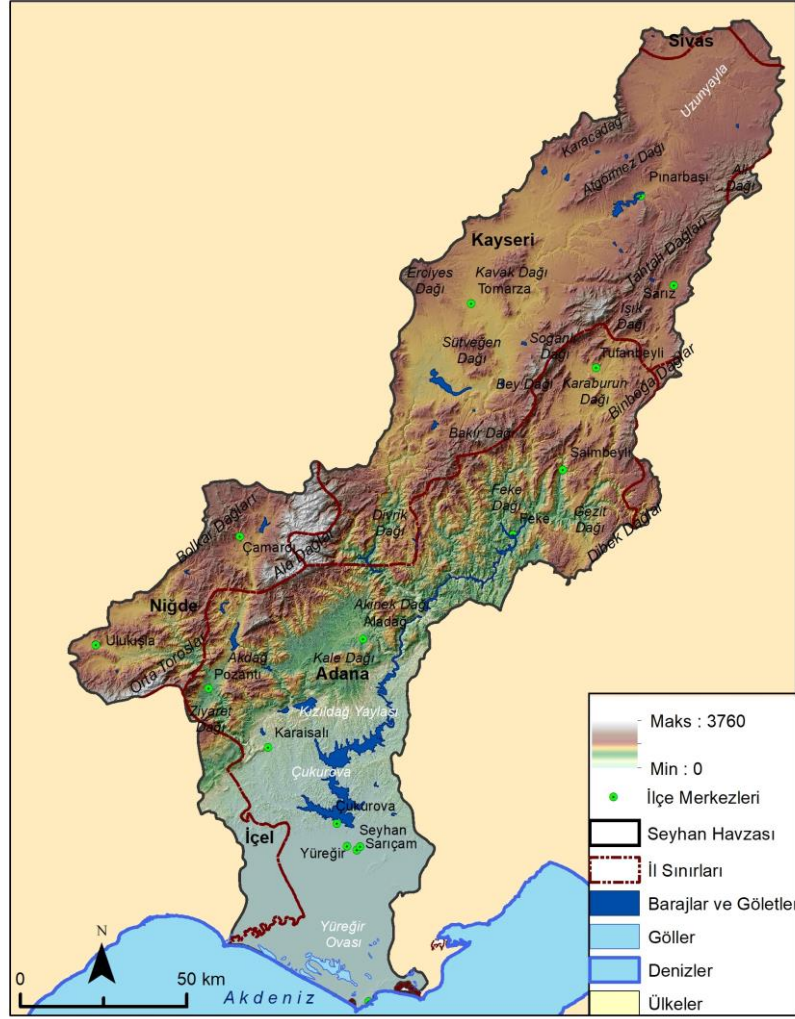
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



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.

Havzada Adana ilinin kuzey ve kuzeydoğu bölümlerinde kalan ve havzanın orta bölümünde başlayan Orta Toros adı verilen dağ sistemi bulunmaktadır. Doğuda havza sınırını Toros sistemine giren Amanoslar oluşturur. Orta Toros üzerinde üç ayrı dağ sırası görülmektedir.



Şekil 2.4 Seyhan Havzası Fiziki Haritası

Havza genel olarak yüksek tepeler ve dağlardan oluşmuştur. Bu yüksek araziler içinde yalnızca 0-50 m arasında Çukurova ve Anavarza bulunmaktadır. Bütünüyle Adana Ovası adı verilen havzanın güneyinde kalan bölüm Çukurova, kuzeyde kalan bölüm ise yukarı Anavarza'dır. İki ovayı Misis Dağları ayırır. Tepe özelliği gösteren bu dağların en yüksek noktası olan Cebelınur Dağı'nın yüksekliği 770 m'dir. Ayrıca iç kısımlardaki platolarda yer alan ovalar ortalama 1.000-1.500 m kotları arasındadır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası'nın en önemli akarsuları havzaya adını da veren Seyhan Nehri ile kollarıdır. Zamantı Çayı, Göksu Çayı, Eğlence Çayı, Körkün Çayı, Çakıt Çayı ve Sarıçam Deresi havzadaki başlıca akarsulardır. Havzada yer alan göller ise Tuzla Gölü, Seyhan Baraj Gölü, Çatalan Baraj Gölü, Akyatan Gölü ve Ağyatan Gölüdür.

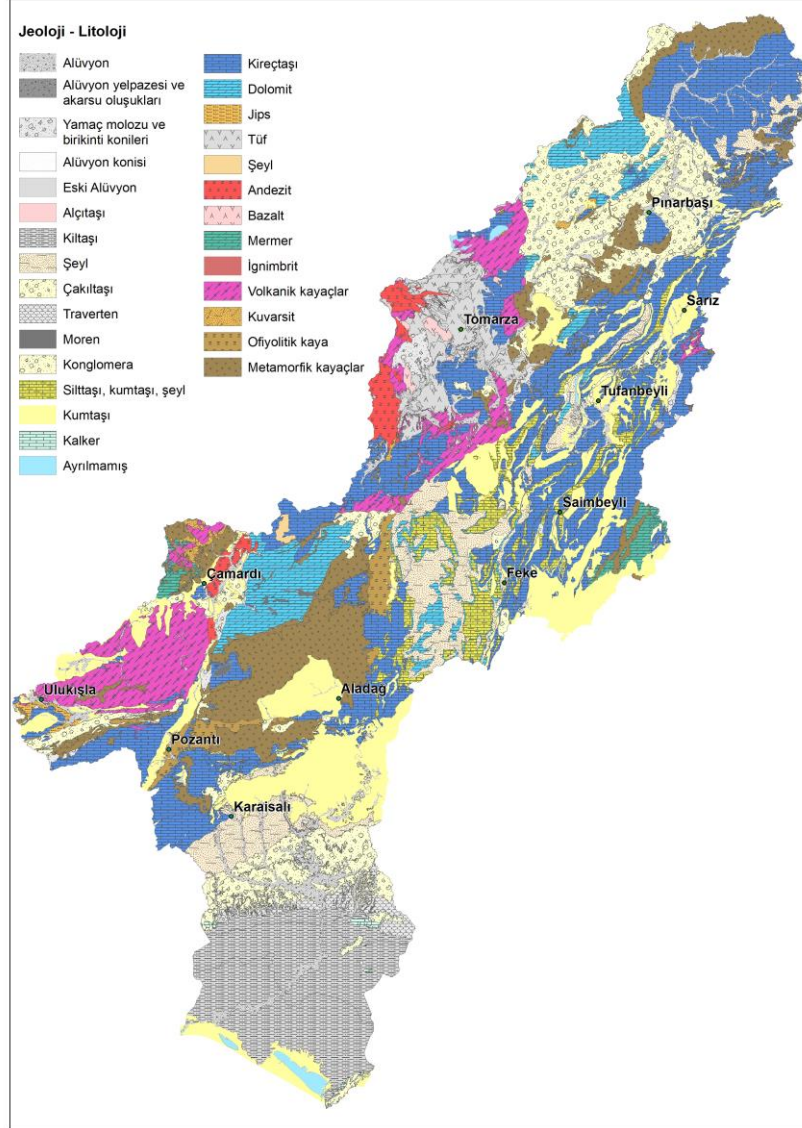
2.1.3 Genel Jeoloji

Seyhan Havzası'nda Zamantı Irmağı drenaj alanı, havzanın memba kısmını oluşturmaktadır. Pınarbaşı ilçesi kuzey kesimini oluşturan bu bölgede, Uzunyayla formasyonuna ait Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşları ve Pliyosen yaşlı volkanitler bulunmaktadır. Pınarbaşı ilçe merkezi yakın civarında yaygın görülen Pliyosen yaşlı Köprübaşı formasyonuna ait konglomera, bazalt, kumtaşı birimleri oldukça geniş alanlara yayılım göstermiştir. Zamantı Irmağı'nın sağ sahilinde bulunan Tomarza yerleşkesi ve yakın çevresinde, Pliyosen tüfler, Üst Miyosen yaşlı karasal kırıntılılar ve Kretase yaşlı kireçtaşları yüzeylemiştir.

Göksu Irmağı drenaj alanında, tektonik aktivitelerin yoğunluğu ve morfolojik deformasyonların oluşumuna bağlı olarak karmaşık bir jeolojik yapı oluşum göstermiştir. Sarız, Tufanbeyli, Saimbeyli ve Feke ilçelerini kapsayan bölgede, genel ağırlıklı birim Kretase yaşlı kireçtaşları olup kuzey-güney doğrultulu olarak yayılım göstermişlerdir. Onun dışında aynı morfolojik oluşumla yüzeyleyen Pliyosen yaşlı sedimanter kayalar heterojen bir yapı ile Göksu Irmağı Alt Havzası'nın genel jeolojik yapısını oluşturmuşlardır. Göksu Irmağı Alt Havzası'nın güney kısmında ise Orta Miyosen, Ordovisyen yaşlı şeyl, kumtaşı, marn ve çamurtaşından oluşan birimler mostra vermiştir.

Seyhan Barajı ve Zamantı Irmağı birleşim yerini kapsayan Çamardı yerleşiminde, Paleozoyik yaşlı metamorfikler ve Triyas-Jura yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır. Daha güneyde, Çamardı ilçe merkezi ile Ulukışla arasında geniş ve homojen yüzlekler veren volkanik çökeller Paleosen-Eosen yaşlıdır. Pozantı ilçesi ve yakın çevresinde, Ofiyolitik kayalar, yaşlı kireçtaşları, metamorfik birimler ve kumtaşı, çamurtaşı aralanmasından oluşan sınırlı yayılım gösteren sedimanlar çökelmiştir. Aladağ yerleşimi ve kuzeyinde ise Aladağ ofiyolitleri ve kumtaşı-konglomera-silttaşı-çamurtaşından oluşan Oligosen yaşlı birimler yüzeylemiştir. Havzanın güney kısmında yer alan Karaisalı bölgesinde, Orta Miyosen yaşlı, kumtaşı, şeyl-marn, çakıllı-kumtaşı-silt birimleri yer almaktadır. Aşağı Seyhan Ovası'nda ise tamamen güncel çökellerin oluşum gösterdiği birimler yüzeylemekte olup alt havzanın memba kısmında traverten, çakıltaşı-kiltası-kumtaşı-marn birimleri yüzeylerken ovanın tamamında Kuvaterner kil, silttaşı ve kiltası birimleri oluşum göstermiştir.

Deniz kıyısı yakınlarında ise kumullar ve plaj çökelleri yüzeylemiştir. DSİ Master Plan Hidrojeolojik Etüt Raporu'nda kullanılmış olan MTA veritabanından faydalanılarak oluşturulmuş Seyhan Havzası jeoloji haritası Şekil 2.5 ile verilmiştir.



Şekil 2.5 Seyhan Havzası Genel Jeoloji Haritası

2.1.4 Fiziksel Drenaj Özellikleri

Seyhan Havzası, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, sularını Seyhan Nehir şebekesiyle Akdeniz'e gönderen yağış alanını kapsamaktadır. Havzanın toplam yağış alanı 22.042 km²'dir. Kol boyu uzunluğu 560 km olan ve Güney Anadolu'nun en önemli nehirlerinden biri olan Seyhan Nehri iki önemli koldan meydana gelir. Bunlardan biri Zamantı Irmağı ve diğeri Göksu Irmağı'dır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Zamantı Irmağı; kol boyu uzunluğu 308 km olan bu su ilk kaynaklarını Türkiye'nin en karakteristik yaylalarından birisi olan Uzun Yayla'dan alır (bu nokta Seyhan Irmağı başı olarak kabul edilebilir). Zamantı Irmağı daha sonra Ergenuşağı Köyü'nün altında Göksu'yu alır.

Kol boyu uzunluğu yaklaşık 200 km olan Göksu'nun; ilk kaynakları Binboğa Dağları'ndan ötede Çamurlu Yayla'ya kadar sokulur. Bu yaylanın güney eteklerinde, önce Şarlak Pınarı daha sonrada Karapınar Suları'nın katılmasıyla başlayan ırmağa burada Sarız Çayı adı verilir. Göksu, Gökdere köprüsünün altında kavşak noktasında, Zamantı Irmağı'yla birleşir. Her iki suyun havzasında kış şiddetli olur. Kar erimeleri, Zamantı Irmağı Havzası'na göre Göksu Havzası'nda, havzasının dar olması nedeniyle daha çabuk sonlanır. Kar erime mevsiminde, Göksu Havzası'nda havzanın Çukurova'ya bakan dağlık bölgesinde yağmurlar olur ki, bu da bu mevsimde Göksu'yu kuvvetli yapar. Zamantı Irmağı'nda kar erimeleri daha geç ve tedrici olur.

Zamantı Irmağı ve Göksu Irmağı'nın birleşiminde oluşan Seyhan Nehri kavşak noktasından sonra vadisinin engebeli durumu bir müddet daha devam eder. Nehri besleyen kollar batıdan gelmeye başlar. Bu sulardan en önemlilerinden birisi Doğan Çayı'dır. Seyhan Nehri Eğnel (Üçtepe) denilen noktada Çatalan Barajı'na girer ve buradan itibaren Adana şehri çıkışına kadar sürekli bir doğal akışı yoktur (su yapıları silsile halindedir).

Seyhan Havzası yukarı bölümlerinde kayda değer bir göl bulunmamaktadır. Yalnızca Aladağ üzerinde Yedi Göller ve Dipsiz Göl gibi glasiyeler ile Ulukışla havalisinde Çiğli Gölü ve Karagöl gibi küçük ölçekli göller vardır (Yıldız & Malkoç, 2000).

2.1.5 Toprak Yapısı ve Türleri

Türkiye, toprak tipleri yönünden oldukça zengindir. Türkiye'de topraklar genel olarak zonal, azonal ve intrazonal topraklar olmak üzere üç ana grupta ele alınır. Zonal topraklar iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak zonlaşma gösterecek şekilde yayılırlar. Intrazonal topraklar anakaya yapısına, jeomorfolojik şartlara ve drenaja bağlı olarak oluşurlar. Azonal topraklar ise horizonlaşma göstermeyen dış etkenler ile taşınmış alüvyon, kil ve moren depoları gibi dolgu maddelerinden meydana gelmiş topraklardır.

Seyhan Havzası'nda genel sınıflandırmayla 3 tip toprak görülmektedir. Bunlar Zonal, Intrazonal ve Azonal Topraklardır. Türkiye'de yayılma alanı en geniş olan zonal topraklardır. Seyhan Havzası'nda en çok yer kaplayan toprak grubu %20,5 ile Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır. Bu topraklar A, B ve C horizonlarına sahip olup, B horizonu zayıf



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

oluşmuştur. A horizonu iyi oluşmuştur ve gözenekli bir yapısı vardır. Renkleri kahverengi ve koyu kahverengi, yapıları ise granüler veya yuvarlak köşeli bloktur. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur.

Havzada ikinci büyük toprak grubu ise %18,4 ile Kahverengi Orman Topraklarıdır. Bu topraklar A, B, C profillidirler ve horizonlar birbirine tedricen geçiş yaparlar. A horizonu belirgindir. Havzada %16,7 ile yer alan üçüncü büyük toprak grubu ise Kahverengi Topraklarıdır. Bu topraklar (ABC) profilli topraklar olup, oluşumlarında kalsifikasyon rol oynadığı için çok miktarda kalsiyum içerirler. A1 horizonu kahverengi veya grimsi kahverengi 10-15 cm kalınlığında ve granüler yapıdadır. B horizonu açık kahverenginden koyu kahverengine değişir ve kaba yuvarlak köşeli blok yapıdadır.

Havzada dördüncü büyük toprak grubu %10,4 ile Kireçsiz Kahverengi topraklardır. Havzada yer alan diğer zonal toprak grupları ise %3,2 ile Kestanerengi Toprak, %2,1 ile Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı, %1,6 ile Kırmızı Akdeniz Toprağı ve %1,0 ile ile Kırmızımsı Kahverengi toprak grubudur. Seyhan Havzası'nda intrazonal toprak grubuna az rastlanılmaktadır. Havzada Akyatan Lagünü civarında %0,4 ile Hidromorfik topraklar yer almaktadır. Seyhan Havzası'nda azonal toprak grubu olarak Çukurova'da %8,7 ile Alüvyal toprak grubu yer almaktadır. Toros dağı eteklerinde de %4,1 ile Kolüvyal topraklar bulunmaktadır. Havzada büyük toprak gruplarının genişlik ve dağılımı Tablo 2.3 ile Türkiye büyük toprak gruplarını gösteren harita Şekil 2.6 üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.3 Seyhan Havzası Büyük Toprak Grupları Dağılımı (DSİ, 2010)

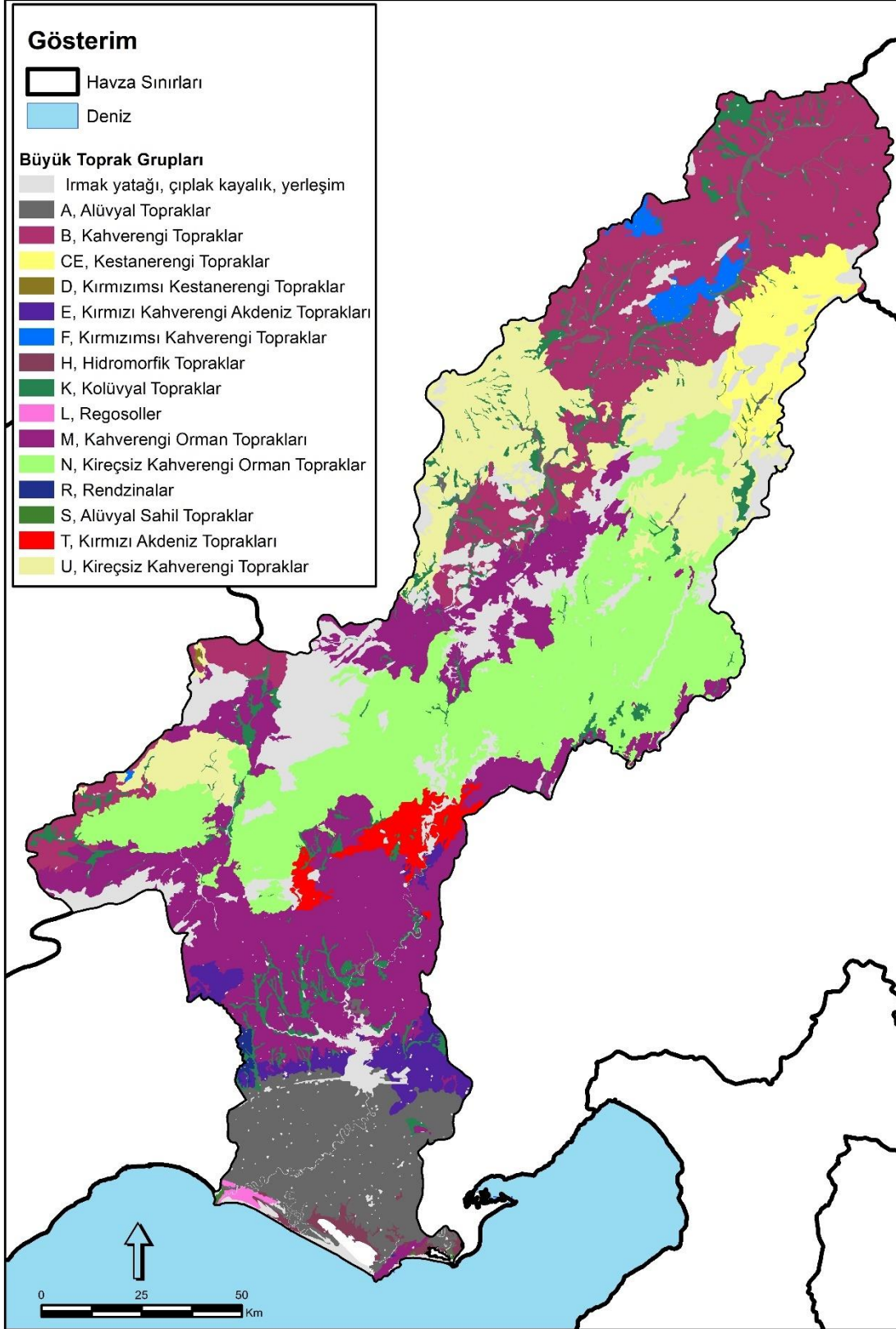
Büyük Toprak Grubu	Sembol	Alan (ha)	Dağılım %
Alüvyal Topraklar	A	191 599	8,70
Kahverengi Topraklar	B	368 107	16,71
Kestanerengi Topraklar	CE	69 768	3,17
Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar	D	485	0,02
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları	E	46 160	2,09
Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	F	20 252	0,92
Hidromorfik Topraklar	H	8 336	0,38
Kolüvyal Topraklar	K	90 292	4,10
Regosoller	L	3 498	0,16
Kahverengi Orman Toprakları	M	404 852	18,37
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	N	451 522	20,49
Redzinalar	R	2 842	0,13
Alüvyal Sahil Toprakları	S	460	0,02
Kırmızı Akdeniz Toprakları	T	34 811	1,58
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	U	228 459	10,37
Büyük Toprak Grubu Dışında Alanlar	-	289 101	12,80
Genel Toplam		2 204 244	100,00



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.6 Seyhan Havzası Büyük Toprak Grupları Haritası



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.1.6 Seyhan Havzası'nda Bölgesel Gelişim Projeleri (GEP)

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmekte olan Bölgesel Gelişim Projeleri (GEP) ile belirlenen bölgede hayata geçirilen baraj, gölet, içmesuyu temin tesisleri, dere ıslah tesisleri, ağaçlandırma ve ormancılık tesisleri, orman köylülerinin yerinde kalkındırılmalarına yönelik faaliyetler, milli park projeleri ve meteoroloji yatırımları daha da arttırılacaktır. GEP kapsamındaki projeler 2019 yılına kadar tamamlanacaktır. AKDENİZGEP ile Adana'da 2019 yılı sonuna kadar; 24 adet baraj ve gölet, 58 adet sulama tesisi, 2 adet içmesuyu temin tesisi, 93 adet dere ıslah tesisi ve 24 adet HES'in hayata geçirilmesi planlanmıştır.

Tamamlanan ve tamamlanacak projeler ile; yaklaşık 2,0 milyon dekar arazinin sulamaya açılması, yılda 1,6 milyar TL zirai gelir artışının sağlanması ve 700 bin kişiye ilave içmesuyu temin edilmesi, 2.911 dekar arazinin ve 56 adet yerleşim yerinin taşkın hasarlarından korunması ve 6,7 milyar kWh enerji üretimi sağlanacaktır (Mülga OSİB, 2015). ORTAGEP ile Kayseri'de 2019 yılı sonuna kadar; 14 adet baraj ve gölet, 41 adet sulama tesisi, 52 adet dere ıslah tesisi ve 14 adet HES'in hayata geçirilmesi planlanmıştır. Tamamlanan ve tamamlanacak projeler ile; yaklaşık 1,0 milyon dekar arazinin sulamaya açılması, yılda 437 milyon TL zirai gelir artışının sağlanması, 10.720 dekar arazinin ve 49 adet yerleşim yerinin taşkın hasarlarından korunması ve 1,1 milyar kWh enerji üretimi sağlanacaktır (Mülga OSİB, 2015).

KOPGEP ile Nğde'de 2019 yılı sonuna kadar; 27 adet baraj ve gölet, 28 adet sulama tesisi, 1 adet içmesuyu temin tesisi, 45 adet dere ıslah tesisi ve 1 adet HES'in hayata geçirilmesi planlanmıştır. Tamamlanan ve tamamlanacak projeler ile; yaklaşık 76 bin dekar arazinin sulamaya açılması, yılda 74 milyon TL zirai gelir artışının sağlanması, 2 534 dekar arazinin ve 64 adet yerleşim yerinin taşkın hasarlarından korunması ve 1,0 milyon kWh enerji üretimi sağlanacaktır (Mülga OSİB, 2015).

2.2 Demografik ve Sosyo-Ekonomik Yapı

2.2.1 Nüfus

Seyhan Havza sınırları içerisinde kalan yerleşimler, Yerleşim Yerleri bölümünde detaylı olarak verilmiştir. Havza içinde kaldığı tespit edilen tüm yerleşim yeri için 2016 TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi üzerinden nüfus verileri temin edilmiş olup il bazlı nüfus verileri Tablo 2.4 ile verilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.4 Seyhan Havzası İçerisinde Kalan İl Nüfusları

İl	İlin Havza Sınırları İçindeki Nüfusu 2016	İlin Toplam Nüfusu (TÜİK, 2016)	İl Nüfusunun Havzaya Giren Kısmı (%)	Havzanın İllere Göre Nüfus Dağılımı (%)
Adana	1.853.096	2.201.670	84,1	92,6
Kayseri	85.136	1.358.980	6,3	4,3
Kahramanmaraş	2.609	1.112.634	0,2	0,1
Mersin	22.106	1.773.852	1,2	1,1
Niğde	36.209	351.468	8,6	1,8
Sivas	1.068	621.224	0,2	0,1
Toplam	2.000.224	7.419.828		100

Tablo 2.4 ile verilen, havza sınırları içinde kalan il nüfusları incelendiğinde nüfusunun en yoğun olduğu ilin Adana olduğu görülmektedir. Adana nüfusunun %84'ü Seyhan Havzası sınırlarında 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. Havza sınırları içinde bulunan tüm ilçelerim mevcut ve projeksiyon dönemi nüfusları Tablo 2.5 ile verilmiştir. Mevcut dönemde, Adana ilinin ilçeleri havza sınırları içinde yüksek yoğunlukta olduğu gözükmemektedir. Kahramanmaraş ili Göksün ilçesine bağlı bazı mahalleler Seyhan Havzası'na girmekte olup havza sınırları içerisindeki nüfus toplamı 2.609 kişidir. Mersin ili Tarsus ilçesinin havza sınırlarında kalan nüfusu 22.106 kişi olup Sivas ilinin havza sınırlarında kalan ilçelerinin nüfusu ise 1.068 kişidir. Tüm nüfus verileri incelendiğinde Seyhan Havzası 2016 nüfusu 2.000.024 kişidir.

Tablo 2.5 Seyhan Havzası Mevcut ve Projeksiyon Dönemi Nüfusları

İl	İlçe	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2075	2100
Adana	Aladağ	16.333	17.212	18.277	19.279	20.172	20.992	22.736	27.773	33.955
	Çukurova	362.351	383.680	408.933	431.961	451.340	468.157	503.484	603.111	722.007
	Feke	17.033	17.936	19.033	20.072	21.008	21.875	23.722	29.069	35.656
	İmamoğlu	3.251	3.441	3.666	3.872	4.046	4.196	4.514	5.417	6.502
	Karaisalı	21.250	22.356	23.706	24.995	26.168	27.267	29.611	36.416	44.832
	Karataş	21.867	22.974	24.334	25.646	26.863	28.022	30.496	37.709	46.679
	Kozan	6.632	7.020	7.479	7.900	8.253	8.560	9.208	11.051	13.263
	Pozantı	19.362	20.310	21.484	22.633	23.720	24.774	27.028	33.629	41.886
	Saimbeyli	15.239	16.061	17.055	17.992	18.824	19.588	21.212	25.901	31.654
	Sarıçam	145.776	164.189	184.798	203.453	220.823	237.504	270.916	377.748	575.445
	Seyhan	797.563	818.629	843.543	867.051	889.311	910.456	949.842	1.035.074	1.106.477
	Tufanbeyli	17.558	18.765	20.300	21.850	23.378	24.929	28.443	40.359	58.942
	Yüreğir	408.881	424.879	445.508	466.912	489.170	512.357	561.823	707.109	891.575
TOPLAM	1.853.096	1.937.451	2.038.116	2.133.616	2.223.075	2.308.677	2.483.035	2.970.367	3.608.874	



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Kayseri	Bünyan	6.359	6.731	7.172	7.574	7.913	8.207	8.829	10.596	12.717
	Develi	12.488	13.218	14.084	14.875	15.540	16.118	17.338	20.809	24.975
	Pınarbaşı	23.658	24.868	26.352	27.778	29.090	30.333	32.983	40.699	50.274
	Sarız	6.662	6.996	7.407	7.806	8.177	8.533	9.294	11.513	14.278
	Talas	4.361	4.616	4.918	5.194	5.427	5.629	6.055	7.267	8.722
	Tomarza	22.818	24.000	25.443	26.824	28.086	29.272	31.801	39.150	48.247
	Yahyalı	8.790	9.304	9.913	10.470	10.938	11.345	12.204	14.647	17.579
	TOPLAM	85.136	89.732	95.290	100.521	105.171	109.436	118.504	144.681	176.791
K.Maraş	Göksun	2.609	2.761	2.942	3.108	3.247	3.367	3.622	4.347	5.218
	TOPLAM	2.609	2.761	2.942	3.108	3.247	3.367	3.622	4.347	5.218
Mersin	Tarsus	22.106	23.398	24.931	26.331	27.509	28.531	30.692	36.836	44.210
	TOPLAM	22.106	23.398	24.931	26.331	27.509	28.531	30.692	36.836	44.210
Niğde	Bor	414	438	467	493	515	534	575	690	828
	Çamardı	12.019	12.657	13.433	14.167	14.826	15.437	16.738	20.502	25.136
	Ulukışla	23.776	25.507	27.718	29.965	32.198	34.494	39.854	59.620	94.831
	TOPLAM	36.209	38.602	41.617	44.625	47.540	50.466	57.167	80.812	120.795
Sivas	Altınyayla	700	741	789	834	871	903	972	1.166	1.400
	Şarkışla	368	390	415	438	458	475	511	613	736
	TOPLAM	1.068	1.130	1.204	1.272	1.329	1.378	1.483	1.780	2.136

2.2.2 Eğitim

Havzada yer alan Millî Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı eğitim kurumları incelendiğinde 59 anaokulu, 415 ilkokul, 288 ortaokul, 179 lise, 27 eğitim/araştırma merkezi, 9 sanat okulu, 11 Uygulama okulu ve 1 eğitim enstitüsü olmak üzere toplam 988 eğitim kurumu bulunmaktadır. Havzadaki eğitim kurumlarının dağılımı ise Şekil 2.7'de verilmiştir.

MEB'e bağlı eğitim kurumlarına ait bilgiler MEB'in internet sayfasından elde edilmiş olup, yalnızca havza içinde yer alan ilçelere ait bilgiler alınmış aynı ilin havza dışında kalan ilçeleri değerlendirilmemiştir (MEB, 2019). TÜİK'ten elde edilen verilerle havza sınırları içerisindeki yaşayan 15 yaşında büyük kişilerin eğitim durumları incelendiğinde, %23'lük oranlarla lise ve ilkokul mezunlarının en büyük kısmı oluşturduğu gözlemlenmiştir.

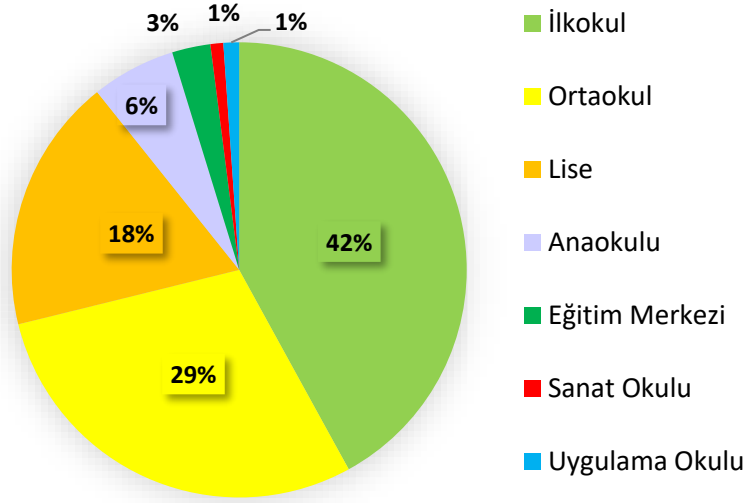
Havza sınırları içerisindeki okuma yazma durumu incelendiğinde ise, 15 yaşından daha büyük bireylerde okuma yazma bilmeyen birey sayısı 68.242'dir. Bu bireylerin yaklaşık %85'i kadınlardan oluşmaktadır. Bu okuma yazma bilmeyen bireylerin 61.480 tanesi Adana ilinde, 4.418 tanesi Kayseri ilinde, 1.570 tanesi de Niğde ilinde ikamet etmektedir. Havzanın okuma yazma bilme oranı %95,44 olup yaklaşık Türkiye ortalamasını eşittir. Havza içerisinde okuma yazma bilmeyen nüfus oranında, iller arasında en yüksek oran %7,61 oran ile Sivas ilinde gözlemlenirken, ilçeler arasında ise %10,72 ile Adana ilinin Karaisalı ilçesinde gözlemlenmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.7 Havza İçerisinde Yer Alan Okulların Dağılımı

2.2.3 Sağlık

Havza içerisinde bulunan hastaneler incelendiğinde 20 devlet hastanesi, 15 özel hastane ve 1 adet üniversite/araştırma hastanesi bulunmaktadır. Havza içinde yer alan ilçelerin hastane bilgilerine İl Sağlık Müdürlükleri'nden ulaşılmıştır. Havza içerisinde, Adana iline bağlı 31, Kayseri iline bağlı 3 ve Niğde iline bağlı 2 hastane yer almaktadır.

Sağlık Bakanlığı'ndan elde edilen veriler incelendiğinde, 2017 yılında Adana ilinin havza içerisinde kalan kısmında toplam 31 hastane, 3.325 doktor ve 6.289 yatak bulunmaktadır. Niğde ve Kayseri illerinin havza içerisinde kalan kısmında için hastane, yatak ve doktor sayısı incelendiğinde Kayseri ilinde toplam 3 hastane, 18 doktor ve 75 yatak, Niğde ilinde ise 2 hastane, 15 doktor ve 60 yatak bulunmaktadır.

2.2.4 Sosyo-Ekonomik ve Finansal Durum

Havza içinde yer alan illere ait ekonomik verilerin incelenmesi amacıyla TÜİK verileri kullanılmış ve sektörel gayrisafi katma değer verileri ve sektörel istihdam dağılımı analiz edilmiştir. Bu verilerin yanı sıra sosyo-ekonomik gelişmişlik endeksi sonuçları ile havza içinde yer alan illerin sıralamaları verilmiştir.

Bölgesel istatistiklerin toplanması, kalite ve çeşidinin artırılması, Avrupa Birliği bölgesel istatistik sistemine uygun karşılaştırılabilir istatistiki veri tabanı oluşturulması, bu verilerle bölgelerin sosyo-ekonomik analizlerinin yapılarak bölgesel politikaların çerçevesinin belirlenmesi ve AB bölgesel gelişme politikalarına uyum sağlanması amacıyla 2002 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile ülke çapında İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS)

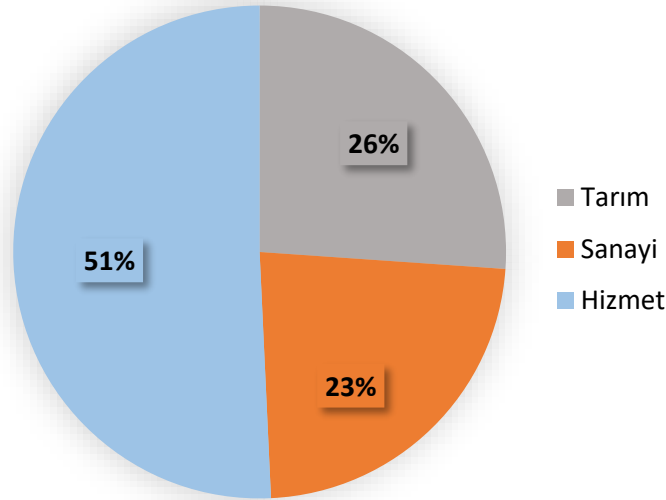


T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

tanımlanmıştır (SEGE, 2011). Havza illerindeki 2016 yılına ait istihdamın sektörel dağılımı da Şekil 2.8'de gösterilmektedir.



Şekil 2.8 Seyhan Havzası'ndaki İllerde 2016 Yılı ait İstihdamın Sektörel Dağılımı

Havza illerinin yer aldığı sektörel istihdam dağılımı Tablo 2.6'de gösterilmektedir. Ülke genelinde 2014 yılında %21,1 olan tarım sektörü payı 2016 yılına gelindiğinde %19,5'e gerilemiştir. Tarımdan azalan bu payın büyük kısmının hizmet sektörüne aktarıldığı söylenebilir. Havza illerindeki en düşük tarım payı TR62Adana, Mersin) bölgesindedir. Havza illerinin yer aldığı tüm gruplarda ise tarım sektörünün payı ülke ortalamasının üzerindedir. TR62 (Adana, Mersin) ve TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat) gruplarında ise yıllar içinde tarım sektörünün payı Türkiye'nin aksine yıllar içerisinde artış göstermiştir.

Tablo 2.6 Seyhan Havzası İçerisinde Bulunan İllerde İstihdamın Sektörel Dağılımı

Yıllar	İBBS Düzey 2 Bölgeler	Bin Kişi			Yüzde (%)		
		Tarım	Sanayi	Hizmet	Tarım	Sanayi	Hizmet
2014	Adana, Mersin-TR62	263	297	688	21,1	23,8	55,1
	Kayseri, Sivas, Yozgat-TR72	199	193	360	26,5	25,7	47,9
	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir-TR71	170	88	237	34,3	17,8	47,9
	Türkiye	5.470	7.227	13.235	21,1	27,9	51,0
2015	Adana, Mersin-TR63	277	313	709	21,3	24,1	54,6
	Kayseri, Sivas, Yozgat-TR72	239	200	339	30,7	25,7	43,6
	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir-TR71	169	95	253	32,7	18,4	48,9
	Türkiye	5.483	7.246	13.891	20,6	27,2	52,2
2016	Adana, Mersin-TR63	309	294	705	23,6	22,5	53,9
	Kayseri, Sivas, Yozgat-TR72	233	209	353	29,3	26,3	44,4
	Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir-TR71	164	100	243	32,3	19,7	47,9
	Türkiye	5.305	7.283	14.617	19,5	26,8	53,7



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.2.4.1 Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik

Proje kapsamında havza sınırları içerisinde yer alan illerin gelişmiş endeksleri incelenmiştir. İllerin Gelişmişlik Endeks'leri ekonomik gelişmişlik ve sosyal gelişmişlik olarak iki ayrı kategoride incelenmektedir. Endeks sonuçları incelendiğinde, Türkiye'de iller arasındaki gelişmişlik farkları belirginlik kazanmaktadır. Gelişmişlik seviyesinin batı illerinden doğu illerine gidildikçe azalması, Türkiye'de bölgeler arasındaki gelişim farklılığına işaret etmektedir. Ayrıca, gelişmişlik düzeylerinin coğrafi açıdan birbirine yakın illerde benzer bir görünüme işaret etmesi de dikkat çekmektedir (İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2015).

- En gelişmiş illerin yer aldığı I. gruptaki illerin genel olarak çevresindeki diğer illerin de refah seviyelerini yükselttiği görülmektedir.
- II. grupta yer alan Gaziantep, Kayseri, Samsun ve Trabzon gibi illerin çevrelerindeki diğer illere kıyasla daha yüksek bir refaha sahip olmasına rağmen, söz konusu gelişmişlik düzeyinin komşu illere henüz tam anlamıyla yansımadağı gözlenmektedir.
- III. gruptaki illerin oldukça geniş bir coğrafyaya yayıldığı izlenmektedir.
- IV. gruptaki iller Orta ve Doğu Karadeniz ile Orta Anadolu'da yoğunlaşmıştır.
- En az gelişmiş illeri içeren V. gruptaki iller ise Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde bulunmaktadır.

Endeks sonuçlarına göre ilk üç sırada İstanbul, Ankara ve İzmir yer almaktadır. Bu illeri Antalya, Bursa ve Kocaeli takip etmektedir. Bitlis, Muş ve Hakkari ise endekste son 3 sırada bulunmaktadır.

İllerin gelişmişlik endeksi, illerin genel gelişmişlik düzeyi ile ilgili karşılaştırma yapılmasına imkân vermekle birlikte, endeks içerisindeki ağırlıkları dikkate alındığında finansal gelişmişlik kriterlerinin genel gelişim seviyesinde önemli bir belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Bu kapsamda finansal gelişmişliğin etkisini ayırt edebilmek amacıyla iller bazında finansal gelişmişlik endeksi (FİGE) belirlenmiştir (İktisadi Araştırmalar Bölümü, 2015).

Coğrafi koşullar ve illerin sosyo-ekonomik yapısı dikkate alındığında, gelişmişlik endeksinin illeri temsil niteliğinin yüksek olduğu kanısı ağırlık kazanmaktadır. Seyhan Havzası'nda yer alan illerin gelişmişlik endeksleri illerin havzadaki nüfus oranları ile havzaya katkıları hesaplanmış olup alt havza ölçeğinde gelişmişlik endeksi **Tablo 2.7** ile verilmektedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.7 Seyhan Havzası Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik

İl	İllerin Nüfus Oranlarına göre Havzaya Katkı Oranı (%)	İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik
Adana	92,6	2,04	1,89
Kayseri	4,3	1,21	0,05
Kahramanmaraş	0,1	-1,04	0,00
Mersin	1,1	1,09	0,01
Niğde	1,8	-1,83	-0,03
Sivas	0,1	-1,03	0,00
Toplam			1,92

2.2.4.2 Finansal Gelişmişlik

Seyhan Havzası'nda yer alan illerin finansal gelişmişlik endeksleri kullanılarak nüfussal oranları ile sağladıkları katkılar üzerinden havza için finansal gelişmişlik endeksi hesaplanmıştır (Tablo 2.8).

Tablo 2.8 Seyhan Havzası Finansal Gelişmişlik

İl	İllerin Nüfus Oranlarına göre Havzaya Katkı Oranı (%)	İllerin Finansal Gelişmişlik Endeksi	Finansal Gelişmişlik
Adana	92,6	0,75	0,70
Kayseri	4,3	0,11	0,00
Kahramanmaraş	0,1	-0,38	0,00
Mersin	1,1	0,35	0,00
Niğde	1,8	-0,72	-0,01
Sivas	0,1	-0,57	0,00
Toplam			0,69

2.2.5 Tarım

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 sululu tarım yapılmaktadır. Havza'da üretim miktarları ve ekonomik



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

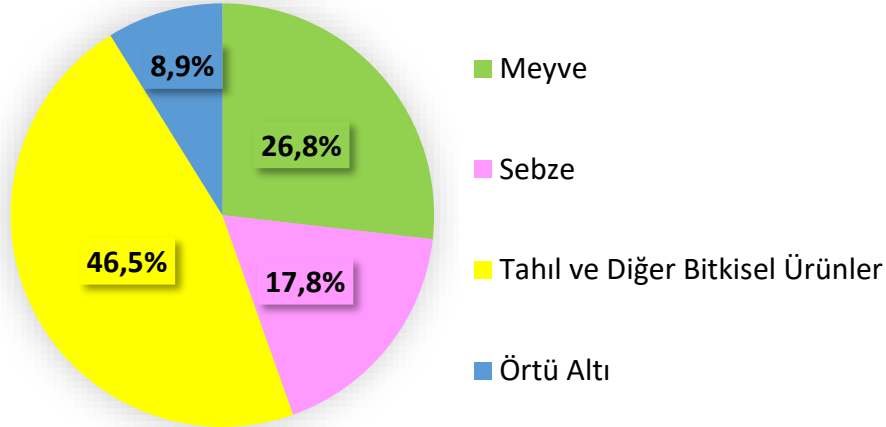


TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

değerleri göz önünde bulundurulunca en önemli tarım ürünleri soya, greyfurt, mandalina, limon, yer fıstığı, portakal, Amasya elması, çerezlik kabak, karpuz ve buğdaydır.

TÜİK'in 2017 yılı Bitkisel Üretim İstatistiklerinden elde edilen bilgilerle havza içerisindeki tarım üretimi 6.377.256 ton olduğu hesaplanmıştır. Toplam üretimin %46,5'ini oluşturan tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerinin 2.968.490 ton üretim ile havzada en çok üretilen tarım ürünleri olmuştur. Diğer üretim dağılımları Şekil 2.9 ile verilmiştir.

TÜİK 2017 verilerinden elde edilen ekilen tarla, sebze, meyve ve nadas alanları, havza sınırları içerisindeki ilçelere göre Tablo 2.9'da verilmektedir. Tarım arazilerinin durumu incelendiğinde, tarım alanlarının %64,2'lik kesimi kaplayan tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanı ilk sırada olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra tarımsal arazi kullanımındaki bir diğer önemli payı ise tarım arazilerinin %13,0'lık kısmını oluşturan meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanının oluşturduğu saptanmıştır. Süs bitkileri alanının oldukça düşük bir paya sahip olmakta, nadas alanı da toplam tarım arazilerinin %14,1'ini oluşturmaktadır.



Şekil 2.9 Havza İçindeki Tarımsal Üretimin Dağılımı

Havzadaki dağılım Türkiye'deki genel dağılımla karşılaştırıldığında ise, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı Türkiye genelinde %66'lık bir pay alırken, Seyhan Havzası'nda ise bu oran %64 olup Türkiye geneline yakın bir değerdedir. Sebze alanında da oran, Türkiye genelinden daha yüksek bir değerdedir. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı ise bu Türkiye geneline yakın bir değerlere sahiptir.

Havza içerisinde en fazla tarım arazisine sahip olan ilçe Kayseri iline bağlı olan Pınarbaşı ilçesidir. Pınarbaşı ilçesindeki tarım arazilerinin toplamı yaklaşık olarak 883.088 dekar civarındadır. Havzada içerisinde bulunan en fazla tarım arazisi bulunan Elbistan'dan sonra 717.550 dekar ile Adana iline bağlı Yüreğir ilçesi yer almaktadır. Havza içerisindeki tarım



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

arazileri bakımından Kayseri ilinin Tomarza ilçesi, Adana ilinin Sarıçam, Karataş ve Seyhan ilçeleri önemli bir yere sahiptir.

Tablo 2.9 Havza İçerisinde Bulunan İlçelerin Tarım Arazilerinin Kullanımı

İl	İlçe	Toplam Alan (dekar)	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Alanı (dekar)	Nadas Alanı (dekar)	Sebze Alanı (dekar)	Süs Bitkileri Alanı (dekar)	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı (dekar)
Adana	Aladağ	19.960	1.599	1.002	123	0	17.236
Adana	Çukurova	87.348	10.655	0	7.525	0	69.168
Adana	Feke	50.486	7.904	14.729	1.876	0	25.977
Adana	İmamoğlu	57.213	2.478	0	426	0	54.309
Adana	Karaisalı	206.314	24.865	473	5.910	1	175.064
Adana	Karataş	431.600	44.055	0	73.883	0	313.662
Adana	Kozan	224.450	40.014	10.620	5.883	0	167.934
Adana	Pozantı	39.368	19.481	6.255	834	0	12.797
Adana	Saimbeyli	544	100	38	20	0	387
Adana	Sarıçam	444.309	28.178	20	14.665	140	401.306
Adana	Seyhan	282.988	93.431	0	56.670	1.226	131.661
Adana	Tufanbeyli	7.610	223	638	28	0	6.721
Adana	Yüreğir	717.550	251.351	1.213	81.443	0	383.543
K.Maraş	Göksun	44.782	4.064	3.723	632	0	36.363
Kayseri	Bünyan	179.451	1.168	50.611	1.727	0	125.945
Kayseri	Develi	465.104	4.236	105.604	63.379	0	291.885
Kayseri	Pınarbaşı	883.088	15.357	392.129	982	0	474.620
Kayseri	Sarız	116.762	515	24.386	7	0	91.854
Kayseri	Talas	46.449	2.800	6.987	12.673	0	23.989
Kayseri	Tomarza	483.289	1.004	17.013	133.861	0	331.411
Kayseri	Yahyalı	322.503	48.437	42.672	1.943	0	229.452
Mersin	Tarsus	325.794	102.404	889	38.275	122	184.104
Niğde	Bor	44.600	5.396	20.090	2.013	0	17.100
Niğde	Çamardı	130.532	18.130	47.601	932	0	63.870
Niğde	Ulukışla	253.185	49.178	51.985	7.285	0	144.737
Sivas	Altınyayla	32.986	81	12.135	3	0	20.767
Sivas	Şarkışla	71.078	31	33.542	11	0	37.494
Havza Toplamı		5.969.345	777.135	844.356	513.011	1.489	3.833.354
Havzadaki Kullanım Oranı			%13,02	%14,14	%8,59	%0,02	%64,22
Türkiye Toplamı		233.850.927	33.481.004	36.974.137	7.982.650	49.935	155.363.201
Türkiye'deki Kullanım Oranı			%14,32	%15,81	%3,41	%0,02	%66,44
Havza Türkiye Oranı		%2,55	%2,32	%2,28	%6,43	%2,98	%2,47

Havzada üretilen tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde, havzadaki üretimin Türkiye genelindeki üretim oranına bakıldığında, oranı en fazla olan meyvelerden soya birinci sırada yer alırken, yer fıstığı, susam, pamuk ve mısır üretimi de önemli yüksek oranlara sahiptir. Havza içerisinde üretilen soya Türkiye üretiminin %60,8'ini karşılamaktadır. Bu oran yer fıstığı için



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

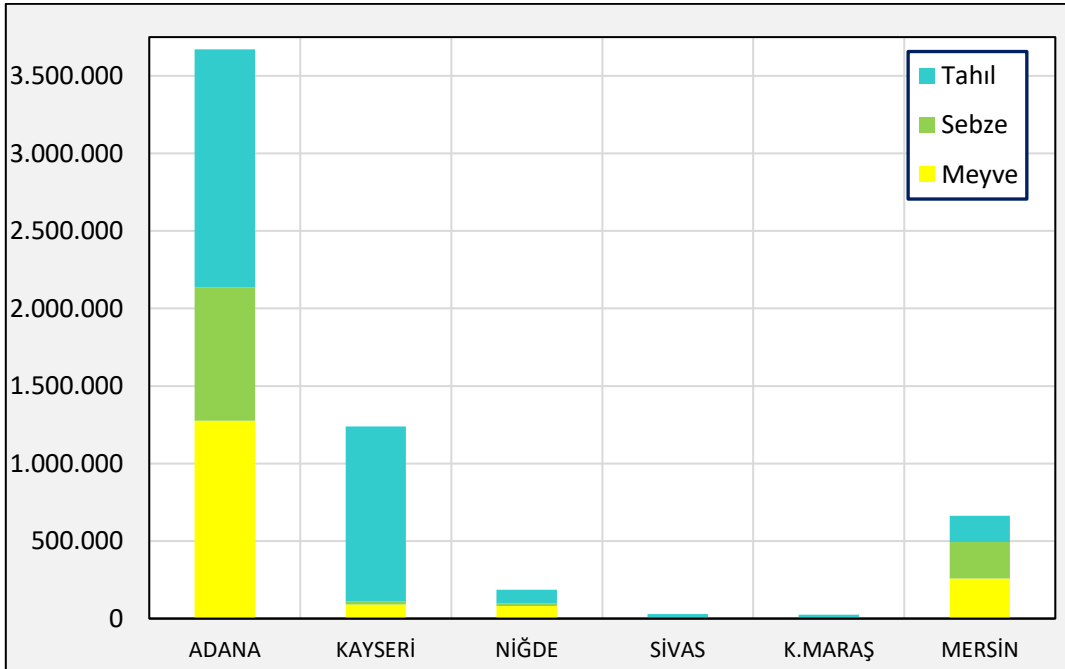


TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

%25,8, susam için %7,3, pamuk için %4,2, ayçiçeği için %3,0'dir. Ayrıca Seyhan Havzası, Türkiye'nin tahıllar ve diğer bitkisel ürünün üretiminde %2,5'lik bir paya sahiptir.

Havzada üretilen meyve ürünlerinde, havzadaki üretimin Türkiye genelindeki üretim oranına bakıldığında, oranı en fazla olan meyvelerden greyfurt (altıntop) birinci sırada yer alırken, turunç, mandalina (diğer), mandalina (clementine) ve elma (amasya) üretimi de önemli yüksek oranlara sahiptir. Havza içerisinde üretilen greyfurt (altıntop) Türkiye üretiminin %78,3'ünü karşılamaktadır. Bu oran turunç için %56,4, mandalina (diğer) için %55,6, mandalina (clementine) için %49,3, elma (amasya) %24,5'dur. Ayrıca Seyhan Havzası, Türkiye'nin meyve üretiminde %8,3'lük bir paya sahiptir.

Havzada üretilen sebze ürünlerinde havzadaki üretimin Türkiye genelindeki üretim oranına bakıldığında, oranı en fazla olan meyvelerden kabak (çerezlik) birinci sırada yer alırken, kabak (sakız), karpuz, marul (göbekli) ve biber (salçalık) üretimi de önemli yüksek oranlara sahiptir. Havza içerisinde üretilen kabak (çerezlik) Türkiye üretiminin %17,3'ünü karşılamaktadır. Bu oran kabak (sakız) için %12,9, karpuz için %12,9, marul (göbekli) için %8,8, biber (salçalık) için %6,7'dir. Ayrıca Seyhan Havzası, Türkiye'nin sebze üretiminde %3,7'lik bir paya sahiptir.



Şekil 2.10 Havza İçerisindeki Tarım Üretimin İller Bazında Miktarı (ton)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.2.6 Hayvancılık

Seyhan Havzası'ndaki hayvan sayıları için TÜİK veritabanından ilçe bazlı 2016 yılı büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları sayıları temin edilmiştir.

Büyükbaş hayvan sayıları alt gruplarında sığır (kültür), sığır (melez), sığır (yerli) ve manda, küçükbaş hayvanlarının alt grupları ise koyun (yerli), keçi (kıl), keçi (tiftik) ve koyun (merinos)dur. Kümes hayvanları içerisinde de et tavuğu, yumurta tavuğu, hindi, kaz ve ördek alt hayvan türleri yer almaktadır.

Büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvan sayıları Tablo 2.10 ile verilmektedir. Tablodan da görüleceği üzere toplam büyükbaş hayvan sayısı 275.361, küçükbaş hayvan sayısı 910.121 ve kümes hayvanları sayısı ise 7.578.885'dir.

Tablo 2.10 2016 Yılı Hayvan Sayıları

İl	2016 Yılı Hayvan Sayıları		
	Büyükbaş	Küçükbaş	Kümes
Adana	144.185	399.321	3.131.110
Kayseri	110.966	267.714	158.193
Mersin	10.902	94.594	3.897.188
Niğde	9.308	148.493	392.393
Toplam	275.361	910.121	7.578.885

2.2.7 Madencilik

Seyhan Havzası'nın büyük bir kısmını oluşturan Adana, Kayseri, Niğde illerinin ilçelerindeki bölgesel maden sahaları aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.

2.2.7.1 Adana İli Maden ve Enerji Kaynakları

Jeolojik konumu sebebiyle Adana ili çok çeşitli ve önemli yeraltı kaynaklarına sahiptir. Önemli metalik maden ve endüstriyel hammadde yatak ve zuhurları başta demir olmak üzere, krom, alüminyum, bakır-kurşun-çinko, manganez, kuvars, kuvarsit, fosfat ve kumçakıl olarak sıralanabilmektedir.

Feke-Mansurlu yöresi, Sivas-Divriği'den sonra Türkiye demir rezervleri ve üretim miktarları açısından ikinci önemli bölge konumundadır. Bu bölgenin rezerv bakımından en büyüğü Attepe olmak üzere Elmadağbeli, Mağarabeli, Ayıdeliği, Hanyeri ve Karakızoluğu gibi irili ufaklı çok sayıda demir yatak ve zuhurlarının oluşturduğu provens Mansurlu Havzası olarak



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

anılmaktadır. Bu yatakların birçoğu Adana-Feke-Mansurlu-Kayseri-Yahyalı bölgesinde yoğunlaşmıştır. Kozan ve Saimbeyli ilçelerinde de demir yatakları mevcuttur.

Bakır-kurşun-çinko cevherleşmelerine Kozan ve Tufanbeyli ilçelerinde rastlanmaktadır. İldeki önemli metalik madenlerden biri olan krom cevherleşmeleri Aladağ ilçesinde yoğunlaşmaktadır. Manganez cevherleşmeleri genellikle Ceyhan ilçesinde yer almaktadır ancak bunlar demirli manganez yatak ve zuhurlarıdır.

Endüstriyel hammaddeler bakımından ildeki en önemli hammadde kaynakları kuvarsit ve kum-çakıl olarak sayılabilir. Feke, Kozan ve Tufanbeyli ilçelerinde önemli kuvarsit yatakları bulunurken, Kum-çakıl hammaddeleri ise Ceyhan ilçesinde bulunmaktadır.

Yapılan kömür arama çalışmaları sonucunda il sınırları içerisinde tespit edilen kömürlü sahalar Adana Tufanbeyli-Pınarlar Sahası, Adana-Karaisalı-Meydan Sahası, Adana-Kozan-Bacaklı Sahasıdır.

2.2.7.2 Kayseri İli Maden ve Enerji Kaynakları

Bölgede çok sayıda endüstriyel hammadde ve metalik maden yatağı ve zuhuru mevcuttur. Bunların en önemlileri pomza, demir ve kurşun-çinko yataklarıdır.

Yörede hâkim olan volkanizmanın etkisi ile yaygın olarak pomza oluşumları gözlenmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda Tomarza ve Merkez ilçelerde olmak üzere 300.580.948 m³ görünür, 687.970.780 m³ muhtemel pomza rezervi ortaya çıkarılmıştır. Bunun yanı sıra diyatomit, fosfat, jips, kaolen, mermer ve tuğla-kiremit hammadde zuhurları belirlenmiştir.

Türkiye'de Divriği'den sonra en önemli demir yatakları Kayseri-Yahyalı yöresinde bulunmaktadır. Bölge daha ziyade yüksek tenörlü direkt şarja uygun cevherler içermekte ve yıllardan beri var olan demir-çelik fabrikalarına önemli miktarlarda cevher vermektedir. Türkiye'nin demir cevheri potansiyelinin yaklaşık %15-20'si bu bölgededir.

Pınarbaşı ve Tomarza bölgesinde yapılan çalışmalar sonucunda çok sayıda krom zuhur ve yatakları belirlenmiştir. Bölgede yaklaşık 1.000.000 ton krom potansiyelinin varlığı ortaya çıkarılmıştır. Pınarbaşı krom ocaklarında Özel Şirket tarafından üretim devam etmektedir.

2.2.7.3 Niğde İli Maden ve Enerji Kaynakları

Niğde ili ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda metalik madenlerden altın, antimon, bakır-kurşun-çinko, civa, demir ve volfram yatak ve zuhurları, endüstriyel hammaddelerden ise diyatomit, jips, mermer ve tuğla-kiremit hammaddeleri tespit edilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Ulukışla-Bolkardağ sahasında iki adet potansiyel altın sahası tespit edilmiş olup, Bolkardağ (1) sahasında 8 gr/ton Au ve 273 gr/ton Ag tenörlü 175.000 ton, Bolkardağ (2) sahasında ise 3.12 gr/ton Au ve 140 gr/ton Ag tenörlü 152.000 ton görünür rezerv tespit edilmiştir.

Antimuan oluşumlarına ise Merkez ve Çamardı ilçelerinde rastlanmaktadır. Bunlardan Çamardı-Madsan sahasının % Sb tenörü 2-5, Merkez-Gümüşler-Örendere sahasının % Sb tenörü ise 4 civarındadır. Ulukışla ve Çamardı ilçelerinde çok sayıda kurşun-çinko yatak ve zuhurları yer almaktadır. Ancak bunların büyük çoğunluğu küçük boyutlu oluşumlardır. Bunlardan en önemlileri Çamardı ilçesindeki Aladağ, Tekneli ve Dereköy zuhurları ile Ulukışla ilçesindeki Bolkardağ-Öküzgönül ve Bolkardağ-Sulucadere zuhurlarıdır.

Endüstriyel hammaddelerden, Ulukışla ilçesi jips, Bor ilçesi ise mermer ve tuğla-kiremit oluşumlarına ev sahipliği yapmaktadır. Bor ilçesinde yer alan sarı-yeşil renkli oniksler iyi kaliteli mermer olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca ilçede iyi kaliteli tuğla-kiremit hammaddelerinin jeolojik rezervi ise 3.500.000 ton olarak belirlenmiştir.

2.2.8 Sanayi

Havza içerisinde oldukça fazla farklı sanayi kolu altında üretim yapan sanayi tesisleri mevcuttur. Seyhan Havzası'nda özellikle gıda, fabrikasyon metal ürünler ve plastik üretimi öne çıkmaktadır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan elde edilen 2017 verileri incelenmiş, havza içerisinde yer alan sanayi tesislerinin, il bazında ve ölçeklerine göre sayıları Tablo 2.11'de yer verilmiştir.

Tablo 2.11 Havza İçerisinde Yer Alan Tesislerin İl Bazında Sayıları

İl	Büyük	Orta	Küçük	Mikro	Toplam
Adana	38	223	714	1571	2546
Kayseri	0	4	8	23	35
Niğde	0	2	7	11	20
Toplam	38	229	729	1605	2601

Tablodan da görüldüğü üzerinde 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.

Seyhan Havzası'ndaki sanayi üretiminin ihracat değerleri, 2016 yılı TİM (Türkiye İhracatçılar Meclisi) verileri ile incelendiğinde, havzanın toplam ihracat değeri 1.152.464.055 \$ olduğu,



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Adana ilinin de 1.116.320.308 \$ ile havza içerisinde ilk sırada olduğu gözlemlenmiştir. Niğde ilinde bu rakam 20.662.731 \$, Kayseri ilinde ise 15.481.015 \$ olduğu hesaplanmıştır. Tablo 2.12’te bu değerlere yer verilmiştir.

İncelenen verilerinde gösterdiği gibi, Seyhan Havzası’ndaki sanayi üretiminin neredeyse tamamı Akdeniz bölgesinin en gelişmiş illerinden biri olan Adana ilinde gerçekleşmektedir. Adana ilinde, sahip olunan hammadde kaynakları, nitelikli iş gücü ve ulaşım olanakları sanayinin gelişmesinin itici gücü olmuştur.

Tablo 2.12 Seyhan Havzası’ndaki İhracat Değerlerinin İl Bazındaki Değerleri

İl	Havza İçerisinde Üretimin 2016 yılı İhracat Değerleri (\$)
Adana	1.116.320.308
Niğde	20.662.731
Kayseri	15.481.015
Toplam	1.152.464.055

Seyhan Havzası’nda, işletmede olan 1 adet OSB bulunmakta olup OSB bünyesinde 411’ün üzerinde fabrika faaliyet göstermektedir. Bölgede OSB’nin yanı sıra 4 KSS bulunmaktadır.

2.2.9 Kültürel Alanlar ve Turizm

Hizmetler sektöründe önemli bir yere sahip olan turizm, Adana ve Kayseri illerinin Seyhan Havzası sınırlarında kalan bölgelerinin sahip olduğu turizm değerleri ile son derece önemli ve etkileyicidir. Bölge kuzeyde Tecer Dağları’na yaslanan, güneyde ise Akdeniz’e uzanan konumuyla turizmin her alanında önemli bir potansiyele sahiptir. Bölge tarihler boyu onlarca medeniyete ev sahipliği yapmıştır.

Ülkemizin en önemli şehirlerinden biri olan Adana, güneyin; tarım, sanayi, ticaret ve kültür merkezi durumundadır. Kuzeyde, Toroslar’a yaslanmış, güneyde Akdeniz’e yayılmış bir coğrafyada, tarihi eserleri bol güneşli günleri ve denizi ile turizm potansiyeli çok yüksek bir ildir. Bu özelliklerinden dolayı tarihin ilk dönemlerinden bugüne yerleşim merkezi olmuştur. Bu nedenle de Adana İli Çukurova bölgesinde yaşayan birçok uygarlığı yansıtan eserlerle doludur. Anavarza Örenyeri, Yılankale, Ayas Kale ve Misis Mozaik Müzesi anayol güzergâhı üzerindedir. (DSİ, 2014)

Kültür ve İnanç Turizmi

Ulucami ve külliyesi, Yağ Cami, Merkez Hasanağa Cami, Kozan Hoskadem Cami, Sabancı Merkez Cami, Ceyhan Kurtkulağı ile Adana kent merkezindeki Bebekli Kilise, Saimbeyli’deki



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Kale Kilise, Sar'daki Antik Kilise ve Aladağ'daki Akören Kilisesi inanç turizmi alanlarıdır. Adana İli'nde toplam 65 adet büyük çaplı sit alanı tescil edilerek ilan edilmiştir. Bu sit alanları içinde; Seyhan ilçe merkezi gibi kentsel sitler, Misis, Magarsus, Anavarza gibi Arkeolojik Sitler, Tuzla ve Akyatan Lagünü gibi doğal sitler bulunmaktadır. Adana'da her uygarlık kendi kültür çeşitliliğini bir sonrakine aktararak bir kültür mozaïği oluşturmuştur. Hititler, Romalılar, Araplar, Selçuklular, Ramazanoğulları, Osmanlılar, Türkmen ve Yörük aşiretlerinin yöre kültürünün çeşitlenmesine katkıları olmuştur. Özellikle 19. ve 20. yüzyıllarda Adana Ovası'nda yerleşimin yoğunlaşmasıyla tarımda ve sanayileşmede büyük atılımların olması, yörenin kültüründe büyük değişiklikler yaratmıştır. (DSİ, 2014)

Bölgedeki tescilli kültür varlıklarından bazıları; Akören Arkeolojik Sit Alanı Akören Köyü, Mescit Merkez Kapıkaya Köyü, Camili Höyüğü ve Çaldağı Mağaraları Camili Köyü, İncirlik Höyüğü İncirlik Beldesi, Tuzla Gölü (Doğal Sit) Tuzla Beldesi'dir.

Doğa Turizmi

Seyhan Havzası'nın büyük bir bölümünü oluşturan Adana İli, Akdeniz kıyı şeridindeki arkeolojik değerlere yakınlığı açısından da önem arz eder. İskenderun'dan Antalya'ya uzanan kıyı şeridi arkeolojik değerler, deniz, güneş, kum ve iklim açısından çok zengindir (DSİ, 2014). Bolkarlardaki Akgöl, Kargöl, Çinigöl; Aladağlardaki Karagöller, Dipsizgöl, Yedigöller, trekking ve dağcılık faaliyetleri amacıyla dağ turizmi açısından da önemli buzul gölleridir (HKEP).

Seyhan Nehri'nin yarattığı alüvyonel düzlükteki denizkulakları ve sulak sazlık alanlar eko turizm açısından sınırsız olanaklar sağlar. Bu alanların en önemlileri Tuzla ve Akyatan Gölleridir. Kumullar, Göller, Deniz Kulakları, Dalyanlar ve Sazlık alanlar önemli bir zenginlik kaynağıdır. Bu ortam nadir türleri de içeren kuşlar ile deniz ve kara canlılarının ürettiği, barındığı ve yaşadığı alanları oluşturmaktadır. Burada sayısız kuş türü, çakal, tilki, su samuru, tavşan, kirpi, yarası, yaban domuzu, çeşitli kurbağa ve sürüngenler, semenderler ilenesli tükenmekte olan kaplumbağalar yaşamakta ve üremektedir.

Spor Turizmi

Seyhan baraj gölünde rüzgâr sörfü yapma olanağı mevcuttur. Yaylalarda trekking ve atlı doğa sporu güzergahları mevcuttur. Bisiklet sporu için çok elverişli güzergâhlar vardır. Seyhan Nehri baraj gölü olta balıkçılığı için uygundur. Av potansiyeli Adana İli'nde yüksek olup Torosların yamaçlarında yaban keçisi, alageyik ve karaca av hayvanı üretme sahaları kurulmuştur. Akarsularda bol miktarda alabalık yaşamaktadır. Rafting için çok elverişli ırmaklardan biri olan Göksu ırmağı, İl Merkezine 121 km mesafede olan Feka İlçesi'ndedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İlin geçiş bölgesinde yer alan yüksek debili derin ırmak yatakları raftinge son derece uygundur. Pozantı ve Karaisalı yakınlarındaki Çakıt Suyu, Feke yakınlarındaki Göksu Irmağı ile Aladağ yakınlarındaki Zamantı Irmağı bu niteliklere sahip akarsulardır. (DSİ, 2014)

İlin kuzeyini oluşturan dağlık kesim, Toroslar ve Anti-Toroslar her türlü dağ turizmi, trekking için uygun koşullar sağlamaktadır. Pozantı yakınlarında Kamışlı, Karanfil ve Pozantı Dağları'na yakın olan yerleşme ve çevresinde konaklama yaparak, kamp kurarak söz konusu doruklara ulaşmak ve tırmanmak olanağı mevcuttur. Tırmanma için diğer uygun alanlar; Aladağ İlçesi yakınlarında Feke'ye bağlı Mansurlu Köyü civarları ve Saimbeyli İlçesi yakınlarındaki Doğanbeyli Beldesi'dir.

Seyhan Barajı başta olmak üzere Çatalan, Yedigöze, Kalpen, Nergizlik ve Kavşak Barajları sportif amaçlarla kullanılabilir niteliktedir. İlin en önemli ve en yüksek dağı 3916 metre yüksekliğindeki Erciyes dağıdır. Göğsünde ve eteklerinde birçok tali volkan tepelerinin bulunduğu sönmüş bir küme volkandır. Dağcılık sporu ve kış turizmi açısından önemli bir yeri vardır. (ÇŞB, 2016)

2.2.10 Ekosistem

Bu bölümde Seyhan Havzası'nın ekosistemi flora, fauna, ormanlar, milli park ve korunan alanlar üzerinden incelenmiştir.

2.2.10.1 Flora

Adana İl sınırlarında; ağaç türleri olarak, Kızılcım, Karaçam, Sedir, Gökmar, Ardiç, Çınar ve Meşe türleri ile az miktarda da Kayın teşkil etmektedir. Ayrıca Adana ili Sarıçam mıntikasında ve Yumurtalık Dalyanı çevresinde bulunan Halep Çamı, Türkiye'de kendi türünün tek örneği olarak görülmektedir (OSİB, 2013-2023).

Çukurova Deltası olarak ele alındığında ise, bitki coğrafyası bakımından Akdeniz Bölgesinin, Doğu Akdeniz alt grubu içerisinde yer almaktadır. Çoğunluğu tuzcul, kumul ve tatlı sulak alanlara özgü 31 endemik ve 31 non-endemik nadir bitki türüne sahip olan Çukurova Deltası'nda, 75 familya, 317 cins, 429 tür, 99 alt tür ve 72 varyete kategorisinde olmak üzere toplam 600 tür ve tür altı seviyede takson bulunmaktadır. (ÇŞB, 2017)

Kayseri İli, İran-Turan Fitocoğrafik Bölgede yer almaktadır. Erciyes Dağı'nda 1996-2002 yılları arasında toplanan 2.554 bitki örneğinin değerlendirmesi sonucu 89 familya ve 433



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

cinsine ait 1.170 (1.116 tür, 31 alt tür, 23 varyete) tür ve tür altı takson tespit edilmiştir. (ÇŞB, 2017)

Niğde İli'nde bulunan Aladağlar Milli Parkı'nda toplam 101 endemik takson ve 68 (66 endemik) adet tehlike altındaki takson bulunmaktadır. İlde bulunan Bolkar Dağları'nda bitkiler ve bilindiği kadarıyla hayvanlardan 10 kadar "Tek Nokta Endemiği" bulunmaktadır. Tespit edilen bitki taksonu sayısı 674 olup; 101 takson Türkiye endemiğidir. Bunlardan 21 endemik takson tehlike altındadır. (ÇŞB, 2016)

2.2.10.2 Fauna

Adana İli için fauna yapısı memeliler, sürüngenler ve kuşlar olarak ayrı ayrı incelenmiştir.

Memeliler: Alan içinde daha çok görülen türler; yaban domuzu (*Sus scrofa*), Yaban tavşanı (*Lepus europeus*) ve Kuyruksüren (*Herpestes ichneumon*)'dir. Diğer türler; Çakal (*Canis aureus*), Saz kedisi (*Felis chaus*), Kızılgeyik (*Cervus elaphus*), Oklu kirpi (*Hystrix indica*) ve Kirpi (*Erinaceus concolor*), Sansargiller (*Mustelidae*)'den; susamuru, kaya sansarı ve gelincik. Küçük memelilerden ise; çöl sıçanı (*Meriones tristrami*), göçmen sıçan (*Rattus norvegicus*), ev sıçanı (*Rattus rattus*), ev faresi (*Mus macedonicus*), kör fare (*Nannospalax ehrenbergi*) ve sivriburunlu tarlafaresi (*Crocidura suaveolens*) gibi türler alanda mevcuttur.

Sürüngenler ve Çiftyaşarlar: Çukurova Deltası sahil kumulları kertenkeleler, yılanlar, kara kaplumbağaları, deniz kaplumbağaları ve ağaç kurbağaları için çok önemli yaşam alanlarıdır. Akyatan Lagünü civarındaki tatlı su birikintileri ve kanallarda çizgili kaplumbağa ile bataklık kaplumbağasına, kumullarda ise kara kaplumbağasına sıkça rastlanır. Ayrıca çukurbaşı yılan, ok yılanı, yılanöz kertenkele, tıknaz kertenkele (*mabuya aurata*), bukalemun (*Chamaeleon chamaelon*), ince parmaklı keler (*Cryptodactylus kotschyii*) ile dikenli keler (*Agama stellio*) kumullarda görülen diğer sürüngen türleridir. Bukalemunlara su kaynaklarına yakın yerlerdeki sık çalılık ve ağaçlıklarda nadiren rastlanır. Tosbağalar (*Testudo graeca*), hayalet yengeçler (*Ocypode cursor*), mavi yengeçler (*Callinectes sapidus*) alanda bulunan türlerdendir.

Alanın en önemli sürüngen türlerini ise deniz kaplumbağaları (*Chelonia mydas* ve *Caretta caretta*) oluşturmaktadır. Akyatan kumsalları nesli küresel ölçekte tehlike altında olan *Chelonia mydas* türü deniz kaplumbağasının tüm Akdeniz'deki en önemli yuvalama kumsallarından biridir.

Kuşlar: Akyatan Lagünü ve Tuzla Gölü'nde 184 farklı kuş türü tespit edilmiştir. Bu kuş türlerinden 58 tanesinin alan içerisinde ve yakın çevresinde muhtemel veya kesin olarak



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

üredikleri de tespit edilmiştir. Lagün içerisinde yer alan adalarda; küçük sumru, sumru, bataklıklırlangıcı gibi türlerin büyük topluluklar halinde üredikleri, ayrıca alanda sazhorozu, sazbülbülü, büyük kamışçın, bataklık kamışçını, toygar, çalı bülbülü, turaç, ötücüler, ak mukallit, çalı bülbülü, karabaşlı kirazkuşu, mahmuzlu kızkuşu, bataklıklırlangıcı, göçmen kıyı kuşları, martılar, akça cılıbit gibi türler bulunmaktadır. (ÇŞB, Adana İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu, 2017)

Kayseri İli'nde bulunan Sultan Sazlığı her yıl Afrika-Avrupa-Asya arasında göç eden göçmen kuşlar tarafından kullanılan ve ülkemizden geçen iki önemli ana kuş göç yolunun kesişim noktasında bulunmasının yanında sahip olduğu ekosistem çeşitliliği ile kuşlar için farklı kuluçka, beslenme, üreme, konaklama ve sığınma yeri sağlamaktadır. Kuş türü ve sayısı, sulak alan ekosistemindeki su seviyesinin değişimine ve aylara göre değişiklik göstermektedir. Avrupa'da turna, flamingo, akbalıkçıl, kaşıkçı kuşlarının bir arada kuluçkaya yattığı tek alan oluşu kaynak değerlerini oluşturmaktadır. Milli Parkta, 21 memeli türü, 10 sürüngen türü, 3 İki yaşamlılar türü, 119 Böcek türü, 22 Omurgasızlar türü, 7 balık türü ve 27 fitoplankton, 43 Zooplanktonik türü tespit edilmiştir. Kesif sazlarla kaplı, besin bakımından oldukça zengin, tatlı sulu küçük göller su kurbağa ve semender larvaları ve küçük balıklar bol miktarda mevcuttur. Buralarda sazlar kuşlarının yemlenmesi ve barınmaları için ideal bir alan oluşturur. Tatlı su göllerinde boylu ve sıktır. Pelikanlar, karabataklar, su tavukları, ördekler, kazlar, balıkçılar, kaşıkçı kuşlar yuva yapacak yer ve malzemeyi kolayca bulurlar.

Kayseri İli'nde bulunan "Hürmetçi Sazlığı" Avrupa, Asya ve Afrika kuş göç yolu üzerinde bulunmasından dolayı da Dünya ölçeğinde küresel öneme sahiptir. BirdLife International tarafından "Avrupa Ölçeğinde Korumada Öncelikli Kuşlar" sınıflandırılmasına ve IUCN "Red Data Book"a göre nesli tehlike altında olan türler arasında bulunan toy, turna, kara leylek, angit, kaşıkçı, bıyıklı sumru, mahmuzlu ve sürmeli kızkuşu türlerinden bir kısmı bölgede göç döneminde görülmekte, bir kısmı ise bölgede üremektedir. (ÇŞB, 2017)

Niğde, Aladağlar ve Bolkarlar gibi biyolojik çeşitlilik yönünden zengin sıradağları içerisinde bulunması nedeniyle flora ve fauna açısından oldukça zengindir. Ulukışla İlçesi sınırları içerisinde bulunan Bolkar Dağlarının zirvesinde yer alan Karagöl ve Çiniligöl' de yaşayan Toros Kurbağası Türkiye' de endemik olup; sadece bu küçük buzul göllerinde bilinir. Yine Bolkarlarda yaşayan Yünlü Kayayuru ve halk arasında "arısıpası" denen küçük bir böcekçil türü Türkiye'de endemik türüdür. İl içerisinde bulunan Aladağlar Milli Parkı'nda tehlike altında bulunan 33 endemik tür bulunmaktadır. Niğde'de bulunan Bolkar Dağları ise Akdeniz



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Bölgesi'nin en geniş yüksek dağ çayırıklarına sahiptir. Gerek bu özelliği gerekse sahip olduğu değişik jeomorfolojik yapısı ve derin vadilerindeki mikroklimalar nedeniyle özellikle bitkiler açısından çok sayıda endemik bitkinin yetişmesine uygundur. Bolkarlar'ın önemli bir kısmı (özellikle güneyde) Toros iğneyapraklı dağ ormanları (%34) ve Akdeniz yüksek dağ çayırıkları (%20) ile örtülüdür. Geriye kalan kısımlar ise Orta Anadolu Dağ Bozkır (16), Toros sediri-gökna karışık ormanı (%14), Toros iğne yapraklı yaprak dökken karışık ormanı (%10), Akdeniz kızılçam ormanı (%5), Orta Anadolu ova bozkır (%1)'ndan oluşur. (ÇŞB, 2016)

2.2.10.3 Ormanlar

Bu bölümde Seyhan Havzası'nda bulunan illere ait orman varlıkları incelenmiştir (Şekil 2.11). Seyhan Havzası sınırlarında Adana ve Kayseri illerine ait alanlar mevcuttur. Bu kapsamda illerdeki orman varlıkları ayrı ayrı incelenmiştir.

Adana ilinde mevcut ormanlık alanlar tarih boyunca insanların kullanım yoğunluğundan etkilenmiştir. Örneğin, orman olması gereken VI ve VII. sınıf arazilerde yaklaşık 120.249 hektar alan tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Bunlara aşırı otlatma ve orman yangınlarını da katacak olursak Adana ili ormanlık alanları küresel iklim değişikliklerinden etkilenen doğal kaynakların başında gelecektir. Adana'nın eko turizm potansiyeli özellikle milli parklar ve korunan alanlarda oldukça yüksektir. Ancak il genelinde bu alanların miktarı çok azdır. Gelişmiş ülkelerde milli parklar başta olmak üzere korunan alanların miktarı genel alanın ortalama %10 civarında olması gerekir iken, bu rakam Adana ilinde %2 civarındadır. Adana ili sınırlarındaki Aladağlar Milli Parkı (11.000 ha) ile Yumurtalık ilçesi hudutlarında kalan Yumurtalık Lagünü Tabiatı Koruma Alanları (16.430 ha) gibi korunan alanların daha da genişletilmesi gerekmektedir. İl genelinde bulunan 585.929,3 ha'lık ormanlık sahanın 383.361,4 hektarı verimli orman olup, 202.567,9 hektarı da bozuk karakterindeki ormanlık sahadır. Arazi yapısının uygun olduğu yerlerde son yıllarda ağaçlandırma-rehabilitasyon çalışmalarına hız verilmiştir.

2002 yılında yapılan envanter çalışmalarında Adana ilindeki ormanlık alanlar 582.374 ha iken 2014 ve 2015 yılında yapılan envanter çalışmalarında ise 585.929,3 hektara çıktığı görülmektedir. Ormanlık sahalardaki artış oranı ise %1 dir. Ormanlık sahalarda artışındaki en büyük sebebi ise sedir ekimleri ve orman içi ağaçlandırmalardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. (ÇŞB, 2017)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Kayseri İli için Orman İşletme Müdürlüğünden Amenajman Plan Verilerine Göre İşletme Müdürlüğüne bağlı şefliklerin belgeleri itibariyle ağaç türleri ve kapladıkları alanlar (hektar) Yahyalı Ormanlarındaki ağaç türlerinin toplam adedi yaklaşık 2.500.000'dir. Kayseri ili orman varlığının ağaç türlerine göre dağılımı Ormanlardaki ağaçlar ağırlıklı olarak %16,2 Karaçam, %0,2 Sedir, %3,5 Köknar, %12,6 Ardıç, %2,4 Kızılcım, %0,2 Sarıçam, %0,6 Titrek Kavak, %36,9 Meşe, %27,4 karışık türlerinden oluşmaktadır.

Tablo 2.13 ile verilmiştir.

Ormanlardaki ağaçlar ağırlıklı olarak %16,2 Karaçam, %0,2 Sedir, %3,5 Köknar, %12,6 Ardıç, %2,4 Kızılcım, %0,2 Sarıçam, %0,6 Titrek Kavak, %36,9 Meşe, %27,4 karışık türlerinden oluşmaktadır.

Tablo 2.13 Kayseri İli Orman Varlığı Ağaç Türlerine Göre Dağılımı

Toplam Orman Sahası (ha)	Karışık Orman (ha)	Geniş Yapraklı (ha)	İğne Yapraklı (ha)	Bitkisel Değişim Alanı
104.209,15	5.168,17	5130,17	10.613,81	83.613,81

Ayrıca meşe Kayseri'nin her yerinde bulunmaktadır. Sedir, Sarız İlçesi Toroslar mevkiinde, Toros Köknarı Tomarza toroslar mevkiinde, Sarıçam, Pınarbaşı civarında, Ardıç ise Kayseri'nin her yerinde bulunmaktadır. Ormanların tamamı devlet ormanıdır.

Kayseri Orman İşletme Müdürlüğü'nün ormanlık alanı, ilçeye bağlı Burhaniye, Çaburharmanı, Ulupınar, Balcıçakırı, Yeşilköy, Delialiuşağı, Büyükçakır, Kapuzbaşı, Çamlıca köyleri, mülki hudutlarında yoğun olarak bulunmakta, ayrıca Dikme, Avlağa ve Yahyalı merkezi ve merkeze yakın köylerin mülki hudutları içinde bozuk baltalık ve normal baltalık vasfında (meşe ormanları) ormanlık sahalar yer almaktadır. (ÇŞB, 2017)

Niğde il sınırları içindeki volkanik kütlelerle Bolkar ve Aladağın kuzeye dönük yamaçlarında orman formasyonunun tahrip edilmesiyle bu kesimlerin büyük bir bölümü ya dağ stepleri ya da antropojen ağaçlı steplerle kaplanmış durumdadır. Bununla birlikte ilin asıl orman potansiyeli bu kesimlerde yoğunlaşmaktadır. Açıkça belirtmek gerekirse; Niğde ili orman örtüsü bakımından zengin sayılmaz. İl yüzölçümünün 61.815 ha kadarı orman ve fundalıkla kaplı olup, bu rakam da il arazisinin ancak %7,93 karşılık gelir. Bunun yanında nitelikli kabul edilebilecek orman alanı ise 41.583 ha kadardır. En yaygın ağaç türü ise meşedir. Nitekim saf meşe ve karışık meşe toplulukları toplam ağaç türlerinin %63'ünü oluşturmaktadır.



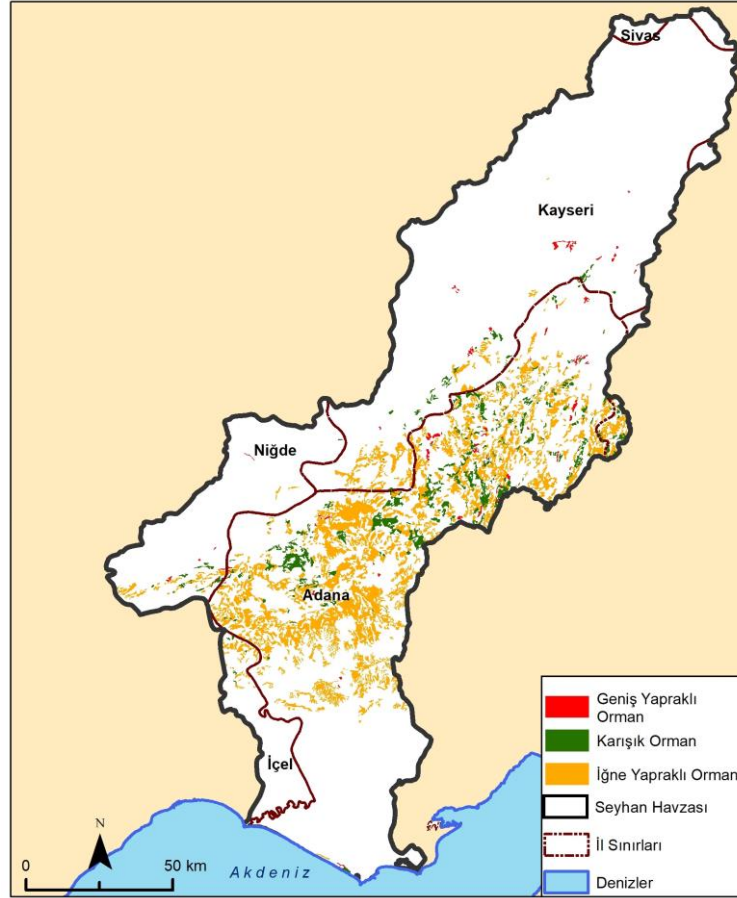
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İlin güney çerçevesini çizen ve orman tür çeşitliliği bakımından ilin en zengin bölümü olan Bolkar dağları ile Aladağların sarp ve kuytu yamaçlarına sığınmış şekilde bulunan ormanlar iç bölgenin yarı kurak ve kurak koşullarından farklı olarak yarı nemli iklim özelliklerine göre şekillenmiş topluluklar oluşturmaktadır. Bu dağların kuzey eteklerinden başlayarak 1900-2000 metre'ye kadar kendini gösteren orman sahasında en yaygın türler meşe (*Quercus cerris*, *Quercus infectoria*, *Quercus pubescens*) ve ardıçlardan (*Juniperus excelsa*.boyu ardıç, *J. Oxicedrus*/Katran ardıcı) oluşmaktadır.

Ulukışla ilçesinin güneyindeki dağlık kesimin nemli yamaçlarında ve kuytu vadilerde karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani*), Çiftelhan'ın Akdeniz iklimi tesirinde kalan kesimlerinde kızılçam (*Pinus brutia*) ormanları kendini göstermeye başlamakta, bu ormanlar üst kesimlerinde yer yer göknarlara (*Abies cilicica*) karışık birlikler halinde tesadüf edilmektedir. Bu ormanların üstünde şeritler oluşturan titrek kavak (*Populus tremula*) birlikleri seçilmektedir.



Şekil 2.11 Seyhan Havzası Orman Alanları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.2.10.4 Milli Parklar

Bilimsel ve estetik bakımından, milli ve milletlerarası ender bulunan tabii ve kültürel kaynak değerleri ile koruma, dinlenme ve turizm alanlarına sahip tabiat parçalarını ifade eder. (OSİB, 2013-2014)

Seyhan havzası sınırları içerisinde Aladağlar Milli Parkı bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde, Niğde, Kayseri, Adana illeri sınırları içinde yer almaktadır. 1995 yılında ilan edilmiştir. Yüz ölçümü 55.064 hektardır.

Aladağlar Milli Parkı, 730 rakımından 3.756 rakıma kadar yaklaşık 3.000 metrelik rakım farkına bağlı olarak ortaya çıkan farklı yaşam ortamlarında yaşayan bitki ve hayvan türleri ile muazzam bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Belli başlı türler; Karaçam, ardıç, göknar, titrek kavak, meşe, sedir ağaç türleri ile yabancı yonca, ayrik, keven, papatya, sütlegen, siğir kuyruğu, kekik, menekşe, devediken gibi otsu bitkilerdir.

Aladağlar Milli Parkını orman açısından çok zengin olmamakla birlikte, Emlî vadisindeki ormanı oluşturan hâkim türler karaçam ve kızılçamdır. Karaçamın yayılış alanındaki güney bakılı kesimlerde sedir ve nem bakımından daha elverişli kuzey bakılı yerlerde de göknarlara da raslanmaktadır. Alanda toplam 101 endemik takson ve tehlike altındaki takson 68 (66 endemik) bulunmaktadır.

Aladağlar'da 2000 metreden fazla yüksekliklerdeki alanlar urkekliliğin üreme ve barınma alanları olup aynı zamanda kral kartalın egemenlik alanı durumundadır. Yaban keçisine üreme, barınma ve beslenme zamanlarına göre her yerde rastlanabilmektedir. Yaban keçisi, kurt, yabancı tavşan, tilki, gelengi, sincap, porsuk, kuyruk süren kirpi, oklu kirpi, yabancı domuzu, sansar, karakulak, kakım, gelincik, su samuru, köstebek, tarla faresi, cüce yarası, nalburu yarası, sırtlan ve vaşak önemli yabancı hayatı üyeleridir. (OSİB, 2013-2014)

Aladağlar Milli Parkı iklimsel olarak, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz havzası ile yine yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve kısmen yağışlı İç Anadolu havzası arasında sınır bölgesi üzerinde yer alır ve her iki havzanın iklim özelliklerinden izler taşır. Yükseklik fazlalığı nedeniyle kış yağışlarını kar şeklinde alan Aladağlar yaz mevsiminde ise güneşin çok etkili olduğu kurak bir iklime sahiptir.

Aladağlar Milli Parkının Kayseri İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne bağlı kaynak değerleri; Yedigöller, Hacer Ormanı, Aksu Kanyonu, Zamantı Vadisi ve Kapuzbaşı Takım Şelaleleri olarak sıralanabilir. Ayrıca Niğde İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'ne bağlı Demirkazık Tepesi, Emlî Vadisi ile Adana İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'ne bağlı Acısu kaynak değerlerine de



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

sahiptir. Aladağlar Milli Parkı içerisinde mağara turizmi, foto safari, jeep safari, bisiklet safari, tur kayağı, yamaç paraşütü, rafting, kano, doğa yürüyüşü gibi faaliyetlerin yapılabilmesi bölgeyi turizm açısından da önemli hale getirmektedir. Ayrıca Nisan- Eylül ayları arasında Zamantı Irmağı' nda yaklaşık 15 km'lik bir güzergahta rafting yapılabilir. Rafting güzergahı Aladağlar Milli Parkı içerisine girmemekte fakat Milli Parkla bir bütünlük sağlamaktadır. Turistler Aladağlar Milli Parkına Niğde ili, Çamardı İlçesi tarafından giriş yapılmakta, 4 ile 7 gün arasında doğa yürüyüşü gerçekleştirilmektedir.

Aladağlar Milli Parkının, Kayseri İli mülkü hudutları içerisinde kalan bölümünde 2 adet köy bulunmaktadır: Kapuzbaşı ve Ulupınar köyleri. Bu iki köyün toplam nüfusu 1.195'dir. Bu köylerin geçim kaynakları ise hayvancılık, bağ ve bahçecilik ile orman işçiliğidir. (Orman ve Su İşleri Bakanlığı 7.Bölge Müdürlüğü, 2017)

2.2.10.5 Tabiat Koruma Alanları

Seyhan Havzası sınırları içerisinde bulunan illerimizde çeşitli sayılarda ve çeşitli türlerde tabiat koruma alanları bulunmaktadır. Bu alanlar; tabiat parkları, tabiat anıtları, yaban hayatı geliştirme sahaları ve sulak alanlar kategorilerinde havzada mevcuttur (Şekil 2.12).

Tabiat Parkları

2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında korunan alanlardan olan, bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliğine sahip, manzara bütünlüğü içinde halkın dinlenme ve eğlenmesine uygun olan tabiat parçalarıdır. (OSİB, 2013-2014)

Tabiat Anıtları

Tabiat ve tabiat olaylarının meydana getirdiği özelliklere ve bilimsel değere sahip ve milli park esasları dahilinde korunan tabiat parçalarıdır. (OSİB, 2013-2014)

Seyhan Havzası sınırları içerisinde yalnızca Adana İli Aladağlar İlçesi'nde tabiat anıtı statüsünde alanlar bulunmaktadır. Bunlar Biğbiğ Orman Sarmaşığı, Acıkise Ardıç Ağacı Tabiat Anıtı, Acıkise Doğu Çınarı Tabiat Anıtı ve Kandildere Ardıç Ağacı Tabiat Anıtı'dır.

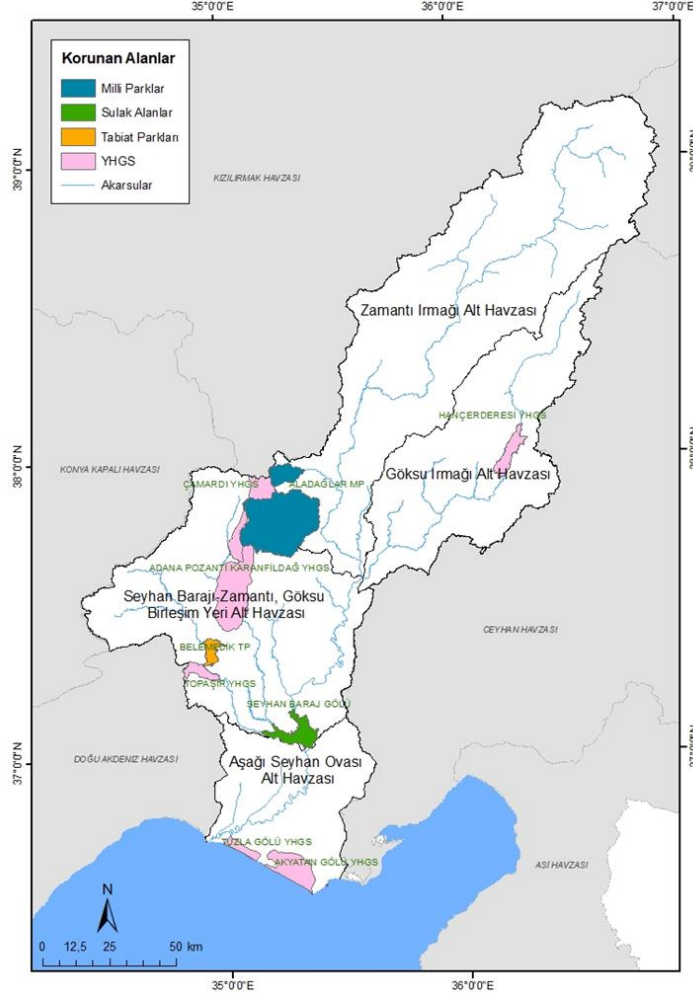
Biğbiğ Orman Sarmaşığı, Tabiat Anıtı Doğa Koruma ve Milli Parklar 7.Bölge Müdürlüğü Adana Şube Müdürlüğüne bağlı, Aladağ Meydan Yaylası'nda bulunmaktadır. Tabiat alanı ilan edilen bölgenin toplam yüz ölçümü 184 m² olup, alanda bulunan orman sarmaşığının gövde çapı 2,3 metre, boyu ise 20 metredir, taç genişliği 21 metre olarak ölçülmüştür. Hedera Helix L türündeki sarmaşığın yaşının 4000 olduğu tahmin edilmektedir. (Orman ve Su İşleri Bakanlığı 7.Bölge Müdürlüğü, 2017)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.12 Seyhan Havzası Tabiat Koruma Alanları Haritası

Acıkise Ardıç Ağacı Tabiat Anıtı bölgesinin toplam alanı 1000 m² olup alanda bulunan Ardıç Ağacı (*Juniperus foetidissima*) 630 yaşlarında, 19 metre boy, 1,88 metre çap ve 5,90 metre çevre genişliğine sahiptir. Acıkise Doğu Çınarı Tabiat Anıtı bölgesinin toplam alanı 1000 m² olup alanda bulunan Çınar Ağacı (*Platanus orientalis*) 340 yaşlarında, 16 m boy, 2,16 m çap ve 6,80 metre çevre genişliğine sahiptir. Kandildere Ardıç Ağacı Tabiat Anıtı'nın toplam alanı 1000 m² olup alanda bulunan Ardıç Ağacı (*Juniperus foetidissima*) yaklaşık 610 yaşlarında, 20 metre boya, 1,84 metre çapa ve 6,8 metre çevre genişliğine sahip bir anıt ağaçtır.

Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları

Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, av ve yaban hayvanlarının ve yaban hayatının korunduğu, geliştirildiği, av hayvanlarının yerleştirildiği, yaşama ortamını iyileştirici tedbirlerin alındığı ve gerektiğinde özel avlanma plânı çerçevesinde avlanmanın yapılabildiği sahalara denir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

(Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015). Seyhan Havzası sınırları içinde kalan Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları Tablo 2.14 ile verilmiştir.

Adana Tuzla Gölü Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde bulunan Tuzla Gölü Seyhan ağzının doğusunda yer alır ve Çukurovadaki göllerin en batıda olanıdır. Gölün suyu, yılın büyük bir bölümünde hafif tuzludur. Su seviyesi özellikle kış yağışlarından sonra yükselir, bu dönemde göldeki tuzluluk azalır. Gölün özellikle doğu tarafında geniş çamur düzlükleri ve tuzcul bataklıklar bulunur. Denizden alçak ve dar bir kumul şeridiyle ayrılır.

Kuzeyinde, 500 metre genişliğinde bir şerit üzerinde kuru tarım yapılan tarlalar ve çayırlar vardır. Bu çayırlarda az sayıda büyükbaş hayvan otlar. Kıyıda basit turistik tesislere ulaşımı sağlayan bir yol, gölün doğu tarafını ikiye ayırır. Kısa bir kanal gölün denizle bağlantısını sağlar. Önemli kuş alanları sınırları içerisinde, Tuzla Gölü'nün güneydoğusunda, kısmen Seyhan'ın eski yatağı üzerinde yer alan, sık bitki örtüsüyle kaplı tatlısu bataklıkları, tuzcul bataklıklar ve gölcükler de bulunur. Yaz aylarında bu gölcüklerden bazılarının suyu pompaj yoluyla sulamada kullanılır. Böylece bunların bir bölümü yazın tümüyle kurur.

Tablo 2.14 Seyhan Havzası Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları

YHGS	İl	Alan (ha)
Adana Tuzla Gölü	Adana	3.974
Adana Akyatan Gölü	Adana	15.291
Adana Maraş Hançerderesi	Adana	7.895
Adana Pozantı Karanfıldağ	Adana	30.739
Adana Seyhan Baraj Gölü	Adana	11.436
Mersin Tarsus Hopur Topaşır	Mersin	5.984

Adana Akyatan Gölü Adana İli sınırlarında yer alır ve 1987 yılından beri Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından korunan Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'dır. Lagün, orman ve etrafındaki kumullarla birlikte zengin bir flora ve fauna çeşitliliğine sahiptir.

Alan aynı zamanda Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında bulunan ve resmi olarak belirlenmiş 21 deniz kaplumbağası yuvalama alanından biridir. Akyatan Lagünü ile Akdeniz arasında yer yer genişliği 3-4 kilometre, uzunluğu 22 kilometreyi bulan Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin şekillendirdiği Türkiye'nin en büyük kumulları yer alır. Bu kumullar, dünya çapında nesli tehlike altındaki yeşil deniz kaplumbağasının (*Chelonia mydas*) Akdeniz'deki en önemli yuvalama kumsallarındandır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Kumullarla sınır oluşturan Akyatan Ormanı, rüzgar erozyonu ile kumulların her yıl alanın etrafındaki tarım alanlarını kaplayarak lagüne doğru ilerlemesine karşı önlem almak amacıyla Adana Orman Bölge Müdürlüğü tarafından 1972-1987 yılları arasında ağaçlandırılmıştır. Çukurova Deltası'nın en geniş lagünü Akyatan Lagünü, ülkemizin uluslararası öneme sahip sulak alanlarından (Ramsar Alanı). Akyatan Lagünü'ndeki en önemli ekonomik etkinliklerden biri geleneksel dalyan balıkçılığıdır. Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, geniş bir memeli, iki yaşamlı (amfibi), sürüngen ve kuş çeşitliliğine sahiptir.

Yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*), yuvalama ve yaşam alanlarının korunmasına küresel ölçekte öncelik verilen türlerden biridir. IUCN tarafından hazırlanan "kırmızı liste" dahilinde tehlike altında statüsünde yer almaktadır.

Yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*) için Akdeniz'deki yuvalama bölgeleri Türkiye, Kıbrıs, Lübnan, İsrail ve Mısır'dır. Ülkemizde yoğunlukla Doğu Akdeniz kıyılarımızda yuvalamaktadır. Alata, Davultepe, Kazanlı, Akyatan, Yumurtalık/Sugözü ve Samandağ kumsalları Türkiye'de yeşil deniz kaplumbağası yuvalamasının yaklaşık yüzde 91,5'ini kapsamaktadır. Akyatan, Akdeniz Havzası'nda yeşil deniz kaplumbağasının en önemli yuvalama alanlarından biridir.

Alanda yer alan geniş kumul ekosistemi, sazlıklar, açık su yüzeyleri, tatlı ve tuzlu bataklıklar, gölcükler ve kumsallar gibi farklı yaşam ortamları; başta su kuşları, memeliler ve sürüngenler olmak üzere çok zengin bir yaban hayatının barınmasına olanak sağlar. Lagün ile deniz arasındaki geniş kumullarda, çalılık alanlarda ve ormanda, çakal (*Canis aureus*), tilki (*Vulpes vulpes*), saz kedisi (*Felis chaus*), porsuk (*Meles meles*), yaban domuzu (*Sus scrofa*), kızıl geyik (*Cervus elaphus*) başta olmak üzere birçok tür yaygın olarak görülür.

Ramsar Alanı olan Akyatan Lagünü, aynı zamanda alanda üreyen yaz ördeği, turaç, saz horozu, kocagöz, akça cılıbit, mahmuzlu kızkuşu ve küçük sumru popülasyonları nedeniyle Önemli Kuş Alanı'dır. Alan; başta flamingo, suna, fiyu, elmabaş patka, dikkuyruk ve sakarmeke olmak üzere çok sayıda su kuşu ve kılıçgaga, akça cılıbit ve küçük kumkuşu olmak üzere pek çok kıyı kuşu açısından büyük önem taşır. Akyatan Lagünü ile deniz arasındaki kumullar, çeşitli türlerden küçük ötücüler için üreme ve konaklama dönemlerinde yaşam ortamı oluşturur. İzmir yalıçapkını bölgede üreyen kuşlar arasındadır. Alaca yalıçapkını ise çoğunlukla kış aylarında görülür.

Saz kedisinin (*Felis chaus*) Avrupa'da oldukça az bulunur; Hazar bölgesi ve Hazar Denizi boyunca Kafkasya'da küçük popülasyonlar halinde görülür. Avrupa popülasyonu



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

1960'lardan bu yana hızla azalmaktadır. Akyatan Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, saz kedisi neslinin devamı için uygun şartlara sahiptir. Kumullar, sık sazlıklar, yoğun çalılıklar ve orman çok elverişli yaşam ortamları sunar. 2010-2012 yılları arasında gerçekleştirilen popülasyon izleme çalışmaları sonucunda alanda 71 saz kedisi bireyi belirlenmiştir. (WWF, 2017)

Yaz boyunca gölü besleyen suların azalması ve yüksek buharlaşma nedeniyle göl alanı oldukça küçülmektedir. Suyun çekildiği alanlarda geniş çamur düzlükleri oluşmakta ve yaz sonuna doğru tamamen kurumaktadır. Çamur düzlükleri özellikle gölün batı ve kuzeydoğu kesimlerinde oluşmakta, Kapıköy yakınlarındaki bazı adalar ise karayla birleşmektedir. Göl ile deniz arasında yer yer genişliği birkaç km'yi, yüksekliği ise 20 m'yi bulan Türkiye'nin en büyük kumulları yer almaktadır.

Akyatan Gölü 1996 yılında 1/25.000 ölçekli Çevre Düzeni Planına Ekolojik Etkilenme Bölgesi olarak izlenmiştir. 2005 yılında Lagün Yaban Hayatı Geliştirme Sahası ilan edilmiştir. (HKEP, 2010)

Adana Maraş Hançerderesi Adana İli Saimbeyli İlçesi'nde bulunan yaban hayatı geliştirme sahasıdır ve hedef türü yaban keçisidir. 7895 hektarlık bir alanı kapsamaktadır. (OSİB, 2013-2014)

Adana Pozantı Karanfıldağ – Niğde Çamardı Demirkazık Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları Karaisalı, Pozantı, Aladağ ve Niğde Çamardı ilçeleri hudutlarındadır. 1980 yılında Karanfıldağı koruma altına alınmış, 1988 yılında yaban keçilerinin sürekli korunması ve av turizmi için Demirkazık Dağı ilave edilmiştir. Alanın doğal yapısının sarp ve çok dik olması yalçın kayaların, derin vadilerin bulunması, kayak sporu, dağ sporu sahası olması, yaban hayatı ve bitki topluluğu dolayısıyla milli park olabilecek bir alandır. Alan nemli bir iklim yapısına sahiptir. Dağ eteklerinde genelde saf karaçam, yer yer sedir, köknar, ardıç ve meçenin karışımı olan ormanları oluşturmaktadır. 1800 m'den itibaren çalimsı ve otsu bitkiler görülür. Alanda yaban keçisi, kurt, çakal, domuz, tilki, sırtlan, tavşan, sansar, kartal, şahin, akbaba, güvercin, keklük çokça bulunmaktadır. Alan altı adet bekçi ile korunmaktadır. (HKEP, 2010)

Adana Seyhan Baraj Gölü Adana İli Merkez İlçesi'ne bağlı 11.436 ha'lık bir alanı kapsayan yaban hayatı geliştirme sahasıdır. Hedef tür su kuşlarıdır. (OSİB, 2013-2014)

Mersin Tarsus Hopur Topaşır Adana Saimbeyli İlçesi'nde bulunan 7.895 hektarlık alana sahip, hedef türü yaban keçisi olan yaban hayatı geliştirme sahasıdır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Sulak Alanlar

Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyeler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan sulak alan kalan yerleri ifade eder (OSİB, 2013-2014). Seyhan Havzası'nda bulunan sulak alanları **Akyatan Lagünü** tamamı Adana İli Karataş ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Türkiye'nin en büyük lagün gölüdür. Alandaki kumul ağaçlandırma ormanı ile doğal alanların toplamı 13.139 hektar olarak tespit edilmiştir. Alanın 1.823,7 hektar'ı kumul ağaçlandırma alanı, 4.745 hektar'ı açık su yüzeyi, 1.055 hektar'ı sazlık ve kamışlıklar, 4.372 ha'ı çamur düzlükleri ve tuzlu bataklıklar, 1.143 hektar'ı ise denizle lagün arasında yer alan kumullar kaplamaktadır. Adana iline 48 km, Karataş ilçesine 3 km mesafededir.

Tablo 2.15 ile verilmiştir (OSİB, 2013-2017) , (HKEP, 2010).

Akyatan Lagünü tamamı Adana İli Karataş ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Türkiye'nin en büyük lagün gölüdür. Alandaki kumul ağaçlandırma ormanı ile doğal alanların toplamı 13.139 hektar olarak tespit edilmiştir. Alanın 1.823,7 hektar'ı kumul ağaçlandırma alanı, 4.745 hektar'ı açık su yüzeyi, 1.055 hektar'ı sazlık ve kamışlıklar, 4.372 ha'ı çamur düzlükleri ve tuzlu bataklıklar, 1.143 hektar'ı ise denizle lagün arasında yer alan kumullar kaplamaktadır. Adana iline 48 km, Karataş ilçesine 3 km mesafededir.

Tablo 2.15 Seyhan Havzası Sulak Alanları

Sulak Alan	İli	Alanı
Akyatan Lagünü (Sulak Alan +YHGS)	Adana	13139
Tuzla Lagünü	Adana	2120
Kesik Gölü	Adana	1500
Karagöl ve Çinili Göl	Niğde	60
Kapuzbaşı Şelaleri	Kayseri	599

Yaz boyunca lagünü besleyen suların azalması ve yüksek buharlaşma nedeniyle lagün alanı küçülmekte; suyun çekildiği alanlarda, özellikle batı ve kuzeybatı ucunda geniş çamur düzlükleri oluşmaktadır. Lagünle deniz arasında genişlikleri 2–4 km ve yükseklikleri 25 metre'yi bulan Türkiye'nin en büyük kumulları yer almaktadır. Kumul tepeleri arasında yer yer birkaç sıra halinde, deniz seviyesinin altında oluklar (çukurlar) bulunmaktadır. Bunlar



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

yağışlı dönemlerde suyla dolmakta ve kumulların kuzeydoğusunda hiç kurumayan ve ekolojik açıdan önemli tatlı su birikintileri ve bataklıklar oluşmaktadır. Lagün, güneydoğudan çıkan 2 km'lik dar bir kanalla denize bağlanmaktadır. Lagünde suların yüksek olduğu dönemlerde kanal vasıtasıyla lagünden denize, düşük olduğu dönemlerde ise denizden lagüne doğru su akışı olmaktadır. Bu nedenle lagün suyundaki tuzluluk mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Kışın ve ilkbaharda, drenaj kanallarıyla taşınan sular ve yağışların etkisiyle lagün suları tatlılaşmakta; yazın ise yüksek buharlaşma ve denizden lagüne olan tuzlu su girişi nedeniyle tuzluluk artmaktadır. Ayrıca, tuzluluk denize bağlantının olduğu ve batı kesimde daha yüksek, sızıntı ve drenaj sularının etkili olduğu kuzey kesimlerde ise daha düşük seviyelerdedir.

Akyatan Lagünü nesli küresel ölçekte tehlike altında olan yeşil deniz kaplumbağasının (*Chelonia mydas*) ülkemiz kıyılarındaki en önemli üç üreme alanından biridir. Bu özelliği itibarıyla, ülkemizin de taraf olduğu Bern (Avrupa Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi ve Barselona (Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması) sözleşmeleriyle koruma altındadır (OSİB, 2013-2017).

Lagünün tatlısu kaynakları Feriziye, Yemişli ve Kırhasanlı köyünden geçen sulama kanalları ile drenaj kanalı ve göle düşen yağmur sularıdır. Kanal, göle tarımdan dönen sularıyla birlikte, sediment ve Adana'nın güneyindeki bazı fabrika ve tesislerin atıklarını taşımaktadır. Lagün çevresindeki başlıca kirlilik kaynakları tarımsal drenaj ve İncirlik sanayi bölgesinden gelen atık sulardır. Karataş Bölgesinde doğal ve insan kökenli başlıca kirlilik kaynaklarını; ticari gübreler, pestisitler, hayvansal atıklar, kentsel atıklar ve madencilik oluşturmaktadır. (OSİB, 2017)

Tuzla Lagünü Çukurova Deltası'nın en batısında yer alır. Kapladığı alan mevsimlere göre değişmekle birlikte, kumullar ve çevresindeki çorak düzlüklerle birlikte alanı 2120 hektarı bulmaktadır. 1.038 hektar'ını açık su yüzeyi, 486 hektar'ını çorak (tuzlu) düzlükler ve tuzlu kıyı bataklıkları, 82 hektar'ını sazlıklar, 13 hektar'ını gölün doğusundaki tatlı su bataklığı, 500 hektar'ını ise kumullar oluşturmaktadır. Lagünün güneyinde kalan dar bir kumul sisteminin dışında tüm çevresi tarım alanlarıyla çevrilmiştir. Son 20 yılda lagünün batısında ve kuzeyinde bulunan geniş kumul alanları tarım alanlarına dönüştürülmüştür.

Kıyıda basit turistik tesislere ulaşımı sağlayan bir yol, lagünün doğu ve batı tarafını ikiye ayırmaktadır. Lagünle deniz arasında alçak ve dar bir kumul şeridi bulunmaktadır. Balık girişini sağlamak üzere insan eliyle açılan kanal lagünün denizle bağlantısını sağlamaktadır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Lagünün doğusunda geniş çamur düzlükleri ve tuzcul bataklıklar yer almaktadır. Batısında, Seyhan Nehri' den gelen bağlantı kanalının lagünle birleştiği bölgede sık bitki örtüsüyle kaplı tatlı su bataklıkları ve küçük sazlıklar bulunmaktadır. Lagünün suyu yılın büyük bir bölümünde tuzludur. Kış yağışlarından sonra su seviyesi yükselmekte ve lagün suyunun tuzluluğu azalmaktadır.

Lagünlerde geleneksel dalyan balıkçılığı yapılmaktadır. Balıkların yumurta bıraktığı alanlar İskenderun ve Yumurtalık körfezlerinin 7-8 metre derinlikleridir. Burada yumurtadan çıkan larvalar besin maddeleri bakımından daha zengin ve korunaklı alanlara sahip olan lagünlere girerler. Burada beslenen ve gelişen balık yavruları kışın havalar soğuduğu zamanlarda veya yumurta bırakmak için denizin derinliklerine göç ederler. Ancak Seyhan nehri üzerine yapılan barajlar ve su rejimine yapılan müdahaleler nedeniyle lagünlerde ekolojik denge bozulmuş, lagünler işlevlerini büyük ölçüde kaybetmeye başlamışlardır. Bu değişimden sadece balıklar değil tüm biyolojik çeşitlilik zarar görmüştür.

Barajlar ve taşkın önleme seddeleri nedeniyle deltadaki doğal su rejimi tamamen değişmiş, nehrin taşkın olasılığı tamamen ortadan kalkmıştır. Günümüzde Akyatan Lagünün beslenimi Lagüne kuzeyden giren ve Çukurova' nın büyük bir kısmının drenajını sağlayan YD3 drenaj kanalı ve doğudan giren Acikulak drenaj kanalı ile deniz bağlantısından giren sularla gerçekleşmektedir. (OSİB, 2013-2017)

Su kuyularının izinsiz ve kontrolsüzce açılması ve kullanılması ile yaz aylarında gerçekleşen aşırı buharlaşma, yer üstü ve yeraltı su seviyelerinde azalmaya ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bölgede düzenli bertaraf edilmeyen evsel ve tarımsal atıkların göle deşarj edilmesi, gölün kirlenmesine neden olmaktadır. Tarım ilaçlarının ve ambalajlarının yarattığı kirlilik ile toprak ve gübre kullanımı konusunda bilgi yetersizliği ile yapılan zirai faaliyetler de doğal çevrenin bozulmasına neden olmaktadır. Bugün siltasyon Tuzla Lagünü'nde ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmurlu olmayan kurak mevsimlerde lagünün deniz ile bağlantısı sedimantasyon ile gelen malzeme ile dolmakta ve bağlantı dışarıdan buldozerler ile sağlanmaktadır. (OSİB, 2017)

Kesik Gölü Adana İli'nde bulunan ve 1.500 hektar'lık alana sahip göldür.

Karagöl ve Çinili Göl Niğde İli'nde bulunan toplam alanı 60 hektar olan göllerdir.



2.3 İklim ve Yüzeysel Su Kaynakları

2.3.1 İklim

Seyhan Havzası ve çevresinde çok sayıda meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ) kurulmuştur. Bu istasyonlardan bazıları uzun yıllar, bazıları kısa süreli ve bazıları da kesikli gözlem verilerine sahiptir. Günümüzde birçok istasyon kapalı durumdadır. Yapılan çalışmada öncelikle mevcut açık ve kapalı istasyonlar havzayı temsil etme özellikleri ve veri uzunlukları itibarıyla değerlendirmeye tabi tutulmuş ve kuraklık analizi çalışması kapsamında kullanılacak meteoroloji gözlem istasyonları belirlenmiştir.

Genellikle meteoroloji istasyonları havza üzerindeki dağılımları düzensiz olacak şekilde kurulmuşlardır ve model amaçlı iklim araştırmalarında bu istasyonlardan sağlanan gözlem verilerinin doğrudan kullanımı çeşitli sorunlara yol açar. Bu nedenle meteorolojik gözlem verilerinin ölçüldüğü istasyonlardan, grid noktalarına taşınması sağlanır. Gözlem verilerinin grid noktalarına taşınmasında uygulanan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Gözlem verilerinin enterpolasyonunda kullanılan bölgenin karmaşık yapısını dikkate alan PRISM modeli iyi bir örnektir (Daly vd., Halbleib, M., Smith, J.I., Gibson, W. P., Doggett, M. K., Taylor, G. H., Curtis, J., Pasteris, P. P. Physiographically Sensitive Mapping of Climatological Temperature and Precipitation Across The Conterminous United States. Journal of Climatology, 2008). PRISM yaklaşımı kullanılarak yapılan işlemde, hedef grid hücrelerine enterpole edilecek istasyonları doğru bir şekilde ağırlıklandırmak oldukça önemlidir. Bu suretle istasyonlar birbirlerinden uzaklığına, yüksekliğine, bakılarına, denize olan mesafesine ve topoğrafik özelliklerine dayalı olarak ağırlıklandırılmış olurlar (Daly vd., 2002).

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.

2.3.2 Seyhan Havzası Alt Havzaları

Seyhan Havzası bu proje kapsamında 4 adet alt havza olarak çalışılmıştır. Bu alt havzalar membadan mansaba doğru: Zamantı Irmağı Alt Havzası, Göksu Irmağı Alt Havzası,



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası ve Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası olarak sıralanmaktadır. Alt havzaların sınırları ise Şekil 2.13 üzerinde gösterilmiştir. Bu havzaların alan bilgileri ve toplam yıllık akımları Tablo 2.16 üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.16 Seyhan Havzası Alt Havzaları

Havza No	Alt Havzalar	Yağış Alanı (km ²)	Ortalama Yıllık Toplam Akım (hm ³)
18-1	Zamantı Irmağı	8.770,0	2.031,8
18-2	Göksu Irmağı	4.393,0	1.818,9
18-3	Seyhan Barajı - Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	6.239,0	1.743,4
18-4	Aşağı Seyhan Ovası	2.633,0	625,4
18	SEYHAN HAVZASI	22.035,0	6.219,5

2.3.2.1 Meteorolojik Gözlem İstasyonları

Seyhan Havzası kuraklık analizi çalışması kapsamında havza sınırları içinde kalan 11 adet meteoroloji gözlem istasyonunun (MGİ)'dan elde edilen verilerden faydalanılmıştır (Tablo 2.17). Ayrıca havza sınırlarına yakın olan komşu havzalardaki 8 adet MGİ verisi de alansal analizlere olan etkileri göz önünde bulundurularak kuraklık analizlerinde kullanılmıştır (Tablo 2.18). Havza içi ve yakın çevresinde kuraklık analizleri kapsamında kullanılan meteoroloji gözlem istasyonlarının konumları ve belirlenen alt havza sınırları Şekil 2.13 ile harita üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.17 Kuraklık Analizinde Kullanılan Seyhan Havzası İçindeki MGİ'ler

Sıra No	İstasyon No	Adı	İli	Enlem	Boylam	Rakım	Durumu
1	17351	Adana	Adana	36° 59'	35° 21'	27	Açık
2	17936	Karaisalı	Adana	37° 16'	35° 04'	241	Açık
3	17981	Karataş	Adana	36° 34'	35° 23'	22	Açık
4	17802	Pınarbaşı	Kayseri	38° 43'	36° 24'	1500	Açık
5	17840	Sarız	Adana	38° 29'	36° 30'	1500	Açık
6	17837	Tomarza	Kayseri	38° 27'	35° 48'	1397	Açık
7	17906	Ulukışla	Niğde	37° 33'	34° 29'	1453	Açık
8	6200	Bakırdağı	Kayseri	38° 05'	35° 46'	1300	Kapalı
9	5523	Elbaşı	Kayseri	38° 40'	35° 58'	1425	Kapalı
10	4839	Örenşehir	Kayseri	39° 00'	36° 39'	1600	Kapalı
11	17934	Pozantı	Adana	37° 25'	34° 52'	778	Kapalı



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.18 Kuraklık Analizinde Kullanılan Seyhan Havzası Çevresindeki MGI'ler

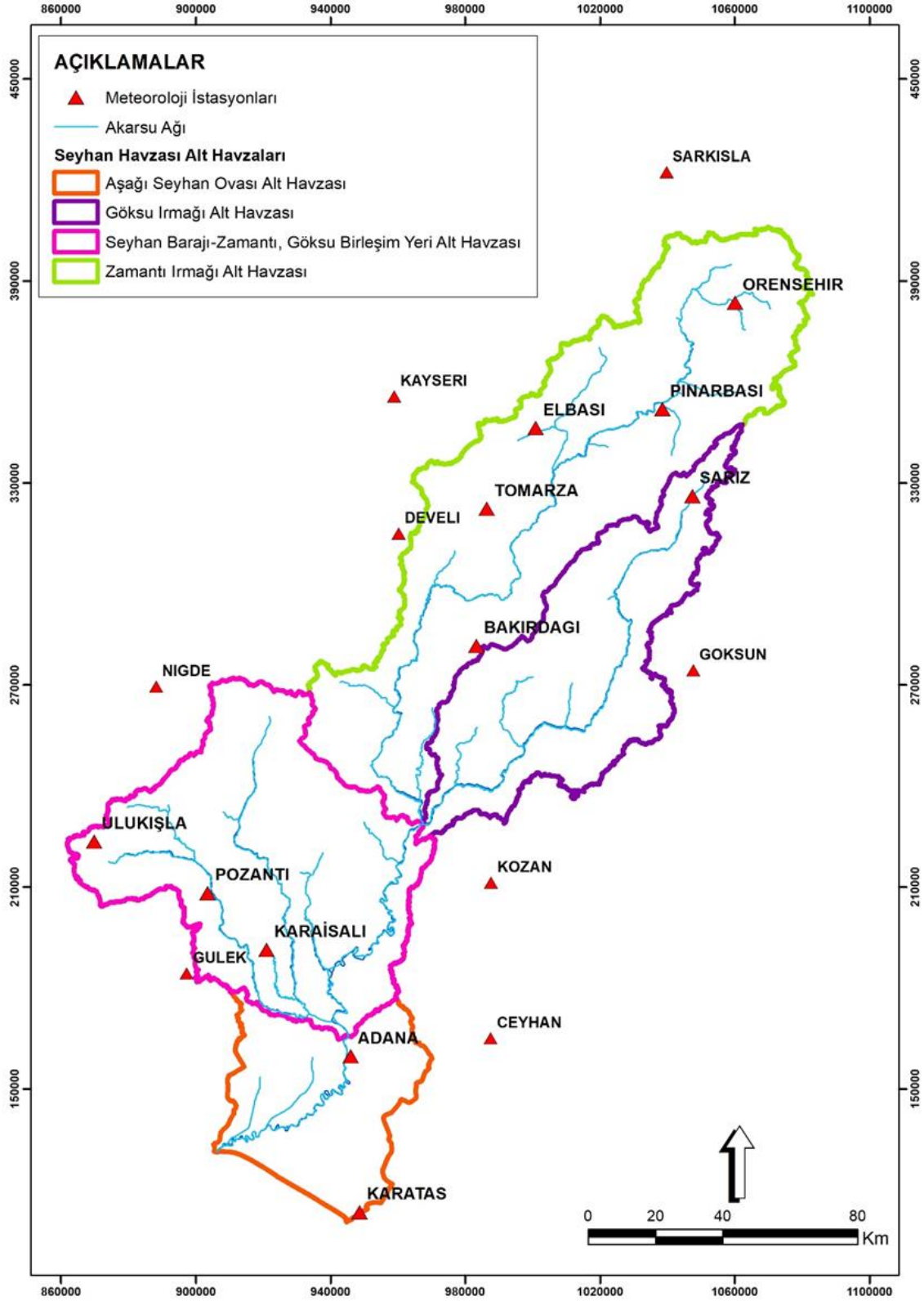
Sıra No	İstasyon No	Adı	İli	Enlem	Boylam	Rakım	Durumu
1	17960	Ceyhan	Adana	37° 02'	35° 49'	30	Açık
2	17836	Develi	Kayseri	38° 23'	35° 30'	1180	Açık
3	17866	Göksun	K.Maraş	38° 01'	36° 30'	1344	Açık
4	17196	Kayseri	Kayseri	38° 45'	35° 29'	1093	Açık
5	17908	Kozan	Adana	37° 27'	35° 49'	109	Açık
6	17250	Niğde	Niğde	37° 58'	34° 41'	1211	Açık
7	7929	Gülek	Mersin	37° 12'	34° 48'	950	Kapalı
8	4311	Şarkışla	Sivas	39° 21'	36° 25'	1180	Kapalı



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



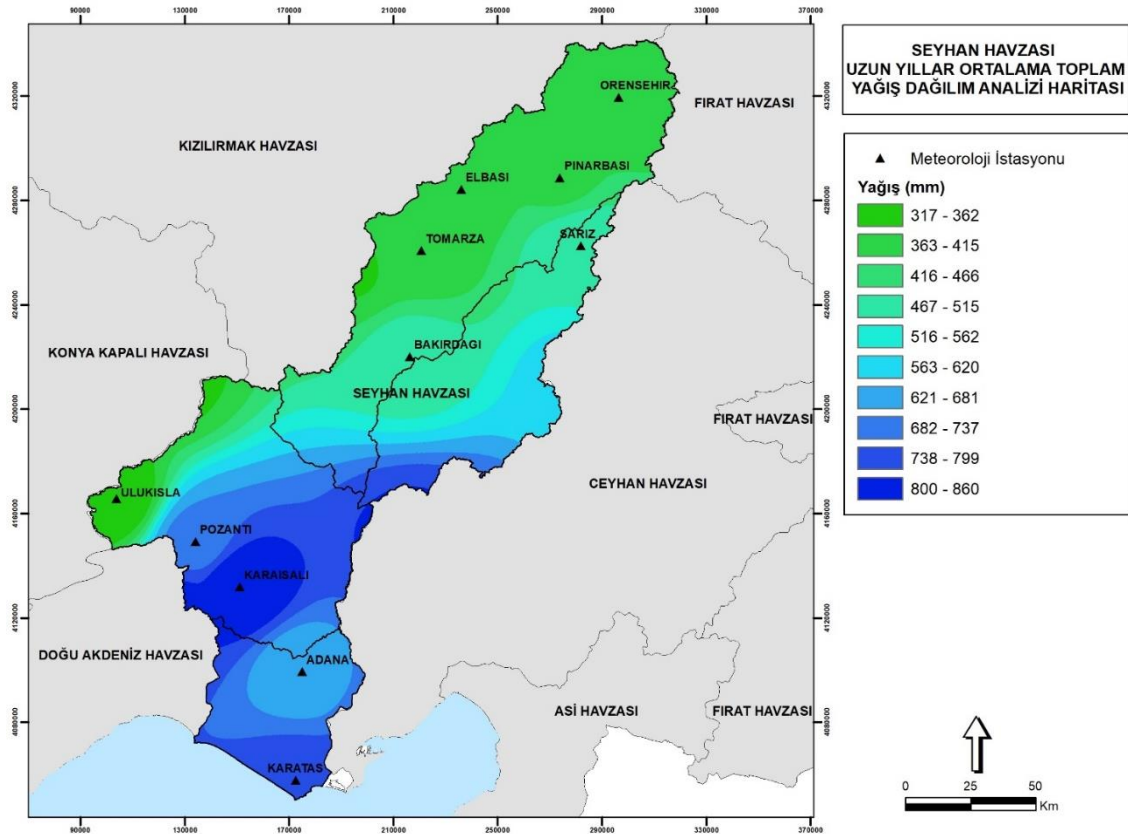
Şekil 2.13 Seyhan Havzası ve Çevresindeki Meteoroloji Gözlem İstasyonları



2.3.2.1.1 Yağış

Seyhan Havzası içinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri incelenmiş ve Şekil 2.14 ile havzadaki istasyonlara ait yıllık toplam yağışın ortalamasının alansal dağılımı verilmiştir.

Seyhan Havzası'nda aylık toplam yağışların ortalamalarına bakıldığında kış ve bahar ayları yağışlı, yaz ayları ve sonbahar başlangıcı ise kurak aylardır. En kurak ay Ağustos (7,8 mm) iken en yağışlı ay Aralık ayıdır (77,4 mm). İstasyonların yıllık toplam yağışlarının ortalamasına bakıldığında 860,3 mm ortalama ile en yüksek yağış Karaisalı istasyonunda, en düşük yağış 317,1 mm ile Ulukışla istasyonunda görülmüştür. Havzadaki istasyonların uzun dönem yıllık toplam yağış ortalaması 531,4 mm'dir.



Şekil 2.14 Seyhan Havzası Yağış Dağılım Haritası

2.3.2.1.2 Sıcaklık

Seyhan Havzası içinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık verileri incelenmiş ve Şekil 2.15 ile havzadaki istasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklığın alansal dağılımı verilmiştir.

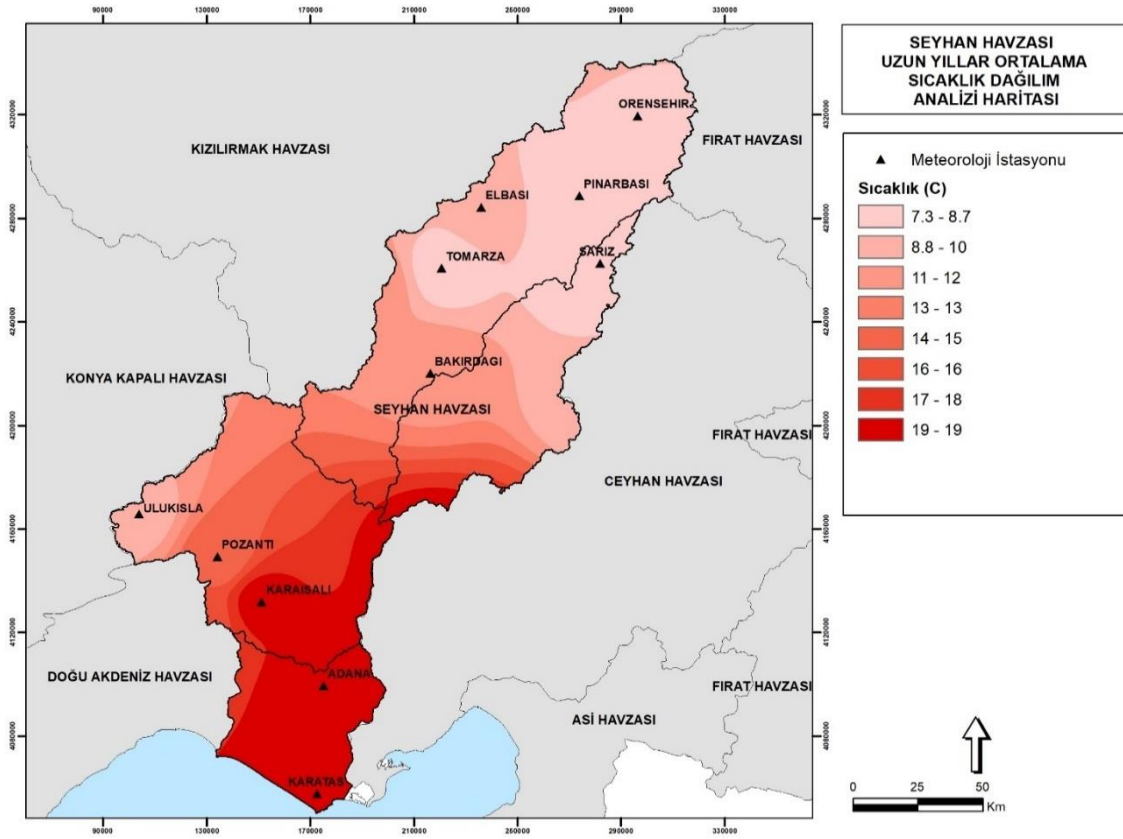


T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Sıcaklık değişkeni birçok meteorolojik parametre gibi irtifa ve karasalılık değişimlerine hassastır. Deniz seviyesindeki istasyonlar dağlık alanlardakilere göre daha yüksek sıcaklıklar kaydetmiştir. Bakı da sıcaklık değerlerini belirleyen bir diğer önemli unsurdur. Güneye bakan alanlardaki istasyonların kuzeye bakanlara göre daha sıcak olduğu görülür. Havzanın ortalama aylık sıcaklıklarına bakıldığında en yüksek değerler temmuz ve ağustos aylarında ($22,9^{\circ}\text{C}$), en düşük değer ise ocak ayında ($1,0^{\circ}\text{C}$) görülmüştür. Seyhan Havzası'nda Adana istasyonu ($19,2^{\circ}\text{C}$) en yüksek yıllık sıcaklık ortalamasına sahiptir. Sarız ($7,3^{\circ}\text{C}$) ve Pınarbaşı (7°C) yüksek irtifada kurulu düşük sıcaklık değerlerini işaret eden istasyonlardır. Havzanın yıllık sıcaklık ortalaması 12°C 'dir.



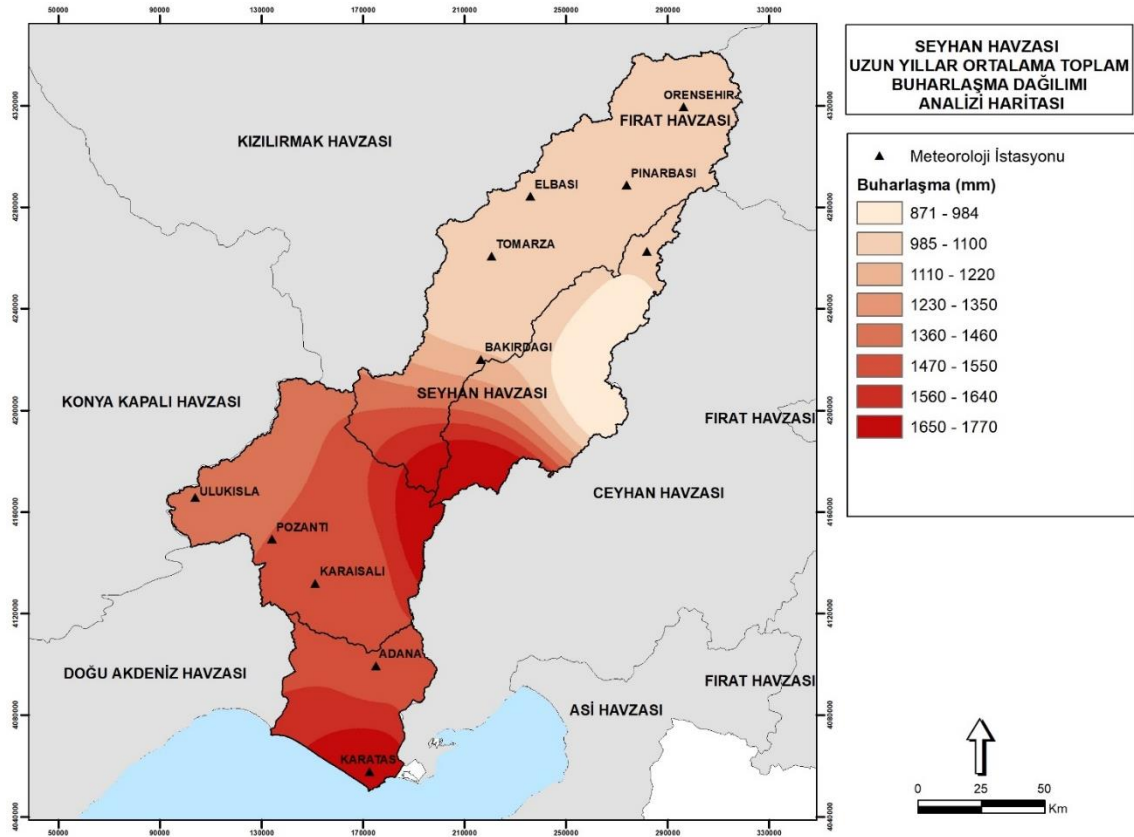
Şekil 2.15 Seyhan Havzası Sıcaklık Dağılım Haritası

2.3.2.1.3 Açık Su Yüzü Buharlaşması

Seyhan Havzası içinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait açık su yüzü buharlaşması verileri incelenmiş ve Şekil 2.16 ile havzadaki istasyonlara ait toplam buharlaşmaların ortalamasının alansal dağılımı verilmiştir.



Havzanın ortalama aylık buharlaşmalarına bakıldığında en yüksek değer temmuz ayında (251 mm), en düşük değer ise ocak ayında (31,0 mm) görülmüştür. Seyhan Havzası'nda açık yüzey buharlaşma ölçümü yapılan meteoroloji istasyonlarına ait yıllık toplam buharlaşma değerlerinin uzun yıllar ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer Karaisalı (1.752,2 mm) istasyonunda, en düşük değer ise Tomarza (1.075,6 mm) istasyonunda gözlenmiştir. Havza genelinde yıllık toplam buharlaşma değerlerinin ortalaması 1.486,8 mm'dir.



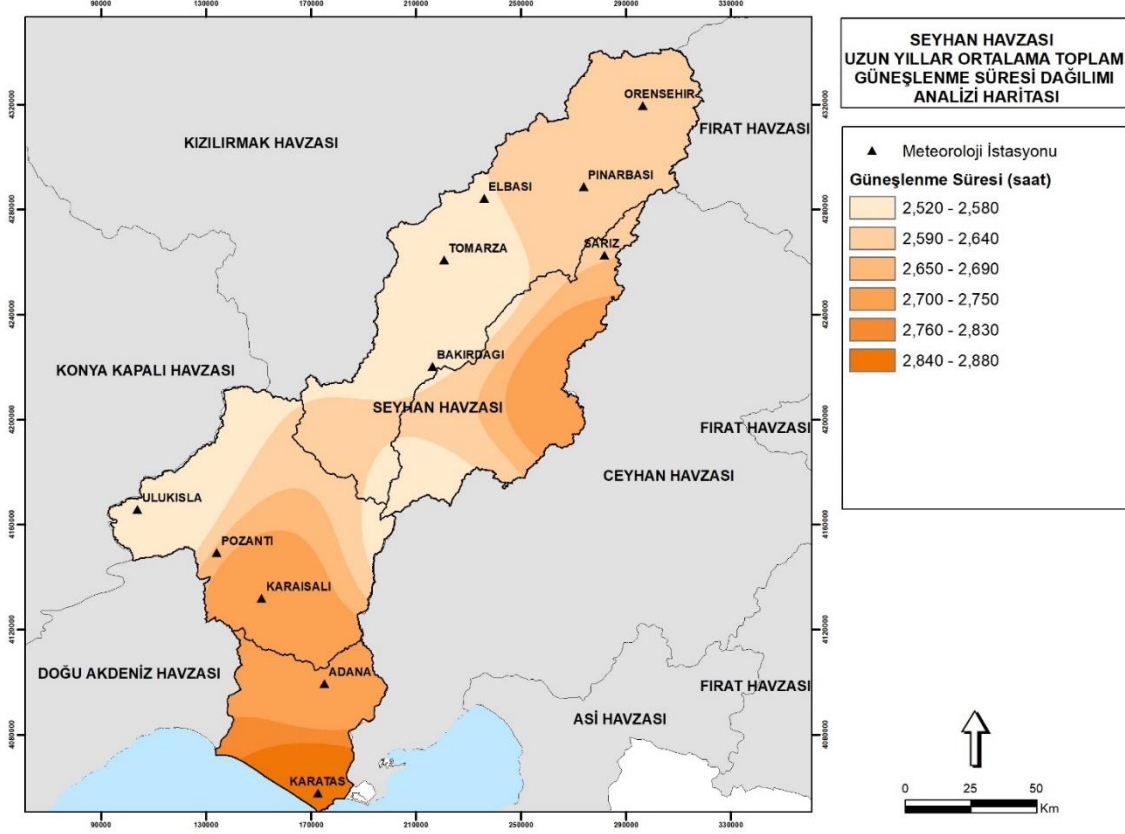
Şekil 2.16 Seyhan Havzası Buharlaşma Dağılım Haritası

2.3.2.1.4 Güneşlenme Süresi

Seyhan Havzası içinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait güneşlenme süresi verileri incelenmiş ve Şekil 2.17 ile havzadaki istasyonlara ait toplam güneşlenme sürelerinin ortalamasının alansal dağılımı verilmiştir.

Seyhan Havzası'nda aylık ortalama güneşlenme süresi en fazla temmuz ayında (336,0 saat), en az şubat ayında (131,3 saat) görülmüştür. Seyhan Havzası'nda yıllık toplam güneşlenme süresi değerlerinin uzun yıllar ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer Karataş istasyonunda (2.879,5 saat), en düşük değer ise Ulukışla istasyonunda (2.518,8

saat) görülmüştür. Havza genelinde yıllık toplam güneşlenme süresi değerlerinin ortalaması 2.707,2 saattir.

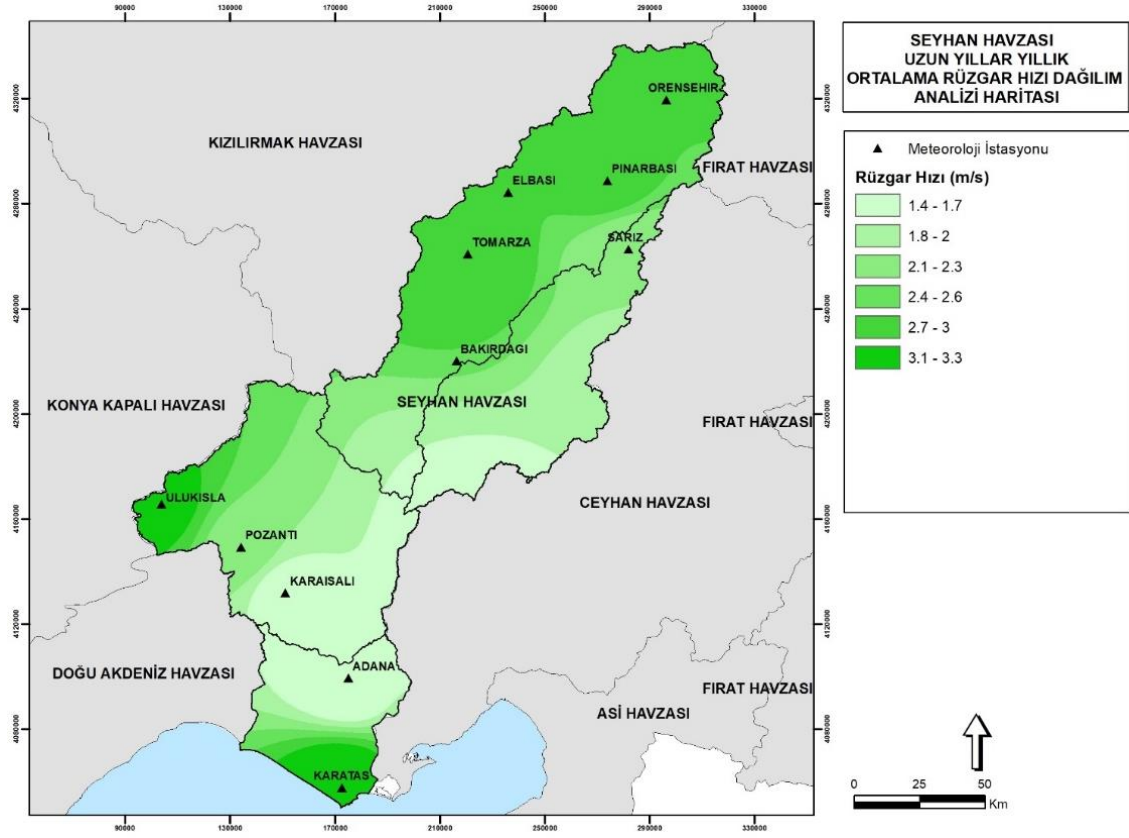


Şekil 2.17 Seyhan Havzası Güneşlenme Süresi Dağılım Haritası

2.3.2.1.5 Rüzgar Hızı

Seyhan Havzası içinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait rüzgar hızı verileri incelenmiş ve Şekil 2.18 ile havzadaki istasyonlara ait ortalama rüzgar hızlarının alansal dağılımı verilmiştir.

Havzada aylık ortalama rüzgar hızı en fazla nisan ve temmuz aylarında (2,7 m/s) ve en az ekim ayında (2,1 m/s) görülmüştür. Seyhan Havzası yıllık ortalama rüzgar hızlarına bakıldığında en yüksek değer Karataş istasyonunda (3,3 m/s) ve en düşük değer Adana istasyonunda (1,4 m/s) görülmüştür. Havza genelinde yıllık ortalama rüzgar hızı 2,4 m/s'dir.



Şekil 2.18 Seyhan Havzası Rüzgar Hızı Dağılım Haritası

2.3.3 Yüzeysel Su Kaynakları – Alt Havzalar

Seyhan Havzası'nın en önemli akarsuları havzaya adını veren Seyhan Nehri ile kollarıdır. Zamantı Çayı, Göksu Çayı, Eğlence Çayı, Körkün Çayı, Çakıt Çayı ve Sarıçam Deresi havzadaki başlıca akarsulardır. Havzada yer alan önemli göller ise Tuzla Gölü ve Akyatan Gölü'dür.

Seyhan Havzası'nda yer alan meteoroloji istasyonlarının 1970-2016 uzun yıllık yağış verileri kullanılmıştır. Alt havzaların ve havzanın yağışları, havza sınırları içinde kalan istasyonların yağışlarının havza ve alt havzalar bazında ayrı ayrı ağırlıklandırılmasıyla hesaplanmıştır. Buna göre Seyhan Havzası'nın yıllık ortalama yağış miktarı 552,6 mm olarak hesaplanmıştır. Bu da havza genelinde 12.176,5 hm³/yıl toplam yağış hacmine tekabül etmektedir.

Seyhan Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Seyhan Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 6.204,0 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2014). Bu değer bu proje kapsamında hesaplanan 6.219,5 hm³/yıl değerine yakındır. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre ise Seyhan Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 8.010,0 hm³/yıl olarak



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

bulunmuştur. Bu değerler çalışma kapsamında belirlenen alt havzalara dağıtılmış ve bu değerler yağış akış oranları ile Tablo 2.22 üzerinde verilmiştir. Bir sonraki bölümlerde ise alt havzalar detaylı olarak değerlendirilmiştir.

2.3.3.1 Hidrometrik Gözlem İstasyonları

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 doğrultuda müdahalesiz (doğal) akımların elde edilmesi amacıyla yapılan hesaplamalarda; elde edilebilen tüm tüketim verileri (sulama, içme-kullanma, endüstri suyu ve buharlaşma), derive edilen sular ve rezervuarların depolamasındaki değişim değerleri mansabında bulunan akım gözlem istasyonlarına (AGİ) ait akım değerlerine ilave edilerek ve dönen sular düşülerek AGİ akımları doğal hale getirilmiştir. Doğal akımları bulunmuş istasyonların eksik verileri regresyon analizi yöntemi ile tamamlanarak 1970-2015 periyodu için kesintisiz zaman serisi elde edilmiştir.

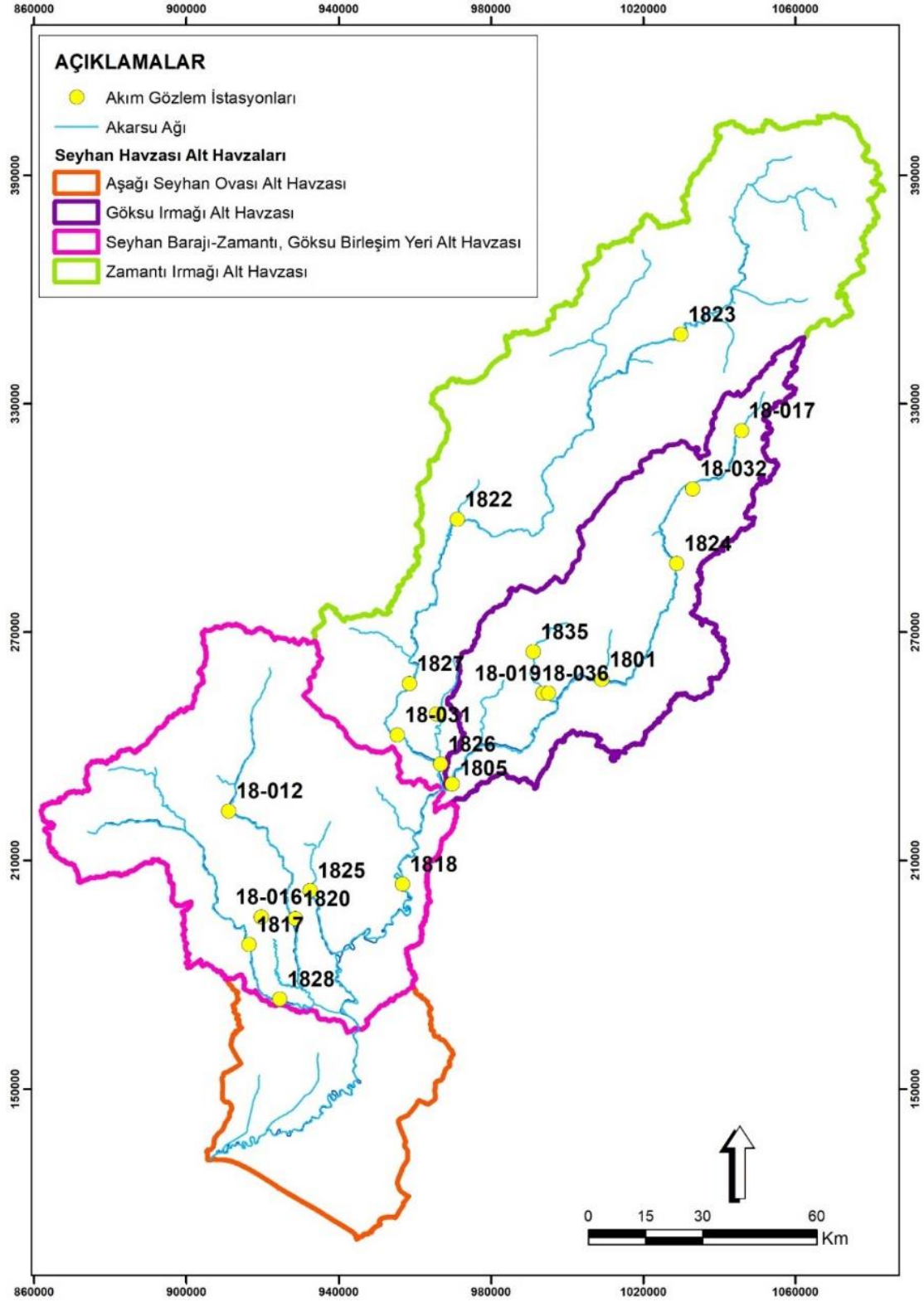
Havzaya ve alt havzalara ilişkin su potansiyelinin bulunması için varsa ara havzanın (kullanılan istasyonların alanı dışındaki havza alanı) su potansiyeli alan oranı yöntemi ile elde edilecek ve istasyon verisine eklenerek su potansiyeli bulunacaktır. Seyhan Havzası kuraklık analizi kapsamında kullanılan AGİ'ler Şekil 2.19 üzerinde gösterilmiştir. Bu istasyonlara ait detaylı bilgiler ise Tablo 2.19 üzerinde verilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.19 Seyhan Havzası Akım Gözlem İstasyonları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.19 Seyhan Havzası Akım Gözlem İstasyonları Bilgileri

Alt Havzalar	İstasyon No	Akarsu Adı	İstasyon Adı	Kot (m)	Yağış Alanı (km ²)	Koordinat
Zamantı Irmağı	E18A022	Zamantı N.	Fraktin Köprüsü	1.270	6.334,8	38°14'K-35°37'D
	E18A023	Zamantı N.	Emeğil	1.453	2.756,0	38°40'K-36°17'D
	E18A026	Zamantı N.	Ergenuşağı	360	8.698,1	37°39'K-35°34'D
	E18A027	Zamantı N.	Değirmenocağı	740	7.718,0	37°51'K-35°29'D
	D18A018	İnderesi	Hasançavuş	1.400	136,0	37°47'K-35°36'D
	D18A031	Zamantı N.	Göktaş	500	8.291,5	37°43'K-35°28'D
Göksu Irmağı	E18A001	Göksu Nehri	Himmetli	665	2.596,8	37°51'K-36°03'D
	E18A005	Göksu N.	Gökdere	312	4.242,8	37°37'K-35°36'D
	E18A024	Göksu N.	Çukurkişla	1,2	1.526,4	38°08'K-36°17'D
	E18A035	Asmaca Çayı	Süphandere	802	497,1	37°55'K-35°51'D
	D18A017	Sarız Suyu	Darıdere	1,542	315,6	38°27'K-36°28'D
	D18A019	Asmaca Çayı	Feke	550	619,0	37°49'K-35°54'D
	D18A036	Göksu Nehri	Feke	495	3.456,3	37°47'K-35°54'D
Seyhan Barajı Birleşim Yeri	E18A017	Çakıt Suyu	Arapali	150	1.582,4	37°14'K-35°00'D
	E18A018	Seyhan Nehri	Üçtepe	148	13.846,0	37°22'K-35°28'D
	E18A020	Körkün Suyu	Hacılıköprü	167	1,440,8	37°17'K-35°09'D
	E18A025	Eğlence Deresi	Eğribük	222	544,5	37°21'K-35°11'D
	E18A028	Çakıt Suyu	Salbaş	80	1,896,9	37°06'K-35°06'D
	D18A012	Körkün Suyu	Kamışlı	1,109	1,065,0	37°33'K-34°57'D
	D18A016	Üçürge Suyu	Nergizlik	400	121,0	37°18'K-35°03'D

2.3.3.2 Baraj, Gölet ve Depolamalar

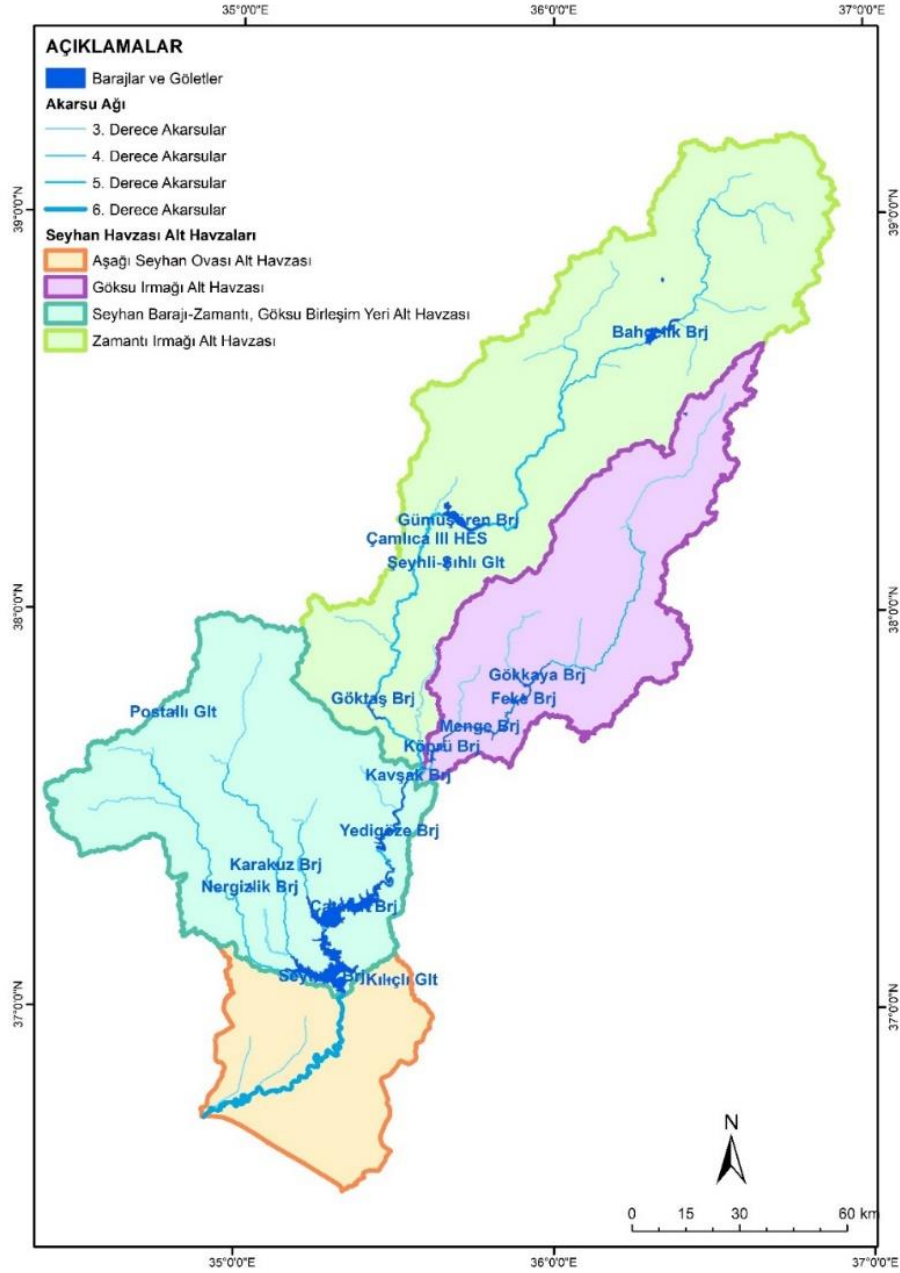
Seyhan Havzası'nda bulunan barajların, göletlerin ve depolama tesislerinin isimleri, konumları, kullanım amaçları ve aşamaları Tablo 2.20 üzerinde; yerleri ise Şekil 2.20 üzerinde verilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.20 Seyhan Havzası'ndaki Baraj, Gölet ve Depolamalar

Tablo 2.20 Seyhan Havzası'ndaki Baraj, Gölet ve Depolamalara ait Bilgiler

Alt Havzalar	Tesis Adı	İli	Akarsu Adı	Bitiş Yılı	Amacı	Aşaması	Drenaj Alanı (km ²)	Yıllık Ort. Akım (hm ³)	Sulama Alanı (brüt) (ha)	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Ort. Enerji Üretimi (GWh)
Zamanlı Irmağı	Bahçelik Barajı	Kayseri	Zamanlı Irmağı	2005	S+E	İşletme	2,778.0	320,7	58,543.0	4,2	15,0
	Gümüşören Barajı	Kayseri	Zamanlı Irmağı	2015	S+E	İşletme	6,325.0	615,6	22,546.0	5,0	11,9
	Çamlıca III Barajı ve HES	Kayseri	Zamanlı Irmağı	2011	E	İşletme	7,749.0	867,3	-	27,6	94,5



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

	Göktaş I Barajı ve HES	Adana	Zamantı Irmağı	2015	E	İşletme	8,400.0	1,405.8	-	153,4	624,0
	Şeyhli (Şıhlı) Göleti	Kayseri	Bülbülcük Boğazı D.	1992	S	İşletme	28,0	1,3	220,0	-	-
	Karacaören Göleti	Sivas	Karacaören D.	2015	S	İşletme			309,0	-	-
	Karamanlı Göleti	Kayseri	Sıçanlısuyu D.	2012	S	İşletme	45,9	2,4	642,0	-	-
	Akpınar Göleti	Kayseri	Sıçanlısuyu D.	-	S	Planlama			199,0	-	-
	Çerkezsöğütü Göleti	Kayseri	Eskiği D.	2016	S+HİS	İşletme	13,8	1,2	272,2	-	-
	Tersakan Göleti	Kayseri	Tersakan D.	-	S	Planlama	19,0	2,0	542,0	-	-
	Panlı Göleti	Kayseri	Çörümşek D.	-	S	İnşaat	299,5	9,0	1,643.0	-	-
Göksu Irmağı	Yamanlı III (Gökkaya Barj.) HES	Adana	Göksu Irmağı	2012	E	İşletme	2,149.0	743,2	-	28,5	95,3
	Feke II Barajı ve HES	Adana	Göksu Irmağı	2010	E	İşletme	3,530.0	1,513.4	-	69,4	223,0
	Menge Barajı ve HES	Adana	Göksu Irmağı	2011	E	İşletme	3,750.0	1,630.8	-	89,4	203,1
	Köprü Barajı ve HES	Adana	Göksu Irmağı	2013	E	İşletme	4,300.0	1,827.8	-	155,9	378,4
	Kavşak Bendi Barajı ve HES	Adana	Seyhan Nehri	2013	E	İşletme	13,200.0	3,877.2	-	191,3	766,0
	Asmaca Barajı ve HES	Adana	Asmaca Dere	-	E	Planlama	505,0	270,7	-	42,8	
	Çörekere Göleti	Kayseri	Devlik Dere	2018	S	İşletme	5,4	1,4	155,0	-	-
Seyhan Barajı Birleşim Yeri	Yedigöze Barajı ve HES	Adana	Seyhan Nehri	2010	S+E	İşletme	13 830	⁴ 524,11	75,070.0	317,0	942,8
	Çatalan Barajı	Adana	Seyhan Nehri	1996	S+İ+E+T	İşletme	15,387.0	5,145.3	3,686.0	168,9	596,0
	Seyhan Barajı	Adana	Seyhan Nehri	1956	S+E+T	İşletme	19,254.0	6,183.3	25,288.0	54,0	350,0
	Karakuz Barajı ve HES	Adana	Körkün Çayı	2015	E	İşletme	1,231.0	266,6	-	76,0	345,0
	Nergizlik Barajı	Adana	Üçürge Suyu	1995	S	İşletme	121,0	17,9	2,584.0	-	-
	Postallı Göleti	Niğde	Postallı Deresi	2004	S	İşletme	78,3	14,4	620,0	-	-
	Darboğaz Göleti	Niğde	Killiğin D.	2016	S	İşletme	21,5	1,5	185,0	-	-
	Kasımlı Barajı	Adana	Yağdeğleme D.	-	S	İnşaat	19,8	10,9	889,0	-	-
	Dölekli Göleti	Adana	Dölekli D.	2016	S	İşletme	9,0	4,7	273,0	-	-
	Karaisalı Bucak Göleti	Adana	Demirözü D.	2016	S	İşletme	113,1	3,6	621,0	-	-
	Yağlıtaş Göleti	Adana	Körkün Çayı	2014	S	İşletme	14,4	1,0	206,0	-	-
Ulukışla Handeresi Göleti	Niğde	Kanlıdere	2017	S	İşletme	10,1	1,4	398,0	-	-	
Aşağı Seyhan Ovası	Yüreğir Kılıçlı Göleti	Adana	Sarıçam Deresi	2006	S+T	İşletme	35.4	43471,0	917.0	-	-

S: Sulama; E: Enerji; İ: İçme Suyu; HİS: Hayvan İçme Suyu, T: Taşkın



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.3.3.3 Sulama Tesisleri

Seyhan Havzası'nda yer alan sulama tesislerine ait bilgiler (DSİ, 2017) Tablo 2.21 üzerinde; sulama alanları ise Şekil 2.21 üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.21 Seyhan Havzası'ndaki Sulama Tesislerinin Bilgileri

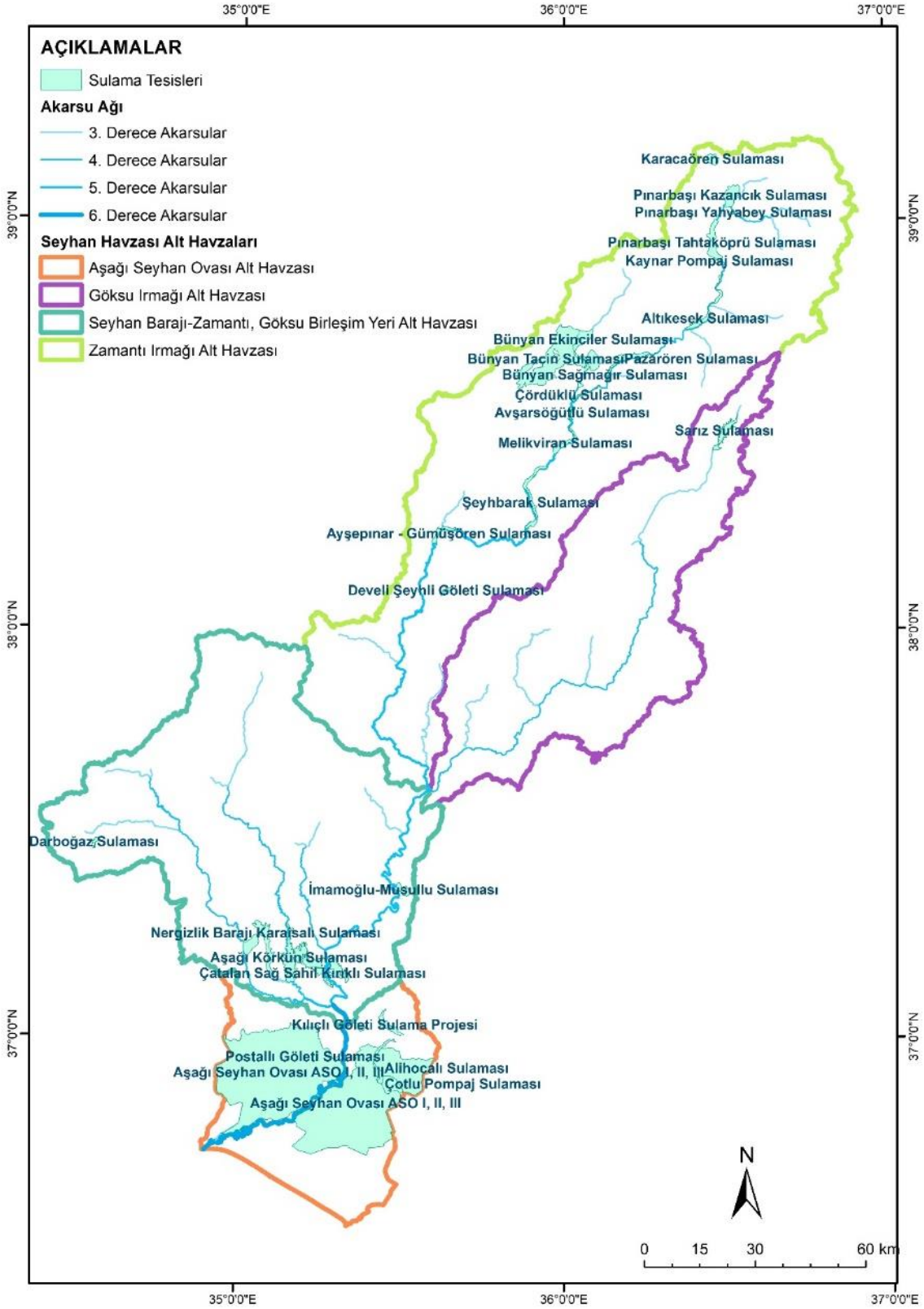
Alt Havzalar	Sulama Adı	DSİ Bölge Adı	Durumu	Açılış Yılı	Sulama Alanı (ha)	
					(brüt)	(net)
Zamantı Irmağı	Altıkeseek Sulaması	Kayseri	İşletme	1971	799	676
	Kaynar Pompaj Sulaması	Kayseri	İşletme	1996	470	398
	Pınarbaşı Yahyabey Sulaması	Kayseri	İşletme	1997	207	175
	Pınarbaşı Tahtaköprü Sulaması	Kayseri	İşletme	2000	583	493
	Pınarbaşı Kazancık Sulaması	Kayseri	İşletme	2010	591	500
	Çördüklü Sulaması	Kayseri	İşletme	1976	142	120
	Avşarsöğütlü Sulaması	Kayseri	İşletme	1965	118	100
	Melikviran (Melikören) Sulaması	Kayseri	İşletme	1966	864	731
	Şeyhbarak Sulaması	Kayseri	İşletme	1966	1,188	1,005
	Ayşepınar-Gümüşören Sulaması	Kayseri	İşletme	1966	360	304
	Pazarören Sulaması	Kayseri	İşletme	1966	553	468
	Bünyan Sağmağır Sulaması	Kayseri	İşletme	1983	258	218
	Ayvacık Sulaması	Kayseri	İşletme	1983	136	115
	Bünyan Ekinciler Sulaması	Kayseri	İşletme	1992	661	559
	Bünyan Tacin Sulaması	Kayseri	İşletme	1995	213	180
	Develi Şeyhli Sulaması	Kayseri	İşletme	1980	220	186
	Bahçelik B. Köprübaşı Sağmağır Sul.	Kayseri	İşletme	2015	1,602	1,399
	Karacaören Sulaması	Sivas	İşletme	2015	309	270
Göksu Irmağı	Sarız Sulaması	Kayseri	İşletme	1971	1249	1040
Seyhan Barajı Birleşim Yeri	Nergizlik Barajı Karaisalı Sulaması	Adana	İşletme	1996	2,584	2,186
	Çatalan-Çiçekli Sulaması	Adana	İşletme	2012	1,743	1,633
	Çatalan-Kırıklı Sulaması	Adana	İşletme	2012	1,648	1,545
	Darboğaz Sulaması	Konya	İşletme	2011	196	184
	Postallı Göleti Sulaması	Konya	İşletme	2015	620	560
	Aşağı Körkün Sulaması	Adana	İşletme	2015	2,634	2,3
Aşağı Seyhan Ovası	Aşağı Seyhan Ovası Sulamaları (I, II, III)	Adana	İşletme	1984	133,431	120,254
	Çukurova Üniversitesi Sulaması	Adana	İşletme	1988	687	600
	Alihocalı Sulaması	Adana	İşletme	1998	988	836
	Kılıçlı Göleti Sulaması	Adana	İşletme	2011	917	825
	Çotlu Pompaj Sulaması	Adana	İşletme	2011	1,695	1,434



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.21 Seyhan Havzası'ndaki Sulama Alanları



2.3.3.4 Yüzeysel Su Potansiyeli

Zamantı Irmağı Alt Havzası

Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın alanı 8.770,0 km²'dir ve yıllık ortalama yağış miktarı alt havzada yer alan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılarak 508,2 mm olarak hesaplanmıştır. Alt havzanın yıllık toplam yağış hacmi ise 4.456,9 hm³/yıl'dır.

Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli, akarsular üzerindeki uygun veri uzunluğuna sahip Akım Gözlem İstasyonları'nın (AGİ) doğallaştırılmış ölçüm verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada alt havzanın yüzey suyu potansiyeli havzanın deşarj olduğu noktaya yakın yerde bulunan E18A026 No'lu AGİ'nin yıllık ortalama doğal akımlarının havzanın yağış alanına alan oranında taşınması ile 2.031,8 hm³/yıl olarak elde edilmiştir.

Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın çeşitli yaklaşımlar ile elde edilen su potansiyeli hesabı sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın yüzey suyu potansiyelini elde etmek için; İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre hesaplanan Seyhan Havzası yüzeysel toplam su potansiyeli değeri, Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyelinin Seyhan Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyeline oranı (0,33) ile çarpılmıştır. Bu çalışma sonucunda Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın yıllık ortalama yüzeysel su potansiyeli 2.616,7 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

Seyhan Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Zamantı Irmağı Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 2.026,7 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2014). Bu değer, bu proje kapsamında hesaplanmış olan 2.031,8 hm³/yıl değerine oldukça yakındır.

Göksu Irmağı Alt Havzası

Göksu Irmağı Alt Havzası'nın alanı 4.393,0 km²'dir ve yıllık ortalama yağış miktarı alt havzada yer alan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılarak 670,1 mm olarak hesaplanmıştır. Alt havzanın yıllık toplam yağış hacmi ise 2.943,7 hm³/yıl'dır.

Göksu Irmağı Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli, akarsular üzerindeki uygun veri uzunluğuna sahip Akım Gözlem İstasyonları'nın (AGİ) doğallaştırılmış ölçüm verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada alt havzanın yüzey suyu potansiyeli havzanın deşarj olduğu noktaya yakın yerde bulunan E18A005 No'lu AGİ'nin yıllık ortalama doğal



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

akımlarının havzanın yağış alanına alan oranında taşınması ile 1.818,9 hm³/yıl olarak elde edilmiştir.

Göksu Irmağı Alt Havzası'nın çeşitli yaklaşımlar ile elde edilen su potansiyeli hesabı sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Göksu Irmağı Alt Havzası'nın yüzey suyu potansiyelini elde etmek için; İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre hesaplanan Seyhan Havzası yüzeysel toplam su potansiyeli değeri, Göksu Irmağı Alt Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyelinin Seyhan Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyeline oranı (0,29) ile çarpılmıştır. Bu çalışma sonucunda Göksu Irmağı Alt Havzası'nın yıllık ortalama yüzeysel su potansiyeli 2.342,5 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

Seyhan Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Göksu Irmağı Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 1.814,37 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2014). Bu değer, bu proje kapsamında hesaplanmış olan 1.818,9 hm³/yıl değerine oldukça yakındır.

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın alanı 6.239,0 km²'dir ve yıllık ortalama yağış miktarı alt havzada yer alan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılarak 746,0 mm olarak hesaplanmıştır. Alt havzanın yıllık toplam yağış hacmi ise 4.654,3 hm³/yıl'dır.

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli, akarsular üzerindeki uygun veri uzunluğuna sahip Akım Gözlem İstasyonları'nın (AGİ) doğallaştırılmış ölçüm verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada alt havzanın yüzey suyu potansiyeli, havzanın önemli akarsu kolları üzerinde bulunan E18A025, E18A020, E18A028 ve D18A016 No'lu AGİ'lerin yıllık ortalama doğal akımlarının, alt havzanın yağış alanının AGİ'lerin yağış alanlarına olan oranı ile taşınması sonucunda 1.743,4 hm³/yıl olarak elde edilmiştir.

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın çeşitli yaklaşımlar ile elde edilen su potansiyeli hesabı sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın yüzey suyu potansiyelini elde etmek için; İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre hesaplanan Seyhan Havzası yüzeysel toplam su potansiyeli değeri, Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyelinin Seyhan Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyeline oranı (0,28) ile çarpılmıştır. Bu



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

çalışma sonucunda Göksu Irmağı Alt Havzası'nın yıllık ortalama yüzeysel su potansiyeli 2.245,3 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

Seyhan Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 1.739,1 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2014). Bu değer, bu proje kapsamında hesaplanmış olan 1.743,4 hm³/yıl değerine oldukça yakındır.

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın alanı 2.633,0 km²'dir ve yıllık ortalama yağış miktarı alt havzada yer alan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılarak 906,3 mm olarak hesaplanmıştır. Alt havzanın yıllık toplam yağış hacmi ise 2.386,3 hm³/yıl'dır.

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli, akarsular üzerindeki uygun veri uzunluğuna sahip Akım Gözlem İstasyonları'nın (AGİ) doğallaştırılmış ölçüm verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada alt havzanın yüzey suyu potansiyeli, E18A025, E18A020, E18A028 ve D18A016 No'lu AGİ'lerin yıllık ortalama doğal akımlarının, alt havzanın verimi de dikkate alınarak yağış alanının AGİ'lerin yağış alanlarına olan oranı ile taşınması sonucunda 625,4 hm³/yıl olarak elde edilmiştir.

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın çeşitli yaklaşımlar ile elde edilen su potansiyeli hesabı sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın yüzey suyu potansiyelini elde etmek için; İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre hesaplanan Seyhan Havzası yüzeysel toplam su potansiyeli değeri, Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyelinin Seyhan Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyeline oranı (0,10) ile çarpılmıştır. Bu çalışma sonucunda Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın yıllık ortalama yüzeysel su potansiyeli 805,4 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

Seyhan Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 623,8 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2014). Bu değer, bu proje kapsamında hesaplanmış olan 625,4 hm³/yıl değerine oldukça yakındır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.22 Seyhan Havzası Su Potansiyeli Hesaplamalarının Karşılaştırılması

Havza No	Havza/Alt Havza Adı	Yağış Alanı (km ²)	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Yağış Hacmi (hm ³)	Ortalama Yıllık Toplam Akım (hm ³)	Ortalama Yıllık Toplam Akımların Havzaya Oranı (%)	İklim Projeksiyonuna Göre Yüzeysel Su Potansiyeli (hm ³)	Master Plana Göre Ortalama Yıllık Toplam Akım (hm ³)	Yıllık Toplam Akımlara Göre Akış/Yağış Oranı (%)	İklim Projeksiyonuna Göre Akış/Yağış Oranı (%)	Master Plana Göre Akış/Yağış Oranı (%)
18-1	Zamantı Irmağı Alt Havzası	8.770,0	508,2	4.456,9	2.031,8	0,33	2.616,7	2.026,7	4,0	5,1	4,0
18-2	Göksu Irmağı Alt Havzası	4.393,0	670,1	2.943,7	1.818,9	0,29	2.342,5	1.814,4	2,7	3,5	2,7
18-3	Seyhan Barajı - Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası	6.239,0	746,0	4.654,3	1.743,4	0,28	2.245,3	1.739,1	2,3	3,0	2,3
18-4	Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası	2.633,0	906,3	2.386,3	625,4	0,10	805,4	623,8	0,7	0,9	0,7
18	SEYHAN HAVZASI	22.035,0	552,6	12.176,5	6.219,5	1,0	8.010,0	6.204,0	11,3	14,5	11,2



2.3.3.5 Yüzeysel Suların Su Kalitesi

Bir bölgedeki doğal su kaynaklarındaki su kalitesi o bölgedeki tatlı ve tuzlu su ekosisteminin sağlığını belirleyen bir parametredir. Bir su kaynağındaki kalite ne kadar yüksek olursa burada yaşayan ekosistem de o derece sağlıklı olur. Ayrıca su kalitesi derecesi daha kötü olan su kaynaklarında kuraklık ile birlikte artacak olan buharlaşma, ekosistemi daha ciddi şekilde etkileyecektir. Bu durum su kalitesi bakımından daha kötü bir durumda olan su kütlesinin uyum kapasitesinin daha düşük olmasına sebep olmaktadır (California Department of Water Resources, 2011; Poff ve diğerleri, 2002).

Su kalitesi belirleme çalışmaları, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete üzerinde yayımlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY, 2004) ile 13.02.2008 tarih ve 26786 sayılı Resmi Gazete üzerinde yayımlanarak yürürlüğe giren SKKY üzerinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik üzerinde yer alan kıta içi su kaynakları sınıflarına göre belirlenmiş olan kriterler doğrultusunda yapılmaya başlanmıştır. Ancak 30.11.2012 tarihinde 28483 sayılı Resmi Gazete üzerinde yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ile su kalitesi sınıflandırmaları güncellenerek SKKY'nin ilgili maddeleri yürürlükten kaldırılmıştır. 15.04.2015 tarihinde de güncellenen Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Resmi Gazete Sayısı: 29327) son olarak 10.08.2016 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 29797 sayılı "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik" ile mevcut halini almıştır (YSKY, 2016).

Kıta içi yüzeysel su kaynakları için su kalitesi söz konusu 4 ana sınıfta tanımlanmıştır (Tablo 2.23). Bu değerlere göre ölçümler sonucunda IV. Sınıf çıkan su çok kirlenmiş, I. Sınıf çıkan su ise yüksek kaliteli su olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2.23 Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması (YSKY, 2016)

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

Bir su kaynağının yukarıda verilen kalite sınıflarından birine dâhil edilebilmesi için o su kaynağında ölçülen bütün parametre değerlerinin, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunması gerekmektedir. Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına sahip olan su kaynaklarının, Tablo 2.24 üzerinde verilen su kullanımları için uygun olduğu kabul edilmektedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Yüzeysel su kaynaklarının kalite sınıflarının belirlenmesi çalışmalarında sınıf ve parametre aralık değerleri, 10 Ağustos 2016 tarih ve 29797 sayı ile yürürlüğe giren “Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”ne (YSKYY) göre yapılmaktadır (Tablo 2.25).

Tablo 2.24 Su Kalite Sınıflarına Uygun Kullanım Alanları (YSKY, 2016)

Kalite Sınıfı	Su Kullanım Şekli
I. Sınıf	İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular Rekreasyonel amaçlar (yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil) Alabalık üretimi Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
II. Sınıf	İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular Rekreasyonel amaçlar Alabalık dışında balık üretimi İlgili mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
III. Sınıf	Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu
IV. Sınıf	Ancak III. Sınıf'a yükseltilerek kullanılabilir

Tablo 2.25 YSKYY (2016) EK-5 Tablo 2: Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)	IV (zayıf)
Renk(m ⁻¹)	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3,0 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: > 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	3000	> 3000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0.3	0.5	> 0,5
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)(mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)(mg/l)	< 4	8	20	> 20
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 3	10	20	> 20
Toplam Kjeldahl Azotu (mg N/L)	< 0,5	1.5	5	> 5
Toplam Azot (mg N/L)	< 3,5	11.5	25	> 25
Orto Fosfat Fosforu (mg o-PO ₄ -P/L)	< 0,05	0.16	0.65	> 0,65
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0.2	0.8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	10	> 10



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Verilerin mevcut ve yeterli olduğu durumlarda her SKGİ için *Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği EK-5 Tablo 2* üzerinde verilen genel şartlar ve ana parametrelere göre kalitesi sınıfları tespit edilmektedir. Parametrelere ait değerlerin en düşük kalite sınıfı da o grubun sınıfını göstermektedir. Su kalitesi belirleme çalışmalarında parametrelere göre tespit edilen su kalite sınıfları, sadece ölçümü yapılmış parametreler üzerinden hesaplanmakta olup ölçümü yapılmamış parametreler değerlendirmeye esas alınmamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Seyhan Havzası'nda toplam 11 adet Su Kalite Gözlem İstasyonuna ait analiz sonuçları elde edilmiş olup bu istasyonlar alt havza bazlı ele alınmıştır. Seyhan Havzası için hazırlanan Havza Koruma Eylem Planı'nından elde edilen, havzadaki birbirinden farklı istasyonlar için su kalite sınıflandırmaları Tablo 2.26'da gösterilmiştir.

Tablo 2.26'da gösterilen A (Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler), B (Organik parametreler), C (İnorganik kirlenme parametreler) için su kalitesi değerlendirmeleri incelendiğinde, alt havzalardaki su kütlelerinin su kalitesi değerleri genellikle III., IV. ve II. Derece olarak belirlenmiştir.

Tablo 2.26. Su Kalitesi Sınıflandırmaları (TÜBİTAK MAM, 2010)

İstasyon No	Alt havza	A (Fiziksel ve İnorganik- Kimyasal Parametreler)	B (Organik Parametreler)	C (İnorganik Kirlenme Parametreler)
18-12-02-082	Zamantı Irmağı	III	II	III
18-12-00-002	Zamantı Irmağı	III	II	I
18-06-00-022	Zamantı Irmağı	II	I	I
18-06-00-032	Göksu Irmağı	II	I	I
18-06-00-025	Birleşim Yeri	II	I	I
18-06-02-083	Birleşim Yeri	II	I	II
18-06-02-005	Birleşim Yeri	II	I	I
18-06-00-034	Birleşim Yeri	III	I	I
18-06-00-020	Birleşim Yeri	III	I	I
18-06-00-019	Birleşim Yeri	III	I	I
18-06-00-027	Aşağı Seyhan	III	I	I
18-06-00-006	Aşağı Seyhan	IV	III	I
18-06-04-043	Aşağı Seyhan	IV	IV	I
18-06-04-046	Aşağı Seyhan	IV	IV	I
18-06-04-052	Aşağı Seyhan	IV	IV	I
18-06-04-053	Aşağı Seyhan	IV	IV	I
18-06-04-059	Aşağı Seyhan	IV	IV	I
18-06-01-061	Aşağı Seyhan	IV	IV	I



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.27. Alt Havzalardaki Kalite Değerlendirmeleri Sonuçları (TÜBİTAK MAM, 2010)

Alt Havzalar	IV. Sınıf Kalite		III. Sınıf Kalite		II. Sınıf Kalite		I. Sınıf Kalite	
	Çok Kirletmiş Su	Kirletmiş Su	Az Kirletmiş Su	Yüksek Kaliteli Su	Çok Kirletmiş Su	Kirletmiş Su	Az Kirletmiş Su	Yüksek Kaliteli Su
Zamantı Irmağı	-	-	2	33%	3	50%	1	17%
Göksu Irmağı	-	-	-	-	1	50%	1	50%
Birleşim Yeri	-	-	3	25%	3	25%	6	50%
Aşağı Seyhan Ovası	13	81%	2	13%	-	-	1	6%

Tablo 2.27’de gösterildiği gibi Zamantı Irmağı Alt Havzası’nda 6, Göksu Irmağı Alt Havzası’nda 2, Seyhan Barajı.–Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası’nda 12 ve Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası’nda ise 16 su kalitesi ölçümü yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında alt havzalardaki temsili su kalitesi değerleri belirlenirken, ölçümlerdeki dağılımlar dikkate alınmıştır. Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası’ndaki su kalitesi ölçümlerinin %13’ü III., %81’i IV. kalite sınıfına girmektedir. Diğer alt havzalardaki ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırıldığında da su kalitesi değeri en kötü su kalitesi derecelerini ifade eden 4 olarak ortaya çıkmaktadır.

Zamantı Irmağı (%33 III., %50 II, %17 I), Göksu Irmağı (%50 II., %50 I.) ve Birleşim Yeri (%25 III, %25 II, %50 I) Alt Havzaları’nda da su kalitesi değerleri ağırlıklı olarak I. ve II. derece su kalitesi ölçüm sonuçları içermesi sebebiyle Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası’ndan daha iyi durumdadır. Ölçümlerde dominant olarak ortaya çıkan II. Derece su kalitesi alt havzaları temsil eden su kalitesi olarak belirlenmiştir. Aşağı Seyhan Ovası’ndaki evsel, endüstriyel, tarımsal ve hayvancılık kaynaklı noktasal ve yayılı kirlilik yükleri bu alt havzalarda su kalitesinin en düşük dereceyi almasına sebep olmuştur.

2.4 Havza Hidrojeolojisi ve Yeraltı Su Kaynakları

2.4.1 Havza Genel Hidrojeolojisi

Seyhan Havzası jeoloji, litoloji, morfoloji ve havza tektonizmasına bağlı kayaçların hidrojeolojik olarak akifer ve geçirimli özellik gösterme durumlarına göre genel bir sınıflandırma yapılmış olup bu sınıflandırma içinde bölgedeki birimlerin hidrojeolojik yapısı anlatılmıştır.

Bir jeolojik birimin akifer olma potansiyeli, suyu taşıyabilme ve suyu iletebilme kapasitelerini belirleyen jeohidrolojik özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler, temel olarak gözeneklilik ve geçirimsizliktir. Gözeneklilik ve geçirimsizlik, tane boyu, tane dizilimi, boylanma, litoloji, karstik



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

birimse karstlaşma derecesi, rekristalizasyon, kırık – çatlak sıklığı, kırık – çatlak doğrultusu ve sıklığı, tektonizma, dolgu gibi litolojik özelliklere göre şekillenmektedir. Alüvyon birimler, hidrojeolojik açıdan 4 farklı şekilde değerlendirilebilir. Bunlar, nehir yatakları, ovalar, kuru vadiler ve dağ arası vadilerdir.

Nehir yatakları Karbonatlı birimlerde akifer özellikleri, birimin konsolidasyon ve doygun zondaki gelişimine bağlı olarak değişmektedir. Bunun sonucunda bu birimlerde, mikroskobik ölçekteki kırıklardan nehir ölçeğindeki karstik kanallara kadar geniş bir aralıkta boşluk oluşumu meydana gelmekte, bu da birimin akifer olma potansiyelini belirlemektedir. Volkanik ve metamorfik birimler genellikle verimsiz olarak nitelendirilmesine rağmen, özellikle bazalt birimlerinde birimin soğumasında ortaya çıkan gaz boşlukları sonucunda, bunun yanı sıra tektonizmaya bağlı olarak akifer özelliği taşıyabilmektedirler. Kumtaşı ve konglomera birimlerinde, gözeneklilik, birimdeki bağlayıcı malzemeye bağlı olarak değişmektedir. Buna ilaveten eklemlerde gözeneklilik ve geçirimsizlik lokal olarak görülebilmektedir.

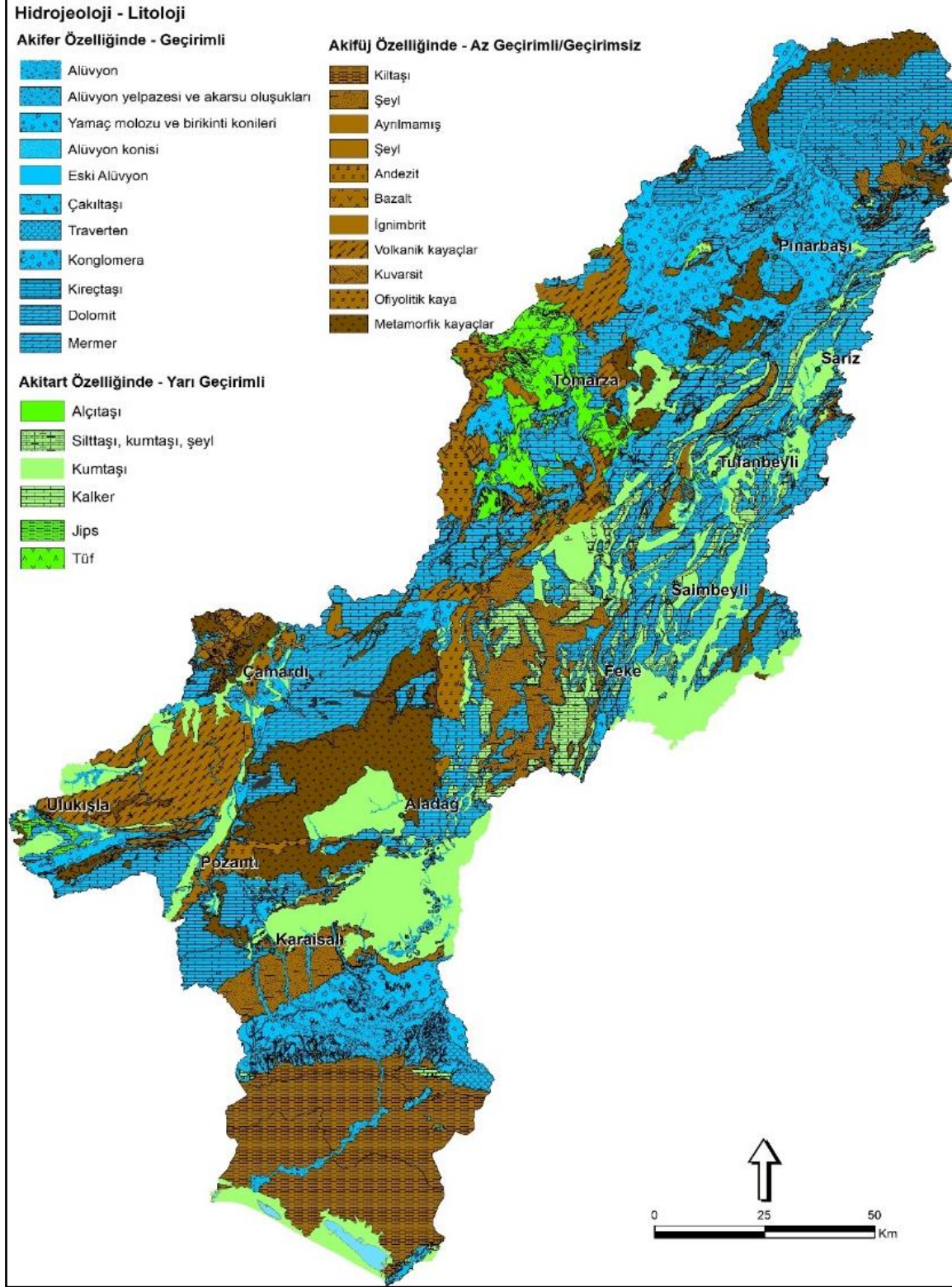
Siltli ve killi birimlerde gözeneklilik oldukça yüksek olmasına rağmen, moleküler çekim kuvvetlerinden ötürü efektif gözeneklilik düşüktür. Dolayısıyla, geçirimsizlik de oldukça düşüktür. Bu nedenle, akifer olarak nitelendirilmeleri mümkün değildir (DSİ, 2012).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 2.22 Seyhan Havzası Genel Hidrojeoloji Haritası



2.4.2 Alt Havzalar Hidrojeolojisi

2.4.2.1 Zamantı Irmağı Alt Havzası

Genel Jeoloji

Seyhan Havzası'nın kuzey bölümünü oluşturan Kayseri-Sivas bölümü Seyhan Havzası içinde yaklaşık 8970 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Seyhan Havzası'nın ve Kayseri-Sivas bölümünün memba kısmını oluşturan havzanın kuzey uç sınırında Adatepe volkanitleri olarak adlandırılan metavolkanik kayaç grubuna giren bazalt ve piroklastik kayaçlar ile birlikte Uzunyayla ve Aşıdağı formasyonu olarak bilenen hidrojeolojik olarak verimli özellik gösteren kireçtaşları geniş yayılımlar göstermiştir. Pınarbaşı ilçesi ve çevresinde ise baskın birim konglomera, bazalt ve kumtaşından oluşan Köprübaşı formasyonu olup Pliyosen yaşlıdır. Bu birim, Pınarbaşı ilçesi güneyinde Tomarza ilçesi yakınlarına kadar yüzlekler/monstra vermiştir.

Tomarza ilçesi ve güney kısımlarında jeolojik yapı daha da karmaşık bir hale gelmekte olup, temelde Jura-Kretase-Triyas yaşlı ofiyolitler ve Üst Miyosen yaşlı volkanik ara katkılı sedimanter kayaçlar ile andezit-bazalt birimleri oluşum göstermiştir. Temelin üzerine Jura çörtlü kireçtaşları kuzey-güney doğrultulu yayılım gösterirken bölgede hidrojeolojik olarak büyük öneme sahip Alt Pliyosen yaşlı tüfler ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozu-alüvyonlar geniş yüzlekler vermiştir.

Seyhan Havzası'nın kuzeydoğu kısmında bulunan Sarız ilçesinde ise Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları temeli oluştururken onun üzerine gelen Pliyosen yaşlı kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı, marn ve aglomeradan oluşan Evciköy formasyonu bölgedeki önemli kayaç gruplarıdır.

Seyhan Havzası Kayseri-Sivas bölümünün güney uç kısmında yer alan Yahyalı ilçe sınırı içinde kalan bölgede Mesozoyik yaşlı ofiyolitik kayaçlar ve Triyas-Jura yaşlı dolomitik kireçtaşları bulunmaktadır. Seyhan Havzası Kayseri-Sivas bölümü jeolojisi kapsamında ayrıca su kuyularının yoğun olarak bulunduğu formasyonların büyük önem arz ettiği bölgeler olası bir kuraklık dönemi içinde en çok etkilenecek bölgeler olarak düşünülebilir. Bu bölgeler, Kuzeyde Pınarca ilçesi ve yakın çevresinde yüzeyleyen konglomera, bazalt, kumtaşı birimleri, Tomarza ilçesinde Tüf, tüfit, alüvyo birimler ile birlikte volkanit ara katkılı çakıltaşı, kumtaşı birimleri olarak incelenmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Akifer Durumu

Pınarbaşı Uzunyayla Havzası'nda Bolkardağ Birliğine ait, Hınzır ve Korumaz dağlarını oluşturan kristalize kireçtaşı-mermer ve kara renkli kireçtaşı birimleri akifer özelliği taşıyan kayalardır. Bu birimler havzanın kuzeyinde yüzeylenirler. Toplam kalınlığı yaklaşık olarak birkaç kilometreyi bulur. Mermer ve kireçtaşının altında metamorfik şistler yer alır ve ilişkisi ilksel olup şistlerle birlikte mermer ve kireçtaşı birimlerinin tabanı çalışma alanında görülmez. Havzanın dışında yakın kuzeyinde Hazerşah-Süksün Köyü yakınlarında açılan işletme kuyularında kireçtaşı birimine girilerek 50-60 l/s verimle su alınmıştır. Havzada ise K-12804 Akören, K-22112 No.lu Akçalı kuyuları da kireçtaşına girmiş ve 20-55 l/s'lik su alınmıştır. İkinci derecede önemli akifer ise Pliyosen yaşlı kırıntılı gölgesel kayalardır. Bu kırıntılı fasiyes yanal ve düşey yönde farklılık gösterir.

Gölgesel kireçtaşı olarak tanımlanan birimler havzada geniş yayılım gösterir. Kalınlığı 5-100 m arasında değişir. Kalınlığının fazla olduğu Elbaşı-Karadayı vadisinde yeraltısu bulundurur. Çörümşek vadisinde ise kalınlığı fazla olmakla beraber, açılan araştırma kuyularından ve işletme kuyularından (Akören'de) pek fazla su alınamamıştır. Çörümşek vadisinde kiltaşının Elbaşı'na oranla daha fazla olduğu sondaj kuyularından anlaşılmaktadır. Ayrıca vadinin morfolojisi Elbaşı'ndan farklıdır. Dar vadi tabanı dışında ve yaklaşık 40-50 m yukarıda her iki tarafta vadinin güney ve kuzeyinde plato karakterinde geniş düzlükler vardır.

Kiltaş, kireçli kiltaş birimi Uzunyayla düzlüğünün büyük kesimini kaplar. Düzlüğün ortalarından itibaren kuzeye doğru geniş yayılım gösterir ve kalınlığının yaklaşık olarak 100-150 m olduğu sanılır. Kazancık köyünde açılan K-22113 araştırma kuyusundan 20 l/s debiyle 1,2 l/s/m özgül verim sağlanmış olup, suyun kalitesi kötüdür (EC:3900 micromhos/cm). Viranşehirde açılmış K-12810 No'lu araştırma kuyusundan ise 30 l/s su sağlanmıştır. Hınzır Dağı'nın yakın doğusunda açılan K-12808 ve K-12809 No.lu kuyulardan ise hiç su alınamamıştır. Kuyuların durumu ve su kalitesi gözetilirse (Tgü) kiltaş ve kireçli kiltaşının yaygın olduğu Uzunyayla Düzlüğü'nde yeraltısu olanakları sınırlı olup, su kalitesinin de kötü oluşu bu çok geniş ova karakterindeki düzlüğün yeraltı suyundan yararlanılarak sulanmasını da sınırlar ve olumsuzlaştırır.

Yer yer kumtaşı katkılı hâkim çakiltaş birimi (Tk) ise, havzanın özellikle Uzunyayla düzlüğünün ve Pınarbaşı İlçesi'nin güneyinde geniş yayılım gösterir ve gölgesel çökellerin kenar fasiyesinin üst seviyesini oluşturur. Kalınlığı 250 m'yi bulur. Ovadan (Uzunyayla



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Düzlüğü) yukarıda olan platoları oluşturur. Derin vadilerle yırtılmış olan bu kalın birim yeraltısuyu taşımaz ve önemli bir kaynak çıkışı da görülmez.

Sonuç olarak Zamantı Irmağı Alt Havzası'nda karbonatlı kayalar olarak isimlendirilen gölsel kireçtaşları bölgedeki önemli akifer yapılarını oluşturmaktadır. Bu kayalar akifer özelliği ile birlikte buldukları konum ve morfolojileri gereği düşük kotlarda yeraltısuyunu depolayabilen ve iletebilen katmanların da beslenimini sağlamaktadır. Bu kayalar aynı zamanda karstik kayaç özelliğinde olup, yüksek debili kaynak boşalmalarını da sağlamaktadırlar.

Su Potansiyeli Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı

2013 yılında tamamlanan Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu Sonuçlarına göre Zamantı Irmağı Alt Havzası Pınarbaşı-Uzunyayla, Tomarza ve Şihli ovaları olarak çalışılmıştır. Hidrojeolojik alt havza ayrımlarına göre yapılan yeraltısuyu bütçe değerlendirmelerinde, yıllık toplam beslenme 801,72 hm³/yıl, boşalım 775,35 hm³/yıl ve rezerv değişimi 26,37 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Boşalım değerlerinin neredeyse tamamı kaynak ve akarsulara boşalım olarak gerçekleşmektedir. Kuyu çekimleri oldukça düşük seviyelerdedir. Bu alt havzada Karsantı-Aladağ ovası da girmekte ancak Karsantı Aladağ ovası Seyhan Barajı- Göksu-Zamantı Birleşim Yeri Alt Havzası içinde değerlendirilmiştir.

Tablo 2.28 Zamantı Irmağı Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu, DSİ, 2013)

OVALAR	YAS BESLENİM (hm ³ /yıl)	YAS BOŞALIM (hm ³ /yıl)	REZERV DEĞİŞİMİ (hm ³ /yıl)
PINARBAŞI-UZUNYAYLA	461.74	323.14	138.6
TOMARZA	120.38	29.28	91.1
ŞIHLI	219.6	422.93	-203.33
TOPLAM	801.72	775.35	26.37

Tablo 2.28 ile verilen değerler, Master Plan raporlarına ait olup bu çalışmada mevcut ve gelecek projeksiyonlar için yeniden hesaplanmış yeraltısuyu beslenme değerlerini veren hidrolojik model sonuçları ile karşılaştırma amacı için verilmiştir. Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları Kuraklık Yönetim Planı projesi kapsamında, mevcut yeraltısuyu uzun yıllar ortalama değeri 1970 – 2016 dönemi için 892 hm³/ yıl olarak hesaplanmıştır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

2.4.2.2 Göksu Irmağı Alt Havzası

Genel Jeoloji

Seyhan Havzası'nın Adana-Mersin-Kahramanmaraş bölümünün kısmında yeralan Tufanbeyli, Saimbeyli ve Feke kısmı oldukça dağlık ve jeolojik olarak da zengin bir yapı söz konusudur. Bu bölgede temel kaya Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları olup oldukça geniş bir yayılım göstermektedir. Bu birim hidrojeolojik olarak geçirimli özellik göstermiş olsa da bulunduğu konum ve morfolojik yapısı nedeniyle yeraltısuyu depolaması zayıftır. Aynı bölgede kuzey güney doğrultulu yüzeylemiş silttaşı, kumtaşı, şeyl birimlerinden oluşan geçirimsiz formasyon ile Neojen çökellerinden oluşan kumtaşı, şeyl ve killi kireçtaşı birimleri oluşum göstermiştir. Saimbeyli yerleşiminin doğu tarafında havza sınırına yakın lokasyonda Koçcağız şistleri bulunmakta olup marn, kumtaşı ve konglomera türü kayaçların metamorfizması sonucu oluşmuş şist dokulu kayaç grubu bulunmaktadır. Şistler içinde ise kalın seviyeler oluşturan mermer birimleri yüzlekler vermiştir.

Göksu Irmağı Alt Havzası'nın güney ucunda geniş yüzlekler veren Sümbüldağı formasyonu, kumtaşı, marn ve çamurtaşı birimlerinden oluşmaktadır. Alt havzanın doğusunda kuzey-güney doğrultulu yayımlı ve alt havza güneybatısında geniş yüzlekler veren Armutludere formasyonu tamamı ile şeyl birimlerinden oluşmaktadır.

Akifer Durumu

Göksu Irmağı Alt Havzası'nda geniş bir alana yayılım göstermiş ve o alanda yoğun bir yeraltısuyu kullanımının bulunduğu bir hidrojeolojik yapı bulunmamaktadır. Bu özelliğe sahip ancak verimli akifer özelliği göstermeyen Sarız ovası çökellerinin oluşturan çakıllı-kumlu seviyeleri yeraltısuyu içermektedir. Onun dışında akifer özelliği gösteren Orta Devoniyen, Permien ve Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları ile Neojenin genç çökelleri bulunmaktadır. Seyhan Havzası Master Planı kapsamında belirlenen su kuyuları incelendiğinde kuyu verimlerinin düşük olduğu ve çok farklı derinlik, farklı statik seviyelere sahip hidrolik yüklerin bulunması bölgede homojen bir yeraltısuyu dinamiğinin olmadığını göstermektedir. Arazinin oldukça sarp ve engebeli topoğrafyaya sahip olması bu durumun en önemli sebebidir. Sarız ovasında açılmış su kuyularının pompaj verilerine göre kuyulara ait özgül kapasite değerleri 0 – 0,39 l/s/m arasında değişmektedir.

Su Potansiyeli Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı

2013 yılında tamamlanan Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu Sonuçlarına göre Göksu Irmağı Alt Havzası, Sarız, Tufanbeyli ve Karsantı-Aladağ ovaları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

olarak çalışılmıştır. Hidrojeolojik alt havza ayrımlarına göre yapılan yeraltısuyu bütçe değerlendirmelerinde, yıllık toplam beslenme 678,96 hm³/yıl, boşalım 933,47 hm³/yıl ve rezerv değişimi -254,51 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Boşalım değerlerinin neredeyse tamamı kaynak ve akarsulara boşalım olarak gerçekleşmektedir.

Tablo 2.29 ile verilen değerler, Master Plan raporlarına ait olup bu çalışmada mevcut ve gelecek projeksiyonlar için yeniden hesaplanmış yeraltısuyu beslenme değerlerini veren hidrolojik model sonuçları ile karşılaştırma amacı için verilmiştir. Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları Kuraklık Yönetim Planı projesi kapsamında, mevcut yeraltısuyu uzun yıllar ortalama değeri 1970 – 2016 dönemi için 579 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.29 Göksu Irmağı Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)

OVALAR	YAS BESLENİM (hm ³ /yıl)	YAS BOŞALIM (hm ³ /yıl)	REZERV DEĞİŞİMİ (hm ³ /yıl)
SARIZ	99.28	69.7	29.58
TUFANBEYLİ	458.18	450.87	7.31
KARSANTI - ALADAĞ	121.5	412.9	-291.4
TOPLAM	678.96	933.47	-254.51

2.4.2.3 Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası

Genel Jeoloji

Seyhan Havzası'nın batı ve orta bölümünü oluşturan Seyhan barajı – Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası, yaklaşık 2.170 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çamardı ilçesi ve yakın çevresinde, Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar gruplarından gnays, peridotit, dünit ve piroksenit birimleri yüzeylerken, aynı yaşa ait karbonatlı kayalardan kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve mermerler yüzeylenmiş olup bu karbonatlı kayalar hidrojeolojik olarak geçirimsiz özellik göstermektedir. Bu birimlerin üzerine, Paleosen yaşlı Karadağ volkanitleri olarak isimlendirilen piroklastik kaya ve trakiandezit birimleri oluşum göstermiştir. Çamardı ilçesi merkezinde yeraltısuyu kullanımının oldukça yoğun olduğu görülmüş olup buradaki mevcut kuyular yeraltısuyu potansiyelini kireçtaşı birimleri ve akarsuların oluşturduğu alüvyonlardan almaktadır. Çamardı ilçe merkezinin yakın çevre kısmında ise Paleosen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşından oluşan birimler mostra vermiştir.

Ulukışla ilçesi kuzey kısmında, Paleosen yaşlı geçirimsiz özellik gösteren volkanit çökel kayalar geniş alanlara yayılım gösterirken güney kısmında ise daha karmaşık bir jeolojik



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

yapı söz konusudur. Güney kısımda, Permian yaşlı kireçtaşları ve metamorfik kayalar (dünit, harzburgit, serpantin, gabro, diyorit) ile birlikte killi kireçtaşı, jips, kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı birimleri yüzelemiştir.

Pozanti yerleşiminde, Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar ile kumtaşı-çamurtaşı kireçtaşı aralanmalı formasyon yüzeyler. Alt havzanın doğu kısmı olan Aladağ ilçesinde genel yaygın birim Aladağ formasyonu olarak adlandırılan harzburgit, dünit, piroksenit ve gabro litolojilerini kapsamaktadır. Alt havza içinde bulunan Karaisalı bölümü alt havzanın güney kısmını kapsamakta olup bu bölge tamamen farklı bir litolojide olup kumtaşı ve şeyl-marn aralanmasından oluşan formasyonlar çökelim göstermiştir.

Akifer Durumu

Adana-Karaisalı yöresindeki başlıca litoloji birimleri, Miyosen'in Karaisalı formasyonu (Kireçtaşı, Dolomitli Kireçtaşı), Miyosen'in Güvenç şeyli, Miyosen'in Cingöz formasyonu, Miyosen'in Kuzgun formasyonu (Kumtaşı, çakıltası), Pliyosen'in Handere formasyonudur. Bu litoloji birimlerinden, Karaisalı formasyonu, Handere formasyonu ve Kuzgun formasyonu akifer özellikleri taşır. Bilindiği gibi Handere formasyonu, Aşağı Seyhan Ovası'nda da akifer özelliklidir. Handere formasyonu, jips, anhidrit, kayatuzu mercek ve tabakaları içerir. Soda sanayi çevresinde, yüzeyden 300 m derinliğe kadar killi seviyeler, daha altlara doğru killi, anhidritli ve tuz ara katmanlı geçiş tabakaları içerir. Söz konusu tabakalar, 375-400 m derinliğe kadar devam eder. Daha sonra da 100-200 m kalınlığa erişen saf kayatuzu tabakaları gelir. Derinlere doğru, tekrar kile girer. Kayatuzu tabakaları 400 m derinliğe kadar, İncirlik Havaalanı etrafında, Adana Çimento kesiminde vs. uygun akiferler bulunmaktadır.

Karaisalı yöresinde açılan kuyular genellikle artezyen yapmaktadır. Sular genellikle iyi kalitelidir. Tüm kuyular, yukarıda sözü geçen akifer birimlerinde açılmıştır.

Su Potansiyeli Yeraltısu Beslenimi ve Boşalımı

2013 yılında tamamlanan Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu Sonuçlarına göre Seyhan barajı – Zamanti, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası, Ulukışla-Pozanti, Karaisalı ve Karsanti-Aladağ ovaları olarak çalışılmıştır. Hidrojeolojik alt havza ayrımlarına göre yapılan yeraltısu bütçe değerlendirmelerinde, yıllık toplam beslenme 687,28 hm³/yıl, boşalım 790,53 hm³/yıl ve rezerv değişimi -103,25 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Tablo 2.30 ile verilen değerler, Master Plan raporlarına ait olup bu çalışmada mevcut ve gelecek projeksiyonlar için yeniden hesaplanmış yeraltısu beslenme değerlerini veren hidrolojik model sonuçları ile karşılaştırma amacı için verilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 2.30 Seyhan Barajı – Zamanti, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)

OVALAR	YAS BESLENİM (hm ³ /yıl)	YAS BOŞALIM (hm ³ /yıl)	REZERV DEĞİŞİMİ (hm ³ /yıl)
ULUKIŞLA-POZANTI	125.45	78.84	46.61
KARAIŞALI	424.11	243.67	180.44
KARSANTI - ALADAĞ	137.72	468.02	-291.4
TOPLAM	687.28	790.53	-103.25

Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları Kuraklık Yönetim Planı projesi kapsamında, mevcut yeraltısuyu uzun yıllar ortalama değeri 1970 – 2016 dönemi için 832 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır.

2.4.2.4 Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası

Genel Jeoloji

Karaisalı, Karataş ve Aşağı Seyhan olarak adlandırılan Seyhan Havzası'nın mansap kısmını oluşturan bu bölge, aşağıdaki haritadan da görüldüğü gibi sulamanın en yoğun ve yeraltısuyu kullanımının en fazla olduğu bölgedir. Seyhan Havzası'nın en kritik bölümü olan bu kısımda jeolojik olarak genç birimler oluşum göstermiştir. Alansal olarak en geniş alana sahip Delta Çökelleri olarak adlandırılan bu birim yarı tutturulmuş kil, silt ve kumdan oluşmaktadır. Bu birimin ortalama kalınlığı 100 m'yi bulmaktadır. Ancak yeraltısuyu bakımından daha verimli özellik gösteren alüvyonlar Seyhan nehrinin akış gösterdiği bölgede ve üst kotlarda oluşum göstermiş olup su kuyularının yoğunluğu da bu bölgelerde incelenmiştir.

Akifer Durumu

Aşağı Seyhan Ovası'nda, çökelen güncel katmanlar arasında killi siltli ara litolojilerin bulunması ve bu birimlerin çökelim sonrası sahip oldukları katman geometrilerine bağlı olarak basınçlı su akiferleri bulunmakta olup devamlı akan artezyenler ovada boşalım göstermektedir. Artezyen bölgesi Berdan Nehri yanında Karafakılı Köyü'nün güneyinden başlayarak Alifakı köyünden güneye yönelir. Salcı höyüğü sınırından kuzeydoğuya Firengülüs, Büyük Çıldırım'dan kurp yaparak, Köylüoğlu, Karataş-Damlapınar (Ziyamet) Meletmez, Kiremitli, Köprügözü köyünden tekrar kurp yaparak Oymaklı ve Helvacı köyleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

içinde kalarak Çukurkamış, İsadüzü, Tuz Gölü bölgesinden Sarımsaklı ve Tapır içte kalarak Akdeniz'e ulaşır. Bu çizginin içinde kalan büyük bir alan artezyen bölgesidir.

Yeraltısuyu işletmesine birinci derecede uygun alan olarak, Seyhan Nehri üzerindeki demiryolu köprüsü, Karataş yolu üzerindeki Solaklı köyü merkezi, Kadıköy, Mürseloğlu, Frendülüs (Çiçekli) noktalarını birleştiren poligon içindeki alan uygun görülmüştür. Bu alan içerisinde 80 ile 150 m derinlikte açılacak kuyularla 50-60 l/s'nin üzerinde yeraltısuyu debilerine ulaşılabilir. Yeraltısuyu işletmesine birinci derecede uygun olan ve çevresinde 20 ile 50 l/s arasında yeraltısuyu alınabilecek alanlar da bulunmaktadır. Ancak İncirlik Havaalanı'ndan itibaren Misis'e kadar olan kesimde akifer veriminn düşmesi ve su kalitesinin de kötü olması nedeni ile bu bölgede yeraltısuyu kullanımı uygun değildir.

Su Potansiyeli Yeraltısuyu Beslenimi ve Boşalımı

2013 yılında tamamlanan Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüt Raporu Sonuçlarına göre Aşağı Seyhan Alt Havzası, kapsadığı havzayı sınırlayan Aşağı Seyhan Ovası olarak çalışılmış ve hidrojeolojik bütçe hesaplamalarında bu havza için tek ova olarak değerlendirilmiştir. Hidrojeolojik alt havza ayrımlarına göre yapılan yeraltısuyu bütçe değerlendirmelerinde, yıllık toplam beslenme 486,8 hm³/yıl, boşalım 547,58 hm³/yıl ve rezerv değişimi -60,78 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır.

Seyhan Havzası içinde çalışılan alt havzalar arasında en fazla yeraltısuyu çekimi bu alt havzada olup 547,58 hm³/yıl boşalımın 300 hm³/yıl'ını kapsamaktadır. Diğer boşalım, akarsu ve denize boşalım, buharlaşma-terleme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.31 Aşağı Seyhan Ovası YAS Bütçe Bileşenleri Tablosu (Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ, 2013)

OVALAR	YAS BESLENİM (hm ³ /yıl)	YAS BOŞALIM (hm ³ /yıl)	REZERV DEĞİŞİMİ (hm ³ /yıl)
AŞAĞI SEYHAN OVASI	486.8	547.58	-60.78

Tablo 2.31 ile verilen değerler, Master Plan raporlarına ait olup bu çalışmada mevcut ve gelecek projeksiyonlar için yeniden hesaplanmış yeraltısuyu beslenme değerlerini veren hidrolojik model sonuçları ile karşılaştırma amacı için verilmiştir.

Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları Kuraklık Yönetim Planı projesi kapsamında, mevcut yeraltısuyu uzun yıllar ortalama değeri 1970 – 2016 dönemi için 458 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır.



3 KURAKLIK ANALİZLERİ

3.1 Kuraklık Risk Yönetimi ve Kuraklık Analizi

Günümüzde iklim değişikliğinin olumsuz olarak etkilediği su kaynaklarının planlaması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmaları kapsamında kuraklığın beklenen etkilerin hafifletilmesi konusu oldukça önem kazanmıştır. Artan kuraklık riskinin yönetilmesi ve bu riske uyum (adaptasyon) sağlanması; ancak bütüncül (entegre) yaklaşımları benimseyen sürdürülebilir ve etkili kuraklık risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi ile olur.

Kuraklık yönetimi afet yönetiminin bir parçasıdır (Wilhite, 2000). Kuraklık Risk Yönetimi; korunma, zarar azaltma ve hazırlıklı olma amaçlı faaliyetler ve önlemler yoluyla kuraklık tehlikesinin olumsuz sonuçlarını ve potansiyel afet etkilerini engelleme ve azaltma kavramı ve çalışmasıdır (UNDP , 2016). Kuraklık Risk Yönetimi, su kaynakları yönetimi politikalarının ve stratejilerinin önemli bir parçasını oluşturur. Ulusal kuraklık politikaları kuraklık riskinin yönetilmesinde büyük bir role sahiptir (Wilhite vd., 2014). Kuraklık risk yönetimi tehlike, maruziyet, etki değerlendirmesi ve etkilenebilirlik, kuraklık izleme ve tahmin içeren erken uyarı sistemi, hazırlıklı olma ve zarar azaltılması aşamalarını kapsamaktadır (Wilhite, 2000).

Kuraklıktan kaynaklanan etkilerin azaltılabilmesi için; ülke mevzuatına dayalı olarak ve havzanın kendine özgü kuraklık özellikleri ve etkileri dikkate alınarak Kuraklık Yönetimi Planları'nın hazırlanması gereklidir (EC., 2007). Bu planların bütünlük oluşturabilmesi amacıyla havza yönetim planının bir parçası olarak hazırlanması oldukça önemlidir. Ayrıca planların oluşturulması aşamasında tüm paydaşların, etkilenen sektörlerin, karar vericilerin ve uzmanların katılımı kuraklık yönetim planlarının başarısına büyük katkı sağlamaktadır.

Kuraklık Yönetimi Planının unsurları arasında nehir havzasının özelliklerinin bilinmesi, havzada yaşanmış tarihsel kuraklık olaylarının incelenmesi, meydana gelebilecek riskin değerlendirilmesi, kuraklık analizinin yapılabilmesi için indikatörler ve eşik değerlerinin belirlenmesi, kuraklığın etkilerinin azaltılmasına yönelik önlem programının oluşturulması, erken uyarı sisteminin ve organizasyonel yapının kurulması yer almaktadır (GWP, 2015). Kuraklık yönetim planlarının en önemli unsurlarından biri olan erken uyarı sistemleri kuraklık izleme ve kuraklık tahmini olmak üzere iki hedef çerçevesinde kullanılmaktadır. Kuraklık erken uyarı sistemleri tipik olarak iklim, hidrolojik özellikler, su temini koşulları ve eğilimleri ile ilgili bilgileri izlemek, değerlendirmek ve sunmayı hedeflemektedir. Buradaki amaç,



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

potansiyel etkileri azaltmak için bir kuraklık risk yönetimi planı dahilinde harekete geçmek için kuraklığın başlangıcından önce veya sırasında erken bir zamanda bilgi sağlamaktır (WMO, 2016).

Kuraklık yavaş başlayan ve ilerleyen hidrolojik bir olay olması dolayısıyla kuraklığın izlenmesi ve analizi büyük bir önem taşımaktadır. Kuraklığın izlenmesi ve analizi çeşitli indikatörler ve indeksler sayesinde yapılmaktadır. Bu indikatörler ve indeksler kuraklık koşullarını belirlemek, sınıflandırmak ve izlemek amacıyla kuraklığın şiddeti, yeri, süresi ve zamanlaması hakkında bilgiler vererek kuraklığın karakterize edilmesini sağlar. Bazı indikatörler ve indeksler kuraklığın modellenen, uzaktan algılanan veya uzaktan algılama verilerinin modele asimile edilmiş indikatörlerini doğrulamak için de kullanılabilir (WMO, 2016).

Kuraklığın izlenmesi, erken uyarı ve değerlendirilmesi için üç ana yöntem bulunmaktadır: (1) Tek bir indikatör (gösterge) ya da indeksin kullanımı, (2) Birden fazla indikatör ya da indeksin kullanımı, (3) Birleşik ya da hibrid indikatörlerin kullanımınıdır.

Geçmişte kısıtlı ölçümler/veriler veya zaman sebebiyle kuraklık çalışmalarında tek bir indikatör ya da indeks kullanılmıştır. Ancak son yirmi yılda hem zamansal hem de mekânsal ölçeklerde kullanılmak üzere çeşitli indikatörlere dayalı yeni indekslerin geliştirilmesi ile kuraklık indekslerinin kullanımına dünya çapında büyük bir ilgi başlamış ve kullanımda büyüme yaşanmıştır. Günümüzde coğrafi bilgi sistemleri, gelişen hesaplama ve görüntüleme sistemlerinin gücü sayesinde değişik indikatörlerin ve indekslerin çakıştırılması, haritalandırılması ve karşılaştırılması olanaklı hale gelmiştir (WMO, 2016).

3.1.1 Kuraklık Analizleri Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler

Kuraklık analizleri kapsamında özellikle beklenen kuraklığın süresi, büyüklüğü ve yinleme 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.

Kurak alanlar, kuraklığın yayılımı, kurak devreler ve tekrarlanma sıklığı gibi özellikler günlük, aylık ve yıllık iklim elemanlarını ve uzun süreli normalleri (ortalamaları) içeren çeşitli ilişkiler kullanarak saptanabilir (Ogallo & Gbeckor-Kove, 1989).

Kuraklık indekslerinin kuraklık döneminde yaşanan etkileri doğru bir şekilde yansıtması ve temsil etmesi önemlidir. Kuraklık geliştikçe, etkileri bölge ve mevsime göre değişebilir



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Hidrolojik döngünün farklı yönlerinin izlenmesi için çeşitli göstergeler ve indeksler gerekebilir (WMO, 2016).

Farklı zaman dilimlerinde etkili olabilen kuraklık olaylarının incelenmesi ve izlenmesi amacıyla çeşitli yaklaşımlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerde yer alan indikatörler, indeksler ve eşik değerler (sınır değerler) kuraklık koşullarının başlangıcını saptamak, kuraklık olaylarını ölçmek, izlemek ve kuraklık afetinin büyüklüğünü saptamak açısından önem taşımaktadır.

Kuraklık indikatörleri ve indeksleri ile ne kastedildiğinin tanımlanmasının yapılması oldukça önemlidir. **İndikatörler**, kuraklık koşullarını tanımlamak için kullanılan değişkenler veya parametrelerdir. İndikatörlere örnek olarak yağış, sıcaklık, akım, yer altı suyu ve rezervuar seviyeleri, toprak nemi ve kar örtüsü verilebilir. **İndeksler** ise indikatörler de dahil olmak üzere iklimsel veya hidrometeorolojik girdiler kullanılarak değerlendirilmesi yapılan kuraklık şiddetinin hesaplanmış sayısal gösterimidir. Kuraklık analizi kapsamında belirli bir zaman aralığında bölgedeki kuraklık durumunun belirlenmesi hedeflenmektedir. İndeksler kuraklık koşulları ile ilgili karmaşık ilişkileri basitleştirebilir, elde edilen bilgilerin halkın da dahil olduğu çeşitli kitleler ve kullanıcılara aktarımı için iletişim aracı olarak fayda sağlayabilir. İndeksler kuraklık olaylarının şiddetini, yerini, zamanlamasının ve süresini sayısal olarak değerlendirmek amacıyla kullanılır. Kuraklığın ne zaman başladığının ne zaman sona erdiğinin ve coğrafi etki alanının belirlenmesi için bir kuraklık şiddeti eşik değeri belirlenir. Zamanlama ve süre kuraklığın yaklaşık başlangıç ve bitiş tarihlerine göre belirlenir. Kuraklıkların zamanlaması, etki ve sonuçların belirlenmesinde kullanılan kuraklık şiddeti kadar önemli olabilir. İndeksler aynı zamanda planlayıcılar ve karar vericiler için tarihi bir referans sağlayabildikleri için kritik bir role de sahiptir. İndekslerden üretilen bilgiler, planlama ve uygulama aşamalarında kuraklığın sektörel etkilerine ilişkin risklerin yönetilmesi amacıyla karar destek araçları olarak yarar sağlayabilir (WMO, 2016).

Bir kuraklık yönetim planının uygulama aşamalarını başlatan ya da sonlandıran indeks değerleridir. Bu nedenle kuraklık yönetim planları, indeks değerleri esas alınarak oluşturulmalıdır (WMO, 2016). Etkilenen sektörlerin sayısı ve çeşitliliği göz önüne alındığında, her türlü kuraklığa ilişkin uygun eylemleri belirlemek için tek bir indeks kullanılamaz. Belirli bir ihtiyaç veya uygulama için en iyi indeksin hangisinin olduğunun belirlenmesinde birçok faktör etkindir. İdeal durumda belirli iklim rejimlerinde, bölgelerde, havzalarda ve lokasyonlarda hangi göstergenin en iyi sonuç verdiğini belirlemek için kapsamlı bir analiz ve araştırma yaklaşımı gerekmektedir (WMO, 2016).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nun Entegre Kuraklık Yönetimi Programı (Integrated Drought Management Programme-IDMP) kapsamında Küresel Su Ortaklığı (GWP) ile beraber ortak yayınladığı "Kuraklık İndikatör ve İndeksleri El Kitabı (Handbook of Drought Indicators and Indices)" isimli kaynağında yer alan indikatör ve indeksler (Tablo 3.1) özellikleri itibariyle beş ana kategoride sınıflandırılmıştır. Bunlar: (1) meteoroloji, (2) toprak nemi, (3) hidroloji, (4) uzaktan algılama ve (5) bileşik ya da modellenen. Bu indikatör ve indeksler her bir kategori için öncelikli olarak kullanım kolaylığına göre, daha sonra ise kendi içlerinde alfabetik olarak sıralanmıştır.

Tablo 3.1 Başlıca Kuraklık İndikatörleri ve İndeksleri (WMO, 2016)

	İndikatör / İndeks	Kullanım Kolaylığı	Girdi Parametreler	Ek Bilgiler
Meteoroloji	Aridity Anomaly Index (AAI)		P, T, PET, ET	Hindistan'da operasyonel olarak kullanılmaktadır
	Deciles		P	Kolay hesaplamalı, Avustralya'daki örnekler kullanışlıdır
	Keetch-Byram Drought Index (KBDI)		P, T	Hesaplamalar hedef ilgi alanının iklimine dayalıdır
	Percent of Normal Precipitation		P	Basit hesaplamalar içermektedir
	Standardized Precipitation Index (SPI)		P	Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından meteorolojik kuraklık izleme için başlangıç noktası olarak önerilmektedir
	Weighted Anomaly Standardized Precipitation (WASP)		P, T	Tropik bölgelerdeki kuraklığı izlemek için hücreli veri kullanılmaktadır
	Aridity Index (AI)		P, T	İklim sınıflandırması amacıyla da kullanılabilir
	China Z Index (CZI)		P	SPI verisini geliştirmek amaçlıdır
	Crop Moisture Index (CMI)		P, T	Haftalık değerler gereklidir
	Drought Area Index (DAI)		P	Muson mevsimi performansı göstergesi olarak değerlendirilebilir
	Drought Reconnaissance Index (DRI)		P, T	Aylık sıcaklık ve yağış değerleri gereklidir
	Effective Drought Index (EDI)		P	Kullanılan programa yazılımı gerçekleştirenlerle iletişime geçilerek elde edilebilir
	Hydro-thermal Coefficient of Selyaninov (HTC)		P, T	Basit hesaplamalar; Rusya Federasyonu'nda birtakım örnekleri mevcut
	NOAA Drought Index (NDI)		P	En iyi olarak tarımsal uygulamalarda kullanılabilir
	Palmer Drought Severity Index (PDSI)		P, T, AWC	Kullanım kolaylığı yeşil değil çünkü hesaplamadaki işlemler karışık ve eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Palmer Z Index		P, T, AWC	PDSI hesaplamalarının birçok çıktılarından biridir
	Rainfall Anomaly Index (RAI)		P	Tam zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index (sc-PDSI)		P, T, AWC	Kullanım kolaylığı yeşil değil çünkü hesaplamadaki işlemler karışık ve eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Standardized Anomaly Index (SAI)		P	Bölgesel koşulları tanımlamak için noktasal veri kullanılmaktadır
	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)		P, T	Eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir; SPI ile çıktısı benzer, ancak sıcaklık bilgisi de içermektedir
Agricultural Reference Index for Drought (ARID)		P, T, Mod	Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusunda üretilmiş olup bölge dışında kapsamlı şekilde test edilmemiştir	
Crop-specific Drought Index (CSDI)		P, T, Td, W, Rad, AWC, Mod, CD	Yüksek kalitede birçok değişken verisi gerektirmektedir, dolayısıyla kullanımı zordur	
Reclamation Drought Index (RDI)		P, T, S, RD, SF	SWSI ile benzerdir, ancak sıcaklık bilgisi de içermektedir	



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Yöntem	Veri Kaynağı	Veri Türü	Veri Çözünürlüğü	Notlar
Toprak Nemi	Soil Moisture Anomaly (SMA)		P, T, AWC	PDSI'nın su dengesini geliştirmek amaçlıdır
	Evapotranspiration Deficit Index (ETDI)		Mod	Birçok girdi içeren karmaşık hesaplamalar gereklidir
	Soil Moisture Deficit Index (SMDI)		Mod	Farklı toprak derinliklerinde haftalık hesaplamalar gerektirir, dolayısıyla hesaplaması güçtür
	Soil Water Storage (SWS)		AWC, RD, ST, SWD	Hem toprak hem de mahsul çeşitliliğinden dolayı geniş alanlarda enterpolasyonu güçtür
Hidroloji	Palmer Hydrological Drought Severity Index (PHDI)		P, T, AWC	Tam zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Standardized Reservoir Supply Index (SRSI)		RD	Rezervuar verisi kullanarak SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir
	Standardized Streamflow Index (SSFI)		SF	Akım verisiyle beraber SPI programını kullanmaktadır
	Standardized Water-level Index (SWI)		GW	SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir, ancak yağış verisi yerine yer altı suyu ya da kuyu seviyesi verisi kullanmaktadır
	Streamflow Drought Index (SDI)		SF	SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir, ancak yağış verisi yerine akım verisi kullanmaktadır
	Surface Water Supply Index (SWSI)		P, RD, SF, S	Birçok metodoloji ve derivasyon ürünleri mevcuttur, ancak havzalar arası karşılaştırmalar seçilen metoda dayanmaktadır
	Aggregate Dryness Index (ADI)		P, ET, SF, RD, AWC, S	Kodu bulunmamaktadır, ancak matematiksel açıklaması literatürde mevcuttur
	Standardized Snowmelt and Rain Index (SMRI)		P, T, SF, Mod	Kar örtüsü bilgisi olmadan da kullanılabilir
Uzaktan Algılama	Enhanced Vegetation Index (EVI)		Sat	Kuraklık stresini diğer streslerden ayırt etmez
	Evaporative Stress Index (ESI)		Sat, PET	Operasyonel ürün olarak uzun bir geçmişe sahip değildir
	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)		Sat	Çoğu yerde hesaplanmaktadır
	Temperature Condition Index (TCI)		Sat	Genelde NDVI hesaplamalarıyla beraber bulunmamaktadır
	Vegetation Condition Index (VCI)		Sat	Genelde NDVI hesaplamalarıyla beraber bulunmamaktadır
	Vegetation Drought Response Index (VegDRI)		Sat, P, T, AWC, LC, ER	Kuraklık stresini bitki örtüsü stresinden ayırt etmek için birçok değişkeni göz önünde bulundurmaktadır
	Vegetation Health Index		Sat	Kuraklığın uzaktan algılama verisiyle izlenmesinin ilk örneği
	Water Requirement Satisfaction Index (WRSI and Geo-spatial WRSI)		Sat, Mod, CC	Birçok yerde operasyonel olarak kullanılmaktadır
	Normalized Difference Water Index (NDWI) and Land Surface Water Index (LSWI)		Sat	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) kullanılarak operasyonel olarak üretilmektedir
	Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)		Sat	Operasyonel olarak üretilmemektedir
Bileşik ya da Modellenen	Combined Drought Indicator (CDI)		Mod, P, Sat	Hem yüzey hem de uzaktan algılama verisi kullanılmaktadır
	Global Integrated Drought Monitoring and Prediction System (GIDMaPS)		Çoklu, Mod	Üç kuraklık indeksi (Standardized Soil Moisture Index, SPI and MSDI) çıktısıyla birlikte operasyonel bir üründür
	Global Land Data Assimilation System (GLDAS)		Çoklu, Mod, Sat	Global boyutundan dolayı veri azlığı olan bölgelerde kullanışlıdır
	Multivariate Standardized Drought Index (MSDI)		Çoklu, Mod	Elde edilebilir ancak yorumlama gerektirmektedir
	United States Drought Monitor (USDM)		Çoklu	Elde edilebilir ancak yorumlama gerektirmektedir



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Ana Değişkenler: PET: Potansiyel evapotranspirasyon AWC: Kullanılabilir su miktarı Rad: Güneş radyasyonu CC: Bitki katsayısı RD: Rezervuar CD: Mahsül türü S: Kar örtüsü ER: Ekobölge Sat: Uydu ET: Evapotranspirasyon	SF: Akım GW: Yeraltı suyu ST: Toprak türü LC: Arazi kullanımı/tipi SWD: Toprak suyu açığı T: Sıcaklık Td: Çiğ noktası sıcaklığı P: Yağış W: Rüzgâr verisi Mod: Modellenen Çoklu: Çoklu indikatörler kullanılmıştır.
---	--

İndekslere atanan renklerin tanımları aşağıdaki kriterlere göre gerçekleştirilmiştir:

	<ul style="list-style-type: none">İndeks literatürde verilen bir metodolojiye dayalı olarak hesaplanmaktadır ve kodun geliştirilmesi gerekmektedir.İndeks veya türev ürünleri kolayca bulunabilir değildir.İndeks muğlak bir indekstir ve yaygın olarak kullanılmamaktadır, ancak kullanılabilir.İndeks modellenen girdi içermektedir veya hesaplamaların bir parçası olarak kullanılmaktadır.
	<ul style="list-style-type: none">Hesaplamalar için çoklu değişkenler veya girdiler gerekmektedir.İndeksi hesaplamak için kod ya da program genel kullanıma açık değildir.Sadece tek bir girdi veya değişken gerekli olabilir, ancak kod mevcut değildir.İndeksi üretmek için gerekli hesaplamaların karmaşıklığı az düzeydedir.
	<p>İndeksi hesaplamak için kod ya da program hazır ve ücretsiz olarak elde edilebilir.</p> <ul style="list-style-type: none">Günlük veri gerekli değil.Eksik veri olabilir.İndeks çıktısı halihazırda operasyonel olarak üretilmekte ve çevrimiçi olarak mevcut. <p>Not: Yeşil "kullanım kolaylığı" en kolay elde edilebilirliği ya da kullanımı belirtmesine rağmen tüm bölgeler ve alanlar için en iyi indikatör/indeks olduğu anlamına gelmez. Hangi indikatörlerin/indekslerin kullanılacağı kararı kullanıcı tarafından verilmeli ve kullanıma özgü olmalıdır.</p>

3.1.2 İndikatörlerin ve İndekslerin Seçimi

Kuraklık analizi ve değerlendirmesi kapsamında indikatör ve indekslerin seçimi mevcut verilere ve değerlendirmenin hangi amaca ilişkin olarak yapılacağına bağlıdır. İndikatör ve indekslerin bazıları, yağış dizilerine dayanır ve meteorolojik kuraklıklarla ilgiliyken, bazıları ise, hidrolojik ya da tarımsal kuraklıkları ve kentsel su sağlama sistemlerindeki su açıklarını tanımlamaya yöneliktir.

Dünya genelinde kuraklığın karakterizasyonunun (şiddet, sıklık ve süre) belirlenmesi amacıyla yukarıda da verilmiş olan çeşitli kuraklık indeksleri kullanılmaktadır. Havzaların hidroklimatik şartları ve fiziksel yapısı kuraklık indekslerinin performansını etkilemektedir.

Sayısal indeks değerleri kuraklık şiddetinin uygun ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine, kuraklık erken uyarı sistemlerinin işletilmesine veya kapsamlı bir kuraklık planının oluşturulmasına girdi sağlaması açısından oldukça gereklidir (WMO, 2016).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Kuraklık izleme ve analizi için kullanılacak indikatörlerin ve indekslerin seçimi her bir uygulama alanına ve sektöre ilişkin çalışmayı yapacak uzmanın deneyimi, ihtiyaçları, uygun veri varlığı ile beraber gerekli bilgisayar donanım ve yazılım imkanları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. İndikatör ve indeks seçiminde önemli olan seçilecek olan indikatör/indekslerin kuraklık koşullarını yeterince temsil edebilme ve yansıtabilme özelliğidir.

Kuraklıktan etkilenen sektörlerin sayısı ve çeşitliliğinden dolayı kuraklığa ilişkin uygun tedbirlerin alınması amacıyla tek bir indikatör ya da indeksin kullanılması yeterli olmayabilir. Genellikle tercih edilen yaklaşım iki aşamadan oluşmaktadır: (1) Kuraklığın zamanlaması, etki alanı ve tipine en uygun indikatörlerin ve indekslerin ön inceleme yoluyla belirlenmesi, (2) Elde edilen bulgular doğrultusunda her bir indikatör/indeks için farklı eşik değerlerinin tespit edilmesi (WMO, 2016).

Kuraklık izleme ve analizi çalışması kapsamında kullanılacak indikatör ve indeksin faydalarının ve kısıtlamalarının bilinmesi, yapılacak uygulama için hangisinin en uygun olduğuna karar verilmesi aşamasında oldukça önem taşımaktadır.

3.1.3 Seyhan Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler

Kuraklık analizi çalışması kapsamında kullanılan indikatörler ve indeksler; öncelikli olarak havzadaki mevcut verilerin çeşidi, veri serisinin uzunluğu, güvenilirliği ve kullanılabilirliği göz önünde bulundurulmuştur. Havzaya özgü meteorolojik, hidrolojik ve jeolojik özellikler dikkate alınmıştır. İlgili ulusal ve uluslararası literatür kapsamlı şekilde taranmıştır. Bu çalışmada seçilen indikatörlerin ve indekslerin farklı kuraklık türlerini temsil etmesine de özen gösterilmiştir.

Meteorolojik kuraklık; genellikle göreceli olarak daha kısa zaman zarflarında (1-6 ay) gerçekleşen yağış verisinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler ile analiz edilmektedir.

Hidrolojik kuraklık; yüzey ve yer altı suyu verileri kullanıldığı ve göreceli olarak daha uzun zaman zarflarında (6-12 ay) gerçekleşen yağış verilerinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler sayesinde tespit edilmektedir.

Tarımsal kuraklık; bitki için gerekli olan toprak neminin yeterli değerinde olması ile özdeşleştirilmesi sebebiyle genellikle uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilebilen bitki örtüsü ve toprak nemi verilerinden hesaplanan indeksler sayesinde ve meteorolojik veriler ile bitkisel üretim verileri yoluyla tespit edilmektedir (MGM, 2017).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Seyhan Havzası kuraklık analizi kapsamında kullanılan indikatörler ve indeksler bu çalışma kapsamında öncelikli olarak temsil ettikleri kuraklık çeşitleri ile birlikte Tablo 3.2 ile verilmektedir.

**Tablo 3.2 Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler
(MGM, 2017)**

İndeks / İndikatör	Meteorolojik Kuraklık	Tarımsal Kuraklık	Hidrolojik Kuraklık
Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık)	•	•	
Ondalıklar İndeksi (DI) (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık)	•		
Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık)	•	•	•
Standartlaştırılmış Yağış, Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) (1, 3, 6, 9, 12,24 ve 48 aylık)	•	•	•
Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI) (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık)			•
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 Eğilim 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).

Proje kapsamında meteorolojik hidrolojik ver hidrojeolojik verilerdeki eğilimin tespiti için dünyada yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall testi kullanılmıştır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Genellikle Kendall τ istatistiği olarak da bilinen Mann-Kendall testi ((Mann, 1945), (Kendall, 1975)) verilerin eğiliminin rastgele olup olmadığının belirlenmesi için hidroloji ve klimatolojide yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu test non-parametrik bir test olduğundan verilerin dağılımından bağımsızdır. Bu test ile zaman serisinde eğilim olup olmadığı sıfır hipotezi ile “H₀: Eğilim Yok” ile kontrol edilmektedir (Bayazit, 1996). Bu çalışmada %95 güven aralığı kullanılmıştır. Buna göre $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde z değerleri $-1,96 \leq z \leq 1,96$ şeklinde belirlenmiş olduğundan anlamlı bir eğilim yoksa “0”, artan bir eğilim varsa “+”, azalan bir eğilim varsa “-” ile gösterilmiştir.

Seyhan Havzasında elde edilen meteorolojik kayıtların (yağış, sıcaklık, buharlaşma), hidrolojik ve hidrojeolojik kayıtların (Akım verileri, YAS seviyeleri ve beslenimleri) zaman içerisinde nasıl bir eğilim gösterdiğinin tespit edilmesi için trend analizleri yapılmıştır.

3.2.1 Meteorolojik Eğilim Analizleri

Seyhan Havzası'nda hem 1970–2016 mevcut periyodunda ölçüm yapmış istasyonların hem de istasyon değerlerinden alt havzalara göre alansallaştırılmış yıllık toplam yağış, ortalama sıcaklık ve toplam buharlaşma gibi meteorolojik parametrelerine Mann Kendall eğilim analizi yapılmıştır.

3.2.1.1 Yağış Eğilimleri

Havzada yıllık toplam yağışlar için yapılan Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.3 üzerinde özetlenmiştir. Genel olarak istasyonların eğilimine bakıldığında, havzanın kuzeydoğusunda yer alan Pınarbaşı ve Sarız istasyonlarında anlamlı azalan bir eğilim görülürken; diğer istasyonlarda %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı eğilim gözlenmemektedir.

Seyhan Havzası yıllık toplam yağışları için alt havza bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.8 üzerinde özetlenmiştir. Alt havzalarda yıllık toplam yağışlar için yapılan eğilim analizinde azalan eğilim gösteren Göksu Irmağı Alt Havzası dışında diğer alt havzalarda istatistiksel olarak anlamlı eğilim gözlenmemektedir. Seyhan Havzası genelinde ise bu güven düzeyinde anlamlı bir trend görülmemektedir. Ancak havza geneli için çizilen zaman serisine bakıldığında bu %95 güven düzeyinde anlamlı olmasa da bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 3.1).



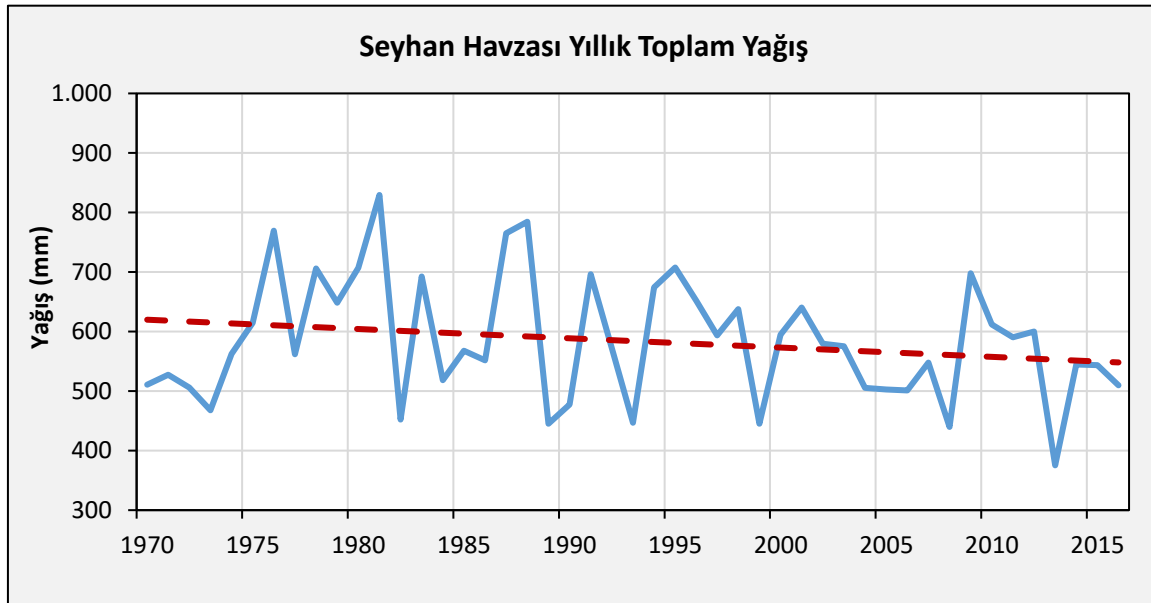
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 3.3 İstasyonlarda Yıllık Toplam Yağışların Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	$\alpha=0,05$ Anlamlılık Düzeyinde z Değeri	$-1,96 < z < 1,96$	Eğilim
17351	Adana	27	0,358	0	Trend Yok
17936	Karaisalı	241	-0,459	0	Trend Yok
17981	Karataş	22	-0,037	0	Trend Yok
17802	Pınarbaşı	1500	-2,210	-	Azalan
17840	Sarız	1500	-2,054	-	Azalan
17837	Tomarza	1397	-0,825	0	Trend Yok
17906	Ulukışla	1453	1,119	0	Trend Yok
6200	Bakırdağ	1300	1,651	0	Trend Yok
5523	Elbaşı	1425	1,009	0	Trend Yok
4839	Örenşehir	1600	1,284	0	Trend Yok
17934	Pozantı	778	0,348	0	Trend Yok



Şekil 3.1 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yağışlar

3.2.1.2 Sıcaklık Eğilimleri

Havzada yıllık ortalama sıcaklıklar için yapılan Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.4 üzerinde özetlenmiştir. Genel olarak istasyonların eğilimine bakıldığında, Adana, Karaisalı, Karataş, Ulukışla, Çatalan, Kaynar, Örenşehir, Pozantı ve Toklar istasyonlarında %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve artan bir eğilim gözlenmiştir. Pınarbaşı, Sarız, Tomarza, Elbaşı ve Pazarören istasyonlarında %95 güven düzeyinde anlamlı bir eğilim görülmezken Bakırdağ istasyonunda ise bu güven düzeyi için anlamlı ve artan bir



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



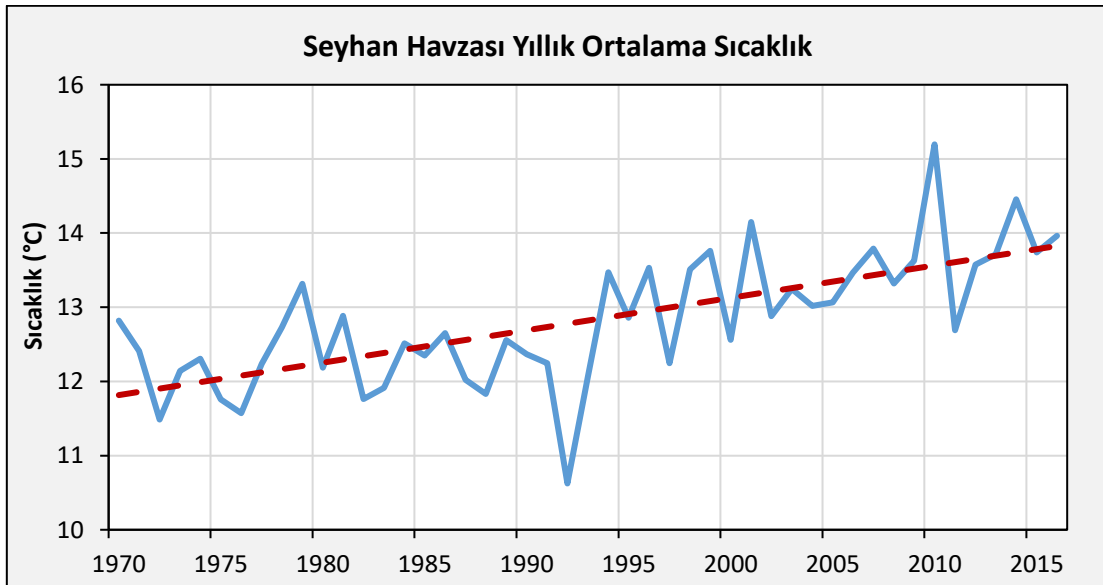
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

eğilim görülmüştür. Seyhan Havzası yıllık ortalama sıcaklıkları için alt havza bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.8 üzerinde özetlenmiştir.

Tablo 3.4 Seyhan Havzası İstasyon Bazlı Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	$\alpha=0,05$ Anlamlılık Düzeyinde z Değeri	$-1,96 < z < 1,96$	Eğilim
17351	Adana	27	3,714	+	Artan
17936	Karaisalı	241	4,154	+	Artan
17981	Karataş	22	4,475	+	Artan
17802	Pınarbaşı	1500	1,348	0	Trend Yok
17840	Sarız	1500	1,559	0	Trend Yok
17837	Tomarza	1397	1,027	0	Trend Yok
17906	Ulukışla	1453	2,458	+	Artan
6200	Bakırdağ	1300	-2,733	-	Azalan
5523	Elbaşı	1425	1,284	0	Trend Yok
4839	Örenşehir	1600	2,907	+	Artan
17934	Pozantı	778	6,603	+	Artan

Sonuçlara göre Seyhan Havzası'nın bütün alt havzalarında yıllık ortalama sıcaklık değerleri %95 güven düzeyinde anlamlı ve artan bir eğilim göstermiştir. Havza geneli için yıllık ortalama sıcaklıkların zaman serisi çizildiğinde de bu artış net bir biçimde görülmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Seyhan Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklıklar Zaman Serisi



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.2.1.3 Buharlaşma Eğilimleri

Havzada yıllık toplam buharlaşma değerleri için Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.5 üzerinde özetlenmiştir. Genel olarak istasyonların eğilimine bakıldığında, Adana ve Ulukışla istasyonlarında %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim gözlenmemektedir. Karaisalı, Karataş ve Tomarza istasyonlarında istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı ve artan eğilim gözlenmiştir. Alt havzaları temsil edecek yeterli sayıda MGİ istasyonunda buharlaşma ölçümü yapılmadığı için alt havzaların eğilimleri incelenmemiştir.

Tablo 3.5 İstasyonlarda Yıllık Toplam Buharlaşma Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	İstasyon Adı	Kot (m)	$\alpha=0,05$ Anlamlılık Düzeyinde z Değeri	$-1,96 < z < 1,96$	Eğilim
17351	Adana	27	0,495	0	Trend Yok
17936	Karaisalı	241	2,898	+	Artan
17981	Karataş	22	1,962	+	Artan
17837	Tomarza	1397	3,595	+	Artan
17906	Ulukışla	1453	-0,825	0	Trend Yok

3.2.2 Hidrolojik Eğilim Analizleri

Hidrolojik eğilim analizleri AGİ'lerde 1970–2015 yıllarında gözlenen yıllık toplam doğal akımlar için gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1 Akım Eğilimleri

Seyhan Havzasındaki AGİ'lerin yıllık toplam doğal akımları için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Seyhan Havzası yıllık toplam doğal akımları için istasyon bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.6 ile gösterilmiştir.

Tabloda gözükten sonuçlara göre yıllık toplam doğal akımlar için yapılan eğilim analizinde E18A017, E18A022, E18A027, D18A012 ve D18A017 nolu AGİ'lerde %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve azalan eğilimler görülmüştür. Diğer istasyonlarda ise bu güven düzeyinde anlamlı bir eğilim görülmemiştir.

Seyhan Havzası yıllık toplam doğal akımları için alt havza bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.8 ile gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Seyhan Havzası'nda %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim görülmemiştir. Ancak yıllık toplam akımların zaman serisi çizildiğinde, bu güven düzeyinde anlamlı olmasa da bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 3.3).



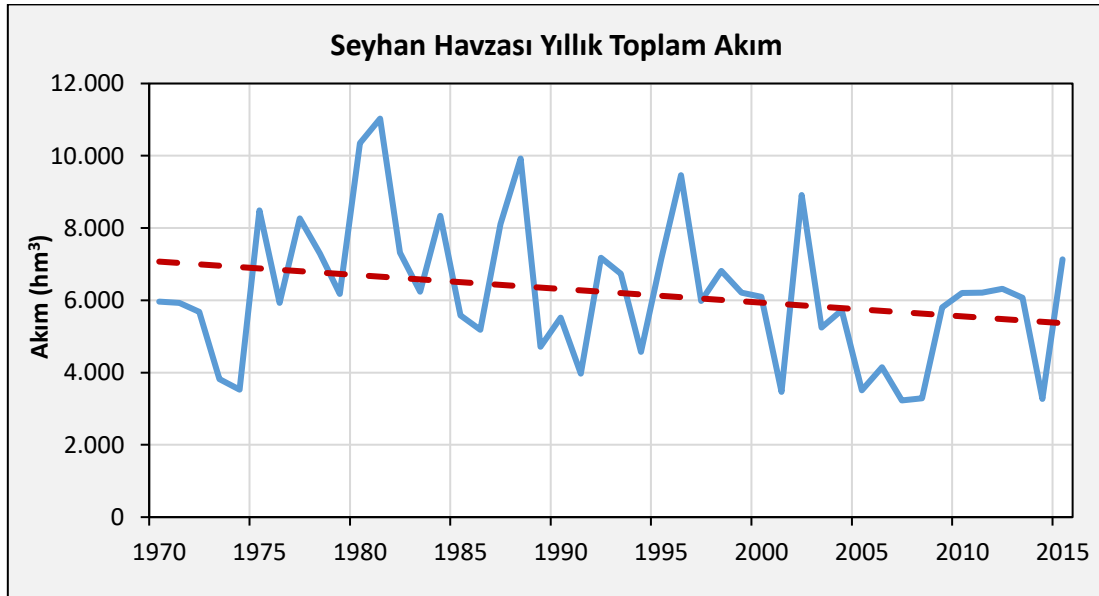
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 3.6 Seyhan Havzası Yıllık Doğal Akımları AGİ Bazlı Eğilim Analizi Sonuçları

İstasyon No	Akarsu Adı	Kot (m)	Yağış Alanı (km ²)	$\alpha=0,05$ Anlamlılık Düzeyinde z Değeri	-1,96<z<1,96	Eğilim
E18A001	Göksu Nehri	665	2.596,8	-0,814	0	Trend Yok
E18A005	Göksu Nehri	312	4.242,8	-1,326	0	Trend Yok
E18A017	Çakıt Suyu	150	1.582,4	-2,386	-	Azalan
E18A018	Seyhan Nehri	148	13.846,0	-1,401	0	Trend Yok
E18A020	Körkün Suyu	167	1.440,8	-1,932	0	Trend Yok
E18A022	Zamantı N.	1.270	6.334,8	-2,026	-	Azalan
E18A023	Zamantı N.	1.453	2.756,0	-1,894	0	Trend Yok
E18A024	Göksu N.	1.200	1.526,4	-0,511	0	Trend Yok
E18A025	Eğlence Deresi	222	544,5	-1,193	0	Trend Yok
E18A026	Zamantı N.	360	8.698,1	-1,685	0	Trend Yok
E18A027	Zamantı N.	740	7718,0	-2,216	-	Azalan
E18A028	Çakıt Suyu	80	1.896,9	-1,666	0	Trend Yok
E18A035	Asmaca Çayı	802	497,1	-1,363	0	Trend Yok
D18A012	Körkün Suyu	1.109	1.065,0	-2,556	-	Azalan
D18A016	Üçürge Suyu	400	121,0	-1,023	0	Trend Yok
D18A017	Sarız Suyu	1.542	315,6	-2,310	-	Azalan
D18A018	İnderesi	1.400	136,0	-1,079	0	Trend Yok
D18A019	Asmaca Çayı	550	619,0	-0,985	0	Trend Yok
D18A031	Zamantı N.	500	8.291,5	-1,666	0	Trend Yok
D18A036	Göksu Nehri	495	3.456,3	-1,212	0	Trend Yok



Şekil 3.3 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Akımlar Zaman Serisi



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.2.2.2 Yeraltı Suyu Eğilim Analizleri

Seyhan Havzası yeraltı suyu eğilim analizleri değerlendirmesinde, hem havzada bulunan ve DSİ tarafından yeraltı suyu seviye ölçümü yapılan rasat kuyuları (Şekil 3.4), hem de abcd Modeli ile her alt havza için elde edilen YAS beslenme değerleri kullanılmıştır.

Kuyuların rasat türlerine göre ölçüm sıklıkları değişmektedir. Seyhan Havzası'nda özellikle mevsimlik yeraltı suyu ölçümü yapılan kuyular bulunmaktadır. Mevsimlik ölçümü yapılırken Nisan ve Ekim aylarında ölçümler alınmıştır. Bu dönemde alınan ölçümlerde Nisan dönemi yıl içindeki yağışlı, Eylül dönemi ise kurak ay kapsamaktadır. Diğer rasat türü ise aylık olup bu rasat değerleri uzun yıllar aylık olarak yapılmıştır. Seyhan Havzası'nı Ceyhan ve Asi havzalarına göre karşılaştıracak olursak rasat kuyusu ve yeraltı suyu işletme alanı bakımından daha sınırlı kalmıştır.

Havzada kuyular Zamantı Irmağı ve Kayseri DSİ Bölgesi sınırları içinde kalan Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzaları'nda yer almaktadır. Seyhan Havzası yıllık yer altı suyu zaman serileri için kuyu bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları Tablo 3.7 ile özetlenmiş olup yıllık yer altı suyu zaman serileri için yapılan eğilim analizinde neredeyse bütün kuyular istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı ve azalan bir eğilim gözlemlenmiş olup sadece Aşağı Seyhan Ovası'nda yer alan iki kuyu için belirgin bir eğilimin olmadığı görülmüştür.

YAS beslenimlerine göre yapılan eğilim analizinde ise havza genelinde artan eğilim (Şekil 3.5), alt havzalar bazında ise trend görülmemiştir.

Tablo 3.7 Seyhan Havzası Yeraltı Suları Kuyu Bazlı Eğilim Analizi Sonuçları

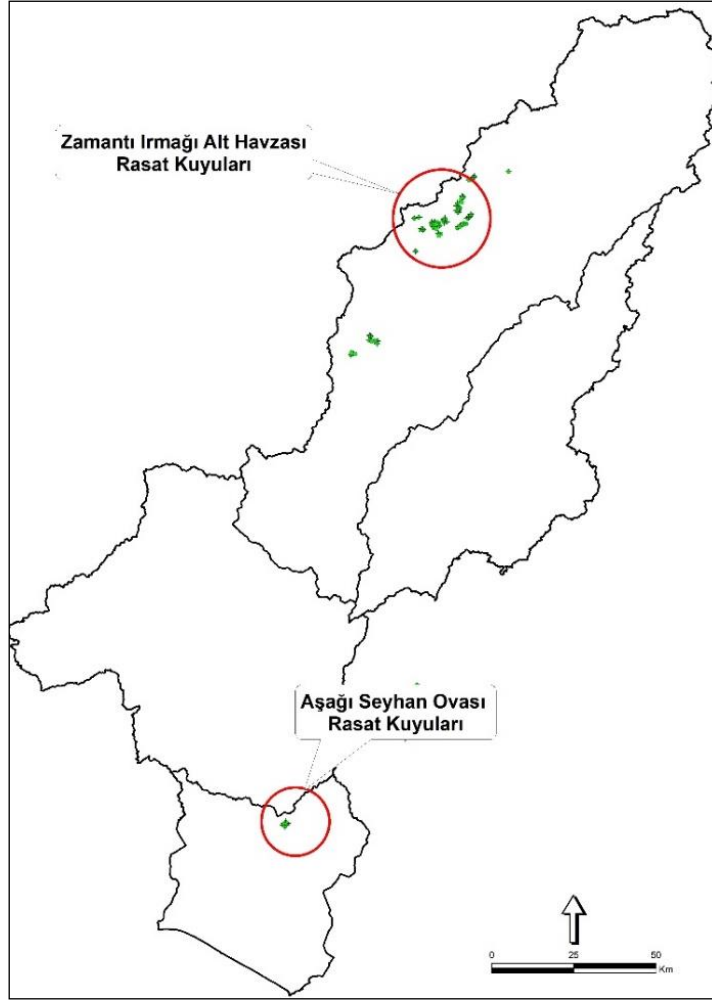
Kuyu Yeri/Alt Havzası	Kuyu No	Kuyu Zemin Kotu (m)	Kuyu Derinliği (m)	Akifer Birim	Ölçüm Aralığı	Ölçüm Periyodu	$\alpha=0,05$ Anlamlılık Düzeyinde z Değeri	- 1,96<z<1,96	Eğilim
Zamantı Irmağı	41140	1434	175	Alüvyon+Tüf	1996-2017	Mevsimlik	-4,089	-	Azalan
	16001	1436	184	Alüvyon+Kireçtaşı	1996-2017	Mevsimlik	-2,087	-	Azalan
	15995	1431	184	Alüvyon+Kireçtaşı	1996-2017	Mevsimlik	-4,681	-	Azalan
	46540	1449	188	Alüvyon+Tüf	1996-2017	Mevsimlik	-5,104	-	Azalan
	25333	1441	145	Alüvyon+Tüf	1996-2017	Mevsimlik	-4,596	-	Azalan
	25331	1443	150	Alüvyon+Tüf	1996-2017	Mevsimlik	-5,611	-	Azalan
	25330	1432	140	Alüvyon+Tüf	1996-2017	Mevsimlik	-5,696	-	Azalan
Aşağı Seyhan Ovası	54036	27	52	Alüvyon	2002-2016	Aylık	0,585	0	Trend Yok
	54037	28	56	Alüvyon	2002-2016	Aylık	0,450	0	Trend Yok



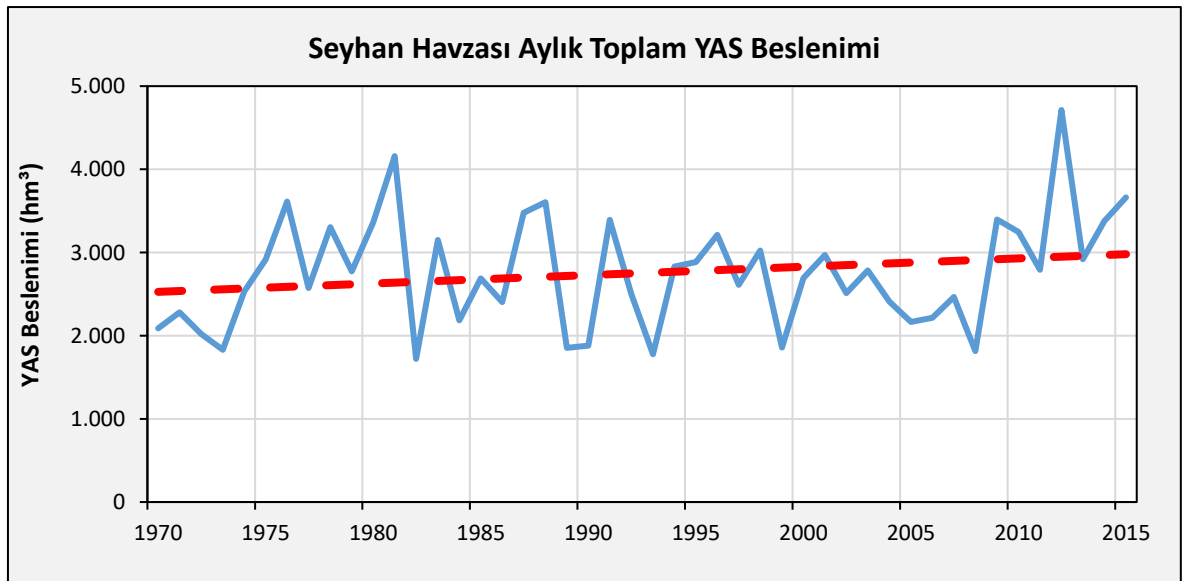
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.4 Seyhan Havzası Rasat Kuyuları Lokasyon Haritası



Şekil 3.5 Seyhan Havzası Yıllık Toplam Yeraltı Suyu Beslenimi Zaman Serisi



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Sonuç olarak Seyhan Havzası ve alt havzaları için yağış, sıcaklık, akım ve YAS beslenimi parametrelerinin Mann Kendall testinin %95 anlamlılık düzeyine göre eğilim yönleri Tablo 3.8 ile sunulmuştur. 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 3.8 Seyhan Havzası Mevcut Dönem Parametrelerin Eğilimleri

Parametre	Alt Havzalar	z	Eğilim
YAĞIŞ	Zamantı Irmağı	-1,339	Trend Yok
	Göksu Irmağı	-3,411	Azalan
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-0,422	Trend Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	0,514	Trend Yok
	Seyhan Havzası	-1,302	Trend 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	Trend Yok
	Göksu Irmağı	-1,326	Trend Yok
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-1,666	Trend Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	-1,666	Trend Yok
	Seyhan Havzası	-1,591	Trend Yok
YAS	Zamantı Irmağı	-0,265	Trend Yok
	Göksu Irmağı	-0,587	Trend Yok
	Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu B.Y.	-0,776	Trend Yok
	Aşağı Seyhan Ovası	-0,776	Trend Yok
	Seyhan Havzası	1,288	Artan



3.3 Kuraklık Şiddet Analizleri

3.3.1 Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)

Normalin Yüzdesi İndeksi'ne (PNI) ait aylık değerler havzadaki istasyonlar için hesaplanmış, daha sonra bu değerler Seyhan Havzası'nın tümünü kapsayacak şekilde ağırlıklı ortalamalar alınarak alansallaştırılmıştır.

PNI 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık için hesaplanan değerler Şekil 3.6 ile verilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup, kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Şekil 3.6'e bakıldığında aylık zaman serilerinde salınımların aylık değişimlere bağlı olarak daha sık olduğu, zaman adımları büyüdükçe salınımların daha yumuşak hale geldiği görülmektedir. Hafif, orta ve şiddetli kuraklık değerlerine 1 aylık indeks değerlerinde daha fazla rastlanmakta iken 3, 6, 9 ve 12 aylık indeks değerlerinde bu sayı gittikçe azalmaktadır.

12 aylıktan küçük zaman aralıkları için sadece şiddetli kuraklık görülen yıllar, 12 aylık zaman aralığı için ise tüm kuraklık sınıfları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede;

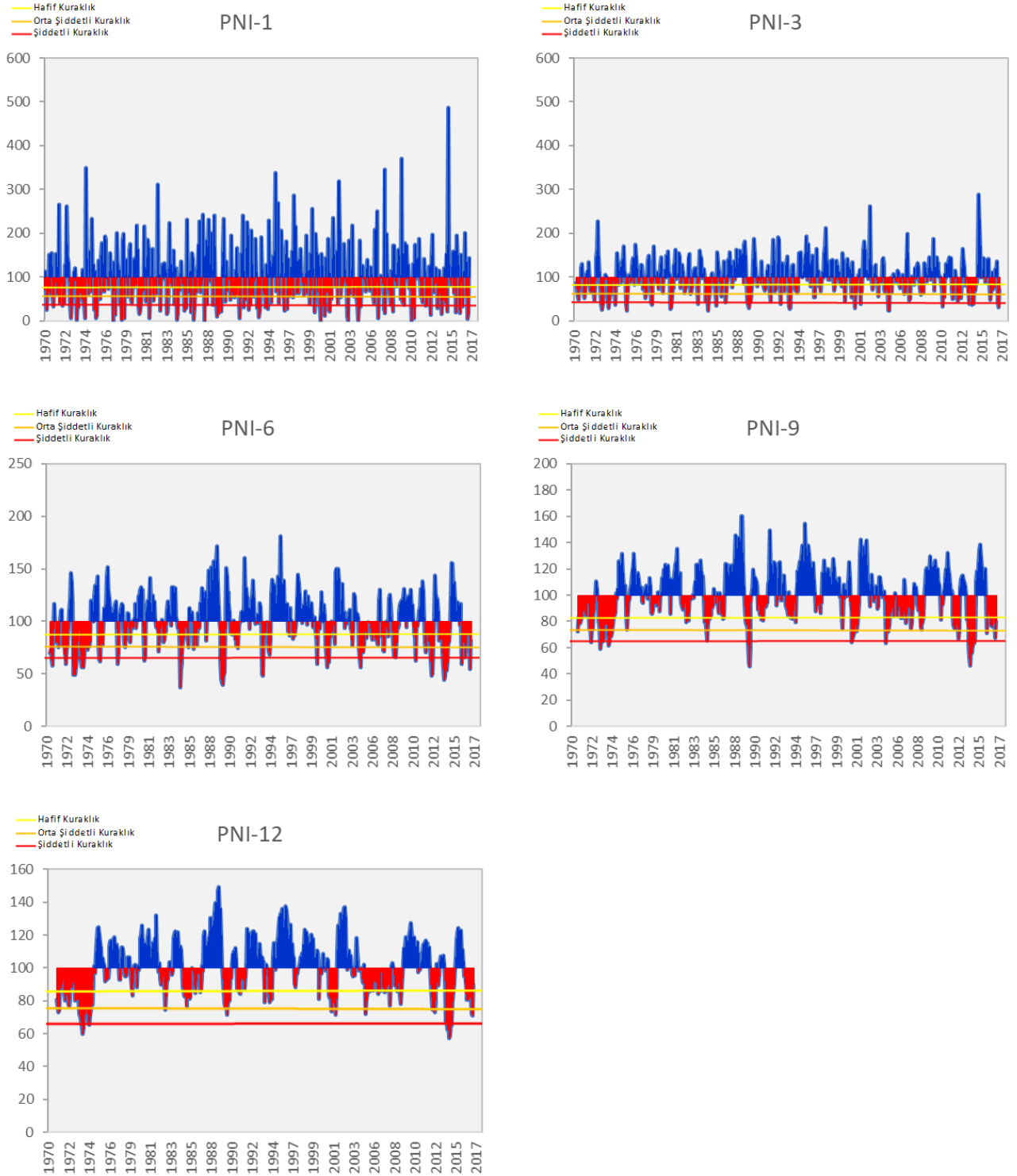
- PNI 1 indeksi 1970-1975, 1977-1989, 1991-1997, 2000-2001, 2003-2005, 2007-2008, 2010 ve 2012-2016 yıllarında,
- PNI 3 indeksi 1973-1975, 1978, 1980, 1983-1986, 1989, 1993, 2000-2001, 2005, 2010, 2013-2014 ve 2016 yıllarında,
- PNI 6 indeksi 1970, 1972-1975, 1977, 1981, 1984, 1989, 1993, 2000-2001, 2005, 2010, 2012-2014 ve 2016 yıllarında,
- PNI 9 indeksi 1972-1973, 1989, 2000-2001, 2005, 2013-2014 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- PNI 12 indeksi ise 1972, 1979, 1985-1987, 1999, 2006-2008 yıllarında hafif kuraklığı, 1971, 1982, 1989 2001, 2005, 2012 ve 2016 yıllarında orta şiddetli kuraklığı, 1973-1974 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.6 Seyhan Havzası PNI Aylık Şiddet Zaman Serileri

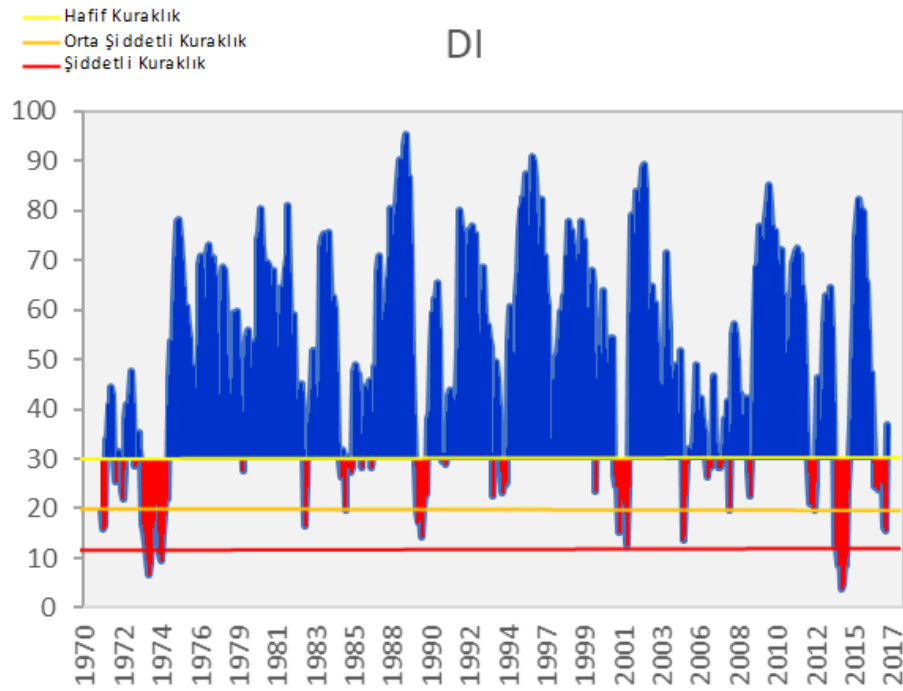


3.3.2 Ondalıklar İndeksi (DI)

Ondalıklar İndeksi'ne (DI) ait aylık değerler havzadaki istasyonlar için hesaplanmış, daha sonra bu değerler Seyhan Havzası'nın tümünü kapsayacak şekilde ağırlıklı ortalamalar alınarak alansallaştırılmıştır. Ondalıklar İndeksi için hesaplanan değerler Şekil 3.7 ile verilmiştir. Seride mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Şekil 3.7'a bakıldığında DI indeksi 1972, 1979, 1985-1987, 1993, 1999 ve 2007-2008 yıllarında hafif kuraklığı, 1971, 1982, 1989, 2001, 2005, 2012 ve 2016 yıllarında orta şiddetli kuraklığı, 1973-1974 ve 2014 yıllarında ise şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.

Hafif kuraklığı işaret eden DI indeksinin 1993 yılı ve PNI 12 indeksinin 2006 yılı hariç diğer tüm yıllarda, DI indeksi ile PNI 12 indeksi aynı kuraklık koşulları için aynı yılları işaret etmektedir.



Şekil 3.7 Seyhan Havzası Aylık DI Şiddet Zaman Serisi



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.3.3 Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI)

Standart Yağış İndeksi'ne (SPI) ait 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık değerler havzadaki istasyonlar için hesaplanmış, daha sonra bu değerler Seyhan Havzası'nın tümünü kapsayacak şekilde ağırlıklı ortalamalar alınarak alansallaştırılmıştır.

Seyhan Havzası SPI kuraklık şiddeti zaman serileri Şekil 3.8 üzerinde gösterilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Şekil 3.8'ye bakıldığında 12 aylıktan küçük zaman aralıkları için sadece şiddetli kuraklık görülen yıllar, 12 aylık ve daha büyük zaman aralıkları için ise tüm kuraklık sınıfları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede;

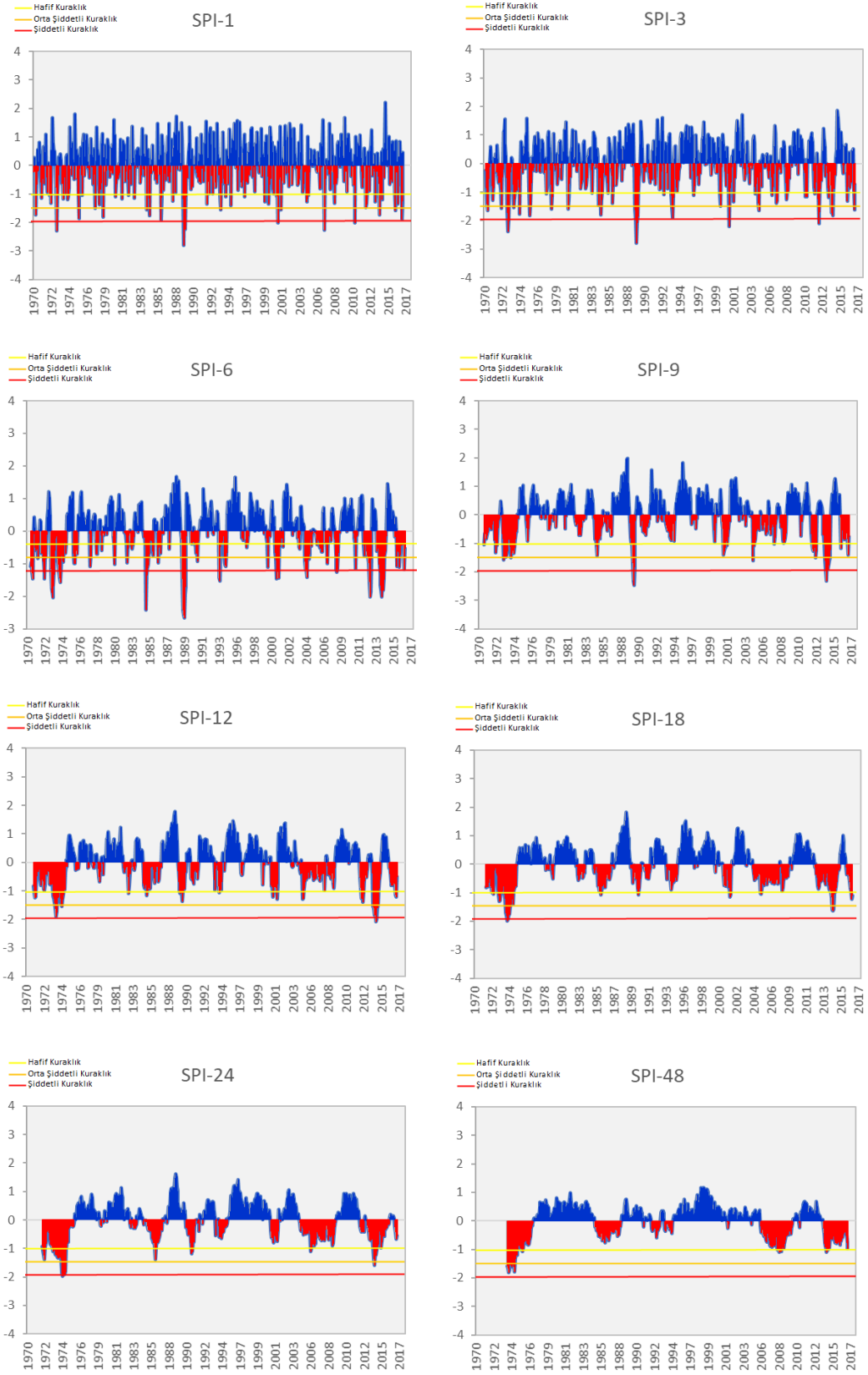
- SPI 1 indeksi 1972, 1989, 2000, 2007, 2010 ve 2016 yıllarında,
- SPI 3 indeksi 1972, 1989, 2000 ve 2011 yıllarında,
- SPI 6 indeksi 1973, 1984, 1989, 2012 ve 2014 yıllarında,
- SPI 9 indeksi 1989 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPI 12 indeksi 1971, 1982, 1984, 1989, 2001, 2005, 2012 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 1974 yılında orta şiddetli kuraklığı, 1973 ve 2014 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPI 18 indeksi 1972-1973, 1985, 1989, 2001, 2005 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 2014 yılında orta şiddetli kuraklığı, 1973 yılında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPI 24 indeksi 1973, 1986, 1990, 2006 ve 2015 yıllarında hafif kuraklığı, 1972 ve 2014 yıllarında orta şiddetli kuraklığı, 1974 yılında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPI 48 indeksi 1975, 2008, 2014 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 1974 yılında ise orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir. Bu indekse göre şiddetli kuraklık görülen yıl bulunmamaktadır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.8 Seyhan Havzası SPI Aylık Şiddet Zaman Serileri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.3.4 Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)

Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) farklı periyotlarda (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık) hesaplanmış olup havza için hesaplanan SPEI değerleri aşağıdaki zaman serilerinde sunulmuştur. Havza için değerler, havzadaki istasyonlar bazından hesaplanmış olan SPEI değerlerinin Seyhan Havzası'nın tümünü kapsayacak şekilde ağırlıklı ortalamaları alınarak alansallaştırılmasıyla bulunmuştur.

Seyhan Havzası için SPEI kuraklık şiddeti zaman serileri Şekil 3.9 üzerinde gösterilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Şekil 3.9'e bakıldığında 12 aylıktan küçük zaman aralıkları için sadece şiddetli kuraklık görülen yıllar, 12 aylık ve daha büyük zaman aralıkları için ise tüm kuraklık sınıfları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede;

- SPEI 1 indeksi 1994, 2000 ve 2010 yıllarında,
- SPEI 3 indeksi 1989 ve 2010 yıllarında,
- SPEI 6 ve SPEI 9 indeksi 1989 yılında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPEI 12 indeksi 1971, 1973-1974, 1989, 1994, 2001, 2004, 2007-2009 ve 2012 yıllarında hafif kuraklığı, 2001, 2014 ve 2016 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPEI 18 indeksi 1973, 1990, 2001, 2007-2009 ve 2013 yıllarında hafif kuraklığı, 1974, 2014 ve 2016 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPEI 24 indeksi 1973, 1986, 1990, 2001, 2007-2009, 2013 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 1974 ve 2014 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SPEI 48 indeksi 1974, 2007-2009 ve 2015 yıllarında hafif kuraklığı, 2014 ve 2016 yıllarında ise orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.

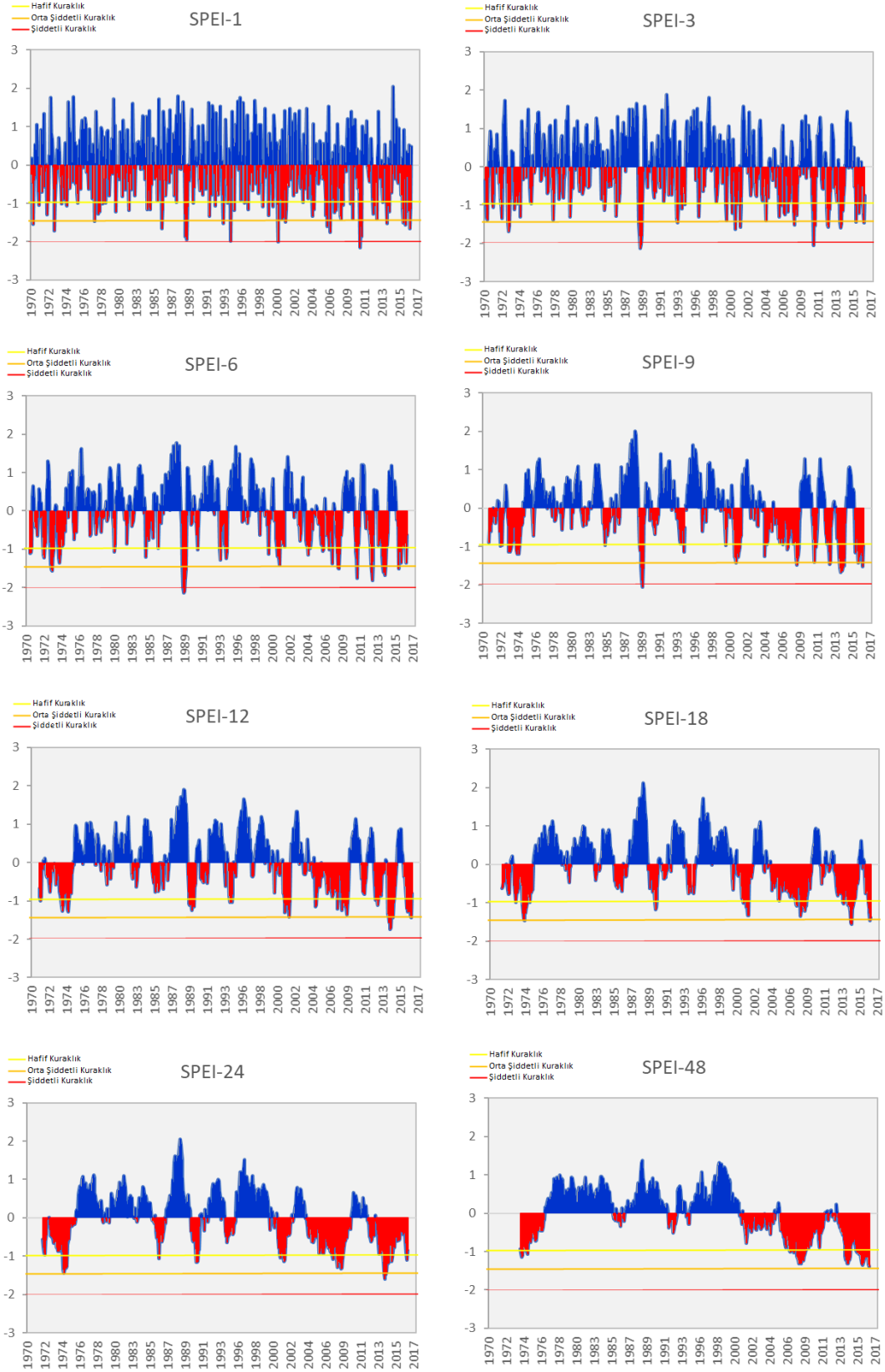
SPEI 12, 18, 24 ve 48 indeksine göre şiddetli kuraklık görülen yıl bulunmamaktadır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.9 Seyhan Havzası SPEI Aylık Şiddet Zaman Serileri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.3.5 Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI)

Standartlaştırılmış Akım İndeksi (SRI) yapılan çalışma kapsamında farklı periyotlar için (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık) hesaplanmıştır. Standartlaştırılmış Akım İndeksi'ne ait zaman serileri, bu proje kapsamında hesaplanan diğer indekslerle tutarlı ve karşılaştırılabilir olması için aynı yılları kapsayan veriler kullanılmıştır. Havzaya ait 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 48 aylık SRI şiddet zaman serileri Şekil 3.10 ile verilmiştir.

Şekil 3.10'ye bakıldığında 12 aylıktan küçük zaman aralıkları için sadece şiddetli kuraklık görülen yıllar, 12 aylık ve daha büyük zaman aralıkları için ise tüm kuraklık sınıfları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede;

- SRI 1 indeksi 2007-2008 ve 2014 yıllarında,
- SRI 3 ve SRI 6 indeksinde 2001 ve 2007-2008 yıllarında,
- SRI 9 indeksi 2007-2008 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SRI 12 indeksi 1973-1974, 1990-1991 ve 2015 yıllarında hafif kuraklığı, 1974, 2001, 2005-2006 ve 2014 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SRI 18 indeksi 1990 ve 1992 yıllarında hafif kuraklığı, 1974, 2001, 2006-2007 ve 2015 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SRI 24 indeksi 1990, 2006 ve 2015 yıllarında hafif kuraklığı, 1974 ve 2007 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- SRI 48 indeksi 1974 ve 2006 yıllarında hafif kuraklığı, 2007 yılında ise orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.

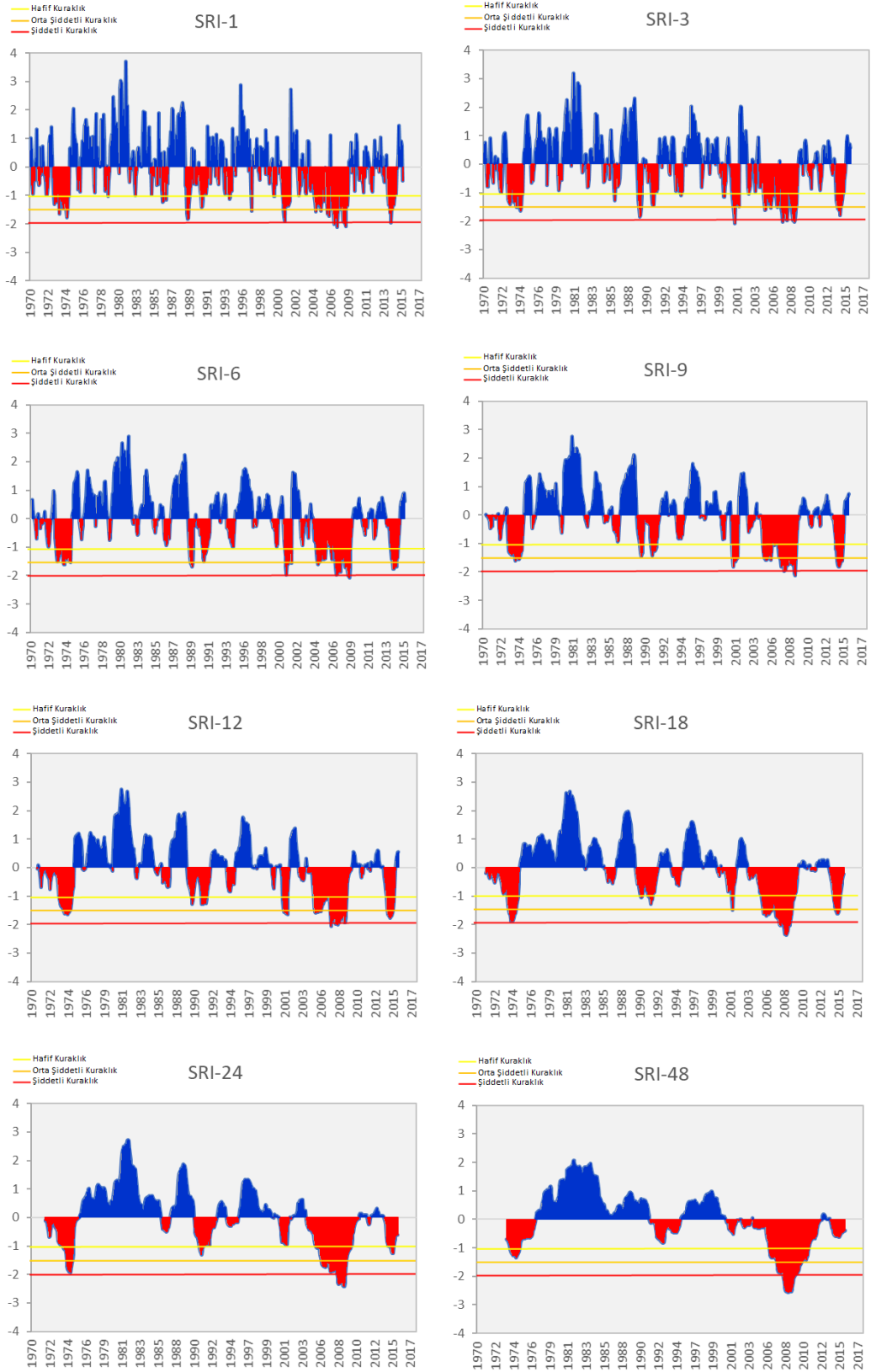
SRI 12 indeksi 2007 ve 2008 yıllarında şiddetli kuraklığı işaret ederken, SRI 18, 24 ve 48 indeksi 2008 yılında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.10 Seyhan Havzası SRI Aylık Zaman Serileri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.3.6 Yeraltı Suyu İndeksi (SGI)

Yeraltı suyu kuraklık analizi kapsamında yapılmış yeraltı suyu indeks çalışmalarında genellikle yeraltı suyu rasat kuyuları kullanılmaktadır. Ancak, yapılan çalışmalar incelendiğinde, rasat kuyuları ile yeraltı seviyelerine bağlı değişimlerden doğal iklim koşullarının sonucu olarak yeraltı suyu seviye değişimleri arasında bir korelasyon bulunmamaktadır. Rasat kuyularında oluşan seviye düşümleri kuraklık veya iklim değişiminden çok antropojenik baskı olarak nitelendirdiğimiz yeraltısuyu kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Bunun nedeni, rasat kuyularının işletme kuyularının yakınında açılmış olması, rasat kuyusunun karakterize ettiği akifer birimlerin belirsizliği ve her alt havzada homojen olarak kurulmuş rasat kuyusu bulunmamasından dolayı bu yöntemin kullanılması uygun değildir.

Projede 2. Ara Rapor kapsamında hazırlanmış olan yeraltısuyu model çalışması sonucunda üretilen uzun yıllar aylık yeraltısuyu beslenme değerlerinden, alt havza bazlı SGI analizleri yapılmıştır. Bunun anlamı, yeraltısuyu beslenimleri ile doğru orantılı olarak rasat kuyularının seviye değişimleri de doğrusallık kazanacağına, yağış, sıcaklık, akım, havza yapısı, yağış-akış ilişkisi, toprak yapısı ve alt havza morfolojisine bağlı olarak, buldukları bölgeye ait doğal yeraltısuyu beslenimlerine ulaşılmıştır.

Aşağıda, alt havza bazlı olarak yeraltısuyu beslenme değerleri ile oluşturulmuş 1, 3, 6, 12, 18, 24 ve 48 aylık zaman dilimine ait SGI analizleri verilmiştir.

SGI 12 aylıklar incelendiğinde kurak ve yağışlı dönemlerin zaman aralıklarını görmek daha sağlıklıdır. Seyhan Havzası SGI kuraklık şiddeti zaman serileri aşağıda gösterilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir. SGI grafiklerindeki (+4) – (-4) arasında değişen değerler kuraklığın şiddetini veya yağışlı dönemlerin şiddetini belirtmektedir.

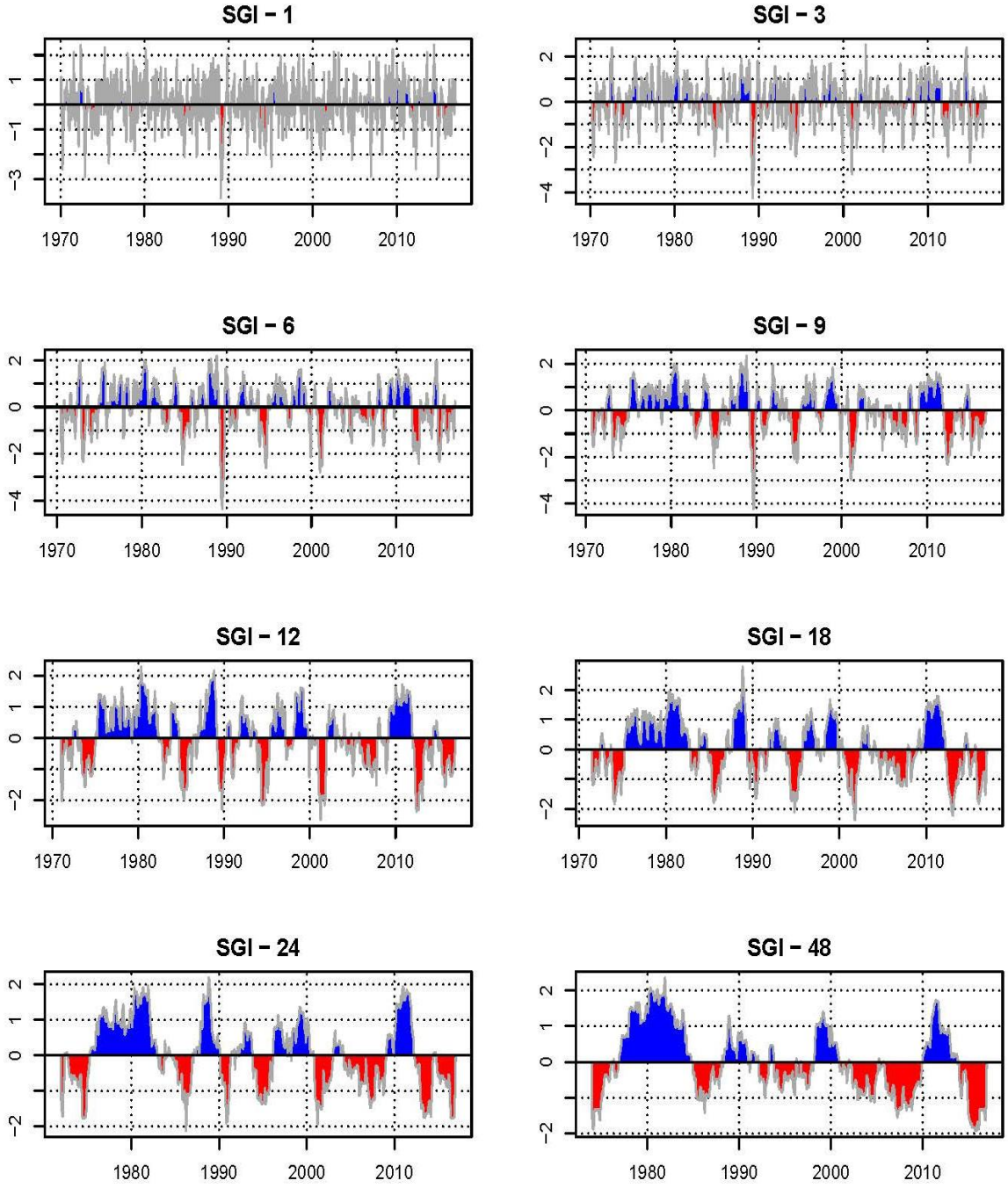
Genel olarak 2012 yılından günümüze kadar kurak dönemin gerçekleştiği ve geçmiş yıllarda da 2000 – 2010 yılları arasında uzun bir dönemde yeraltısuyu beslenimi bakımından kurak bir devrede olduğu görülmüştür. Bu dönemlerdeki yeraltısuyu kuraklığı, Aşağı Seyhan Alt Havzası'nda daha şiddetli görülmüştür. Seyhan havzasına bağlı 3 alt havza genelinde, 1970 – 1976, 1986 – 1988, 1992 – 1996 dönemlerinde de yeraltısuyu bakımından kurak dönemler gerçekleşmiştir. Zamantı Irmağı Alt Havzası'ndaki 2000 – 2010 yılları arasındaki kuraklık daha belirgindir. Bu analizler sonucunda havzanın kuzey ucu ile güney uç kısımlarını oluşturan Zamantı ve Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzaları'ndaki dönemsel farklılıklar da belirlenmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



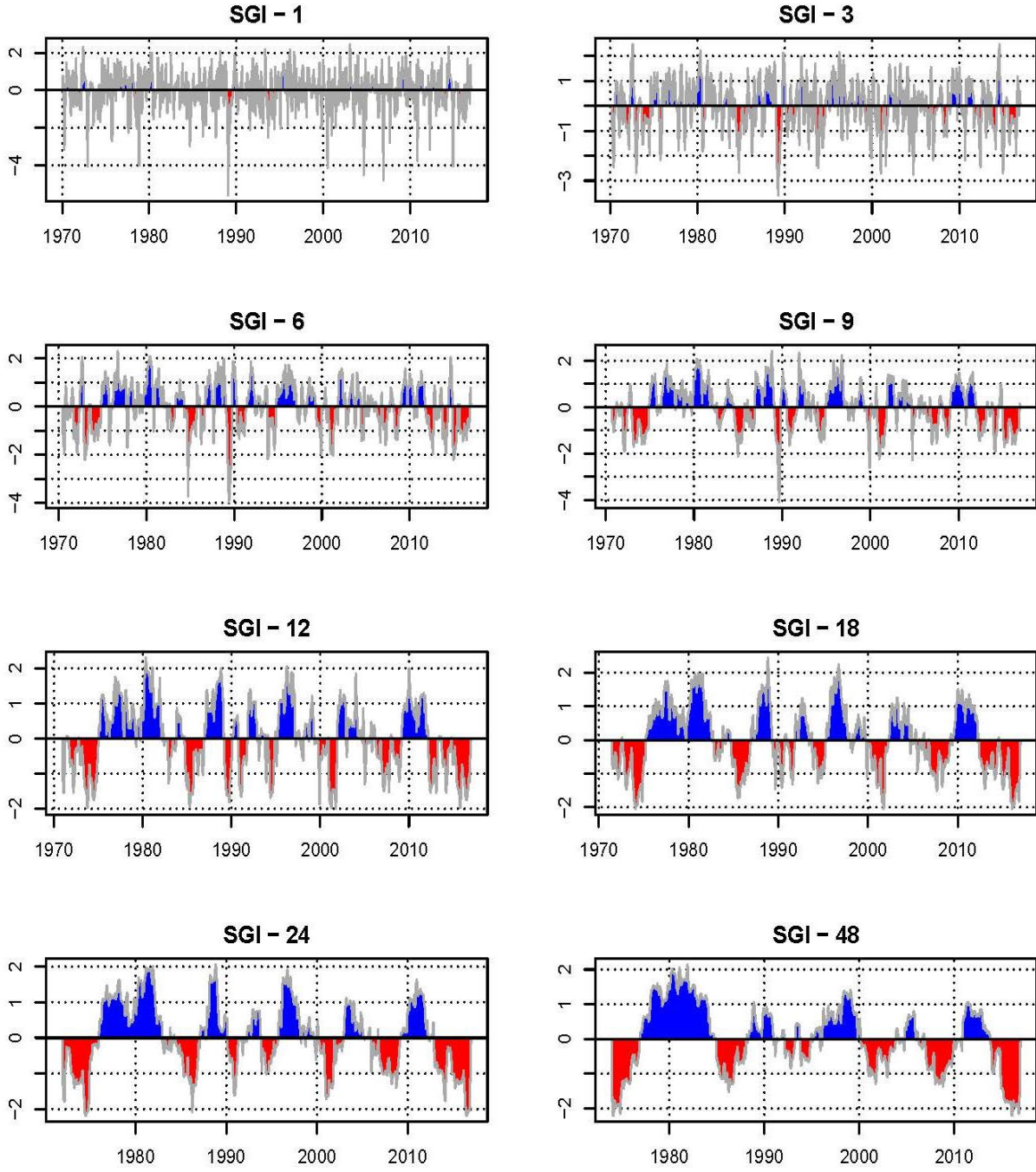
Şekil 3.11 Zamantı Irmağı Alt Havzası SGI Analizleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



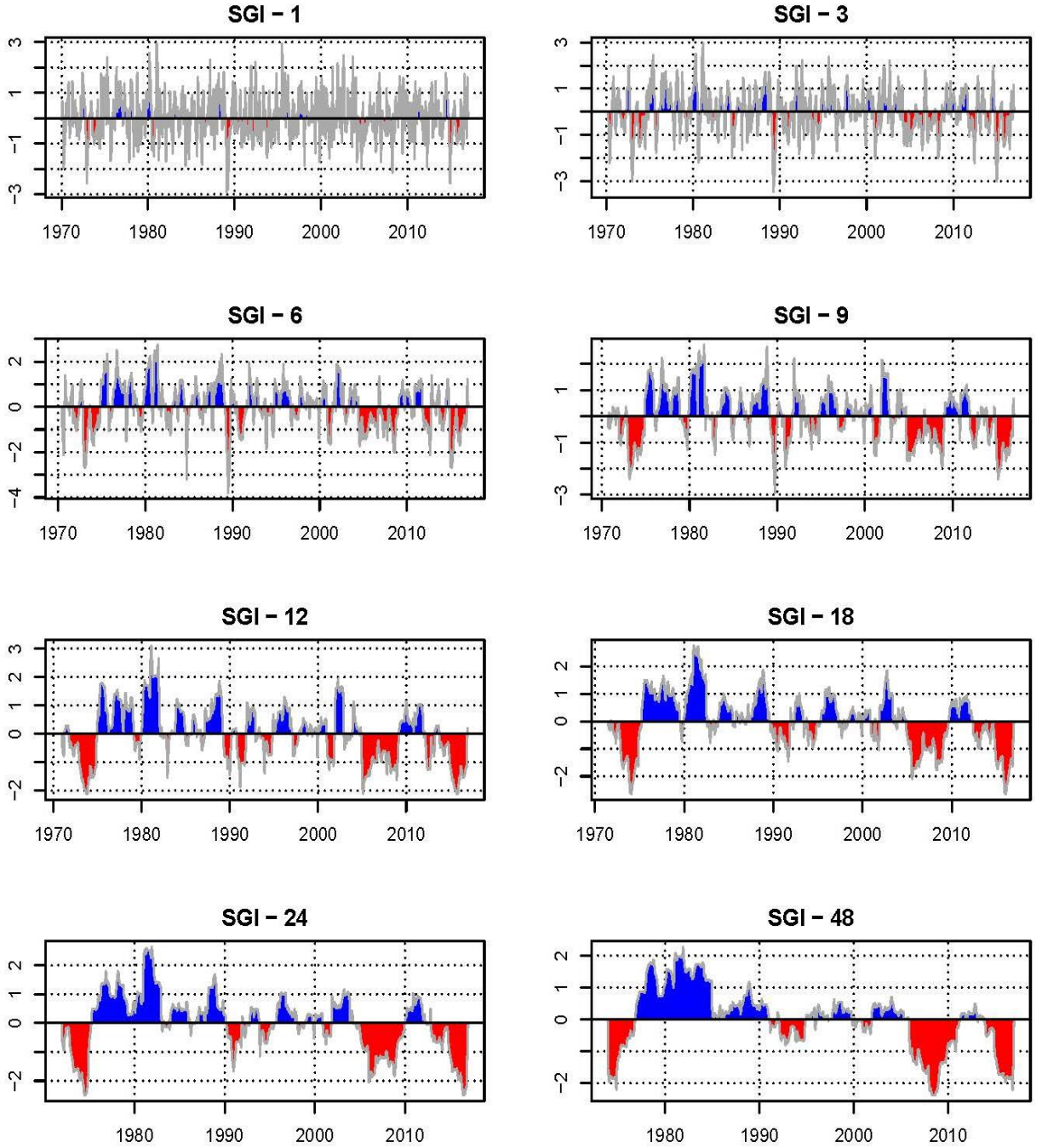
Şekil 3.12 Göksu Irmağı Alt Havzası SGI Analizleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



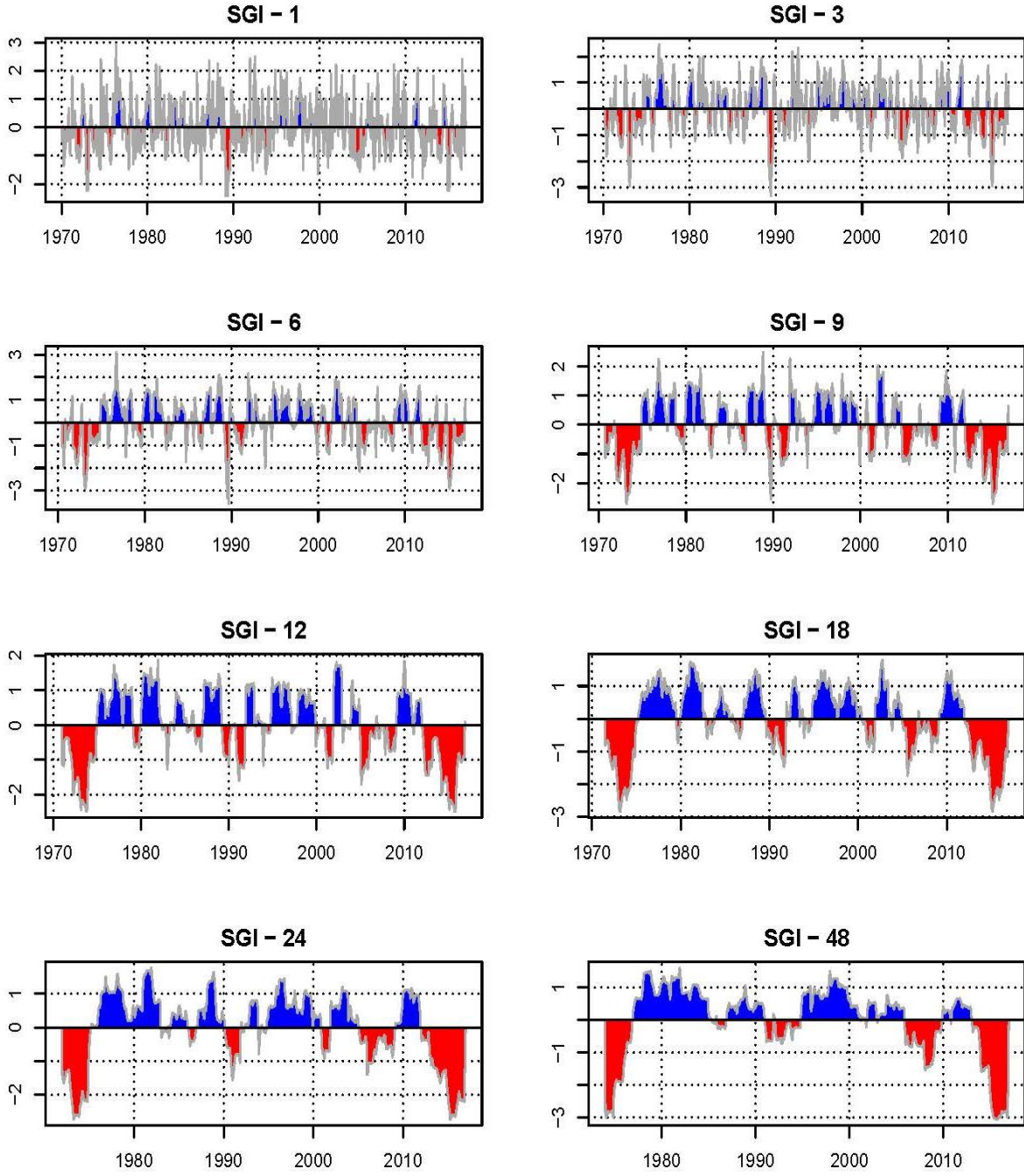
Şekil 3.13 Seyhan Barajı- Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası SGI Analizleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.14 Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası SGI Analizleri



3.3.7 Palmer Kuraklık İndeksleri

Palmer kuraklık indekslerine ait kuraklık şiddeti zaman serileri, Seyhan Havzası için hesaplanmıştır. Zamana göre değişen Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI), Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (sc-PDSI), Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) ve Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (sc-PHDI) aylık değerleri öncelikle havzadaki istasyonlar için hesaplanmış, daha sonra bu değerler Seyhan Havzası'nın tümünü kapsayacak şekilde ağırlıklı ortalamalar ile alansallaştırılmıştır.

Palmer Kuraklık İndeksleri zaman serileri Şekil 3.15 ile gösterilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Şekil 3.15'e bakıldığında;

- PDSI indeksi 1972, 1974, 1986, 1989, 2004, 2006-2007, 2012-2013 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 2008 ve 2014 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.
- PHDI indeksi 1972, 1985, 1989, 2006-2007, 2012-2013 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 1974, 2008 ve 2014 yıllarında orta şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.

PDSI ve PHDI indekslerine göre şiddetli kuraklık görülen yıl bulunmamaktadır.

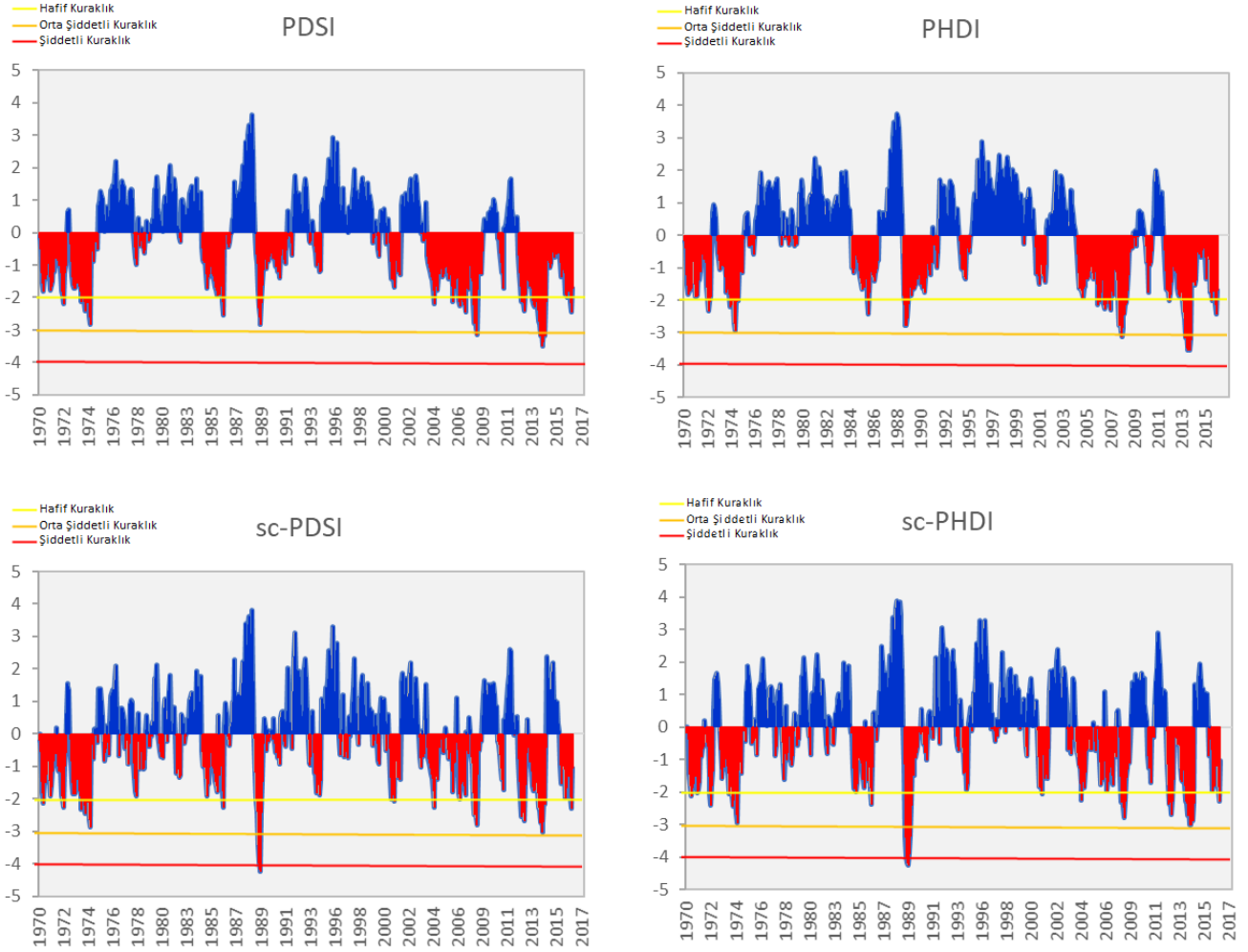
- sc-PDSI ve sc-PHDI indeksleri aynı kuraklık sınıfları için aynı yılları işaret etmektedir. Buna göre bu indeksler 1970, 1972-1974, 1986, 2001, 2004, 2008, 2012-2013 ve 2016 yıllarında hafif kuraklığı, 2014 yılında orta şiddetli kuraklığı ve 1989 yılında şiddetli kuraklığı işaret etmektedir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

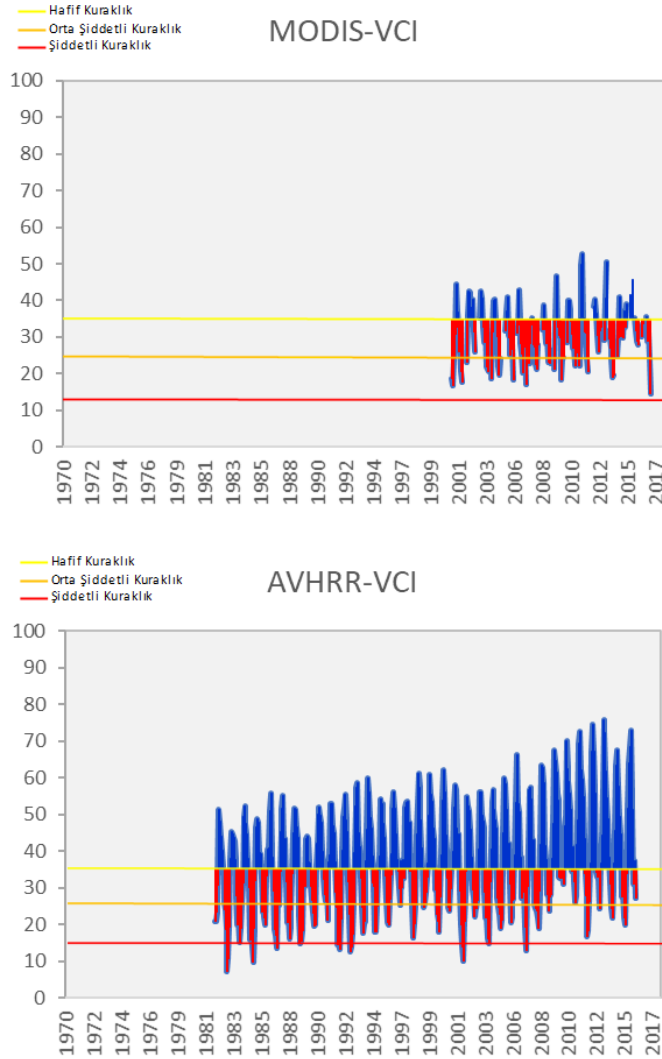


Şekil 3.15 Seyhan Havzası PDSI, sc-PDSI, PHDI ve sc PHDI Aylık Zaman Serileri

3.3.8 Bitki Durumu İndeksi (VCI)

VCI bu çalışma için MODIS ve AVHRR uydu verisinden elde edilen NDVI değerleri kullanılarak Seyhan Havzası için yapılan kuraklık analizleri sonucu tespit edilen kuraklığın karşılaştırılması amacıyla hesaplanmıştır.

Bu doğrultuda havza alanı sınırları içerisindeki 250 m'lik her uydu hücresi için 2001-2016 yıllarını kapsayan uydu verileri kullanılarak elde edilen VCI zaman serileri Şekil 3.16 ile sunulmuştur. Zaman serisinde kırmızı ile gösterilen VCI değerleri bitki durumundaki kuraklığa işaret ederken, mavi ile gösterilen değerler ise bitki durumunun mevsim ve iklim normallerinde olduğu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 3.16 Seyhan Havzası Yıllarına Ait MODIS (2001-2016) ve AVHRR (1982-2015) VCI Değerleri Alansal Ortalaması Zaman Serisi

3.3.9 Seyhan Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri

Seyhan Havzası kuraklık analizi çalışmaları kapsamında bu bölümde yöntemleri açıklanan indeksler için literatürde kullanımı tercih edilmiş kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri, tüm indekslerin tutarlı şekilde karşılaştırılabilmesine olanak sağlamak için dört ana kuraklık sınıfı kullanılmıştır: Şiddetli Kuraklık, Orta Şiddetli Kuraklık, Hafif Kuraklık, Kuraklık yok – Normal/Nemli Durum olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.9’de Seyhan Havzası’nda kuraklık analizi çalışması kapsamında kullanılan indekslere ait kuraklık sınıflandırması ve eşik değerleri verilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 3.9 Seyhan Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri

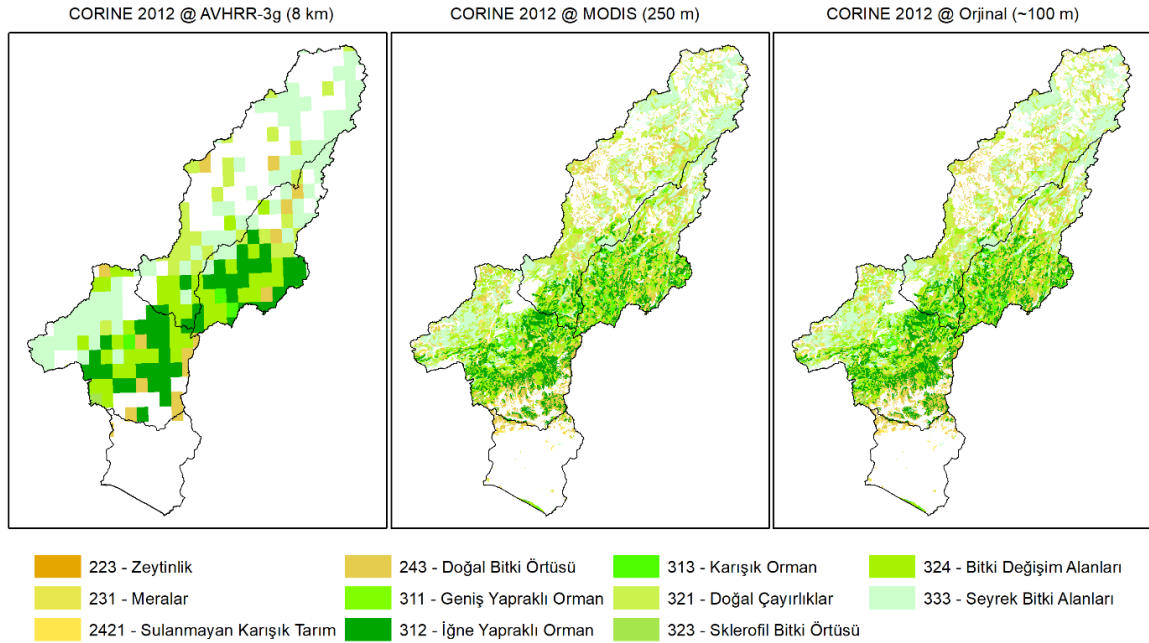
SPI, SPEI, SRI, SGI	DI	Kuraklık Sınıfları	
> -0,99	> 30		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-1,49 — -1	20 — 30	■	(hafif kuraklık)
-1,99 — -1,5	10 — 20	■	(orta şiddetli kuraklık)
< -2	0 — 10	■	(şiddetli kuraklık)
Palmer İndeksleri	VCI	Kuraklık Sınıfları	
> -2	> 37,5		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-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)

3.4 Tarımsal Kuraklık Analizleri

Kuraklık indeks çalışmaları kapsamında Seyhan Havzası içinde bulunan düzensiz sulanan veya sulanmayan tarım alanlarına ve orman – bitki örtüsü bölgelerine ait iklimsel değişim tepkilerinin de analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Bu analizler için kullanılacak CORINE katmanları belirlenmiş ve NDVI zaman serilerinin bu katmanlar üzerindeki değişimleri hesaplanmıştır. Sınıflar seçilirken bitki örtüsünün sulama, gübreleme gibi beşerî müdahalelere uğramadığı ve değişimlerin daha çok doğal süreçlere bağlı gerçekleştiği alanlar hedef alınmıştır. Belirlenen bu CORINE katmanlarının havza üzerinde dağılımları Şekil 3.17 ile verilmiştir

Uydu Gözlem Gridlerine Örneklenmiş CORINE 2012 Arazi Kullanımı



Şekil 3.17 Seyhan Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar

Analizde kullanılan AVHRR-3G ve MODIS NDVI verilerinin farklı çözünürlüklerde olması sınıflandırılan alanların farklılaşmasına yol açmıştır. Bunun nedeni kategori temelli yüksek çözünürlükteki veri daha kaba çözünürlüğe taşınırken çoğunluk değerinin yani baskın sınıfın kullanılmasıdır. AVHRR-3G verisindeki 8 km çözünürlüklü piksel alansal olarak MODIS verisindeki 250 m çözünürlükteki 1024 piksele karşılık gelmektedir. Bu nedenle bazı pikseller baskın sınıf olarak belirlenen sınıfın yanında bazen çok farklı özelliklerdeki sınıfların mozağinden oluşmaktadır. Çözünürlük farkından kaynaklanan bir diğer sorun yüksek çözünürlükte tespit edilebilen azınlıktaki bazı sınıfların kaba çözünürlükte ifade edilememesi ve kaybolmasıdır. MODIS verisinde tespit edilebilen bazı sınıflar AVHRR-3G



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

çözünürlüğünde ifade edilememektedir. Belirlenen sınıfların her iki veride coğrafi olarak ayırık alanlarda bulunabilmesi katmanların bazen çok ayırık değerler almasına yol açabilmektedir. Değerlendirme yapılırken dikkate alınması gereken bir diğer husus ise arazi kullanımının zamanla değişebileceğidir. Özellikle 1982-2016 gibi uzun bir dönem dikkate alındığında bu değişim kaçınılmazdır. Nüfus artışıyla birlikte ormanlık alanların tarım alanlarına, tarım alanlarının ise yapay yüzeylere dönüşebildiği bazen de köyden kente göç gibi sebeplerle tersi durumların ortaya çıkabildiği ve bunun sonuçlarda yapay eğilimlere neden olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Havzada tarım alanları genel çerçevede değerlendirildiğinde NDVI değerlerinin 2002 – 2004 yılları arasında düştüğü, 2007 – 2013 yılları arasında da belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Genel olarak NDVI değerlerinin bahar aylarında daha yüksek seyrettiği, sonbahar aylarında ise daha düşük değerler aldığı görülmüştür.

Zeytinlik, Mera ve Sulanmayan Karışık Tarım sınıfları AVHRR-3G çözünürlüğünde temsil edilemeyecek kadar küçük alanlar kaplamaktadır. Soğuğa dirençli ve yaprak dökmeyen ölmeyen ağacı olarak da bilinen zeytinliklerde diğer sınıflardan farklı olarak kış aylarında ortalamasının üstünde değerler gözlenmiştir.

Doğal Bitki Örtüsü sınıfı geniş alanlarda bulunduğundan her iki veride temsil edilmiş ve birbirine yakın değerler aldığı görülmüştür. İnsan etkisinin daha sınırlı olduğu bu katman kuraklığın bitkiler üzerindeki etkilerinin daha iyi gözlenebileceği sınıflardan biridir ve 1982, 1989, 2004, 2007, 2012, 2014 yıllarında önemli düşüşler göstermiştir. 2011 ve 2015 yılları en yüksek değerlerin gözlemlendiği yıllardır.

İncelenen orman katmanlarında, tarımsal alanlarında görülen yıllık değişimler benzer şekilde görülmüş olup NDVI hesaplarında en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz ve bahar aylarında tespit edilmiştir. Soğuğa dirençli ve yaprak dökmeyen türlerden olan iğne yapraklı ağaçlar kış aylarında MODIS verisinde en yüksek değerleri alırken, AVHRR-3G verisinde ise en düşük değerleri vermiştir. Bu durum 8 km çözünürlükte sınıf ayırımının iyi yapılamaması sonucu İğne Yapraklı Ormanlar sınıfının diğer sınıflarla karıştığı ve yaprak döken ağaçların iğne yapraklılar ile aynı piksel içerisinde bulunmasından dolayı beklenenin aksine kışın çok daha düşük değerler aldığı değerlendirilmiştir.

Genel olarak 2000'li yıllardan itibaren NDVI değerlerinde bir artış söz konusudur. Bu durum iklim değişikliği sonucu NDVI değerlerini düşüren kar örtüsünün süreç ve alan olarak azalmasının bir sonucu olabilir. Artan sıcaklık değerlerinin fotosentez işlemine pozitif



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

katkıda bulunmasının sonuçları olabileceği düşünülmektedir. Arazi kullanımında meydana gelen değişimler de NDVI değerlerinde farklılaşmaya neden olabilir.

3.5 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:

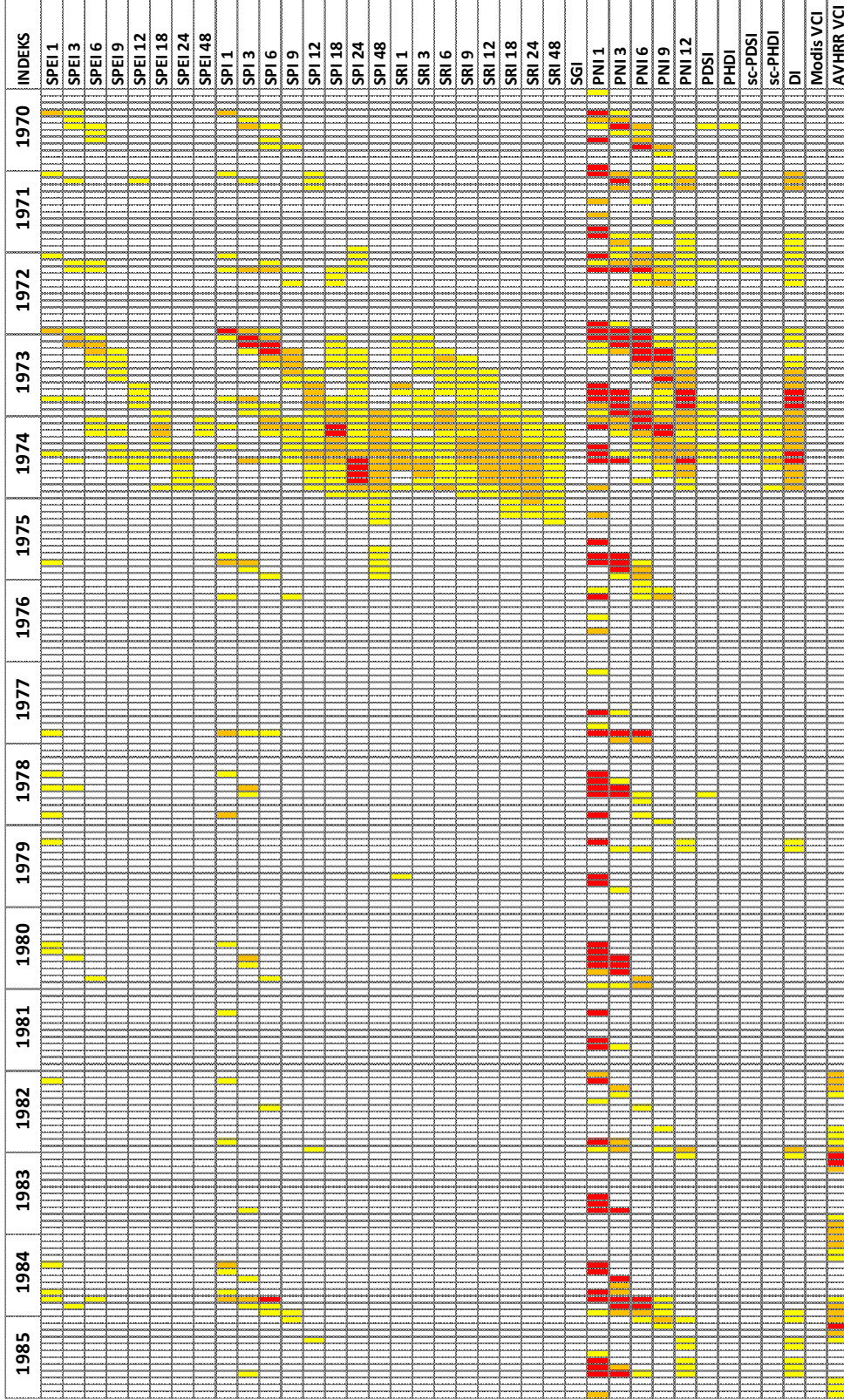
- (i) Kurak devrelerin tespiti amacıyla karşılaştırma için seçilen 40 kuraklık indeksi, bu proje kapsamında incelenen zaman dilimi için (1970 – 2016) aynı zaman periyoduna getirilerek aylık olarak sıralanmıştır.
- (ii) Her indeksin havzaya ait alansal ağırlıklı ortalaması alınarak ve kendi parametrik 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 3.18 1986-2001 yılları arası için Şekil 3.19; 2002-2016 yılları arası için Şekil 3.20 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



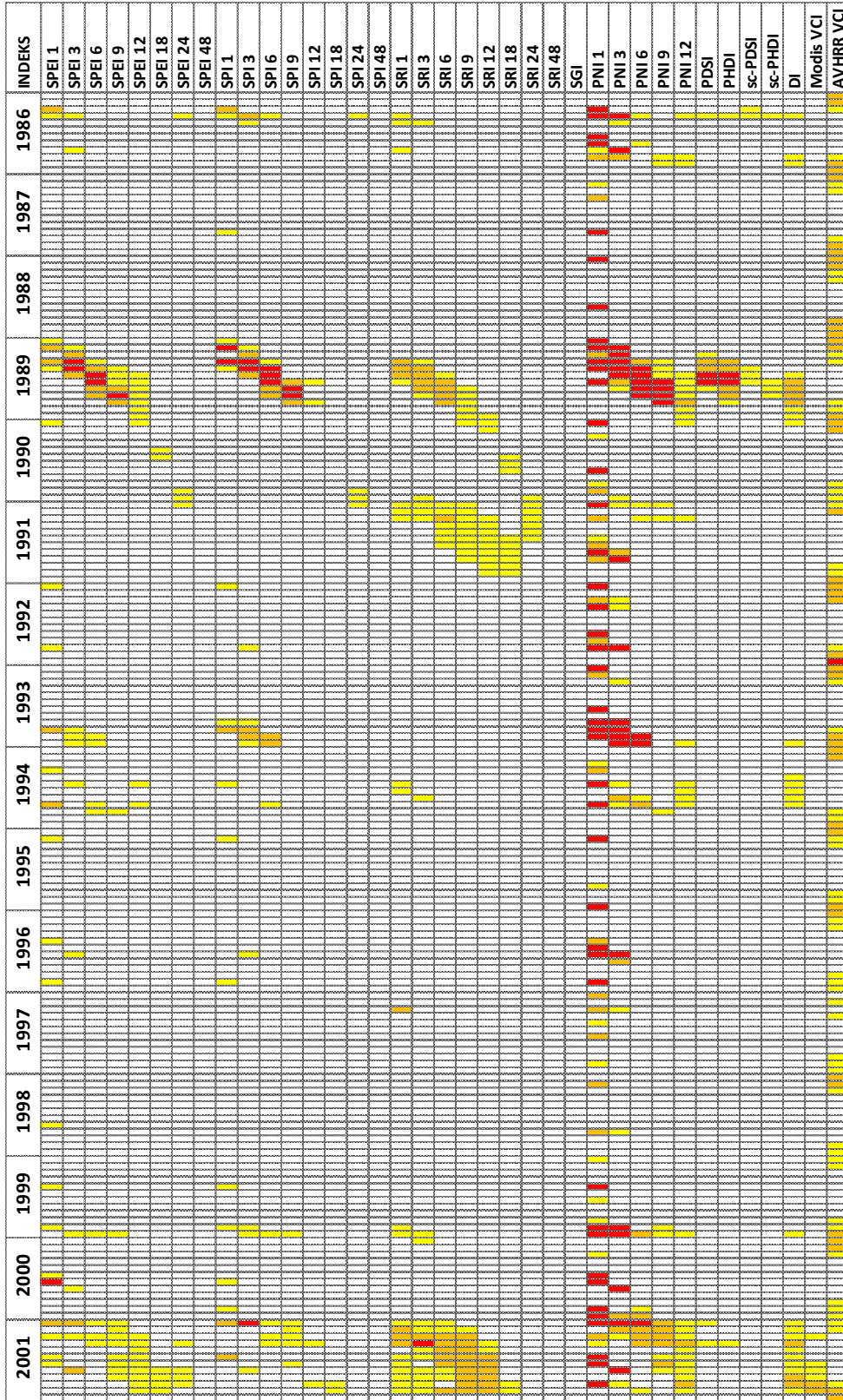
Şekil 3.18 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (1970 – 1985)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



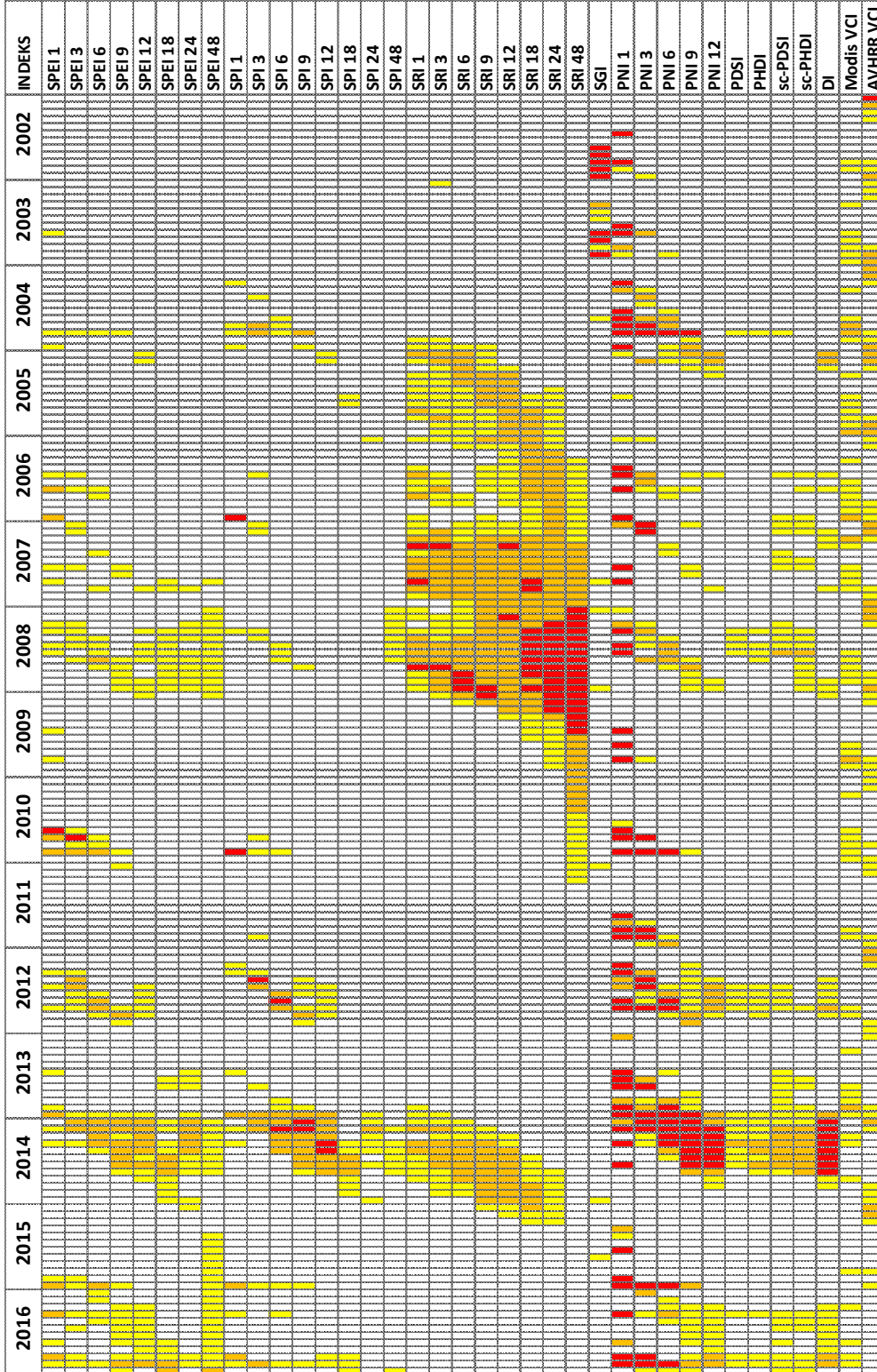
Şekil 3.19 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (1986 – 2001)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.20 Seyhan Havzası Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi (2002 – 2016)



3.6 Kuraklık Haritaları

3.6.1 Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları

Geniş kapsamlı bir kuraklık tanımı yapılmasına olanak sağlayan kriterlerden olan kuraklık şiddeti (Severity, S), yoğunluğu (Intensity, I) ve süresi (Duration, D) değerleri yardımı ile tanımlanmıştır. Buna göre eşik değer, proje kapsamında indekslerin kurak/nemli eşiği olan sıfır değeridir. S ile ifade edilen kuraklık şiddeti parametresi, bir indeksin değerlerinin art arda sıfırın altında kaldığı aylar boyunca toplanmasıyla elde edilir. İndeksin değerinin art arda sıfırın altında kaldığı süre kuraklık süresi (D) ve kuraklık şiddetinin kuraklık süresine oranı yoğunluk (I) olarak tanımlanır.

Bu bölümde meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal 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 sonuçlar indekslere göre tablo ile sunulmuş, şiddet ve yoğunluk parametreleri alansallaştırılarak haritalanmıştır.

3.6.1.1 Meteorolojik Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları

Bir bölgenin en az 30 yıllık periyodunu içeren uzun yıllar ortalamasından olan sapmalar (yağış azlığı, yüksek sıcaklık, vb.) meteorolojik kuraklığı ifade eder. Genellikle 1 ila 6 ay gibi kısa zaman zarflarında gerçekleşen yağış verisinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler ile analiz edilen meteorolojik kuraklık, proje kapsamında Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI) ile en iyi korelasyonu gösteren SPEI-6 indeksi ile temsil edilmektedir. SPEI-6 indeksinin istasyonlarda görülen en yüksek (maksimum) şiddet (S), süre (D) ve yoğunluğu (I) Tablo 3.10 ile verilmiştir. Kuraklık yoğunluğu (I) temsil ettiği kuraklık kategorisine göre renklendirilmiştir.

Tablodaki değerler bir istasyonun aylık tüm zaman serisi için en ekstrem S, en ekstrem D, en ekstrem I değerlerini göstermektedir. Bu değerler kritik kuraklık şiddeti, kritik kuraklık süresi ve kritik kuraklık yoğunluğu olarak isimlendirilebilir. S kuraklık şiddeti, kuraklık kategorisi belirlemek için değil, o periyottaki yağış eksikliğini ortaya koymak için hesaplanır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tablo 3.10 Seyhan Havzası İstasyonları SPEI-6 İndeksine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri

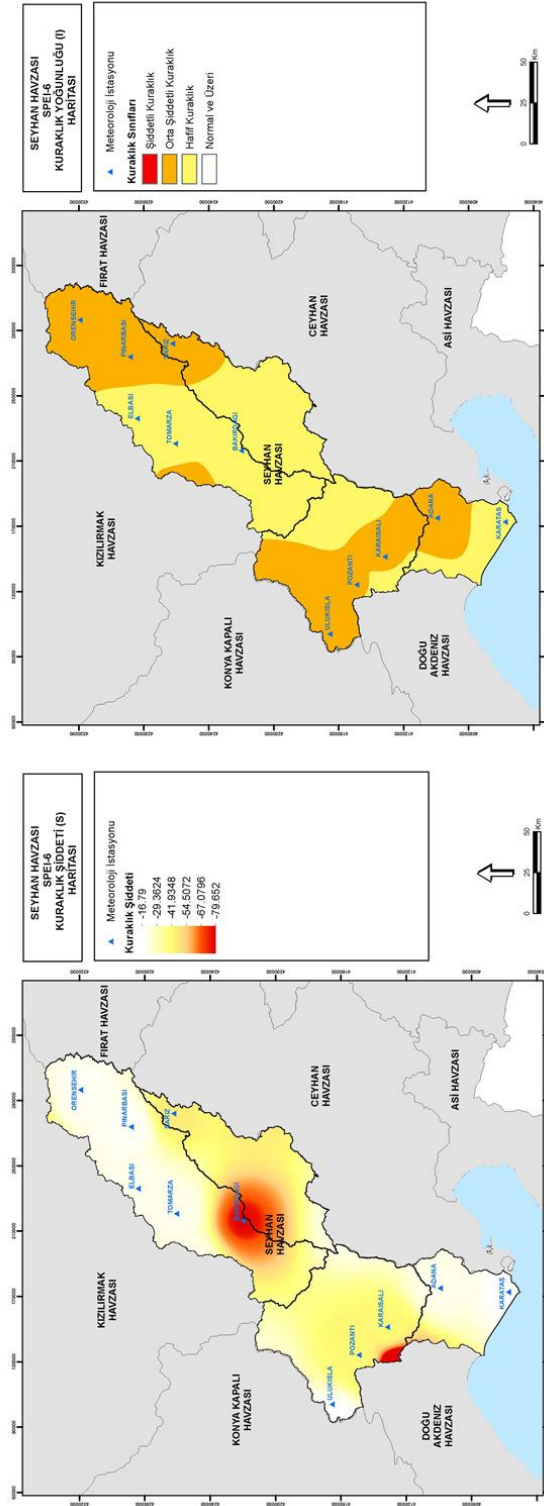
SEYHAN HAVZASI			
İSTASYON ADI	SPEI-6		
	S	D	I
ADANA	-21,71	18	-1,56
BAKIRDAGI	-68,18	70	-1,09
ELBASI	-21,06	20	-1,35
KARAIHALI	-42,49	28	-1,52
KARATAS	-16,79	14	-1,34
ORENSEHIR	-19,97	21	-1,75
PINARBASI	-19,06	23	-1,59
POZANTI	-42,82	29	-1,51
SARIZ	-46,59	36	-1,56
TOMARZA	-21,3	17	-1,43
ULUKISLA	-17	20	-1,80

Tabloda verilmiş olan kritik S, tüm zaman serisi boyunca yağış açığının en fazla olduğu dönemdeki toplam yağış eksikliğinin indeks değeridir. Kritik D ise tüm zaman serisi boyunca en uzun süre art arda kaç ay eşik değerin (indeksler için sıfır) altında kaldığını gösterir. Kritik I, tüm zaman serisi boyunca S/D oranının en büyük olduğu yani kuraklık yoğunluğunun en fazla olduğu periyottaki I değeridir.

Meteorolojik kuraklık türüne göre seçilen indekslere ait kuraklık şiddet ve yoğunluk dağılımı haritaları Şekil 3.21 ile sunulmuş olup, sonuçları Tablo 3.10 ile verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında kuraklık şiddetinin en fazla Bakırdağı merkezli havzanın orta kesimlerinde gerçekleştiğini göstermektedir. Kuraklık şiddetinin en az olduğu kesimler ise havzanın kuzey, güney ve batı uçlarıdır.

SPEI-6 indeksine göre en yüksek kuraklık şiddeti Bakırdağı'nda 70 ay ile -68,2 olduğu belirlenmiştir. En düşük kuraklık şiddeti ise Karataş ve Ulukışla'da 14 ve 20 ay ile yaklaşık -17 civarında olduğu tespit edilmiştir.

İstasyonlardaki kuraklık yoğunluğu incelendiğinde, SPEI-6 indeksine göre havzanın ortası ve en güneyi hafif kuraklık kategorisine girerken, havzanın kuzeyi ve güneybatısı orta şiddetli kuraklık kategorisi göstermektedir.



Şekil 3.21 Seyhan Havzası SPEI-6 Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.1.2 Tarımsal Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları

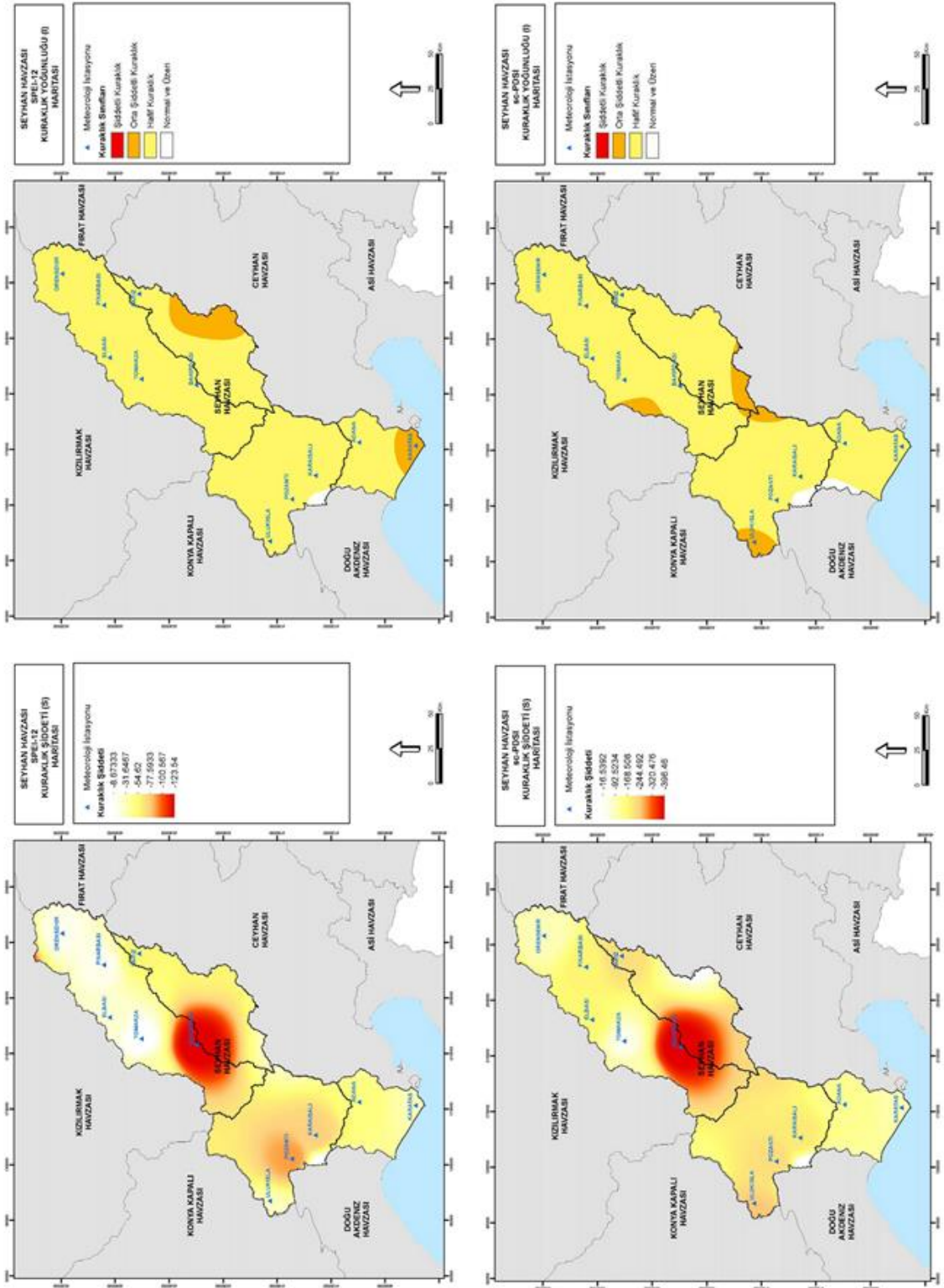
Bitkinin büyümesi için suya ihtiyaç duyduğu kritik dönemde yeterli toprak neminin olmaması ve bitki gelişiminin bu nedenle olumsuz etkilenmesi tarımsal kuraklık olarak ifade edilir. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklıktan sonra ve hidrolojik kuraklıktan önce ortaya çıkan tipik bir durumdur. Tarımsal kuraklık yaşandığı dönemde ürün verimleri ciddi oranda düşebilmektedir. Yüksek sıcaklıklar ile birlikte nispi nemin düşük olması ve kurutucu derecede yüksek rüzgar hızı kuraklık etkilerini önemli ölçüde artırmaktadır (MGM, 2017). Bitki örtüsü ve toprak nemi verilerinden hesaplanan indeksler sayesinde ve meteorolojik veriler ile tespit edilmektedir. Proje kapsamında SPEI-12 ve sc-PDSI indeksleri ile temsil edilmektedir.

SPEI-12 ve sc-PDSI indekslerinin istasyonlarda görülen en yüksek (maksimum) şiddet (S), süre (D) ve yoğunluğu (I) Tablo 3.11 ile verilmiştir. Kuraklık yoğunluğu (I) temsil ettiği kuraklık kategorisine göre renklendirilmiştir.

Tablo 3.11 Seyhan Havzası İstasyonları SPEI-12 ve sc-PDSI İndekslerine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri

SEYHAN HAVZASI						
İSTASYON ADI	SPEI-12			sc-PDSI		
	S	D	I	S	D	I
ADANA	-51,56	48	-1,36	-142,7	54	-2,64
BAKIRDAGI	-123,5	146	-1,21	-396,5	149	-2,66
ELBASI	-29,57	24	-1,33	-173,1	69	-2,51
KARASALI	-77,09	59	-1,31	-198,7	81	-2,45
KARATAS	-35,43	34	-1,59	-109,4	43	-2,55
ORENSEHIR	-25,59	23	-1,48	-101	45	-2,46
PINARBASI	-24,89	26	-1,34	-178,7	70	-2,76
POZANTI	-88,7	67	-1,32	-222,1	82	-2,71
SARIZ	-57,05	39	-1,46	-220	113	-2,62
TOMARZA	-21,92	24	-1,46	-79,84	40	-2,29
ULUKISLA	-32,64	36	-1,27	-252,5	76	-3,32

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.22 Seyhan Havzası SPEI-12 ve sc-PDSI Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Tarımsal kuraklık türüne göre seçilen indekslere ait kuraklık şiddet ve yoğunluk dağılımı haritaları Şekil 3.22 ile sunulmuş olup, sonuçları Tablo 3.11 ile verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında **SPEI-12 indeksine göre**; kuraklık şiddetinin en fazla olduğu istasyon -88,7 ile Pozantı, en az olduğu istasyon ise -21,9 ile Tomarza'dır. Kuraklık süre olarak en uzun 67 ay ile Pozantı'da, en kısa 23 ay ile Örenşehir'de etkili olmuştur. Kuraklık yoğunluğuna göre Bakırdağı, Ulukışla, Karaisalı, Pozantı, Elbaşı, Pınarbaşı, Adana, Sarız, Tomarza ve Örenşehir hafif kuraklık; Karataş ise orta şiddetli kuraklık kategorisine girmektedir.

sc-PDSI indeksine göre; kuraklık şiddetinin en fazla olduğu istasyon -396,46 ile Bakırdağı, en az olduğu istasyon ise -79,8 ile Tomarza'dır. Kuraklık süre olarak en uzun 149 ay ile Bakırdağı'nda, en kısa 40 ay ile Tomarza'da etkili olmuştur. Kuraklık yoğunluğuna göre Ulukışla orta şiddetli kuraklık, diğer istasyonlar ise hafif kuraklık kategorisine girmektedir.

Yağış, sıcaklık ve toprak nemi gibi parametrelerin dışında düzensiz sulanan veya sulanmayan tarım alanlarına ve orman – bitki örtüsü bölgelerine ait iklimsel değişim durumunu incelemek için MODIS ve AVHRR uydu verisinden elde edilen NDVI değerleri kullanılarak Seyhan Havzası için yapılan kuraklık analizleri sonucu tespit edilen kuraklığın karşılaştırılması amacıyla Bitki Durumu İndeksi (VCI) hesaplanmıştır.

Bitki Durum İndeksi (VCI) uydu verisinin NDVI değerinin tarihsel maksimum ve minimum değerlerine göre hesaplanır. MODIS uydu verileri kullanılarak hesaplanan VCI 2001 öncesi dönemi kapsamadığından bitki durumunun tarihsel süreçteki durumunu değerlendirmede kısıtlayıcıdır. Minimum ve maksimum değerlerin yaşanmış büyük kuraklık ya da sulak dönemleri kapsamaması bitki durumunun gerçekçi bir şekilde ortaya konmasını güçleştirir. İklim değerlendirmeleri bilindiği gibi 30 yıllık dönemler göz önüne alınarak yapılmaktadır. Bununla birlikte 250 metre mekansal çözünürlüklü MODIS algılayıcıları arazi kullanım sınıflarının detaylıca incelenip ayrıştırılmasına imkân tanımaktadır.

Bitki türlerinin su stresine tepki verme süreleri farklı olduğundan tarımsal kuraklık analizinde MODIS verisi ile hesaplanan VCI değerleri kullanılmıştır. Havzada tespit edilen 2001, 2007, 2014 ve 2016 yıllarında yaşanan kurak dönemlerin etkilerinin ortaya konması amacıyla hesaplanan VCI haritaları Şekil 3.23 ile verilmiştir. Haritalar üretilirken mevsimselliğin etkilerini dışlamak için VCI değerleri tüm yılın ortalaması olarak hesaplanmıştır. VCI değerlerinin yıllık salınımları incelendiğinde ilkbaharda yükselişe geçen değerlerin yaz aylarının sonlarından itibaren düşmeye başlayıp kışın en düşük değerlere ulaşırlar. Bunun nedeni bitkilerin fotosentez için ihtiyaç duyduğu sıcaklık, radyasyon ve su parametrelerinin mevsimsel salınımıdır.



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



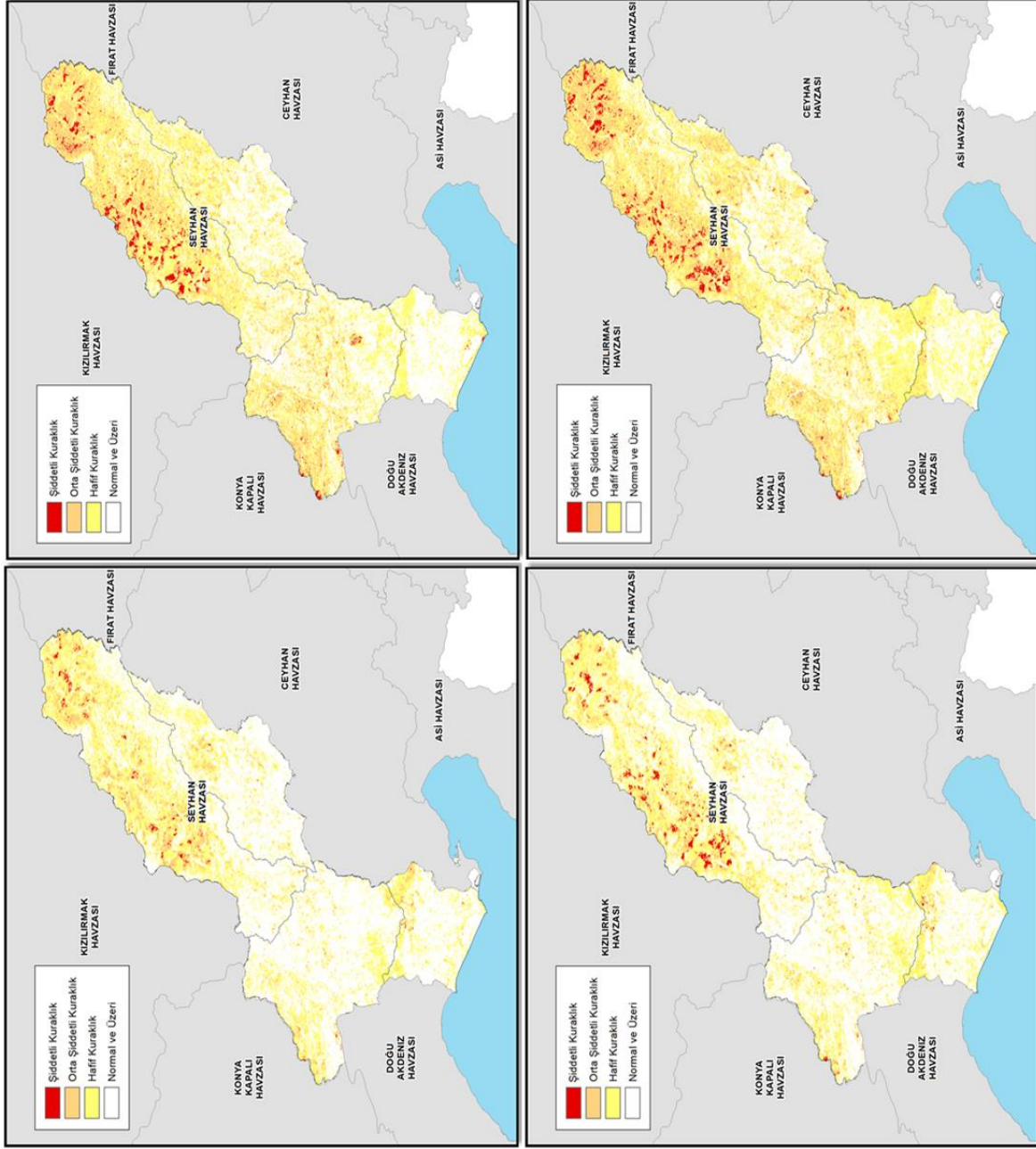
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Her ne kadar kuraklık VCI değerlerini belirleyen önemli bir etken olsa da bitki durumuna sıcaklık ve radyasyonun etkileri de yüksektir. Bu nedenle VCI değerleri yorumlanırken bunun sadece kuraklığın bir sonucu değil, erken yükselen sıcaklıklar, tarımsal gübre kullanımı, dolu, şiddetli fırtınalar, orman yangınları, böcek istilaları veya insanın doğaya doğrudan müdahalesi gibi etkilere bağlı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak belirtilen parametrelerin daha lokal etkileri olmakla birlikte kuraklığın etkisi daha yaygındır ve geniş alanları etkilemektedir.

Haritalardaki VCI değerlerinin dağılımı incelendiğinde tarım alanlarının sulama gibi beşerî müdahaleler sayesinde kuraklıktan fazla etkilenmediği görülmüştür. 2007 kuraklığının tarımsal etkilerinin diğer yıllardaki kuraklıklara nazaran daha yıkıcı olduğu görülmüştür. Doğu-batı doğrultusunda uzanan Toros Dağları yağış akılarını kestiğinden havzanın kuzey kısmında kuraklık etkilerinin daha şiddetli hissedildiği görülmektedir.

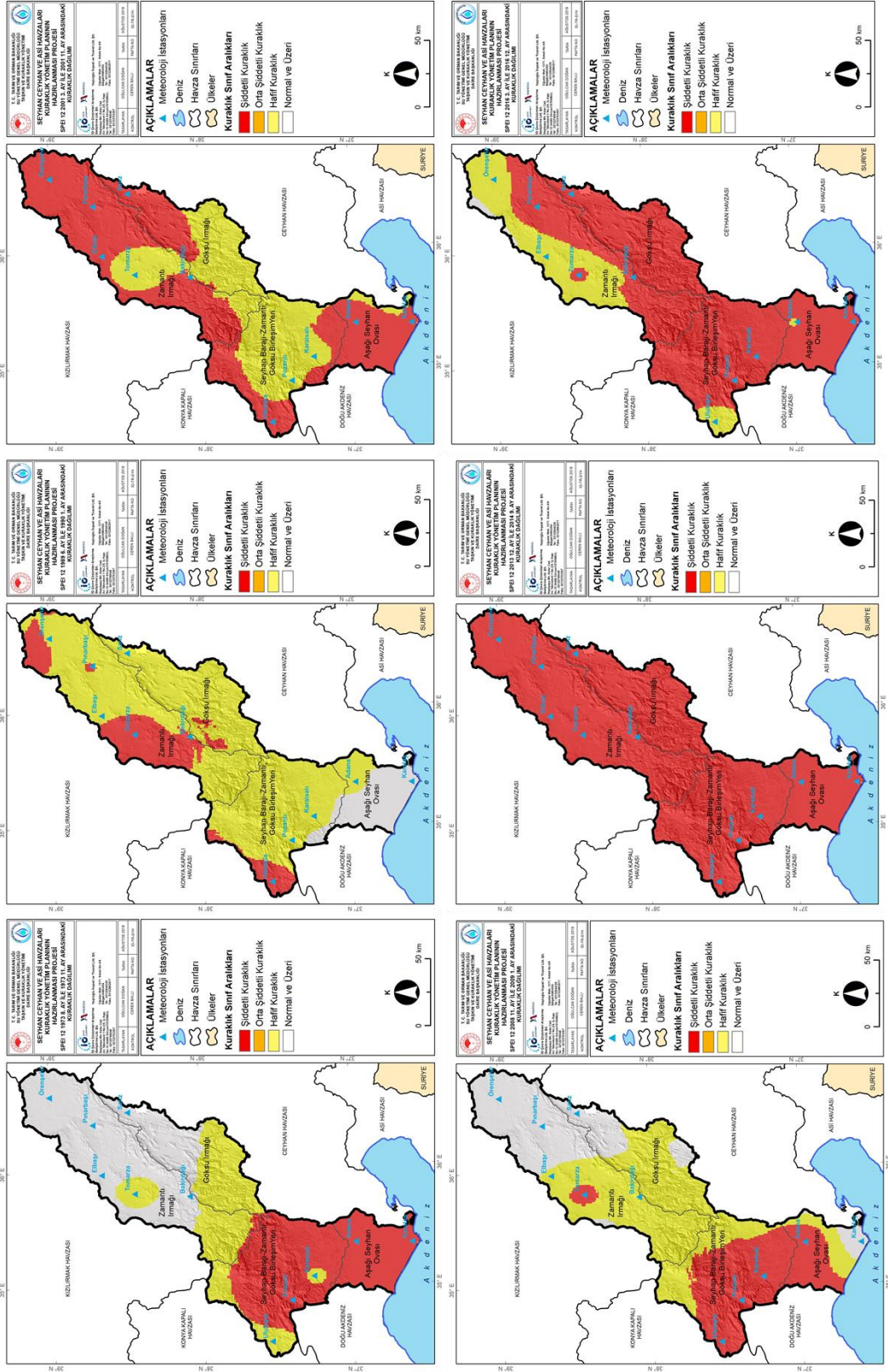
Tarımsal kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen SPEI12 ve sc-PDSI indeksleri için kuraklığın şiddetli olarak gözlemlendiği yıllara göre kuraklık dağılım haritaları hazırlanmıştır.

SPEI12 indeksi için Ağustos 1973- Kasım 1973, Haziran 1989- Ocak 1990, Mart 2001- Kasım 2001, Kasım 2008- Ocak 2009, Aralık 2013- Eylül 2014 ve Mart 2016- Aralık 2016 dönemlerinin haritaları Şekil 3.24 ile verilmiştir. sc-PDSI indeksi için ise Ekim 1973- Temmuz 1974, Mayıs 1989- Haziran 1989, Mart 2008- Temmuz 2008 ve Haziran 2013- Ağustos 2014 dönemlerinin haritaları Şekil 3.25 ile sunulmuştur.



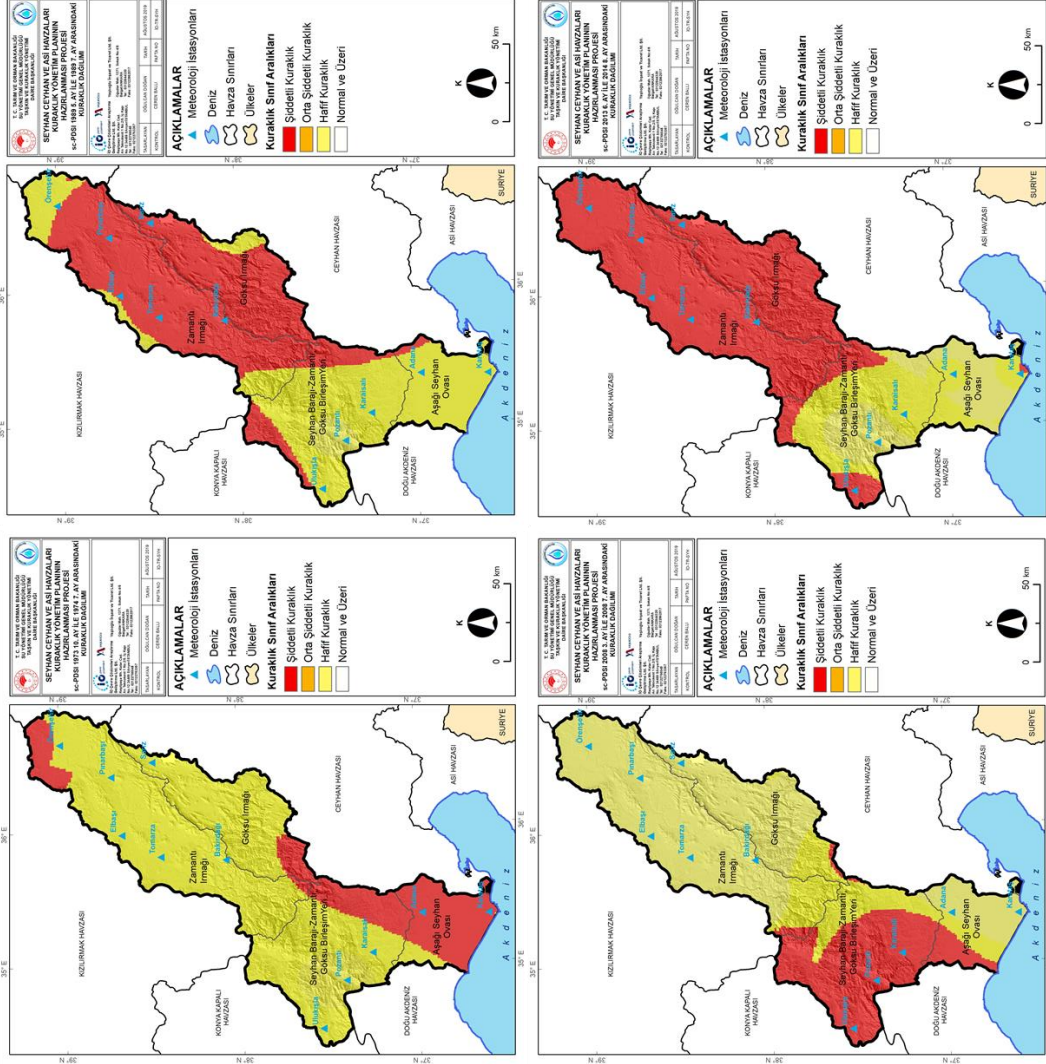
Şekil 3.23 Seyhan Havzası 2001 yılı (sol üst), 2007 yılı (sağ üst), 2014 yılı (sol alt) ve 2016 yılı (sağ alt) için Hesaplanan VCI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.24 Seyhan Havzası 2001 yılı (sol üst), 2016 yılı (sağ üst), 1989 yılı (sol orta), 2014 yılı (sağ orta), 1973 yılı (sol alt) ve 2008 yılı (sağ alt) için Hesaplanan SPEI 12 indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.25 Seyhan Havzası 1989 yılı (sol üst), 2014 yılı (sağ üst), 1974 yılı (sol alt) ve 2008 yılı (sağ alt) için Hesaplanan sc-PDSI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.1.3 Hidrolojik Kuraklık Şiddet ve Yoğunluk Haritaları

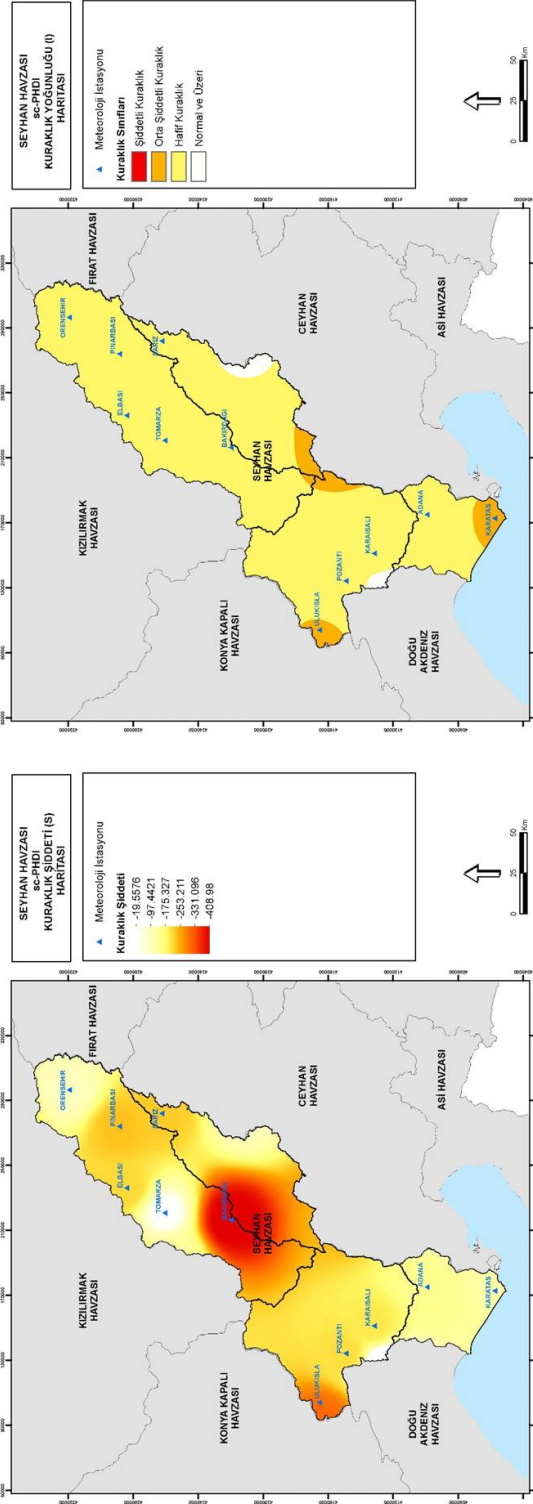
Meteorolojik ve tarımsal kuraklık türlerine göre göreceli olarak daha uzun süre devam eden yağış azlığı sebebiyle ortaya çıkan yerüstü ve yeraltı sularındaki azalma ve eksiklik hidrolojik kuraklık ile ifade edilir. Genellikle yağış ve akış verisinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler ile analiz edilen hidrolojik kuraklık, sc-PHDI indeksi ile temsil edilmektedir.

sc-PHDI indeksinin istasyonlarda görülen en yüksek (maksimum) şiddet (S), süre (D) ve yoğunluğu (I) Tablo 3.12 ile verilmiştir. Kuraklık yoğunluğu (I) temsil ettiği kuraklık kategorisine göre renklendirilmiştir.

Hidrolojik kuraklık türüne göre seçilen indekslere ait kuraklık şiddet ve yoğunluk dağılımı haritaları Şekil 3.26 ile sunulmuştur. Sonuçlara bakıldığında **sc-PHDI indeksine göre**; kuraklık şiddetinin en fazla olduğu istasyon -408,98 ile Bakırdağı, en az olduğu istasyon ise -77,31 ile Tomarza'dır. Kuraklık süre olarak en uzun 155 ay ile Bakırdağı'nda, en kısa 38 ay ile Tomarza'da etkili olmuştur. Kuraklık yoğunluğuna göre Tomarza, Elbaşı, Sarız, Adana, Karaisalı, Pınarbaşı, Bakırdağı, Örenşehir ve Pozantı hafif kuraklık; Ulukışla ve Karataş orta şiddetli kuraklık kategorisine girmektedir.

Tablo 3.12 Seyhan Havzası İstasyonları sc-PHDI İndeksine Göre Kuraklık Şiddeti (S), Süresi (D) ve Yoğunluğu (I) Değerleri

HİDROLOJİK KURAKLIK			
İSTASYON ADI	sc-PHDI		
	S	D	I
ADANA	-150,1	58	-2,59
BAKIRDAGI	-409	155	-2,64
ELBASI	-217,3	95	-2,29
KAR AISALI	-201,9	78	-2,59
KARATAS	-127,4	41	-3,11
ORENSEHIR	-101,6	44	-2,76
PINARBASI	-234,9	91	-2,60
POZANTI	-212,2	74	-2,87
SARIZ	-228	108	-2,37
TOMARZA	-77,31	38	-2,19
ULUKISLA	-308,7	100	-3,09



Şekil 3.26 Seyhan Havzası sc-PHDI Kuraklık Şiddeti (S) ile Kuraklık Yoğunluğu (I) Haritaları

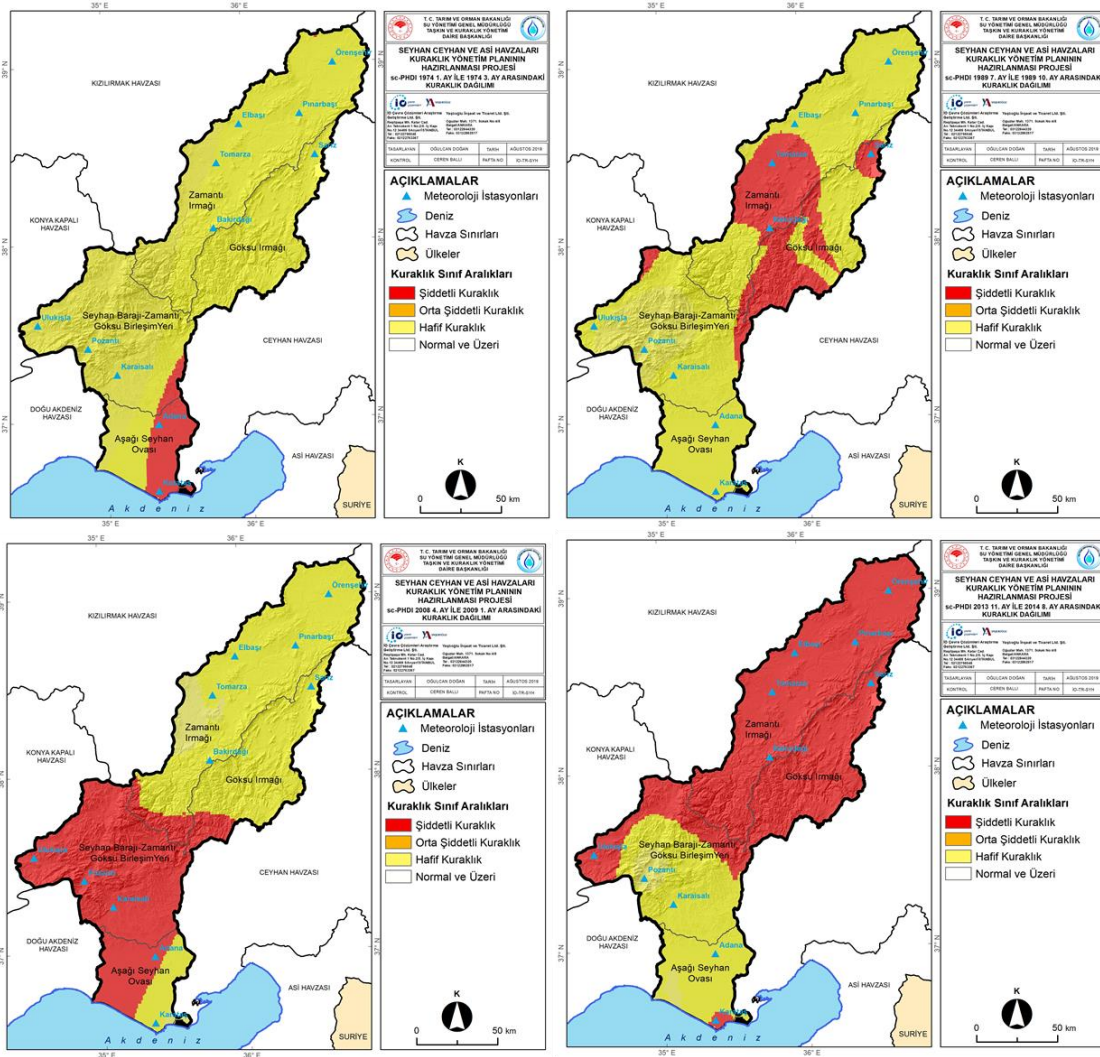


T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Hidrolojik Tarımsal kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen sc-PHDI indeksi için kuraklığın şiddetli olarak gözlemlendiği yıllara göre kuraklık dağılım haritaları hazırlanmıştır. sc-PHDI indeksi için ise Ocak 1974- Mart 1974, Temmuz 1989- Ekim 1989, Nisan 2008- Ocak 2009 ve Kasım 2013- Ağustos 2014 dönemlerinin haritaları Şekil 3.27 ile sunulmuştur.



Şekil 3.27 Seyhan Havzası 1974 yılı (sol üst), 1989 yılı (sağ üst), 2008 yılı (sol alt) ve 2014 yılı (sağ alt) için Hesaplanan sc-PHDI indeksi Kuraklık Dağılım Haritaları



3.6.2 Kuraklık İndeksleri Tekerrür Haritaları

3.6.2.1 Meteorolojik Kuraklık Tekerrür Haritaları

Seyhan Havzası'nda 5, 10 ve 50 yılda bir olması beklenen kuraklık şiddetinin belirlenmesi için istasyonların SPEI-6 indeksinin meteorolojik kuraklık için şiddet-tekerrür analizi yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki harita ve grafiklerde verilmiştir.

Harita ve grafiklerde görüldüğü gibi SPEI-6 indeksinin havzanın alansal olarak %50'sinde 5, 10, ve 50 yıllık dönüş aralıklarına göre tekerrür edebilecek değerleri, temsil ettikleri kuraklık kategorilerine göre renklendirilerek Tablo 3.13 ile verilmiştir.

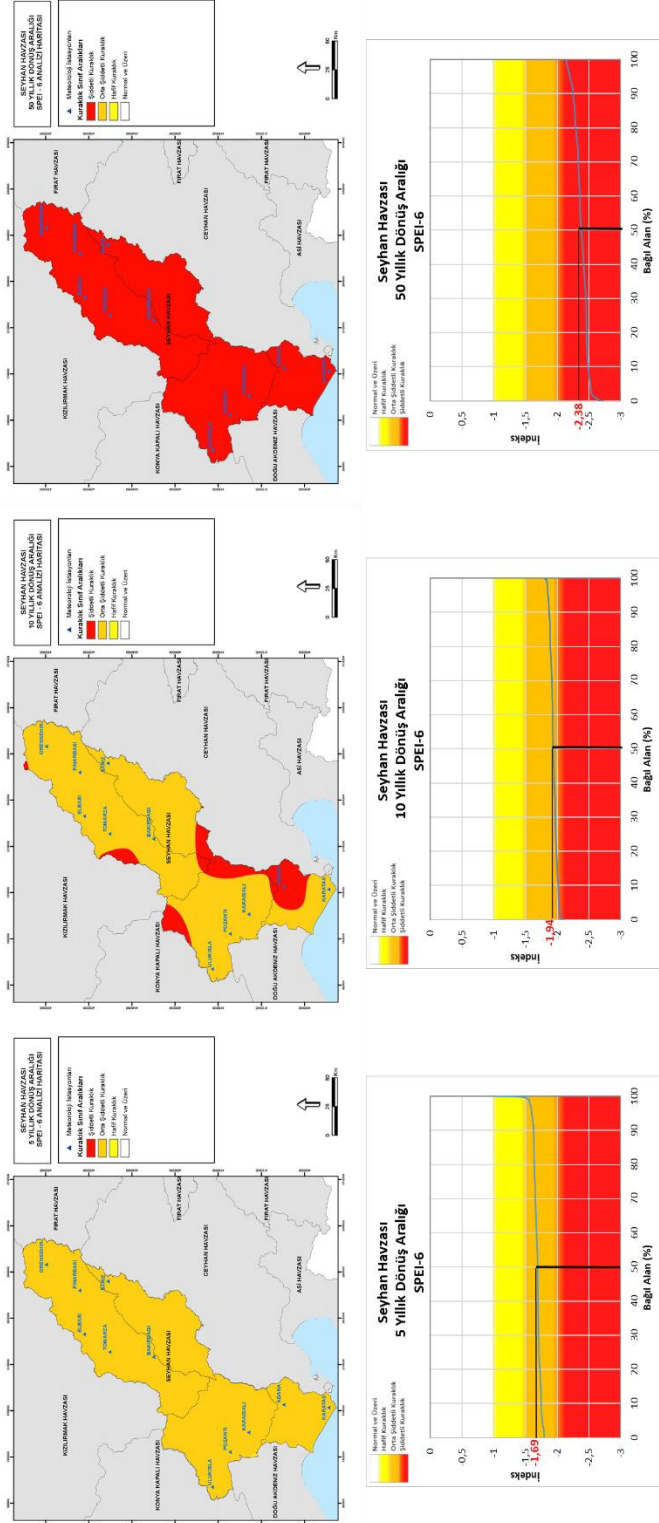
Tablo 3.13 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri

İndeks	Dönüş Aralığı (yıl)		
	5	10	50
SPEI 6	-1.69	-1.94	-2.38

Tabloda verilen sonuçlara göre:

- **5 yılda bir**; havzanın %50'sinde SPEI-6 indeksine göre *Orta Şiddetli Kuraklık*,
- **10 yılda bir**; havzanın %50'sinde SPEI-6 indeksine göre *Orta Şiddetli Kuraklık*,
- **50 yılda bir**; havzanın %50'sinde SPEI-6 indeksine göre *Şiddetli Kuraklık* yaşanabileceği beklenmektedir.

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.28 Seyhan Havzası SPEI-6 indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.2.1 Tarımsal Kuraklık Tekerrür Haritaları

Seyhan Havzası'nda 5, 10 ve 50 yılda bir olması beklenen kuraklık şiddetinin belirlenmesi için istasyonların SPEI-12 ve sc-PDSI indekslerinin tarımsal kuraklık için şiddet-tekerrür analizi yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki harita ve grafiklerde verilmiştir.

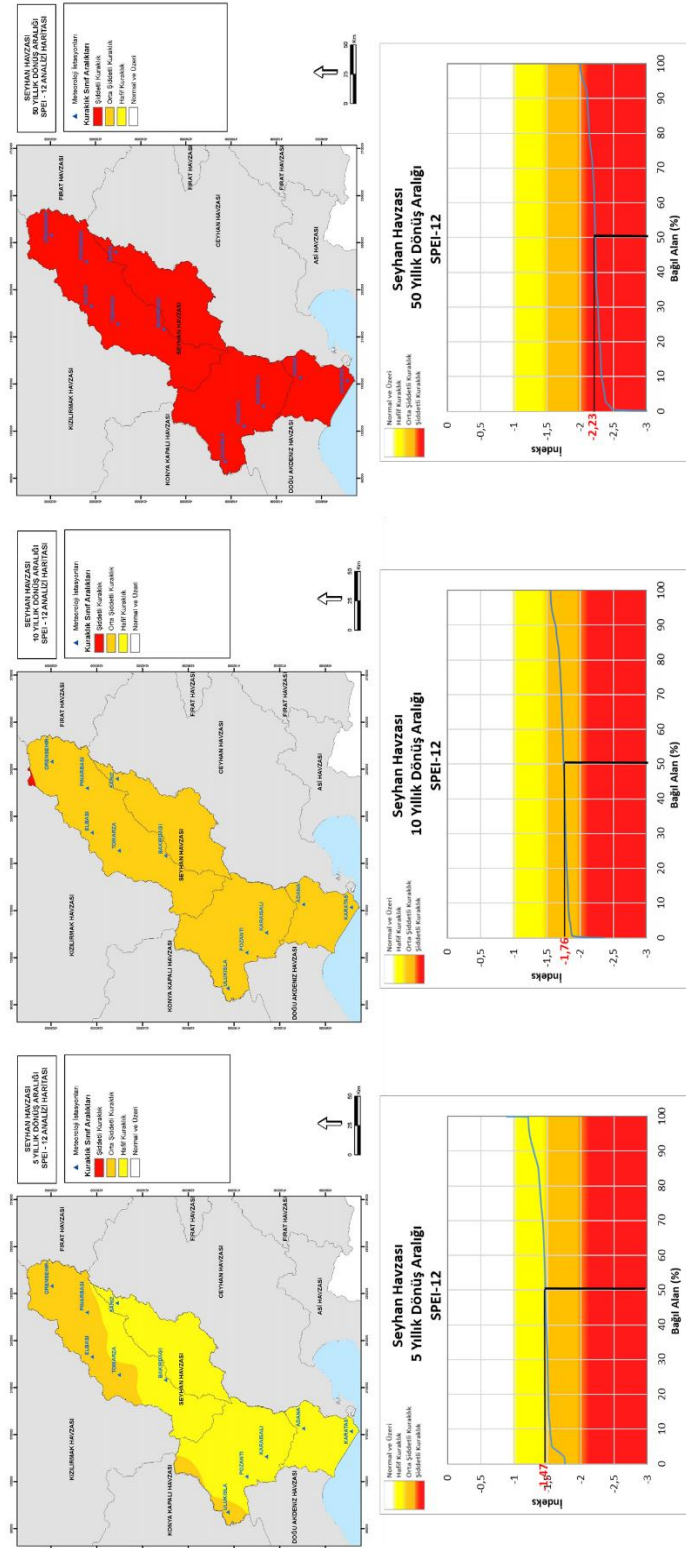
Harita ve grafiklerde görüldüğü gibi SPEI-12 ve sc-PDSI indekslerinin havzanın alansal olarak %50'sinde 5, 10, ve 50 yıllık dönüş aralıklarına göre tekerrür edebilecek değerleri, temsil ettikleri kuraklık kategorilerine göre renklendirilerek Tablo 3.14 ile verilmiştir.

Tablo 3.14 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri

İndeks	Dönüş Aralığı (yıl)		
	5	10	50
SPEI 12	-1.47	-1.76	-2.23
sc-PDSI	-3.12	-3.78	-4.69

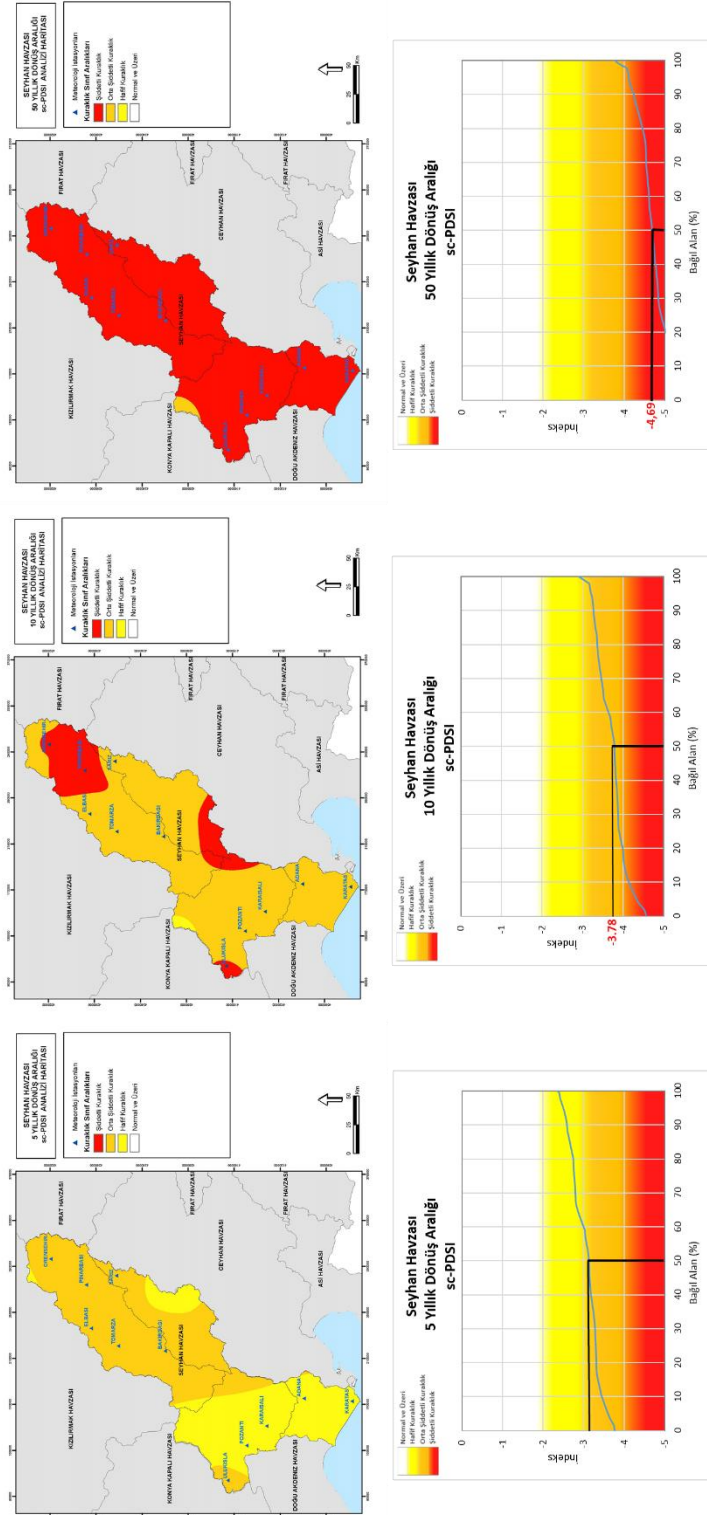
Tabloda verilen sonuçlara göre:

- **5 yılda bir**; havzanın %50'sinde SPEI-12, indeksine göre *Hafif Kuraklık*, sc-PDSI indeksine göre *Orta Şiddetli Kuraklık*,
- **10 yılda bir**; havzanın %50'sinde tüm indekslere göre *Orta Şiddetli Kuraklık*,
- **50 yılda bir**; havzanın %50'sinde tüm indekslere göre *Şiddetli Kuraklık* yaşanabileceği beklenmektedir.



Şekil 3.29 Seyhan Havzası SPEI-12 indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.30 Seyhan Havzası sc-PDSI indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri



3.6.2.2 Hidrolojik Kuraklık Tekerrür Haritaları

Seyhan Havzası'nda 5, 10 ve 50 yılda bir olması beklenen kuraklık şiddetinin belirlenmesi için istasyonların sc-PHDI indeksinin hidrolojik kuraklık için şiddet-tekerrür analizi yapılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki harita ve grafiklerde verilmiştir.

Harita ve grafiklerde görüldüğü gibi sc-PHDI indeksinin havzanın alansal olarak %50'sinde 5, 10, ve 50 yıllık dönüş aralıklarına göre tekerrür edebilecek değerleri, temsil ettikleri kuraklık kategorilerine göre renklendirilerek Tablo 3.15 ile verilmiştir.

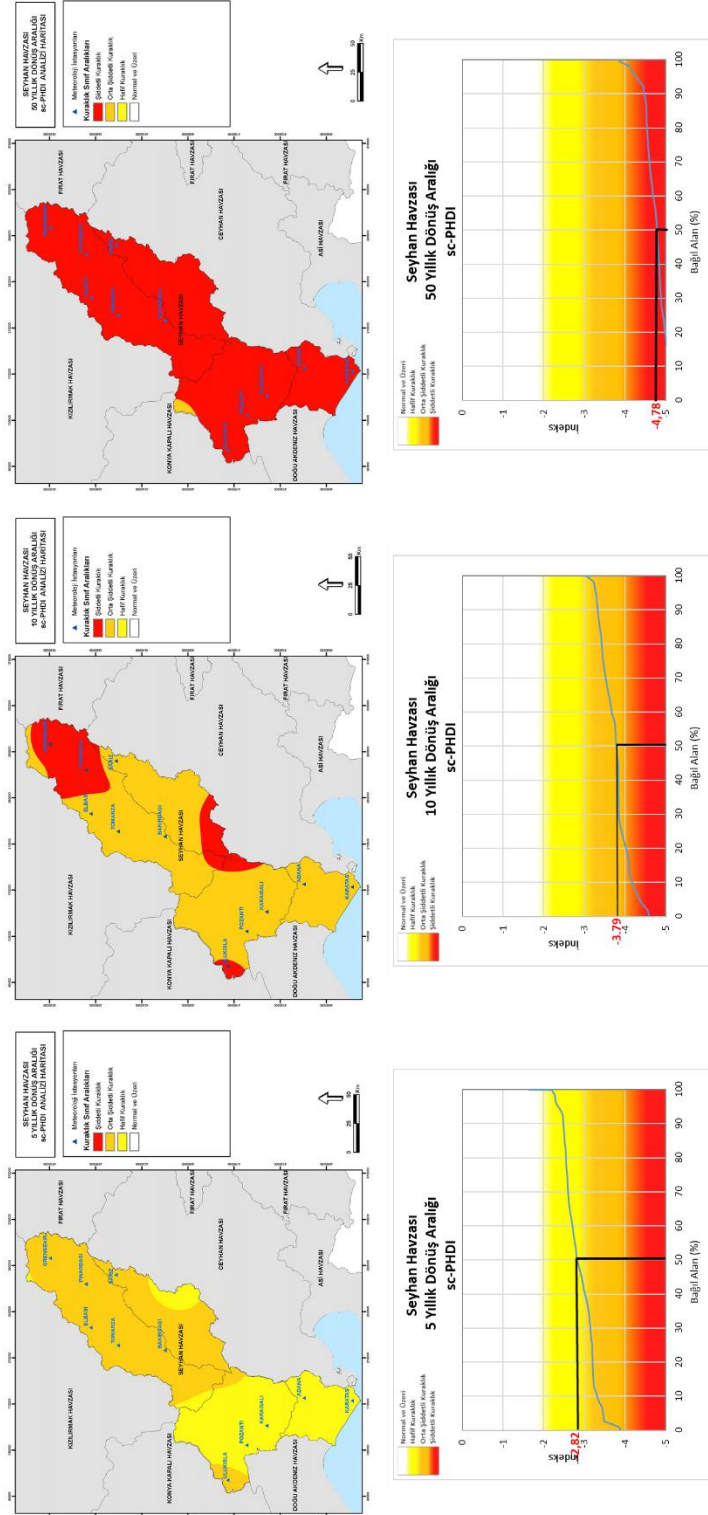
Tablo 3.15 Havzanın Alansal Olarak %50'sinde 5, 10 ve 50 Yılda Bir Tekerrür Edebilecek İndeks Değerleri

İndeks	Dönüş Aralığı (yıl)		
	5	10	50
sc-PHDI	-2.82	-3.79	-4.78

Tabloda verilen sonuçlara göre:

- **5 yılda bir**; havzanın %50'sinde sc-PHDI indeksine göre *Hafif Kuraklık*,
- **10 yılda bir**; havzanın %50'sinde sc-PHDI indeksine göre *Orta Şiddetli Kuraklık*,
- **50 yılda bir**; havzanın %50'sinde sc-PHDI indeksine göre *Şiddetli Kuraklık* yaşanabileceği beklenmektedir.

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.31 Seyhan Havzası sc-PHDI indeksi için 5, 10 ve 50 Yıllık Dönüş Aralığına ait Analizlerin Harita ve Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

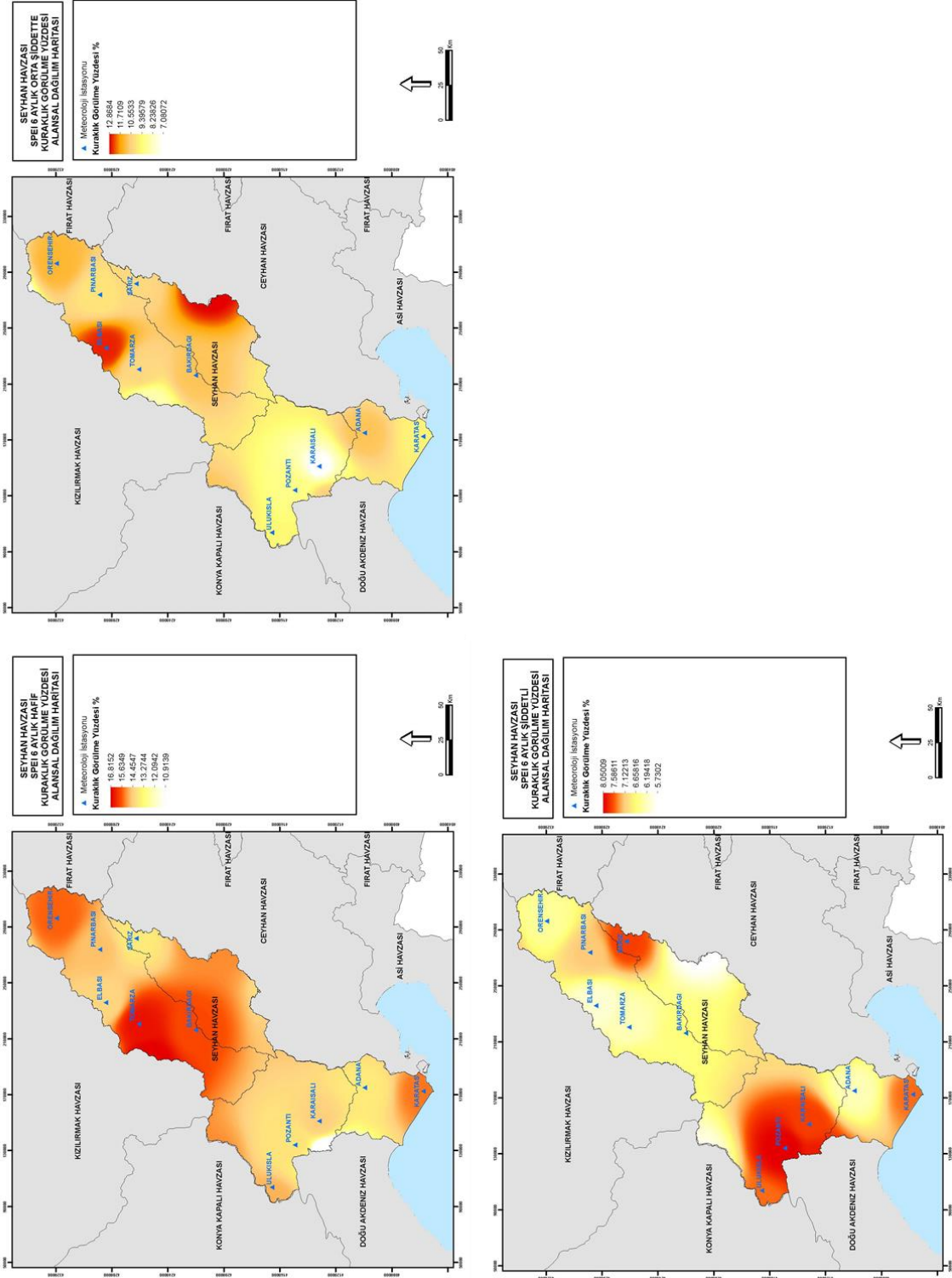
3.6.3 Mevcut Dönem Kuraklık Risk Haritaları

3.6.3.1 Meteorolojik Kuraklık Risk Haritaları

Bu bölümde meteorolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen SPEI-6 indeksinin istasyon bazlı değerleri alansallaştırılarak oluşturulan kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri dağılım haritaları sunulmaktadır.

6 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, Şekil 3.32 ile sunulmuştur.

Haritada görüldüğü gibi hafif kuraklık görülme oranı en yüksek %16,5 ile Tomarza'da, en düşük %13,8 ile Adana'da, orta şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %12,5 ile Elbaşı'nda, en düşük %8,1 ile Karaisalı'da, şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %8,1 ile Pozanti'da, en düşük %6,1 ile Elbaşı'nda görülmüştür. Havza içerisinde kalan istasyonların ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %14,8, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %10,3 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %7,0 şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.32 Seyhan Havzası SPEI-6 Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



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



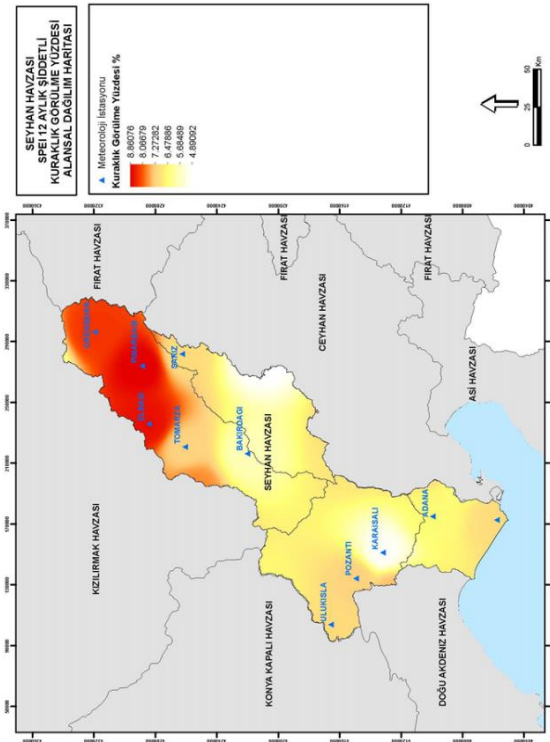
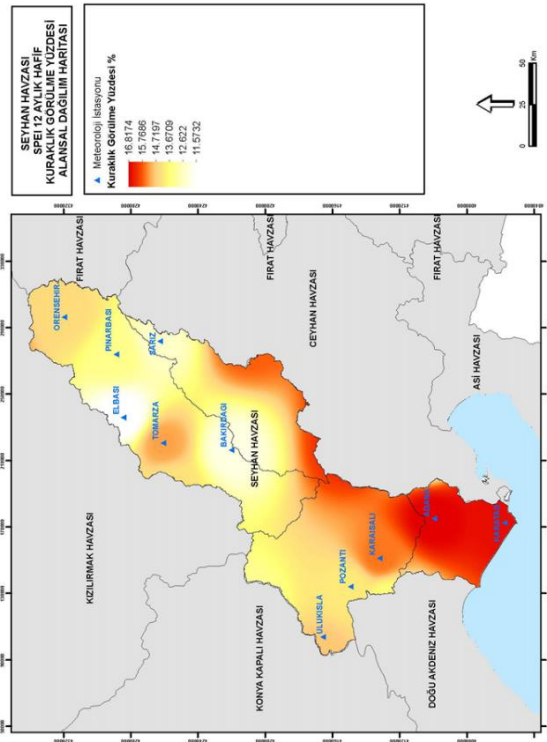
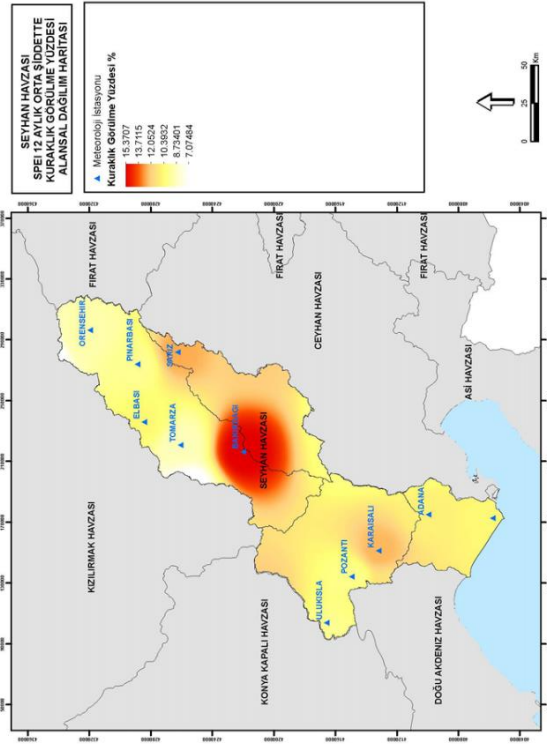
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.3.2 Tarımsal Kuraklık Risk Haritaları

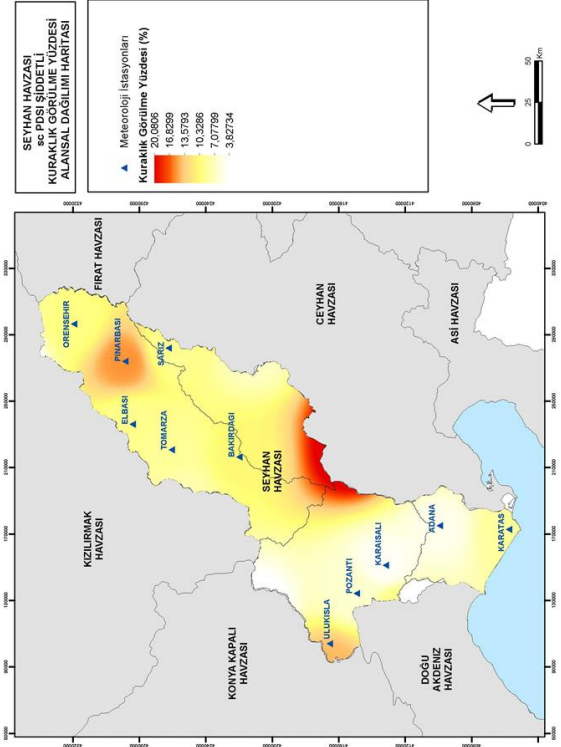
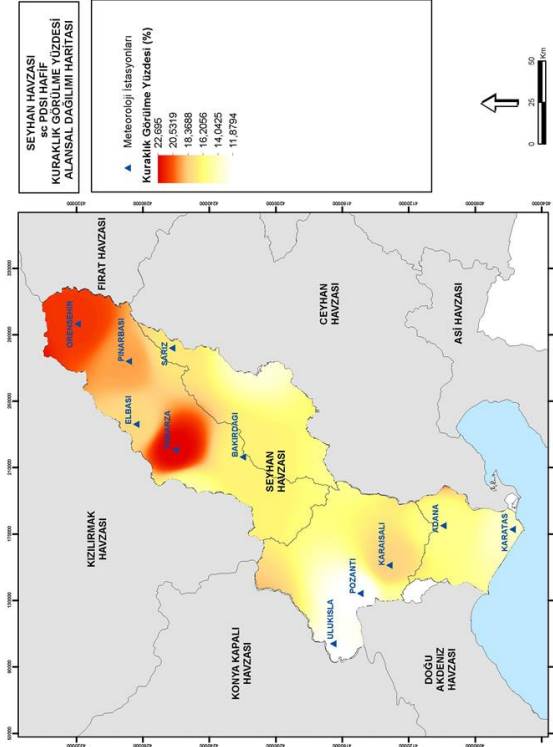
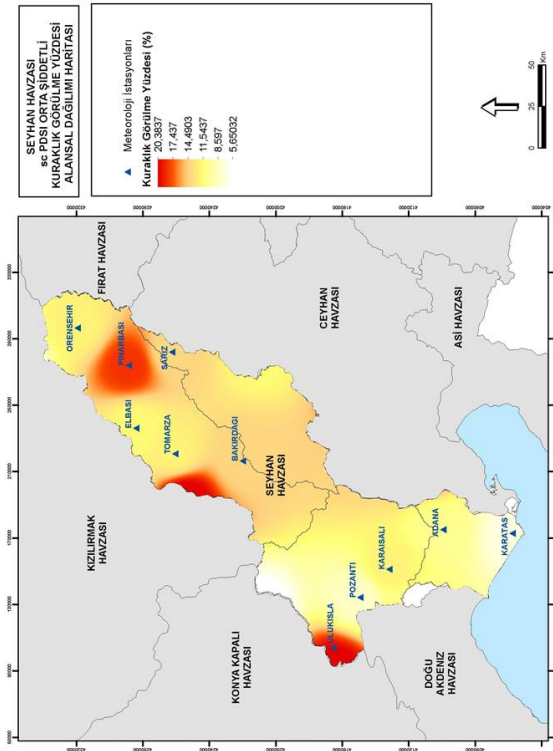
Bu bölümde tarımsal kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen SPEI-12 ve sc-PDSI indekslerinin istasyon bazlı değerleri alansallaştırılarak oluşturulan kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri dağılım haritaları sunulmaktadır.

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, Şekil 3.33 ile sunulmuştur. Haritada görüldüğü gibi hafif kuraklık görülme oranı en yüksek %16,8 ile Adana'da, en düşük %11,6 ile Elbaşı'nda, orta şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %15,4 ile Bakırdağı'nda, en düşük %8,9 ile Tomarza'da, şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %8,9 ile Pınarbaşı'nda, en düşük %5,1 ile Karaisalı'da görülmüştür. Havza içerisinde kalan istasyonların ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %14,3, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %10,9 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %7,2 şeklinde hesaplanmıştır.

Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (sc-PDSI)'ne ait kuraklık risk haritaları, 3 farklı şiddet seviyesi (Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak) için hazırlanmış olup, Şekil 3.34 ile sunulmuştur. Haritada görüldüğü gibi hafif kuraklık görülme oranı en yüksek %22,7 Tomarza'da, en düşük %11,9 ile Pozanti'da, orta şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %20,1 ile Ulukışla'da, en düşük %7,4 ile Karataş'ta, şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %15,4 ile Pınarbaşı'nda, en düşük %4,8 ile Karaisalı'da görülmüştür. Havza içerisinde kalan istasyonların ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %17,0, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %12,9 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %9,3 şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.33 Seyhan Havzası SPEI-12 Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.34 Seyhan Havzası sc-PDSI Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



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



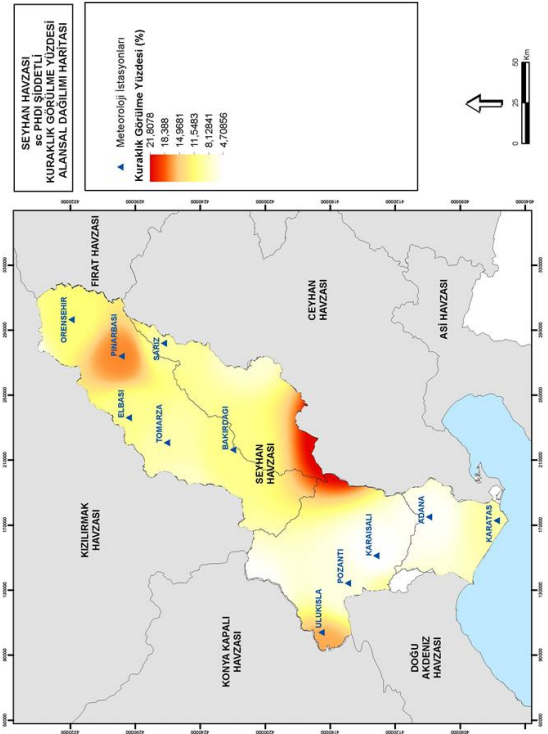
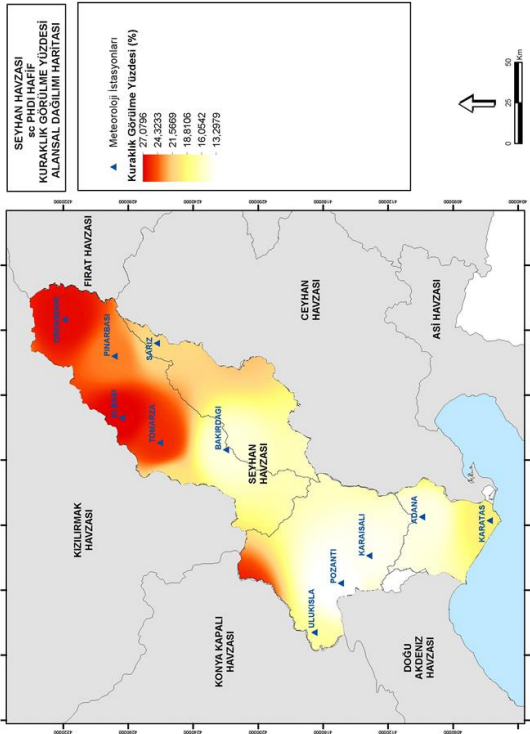
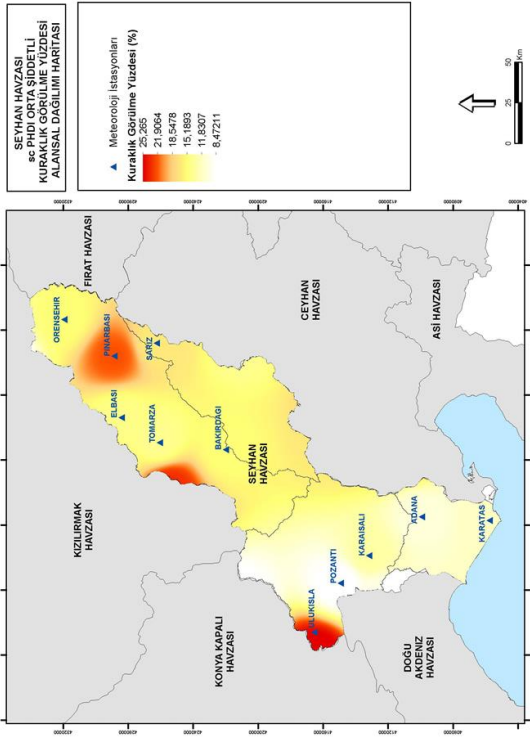
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.3.3 Hidrolojik Kuraklık Risk Haritaları

Bu bölümde hidrolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen sc-PHDI indeksinin istasyon bazlı değerleri alansallaştırılarak oluşturulan kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri dağılım haritaları sunulmaktadır.

Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (sc-PHDI)'ne ait kuraklık risk haritaları, 3 farklı şiddet seviyesi (Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak) için hazırlanmış olup, Şekil 3.35 ile sunulmuştur.

Haritada görüldüğü gibi hafif kuraklık görülme oranı en yüksek %27,1 ile Elbaşı'nda, en düşük %13,3 ile Pozantı'da, orta şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %25,3 ile Ulukışla'da, en düşük %8,5 ile Pozantı'da, şiddetli kuraklık görülme oranı en yüksek %17,2 ile Pınarbaşı'nda, en düşük %4,8 ile Karaisalı'da görülmüştür. Havza içerisinde kalan istasyonların ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %19,8, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %15,1 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %10,0 şeklinde hesaplanmıştır.



Şekil 3.35 Seyhan Havzası sc-PHDI Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.4 Projeksiyon Dönemi Kuraklık Risk Haritaları

3.6.4.1 Tarımsal Kuraklık Risk Haritaları

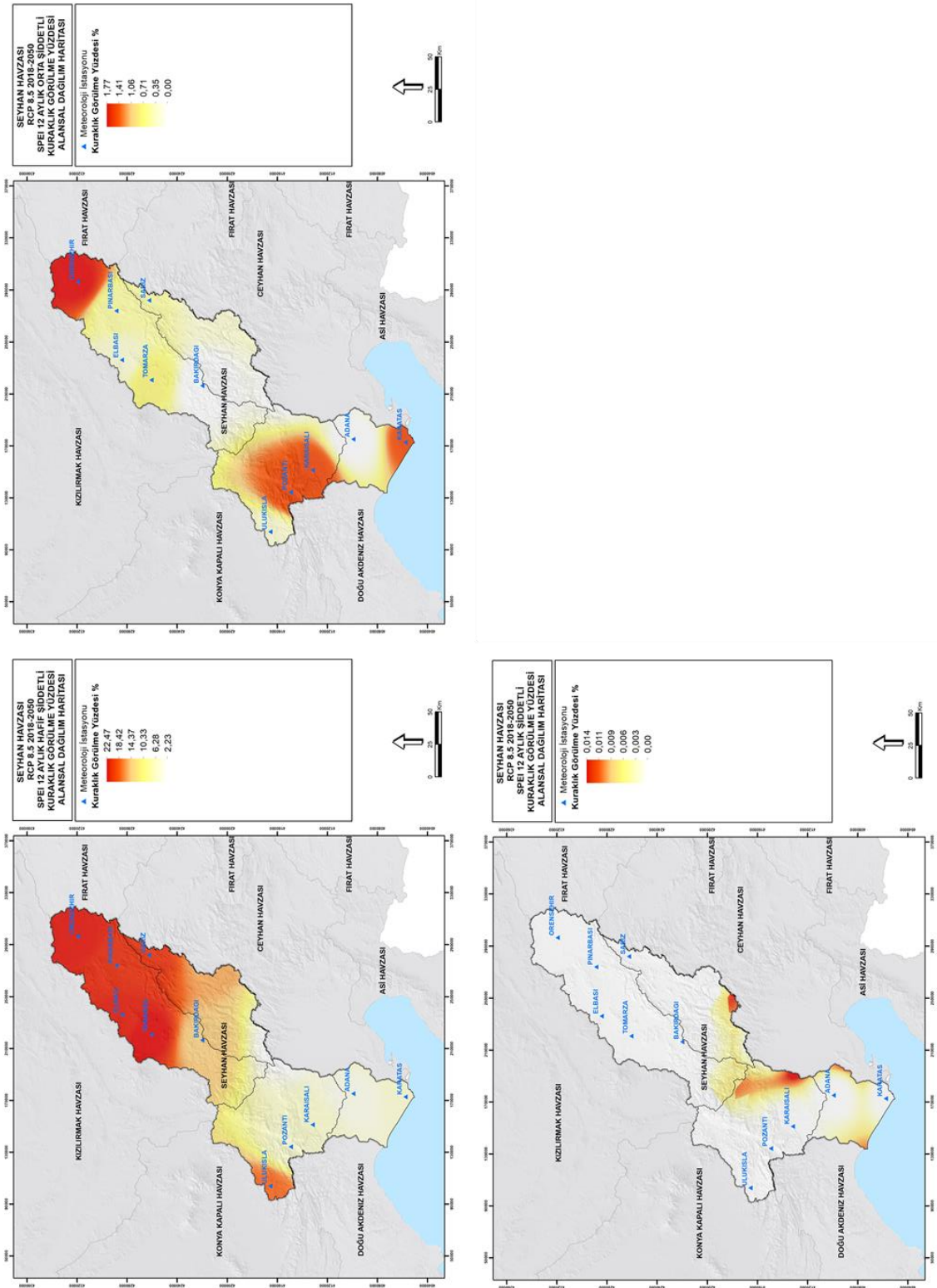
2018-2050, 2051-2075 ve 2076-2098 projeksiyon dönemlerinde tarımsal kuraklığı temsil etmesi amacıyla seçilen SPEI-12 ve sc-PDSI indekslerinin mevcut dönemde belirlenen istasyon konumlarında projeksiyon dönemlerine göre elde edilen kuraklık şiddeti görülme yüzdeleri değerleri alansallaştırılarak oluşturulan 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 3.36, 2051-2075 dönemi Şekil 3.37, 2076-2098 dönemi ise Şekil 3.38 ile sunulmuştur.

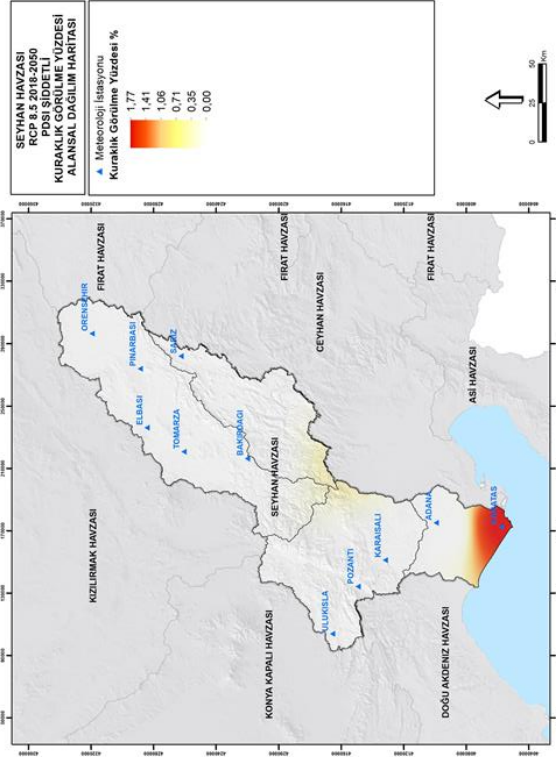
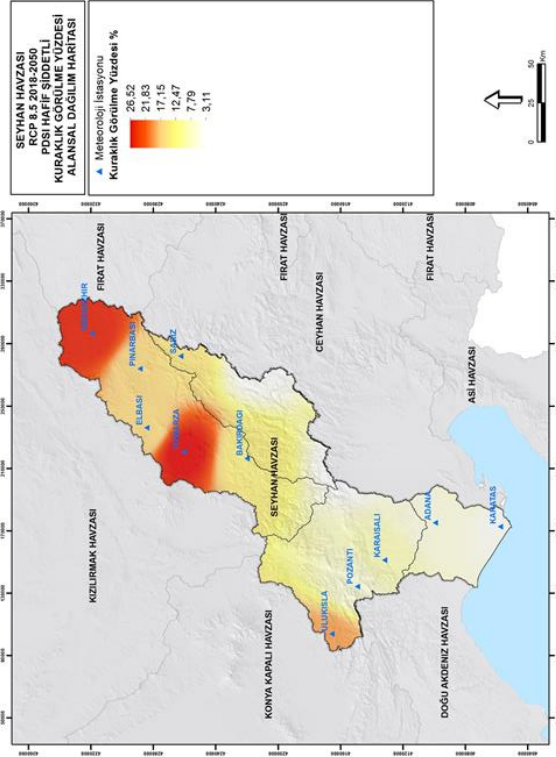
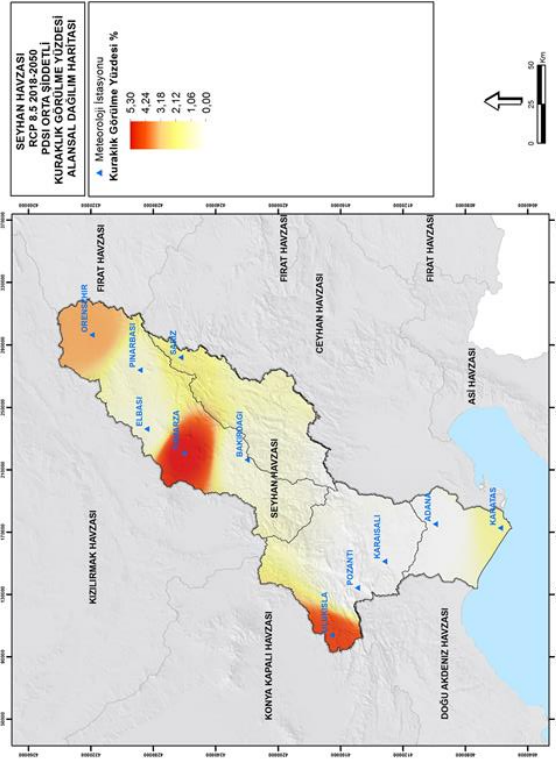
2018-2050 döneminde istasyon konumlarının ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %14,8, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %0,8 şeklinde hesaplanmış olup, şiddetli kuraklık öngörülmemektedir. 2051-2075 döneminde havzada hafif kuraklık görülme oranı %32,1, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %31,2 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %2,4 şeklinde hesaplanmıştır. 2076-2098 döneminde ise havzada hafif kuraklık görülme oranı %25,9, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %32,9 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %22,1 şeklinde hesaplanmıştır.

Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (sc-PDSI)'ne ait kuraklık risk haritaları, 3 farklı şiddet seviyesi (Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak) için hazırlanmış olup, 2018-2050 projeksiyon dönemi Şekil 3.39, 2051-2075 dönemi Şekil 3.40, 2076-2098 dönemi ise Şekil 3.41 ile sunulmuştur.

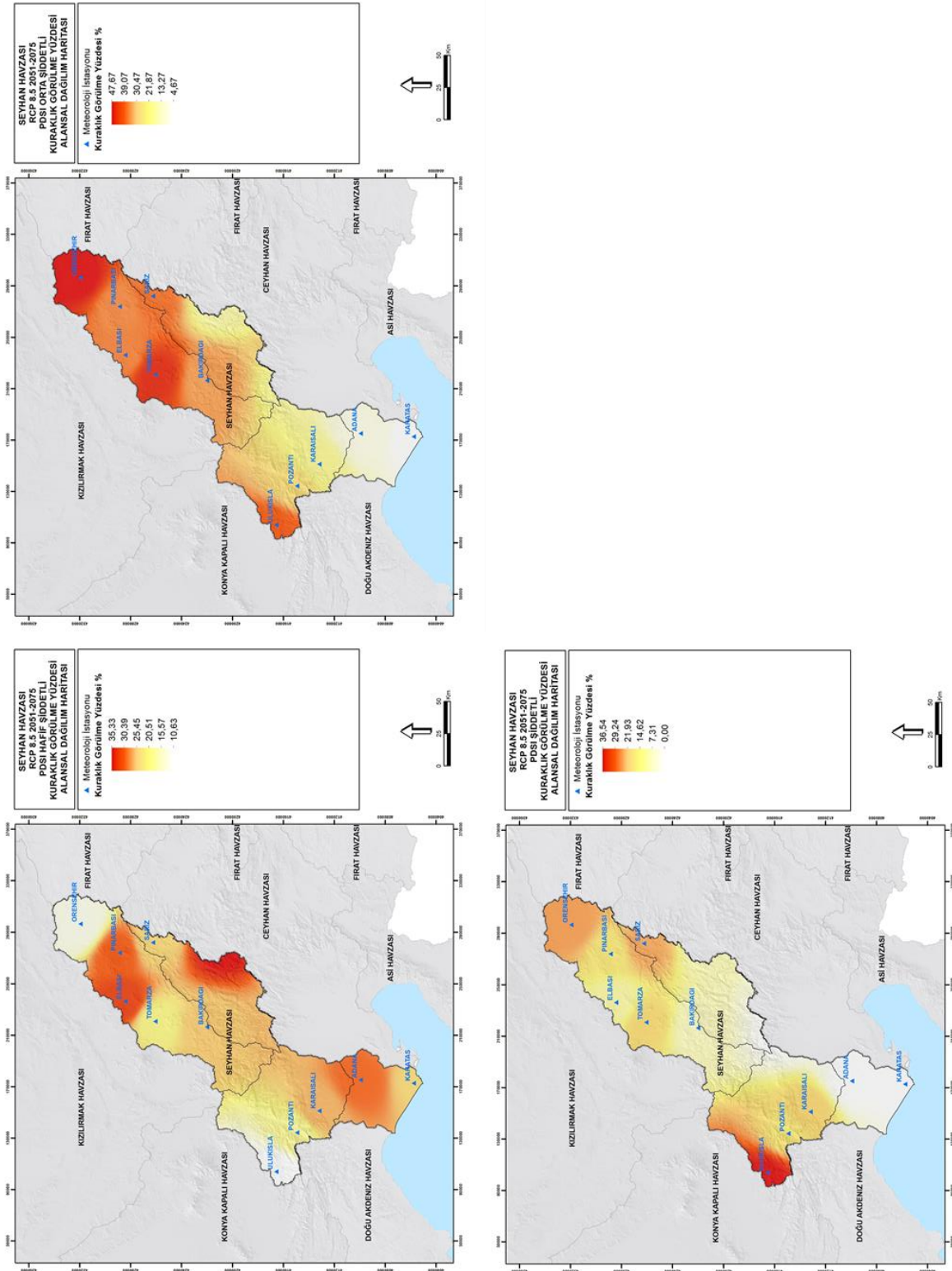
2018-2050 döneminde istasyon konumlarının ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %14,4, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %1,8 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %0,2 şeklinde hesaplanmıştır. 2051-2075 döneminde havzada hafif kuraklık görülme oranı %23,0, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %30,5 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %15,7 şeklinde hesaplanmıştır. 2076-2098 döneminde ise havzada hafif kuraklık görülme oranı %17,8, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %29,1 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %30,8 şeklinde hesaplanmıştır.



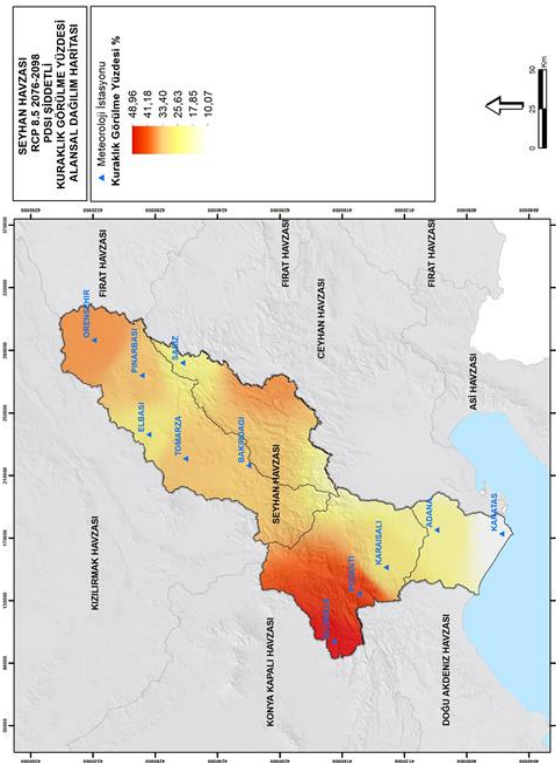
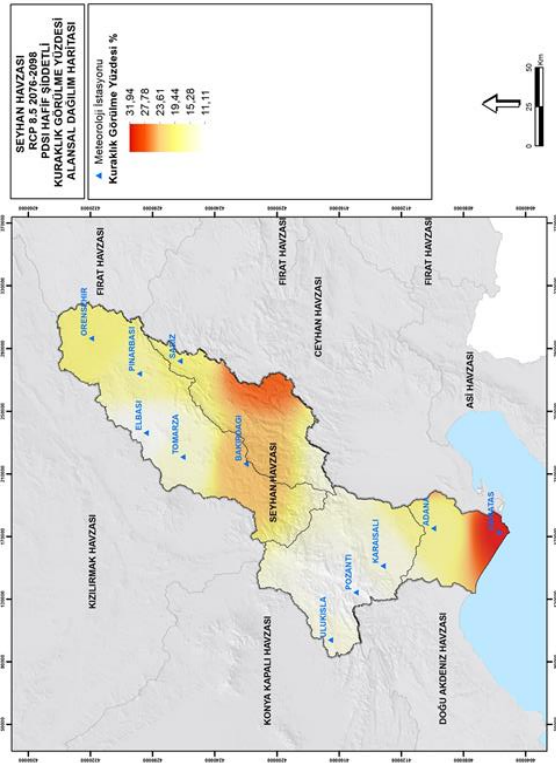
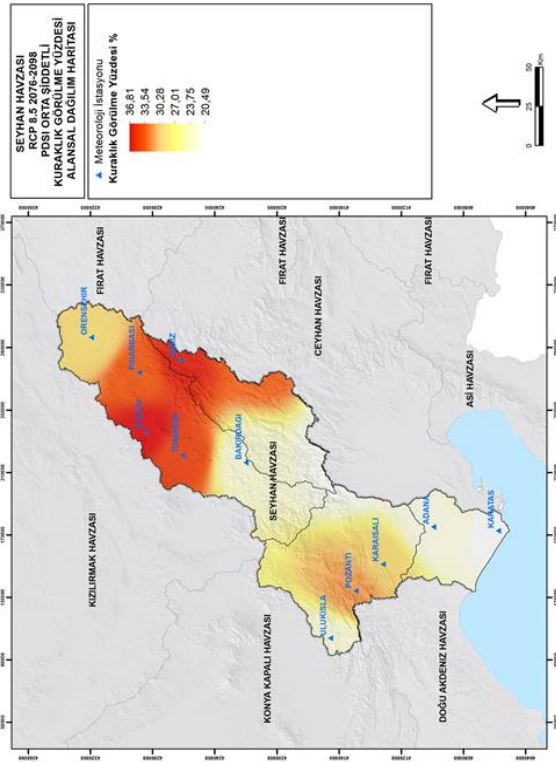
Şekil 3.36 Seyhan Havzası SPEI-12 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.39 Seyhan Havzası sc-PDSI 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.40 Seyhan Havzası sc-PDSI 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.41 Seyhan Havzası sc-PDSI 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



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



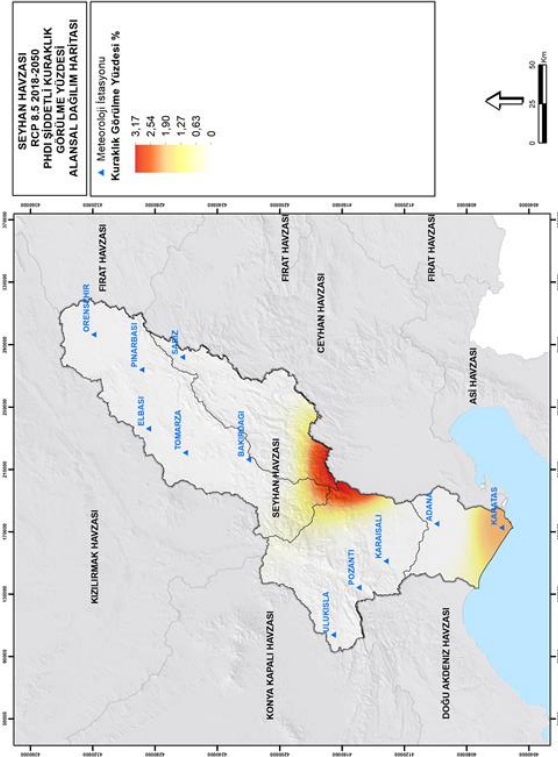
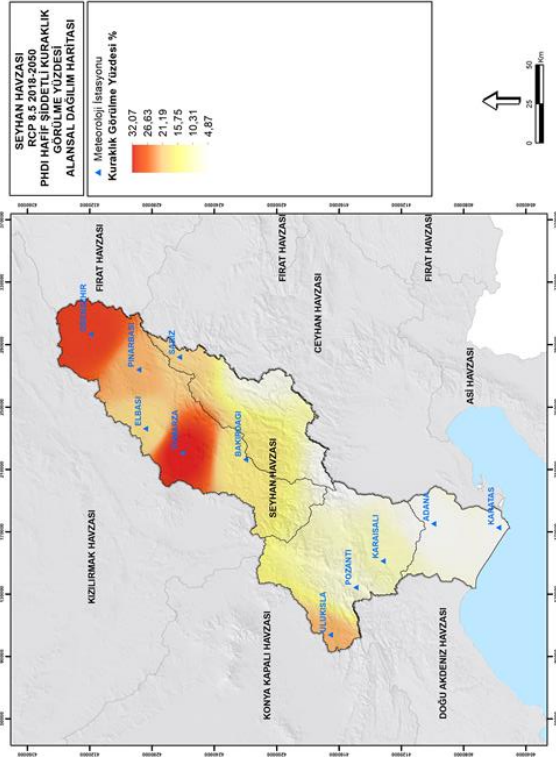
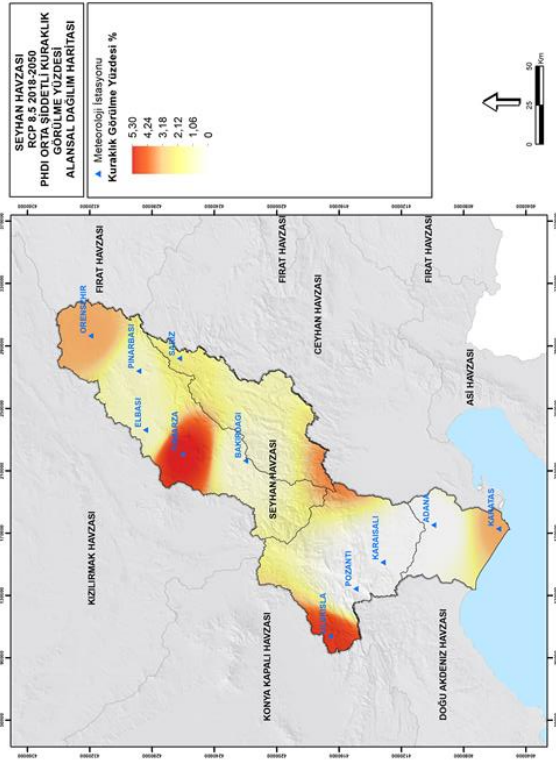
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

3.6.4.2 Hidrolojik Kuraklık Risk Haritaları

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

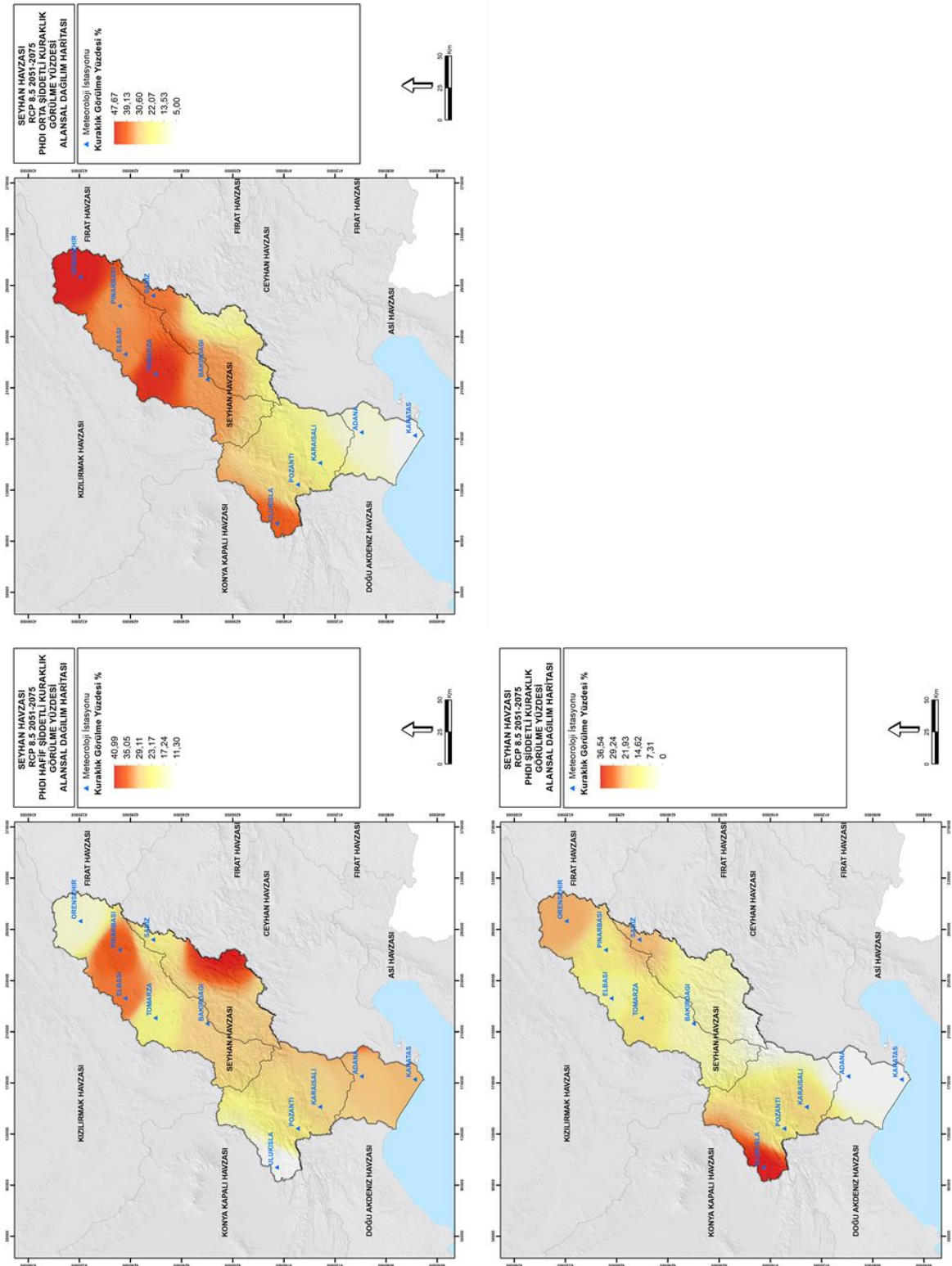
Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (sc-PHDI)'ne ait kuraklık risk haritaları, 3 farklı şiddet seviyesi (Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak) için hazırlanmış olup, 2018-2050 projeksiyon dönemi Şekil 3.42, 2051-2075 dönemi Şekil 3.43, 2076-2098 dönemi ise Şekil 3.44 ile sunulmuştur.

2018-2050 döneminde istasyon konumlarının ortalamalarına göre havzada hafif kuraklık görülme oranı %18,0, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %2,0 şeklinde hesaplanmış olup, şiddetli kuraklık öngörülmemektedir. 2051-2075 döneminde havzada hafif kuraklık görülme oranı %26,1, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %31,1 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %15,8 şeklinde hesaplanmıştır. 2076-2098 döneminde ise havzada hafif kuraklık görülme oranı %21,1, orta şiddetli kuraklık görülme oranı %30,2 ve şiddetli kuraklık görülme oranı ise %30,9 şeklinde hesaplanmıştır.

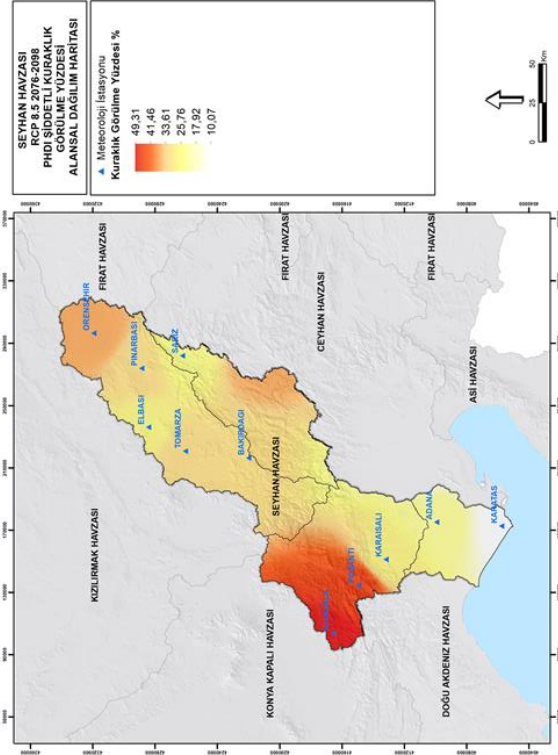
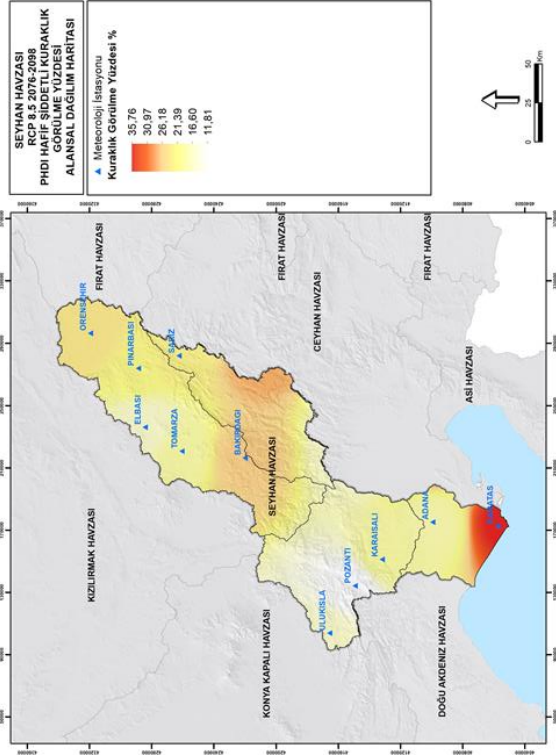
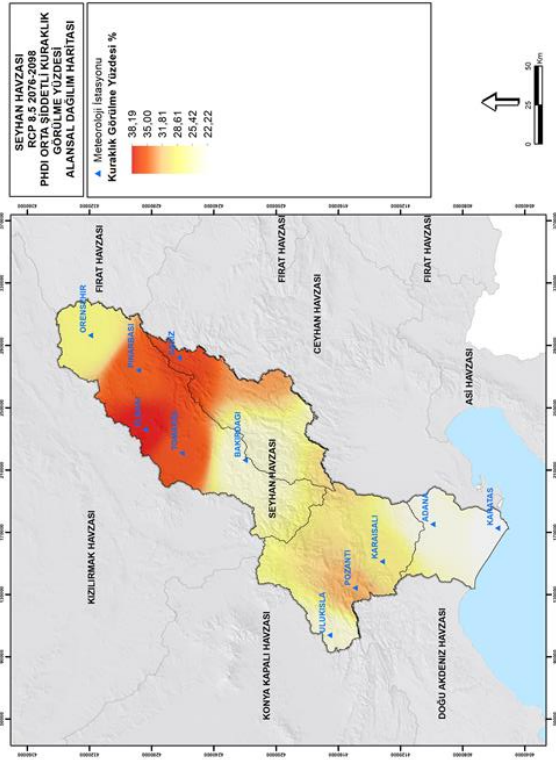


Şekil 3.42 Seyhan Havzası sc-PHDI 2018-2050 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 3.43 Seyhan Havzası sc-PHDI 2051-2075 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



Şekil 3.44 Seyhan Havzası sc-PHDI 2076-2098 Projeksiyon Dönemi Hafif, Orta Şiddette ve Şiddetli Kuraklık Görülme Yüzdeleri Haritaları



4 İKLİM PROJEKSİYONLARI

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Haziran 2016 tarihli “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu (IDSKEP)” kapsamında gerçekleştirilen projeksiyon çalışmalarının ilk aşaması olan iklim projeksiyonları 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.

Model simülasyonları aracılığı ile toplam 11 hidrometeorolojik değişken ve ekstrem durumları temsil eden 17 iklim indisine ait projeksiyonlar Türkiye sınırlarının tamamını kapsayacak şekilde oluşturulmuş, incelenen parametrelerin 1971-2000 yılı simülasyonları olarak kabul edilen referans dönemine göre 2100 yılına kadar farkları günlük ve aylık bazda hesaplanmıştır. İlk kez IDSKEP’de Türkiye için 10x10 km çözünürlükte 3 küresel iklim modeli sonuçları elde edilmiştir (SYGM, 2016).

HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM – CM5.1 çıktıları ile gerçekleştirilen dinamik ölçek küçültme çalışması ile üretilen (SYGM, 2016) iklim projeksiyonları model başarımını sınamak için diğer modellerle karşılaştırmalı olarak kullanılmış olup bu üç küresel model ile üretilen verilerin Türkiye iklimini diğer modellere nazaran daha gerçekçi bir şekilde temsil ettiği görülmüştür. Seçilen üç küresel yer sistem modeli, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) 5. Değerlendirme Raporu (IPCC AR5, 2013) kapsamında kullanılmıştır.

Proje kapsamında gerçekleştirilecek hidrolojik model çalışmalarının iklim projeksiyonlarındaki sistematik hatalardan olabildiğince az etkilenmesi için genel olarak en yüksek başarımı ortaya koyup Türkiye iklimini en gerçekçi benzeştiren MPI-ESM-MR RegCM4.3 kuplesiyle elde edilen model çıktılarının kullanılması uygun görülmüştür. Buna göre, MPI-ESM-MR modelinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarından elde edilen 2015 -2100 yılları arası ortalama sıcaklık, toplam yağış, yüzey akışı ve yeraltı suyu potansiyeli çıktıları kullanılmıştır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

4.1 Bölgesel İklim Modeli – RegCM4.3

Küresel iklim modellerinin tamamlayıcısı olan bölgesel iklim modelleri, dünyanın pek çok bölgesi için kullanılmaktadır. Bu modeller, küresel iklim analizlerine veya simülasyonlarına yerel etkileşimleri dahil ederek ayrıntılı iklim süreçlerini ortaya koyarlar. Son 20 yılda, bölgesel iklim modelleri üzerinde yapılan araştırmalarda önemli ilerlemeler elde edilmiş, hesaplama olanaklarının artmasıyla daha yüksek çözünürlükte daha uzun simülasyonlar mümkün hale gelmiştir (Rajib & Rahman, 2012). Bir bölgesel model genellikle yer kürenin belirli bir alanını daha yüksek çözünürlükte hesaplar. Böylece yüksek çözünürlüklü sınırlı alan bölgesel iklim modeli ile ülke ölçeğinde projeksiyonlar üretilebilir. Proje kapsamında ICTP (International Centre for Theoretical Physics) tarafından geliştirilmesi halen sürdürülen bölgesel iklim modeli RegCM4.3 çıktıları kullanılmıştır.

ICTP Regional Climate Model bir sınırlı alan modelidir. Bu tür modeller sınırlı alanlar üzerinde zaman bağımlı büyük ölçekli meteorolojik alanlar ile sürülürler. Bu alanlar ya gözlemlerin analizinden ya da küresel model simülasyonlardan sağlanır. RegCM modelinin etki alanının içerisindeki çözüm, iç model zorlaması ve yanal sınır zorlaması arasındaki dinamik dengenin sonucunda gerçekleşir (Anthes & diğ., 1989; Seth & Giorgi, 1998). Model hidrostatik, sıkıştırılabilir ve arazi takip eden σ -koordinat sistemine yer verir. NCAR/PSU'nun mezo ölçek meteorolojik modeli olan MM5'in hidrostatik dinamik çekirdeğine dayanır. Başlangıçta NCAR Atmosferik Araştırmalar Ulusal Merkezi'nde geliştirilen RegCM bölgesel iklim modeli (Giorgi; diğ., 1993a; Giorgi & diğ., 1993b) daha sonra ICTP ESP Yer Sistem Fiziği bölümünde oluşturulmuştur.

Arazinin düz olduğu bölgelerde iklim modellerinin çözünürlüğü çok sorun yaratmaz, ancak Türkiye gibi karmaşık topoğrafyanın hakim olduğu bölgelerde çözünürlük son derece önem kazanır. RegCM başlangıç değerleri olarak her yatay model grid noktasında model prognostik değerlerini kullanır. Bunlar u ve v, hız bileşenleri; T, sıcaklık; q, Bağıl Nem; p, atmosfer basıncı ve Ts, yüzey sıcaklığı verileridir.

IDSKEP kapsamında kullanılan bölgesel iklim modelinin çözünürlüğü bu nedenle 10 km olarak seçilmiştir. RegCM, esnek, taşınabilir ve kullanımı kolay olup, paleoiklim ve gelecek iklim simülasyonu için, yaklaşık 10 km (hidrostatik sınırı) kadar olan çözünürlük ile dünyanın pek çok bölgesi için uygulanmaktadır. Bu modelin en son sürümü, bölgesel bir okyanus modeli, tam gaz-faz kimyasının dahil olduğu geliştirilen yeni bir mikrofizik bulut programını içerir. RegCM modelinde göz önüne alınan sınır tabaka türbülans etkileri ve bununla ilgili düşey taşınım (Holtstag & diğ., 1990) tarafından geliştirilmiştir. RegCM4.3 radyasyon

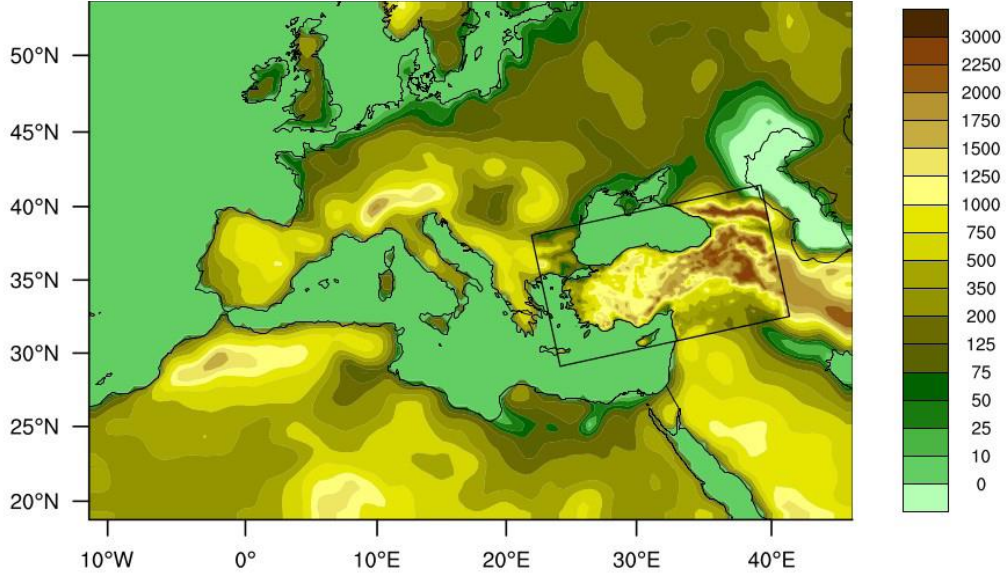


T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

şeması olarak NCAR CCM3, Community Climate Model 3 (Kiehl & diğ., 1996) kullanır. Konvektif yağış modülü (Grell, 1993) tarafından geliştirilmiştir. Türkiye ve civarı için RegCM modeli ile yapılan geçmiş çalışmalar göz önüne alınarak Tablo 4.1 ile sunulan model fizik opsiyonları ve konfigürasyonları seçilmiştir. Modelin çalışma alanı ise Şekil 4.1 ile verilmiştir.



Şekil 4.1 Bölgesel Model Çalışma Alanları ve Topoğrafya

(dıştaki alan 50 km çözünürlüğe ve içteki alan 10 km çözünürlüğe karşılık gelmektedir.)

Tablo 4.1 RegCM4.3 Model Konfigürasyonları

İçerik	Dış Alan	İç Alan
Çözünürlük	50km	10km
Projeksiyon	Lambert Conformal	Lambert Conformal
Grid kutuları	iy=82 ve jx = 120	iy=106 ve jx=184
Düşey seviye	23 σ - seviyesi	23 σ -seviyesi
Merkez koordinatlar	42.00°N ve 17.00°E	39.49°N ve 35.75°E
Zaman aralığı	3 saat	3 saat
Deniz yüzey sıcaklıkları verisi	HadGEM RF 45,85	HadGEM RF 45,85
Veri seti	HadGEM RF 45,85	FNEST
Sınır tabaka şeması	Holtstag PBL	Holtstag
Kümüls konveksiyon şeması	Grell	Grell
Grell şeması Kümüls şeması	Arakawa Schubert	Arakawa Schubert
Nem şeması	SUBEX	SUBEX



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

4.2 İklim Senaryoları

İklim çalışmalarında senaryolar, insan aktivitelerinin gaz emisyonları üzerindeki etkisinden yola çıkarak iklim değişikliğinin üzerindeki etkilerini belirleme amacıyla üretilmektedir. Nüfus değişimi, ekonomik büyüme, teknolojik ilerleme gibi gelecekte nasıl bir değişim olacağı öngörülemeyen durumlar için oluşturulan senaryolar ve projeksiyonlar kullanılarak, bu değişimlerin iklim ve buna bağlı sosyo-ekonomik değişimler üzerindeki tesirini analiz etmeye çalışılmaktadır. Projeksiyonlar, geleceği tahmin etmekten ziyade belirli kabuller durumunda meydana gelecek olası alternatifleri önceden kestirilmesini amaçlamaktadır.

İklimsel senaryolarda genel olarak küresel sera gaz salımlarının yıllık değişimleri ele alınmakta olup sosyo-ekonomik ve teknolojik gelişme varsayımları ile iklimi etkileyen gaz emisyonlarının ve atmosferik partikül değişimlerinin etkisi incelenmektedir.

Güncel IPCC 5. Değerlendirme Raporu (AR5) hazırlıklarında ve kapsamında RCP (Representative Concentration Pathways – Temsili Konsantrasyon Rotaları) adı verilen yeni iklim senaryoları araştırmaları gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur. Bu çalışma sonucunda farklı kabullerin toplam kümülatif ışımsal zorlama (radiative forcing) değerleri karşılaştırılarak 4 adet RCP senaryosu türetilmiştir.

İşimsal zorlama, dünyanın artan sera gazı emisyonları etkisiyle absorbe ettiği ilave enerji olarak tanımlanıp birimi watt/m²'dir (enerji/alan). Daha detaylı olarak İşimsal Zorlama, günümüz ile sanayi öncesi dönemdeki atmosfere giren ve uzaya geri yansıyan enerji dengesindeki fark olarak tanımlanmakta olup işimsal zorlama arttıkça küresel sıcaklık da artmaktadır. İşimsal zorlama değerlerini esas alan temsili konsantrasyon rotaları, sera gazı konsantrasyonunun ve yüzey kullanımı değişimleri de dahil insan kaynaklı kirlilik değerlerinin yere ve zamana göre değişen gezineleridir (SEI, 2017).

Burada yapılmak istenen en iyimser ve en kötümser senaryoların gerçekleşmesi durumunda beklenen küresel iklim değişikliğinin boyutlarını ortaya koymaktır. RCP2.6 senaryosuna göre Türkiye'de ortalama sıcaklıklarda meydana gelecek değişim 1-1,5 °C artış olarak hesaplanmıştır, yağışta beklenen değişim ise %10'a varan azalmadır. RCP8.5 senaryosunun gerçekleşmesi durumunda ise Türkiye'de ortalama sıcaklıkların 4-5 °C artması hatta Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bu artışın 7 °C'yi aşması şeklindedir. Yağışta ise kuzeyden güneye artan bir azalma önerilmekte kuzey bölgelerde %10-20 bandında önerilen azalmalar güney kesimlerde %30'lara varmaktadır. Yıllık toplam yağışlardaki değişim kadar önemli olan bir diğer nokta ise yağış rejiminde beklenen değişimdir. Şiddetli ve tehlikeli hava olaylarında artış, sıcak hava dalgalarının süresi ve



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

sıklığındaki artış bu senaryo ile koşturulan modellerin ortaya koyduğu diğer olumsuz sonuçlardır.

4.3 Bölgesel İklim Modeli Sonuçlarına Yanlılık Düzeltmesi

Son 50 yılda modelleme araçlarındaki önemli gelişmelerin elde edilmesi, iklim sisteminin karmaşık bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu modelleme araçları daha çok iklim sistemindeki fiziksel süreçleri simüle etmek üzere kullanılmış, modellerin parametrik düzenlerinde önemli gelişmelerin sağlanmasına neden olmuştur.

Küresel modellere bölgesel iklim modellerinin kuple edilmesi ile elde edilen iklim projeksiyonlarında belirsizlikler oluşmaktadır. Bu belirsizlikler, model zorlamalarına, modellerin sahip olduğu süreçlere ve çözünürlüğe bağlıdır. Bu nedenle havzada elde edilmiş olan üç küresel iklim modeli ile elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar çıkabilmektedir. Bu farklılıkların en önemli sebebi modellerin içerdiği fizik opsiyonlarıdır.

Aynı zamanda modeller sınırlı yersel ve zamansal çözünürlüğe, kullanılan sayısal yöntemlere, fiziksel ve termodinamik süreçlerdeki basitleştirmelere ve iklim sistemindeki süreçlerin henüz tam olarak bilinmemesine bağlı olarak sistematik hatalar barındırır. Bununla birlikte çok yüksek çözünürlüğe sahip iklim modellerinin ürettiği günümüz iklim simülasyonları gözlenmiş değerlere göre belirli bir yanlılığa sahip olabilmektedir. Genelde bölgesel iklim modelinin doğruluğu mevsimsel ve bölgesel farklılıklar gösterir. Özellikle iklim değişikliğinin su kaynaklarına ve kar erimelerine etkisinin belirlenmesi, kuraklık gibi çalışmalar yapılırken yanlılık düzeltmesi önem arz etmektedir (Ballı, 2014).

Küresel ve bölgesel modellerdeki yanlılık, bu modellerin çıktılarını doğrudan hidrolojik etkilerin hesaplanması gibi çalışmalarda kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle son yıllarda en basit yöntemden en karmaşık yönteme kadar farklı yanlılık düzeltme metodolojileri geliştirilmiştir (Lafon & diğ., 2013; Bordoy & Burlando, 2012; Perkins & diğ., 2007; Chen & diğ., 2011). Bu yöntemlerin amacı, iklim modeli çıktılarının yanlılığını aynı dönemdeki gözlemlerin istatistiksel özelliklerini dikkate alarak düzeltmektir. Yanlılık düzeltmesinin başarısı ise gözlem veri tabanının kalitesi, doğruluğu ve bölgeyi yeterince iyi temsil etmesi ile doğru orantılıdır.

Normal dağılıma sahip sıcaklık parametresinde gelecek sıcaklık projeksiyonları istatistiksel olarak günümüz koşullarına göre göreceli değişimler şeklinde ifade edilerek modellerin yanlılığı azaltılır. Bununla birlikte normal dağılıma uymayan ve genellikle gamma dağılımı ile tanımlanan yağış parametresinin yanlılık düzeltmesi ise sıcaklık parametresinden farklı



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

yapılmaktadır. En temel yaklaşım, model yağışları ve günümüz koşullarındaki yağış gözlemleri arasında bir istatistiksel transfer fonksiyonu tanımlamak ve bu transfer fonksiyonunu model projeksiyonlarına uygulamaktır. Literatürde en basitinden yıllık, mevsimlik veya aylık yağış oranlarının (ortalama değer yaklaşımı) veya model ve gözlemlerin dağılım fonksiyonlarının tanımlanarak birinden diğerine simülasyonların transfer edilmesi yaklaşımları kullanılmaktadır.

Ballı, 2014 ortalama değer yaklaşımının Türkiye üzerinde makul sonuçlar ürettiğini göstermiştir. Bu proje kapsamında referans dönemi model ve gözlemlerin aylık bazda toplam yağışlarının oranları yanlılıkların azaltılması için kullanılmıştır. Böyle basit bir yaklaşımla aylık ortalamalar bazında referans dönemi yağışlarının gözlemler ile tutarlılığı sağlanmaktadır.

Bu çalışmada bölgesel iklim modeli simülasyonlarının yanlılığını azaltmak için gridlenmiş gözlem noktalarındaki günlük ölçekte toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri baz alınmıştır. Bu yaklaşım için, sıcaklık ve yağışta ortalama değer yaklaşımı (Month based Mean Value Bias Correction) kullanılarak yanlılık düzeltilmesi gerçekleştirilmiştir.

Sıcaklık parametresinde yanlılık her ay için her ölçüm noktasındaki gözlemlerin referans dönemi ortalaması (1971-2000) ile aynı noktadaki model sonucunun referans dönemi ortalaması arasındaki fark olarak tanımlanmış ve düzeltme bu farkın model referans dönemine eklenmesi ile yapılmıştır.

Yağış parametresinde ise düzeltme katsayısı gözlemlerin uzun dönem ortalama aylık yağış toplamalarının aynı istasyon noktası için model ile üretilen oranına karşı gelmektedir. Buna göre birden büyük değerler modelin yağışları daha az tahmin ettiğini, birden küçük değerler ise daha fazla tahmin ettiğini ifade etmektedir.

Genel olarak 1971-2000 referans döneminde yıllık ortalama sıcaklık ve yağışların değişimine bakıldığında modelin daha soğuk ve daha yağışlı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, referans periyodunun gözlemlere göre yanlılığı belirlenmiş olup düzeltmeleri yapılmıştır. Sonuç olarak yanlılık düzeltilmesi ile modellenen sıcaklık ve yağış değerleri gözlemlerin ortalamasına taşınmış olup, aynı düzeltme katsayıları ile gelecek projeksiyonlarının sıcaklık ve yağış verilerindeki yanlılık düzeltilmiştir.



4.4 İklim Projeksiyonları Eğilim Analizleri

Proje kapsamında, tüm Türkiye için yapılan farklı senaryolara ait simülasyonlardan, alt havza ölçeğinde aylık bazda ortalama sıcaklık, toplam yağış, potansiyel evapotranspirasyon, yüzey akışı ve yeraltı suyu potansiyeli değerleri 2018–2098 yılları arası incelenmiş ve eğilim analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Eğilim analizleri havzada bulunan her alt havzada 2 farklı projeksiyon için (MPI-ESM-RCP4.5, MPI-ESM-RCP8.5) gerçekleştirilmiştir.

Gelecek projeksiyonlarının anlamlılık düzeyi %95 güven aralığına göre belirlenmiştir. Buna göre $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde z değerleri $-1,96 \leq z \leq 1,96$ şeklinde belirlenmiş olup, anlamlı bir eğilim yoksa “Eğilim Yok”, artan bir eğilim varsa “Artan”, azalan bir eğilim varsa “Azalan” olarak gösterilmiştir. Seyhan Havzası’na ait MPI-ESM-MR – RegCM4.5 kuplesinin iyimser ve karamsar senaryolarına ait alt havzalardaki özet eğilim tabloları Tablo 4.2 ile sunulmuştur. Her parametreye ait zaman serileri, hareketli ortalamalar ve eğilim çizgileri ise Şekil 4.2 ile Şekil 4.6 arasında verilmiştir.

Tablo 4.2 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 Birleşim Yeri	-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 Birleşim Yeri	-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 Birleşim Yeri	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 Birleşim Yeri	9.691	Artan
		Aşağı Seyhan Ovası	9.784	Artan
		Seyhan Havzası	9.850	Artan



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Beslenme	Senaryo	2018-2098 RCP 4.5		2018-2098 RCP 8.5	
		Değer	Eğilim	Değer	Eğilim
PET	2018-2098 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	1.219	Eğilim Yok	
		Göksu Irmağı	1.203	Eğilim Yok	
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	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 Birleşim Yeri	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 Birleşim Yeri	0.273	Eğilim Yok	
		Aşağı Seyhan Ovası	0.020	Eğilim Yok	
		Seyhan Havzası	-0.012	Eğilim Yok	
	2018-2098 RCP 8.5	Zamantı Irmağı	-1.570	Eğilim Yok	
		Göksu Irmağı	-0.501	Eğilim Yok	
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	-2.255	Azalan	
		Aşağı Seyhan Ovası	-1.611	Eğilim Yok	
		Seyhan Havzası	-1.692	Eğilim Yok	
YAS	2018-2099 RCP 4.5	Zamantı Irmağı	0.224	Eğilim Yok	
		Göksu Irmağı	0.697	Eğilim Yok	
		Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri	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 Birleşim Yeri	-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



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

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

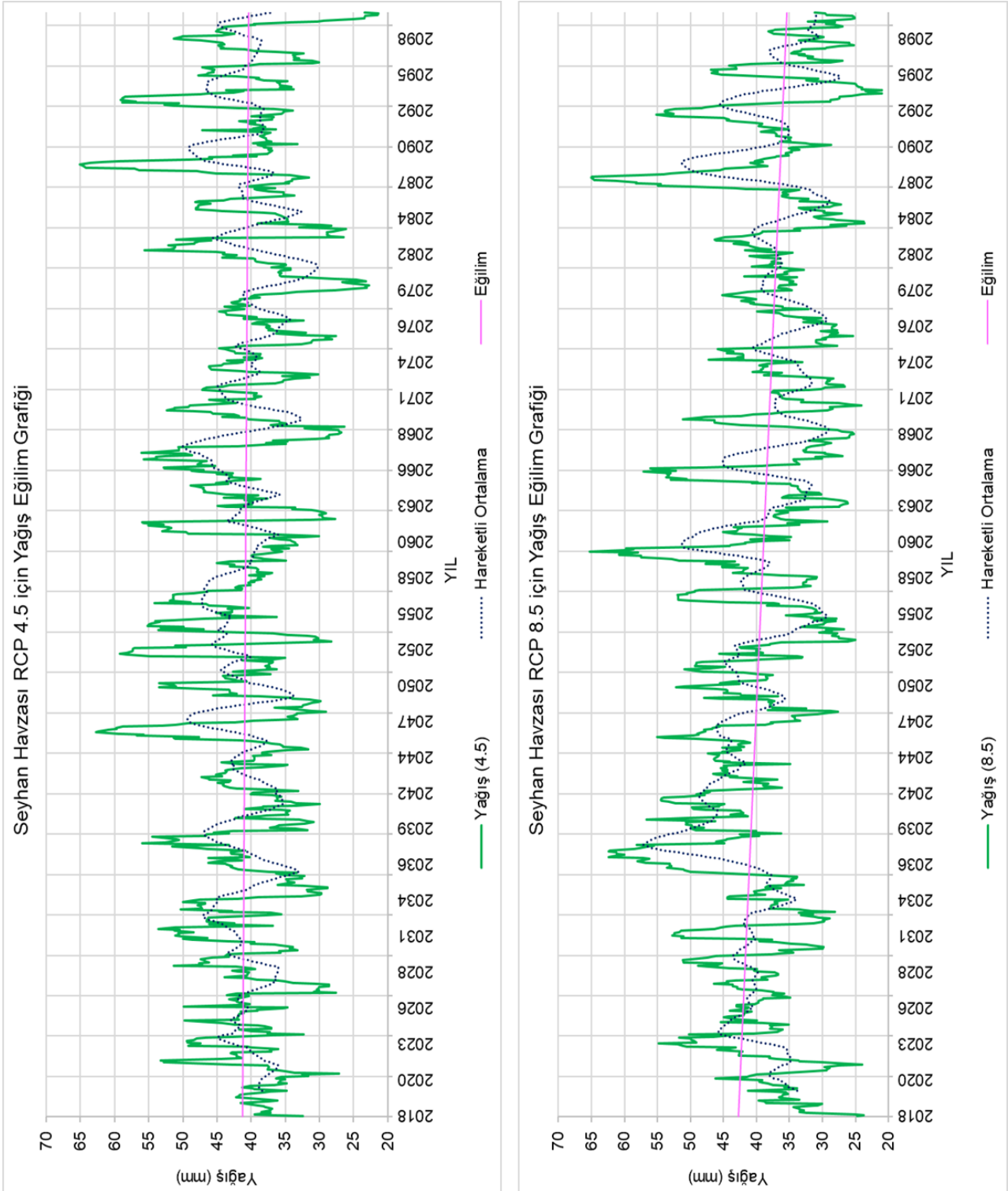
YAS projeksiyonlarında %95 anlamlılık seviyesinde RCP4.5 senaryosu sonuçlarına göre bir trend olmadığını göstermektedir. Kötümser RCP8.5 senaryosunda ise Seyhan Barajı-Zamantı, Göksu Birleşim Yeri Alt Havzası, Aşağı Seyhan Ovası Alt Havzası ve Seyhan Havzası'nda azalma yönünde bir trend tespit edilmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



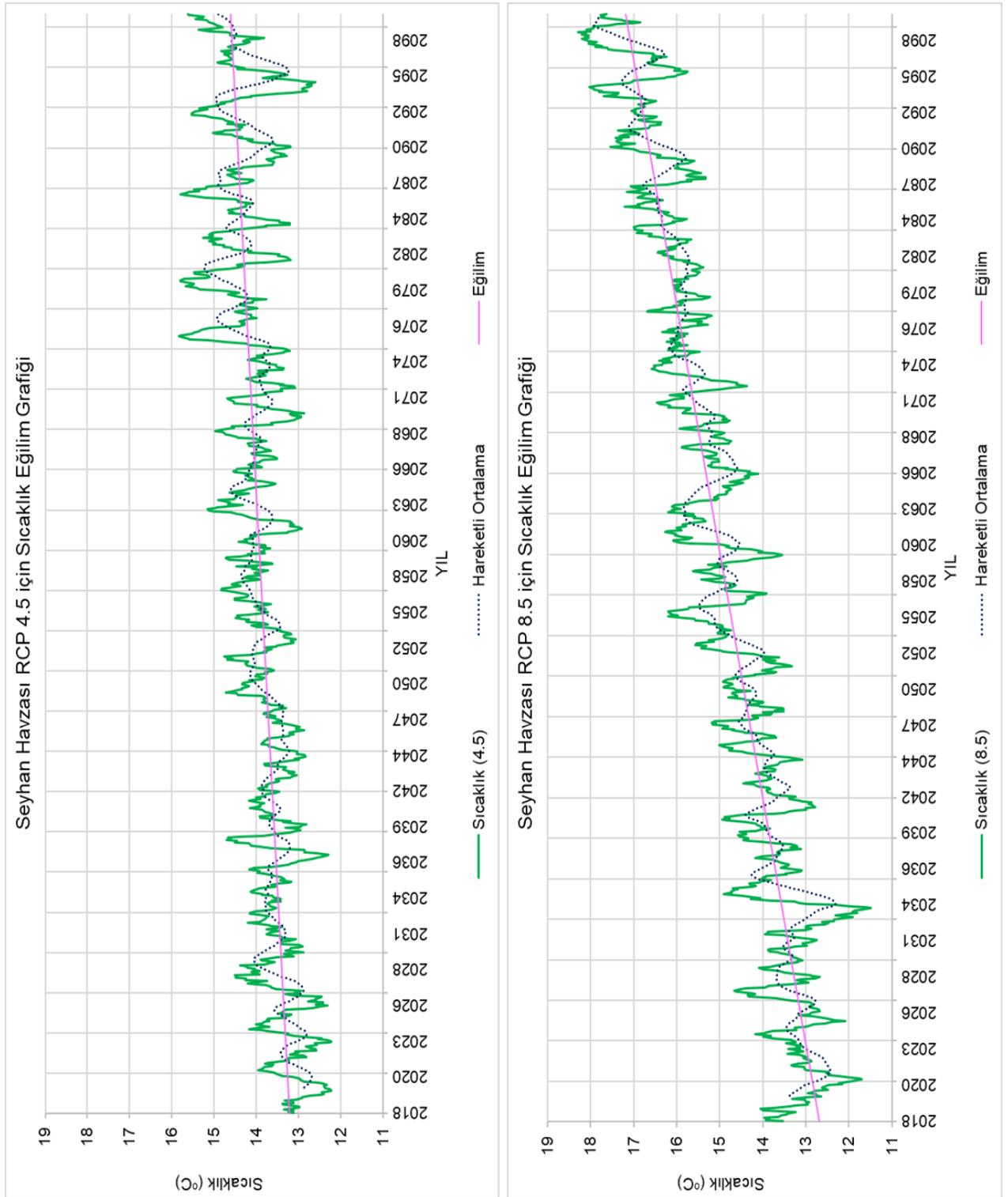
Şekil 4.2 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Yağış Eğilim Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



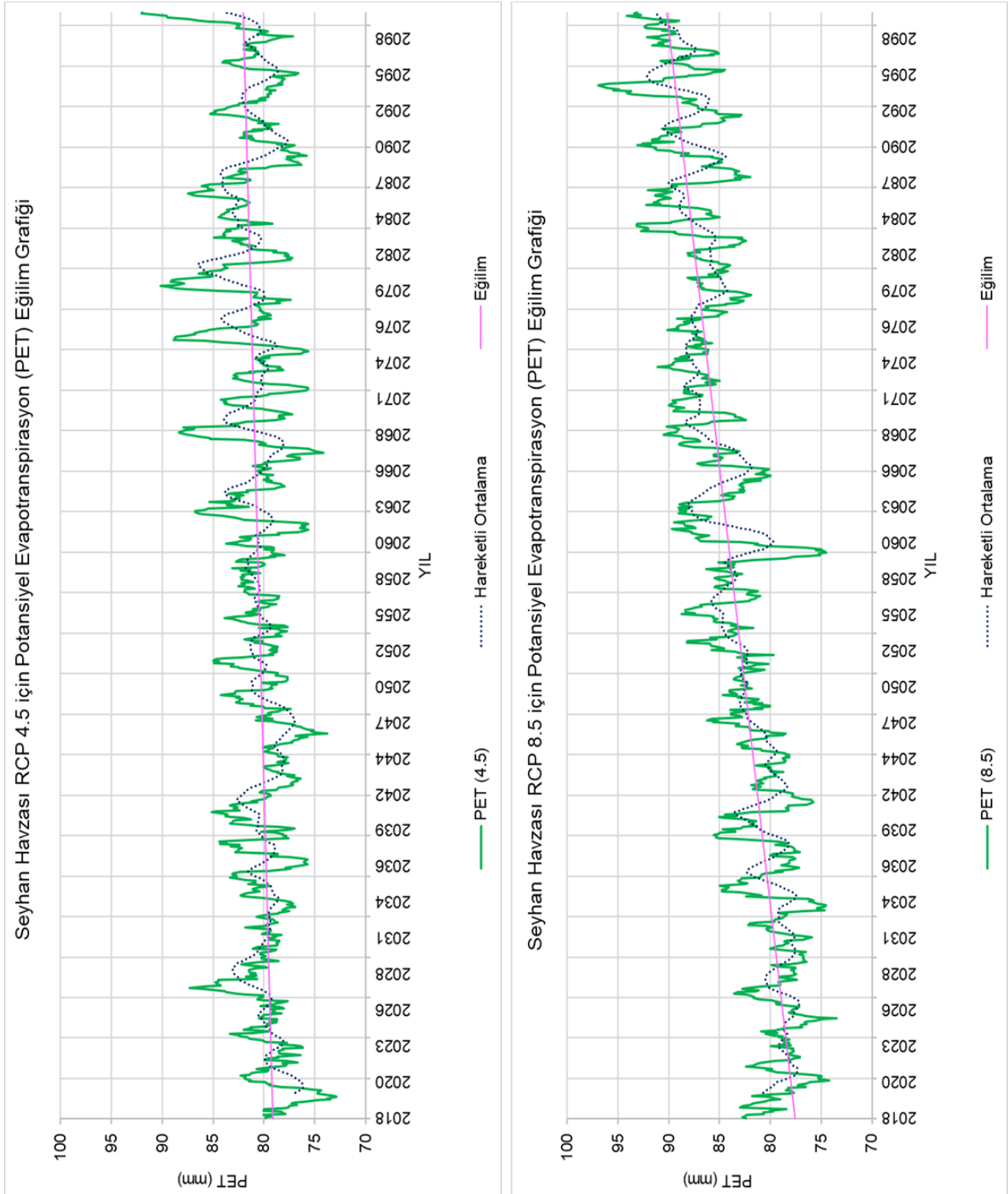
Şekil 4.3 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Sıcaklık Eğilim Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



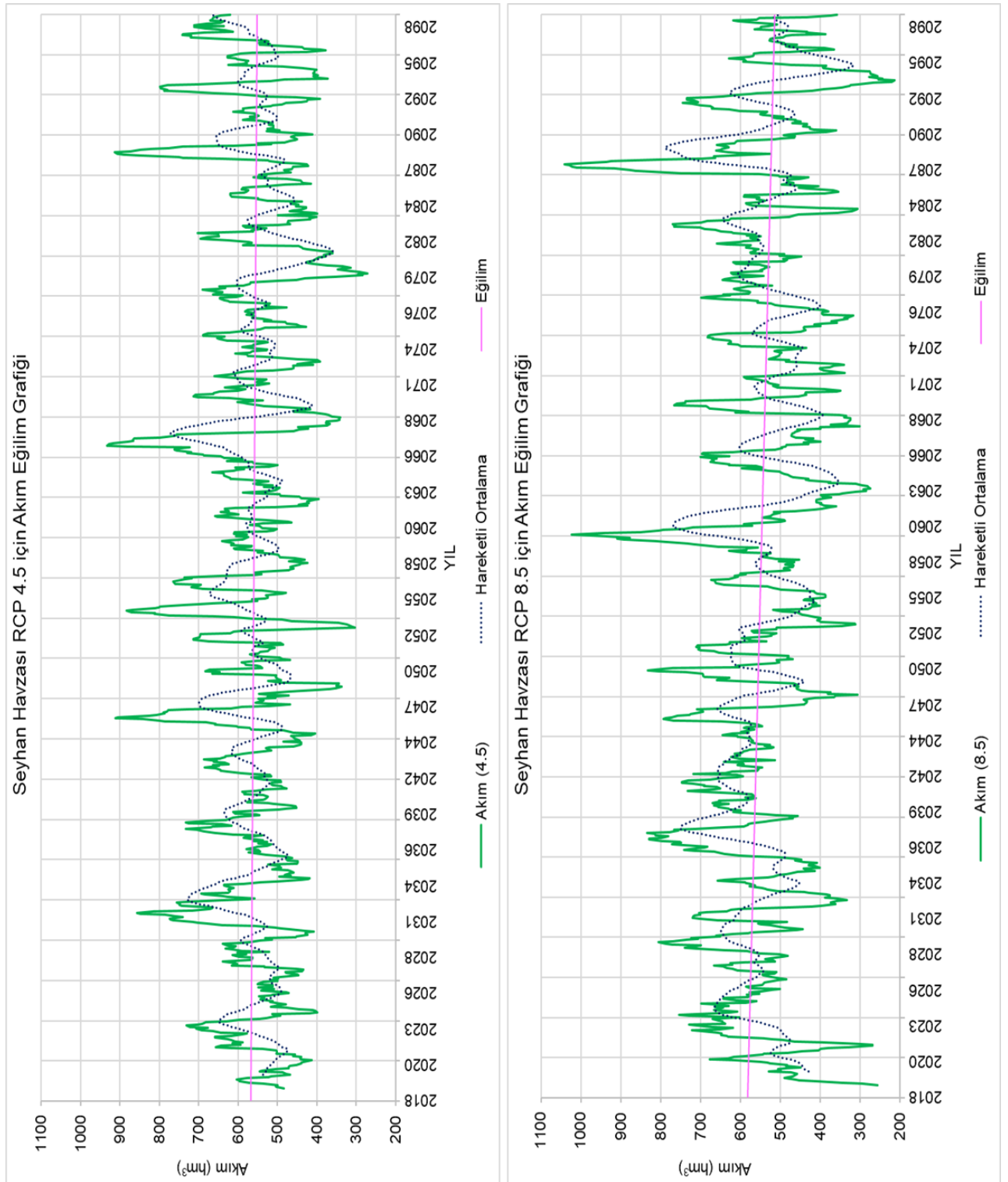
Şekil 4.4 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) Eğilim Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



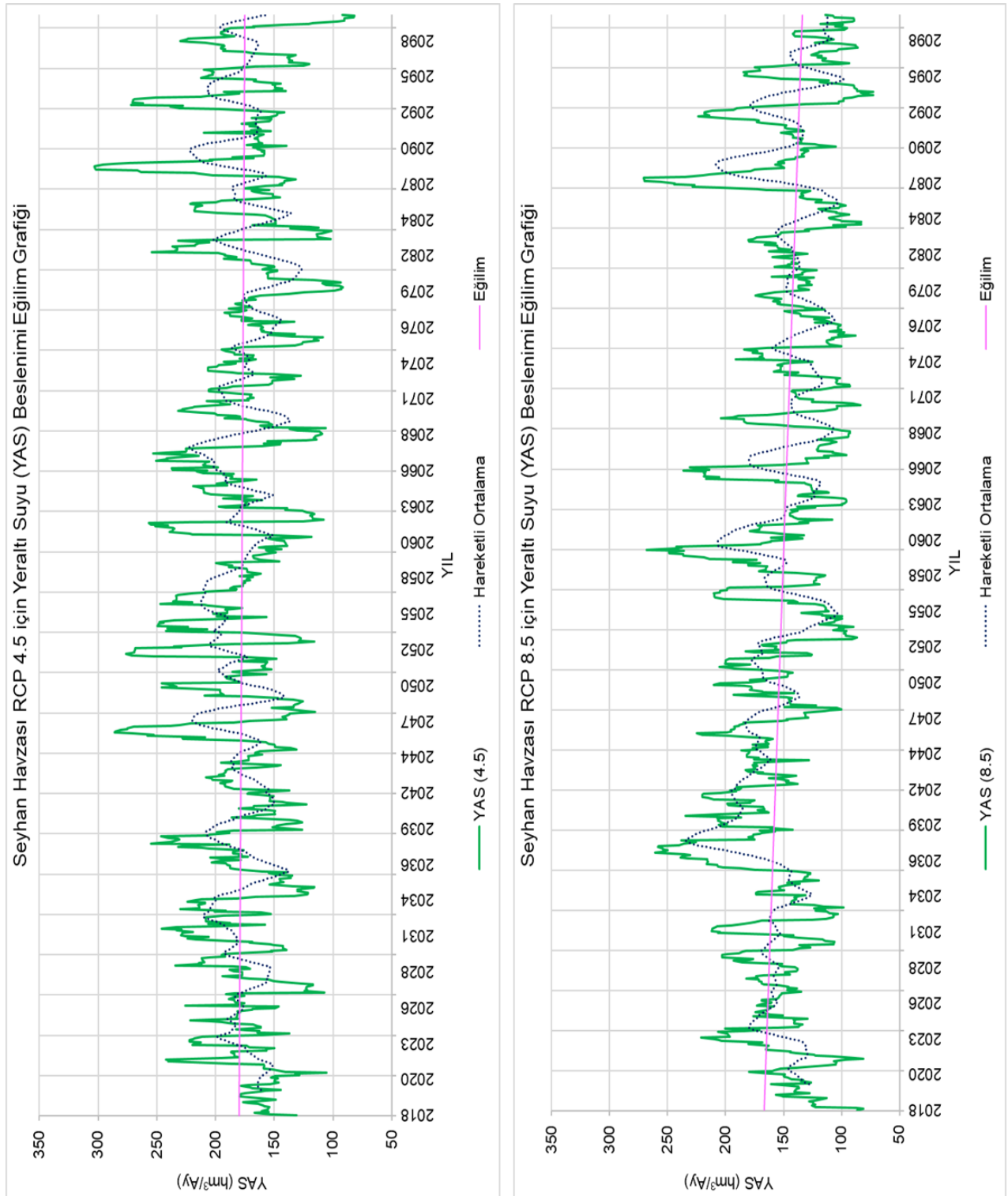
Şekil 4.5 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Akım Eğilim Grafikleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 4.6 Seyhan Havzası RCP 4.5 ve RCP 8.5 için Yeraltı Suyu (YAS) Beslenimi Eğilim Grafikleri



5 KURAKLIK VERİTABANI VE WEB UYGULAMASI

Proje kapsamında istenmekte olan Kuraklık Veritabanı ve Web Uygulaması şartname ve ek veritabanı şartnamesine uygun bir şekilde hazırlanarak kuruma farklı formatlarda teslim edilmiştir. Kuraklık Veritabanı ArcMap yazılımında açılabilen bir format olan MDB formatında teslim edilerek aşağıdaki katman ve tabloları içermektedir:

- Akarsular
- Havzalar, Alt Havzalar ve Havza Proje Alanları
- DSİ Bölgeler
- Demiryolları, Karayolları
- DSİ Sulama Ana Kanalları
- Göller ve DSİ Baraj ve Göletler
- DSİ Enerji İletim Hatları
- DSİ HES ve Regülatörler
- DSİ Su Depoları
- DSİ Sulama Alanları
- İl ve İlçe Merkezleri
- İl ve İlçe İdari Sınırları
- Köy ve Mahalle Noktaları
- TÜİK Nüfus Gridi
- İklim Projesi İklim Gridi
- Meteoroloji İstasyonları Noktaları
- AGİ, Kuyu ve Baraj Noktaları (SRI, SGI ve SRSI Hesapları için)
- Meteoroloji Verileri (Aylık Yağış, Sıcaklık ve Nem)
- Hesaplanan Kuraklık İndeksler (SPI, Palmer, SPEI, PNI, Ondalıklar)
- Hesaplanan Kuraklık Olasılıkları (SPI, Palmer, SPEI, PNI, Ondalıklar)

Yukarıdaki veriler aynı zamanda Bakanlık Bilgi İşlem Dairesi'nce temin edilen 172.16.1.230 IP'li sunucuda Oracle ve ArcSDE veritabanı üzerinde de saklanarak geliştirilen Web Uygulamasının alt yapısını oluşturmaktadır.

Proje kapsamında Bilgi İşlem Dairesi tarafından önerilen yazılım geliştirme altyapısına istinaden tüm yazılım geliştirme teknolojileri temin edilerek Kuraklık Web Uygulaması geliştirilmiştir. Bu kapsamda;



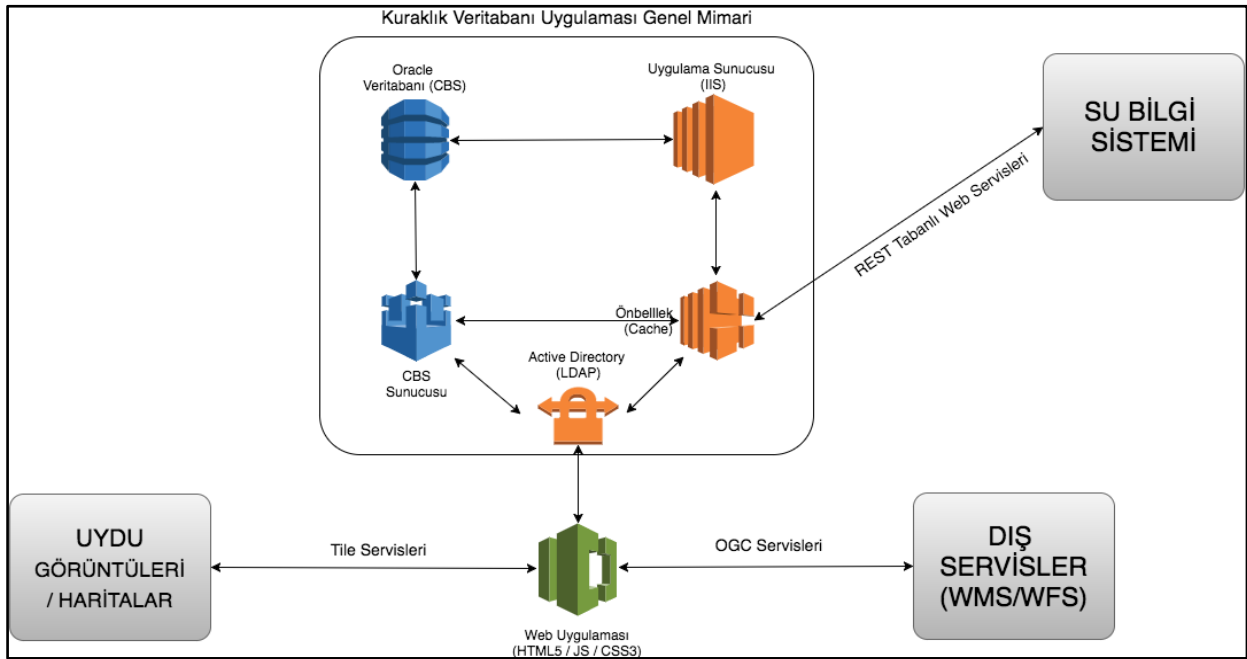
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Veritabanı: Oracle ve ArcSDE (Coğrafi Veri Yönetimi için)
- Web Sunucusu: IIS
- Web Geliştirme Platformu: ASP.NET MVC 4.5 ve C# Yazılım Dili
- CBS Geliştirme Platformu: ArcPy
- CBS Sunucusu: ArcGIS Server
- İstemci kısmı: HTML5, JavaScript ve CSS3

yapıları kullanılmıştır. Bu aşamadaki tüm komponentler ve geliştirilen yazılımlar Bilgi İşlem tarafından denetlenmiş ve onaylanmıştır.



Şekil 5.1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisini

Geliştirme süresince güncel teknolojilerden olan Servis Tabanlı Mimari benimsenmiş ve AGİLE geliştirme teknikleri ile sürekli olarak Kuruma dönüşler yapılmıştır. Böylelikle geliştirilen yazılımın daha stabil ve hızlı olması sağlanmaktadır. Geliştirilen web uygulamasının genel mimarisini Şekil 5.1’de gösterilmektedir.

Proje kapsamında geliştirilen web uygulamasının genel arayüzü Microsoft Office tarafında da kullanılmakta olan “Ribbon” olarak tabir edilen arayüze benzetilmiştir. Böylelikle MS Office kullanımına alışkın olan kurum personelinin uygulama kullanımında zorluk çekmemesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda uygulamanın arayüzüne Şekil 5.2’den erişilmektedir.



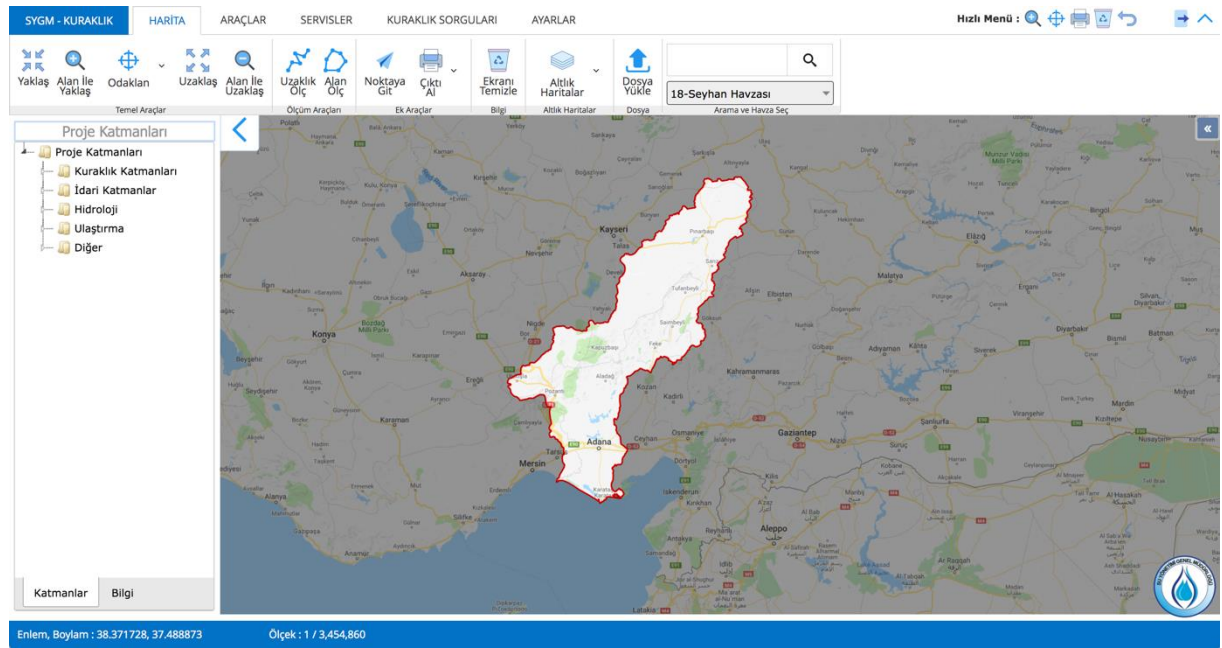
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Uygulama arayüzü 5 üst sekmeye ayrılarak kullanıcıların erişmek isteyebilecekleri fonksiyonlar bir araya getirilmiştir. Buna göre:

- **Harita:** Genel harita araçlarını içerir.
- **Araçlar:** Harita ile ilgili analiz ve sorgulama araçlarını içerir.
- **Servisler:** Haritaya dışarıdan servis eklemesine ilişkin araçları içerir.
- **Kuraklık Sorguları:** Kuraklık ile ilgili tüm sorguları içerir.
- **Ayarlar:** Uygulama arayüzü ile ilgili ayarları içerir.



Şekil 5.2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü

Uygulamanın en önemli kısmı şüphesiz “Kuraklık Sorgularının” olduğu kısımdır. Bu kısımlar ilgili ekran görüntüsüne Şekil 5.3 ile verilmiştir. Şekil 5.3’te görüleceği üzere “Kuraklık Sorguları” sekmesinde aşağıdaki önemli alt menüler bulunmaktadır.

5.1 İstasyon Sorgulama

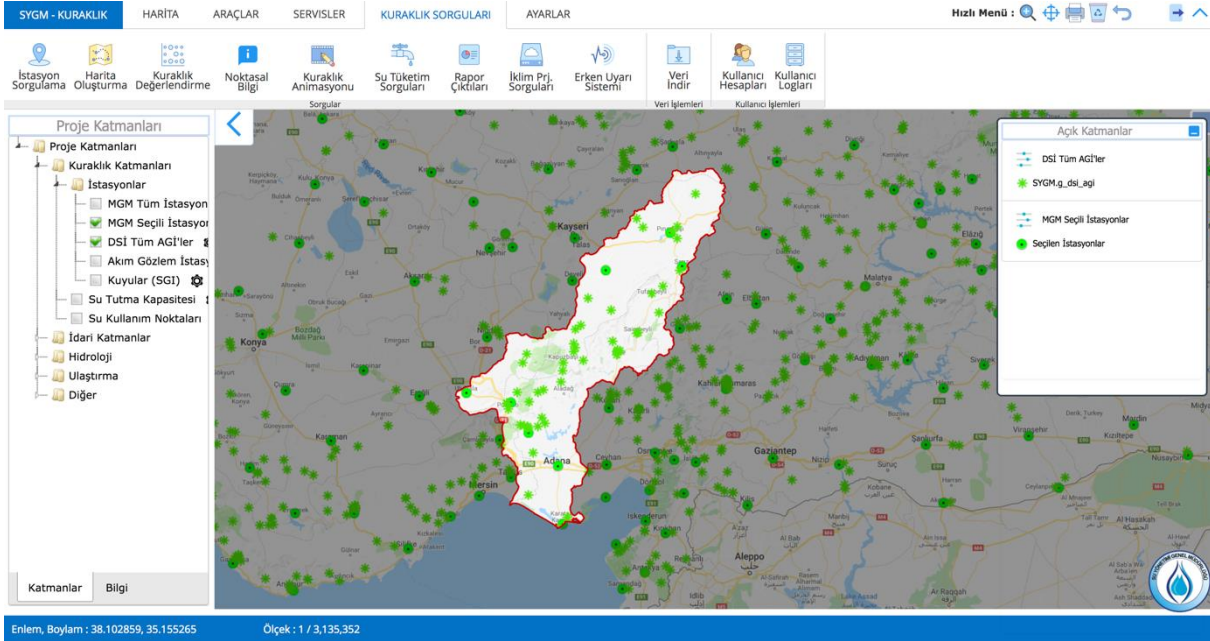
Bu sorgulama ile proje kapsamındaki hem meteoroloji hem de AGİ, kuyu ve baraj konumları gibi noktasal veri kaynakları ile ilgili sorgulamalar yapılabilmektedir. Bu kapsamda meteoroloji verileri, indeks hesaplamaları, olasılık hesaplamaları gibi çıktılar tablosal ve grafiksel olarak kullanıcılar tarafından kullanılabilir (Şekil 5.4).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 5.3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi

İstasyon ile Sorgula

İstasyon Filtresi :
Havza Bazında: 18 - Seyhan Havzası

Sorgulama Tipi :
Kuraklık İndisleri

Alt Sorgulama Tipi :
SPI

İstasyon Listesi :
17351 - ADANA BÖLGE

Başlangıç Tarihi :

Bitiş Tarihi :

Grafikleri standart lejant ile göster

İstasyonları Haritada Göster **Kapat** **Göster**

Şekil 5.4 İstasyon Sorgulama Ekranı

Bu ekran ile hem tablosal hem de grafiksel sorguların çıktıları alınabilmektedir. Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'dan da görülebileceği üzere hesaplanan indeksler farklı formatlarda gösterilebilmektedir. Ayrıca tabloların Excel ve PDF grafiklerin de resim formatlarında çıktıları doğrudan uygulama üzerinden alınabilmektedir.

Çizgisel grafiklere ek olarak Yoğunluk Grafiği (Heatmap) ve Bar Grafik olarak da çıktı çeşitleri bulunmaktadır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

İstasyon Sorgu Sonuçları : ADANA BÖLGE (17351) İstasyonu SPI-3 Aylık

Excel | PDF Kolon Aç/Kapa

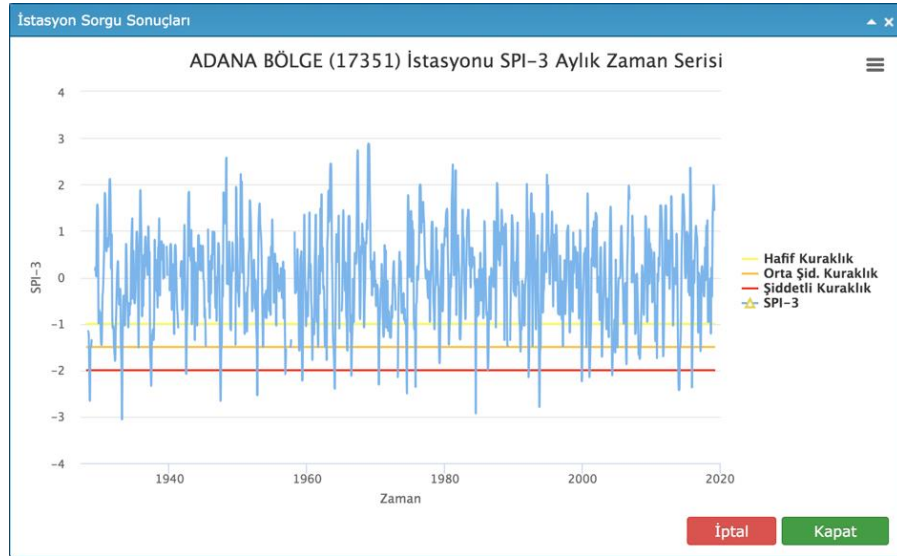
Gruplamak için bir kolonu buraya sürükleyin

ID	İstasyon ID	İndis Tipi	Ay	Yıl	Period	İndis Değeri
774284	17351	SPI	Ocak	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-1.87
774290	17351	SPI	Şubat	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-3.06
774296	17351	SPI	Mart	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-1.46
774302	17351	SPI	Nisan	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-0.59
774308	17351	SPI	Mayıs	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-0.39
774314	17351	SPI	Haziran	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-0.55
774320	17351	SPI	Temmuz	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-1.04
774326	17351	SPI	Ağustos	1933	3 Ay - Met. Kurak.	-0.56
774332	17351	SPI	Eylül	1933	3 Ay - Met. Kurak.	0.72

Sayfaya Git: 7 Satır Sayısı: 10 61-70 / Toplam : 1095

İptal Kapat

Şekil 5.5 Seçilen istasyonun SPI – 3 Aylık çıktılarının tablosal gösterimi



Şekil 5.6 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık çıktılarının çizgisel grafik olarak gösterimi

5.2 Harita Oluşturma

Harita oluşturma ekranı (Şekil 5.7) ile noktasal bazda oluşturulan indeks ve meteorolojik çıktıların çeşitli interpolasyon teknikleri ile tüm havzaya ya da Türkiye'ye dağıtılması sağlanmıştır. Proje kapsamında kurumun görüşleri neticesinde

- IDW (Inverse Distance Weight)



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Krigging
- İklim Gridlerine göre ortalama

metotlarına göre interpolasyon tekniklerin uygulanarak gösterim imkanı sağlanmıştır. IDW ve Krigging metotları sunucu üzerinde ön-bellekleme (caching) yapılarak hızlı bir sunum sağlanmıştır. İklim Gridi metodu ise ArcGIS Server'ın sağladığı "GeoProcessing Service" yetenekleri ile anlık (on-the-fly) olarak yapılmaktadır. Proje kapsamında haritalar hem Kurumun istediği 4'lü lejanta göre hem de indeksin akademik kullanıldığı lejanta göre olmak üzere 2 farklı tipte hazırlanmıştır.

Harita Oluştur

Sorgulama Tipi :
Kuraklık İndisleri

Alt Sorgulama Tipi : SPI

Harita Tipi : IDW

Ay : Ocak

Yıl : 2018

Period Tipi : 1 Aylık - Meteorolojik Kuraklık

İndisleri Standart lejant ile göster

Kapat **Oluştur**

Şekil 5.7 Harita Oluşturma Ekranı

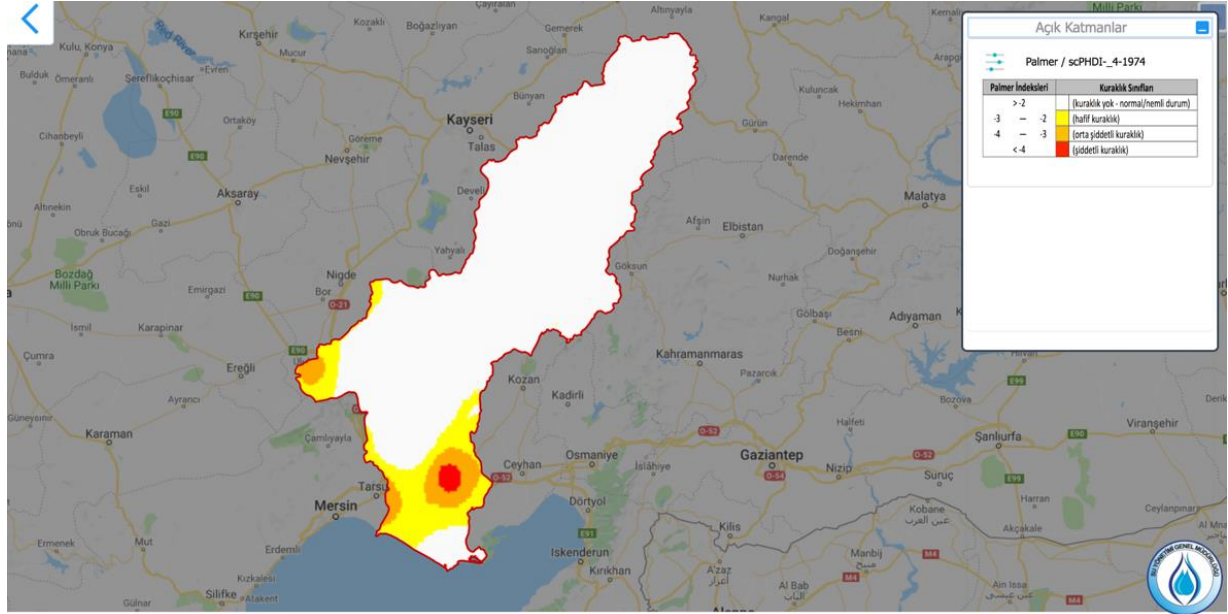
Bu ekrandan oluşturulan haritalar Şekil 5.8'deki gibi harita üzerinde lejantı ile birlikte gösterilmektedir. Görüldüğü üzere haritalar için sadece havza içindeki değil etrafındaki istasyonlar da kullanılarak dağılımın daha düzgün olması hedeflenmiştir.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 5.8 Nisan 1974'teki scPHDI İndeksin IDW ile gösterimi

5.2.1 Olasılık Haritaları

Olasılık Haritaları ekranı ile tüm indekslerin çıktısı olarak hesaplanan Kuraklık Oluşma Olasılıkları (Riskler) istasyon bazından interpolasyon ile dağıtılarak havza ya da Türkiye bazında haritaların oluşturulması sağlanmıştır. Örnek bir olasılık haritası grafiği Şekil 5.9 ile sunulmuştur.

5.3 Kuraklık Değerlendirme

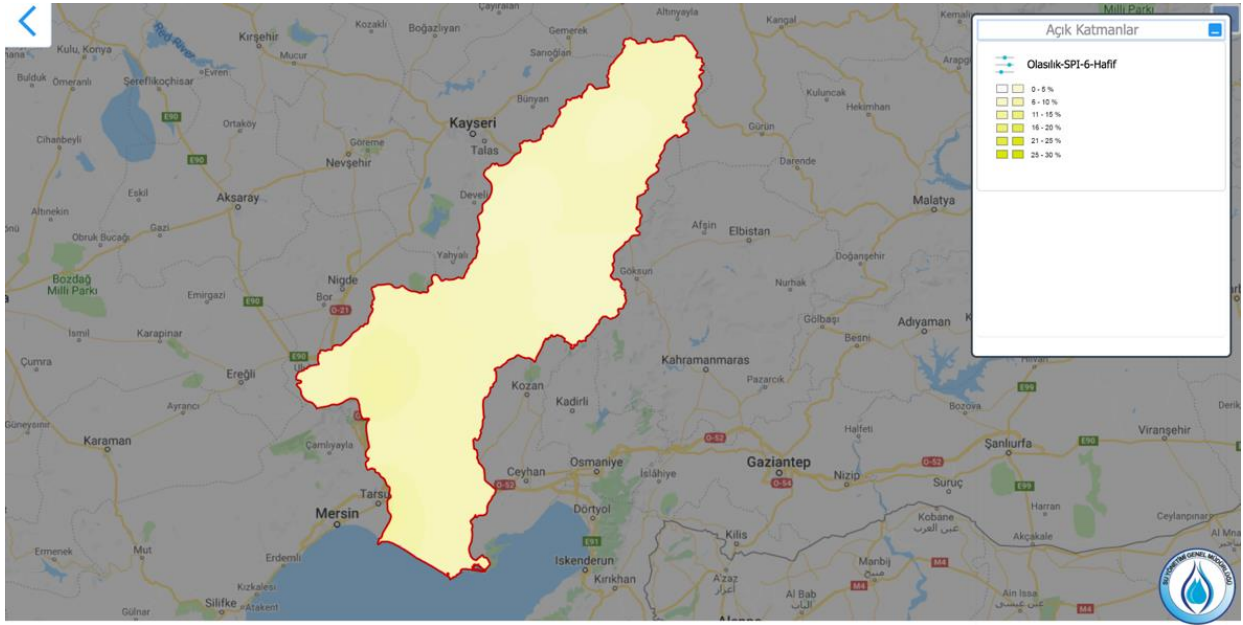
Bu sorgulama ile kurum ile birlikte seçilen 6 Kuraklık indeksinden “Bütünleşik İndeks” oluşturulması hedeflenmiştir. Palmer (scPDSI), SPI-3, SPI-12, SPEI-9, PNI-6 ve Ondalıklar İndeksi seçilerek bir ortak indeks ile havza bazında bir kuraklık indeksi oluşturulmaktadır. Böylelikle kuraklık ifadesi daha anlatılabilir hale getirilmiştir. Bu sorgunun çıktısı Şekil 5.10 ile verilmiştir.



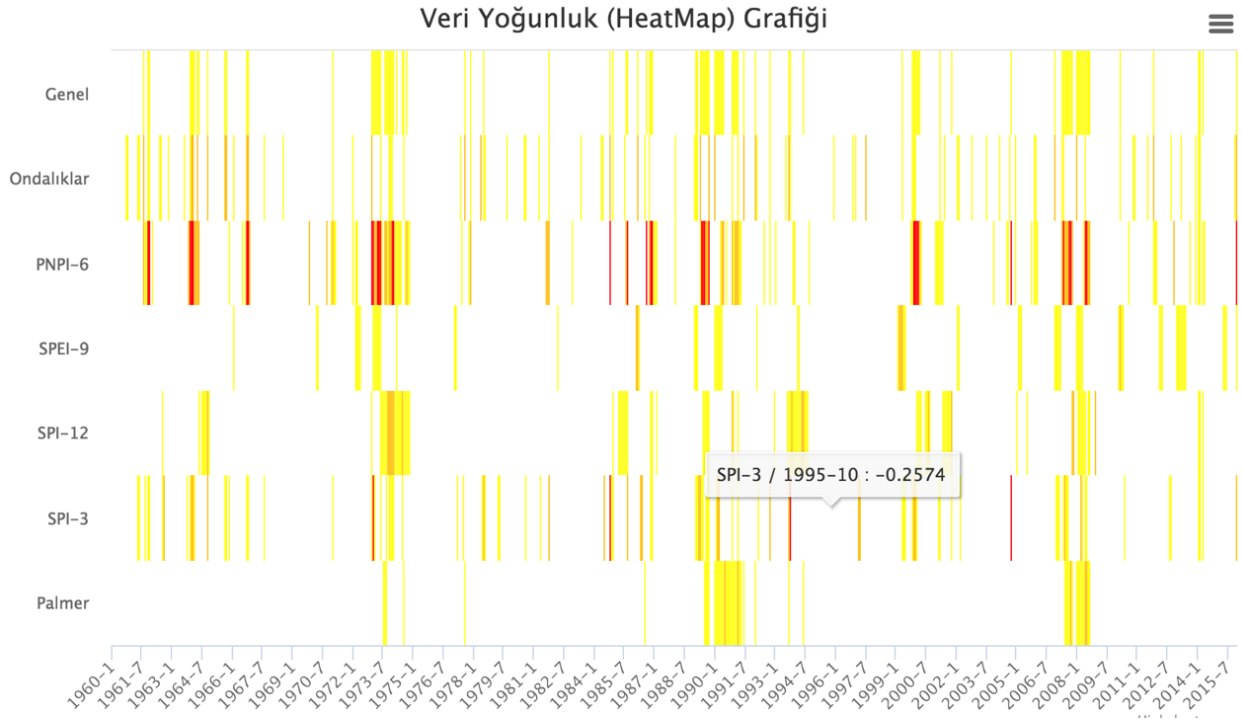
T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 5.9 Olasılık (Hafif kurak olma durumu) Haritası



Şekil 5.10 Kuraklık Değerlendirme ekranı çıktısı



5.4 Noktasal Bilgi

Bu sorgu ile harita (kuraklık şiddet ya da olasılık haritaları) üzerindeki noktaların tekil olarak değerinin gösterilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle tek bir nokta üzerindeki kuraklık şiddeti ya da olasılığı ile ilgili değeri bu sorgulama sonucundan alınabilmektedir.

5.5 Havzasal Çıktı

Bu sorgulama ile sadece tekil bir havzanın PDF olarak çıktısının alınması hedeflenmiştir. Sorgulama anında haritadaki görünüm nasıl ise çıktının da görünümü aynı olacak şekilde bir tasarım yapılmıştır.

5.6 Kuraklık Animasyonu

Bu özellik (Şekil 5.11) ile seçilen kuraklık indeksi, yıl ve aylara göre tüm haritalar belli bir zaman sürecine göre sıralanarak bir animasyon oluşturulması sağlanmaktadır. Böylelikle kuraklığın oluşumunun aylar bazında görselleştirilmesi sağlanmaktadır. 2 ay ile 36 ay arası tüm haritalar bu kapsamda bir araya getirilerek "Animated GIF" formatında bir çıktı oluşturulmaktadır. Ayrıca bu çıktı harita üzerinde de gösterilerek durdur/devam et şeklinde bir animasyon gerçekleştirilebilmektedir.

5.7 Su Tüketim Sorguları

Bu ekran ile proje kapsamında toplanan 1000 m³ ve üzerindeki su tüketim noktaları tiplerine ya da tüketimlerine göre sorgulanabilmektedir. Ayrıca bu katmana sol taraftaki katman yapısında da erişilebilmektedir.

5.8 Veri İndir

Bu ekran ile Bölüm 5.1 İstasyon Sorgulama ekranındaki tüm verilerin çoklu seçim ile Excel formatında indirilebilmesi sağlanmaktadır. Böylelikle hem meteorolojik verilerin hem de indeks verilerinin farklı analizlerde kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

Ayrıca proje kapsamında DSİ Genel Müdürlüğü CBS Servislerine ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü Servislerine entegrasyonlar sağlanarak verilerin sürekli olarak güncel kalması ve indekslerin her ay yeniden hesaplanarak kuraklık süreçlerinin güncel olarak takip edilmesi sağlanmıştır.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Genel olarak bakıldığında proje kapsamında tüm dünyada geçerli olan en güncel ve yaygın metodolojiler ve teknikler kullanılarak bir yazılım geliştirme süreci işletilmiş olup, proje çıktılarının her platform üzerinde hızlı, kolay ve güvenilir bir şekilde kullanılması sağlanmıştır.

Animasyon Oluştur

İndis Tipi : SPI
Harita Tipi : IDW

Ay : Ocak
Yıl : 2018

Period Tipi : 1 Aylık - Meteorolojik Kuraklık **Animasyona Ekle**

Havza Seçimi : Tüm Türkiye
Katman Seçimi : Seçim kapalı

Geçiş süresi / Arka Plan Rengi
0.30 #4488F4 **Aralık Ekle**

Animasyon Listesi : (Seçileni Sil -)

İndisleri Standart lejant ile göster

Katman Olarak Ekle **Kapat** **Oluştur**

Şekil 5.11 Kuraklık Animasyonu Hazırlama Ekranı



6 KAYNAKÇA

- Adger, Neil, W., (2006). Vulnerability, *Global Environmental Change*, 16 (2006) 268-281.
- Alkaya, E., Böğürücü, M., Ulutaş, F., ve Demirer, G. N. (2010). Sanayide İklim Değişikliği'ne Uyum: Eko-verimlilik Yaklaşımı ile Su Tasarrufuna Yönelik Pilot Uygulamalar. Uluslararası Sürdürülebilir Su ve Atıksu Yönetimi Sempozyumu, (s. 21-29). Konya.
- Alkaya, E., Demirer, G., Ulutaş, F., ve Böğürücü, M. (2011). Cleaner (Sustainable) Production in Textile Wet Processing.
- Alkaya, E., ve Demirer, G. N. (2015). Reducing water and energy consumption in chemical industry by sustainable production approach: A pilot study for polyethylene terephthalate production. *Journal of Cleaner Production*, 99, 119-128. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.087.
- Allen, R. (1998). *Irrigation Engineering Principles. Course Lecture Notes. Department of Biological and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah, USA. p.298.*
- Anthes, & diğ. (1989). Anthes, R.A.; Kuo, Ying-Hwa; Hsie, Eirh-Yu; Low-Nam, S.; Bettge, T.W. Estimation Of Skill And Uncertainty İn Regional Numerical Models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 763-806.
- Atalay, İ. (2011). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. İstanbul: Kişisel Yayın.*
- Australian Government. (2012). *Water Storage Evaporation. http://lwa.gov.au/national-program-sustainable-irrigation/water-storage-evaporation (erişildi: Kasım 15, 2017).*
- Avrupa Komisyonu. (2001). *Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry. Sevilla: Avrupa Komisyonu.*
- Ballı, C. (2014, Nisan). *Bias Correction of Precipitation Simulated by Regional Climate Model with Different Configurations over Turkey. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Technical University.*
- Başal, H., Sezener, V. 2012. *Turkey cotton report. 11th Meeting of the InterRegional Cooperative Research Network on Cotton for the Mediterranean and Middle East Regions, Antalya 2012.*
- Bayazit, M. (1996). *İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.*



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Besselaar vd. (2011). Haylock, M.R., van der Schrier, G., Klein T. A.M.G. A European Daily High-Resolution Observational Gridded Data Set of Sea Level Pressure. Journal Geophysical Research.
- Bryant, E. (1993). Natural Hazards, Cambridge University Press.
- Clarke, L. J. (2007). Scenarios of Greenhouse Gas Emissions and Atmospheric Concentrations. Sub-report 2.1A of Synthesis and Assessment Product 2.1. Washington DC, USA: U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. Department of Energy, Office of Biological & Environmental Research.
- CNRM. (2017, 06 06). CNRM-CM5 (IPCC). National Centre for Meteorological Research: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126> adresinden alındı
- Collins, W. J.-B. (2011). Development and evaluation of an Earth-System model – HadGEM2. Geoscientific Model Development, 4, 1051-1075.
- 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.
- Daly vd. (2002). Gibson, W.P., Taylor, G.H., Johnson, G.L., Pasteris, P. A. Knowledge-based Approach to the Statistical Mapping of Climate. Climate Research, 99-113.
- Daly vd. (2008). Halbleib, M., Smith, J.I., Gibson, W. P., Doggett, M. K., Taylor, G. H., Curtis, J., Pasteris, P. P. Physiographically Sensitive Mapping of Climatological Temperature and Precipitation Across The Conterminous United States. Journal of Climatology.
- Dean, J. G., Stain, H. J. (2010). Mental health impact for adolescents living with prolonged drought, The Australian Journal of Rural Health, 18, 1, 32-37.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Déqué M., D. C. (1994). The ARPEGE-IFS atmosphere model: a contribution to the French community climate modelling. *Climate Dynamics*, 10:249-266.
- Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, (2015). Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları [WWW Document]. URL <http://www.milliparklar.gov.tr/belge/yhgs.pdf>
- Doğdu, M. Ş. (2011). Hidrolojik Çalışmalarda Kullanılan Su Bütçesi Bileşenlerinin Hesabi İçin Bilgisayar Programı. *DSİ Teknik Bülteni*, 112.
- 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. (2014). Toprak Su Kaynakları. Aralık 19, 2018 tarihinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü: <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> adresinden alındı
- DSİ. (2017). [dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr).
- DSİ. (2017, 08 14). Toprak ve Su Kaynakları. T.C Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü: <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> adresinden alındı
- Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (UICN). (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.
- 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 Atlası, “Elektrik Santralleri” t.y. Web. 13 Ocak 2019.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2017). <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (erişildi: Ekim 27, 2017).



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- 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, yazan 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
- Fujino, J. R. (2006). Multi-gas mitigation analysis on stabilization scenarios using AIM global model. Multigas Mitigation and Climate Policy. The Energy Journal, 3 (Special Issue).
- Füssel, H.-M., Klein, R.J.T., 2006. Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. Climatic Change, in press.
- GIZ, 2014: The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardized vulnerability assessments.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Giorgi, & diğ. (1993b). Giorgi.F; Marinucci, M.R.; Bates, G. T. Development of a Second-Generation Regional Climate Model (RegCM2). Part II: Convective Processes And Assimilation Of Lateral Boundary Conditions. Mon.Wea. Rev, 2795-2832.
- Giorgi; diğ. (1993a). Giorgi.F; Marinucci, M.R; Bates, G. T. Development of a Second-Generation Regional Climate Model (RegCM2). Part I: Boundary Layer and Radiative Transfer Processes. Mon.Wea. Rev., 2795-2813.
- Grell, G. (1993). Prognostic Evaluation of Assumptions Used by Cumulus Parameterizations. Mon.Wea. Rev, 764-787.
- 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.
- Hijioka, Y. Y. (2008). Global GHG emissions scenarios under GHG concentration stabilization targets. Journal of Global Environmental Engineering, 13, 97-108.
- HKEP. (2010). TÜBİTAK MAM Havza Koruma Eylem Planları Hazırlanması Projesi Seyhan Havzası Nihai Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Holtslag, & diğ. (1990). Holtslag, A. A. M.; DeBruiFjn, E. I. F.; Pan, H.L A High Resolution Air Mass Transformation Model for Short-Range Weather Forecasting. Monthly Weather Review, 1561-1575.
- Ilyina, T. K.-R.-R. (2013). Global ocean biogeochemistry model HAMOCC: Model architecture and performance as component of the MPI-Earth System Model in different CMIP5 experimental realizations. Journal of Advances in Modeling Earth Systems.
- 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.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- İktisadi Araştırmalar Bölümü. (2015). 2013 Verileriyle Türkiye’de İllerin Gelişmişlik Düzeyi Araştırması. Türkiye İş Bankası.
- İller Bankası Anonim Şirketi. (2013). İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname. Ankara: İller Bankası Anonim Şirketi.IPWEA.
- Jungclaus, J. H. (2013). Characteristics of the ocean simulations in MPIOM, the ocean component of the MPI-Earth System Model. Journal of Advances in Modeling Earth Systems.
- Karakoyun, Y. Y. (2013). Hidroelektrik Santrle Projelerinde Çevresel Akış Miktarının ve Çevresel Etkinin Değerlendirilmesi. TMMOB Tesisat Mühendisliği Dergisi.
- Karataş, M., ve Babür, S. (2013). Gelişen Dünya’da Turizm Sektörünün Yeri. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 15(25), 15-24.
- 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.
- Kiehl, & diğ. (1996). Kiehl, J.T.; Hack, J.J.; Bonan, G.B.; Boville, B.A.; Briegleb, B.P.; Williamson, D.L.; Rasch, P.J Description of The NCAR Community Climate Model (CCM3).
- Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2016). Turizm Tesis İstatistikleri. www.kultur.gov. Adresinden alındı
- Lambert, A. O. (2001). Water Losses Management and Techniques. Berlin: International Water Association (IWA).
- Le Moigne, P. (2012). Surfex Scientific Documentation. Toulouse, France: CNRM/GAME.
- Madec, G. (2016). NEMO Ocean Engine. Guyancourt France: l’Institut Pierre-Simon Laplace.
- Mann, H. (1945). Non-parametric tests against trend. Econometrica 13:163-171.
- Mendicino vd. (2008). Senatore, A., Versace, P.A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a mediterranean climate. Journal of Hydrology, 357(3), 282-302.
- MESKİ, 2017, Mersin Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü 2017 Yılı Faaliyet Raporu, Mersin.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Met Office. (2017, 08 10). Met Office climate prediction model: HadGEM2 family. UK Meteorological Office: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2> adresinden alındı
- 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
- NOAA. (2018, 08 10). Earth System Research Laboratory-Global Monitoring Division. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> adresinden alındı
- OECD. 2017. Doctors (indicator). <https://data.oecd.org/healthres/doctors.htm>.
- OECD. 2017. Hospital Beds (indicator). <https://data.oecd.org/healthreq/hospital-beds.htm>.
- Ogallo , L., & Gbeckor-Kove, N. (1989). World Climate Applications Programme (WCAP), 07. Drought and desertification, World Meteorological Organization (WMO), (WMO/TD, 286).
- Oki, T. S. (1998). Design of Total Runoff Integrating Pathways (TRIP) - A global river channel network. Earth Interactions, 2.
- Orman Genel Müdürlüğü. (2004). Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
- 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.
- Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı 7.Bölge Müdürlüğü. (2017). Milli Parklarımız. <http://kayseri.ormansu.gov.tr/> adresinden alındı
- Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. (2014). <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/korunanalan.htm> adresinden alındı



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. (2013). Orman Atlası. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü.

Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2015, 05 26). 2015-2016 Av Dönemi Merkez Av Komisyonu Kararı. Resmigazete: www.resmigazete.gov.tr adresinden alındı

Mülga OSİB. (2013-2014). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. Milli Parklar: <http://www.milliparklar.gov.tr/> adresinden alındı

Mülga OSİB. (2013-2017). Akyatan ve Tuzla Lagünleri Yönetim Planı. Adana: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Mülga OSİB. (2013-2017). Akyatan ve Tuzla Lagünleri Yönetim Planı. Ankara: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Mülga OSİB. (2013-2023). Adana Doğa Turizmi Master Planı. Adana: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

Mülga OSİB. (2015). AKDENİZGEP, Akdeniz Gelişim Projesi, (2014-2019).

Mülga OSİB. (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Mülga OSİB. (2016). Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Corine Projesi. Corine Projesi: <http://corine.ormansu.gov.tr/> adresinden alındı

Mülga OSİB. (2017). Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı. Ankara: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

Özdemir, A.D., Demirel, Yazıcı, D. (2017). İklim Değişikliğine Uyum, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK 2017, 5-7 Temmuz 2017, İstanbul.

Palmer, W. (1965). Meteorological drought. U.S. Research Paper No. 45. Washington, DC: US Weather Bureau.

Peynircioğlu, C. (2014). Kuraklık Stresine Dayanıklı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşit İslahında Kullanılacak Pamuk Genotiplerinin Belirlenmesi, Adnan Menderes Ü., Aydın.

Rajib, M., & Rahman, M. (2012). A Comprehensive Modeling Study on Regional Climate Model (RCM) Application-Regional Warming Projections in Monthly Resolutions Under IPCC A1B Scenario. *Atmosphere*, 557-572.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Rao, S. a. (2006). The role of non-CO2 greenhouse gases in climate change mitigation: Long-term scenarios for the 21st century. Multigas mitigation and climate policy. The Energy Journal, 3 (Special Issue), 177–200.
- Rasmusson vd. (1993). Dickinson, R.E., Kutzbach, J.E. & Cleaveland, M.K. Climatology. In: Maidment. D.R. ed. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, 2.1-2.44.
- Reick, C. H. (2013). The representation of natural and anthropogenic land cover change in MPI-ESM. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 5, 1–24.
- Riahi, K. G. (2007). Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization. Technological Forecasting and Social Change, 74, 7, 887-935.
- SAI. (1997) Best Management Guidelines for Sustainable Irrigated Agriculture. Wellington.
- Salas-Méllia, D. (2002). A global coupled sea ice-ocean model. Ocean Modelling, 4, 137-172.
- Schneck, R. C. (2013). The land contribution to natural CO2 variability on time scales of centuries. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 5, 354–365.
- SEGE. (2013). İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. Ankara: T.C. Kalkınma Bakanlığı.
- SEI. (2017, 06 06). Stockholm Enviroment Institute. A guide to Representative Concentration Pathways: <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/A-guide-to-RCPs.pdf> adresinden alındı
- Seth, A., & Giorgi, F. (1998). The Effects of Domain Choice on Summer Precipitation Simulation and Sensitivity in a Regional Climate Model. Journal of Climate, 2698-2712.
- 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.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- Stevens vd. (2013). Atmospheric component of the MPI-M Earth system model: ECHAM6. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, 5, 146–172.
- 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.
- Şen, Z. (2015). Applied Drought Modeling, Prediction, and Mitigation (Chapter 2-Basic Drought Indicators), Amsterdam: Elsevier.
- Şen, Z. (2015). Drought Hazard Mitigation and Risk, Applied Drought Modelling, Prediction, and Mitigation. Amsterdam, Hollanda: Elsevier Inc. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802176-7.00007-9>
- 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-Havzaları>



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>.

TEİAŞ. (2015). TEİAŞ 2015 Yılı Sistem İşletme Faaliyetleri Raporu. Ankara: TEİAŞ Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı Enerji Planlama ve Raporlama Müdürlüğü.

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.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- 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/>
- 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
- TODAİE. Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü. (tarih yok). Effect of Cover Crops and Drought on Soil Nitrification Potential. Penn State Extension. <http://extension.psu.edu/plants/sustainable/documents/effect-of-cover-crops-and-drought-on-soil-nitrification-potential>
- TTGV. (2014). EKOSKOP: Sürdürülebilir Rekabet için Temiz Üretim. Ankara: TTGV.
- TTGV. (tarih yok). Duyurular/Haberler. UNIDO Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Programı: <http://www.ekoverimlilik.org/?p=3386> adresinden alındı
- TTGV. (tarih yok). What is Eco-efficiency? UNIDO Eco-efficiency (Cleaner Production) Programme: <http://www.ecoefficiency-tr.org/?cat=4> adresinden alındı
- 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.
- TÜRÇEV. (2016). Mavi Bayrak. Türkiye Çevre Eğitim Vakfı: http://www.turcev.org.tr/V2/icerikDetay.aspx?icerik_id=10 adresinden alındı
- TÜRÇEV. (2016). Yeşil Anahtar Ödüllü Tesisler. Türkiye Çevre Eğitim Vakfı: http://www.turcev.org.tr/V2/icerikDetay.aspx?icerik_id=31 adresinden alındı



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- TÜRÇEV. (2016). Yeşil Anahtar Ödülü. Türkiye Çevre Eğitim Vakfı:
http://www.turcev.org.tr/V2/icerikDetay.aspx?icerik_id=94 adresinden alındı
- TÜRSAB. (2016). Turist Sayısı ve Turizm Geliri. İstanbul: TÜRSAB.
- TÜSİAD. (2012). Sürdürülebilir Turizm. İstanbul: TÜSİAD.
- 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.
- Valcke, S. C. (2015, 6). OASIS3-MCT User Guide. Toulouse France: CERFACS, CNRS.
Oasis Coupler: <https://portal.enes.org/oasis> adresinden alındı
- Van Loon, A. (2013). On the propagation of drought. How climate and catchment characteristics influence hydrological drought development and recovery. Wageningen, NL: PhD thesis, Wageningen University.
- van Vuuren, e. a. (2006). Long-term multi-gas scenarios to stabilise radiative forcing — Exploring costs and benefits within an integrated assessment framework. Multigas mitigation and climate policy. The Energy Journal. 3 (Special Issue), 201–234.
- van Vuuren, e. a. (2007). tabilizing greenhouse gas concentrations at low levels: an assessment of reduction strategies and costs. Climatic Change, 81: 119.
- Wilhelmi, O. V., ve Wilhite, D. A. (2002). Assessing Vulnerability to Agricultural Drought: A Nebraska Case Study. Natural Hazards, 37-58.
- Wilhite vd. (2014). Sivakumar, M., Pulwarty, R. Managing drought risk in a changing climate: the role of National Drought Policy. Weather and Climate Extremes, s. 3:4-13.
- Wilhite, D., & Glantz, M. (1985). Understanding: the Drought Phenomenon: The Role of Definitions.
- Wilhite, D., Sivakumar, M., & Pulwarty, R. (2014). Managing drought risk in a changing climate: the role of National Drought Policy. Weather and Climate Extremes 3:4-13.
- Wilhite. (2000). Droughts: A Global Assesment (Hazards and Disasters), Routledge.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

-
- Wise, M. A.-L. (2009). Implications of Limiting CO₂ Concentrations for Land Use and Energy. Science, 324, 1183-1186.
- 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
- Yıldız, M., & Malkoç, Y. (2000). "Türkiye Akarsu Havzaları ve Hidrolojik Kuraklık Analizi". Ankara.
- YSKY. (2016). Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- YSKYY. (2012, 11 30). Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.