

VAN GÖLÜ HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI



CİLT-III: SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ, TEDBİRLER VE EYLEM PLANI

ANKARA, 2018



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI



VAN GÖLÜ HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI



CİLT-III: SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ, TEDBİRLER VE EYLEM PLANI

ANKARA, 2018



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI



İş bu rapor, Su-Yapı Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. tarafından hazırlanmış olup Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı tarafından onaylanmıştır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI



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

GENEL MÜDÜR

Dr. Bülent SELEK

GENEL MÜDÜR YARDIMCISI

Hüseyin AKBAŞ

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI

DAİRE BAŞKANI

Maruf ARAS

KURAKLIK YÖNETİMİ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

Ahmet Murat ÖZALTIN	Şube Müdür Vekili
Çiğdem GÜRLER	Uzman
Bahadır ÖZÇAM	Mühendis
Bilal KİRMENCİOğLU	Uzman
Eser BORA	Uzman Yrd.
Halil Emre KIŞOğLU	Mühendis
Mehmet Murat KALI	Mühendis
Mustafa Berk DUYGU	Uzman
Yeliz SARICAN	Uzman



PROJE EKİBİ

Yüklenici Firma

Korhan İLTER	Genel Müd. Yrd. İnşaat Mühendisi
Dr. M. Deniz İTİBAR	Genel Koord. İnşaat Yüksek Mühendisi
Orhan TÜRKMEN	Proje Müd. İnşaat Yüksek Mühendisi
Özbay ERGÜN	İnşaat Mühendisi
Zuhal DURMUŞ	Ziraat Mühendisi
Funda SOYSAL	Çevre Mühendisi
Yeliz DEVLET	Meteoroloji Mühendisi
Eylem GÖKYAY	Jeoloji Mühendisi

Alt Yüklenici Firma

Dr. Serdar SÜRER	Genel Müdür
Egemen FIRAT	Proje Uzm. Jeoloji Yük. Mühendisi
Mustafa DİREN	Meteoroloji Mühendisi
Batuhan SOYUGÜR	Jeoloji Mühendisi
Gonca AVŞAR	Jeoloji Yük. Mühendisi

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

Doç. Dr. Koray K. YILMAZ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Harun AYDIN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Serkan KEMEÇ	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	İV
KISALTMALAR.....	İX
TABLolar LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XIII
10. SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ	4
10.1. ETKİLENEBİLİRLİK VE KURAKLIK İLİŞKİSİ	4
10.1.1. Maruziyet, Duyarlılık ve Uyum Kapasitesi İndislerinin Hesaplanması	5
10.2. SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ İNDİSLERİ 6	
10.2.1. Maruziyet İndisi.....	6
10.2.2. Duyarlılık İndisi.....	14
10.2.3. Ekonomik Değer İndisi.....	15
10.2.4. Uyum Kapasitesi İndisi	17
10.2.5. Etkilenebilirlik İndisi	20
10.3. TARIM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ.....	20
10.3.1. Kuraklığın Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri.....	20
10.3.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	21
10.3.2.1. Tarım Sektörü Maruziyet İndisi	21
10.3.2.2. Tarım Sektörü Duyarlılık İndisi	22
10.3.2.3. Tarım Sektörü Ekonomik Değer İndisi	23
10.3.2.4. Tarım Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	24
10.3.2.5. Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme	25
10.3.3. Tarım Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri	26



10.4. SANAYİ SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ	27
10.4.1. Kuraklığın Sanayi Sektörü Üzerindeki Etkileri	27
10.4.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	27
10.4.2.1. Sanayi Sektörü Maruziyet İndisi.....	27
10.4.2.2. Sanayi Sektörü Duyarlılık İndisi.....	28
10.4.2.3. Sanayi Sektörü Ekonomik Değer İndisi.....	29
10.4.2.4. Sanayi Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	30
10.4.2.5. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme	31
10.4.3. Sanayi Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri	32
10.5. İÇME ve KULLANMA SUYU ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ.....	33
10.5.1. Kuraklığın İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Üzerindeki Etkileri.....	33
10.5.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	34
10.5.2.1. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Maruziyet İndisi.....	34
10.5.2.2. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Duyarlılık İndisi.....	35
10.5.2.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Ekonomik Değer İndisi....	35
10.5.2.4. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi ...	36
10.5.2.5. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme	37
10.5.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri	38
10.6. EKOSİSTEM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ	39
10.6.1. Kuraklığın Ekosistem Sektörü Üzerindeki Etkileri	39
10.6.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	40
10.6.2.1. Ekosistem Sektörü Maruziyet İndisi.....	40
10.6.2.2. Ekosistem Sektörü Duyarlılık İndisi.....	41
10.6.2.3. Ekosistem Sektörü Ekonomik Değer İndisi.....	42
10.6.2.4. Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi.....	42
10.6.2.5. Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme	43



10.6.3. Ekosistem Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri	44
10.7. TURİZM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ ...	45
10.7.1. Kuraklığın Turizm Sektörü Üzerindeki Etkileri	45
10.7.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	46
10.7.2.1. Turizm Sektörü Maruziyet İndisi	46
10.7.2.2. Turizm Sektörü Duyarlılık İndisi	47
10.7.2.3. Turizm Sektörü Ekonomik Değer İndisi	48
10.7.2.4. Turizm Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	49
10.7.2.5. Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme	50
10.7.3. Turizm Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri	51
10.8. SU TASARRUFLARI	52
10.8.1. Sanayi Suyu Tasarrufları	52
10.8.2. Tarım Suyu Tasarrufları	53
10.8.3. İçme ve Kullanma Suyu Tasarrufları.....	54
10.8.4. Turizm Suyu Tasarrufları	55
10.8.5. Ekosistem Su Tasarrufları	56
10.9. SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ	
PROJEKSİYONLARI	57
10.9.1. Tarım Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları	57
10.9.1.1. Tarım Sektörü Maruziyet İndisi	57
10.9.1.2. Tarım Sektörü Duyarlılık İndisi	59
10.9.1.3. Tarım Sektörü Ekonomik Değer İndisi	60
10.9.1.4. Tarım Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	60
10.9.1.5. Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Değeri	62
10.9.2. Sanayi Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları	64
10.9.2.1. Sanayi Sektörü Maruziyet İndisi	64
10.9.2.2. Sanayi Sektörü Duyarlılık İndisi	66
10.9.2.3. Sanayi Sektörü Ekonomik Değer İndisi	66
10.9.2.4. Sanayi Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	67



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



10.9.2.5. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Değeri	68
10.9.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	
Projeksiyonları	70
10.9.3.1. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Maruziyet İndisi.....	70
10.9.3.2. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Duyarlılık İndisi.....	72
10.9.3.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Ekonomik Değer İndisi....	74
10.9.3.4. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi ...	75
10.9.3.5. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Değeri	77
10.9.4. Ekosistem Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi	
Projeksiyonları	79
10.9.4.1. Ekosistem Sektörü Maruziyet İndisi.....	79
10.9.4.2. Ekosistem Sektörü Duyarlılık İndisi.....	80
10.9.4.3. Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi.....	81
10.9.4.4. Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Değeri	83
10.9.5. Turizm Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları	
84	
10.9.5.1. Turizm Sektörü Maruziyet İndisi.....	84
10.9.5.2. Turizm Sektörü Duyarlılık İndisi.....	86
10.9.5.3. Turizm Sektörü Ekonomik Değer İndisi.....	87
10.9.5.4. Turizm Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi	88
10.9.5.5. Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri	89
11. VAN GÖLÜ HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI	91
11.1. Van Gölü Havzası'nın Genel Durumun Değerlendirilmesi.....	91
11.2. Van Gölü Havzası Mevcut Durumu.....	96
11.2.1. Tarım Sektörü	97
11.2.2. İçme-Kullanma Suyu, Sanayi ve Turizm Sektörü	97
11.2.3. Ekosistem Sektörü	98
11.3. Van Gölü Havzası'ndaki Kuraklık Etkilerininin Azaltılması İçin	
Önerilen Tedbirler.....	99



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

11.4. Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planına Ait Genel ve Ek Tedbirler.....	110
11.5. Acil Durum Eylem Planı.....	127
11.6. Acil Durum Eylem Planının İzlenmesi, Değerlendirilmesi ve Güncellenmesi.....	132
12. KURAKLIK VERİ TABANI VE WEB UYGULAMASI.....	136
12.1. Giriş.....	136
12.2. İstasyon Sorgulama.....	140
12.3. Harita Oluşturma.....	141
12.3.1. Olasılık Haritaları.....	143
12.4. Kuraklık Değerlendirme.....	144
12.5. Noktasal Bilgi.....	144
12.6. Havzasal Çıktı.....	144
12.7. Kuraklık Animasyonu.....	145
12.8. Su Tüketimi Sorguları.....	145
12.9. Veri İndirme.....	145
KAYNAKLAR.....	147



KISALTMALAR

ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
AKK	: Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflandırması
ATS	: Arazi Kullanım Alt Kabiliyet Sınıflandırması
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BTG	: Büyük Toprak Grupları Sınıflandırması
CAFEC	: Climatically Appropriate For Existing Condition, Mevcut Duruma İklimsel Uygunluk
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CORINE	: Coordination of Information on the Environment; Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu Projesi
ÇEM	: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DHI	: Danish Hydraulic Institute
DKMP	: Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
DAKA	: Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
GGİ	: Göl Gözlem İstasyonu
GTHB	: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
GTHM	: Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü
Ha	: Hektar
IDW	: Inverse Distance Weighting Interpolation, Ters Uzaklık Ağırlıklı Enterpolasyonu
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change; Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ISRIC	: International Soil Reference and Information Centre, Uluslararası Toprak Referans ve Bilgi Merkezi
KGHM	: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
KGİ	: Kalite Gözlem İstasyonu
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KSS	: Küçük Sanayi Site
MAM	: Marmara Araştırma Merkezi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Orta Çözünürlüklü Görüntü Spektrometresi
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NAFS	: Kuzey Anadolu Fay Sistemi
NAM	: Nedbør-Afstrømnings-Model
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index; Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
NDMC	: National Drought Mitigation Center, Ulusal Kuraklık Azaltma Merkezi
NIPALS	: Non Iterative Partial Least Square,
NIR	: Near Infrared, Yakın Kızılötesi
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PDSI	: Palmer İndisleri



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

PHDI	: Palmer Hydrological Drought Index, Palmer Hidroloji Kuraklık İndisi
PNI	: Normalin Yüzdesi İndisi
SAK	: Arazi Kullanım Şekli
scPDSI	: Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index, Kendi kendini kalibre eden Palmer Kuraklık Şiddet İndisi
SGI	: Standardised Groundwater Level Index, Standart Yeraltı Suyu Seviye İndisi
SKGİ	: Su Kalite Gözlem İstasyonu
SYKK	: Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu
SPEI	: Standardised Precipitation Evapotranspiration Index, Standart Yağış Evapotranspirasyon İndisi
SPI	: Standart Yağış İndisi
SRI	: Standart Akım İndisi
SYGM	: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TOK-EDK	: Eğitim Grupları Sınıflandırması
TN	: Toplam Azot
TP	: Toplam Fosfor
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USDM	: US Drought Monitor, US Kuraklık İzleme
USGS	: U.S. Geological Survey; Amerikan Jeoloji Kurumu
VASKİ	: Van Su Kanalizasyon İdaresi
VegDRI	: The Vegetation Drought Response Index; Bitki Örtüsü Kuraklık Tepki İndeksi
VİKTM	: Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü
WEI	: Su Kullanım İndisi
WMO	: World Meteorological Organization, Dünya Meteoroloji Organizasyonu
WPLM	: Weighted Palmer Index / The Modified Palmer Drought Severity Index, Yeniden Düzenlenmiş Palmer Kuraklık Şiddet İndisi
YAS	: Yeraltı Su Kaynakları
YASS	: Yeraltı Suyu Seviyesi
YHGS	: Yaban Hayatı Geliştirme Sahası
YSKYY	: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği
YÜS	: Yerüstü Su Kaynakları
ZIND	: Palmer Z İndisi



TABLolar LİSTESİ

Tablo 10-1 SPI-9 Gerçekleşen Olay Sayısı (2017-2049).....	7
Tablo 10-2 SPI-9 Gerçekleşen Olay Yüzdesi (2017-2049)	9
Tablo 10-3 SPI-9 Gerçekleşen Olay Ağırlıklı Yüzdesi (2017-2049).....	10
Tablo 10-4 İndis Şiddetleri ve Sınıfları.....	12
Tablo 10-5 Maruziyet Indisi Sınıfları (Mevcut durum)	13
Tablo 10-6 Maruziyet Indisi Sınıfları (2017-2049).....	13
Tablo 10-7 Maruziyet Indisi Sınıfları (2050-2074).....	14
Tablo 10-8 Maruziyet Indisi Sınıfları (2075-2100).....	14
Tablo 10-9 Tarım Sektörü Meyve Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut)	16
Tablo 10-10 Tarım Sektörü Sebze Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut)	16
Tablo 10-11 Tarım Sektörü Tahıl Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut).....	16
Tablo 10-12 Su Kullanım İndisleri ve Grafikleri (2017-2100)	18
Tablo 10-13 Su Kullanım İndisleri ve Grafikleri (2017-2100)(sürüyor)	19
Tablo 10-14 Sanayi Suyu Tasarrufları	53
Tablo 10-15 Tarım Suyu Tasarrufları	54
Tablo 10-16 İçme ve Kullanma Suyu Tasarrufları.....	55
Tablo 10-17 Turizm Suyu Tasarrufları	56
Tablo 10-18 Ekosistem Suyu Tasarrufları	57
Tablo 10-19 Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2017-2049).....	89
Tablo 11-1 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (Mevcut Durum)	91
Tablo 11-2 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2017-2049)	92
Tablo 11-3 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2050-2074)	92
Tablo 11-4 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2050-2074)	92
Tablo 11-5 Su Kullanım İndisleri (WEI) Sınıflandırması (Raskin et al.,1997, Water Exploitation Index sınıflamasından üretilmiştir).....	93
Tablo 11-6 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (Mevcut).....	93
Tablo 11-7 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (2017-2049).....	94



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Tablo 11-8 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (2050-2074).....	95
Tablo 11-9 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (2075-2100).....	96
Tablo 11-10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler.....	100
Tablo 11-11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler	122
Tablo 11-12 Kuraklık Şiddetine göre Olay Seviyeleri ve Tedbir Düzeyleri	128
Tablo 11-13 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı.....	130
Tablo 11-14 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı (devamı)	131
Tablo 11-15 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı (devamı)	132



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 10-1:- Sektörel Etkilenebilirlik Yöntembilim Bileşenleri.....	5
Şekil 10-2: SPI-scPDSI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)	7
Şekil 10-3: SPI-scPHDI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100).....	8
Şekil 10-4: SPI-SRI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100).....	8
Şekil 10-5: SRI-scPHDI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)	9
Şekil 10-6: scPHDI Ters Uzaklık Ağırlıklı Ortalama Dağılımı (2017-2049).....	10
Şekil 10-7: scPHDI Ağırlıklı Etki Oranları Alt Havza Ortalamaları (2017-2049)	11
Şekil 10-8: Tarım Sektörü Mevcut Maruziyet Sınıfı	22
Şekil 10-9: Tarım Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı	22
Şekil 10-10: Tarım Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı	23
Şekil 10-11: Tarım Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı	24
Şekil 10-12: Tarım Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değerleri	25
Şekil 10-13: Sanayi Sektörü Mevcut Maruziyet Sınıfı	28
Şekil 10-14: Sanayi Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı	29
Şekil 10-15: Sanayi Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı	30
Şekil 10-16: Sanayi Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı	31
Şekil 10-17 Sanayi Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Sınıfı.....	32
Şekil 10-19: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Maruziyet Sınıfı	34
Şekil 10-20: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı	35
Şekil 10-21: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı	36
Şekil 10-22: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı	37
Şekil 10-23: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değeri.....	38
Şekil 10-24: Ekosistem Sektörü Mevcut Maruziyet Sınıfı.....	40
Şekil 10-27: Ekosistem Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı.....	42
Şekil 10-28: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı.....	43
Şekil 10-29: Ekosistem Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değeri.....	44
Şekil 10-31: Turizm Sektörü Mevcut Maruziyet Sınıfı	47
Şekil 10-32: Turizm Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı	48
Şekil 10-33: Turizm Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı	49
Şekil 10-34: Turizm Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı	50
Şekil 10-35: Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri.....	51



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 10-36: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2017-2049)	58
Şekil 10-37: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2050-2074)	58
Şekil 10-38: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2075-2100)	59
Şekil 10-39: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2017-2100)	59
Şekil 10-40: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Ekonomik Değer İndisi (2017-2100)	60
Şekil 10-41: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2049)	61
Şekil 10-42: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2050-2074)	61
Şekil 10-43: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2075-2100)	62
Şekil 10-44: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049)	62
Şekil 10-45: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074)	63
Şekil 10-46: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100)	63
Şekil 10-47: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2017-2049)	64
Şekil 10-48: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2050-2074)	65
Şekil 10-49: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2075-2100)	65
Şekil 10-50: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2017-2100)	66
Şekil 10-51: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Ekonomik Değer İndisi (2017-2100)	67
Şekil 10-52: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2100)	68
Şekil 10-53: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049)	69



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Şekil 10-54: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074).....	69
Şekil 10-55: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100).....	70
Şekil 10-56: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2017-2049).....	71
Şekil 10-57: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2050-2074).....	71
Şekil 10-58: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2075-2100).....	72
Şekil 10-59: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2017-2049).....	73
Şekil 10-60: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2050-2074).....	73
Şekil 10-61: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2075-2100).....	74
Şekil 10-62: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Ekonomik Değer İndisi (2017-2100).....	75
Şekil 10-63: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2049).....	76
Şekil 10-64: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2050-2074).....	76
Şekil 10-65: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2075-2100).....	77
Şekil 10-66: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049).....	78
Şekil 10-67: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074).....	78
Şekil 10-68: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100).....	79
Şekil 10-69: Ekosistem Sektörü Maruziyet Sınıfı (2017-2100).....	80
Şekil 10-70: Ekosistem Sektörü Duyarlılık Sınıfı (2017-2100).....	81



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Şekil 10-71: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2017-2049)	82
Şekil 10-72: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2050-2100)	82
Şekil 10-73: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2017-2049)	83
Şekil 10-74: Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2050-2100).....	84
Şekil 10-75: Turizm Sektörü Maruziyet Sınıfı (2017-2049)	85
Şekil 10-76: Turizm Sektörü Maruziyet Sınıfı (2050-2074)	85
Şekil 10-77: Turizm Sektörü Maruziyet Sınıfı (2075-2100)	86
Şekil 10-78: Turizm Sektörü Duyarlılık Sınıfı (2017-2100)	87
Şekil 10-79: Turizm Sektörü Ekonomik Değer Sınıfı (2017-2100)	88
Şekil 10-80: Turizm Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2017-2100)	89
Şekil 10-81: Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2017-2049).....	90
Şekil 10-82: Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2050-2100).....	90
Şekil 12-1 Önerilen Akım Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları	108
Şekil 12-2 Önerilen Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları.....	108
Şekil 12-3 Önerilen Göl Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları.....	109
Şekil 12-4 Önerilen Yeraltısuyu Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları	109
Şekil 12-5 Önerilen Kar Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları.....	110
Şekil 12-6 Acil Durum Eylem Planı Uygulama Döngüsü	129
Şekil 13-1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisi	138
Şekil 13-2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü.....	139
Şekil 13-3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi	139
Şekil 13-4 İstasyon Sorgulama Ekranı	140
Şekil 13-5 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Tablosal Gösterimi	141
Şekil 13-6 Seçilen İstasyonun SPI – 1 Aylık Çıktılarının Çizgisel Grafik Olarak Gösterimi.....	141
Şekil 13-7 Harita Oluşturma Ekranı.....	142
Şekil 13-8 Haziran 1974'teki SPI-3 Aylık İndisin IDW ile gösterimi.....	143
Şekil 13-9 Olasılık (Az Kurak olma durumu) Haritası	143
Şekil 13-10 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı.....	144
Şekil 13-11 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı.....	145



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 maksadı ile korunması, kullanımının sağlanması, kirlenmesinin önlenmesi ve kirlenmiş olan su kaynaklarının kalitesinin iyileştirilmesi gayesi ile hazırlanan planı ifade eder.

Havza Yönetim Heyeti: Havza koruma eylem ve yönetim planları ile taşkın ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması, uygulamaların izlenmesi ve değerlendirmesiyle alakalı çalışmaları havza ölçeğinde yürütmek amacıyla her bir havza için ayrı ayrı oluşturulan ve 20/5/2015 tarihli ve 29361 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Havza Yönetim Heyetlerinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Tebliği ile teşekkül ettirilen 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 havzanın bütünü 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 kurulu ifade eder.



İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu: Havza koruma eylem ve yönetim planları ile taşkın yönetim planlarının ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması, uygulamaların izlenmesi ve değerlendirmesiyle alakalı çalışmaları il ölçeğinde yürütmek amacıyla her bir il için ayrı ayrı oluşturulan kurulu ifade eder. Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu: 20/03/2012 tarihli ve 28239 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2012/7 sayılı Başbakanlık Genelgesi 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 akışı, 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



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI



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 gayesiyle hazırlanan stratejidir.

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



BÖLÜM 10

SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ

10.1. ETKİLENEBİLİRLİK VE KURAKLIK İLİŞKİSİ

Etkilenebilirlik çeşitli araştırma grupları tarafından değişik yollarla ifade edilemekte ve ölçülmektedir. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanlar; güvenli geçim kaynakları, gıda güvenliği, doğal afetlere karşı risk yönetimi, halk sağlığı, küresel iklim değişimi ve iklim değişikliğidir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'ne göre etkilenebilirlik, herhangi bir sistem üzerinde birçok dış etkenle yaratılan bir seri stres unsurunun yarattığı olumsuz etkilerin beklenen olası etki düzeyinin bütünlük bir ölçüsüdür. Etkilenebilirlik (E) bir sistemin maruz kaldığı ve başa çıkamadığı olumsuz yönde iklim değişikliği etkilerinin gözlenme düzeyidir ki; buna iklim değişkenliği ve ekstrem hava koşulları da dahil edilmektedir. Sistemin karakteri, büyüklüğü, iklim değişikliği hızı ve değişimi ile sistemin maruz kaldığı duruma karşı duyarlılığı ve uyum kapasitesinin bir fonksiyonudur (IPCC, 2007), (IPCC,2014).

Maruziyet (M): Sistemin iklim olayına maruz kalma derecesi” olarak nitelendirilebilir.

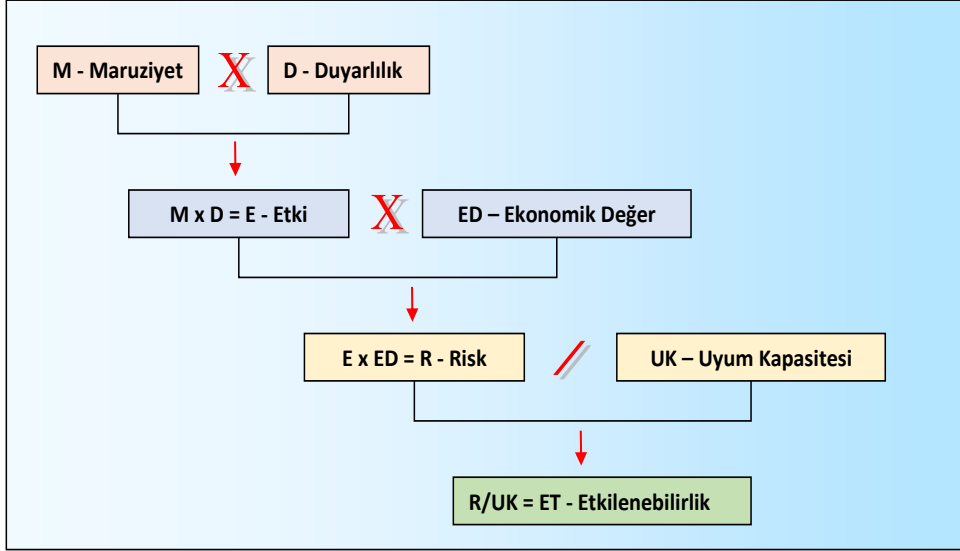
Duyarlılık (D): Sistemin iklim değişikliği veya değişimi ile maruz kaldığı durum karşısında olumlu veya olumsuz etkilenmesinin derecesini ifade eder. Etkilenme direkt (örneğin, sıcaklıktaki ortalama, aralık değer veya değişkenlik karşısında ürün verimindeki değişim) olabileceği gibi dolaylı da (örneğin, deniz suyu seviye yükselmesiyle kıyısal taşkınlardaki sıklığın artmasının yola açtığı zararlar) olabilir (IPCC, 2007), (IPCC, 2014).

Uyum Kapasitesi (UK): Sistemin iklim değişikliği (iklim değişimi ve ekstrem hava koşulları da dahil olmak üzere) ile karşılaşabileceği tüm olası zararlarını yatıştırmak ve azaltmak ile olası sonuçların etkileri ile başa çıkma kapasitesidir (IPCC, 2007), (IPCC,2014).

Gerçekleştirilen tüm sektörel etkilenebilirlik analiz sonuçları Nihai Rapor kapsamında tablolar halinde verilmiştir.

10.1.1. Maruziyet, Duyarlılık ve Uyum Kapasitesi İndislerinin Hesaplanması

Bu çalışmada “kuraklık” maruziyet bileşeni olarak ele alınmıştır. Sektörel etkilenebilirlik analizi çalışmasında kullanılan yöntembilimin bileşenleri Şekil 10-1’de verilmektedir.



Şekil 10-1:- Sektörel Etkilenebilirlik Yöntembilim Bileşenleri

Yöntembilim kapsamında kullanılan bileşenlerin tanımları aşağıdaki gibidir:

- **Maruziyet (M):** RCP8.5 HadGEM2-ES projeksiyonu yağış ve sıcaklık sonuçları kullanılarak 1. Ara Rapor kapsamında tespit edilen kuraklık indisleri ileri dönem için çalıştırılıp sistemin maruziyet durumu ortaya konacaktır.
- **Duyarlılık (D):** Sektörel etkilenebilirlik analizi yapılacak her bir sektör için (içme kullanma suyu, tarım, sanayi, ekosistem ve turizm) mevcut durumu yansıtır nitelikte hesaplanacaktır.
- **Etki (E):** Maruziyet (M) x Duyarlılık (D)
- **Ekonomik Değer (ED):** Sektörel etkilenebilirlik analizi yapılacak her bir sektör için (içme kullanma suyu, tarım, sanayi, ekosistem ve turizm) mevcut durumu yansıtır nitelikte hesaplanacaktır.
- **Risk:** Etki (E) x Ekonomik Değer (ED)
- **Uyum Kapasitesi (UK):** Sektörel etkilenebilirlik analizi yapılacak her bir sektör için (içme kullanma suyu, tarım, sanayi, ekosistem ve turizm) mevcut durumu yansıtır nitelikte hesaplanacaktır.
- **Etkilenebilirlik (ET):** Risk (R) / Uyum Kapasitesi (UK)



10.2. SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ İNDİSLERİ

10.2.1. Maruziyet İndisi

Maruziyet indisi ile ilgili genel olarak havzanın mevcut ve gelecek durumlardaki kuraklık geçirme yüzdesi ve olasılık derecesi şeklinde tanımlama yapmak mümkündür. Bu noktada maruziyet indisleri çalışılacak sektörler için meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik olarak sınıflanmıştır. Proje kapsamında sunulan 1. Ara Rapor aşamasında yapılan araştırma ve bulgulara göre: meteorolojik kuraklık için SPI-3 aylık değerlerinin kullanılmasının uygun olacağı, tarımsal kuraklık için ise SPI-9 ve scPDSI ve hidrolojik kuraklık için ise SPI-18, SRI-18 ve PHDI indislerinin korelasyon katsayısı bağlamında benzer sonuçlar verdiği saptanmıştır. Buna göre ise maruziyet indisinin hesaplamalarında;

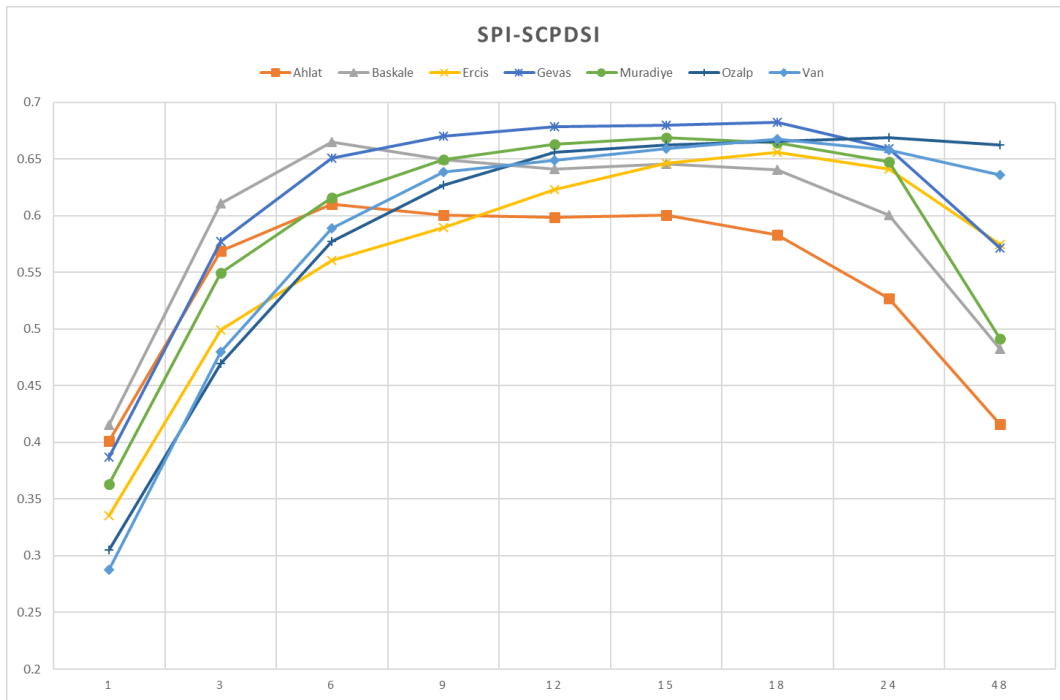
- Meteorolojik Kuraklık için SPI-3,
- Tarımsal Kuraklık için SPI-9 ve scPDSI,
- Hidrolojik Kuraklık için SPI-18, SRI-18 ve scPHDI değerlerinin yüzdesel sonuçları hesaplanarak elde edilmiştir.

Burda öncelikli olarak ilgili zaman dilimleri mevcut (2017), 2017-2049, 2050-2074 ve 2075-2100 olarak belirlenmiştir. Daha sonra ise mevcut durum için 1. Ara Rapor kapsamında geçmişten günümüze değin olan veriler ile hesaplanan indislerin yüzdesel olarak oluşma durumlarından faydalanılmıştır. Gelecek dönem projeksiyonlarında ise İklim Değişikliğini Su Kaynaklarına Etkisi Projesinden sağlanan meteorolojik veriler ile SPI, scPDSI ve scPHDI indisleri ilgili dönemler için yeniden hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra 2. Ara Rapor kapsamında oluşturulan hidrolojik model İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına etkisi projesinden sağlanan meteorolojik veriler kullanılarak alt havzalar için yeniden çalıştırılmıştır. Buradaki amaç ise SRI hesaplamalarında kullanılmak üzere ilereye dönük olarak akış verilerine erişebilmektir. Buna göre mevcut ve 2100 yılına değin yukarıda sözü edilen indisler hesaplanabilmiştir. İndisler hesaplandıktan sonra bölgede farklı sayıda olay gerçekleştirileceği göz önüne alınmış ve doğrudan gerçekleşen olay sayısı yerine yüzdesel olarak oluşma durumu hesaplanmıştır (Tablo 10-1 ve Tablo 10-2). Bunun yanı sıra indisler dönemsel olarak birbirleri ile çapraz korelasyon yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucu da 1. Ara Raporda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Buna göre tarımsal kuraklık için yapılan karşılaştırmada en

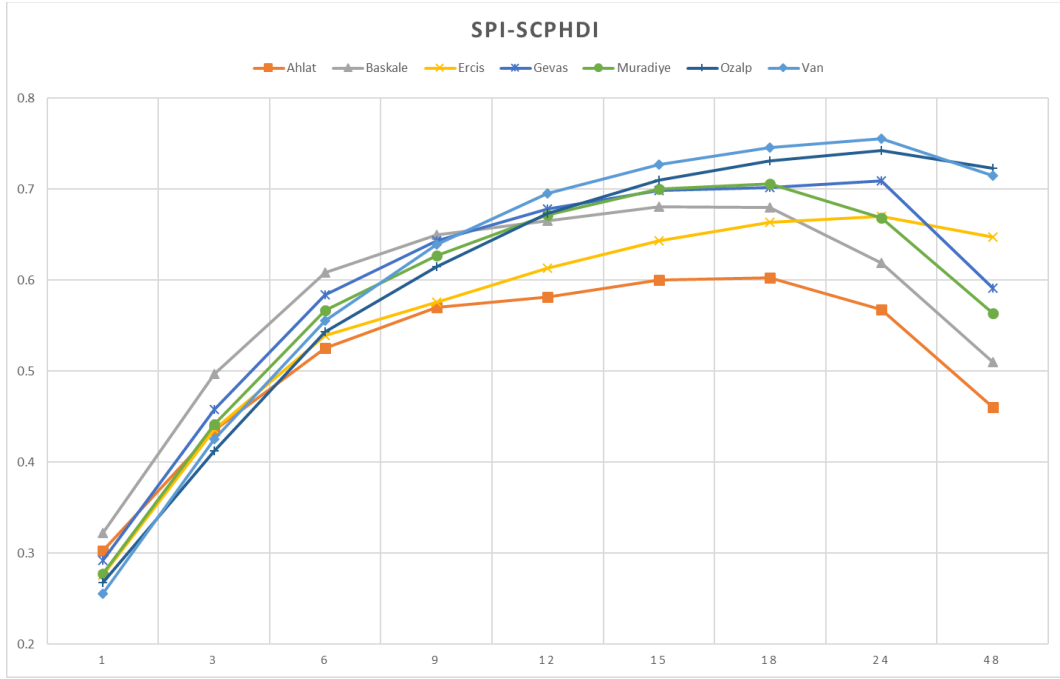
yüksek korelasyon değerleri SPI9/12 – scPDSI (Şekil 10-2) aralığındadır. Hidrolojik kuraklık için yüksek korelasyon aralıkları SPI18-scPHDI (Şekil 10-3), SPI15/18 – SRI15/18 (Şekil 10-4) ve SRI15/18-scPHDI (Şekil 10-5) olarak saptanmıştır.

Tablo 10-1 SPI-9 Gerçekleşen Olay Sayısı (2017-2049)

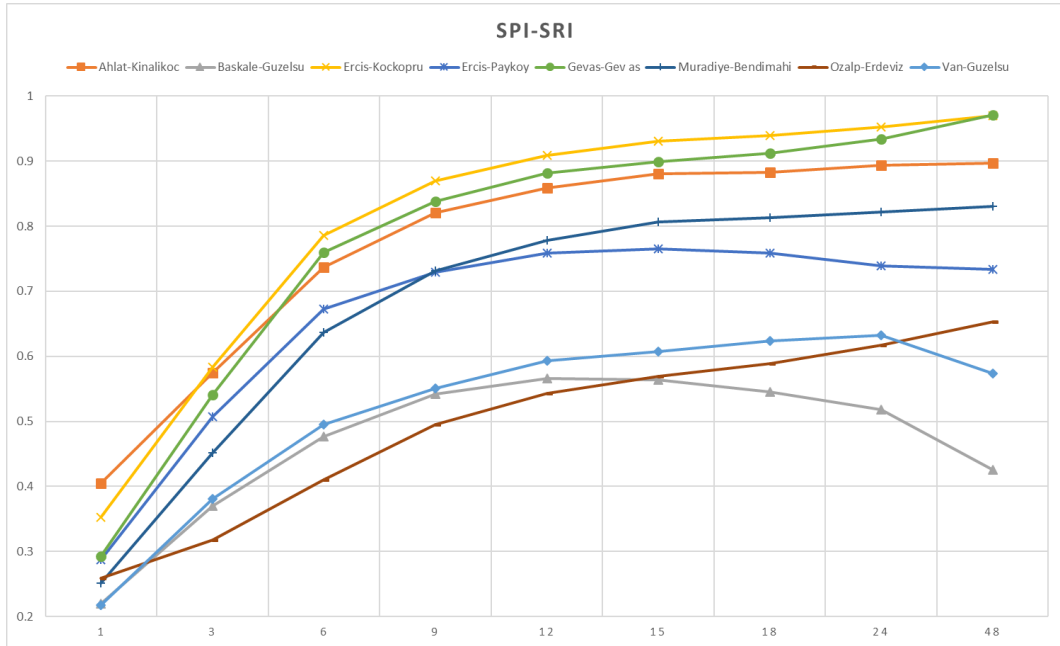
SPI Değerleri	Sınıflandırma	Ahlat	Başkale	Doğubeyazıt	Erciş	Gevaş	Malazgirt	Muradiye	Özalp	Tatvan	Van
-1.00 - 0	Normal ve Üstü	163	164	153	132	135	164	137	146	131	143
-1.50 - -1.00	Az Kurak	31	36	16	23	45	36	29	29	21	26
-2.00 - -1.50	Orta Kurak	13	8	11	10	28	8	6	5	8	16
<-2	Çok Kurak	1	0	2	2	11	0	5	6	6	1



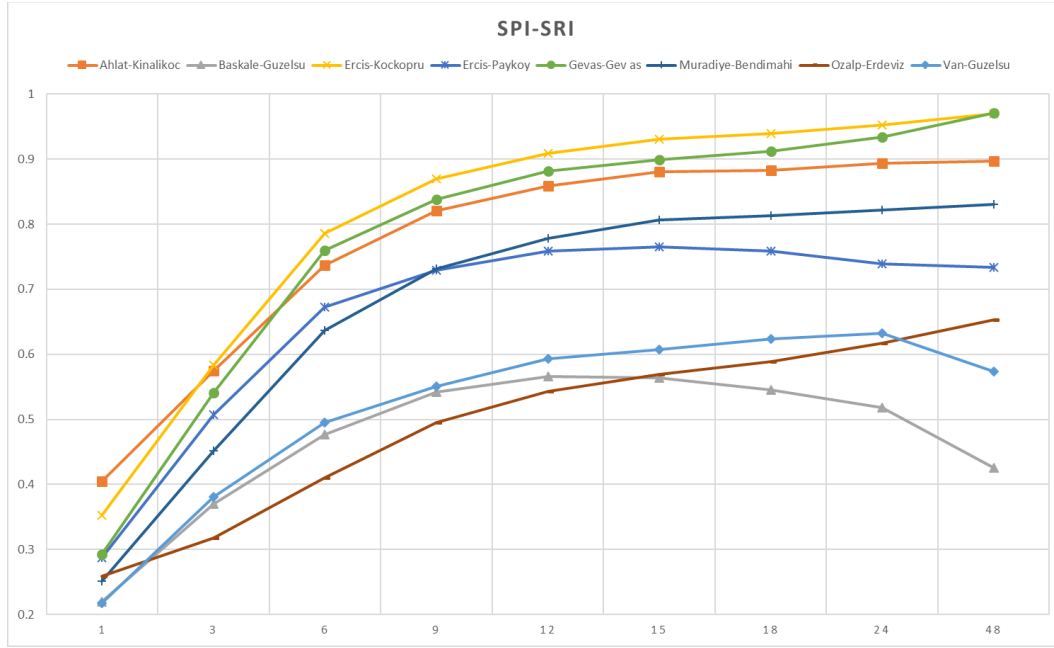
Şekil 10-2: SPI-scPDSI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)



Şekil 10-3: SPI-sCPHDI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)



Şekil 10-4: SPI-SRI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)



Şekil 10-5: SRI-scPHDI Çapraz Korelasyon Değerleri (2017-2100)

1.Ara Raporda sözü edildiği gibi indislerin kuraklık durumları normal ve üstü kurak, az kurak, orta kurak ve çok kurak olmak üzere 4 başlık altında toplanmıştır. Hesaplamalar bu durum gözetilerek gerçekleştirilmiştir.

Tablo 10-2 SPI-9 Gerçekleşen Olay Yüzdesi (2017-2049)

SPI Değerleri	Sınıflandırma	Ahlat	Başkale	Doğubeyazıt	Erciş	Gevaş	Malazgirt	Muradiye	Özalp	Tatvan	Van
-1.00 - 0	Normal ve Üstü	39.56	39.81	37.14	32.04	32.77	39.81	33.33	35.44	31.80	34.71
-1.50 - -1.00	Az Kurak	7.52	8.74	3.88	5.58	10.92	8.74	7.06	7.04	5.10	6.31
-2.00 - -1.50	Orta Kurak	3.16	1.94	2.67	2.43	6.80	1.94	1.46	1.21	1.94	3.88
< -2	Çok Kurak	0.24	0.00	0.49	0.49	2.67	0.00	1.22	1.46	1.46	0.24

Maruziyet İndisi hesaplanırken dikkat edilen bir başka unsur ise her kuraklık sınıfının farklı şiddette olması durumudur. Bu durumun indis hesaplarına yansiyabilmesi adına doğrudan yüzdesel değerlerini almak yerine bu değerleri ağırlandırarak almak tercih edilmiştir. Burada;

- Normal ve Üstü Kurak "1",
- Az Kurak "2",
- Orta Kurak "3",

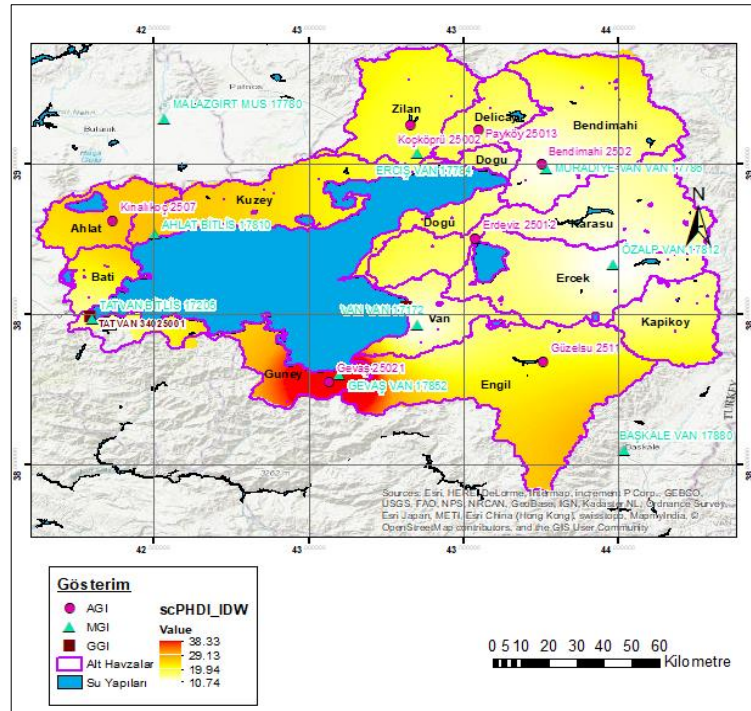
- Çok Kurak ise “4” değeri ile çarpılarak indise olan etkisi güçlendirilmiştir. (Tablo 10-3).

Daha sonra elde edilen bu değerler toplanıp bir etki oranı elde edilmiştir (Tablo 10-3).

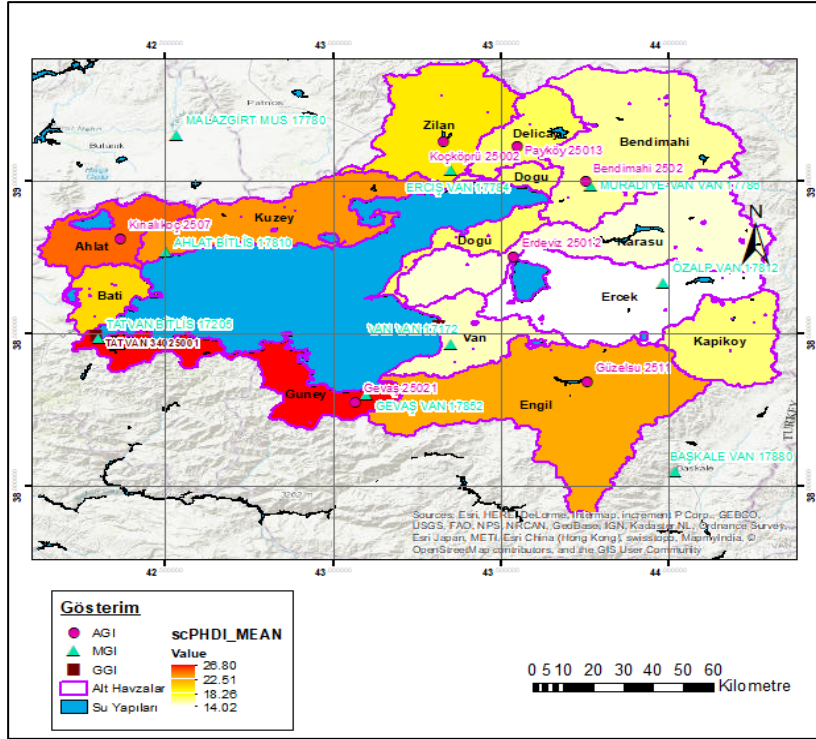
Tablo 10-3 SPI-9 Gerçekleşen Olay Ağırlıklı Yüzdesi (2017-2019)

SPI Değerleri	Sınıflandırma	Ahlat	Başkale	Doğubeyazıt	Erciş	Gevaş	Malazgirt	Muradiye	Özalp	Tatvan	Van
-1.00 - 0	Normal ve Üstü	39.56	39.81	37.14	32.04	32.77	39.81	33.33	35.44	31.80	34.71
-1.50 - -1.00	Az Kurak	15.05	17.48	7.77	11.17	21.84	17.48	14.11	14.08	10.19	12.62
-2.00 - -1.50	Orta Kurak	9.47	5.83	8.01	7.28	20.39	5.83	4.38	3.64	5.83	11.65
< -2	Çok Kurak	0.97	0.00	1.94	1.94	10.68	0.00	4.87	5.83	5.83	0.97
ETKİ ORANLARI		65.04854	63.1068	54.85436893	52.42718	85.67961	63.1068	56.691	58.98058	53.64078	59.95146

Her bir meteoroloji ve akım gözlem istasyonu için belirlenen bu etki oranları daha sonra mekansal (uzaysal) olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Öncelikle ters uzaklık ağırlıklı ortalama (inverse distance weighting, IDW) yöntemi ile değerler havza geneline dağıtılmış (Şekil 10-6) daha sonra mekansal analiz ile her alt havzaya ait ortalama değerler tespit edilmiştir (Şekil 10-7).



Şekil 10-6: scPHDI Ters Uzaklık Ağırlıklı Ortalama Dağılımı (2017-2019)



Şekil 10-7: scPHDI Ağırlıklı Etki Oranları Alt Havza Ortalamaları (2017-2049)

Sözü edilen çalışma SPI-3, SPI-9, scPDSI, SPI-18, scPHDI ve SRI-18 için 4 farklı zaman dilimi özelinde (mevcut, 2017-2049, 2050-2074 ve 2075-2100) gerçekleştirilmiş ve böylelikle ilgili kuraklık tipleri için maruziyet etki oranları bulunmuştur. Ancak tarımsal ve hidrolojik kuraklığı birden çok indis temsil ettiği için bu indislerin etki oranlarının aritmetik ortalaması alınmıştır. Örnek olarak hidrolojik kuraklık için SPI-9, scPHDI ve SRI-18 indislerinin etki oran değerleri toplanıp üçe bölünmüştür. Bu sayede her bir kuraklık indis çeşidinin etkisi de maruziyet hesaplarına dahil edilmiştir. Sektör çeşidine göre farklı kuraklık tipleri maruziyet indisi hesaplarında kullanılmıştır. Tarım sektörü için tarımsal kuraklık (SPI-9 ve scPDSI), içme-kullanma, sanayi ve turizm sektörleri için hidrolojik kuraklık (SPI-18, scPDSI ve SRI-18), ekoloji için ise meteorolojik kuraklık (SPI-3) kullanılmıştır.

Sonuç olarak her alt havza için hesaplanan etki oranları alt havzalar arasında normalleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Normalleştirme işlemi için maksimum-minimum normalleştirme yöntemi seçilmiştir. Bu yöntem sayesinde havzalara ait

değerler 0 ile 1 arasında bulunan değerlere indirgenmiştir. Bu değerler ise 0-0,25 arası sınıf 1, 0,25-0,50 sınıf 2, 0,50-0,75 sınıf 3 ve 0,75-1,00 sınıf 4 olarak bölümlendirilmiştir (Tablo 10-4).

Tablo 10-4 İndis Şiddetleri ve Sınıfları

Etkilenme Şiddeti	Etkilenme Sınıfı	Etkilenme Sınıfı
Az Etki	0 - 0,25	1
Orta Etki	0,25 - 0,50	2
Yüksek Etki	0,50 - 0,75	3
Çok Yüksek Etki	0,75 - 1,00	4

Yukarıda sözü edilen sınıflandırma sadece maruziyet indisinde değil bütün indislerde uygulanmıştır. O nedenle diğer indis çeşitleri anlatılırken yinelenmeyecektir.

Maksimum-Minimum Normalleştirme yöntemi sınıflandırma ve basite indirgemede yarar sağlamakta ancak bazı durumlarda ise sonuçların analizlerini doğru yansıtmayabilmektedir. Bu duruma veri dağılımının homojen olmayan, standart sapması yüksek olan veri setleri örnek olarak verilebilir. Çalışma yapılan bölgede 13 alt havza bulunduğundan her bir veri setinde en çok 13 değer bulunmaktadır. Bu denli az sayıda ve homojen olmayan bir veri setinde yapılan istatistiksel analizin doğruluğu sorgulanabilir durumdadır. Bu gibi durumlarda küme dışında kalan veri (outlier) normalleştirme sırasında aslında yüksek değerler alması gereken verileri az etki grubuna itebilmektedir. Bundan ötürü bu değerlerin olması gereken sınıfları alt sınıflara indirgenebilmektedir. Bu durum ise verinin ve indisin yorumlama yanlışlarına yol açmaktadır. Bu nedenle bu gibi durumlar ile karşılaşıldığında aşağıda açıklanan durumlar takip edilerek bir düzenleme içine gidilmiştir.

- Hiçbir düzenleme yapılmadan maksimum-minimum normalleştirme yöntemine göre değerler bulunmuştur.
- Veri setinde küme dışı kalan (outlier) minimum ve maksimum değerler hesaba katılmadan veri setine yeniden maks-min normalleştirme işlemi yapılmıştır.

- c) (a) durumundan elde edilen değerler ile (b) durumundan elde edilen normalleşmiş değerlerin aritmetik ortalaması alınarak veri seti bu ortalama değerlerine göre sınıflandırılmıştır.

Yukarıda sözü edilen yöntem önceden de denildiği gibi homojen olmayan veri setinde normalleştirme işlemi sırasında gerçekleştirilecek olası yanlışlığı engelleyebilmek için yapılmıştır. Sözü edilen durum yalnızca maruziyet indisi hesaplarında değil homojen veri setine sahip olmayan her bir veri seti ve indisi için uygulanmıştır.

Yapılan çalışma ile hesaplanan maruziyet sınıfları takip eden tablolarda sunulmaktadır.

Tablo 10-5 Maruziyet Indisi Sınıfları (Mevcut durum)

Alt Havza	Etki Oranı IDW			Normalize Değerler			Maruziyet		
	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI
Ahlat	69.4608	66.1621	72.5017	0.53	0.44	0.38	3	2	2
Batı	71.0396	64.86825	72.6666	0.94	0.36	0.39	4	2	2
Bendimahı	67.6625	61.1303	71.37343333	0.07	0.16	0.29	1	1	2
Deliaçay	67.37547	58.2885	67.80083333	0.00	0.00	0.00	1	1	1
Doğu	67.66355	60.3827	70.221	0.07	0.12	0.19	1	1	1
Engil	68.05747	70.0573	75.07633333	0.17	0.65	0.58	1	3	3
Erçek	68.9668	76.44415	80.2895	0.41	1.00	1.00	2	4	4
Güney	67.6154	65.86015	72.94633333	0.06	0.42	0.41	1	2	2
Karasu	68.39367	69.5654	76.3282	0.26	0.62	0.68	2	3	3
Kapıköy	68.46007	76.2105	79.5035	0.28	0.99	0.94	2	4	4
Kuzey	68.6253	63.57935	70.66506667	0.32	0.29	0.23	2	2	1
Van	71.28523	68.1958	74.68033333	1.00	0.55	0.55	4	3	3
Zilan	67.80289	58.23825	68.0538	0.11	0.00	0.02	1	1	1

Tablo 10-6 Maruziyet Indisi Sınıfları (2017-2049)

Alt Havza	Etki Oranı IDW			Normalize Değerler			Maruziyet		
	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI
Ahlat	69.4608	42.6631	46.0493	0.53	0.43	0.46	3	2	2
Batı	71.0396	39.3712	42.8634	0.94	0.19	0.31	4	1	2
Bendimahı	67.6625	37.9528	39.5632	0.07	0.09	0.16	1	1	1
Deliaçay	67.3755	36.8982	39.3469	0.00	0.01	0.15	1	1	1
Doğu	67.6636	38.2170	36.1301	0.07	0.11	0.00	1	1	1
Engil	68.0575	44.7779	47.2139	0.17	0.58	0.52	1	3	3
Erçek	68.9668	38.5527	37.1320	0.41	0.13	0.05	2	1	1
Güney	67.6154	50.5885	57.5433	0.06	1.00	1.00	1	4	4
Karasu	68.3937	38.5662	37.3348	0.26	0.13	0.06	2	1	1
Kapıköy	68.4601	39.5459	40.9155	0.28	0.20	0.22	2	1	1
Kuzey	68.6253	41.3898	43.9671	0.32	0.34	0.37	2	2	2
Van	71.2852	40.8300	45.6116	1.00	0.30	0.44	4	2	2
Zilan	67.8029	36.7102	39.7300	0.11	0.00	0.17	1	1	1

Tablo 10-7 Maruziyet Indisi Sınıfları (2050-2074)

Alt Havza	Etki Oranı IDW			Normalize Değerler			Maruziyet		
	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI
Ahlat	86.2982	96.8837	107.5329	1.00	1.00	1.00	4	4	4
Batı	84.7862	96.7151	105.0300	0.83	0.99	0.93	4	4	4
Bendimahı	81.2103	74.6820	80.3929	0.44	0.13	0.26	2	1	2
Deliçay	83.3718	84.0230	87.9611	0.68	0.49	0.46	3	2	2
Doğu	81.9633	80.9642	80.3639	0.53	0.37	0.25	3	2	2
Engil	78.7628	79.9413	80.6184	0.18	0.33	0.26	1	2	2
Erçek	77.1533	71.4747	71.0747	0.00	0.00	0.00	1	1	1
Güney	78.1044	80.7804	83.8063	0.10	0.37	0.35	1	2	2
Karasu	78.8145	73.0622	73.8699	0.18	0.06	0.08	1	1	1
Kapıköy	78.0104	75.2479	76.1962	0.09	0.15	0.14	1	1	1
Kuzey	84.9896	93.2384	98.0478	0.86	0.86	0.74	4	4	3
Van	77.7611	74.8088	74.1234	0.07	0.13	0.08	1	1	1
Zilan	84.9258	92.2220	98.2693	0.85	0.82	0.75	4	4	3

Tablo 10-8 Maruziyet Indisi Sınıfları (2075-2100)

Alt Havza	Etki Oranı IDW			Normalize Değerler			Maruziyet		
	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI	SPI3	SPI9-scPDSI	SPI18-SRI18-PHDI
Ahlat	74.7821	91.3187	93.4262	0.00	0.00	0.00	1	1	1
Batı	77.4610	98.1115	96.8918	0.20	0.23	0.10	1	1	1
Bendimahı	83.0753	109.1980	114.3532	0.63	0.59	0.59	3	3	3
Deliçay	85.0933	114.9146	115.8598	0.78	0.78	0.63	4	4	3
Doğu	85.0410	114.4273	126.3951	0.78	0.77	0.92	4	4	4
Engil	82.7039	108.5809	109.9481	0.60	0.57	0.46	3	3	2
Erçek	87.9597	121.4019	129.1446	1.00	1.00	1.00	4	4	4
Güney	78.5470	100.0397	95.2941	0.29	0.29	0.05	2	2	1
Karasu	86.0976	116.8892	125.6934	0.86	0.85	0.90	4	4	4
Kapıköy	86.4103	118.8544	121.2905	0.88	0.92	0.78	4	4	4
Kuzey	79.2841	104.1603	108.2544	0.34	0.43	0.42	2	2	2
Van	86.4685	111.4950	118.8454	0.89	0.67	0.71	4	3	3
Zilan	85.9074	117.1034	115.1606	0.84	0.86	0.61	4	4	3

10.2.2. Duyarlılık İndisi

Duyarlılık indisi maruziyet indisinden farklı olarak her sektör için ayrı ayrı ele alınmıştır. Sözü edilen sektörlerin ilgi durumlarına göre su gereksinimleri veya bağımlılıkları farklılıklar göstermektedir. Yapılan bütün çalışmalar alt havza bazında olup, gerekli veri teminleri ilgili kurumlardan, havzada yapılan anket çalışmalarından, gerektiğinde uydu görüntülerinden sağlanmıştır. Elde edilen veriler sözü edildiği gibi farklı birimlerde olabilmektedir. Sözü edilen farklı birimlerin birbirleri ile kıyaslanması amacıdır.

Örneğin tarım sektörü için sulama amaçlı su tüketimi, hayvancılık su tüketimi, sulanan alan, tarımla normalleştirme işlemi gerektiğinde bu indislerin hesaplanmasında da kullanılmı arazisi genişliği gibi kavramlar duyarlılığın belirlenmesinde öncel rol oynamaktadır. Ancak sözü edilen olgular farklı birimlerde. Bunların hesaplanmasında doğallıkla normalleştirme işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra ise



İlgili sektör üzerindeki etkilerinin farklı olabileceği öngörüldüğünden her biri için farklı etki oranları atanarak, ağırlıklandırma yapılmıştır. Bu sayede sektör için etkisi daha fazla olabilecek parametre maruziyet hesaplarına benzer şekilde ilgili sektörün duyarlılık indisi için daha güçlü hesaplanmış olacaktır.

Benzer şekilde ekosistemde çevresel akış, ormanlar ve yeşil alanların genişliği, soyu tükenmekte olan tür sayısı, biyoçeşitlilik ve korunan alanların yayılımına bağlıdır. İçme ve kullanma suyu sektöründe içme ve kullanma suyu tüketimine, turizm sektöründe ise turizm faaliyetlerinin kuraklığa duyarlılığına, sanayide su tüketimlerine ve üretilen gereç cinsine göre duyarlılık değerleri değişmektedir.

Hesaplamalarda izlenen yöntemler maruziyet indisinin hesaplanmasındaki yöntemler ile koşuttur.

10.2.3. Ekonomik Değer İndisi

Ekonomik Değer indisi suya gereksinim duyan sektörün olası bir kuraklık durumu yaşandığında sektör ile ilgili üretimin ekonomik açıdan yaratacağı etkiyi irdelemektedir. Bilindiği üzere etkilenebilirlik ile doğru orantılı olup, yukarıda sözü edilen duyarlılık indisine benzer şekilde sektörelere göre farklılıklar göstermektedir.

Sahada yapılan anket çalışmaları, ilgili kurumlardan alınan verilerin yanı sıra, bölgede bulunan kuruluşlardan gözlemler yapılarak ilgili indislerin parametre değerleri sağlanmıştır. Daha önceden belirtilen iki indis gibi bu indiste de gerekli noktalarda normalleştirme ve ağırlıklandırma yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle değerlerin efektif bir şekilde analiz edilmesine olanak tanınmıştır.

Sektörlere göre öne çıkan parametreler, tarım için üretilen meyve, sebze, tahıl vb. ürünlerin sayısı ve toplam fiyatı, sanayi için üretilen gerecin sayısı, fiyatı ve ihracat değerleri, turizm için konaklama tesislerindeki yatak kapasitesi ve konaklama ücretleri ve içme-kullanma suyu için su gelirleri şeklinde özetlenebilir. Ekosistem için doğrudan ekonomik bir etki bulunmamaktadır. Bu nedenle hesaplamalarda ekosistem için bütün alt havzalarda ekonomik değer indisini etkisiz hale getirmek adına 1 alınmıştır.

Tablo 10-9 Tarım Sektörü Meyve Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut)

Yerleşimler	Sofralık Üzüm, Çekirdekli	Elma (Golden)	Elma (Starking)	Elma (Amasya)	Elma (Granny Smith)	Diğer Elmalar	Armut	Ayva	Kayısı	Zerdali	Kiraz	Vişne	Şeftali	Erik	Çilek	Dut	Ceviz	Toplam	Alt Havza Toplam	ALT HAVZA
Adilcevaz		388500	770000	36000	90000	345000	85500	10500	168000	616000	192000	45000	24000	-	-	72000	32175000	3.5E+07	53410750	KUZEY
Ahlat		339500	260000	24000	102000	161250	553500	7000	679000	80000	226000	40000	44000	-	-	-	15875000	1.8E+07		
Geveş		346500	475000			285000	342000		84000	68000	-	105000	-	-	-	-	15275000	1.7E+07	40083250	GÜNEY
Tatvan		2247000	1580000	3236000		3326250	643500				5772000	350000	-	-	-	-	5850000	2.3E+07		
Van Merkez									0									0		
Tuşba	189000	2019500	130000	12000	30000	3750	576000	3500	630000		12000	50000	-	40000	36000	0	4100000	7831750	79656500	VAN
Edremit		427000	13815000	16000		10421250	3855500	161000	10920000	4000	9060000	5505000	60000	4945000	-	-	12625000	7.2E+07		
Erciş	486500	780500	1640000	0	120000	221250	1678500	49000	1890000	36000	604000	210000	-	265000	-	-	7375000	1.6E+07	15555750	ZİLAN
Gürpınar						510000	99000		147000		-	-	-	10000	-	-	-	766000	766000	ENGİL
Muradiye		3111500	2700000	16000		315000	702000		553000		84000	15000	-	50000	-	-	2150000	9695500	9695500	BENDİMAHI
Çaldıran																		0		
Saray		17500							0									17500		
Özalp									28000									64000	10838000	ERÇEK
İpekyolu		4994500	360000	60000		45000	1818000	14000	1085000		360000	100000	20000	225000	-	-	1675000	1.1E+07		

Tablo 10-10 Tarım Sektörü Sebze Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut)

Yerleşim Yerleri	Fasulye, Taze	Lahana (Beyaz)	Marul (Kivircik)	Marul (Göbekli)	Marul (Iceberg)	Maydanoz	Roka	Karpuz	Kavun	Biber (Dolmalık)	Biber (Sivri)	Hiyar (Sofralık)	Acur	Patlıcan	Domates (Sofralık)	Kabak (Sakız)	Bel Kabagı	Sarımsak (Taze)	Soğan (Taze)	Turp (Kırmızı)	Toplam	Alt Havza Toplam	ALT HAVZA	
Adilcevaz								935000	490000						14226000							28476000	79696000	KUZEY
Ahlat															51220000							51220000		
Tatvan	3988000							60000		1992000	0	350000			45330000							51920000	71935500	GÜNEY
Geveş	5224000							840000	682000	956000	2169000	1347500			1372000	7426000						200155000		
Edremit	1372000	90000	26000	32000		75000		696000	578000	400000	2536000	4088500			276500	7020000				731500	144000	18073500		
Van Merkez	0	0	0	0																		0	29728500	VAN
Tuşba	460000	126000	260000	420000				1512000	1920000	596000	644000	2362500			437500	2588000		150000		168000		11656000		
Erciş	1380000	7387500		32000	28000	75000	32000	3952000	2316000	1680000	1760000	3839500			707000	6262000		51000		1155000	378000	33035000	33035000	ZİLAN
Gürpınar	100000									160000	120000	210000			372000							962000	962000	ENGİL
Çaldıran												0			1920000							1920000	7876000	BENDİMAHI
Muradiye	344000	22500	52000	128000		105000		560000	1200000	152000	172000	1120000	188000	73500	1632000	90000			63000	54000		5956000		
Saray												0										0	0	
Özalp												0							14000			14000	2504500	ERÇEK
İpekyolu		27000	194000	128000				302000	208000	56000	32000	1039500			566000					28000		2490500		

Tablo 10-11 Tarım Sektörü Tahıl Üretimi Toplam Yıllık Geliri (TL) (mevcut)

İlçe Merkezleri	Buğday	Arpa	Çavdar	Fasulye	Nohut	Ayçiçek Tohumu	Aspir Tohumu	Patates	Şeker Pancarı	Yonca	Korunga	Mısır(Slaj)	Toplam	Alt Havza Toplam	ALT HAVZA	
Adilcevaz	19872500	153600	34400	6696000		13200	13750	37683000	636720	62730000	201685000	370880	329889050	901652150	KUZEY	
Ahlat	28362500	1495680	127200	5.1E+07	920000	1491600	-	4.02E+08	20511120	35750000	26400000	38000000	571763100			
Geveş	1535000	109440		512000				1887000	8188320	91620000	134601500	547200	239000460	469796470	GÜNEY	
Tatvan	8051250	111360	618400	6.7E+07	430000			37023000		90000000	27500000	342000	230796010			
Edremit	4927500	2977920								51480000	70400000	342000	130127420			
Van Merkez													0	417011810	VAN	
Tuşba	16695000	4522560						3252000	109830	1E+08	160545000	1710000	286884390			
Erciş	14731250	2919360		264000				6189000	1330770	2.05E+08	194040000	818520	425502900	425502900	ZİLAN	
Gürpınar	11681250	503040						2619000			5.36E+08	888250000	1.439E+09	1.439E+09	ENGİL	
Muradiye	12150000	273600						3306000	2445240	2.43E+08	50418500		311726340	661107090	BENDİMAHI	
Çaldıran	10462500	426240			110000			1983000	17010	1.55E+08	181170000		349380750			
Saray	7151250	240960						18000			39861000	44550000	91821210			
Özalp	16116250	107520			10000			297000			86258000	98010000	173280	200972050	363202235	ERÇEK
İpekyolu	14151250	578880						198000			55000000	15725	465120	70408975		



10.2.4. Uyum Kapasitesi İndisi

Uyum kapasitesi indisi yaşanacak olası bir kuraklığa karşı bölgedeki sektörlerin ne denli bu olumsuzlukları karşılayabilecek potansiyelde olduklarını, teknolojik ve pratik olarak ilgili sektörün suya bağımlılığını azaltabilecek çözümleri barındırma durumudur.

Dolayısı ile etkilenebilirlik ve uyum kapasitesi indisi açısından ters orantılı bir durum söz konusudur. Basit anlamda teknolojik ve pratik olarak suya bağımlılığını azaltmış sektörlerin kuraklık gibi doğal afetlerden etkilenme oranı düşmektedir.

Bu rapor kapsamında bütün indis çeşitlerinde su kullanım indisleri hesaplanmış ve uyum kapasitesi bu indis ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanı sıra tarımsal kuraklık için tarımda makinalaşma, basınçlı su sistemleri, kırsal gelişmişlik indeksi; içme ve kullanma suyu için iletim hatlarındaki kayıp kaçak oranı ve ekosistem için kentsel alan ve su kalite sınıfı gibi parametreler de uyum kapasitesinin sınıflandırılmasında kullanılan hesaplara dahil edilmiştir.

Su kullanım indisleri alt havzalarda kullanılan suyun havza potansiyeline oranı ile belirlenmiştir. Bu durum her bir sektör için sektörün alt havza bazında su tüketimi ile havzanın su potansiyeline oranlanması ile genel bir su tüketim indisi bulunmasından ziyade sektörel olarak su tüketimlerinin bulunması sonucunu çıkarmıştır. Bu durum ilgili projeksiyon yılları boyunca tekrarlanmış ve 4 farklı zaman aralıkları, mevcut, 2017-2049, 2050-2074 ve 2075-2100, için sektörel su kullanım indisleri hesaplanmıştır. Böylelikle su tüketim indisleri genel bir yaklaşım yerine ilgili alt havzada sektöre özgü olarak uyum kapasitesini en iyi şekilde yansıtabilecek biçimde değerlendirilmiştir.

Burada su kullanım indisleri ilgili alt havzada ilgili sektörün kullanmış olduğu su miktarının toplam alt havza potansiyeline bölünmesi ile bulunmaktır. Yapılan hesaplar hem mevcut durumu hem de projeksiyon zamanları boyunca yaşanacak muhtemel durumu yansıtmaktadır. Buradaki su kullanımları iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi projesinde gerçekleştirilen sektörel projeksiyon oranları kullanılarak uzatılmıştır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Tablo 10-12 Su Kullanım İndisleri ve Grafikleri (2017-2100)

ALT HAVZA	Tarım Sektörü WEI (%)			Sanayi Sektörü WEI (%)			İçme ve Kullanma Suyu Sektörü WEI (%)			Turizm Sektörü WEI (%)			Ekosistem Sektörü WEI (%)		
	2017-2049	2050-2074	2075-2100	2017-2049	2050-2074	2075-2100	2017-2049	2050-2074	2075-2100	2017-2049	2050-2074	2075-2100	2017-2049	2050-2074	2075-2100
Ahlat Alt Havzası	9.10	10.03	10.06	0.00	0.00	0.00	0.42	0.74	3.79	0.00	0.00	0.00	3.82	3.82	3.82
Batı Alt Havzası	4.20	4.63	4.64	0.00	0.00	0.00	1.66	2.45	1.04	0.00	0.00	0.00	6.20	7.47	7.37
Bendimahı Alt Havzası	21.39	19.56	19.88	0.00	0.00	0.00	1.76	2.55	2.84	0.20	0.29	0.36	8.41	6.98	7.08
Deliçay Alt Havzası	3.91	3.76	3.76	0.00	0.00	0.00	0.33	0.56	0.86	0.00	0.00	0.00	7.80	7.80	7.80
Doğu Alt Havzası	18.24	17.31	17.41	0.00	0.00	0.00	0.33	0.43	0.53	0.22	0.32	0.40	2.93	2.97	2.96
Engil Alt Havzası	88.44	93.43	73.91	0.00	0.00	0.00	10.52	14.62	12.48	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
Erçek Alt Havzası	36.32	42.57	46.28	0.34	0.34	0.45	6.59	7.60	11.64	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19	3.19
Güney Alt Havzası	5.22	4.60	5.16	0.04	0.05	0.07	3.55	5.11	7.42	1.68	2.42	3.05	10.00	10.00	10.00
Karasu Alt Havzası	47.97	56.23	61.13	0.00	0.00	0.00	6.43	7.68	3.13	0.00	0.00	0.00	3.83	3.83	3.83
Kapıköy Alt Havzası	25.68	18.58	20.20	0.00	0.00	0.00	2.21	2.26	12.58	0.00	0.00	0.00	1.68	1.68	1.68
Kuzey Alt Havzası	10.86	11.30	10.35	0.00	0.01	0.01	1.50	2.23	2.58	0.00	0.00	0.00	5.01	5.01	5.01
Van Alt Havzası	13.03	21.11	21.11	24.38	24.09	31.77	47.13	46.29	74.15	19.52	28.20	35.43	1.30	1.30	1.30
Zilan Alt Havzası	5.86	6.09	5.58	0.00	0.00	0.00	2.62	3.74	4.64	0.29	0.43	0.55	10.00	10.00	10.00

Tablo 10-13 Su Kullanım İndisleri ve Grafikleri (2017-2100)(sürüyor)



10.2.5. Etkilenebilirlik İndisi

Etkilenebilirlik indisi; maruziyet indisi, duyarlılık, ekonomik değer ile doğru orantılı uyum kapasitesi ile ters orantılıdır. Burada doğru orantılı olan indis sınıfları birbiri ile çarpılır ters orantılı indis olan uyum kapasitesi indisine bölünerek etkilenebilirlik değerini oluştururlar. Bu noktadan sonra yeniden maks-min normalleştirme yöntemi ile değerler normalleştirilip, etkilenebilirlik sınıfları oluşturulmaktadır. Bu noktadan sonra kullanılan ve göz önüne alınan birçok parametrelerin hesaplanması sonucunda alt havza bazında hangi bölgelerin yaşanabilecek olumsuzluk durumunda çabuk ve daha çok zarar görebileceği sektörler bazında ele alınmış olmaktadır.

Ancak maruziyet ve diğer indislerde de sıkça söz edildiği gibi homojen olmayan standart sapması yüksek olan veri setlerinde sonucun yanlış değerlendirilmesine yol açabilmektedir. Bu gibi durumlar maruziyet indisinde ayrıntılı olarak açıklandığı gibi küme dışı değerlerin çıkarılıp, verinin yeniden değerlendirilmesi ile aşılmıştır.

10.3. TARIM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ

10.3.1. Kuraklığın Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri

Tarım sektörü; milli gelir, istihdam, dış ticaret, tarıma dayalı sanayi, destekleme ve tüketim harcamaları içindeki payı ile insanların zorunlu gıda maddelerini üreten bir sektör olması nedeniyle, ekonomilerde önemli bir yere sahiptir.

Tarım doğaya bağlı olarak sürdürülen bir faaliyettir, teknoloji ne kadar gelişse de bu özelliğini kaybetmesi mümkün değildir. Tarımın ekonomik bir faaliyet olması nedeniyle, iklim değişikliği ile ortaya çıkacak üretimdeki değişimler hem ülke hem de uluslararası ticaret açısından önemlidir. Tarım iklim değişikliğinden etkilendiği kadar, iklim değişikliğine de neden olan bir faaliyet alanıdır. Toprak işleme, gübreleme, ilaçlama ve ürün-gıda arz zincirindeki işlemler, tarım arazilerinin kullanım değişikliği, enerji tüketimi, yetiştirilen hayvanların gübreleri gibi faaliyetler karbon emisyonuna katkıda bulunmaktadır.



Gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinin tarımsal üretime dayanması, iklim değişikliğinin etkilerinin daha fazla hissedilmesine neden olmaktadır. Özellikle ekstrem hava koşulları gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimi imkânsız hale getirmekte ve dolayısıyla göçe sebebiyet vermektedir.

İklime ve iklim değişmelerine en fazla duyarlı sektörlerin başında yer alan tarım sektöründe iklim değişikliklerinin, çift yönlü etkisi söz konusu olmaktadır. İklim değişikliği hem tarımı etkilemekte hem de tarımsal faaliyetler iklim değişikliğine neden olmaktadır. İklim değişikliği sonucu, tropikal ve sup-tropikal bölgelerdeki tarımsal faaliyetler sıra dışı sel ve kuraklıklardan olumsuz yönde etkilenirken, ılıman bölgelerdeki ürün yetiştirme sezonunun uzaması sonucu tarımsal üretimin daha fazla olması beklenmektedir. Kurak bölgelerde ise, giderek artan ısınmaya bağlı olarak oluşan çölleşme sonucu tarımsal üretim azalmakta ve hatta giderek yok olmaktadır. İklim değişikliğinin tarım üzerine etkileri; gıda güvenliği, kalkınma ve uluslararası ticaret konularında ortaya çıkmaktadır. Tarımın insan beslenmesi yanında ekonomik bir faaliyet olması nedeniyle, iklim değişiklikleri sonucu oluşan üretim azlığı veya fazlalığı ekonomik dengeleri de büyük ölçüde değiştirmektedir.

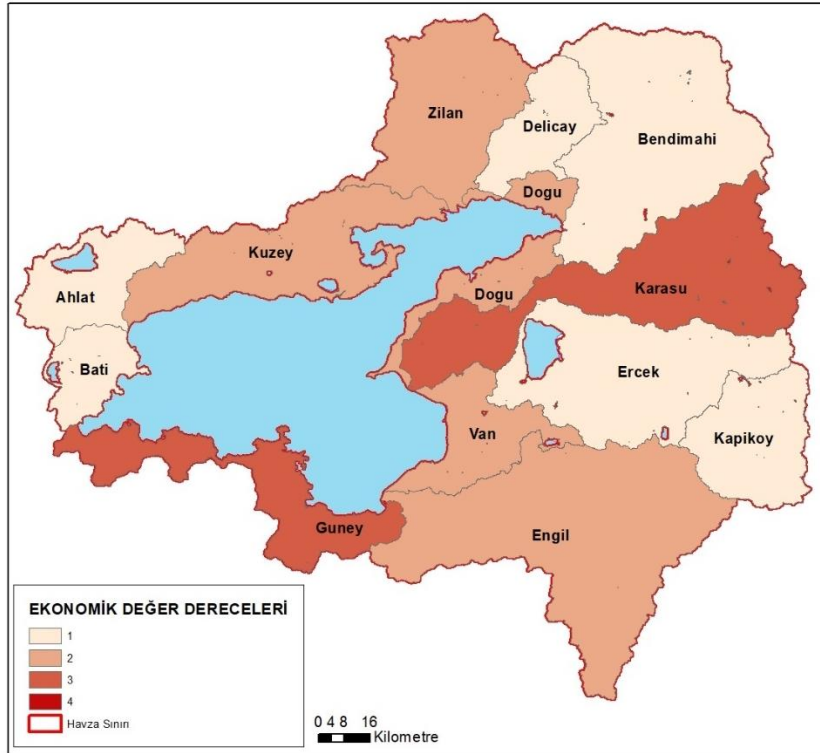
10.3.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi

10.3.2.1. Tarım Sektörü Maruziyet İndisi

Raporun diğer bölümlerinde de sıkça değinildiği gibi kuraklık, Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik analizi çalışmaları yapılırken maruziyet indisi olarak alınmıştır. Tarım sektörü için tarımsal kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI9 ve scPDSI indisleri kullanılarak maruziyet indisleri mevcut ve gelecek dönem için hesaplanmıştır.

10.3.2.3. Tarım Sektörü Ekonomik Değer İndisi

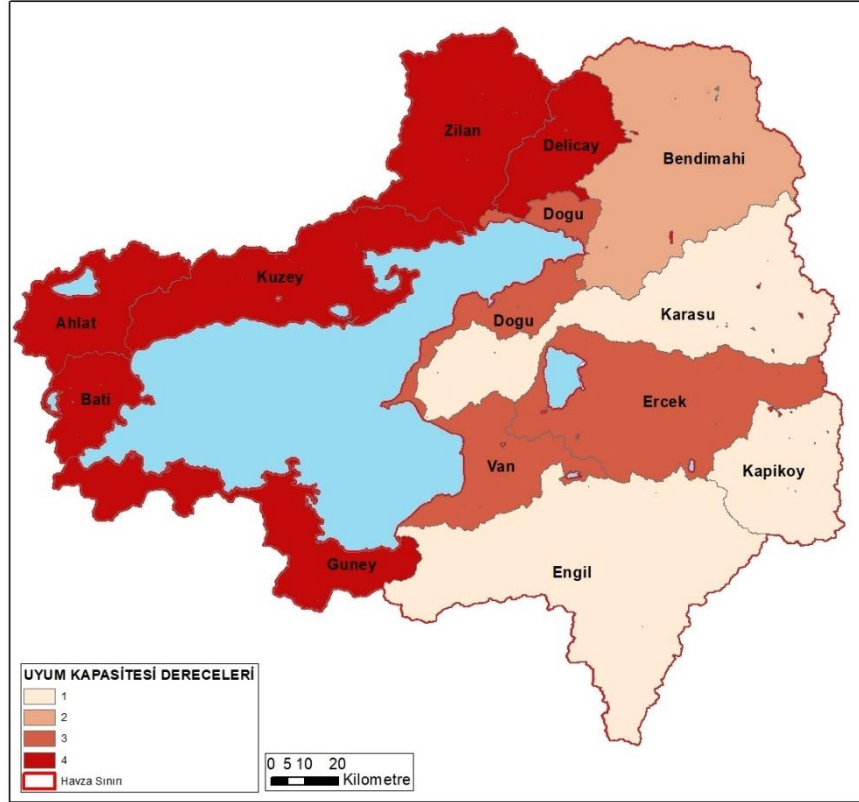
Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında tarım sektörü ekonomik değer indisleri her bir alt havzadaki Toplam Tarımsal Üretim, Yöreye Özgü Meyve ve Sebze üretimleri ve fiyatları kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki tarım sektörü ekonomik değer sınıfları bulunmuştur. Hesaplamalarda kullanılan etki oranları ekonomik değer indisini oluşturan parametrelerin her bir alt havzaya özgü özelliklerine göre uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Ekonomik değer indisi etki oranları hesabında toplam tarımsal üretim %40 oranında, yöreye özgü sebze üretimi %30 ve yöreye özgü meyve üretimi ise %30 oranında kabul edilmiştir.



Şekil 10-10: Tarım Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı

10.3.2.4. Tarım Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

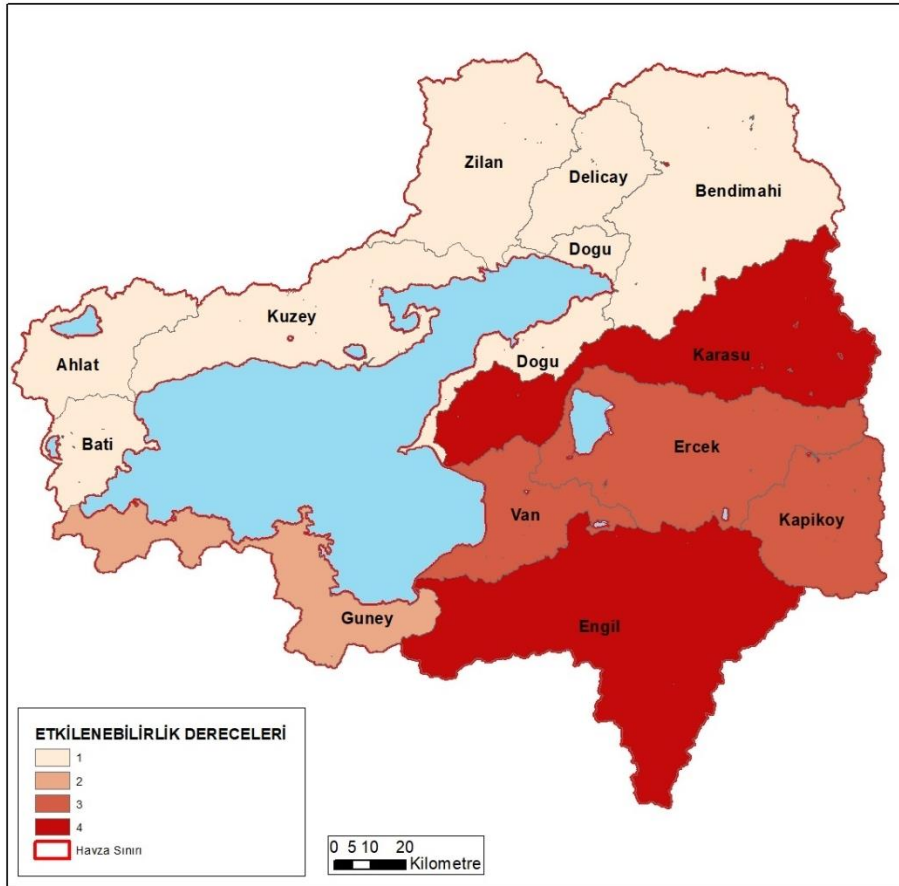
Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında tarım sektörü uyum kapasitesi indisleri her bir havzadaki Su Kullanım İndisi (WEI), Kırsal Gelişmişlik İndeksi, Basınçlı Sulama Sistemleri ve Tarımda Makinalaşma parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki tarım uyum kapasitesi sınıfları bulunmuştur.



Şekil 10-11: Tarım Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı

10.3.2.5. Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme

Tarım Sektörü Etkilenebilirlik değerleri yukarıda değinilen maruziyet, duyarlılık, ekonomik değer ve uyum kapasitesi indisleri kullanılarak metodolojide verilen formüle göre hesaplanmıştır. Buna göre etkilenme sınıfı çok yüksek etki derecesinde çıkan alt havzalar: Karasu ve Engil, yüksek etki derecesinde çıkan alt havza: Van, Erçek ve Kapıköy, orta etki derecesinde çıkan alt havzalar: Güney, az etki derecesinde çıkan alt havzalar ise geride kalan alt havzalarıdır.



Şekil 10-12: Tarım Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değerleri

10.3.3. Tarım Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri

Küresel ısınma ile birlikte gelecek dönemdeki olası kuraklık senaryolarında Tarım sektörüne yönelik geliştirilebilecek uyum stratejileri Van Gölü havzası özelinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Özellikle Engil ve Karasu alt havzalarında tarımsal kuraklığın çok yüksek etki düzeyinde, Van, Erçek ve Kapıköy alt havzalarında ise yüksek etki düzeyinde olacağı tahmin edilmektedir.
- Engil ve Karasu, tarımsal kuraklığın çok yüksek etki düzeyinde olduğu alt havzalar arasında olduğundan öncelikli olarak uyum stratejilerinin bu havzalara odaklı başlatılmasında fayda görülmektedir.
- Engil ve Karasu alt havzalarının ardından Van, Erçek ve Kapıköy alt havzalarında uyum stratejilerinin geliştirilmesinde fayda görülmektedir.
- Uyum stratejilerinin ilk aşamasında Engil ve Karasu alt havzalarında iyi tarım uygulamaları, organik tarım uygulamaları, üretimin her aşamasında izlenebilirliğin sağlanması, bitki hastalık ve zararlıları ile mücadele ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi uygulamaları yapılmalıdır.
- Engil ve Karasu alt havzalarında uyum kapasitesini yükseltici, dolayısıyla etkilenebilirlik düzeyini düşürücü damla sulama sistemlerinin geliştirilmesi kısa erimde bu alt havzalardaki tarımsal kuraklık riskini ortadan kaldırmaya fayda sağlayacaktır.
- Engil ve Karasu alt havzalarında olduğu gibi uzun erimde Van, Erçek ve Kapıköy havzalarında da bu uygulamaların planlamalarının yapılması tarımsal açıdan havzanın kuraklıktan etkilenebilirlik riskini düşürecektir.
- Bahsi geçen alt havzalara yönelik yeni sulama projelerinin geliştirilmesi ve bu alt havzalardaki tarımsal faaliyetlerle uğraşan vatandaşların kuraklık ve su kullanımları ile ilgili bilinçlendirilmesi, uzun erimde alınabilecek önlemler arasında yer almaktadır.



10.4. SANAYİ SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ

10.4.1. Kuraklığın Sanayi Sektörü Üzerindeki Etkileri

İklim değişikliği ve bu çerçevede belirlenen politika ve önlemler değerlendirildiğinde, sanayici açısından en önemli konulardan birinin, iklim değişikliğine neden olan sera gazı salımlarının azaltılması olduğu görülmektedir. Enerji yoğun sektörlerde daha da ön plana çıkan yanma kaynaklı sera gazı salımlarının yanı sıra çeşitli üretim süreçleri de sera gazı kaynağı durumundadır. Dolayısıyla, sanayide birim üretimdeki sera gazı salımının (ve enerji tüketiminin) azaltılması hem iklim değişikliğine yönelik önlemlerin bir parçasını oluşturmakta, hem de bu alandaki yükümlülüklerin yerine getirilme sürecini desteklemektedir.

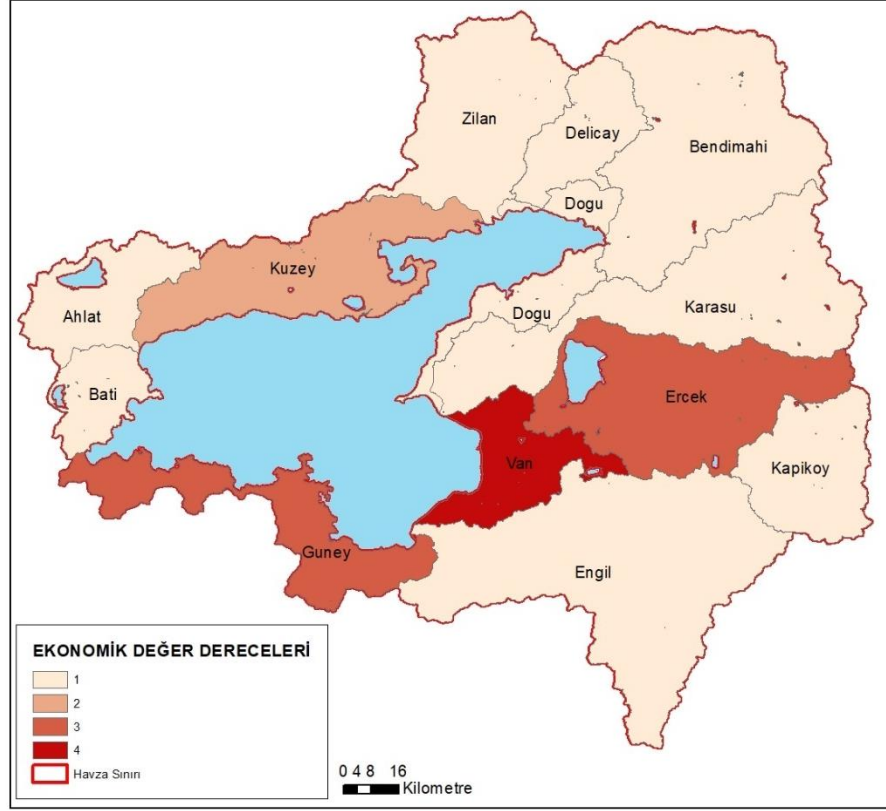
İklim değişikliğine uyum ise, iklim olaylarının etkileriyle mücadele etmek, bu değişimden fayda sağlamak ve yönetebilmek için stratejilerin güçlendirilmesi ve uygulanması sürecidir (UNDP Uyum Politika Çerçevesi, 2004).

Dolayısıyla sanayide uyum, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkması beklenen ve doğrudan üretimi ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkileyecek unsurlara karşı önlemlerin alınmasını öncelikli hale getirmektedir. Özellikle üretim girdilerinde (su, hammadde, enerji vb.) beklenen azalma (ve dolayısıyla maliyet artışı) sanayici için ciddi bir risk durumundadır.

10.4.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi

10.4.2.1. Sanayi Sektörü Maruziyet İndisi

Raporun diğer bölümlerinde de sıkça değinildiği gibi kuraklık, Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik analizi çalışmaları yapılırken maruziyet indisi olarak alınmıştır. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet indisi hesaplamalarının detayı Bölüm 4'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Sanayi sektörü için hidrolojik kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI18, SRI18 ve PHDI indisleri kullanılarak maruziyet indisleri mevcut ve gelecek dönem için hesaplanmıştır. Sanayi sektörü için her bir alt havza için maruziyet etki oranları hesaplanmış ardından bu değerlerin ortalamaları

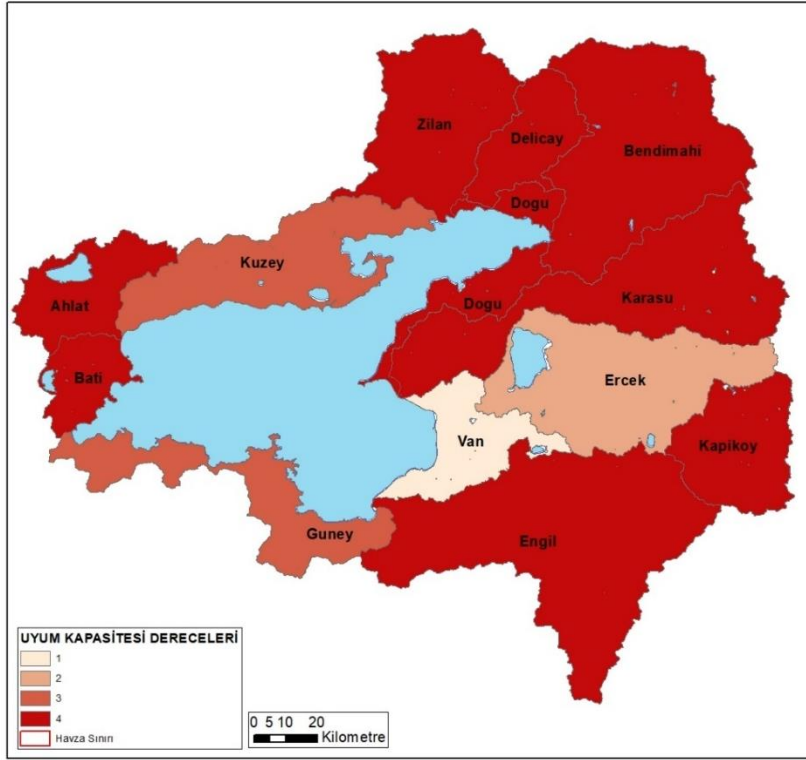


Şekil 10-15: Sanayi Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı

10.4.2.4. Sanayi Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında sanayi uyum kapasitesi indisleri her bir havzadaki Su Kullanım İndisi (WEI) parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki sanayi suyu uyum kapasitesi sınıfları bulunmuştur.

Sanayi sektörü su kullanım indisi her bir alt havzadaki sanayi su kullanımlarının yine o havzadaki toplam sanayi suyu potansiyeline bölünmesi ile bulunmuştur. Buna göre havzada sanayi sektörü su kullanım indisi daha yüksek olan alt havza daha fazla su stresi altında olacak böylece kuraklık maruziyeti karşısında diğer alt havzalara oranla daha fazla etkilenecektir.

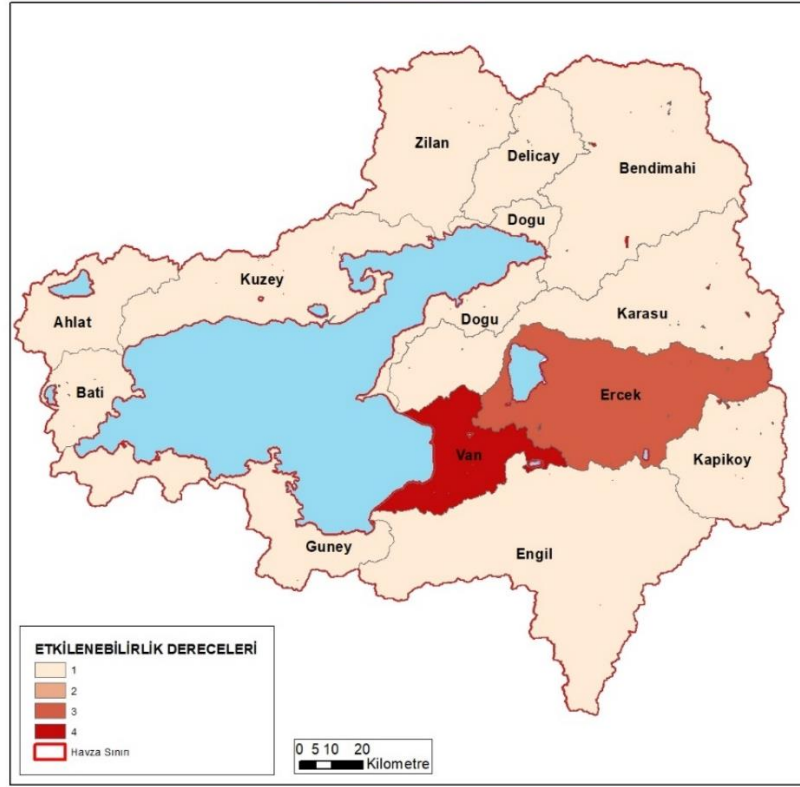


Şekil 10-16: Sanayi Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınırı

10.4.2.5. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme

Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik değerleri yukarıda değinilen maruziyet, duyarlılık, ekonomik değer ve uyum kapasitesi indisleri kullanılarak metodolojide verilen formüle göre hesaplanmıştır.

Buna göre etkilenme sınıfı çok yüksek etki derecesinde çıkan alt havzalar: Van, yüksek etki derecesinde çıkan alt havza: Erçek, geri kalan havzalarda ise az etki derecesinde etkilenme sınıfı hesaplanmıştır.



Şekil 10-17 Sanayi Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Sınıfı

10.4.3. Sanayi Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri

Gelecek dönemdeki olası kuraklık senaryolarında Sanayi sektörüne yönelik geliştirilebilecek uyum stratejileri alt havzalar bazında aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Özellikle Van ve Erçek alt havzalarında kısa erimde sanayi sektörüne yönelik kuraklık riski ile karşılaşılması olasıdır.
- Organize Sanayi Bölgesi'nin bulunduğu Van ve Erçek alt havzalarının su kullanımları değerlendirildiğinde öncelikli olarak kaynakların sürdürülebilir yaşama ve kalkınma ilkeleri doğrultusunda etkin şekilde korunması ve kullanımının sağlanması için kanuni, idari ve teknik düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.
- Söz konusu alt havzalarda düzenli depolama ve geri dönüşüm metotlarının kullanılması, özellikle atıksu arıtımına önem verilmesi bu alt havzalardaki sanayi su kullanımlarına yönelik kuraklık risklerini ortadan kaldırmaya fayda sağlayacaktır.



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

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



- Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan şirketlerin ve fabrikaların su kullanım durumunun düzenli olarak belirlenmesi, düzenli olarak faturalandırılması ve bu faturalandırma sonucuna göre mevcut tablonun değerlendirilerek bir strateji geliştirilmesi fayda sağlayacaktır.
- Gerektiğinde kısa erimde sanayi su kullanımlarına dikkat çekmek için işçi ve işverenlere eğitimlerin verilerek farkındalıklarının sağlanması kuraklık riskine karşı olumlu sonuçlar doğurabilecektir.
- Organize Saanayi Bölgesi'nde yer alan firmaların su kullanım değerleri aşırı kullanımları, fatura bedellerine yapılacak zamlarla kısa vadede efektif olarak önlenabilir.
- Kısa erimde sanayiden alıcı ortamlara yapılan her türlü atık, emisyon ve deşarjın kontrol altına alınması gerekmektedir.
- Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan şirketlerin sera gazı emisyonunun kontrolü açısından önemli sektörlerdeki emisyon azaltımının fayda maliyet analizinin yapılması gerek uzun erimde gerekse kısa erimde kuraklığa karşı geliştirilebilecek uyum stratejileri içerisinde yer almalıdır.

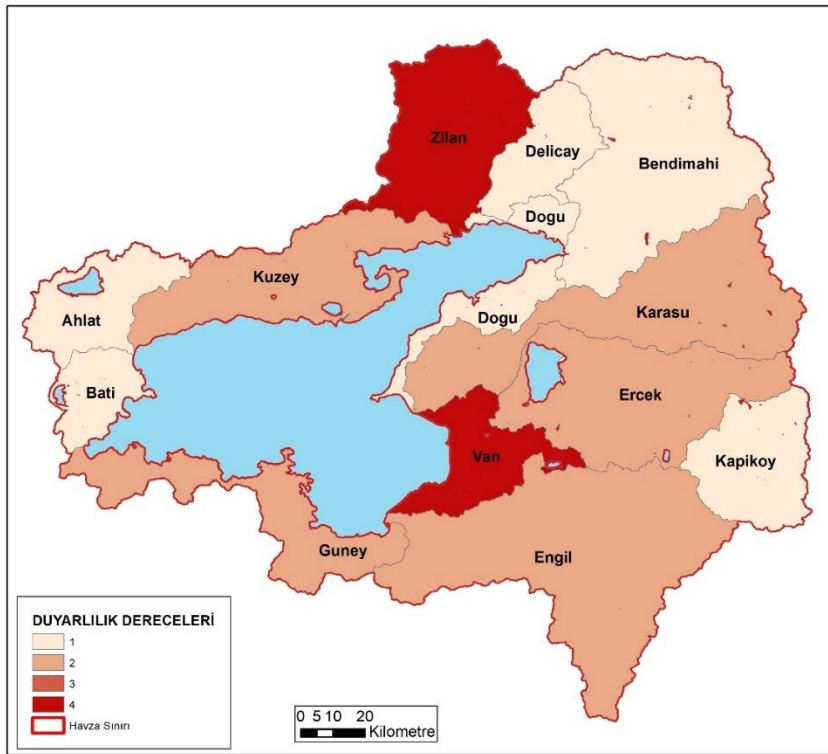
10.5. İÇME ve KULLANMA SUYU ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ

10.5.1. Kuraklığın İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Üzerindeki Etkileri

İklim değişmesinden su kaynakları için doğacak sonuçlar, yalnız kaynak bazında meydana gelebilecek değişmelere bağlı değildir. Aynı zamanda talepte hem insan hem çevre tarafından cereyan eden değişmelere de bağlıdır. İklim değişmesinin kullanım için çekilen su miktarı ve bu suyun kullanımını üzerindeki potansiyel etkisini, (bu etkileri talebi güden ve iklime bağlı olmayan unsurların çerçevesine koyarak) değerlendirmektedir.

10.5.2.2.İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Duyarlılık İndisi

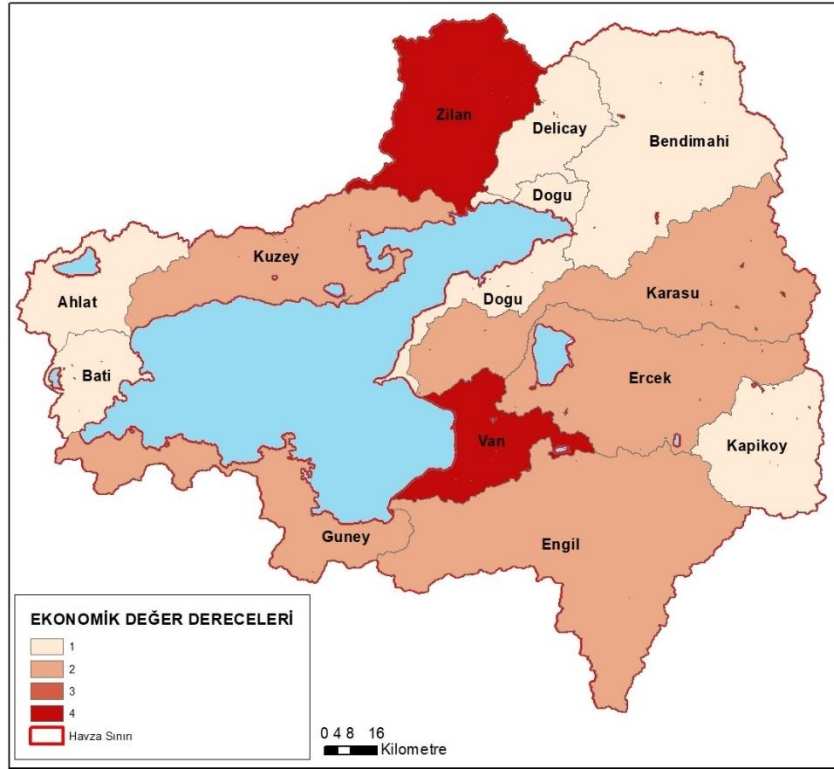
Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında içme ve kullanma suyu sektörü duyarlılık indisleri her bir havzadaki içme ve kullanma suyu tüketimi verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki içme ve kullanma suyu duyarlılık sınıfları bulunmuştur.



Şekil 10-19: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı

10.5.2.3.İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Ekonomik Değer İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında içme ve kullanma suyu sektörü ekonomik değer indisleri her bir alt havzadaki su kullanım bedelleri (TL) kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki içme ve kullanma suyu ekonomik değer sınıfları bulunmuştur.



Şekil 10-20: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı

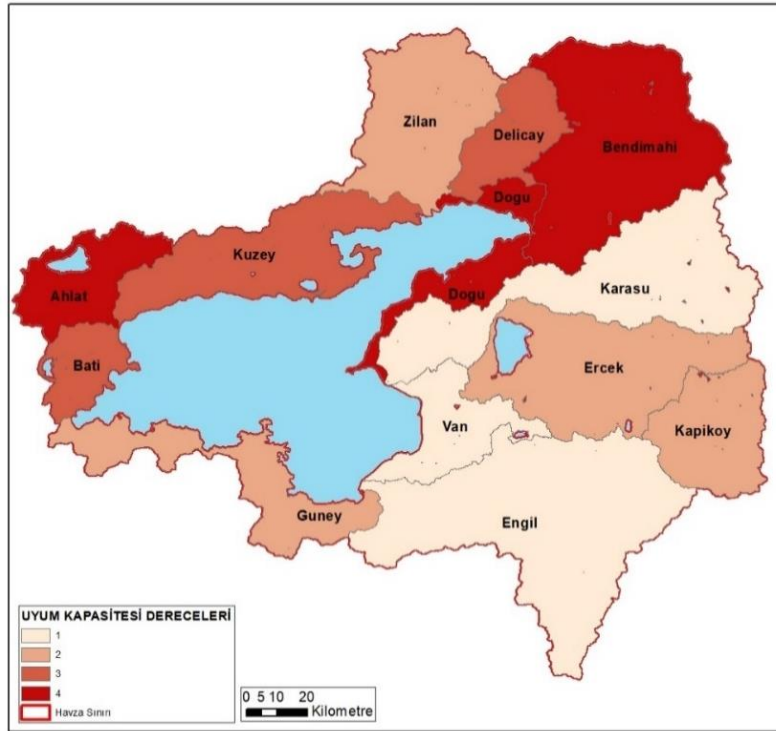
10.5.2.4. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında içme ve kullanma sektörü uyum kapasitesi indisleri her bir havzadaki Su Kullanım İndisi (WEI) parametreleri ve kayıp kaçak oranları kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki içme ve kullanma suyu uyum kapasitesi sınıfları bulunmuştur. Hesaplamalarda kullanılan etki oranları uyum kapasitesi indisini oluşturan parametrelerin her bir alt havzaya özgü özelliklerine göre uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Uyum kapasitesi indisi etki oranları hesabında su kullanılm indisi %60, kayıp-kaçak oranları ise %40 oranında kabul edilmiştir.

Yukarıda değinildiği gibi içme ve kullanma suyu sektörü uyum kapasitesi indisi hesaplamaları yapılırken WEI ve her bir alt havzadaki kayıp-kaçak oranları göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre su stresi ve kayıp-kaçak oranı düşük olan bir alt

havza kuraklık maruziyeti altında daha fazla uyum gösterebilecektir. Aksi takdirde su stresi ve kayıp-kaçak oranı yüksek olan bir alt havza kuraklık maruziyeti altında daha az uyum gösterebilecek dolayısıyla kuraklık maruziyetinden görece daha şiddetli etkilenecektir. Buna göre su kullanım indisleri en yüksek olan (daha fazla su stresi altında olan) alt havzalar Van, Karasu ve Engil, en düşük olan alt havzalar ise Ahlat, Deliçay ve Doğu alt havzalarıdır.

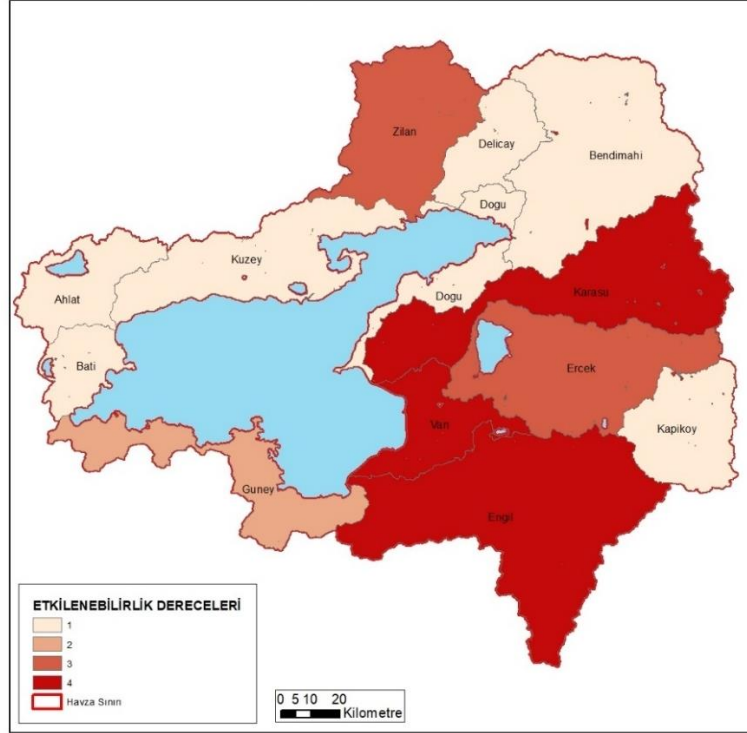
Uyum kapasitesi indisleri incelendiğinde; Van, Karasu ve Engil alt havzası dışındaki tüm havzaların uyum kapasitesi derecesi görece yüksektir (az etkilenir olarak kabul edilmiştir). Van, Karasu ve Engil alt havzalarının su kullanım indisleri çok düşük olduğundan en yüksek derecede etkilenebilir olarak nitelendirilmiştir.



Şekil 10-21: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Uyum Kapasitesi Sınıfı

10.5.2.5. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme

İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik değerleri yukarıda değinilen maruziyet, duyarlılık, ekonomik değer ve uyum kapasitesi indisleri kullanılarak metodolojide verilen formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 10-22: İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değeri

10.5.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri

Gelecek dönemdeki olası kuraklık senaryolarında İçme ve Kullanma Suyu sektörüne yönelik geliştirilebilecek uyum stratejileri alt havzalar özelinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Özellikle Van, Engil ve Karasu alt havzalarında kısa erimde içme ve kullanma suyu sektörü açısından risk görülmektedir.
- Van, Engil ve Karasu alt havzalarında kısa erimde içme ve kullanma suyu sektörü verilerine göre özellikle su kayıp ve kaçaklarının azaltımı, gerek bahsi geçen alt havzalar özelinde hem de havzanın genelinde uzun erimde içme ve kullanma suyu sektöründeki riskleri ortadan kaldırmada fayda sağlayacaktır.
- Öncelikle Van, Engil ve Karasu alt havzalarında daha sonra Erçek ve Zilan alt havzalarında içme ve kullanma suyunun temin edildiği akiferlerin kalite durumlarının yeniden gözden geçirilmesi ve kalite

düzenini artırıcı önlemlerin alınması gerekmektedir. Böylece kullanma suyu açısından bir artışın sağlanabileceği öngörülmektedir.

- Van Gölü Havzası özelinde büyük önem arz eden Şamran Kaynakları ve alüvyon akiferlerin yapay deşarj ile korumalarının sağlanması gerekmektedir.
- Van Gölü Havzası'ndaki vatandaşların kuraklık konusunda bilinçlenmesi ve bu probleme karşın su kullanımlarını etkileyici eğitimlerin verilmesi, halkın farkındalığın artırılması gerekmektedir.
- Havza genelinde içme ve kullanma suyu sektöründe öncelikli risk taşıyan alt havzalarda su tesisatlarının geliştirilmesinin kuraklığa karşın geliştirilebilecek uyum stratejileri açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

10.6. EKOSİSTEM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ

10.6.1. Kuraklığın Ekosistem Sektörü Üzerindeki Etkileri

İklim değişimi, esas olarak küresel ısınma ve sürdürülebilir olmayan kalkınmadan kaynaklanmaktadır. Sera gazlarının salınımı, bunları doğal olarak emen vejetasyonun yok olmasıyla ikiye katlanmıştır. Çölleşme süreci nedeniyle kurak alanlarda, toprağın bitki örtüsünün azalması, karbon depolayıcı bitkilerin daha da azalmasına neden olduğundan küresel ısınmaya bağlı olarak çölleşme şiddetlenmektedir. Isınma, evapotranspirasyonu ve dolayısıyla kuraklığı arttırmakta; böylece daha çok kurak alan çölleşme riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Çölleşme nedeniyle yüzey neminin kaybolması; güneş enerjisini serbest bırakmakta veya evaporasyon için kullanılarak atmosferin alt katmanlarının ısınmasına neden olmaktadır. Bu durum, ısınmayı artırıp yağmur tipindeki yağışı azaltmaktadır. Böylece, çölleşme ve iklim değişimi; dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmayı olumsuz yönde etkilemektedir. Çölleşme, su kaynaklarının sürdürülebilirliğine engel olmakta ve sonuç olarak ana materyal olan toprağın ve dolayısıyla ormanların yok olmasına neden olmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin azalması, karbon emicilerinin azalmasına neden olmakta ve dolayısıyla iklim değişiminin de hızlanmasına yol açmaktadır. Böylece, arzu edilmeyen çölleşme-küresel ısınma-daha çok biyolojik çeşitlilik kaybı

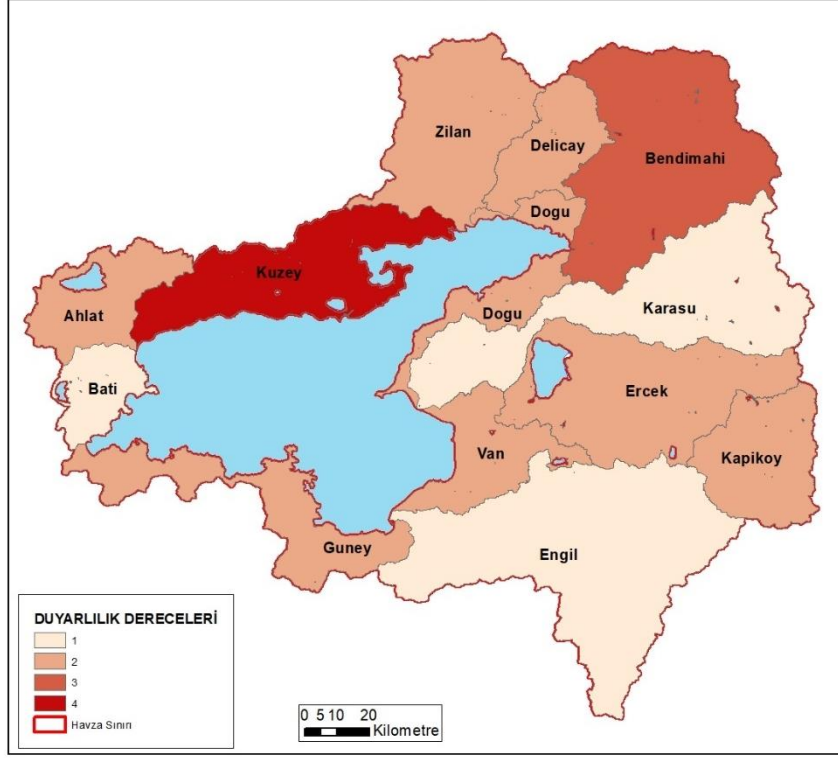
10.6.2.2. Ekosistem Sektörü Duyarlılık İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında ekosistem sektörü duyarlılık indisleri her bir havzadaki Çevresel Akış ($hm^3/yıl$), Ormanlar ve Yeşil Alanlar (km^2), Tehlike Altında Olan Türler, Biyoçeşitlilik (Tür Adeti) ve Korunan Alanların Oranı (%) parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Etki oranları havzaya özgü ekolojik karakteristiklere göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki ekosistem duyarlılık sınıfları bulunmuştur. Hesaplamalarda kullanılan etki oranları duyarlılık indisini oluşturan parametrelerin her bir alt havzaya özgü özelliklerine göre uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Duyarlılık indisi etki oranları hesabında çevresel akış %30 oranında, ormanlar yeşil alanlar %10 oranında, tehlike altında olan türler %20, biyoçeşitlilik %20 ve korunan alanların oranı %20 olarak kabul edilmiştir. Batı alt havzasında Nemrut Gölü'nün ekolojik olarak büyük önem arz etmesinden ötürü biyoçeşitlilik oranı %40 olarak kabul edilmiştir.

Çevresel akış parametresi hidrolojik modelden elde edilen veriler kullanılarak, Tennant Yöntemi ile hesaplanmıştır. Çevresel akışın olduğu alt havzalar kuraklık maruziyeti karşısında daha fazla etkilenebilir olarak değerlendirilmiştir. Buna göre çevresel akışın en yüksek olduğu alt havza Deliçay, en düşük olduğu alt havza ise Van alt havzasıdır.

Ormanlar ve Yeşil alanların mekânsal dağılımları Corine 2012 Arazi Örtüsü verilerinden elde edilerek hesaplanmıştır. Buna göre Ormanların ve Yeşil alanların en sık görüldüğü alt havza Bendimahı, en az görüldüğü alt havza ise Batı alt havzasıdır.

Biyoçeşitlilik ve korunan alanların oranları ekosistem sektörü duyarlılık indisi hesaplamalarında kullanılan diğer parametrelerdir. Biyoçeşitliliği ve korunan alanların yüzdesel oranları hangi alt havzanın görece daha fazla ise kuraklık maruziyeti altında bu alt havzaların daha fazla etkilenebileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 10-24: Ekosistem Sektörü Mevcut Duyarlılık Sınıfı

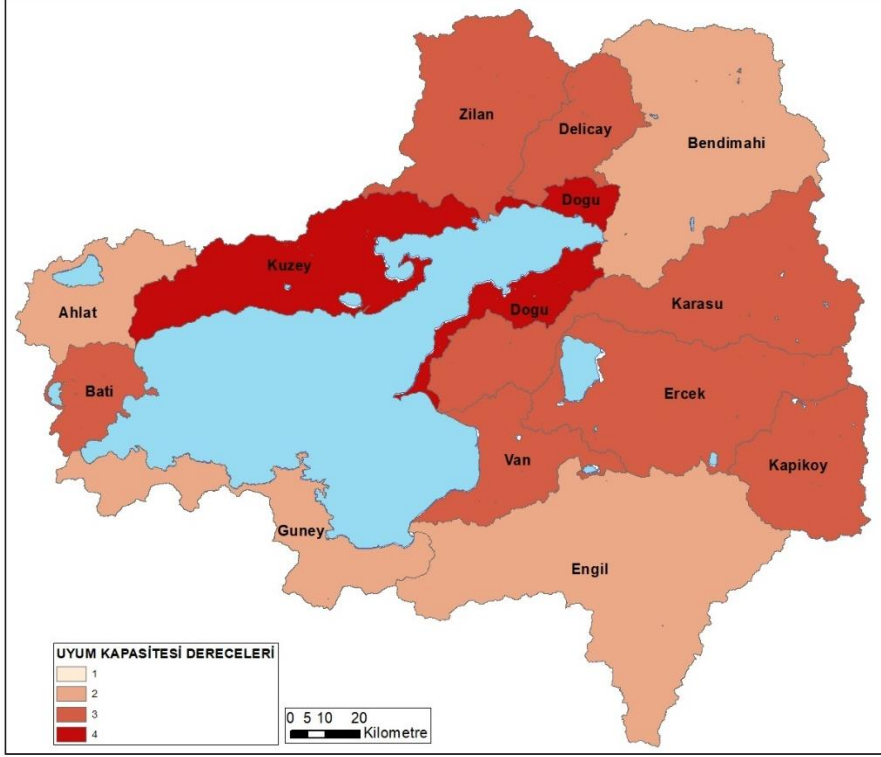
10.6.2.3. Ekosistem Sektörü Ekonomik Değer İndisi

Ekosistem Sektörü için doğal alanların Ekonomik Değer indisi hesaplanamamıştır. Bu yüzden bu değer 1 olarak alınacaktır.

10.6.2.4. Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında ekosistem sektörü uyum kapasitesi indisleri her bir havzadaki Kentsel Alanların Oranı (%), Su Kalitesi ve Su Kullanım İndisi (WEI) parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Etki oranları havzaya özgü ekolojik karakteristiklere göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki ekosistem duyarlılık sınıfları bulunmuştur. Hesaplamalarda kullanılan etki oranları uyum kapasitesi indisini oluşturan parametrelerin her bir alt havzaya özgü özelliklerine göre uzman görüşleri ile

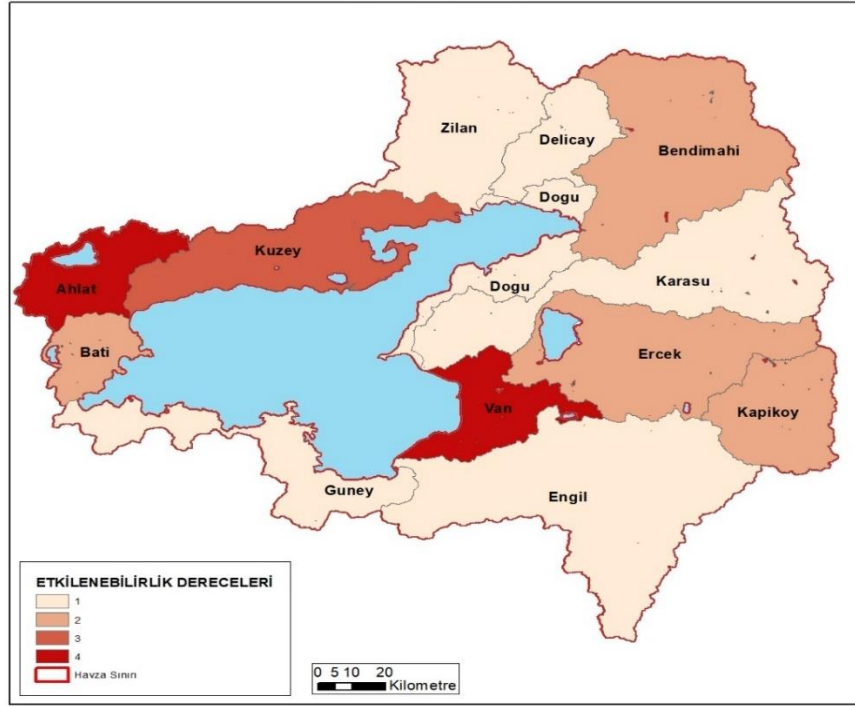
belirlenmiştir. Uyum kapasitesi indisi etki oranları hesabında kentsel alanların oranı %30, su kalitesi %30 ve su kullanım indisi %40 oranında kabul edilmiştir.



Şekil 10-25: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı

10.6.2.5. Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Değerlerinin Hesaplanması ve Genel Değerlendirme

Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik değerleri yukarıda değinilen maruziyet, duyarlılık, ekonomik değer ve uyum kapasitesi indisleri kullanılarak metodolojide verilen formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 10-26: Ekosistem Sektörü Mevcut Etkilenebilirlik Değeri

10.6.3. Ekosistem Sektörüne İlişkin Uyum Stratejileri

Özellikle küresel ısınma ile birlikte gelecek dönemdeki olası kuraklık senaryolarında Ekosistem sektörüne yönelik geliştirilebilecek uyum stratejileri alt havzalar özelinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Doğal göller ve koruma alanları bakımından çok zengin olan Van Gölü Havzası'nda ekosistem sektörünün etkilenebilirliği incelendiğinde öncelikli olarak Van, Ahlat alt havzalarının çok yüksek etki, Kuzey alt havzasının ise yüksek etki düzeyinde olduğu belirlenmiştir.
- Sürdürülebilir bir ekolojik döngü için çevre korunumunun sağlanması özellikle doğal göllerde yaşayan bitki ve kuş türlerinin yaşanması açısından hayati önem taşımaktadır.
- Öncelikli olarak Van ve Ahlat alt havzalarında ardından da Kuzey alt havzasında ve en son olarak da tüm havza genelinde doğal kaynaklarımızın elde tutulabilmesi ve sürdürülebilir tarım ormancılığının yapılabilmesi: söz konusu alanların korunması,



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

silvikültürel teknikler göz önünde bulundurularak ağaçlandırılması ile ağaçların yararının topluma eğitim yoluyla aktararak kamuoyu desteğinin sağlanmasıyla mümkün görülmektedir.

- Van, Ahlat ve Kuzey alt havzalarında uygun ağaç türlerinin yetiştirilmesi, ekolojik yaşamın devamlılığın sağlanması adına önem arz etmektedir.
- Van alt havzasında Van Sazlığı, Edremit Sazlıkları, Karasu Deltası ve Keşiş (Turna) Gölü çevresinde ağaçlandırma çalışmalarının yapılması, gölü ziyaret eden vatandaşlarımızın doğal yaşamın gerekleri konusunda bilgilendirilmesini sağlayacak çeşitli tabela, afiş vb. görsel unsurların ziyaretçilere sunulması uzun erimde kuraklığa karşı farkındalığı artıracak bir uyum stratejisi olacaktır.
- Ahlat alt havzasında yer alan Nazik Gölü barındırdığı 77 adet canlı türü ile dikkat çekmektedir. Ahlat alt havzasında Nazik Gölü ve çevresinde ağaçlandırma çalışmalarının yapılması, gölü ziyaret eden vatandaşlarımızın doğal yaşamın gerekleri konusunda bilgilendirilmesini sağlayacak çeşitli tabela, afiş vb. görsel unsurların ziyaretçilere sunulması uzun erimde kuraklığa karşı farkındalığı artıracak bir uyum stratejisi olacaktır.
- Kuzey alt havzasında yer alan Aygır, Batmış, Heybeli ve Sodali Göl çevresinde ağaçlandırma çalışmalarının yapılması, gölü ziyaret eden vatandaşlarımızın doğal yaşamın gerekleri konusunda bilgilendirilmesini sağlayacak çeşitli tabela, afiş vb. görsel unsurların ziyaretçilere sunulması uzun erimde kuraklığa karşı farkındalığı artıracak bir uyum stratejisi olacaktır.

10.7. TURİZM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ

10.7.1. Kuraklığın Turizm Sektörü Üzerindeki Etkileri

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu (AR5)'na göre, iklim değişikliğinin tartışma götürmez bir gerçek olduğu, iklim değişikliğinin başlıca sebebinin ise çok büyük olasılıkla karbondioksit emisyonları



başta olmak üzere beşeri faaliyetler olduğu sonucuna varılmaktadır. İklim sisteminde değişiklikler tüm coğrafi bölgelerde gözlemlenmektedir: atmosfer ve okyanuslar ısınmakta, kar ve buz hacmi ile kapsamı azalmakta, deniz seviyeleri yükselmekte ve hava durumu desenleri değişmektedir.

Turistlerin iklim değişikliğinin etkilerine nasıl cevap vereceklerine ilişkin dikkate değer bir belirsizlik mevcuttur. Akademik araştırmalar olası etkilere ve turizm talebindeki muhtemel değişimlere ilişkin daha fazla detay sunmaktadır. Bu değişimler muhtemelen hem turistik mekan hem de iş düzeyinde fırsatlar yaratacaktır. Ancak kapsamlı sonuçlara varılması güçtür.

10.7.2. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi

10.7.2.1. Turizm Sektörü Maruziyet İndisi

Raporun diğer bölümlerinde de sıkça değinildiği gibi kuraklık, Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik analizi çalışmaları yapılırken maruziyet indisi olarak alınmıştır. Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet indisi hesaplamalarının detayı Bölüm 4’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Turizm sektörü için hidrolojik kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI18, SRI18 ve PHDI indisleri kullanılarak maruziyet indisleri mevcut ve gelecek dönem için hesaplanmıştır. Turizm sektörü için her bir alt havza için maruziyet etki oranları hesaplanmış ardından bu değerlerin ortalamaları alınarak kendi içlerinde normalize edilmiş ve yine her bir alt havza için maruziyet sınıfları ortaya konmuştur.



Şekil 10-29: Turizm Sektörü Mevcut Ekonomik Değer Sınıfı

10.7.2.4. Turizm Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

Van Gölü Havzası Sektörel Etkilenebilirlik çalışmalarında turizm sektörü uyum kapasitesi indisleri her bir havzadaki Su Kullanım İndisi (WEI) parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamanın ardından bulunan değerler kendi aralarında normalize edilmiş ve etki düzeylerine göre etki oranları ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. Ardından hesaplanan ağırlıklı değerler toplanarak her bir alt havzadaki turizm sektörü uyum kapasitesi indisleri bulunmuştur.



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



TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

suyun yeniden kullanımına yönelik arıtma tesislerinin geliştirilmesi bu alt havzalardaki su kullanımlarına yönelik gerekli bir uyum stratejisidir.

- Van ve Güney alt havzalarında yer alan otellerin odaları, koridorlar, giriş bölümleri, lokantalar ve barların temizliğini yapan kişiler verimli su kullanımı konusunda mutlaka eğitilmelidirler.

10.8. SU TASARRUFLARI

Su, canlı yaşamının vazgeçilmez ihtiyacıdır. Dünyadaki içilebilir su kaynakları; düzensiz kentleşme, aşırı nüfus artışı, sera gazlarındaki artış ve aşırı sanayileşme gibi nedenlerle giderek azalmaktadır. Dünyanın büyük bir bölümü su kaynaklarıyla çevrili olsa bile, bu kaynakların ancak % 2,5 'u tatlı su özelliğindedir. Tatlı su kaynaklarının ise çoğunluğu buz kütlelerinden oluşmakta, bu suların kullanılabilirliği ise % 0,007 oranlarında seyretmektedir (Dikici, 2014).

Dünya su rezervlerinin sadece % 0,3'ü nehir ve göllerde bulunmaktadır. Bütün insanlar da bu suya muhtaçtır. Kullanılabilir su kaynaklarının bu kadar az olmasına karşın, su tüketim oranları hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak insanlar ileride susuz kalma riskiyle karşı karşıyadır. Bu riski azaltmanın yolu mevcut kaynakların verimli kullanılmasından geçmektedir. Bu kapsamda, su tüketim oranlarının düşürülmesine ilişkin yöntemlerin belirlenmesi ve sürdürülebilir su ve atık su yönetimi için su tasarrufu modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

10.8.1. Sanayi Suyu Tasarrufları

Sanayi suyu tüketimlerinde verimlilik esasına bağlı olarak geri dönüşüm yöntemleri kullanılarak sağlanabilecek su tasarrufları çok önemlidir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde havza içerisinde atık suyun geri dönüşümüne ve tarımsal faaliyetlerde kullanımına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bunun yanı sıra sanayi suyu tüketimlerinde verimliliği öncelikli hedef olarak belirleyen çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda havzadaki sanayi tesisleri tarafından tüketilmekte olan 2.47 hm³/yıl mertebesindeki su tüketimlerinden, geri dönüşüm imkanları kullanılarak %30 oranında (0.74 hm³/yıl) tasarrufun sağlanabileceği öngörülmüştür. Alt havzalar bazında tasarrufların çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 10-14 Sanayi Suyu Tasarrufları

SEKTÖR: SANAYİ				
ALT HAVZA	PARAMETRE	GERÇEK DEĞER	TASARRUF ORANI	TASARRUF DEĞERİ
Ahlat Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0	30%	0
Batı Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Bendimahı Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Delicay Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Doğu Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Engil Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Erçek Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.07900		0.02370
Güney Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.09169		0.02751
Karasu Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Kapıköy Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Kuzey Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00757		0.00227
Van Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	2.28834		0.68650
Zilan Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	0		0
Toplam (hm³/yıl)		2.46661		Toplam (hm³/yıl)

10.8.2. Tarım Suyu Tasarrufları

Yüzey sulama yöntemlerinde tarla su uygulama randımanı %60 civarında olup, şebekedeki sızma, buharlaşma ve işletme kayıpları da ilave edilirse randıman yaklaşık %50 olmakta, bitkiye ihtiyacı olan 1 m³ suyu verebilmek için 2 m³ su kullanılmaktadır (Kanber ve ark. 2005). Yüzey sulama yöntemleri yerine yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin kullanılması durumunda randıman sırasıyla, %80 ve %90'a çıkabilmektedir. Bu durum %20 ile %30'luk su tasarrufu demektir (Aküzüm ve ark., 2010). Bu nedenle, suyun etkin kullanıldığı basınçlı sulama yöntemleri gibi sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılması, büyük oranda su tasarrufu sağlamaları nedeniyle talep yönetiminin ve dolayısıyla kuraklık yönetim stratejilerinin en önemlilerinden birisini oluşturur.

Tablo 10-15 Tarım Suyu Tasarrufları

SEKTÖR: TARIM				
ALT HAVZA	PARAMETRE	GERÇEK DEĞER	TASARRUF ORANI	TASARRUF DEĞERİ
Ahlat Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	12.71	30%	3.81
Batı Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	3.63		1.09
Bendimahı Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	29.96		8.99
Delicay Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	10.64		3.19
Doğu Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	18.68		5.60
Engil Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	38.52		11.56
Erçek Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	26.42		7.93
Güney Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	11.60		3.48
Karasu Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	34.90		10.47
Kapıköy Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	7.15		2.15
Kuzey Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	19.95		5.99
Van Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	12.01		3.60
Zilan Alt Havzası	Su Tüketimi (hm ³ /yıl)	21.47		6.44
Toplam (hm³/yıl)		247.64		Toplam (hm³/yıl)

10.8.3. İçme ve Kullanma Suyu Tasarrufları

Şehir su dağıtım şebekelerinde oluşan kayıpların azaltılması su tasarrufu yöntemlerinden biridir. Bu kayıplar; eskimiş şebeke borularındaki su sızıntıları ve tamirat sırasındaki kayıplardan, sayaç kayıt hatalarından, kayıt dışı aboneliklerden kaynaklanmaktadır. Su kayıpları, gelişmiş ülkelerde %8-24, yeni sanayileşen ülkelerde %15- 24, gelişen ülkelerde ise %25-45 oranlarındadır (WHO, 2001).

Tablo 10-16 İçme ve Kullanma Suyu Tasarrufları

SEKTÖR: İÇME ve KULLANMA SUYU				
ALT HAVZA	PARAMETRE	GERÇEK DEĞER	TASARRUF ORANI	TASARRUF DEĞERİ
Bendimahı Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	3.09	35%	1.08
Ahlat Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.99		0.35
Batı Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	3.76		1.32
Delicay Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	1.19		0.42
Doğu Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	1.35		0.47
Engil Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	5.34		1.87
Erçek Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	4.88		1.71
Güney Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	6.91		2.42
Kapıköy Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	1.82		0.64
Karasu Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	4.87		1.70
Kuzey Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	6.03		2.11
Van Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	45.87		16.05
Zilan Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	12.93		4.52
Toplam (hm³/yıl)		99.01		Toplam (hm³/yıl)

10.8.4. Turizm Suyu Tasarrufları

Gün geçtikçe daha da değerlendirilen bir kaynak olan suyun korunması ve en tasarruflu şekilde kullanılması sürdürülebilir turizmin gerçekleştirilebilmesi için önceliklidir. Otellerde su yönetimi için; su tüketimini azaltıcı yöntemler benimsenmeli, su kaynakları tasarruflu kullanılmalı ve otel yönetimince tasarrufa öncelik verilmelidir. Tuvaletlerde su tasarrufu sağlayan ekipmanların kullanımı, duş süresince kullanılan suyun en aza indirilmesi, yağmur suyu geri dönüştürme sistemleri, susuz pisuarların eski modellerle değiştirilmesi gibi bazı yöntemlerle su yönetimini en iyi seviyeye çekilebilir. Atık suların, eğer mümkünse su arıtma tesislerine yollanması ve her sene harcanan su miktarının kaydedilip analiz edilmesi ile su tasarrufu her sene geliştirilebilir. Bu kapsamda havzadaki turizm tesisleri tarafından tüketilmekte olan 20.13 hm³/yıl mertebesindeki su tüketimlerinden, yukarıda değinilen tasarruf imkanları kullanılarak %35 oranında (7.05 hm³/yıl) tasarrufun sağlanabileceği öngörülmüştür. Alt havzalar bazında tasarrufların çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 10-17 Turizm Suyu Tasarrufları

SEKTÖR: TURİZM				
ALT HAVZA	PARAMETRE	GERÇEK DEĞER	TASARRUF ORANI	TASARRUF DEĞERİ
Bendimahı Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.33	35%	0.12
Ahlat Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Batı Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Delicay Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Doğu Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.77		0.27
Engil Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Erçek Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Güney Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	3.73		1.31
Kapıköy Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Karasu Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Kuzey Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	0.00		0.00
Van Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	14.20		4.97
Zilan Alt Havzası	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (hm ³ /yıl)	1.10		0.39
Toplam (hm³/yıl)		20.13	Toplam (hm³/yıl)	7.05

10.8.5. Ekosistem Su Tasarrufları

İklim değişikliği ve artan nüfus yoğunluğunun etkisiyle ciddiyetini arttıran su sorunlarının etkisi doğal süreçlerin yanı sıra, sosyal ve ekonomik süreçler üzerinde de fark edilmektedir. Örneğin Türkiye’de yıllık su kullanımının yaklaşık %70’i tarımsal sulama amaçlıdır. Bu durum gıda tedariki konusunda uzun vadede büyük bir güvenlik açığı olarak görülebileceği gibi; iyi yönetildiğinde, gelişen teknolojiler ve uygun tarımsal yöntemlerin kullanılması ile önemli bir su tasarrufu olanağı olarak da yorumlanabilir. Bunun için de su, toprak ve canlılar bir bütün olarak ele alınmalı ve su döngüsünün devamlılığını sağlayan ekosistem fonksiyonları korunmalı ve gerektiğinde desteklenmeli/iyileştirilmelidir. Bu kapsamda havzadaki ekosistem suyu tarafından tüketilmekte olan 182.16 hm³/yıl mertebesindeki su tüketimlerinden, yukarıda değinilen tasarruf imkanları kullanılarak %30 oranında (54.65 hm³/yıl) tasarrufun sağlanabileceği öngörülmüştür. Alt havzalar bazında tasarrufların çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Tablo 10-18 Ekosistem Suyu Tasarrufları

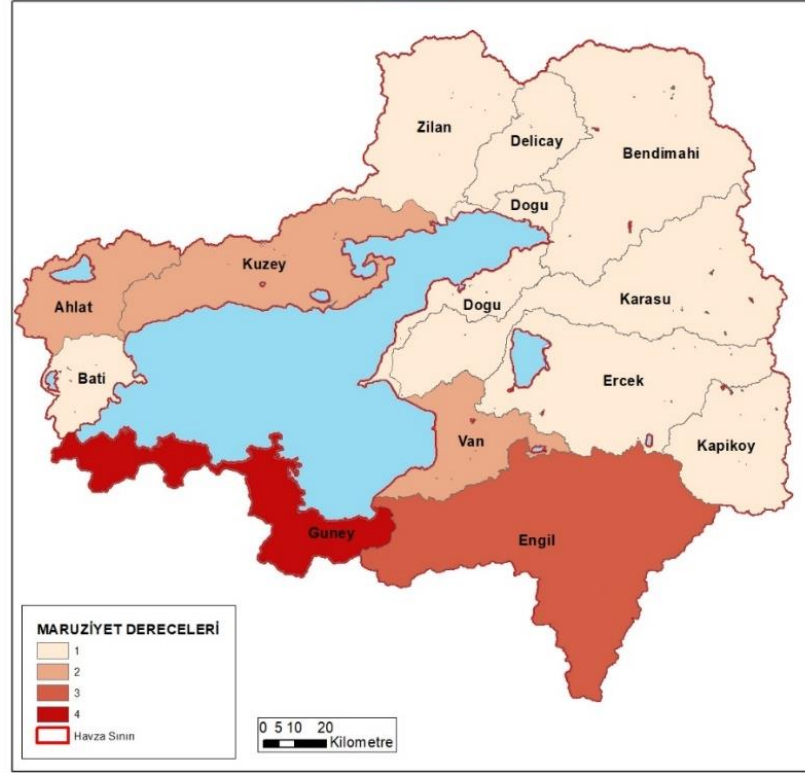
SEKTÖR: EKOSİSTEM				
ALT HAVZA	PARAMETRE	GERÇEK DEĞER	TASARRUF ORANI	TASARRUF DEĞERİ
Bendimahı Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	13.91	30%	4.17
Ahlat Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	16.36		4.91
Batı Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	10.12		3.04
Delikay Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	35.60		10.68
Doğu Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	12.57		3.77
Engil Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	6.39		1.92
Erçek Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	2.02		0.61
Güney Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	31.54		9.46
Kapıköy Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	1.07		0.32
Karasu Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	2.43		0.73
Kuzey Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	24.72		7.42
Van Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	0.83		0.25
Zilan Alt Havzası	Çevresel Akış (hm ³ /yıl)	24.61		7.38
Toplam (hm³/yıl)		182.16	Toplam (hm³/yıl)	54.65

10.9. SEKTÖREL ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZİ PROJEKSİYONLARI

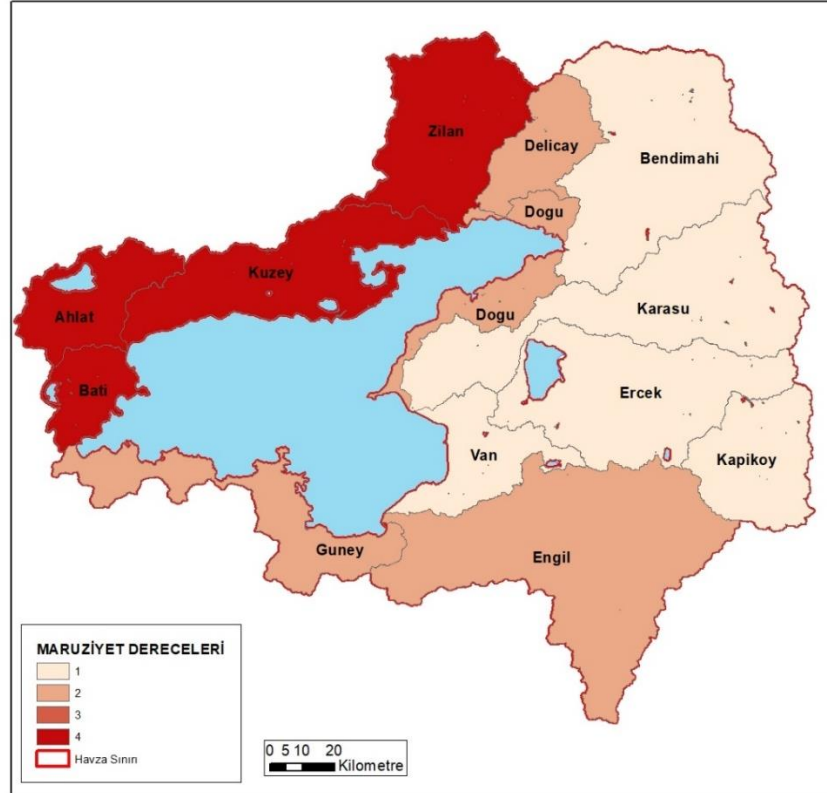
10.9.1. Tarım Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları

10.9.1.1. Tarım Sektörü Maruziyet İndisi

Raporun mevcut dönem tarım sektörü sektörel etkilenebilirlik analizlerinin yapıldığı bölümlerde değinildiği gibi tarım sektörü için tarımsal kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI9 ve scPDSI indisleri kullanılarak maruziyet indisleri gelecek dönem için hesaplanmıştır.

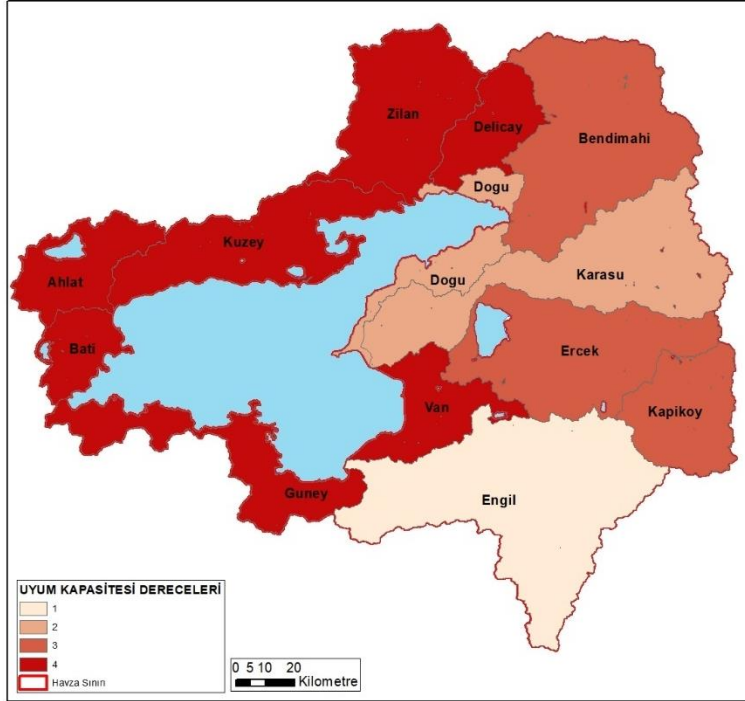


Şekil 10-32: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2017-2049)

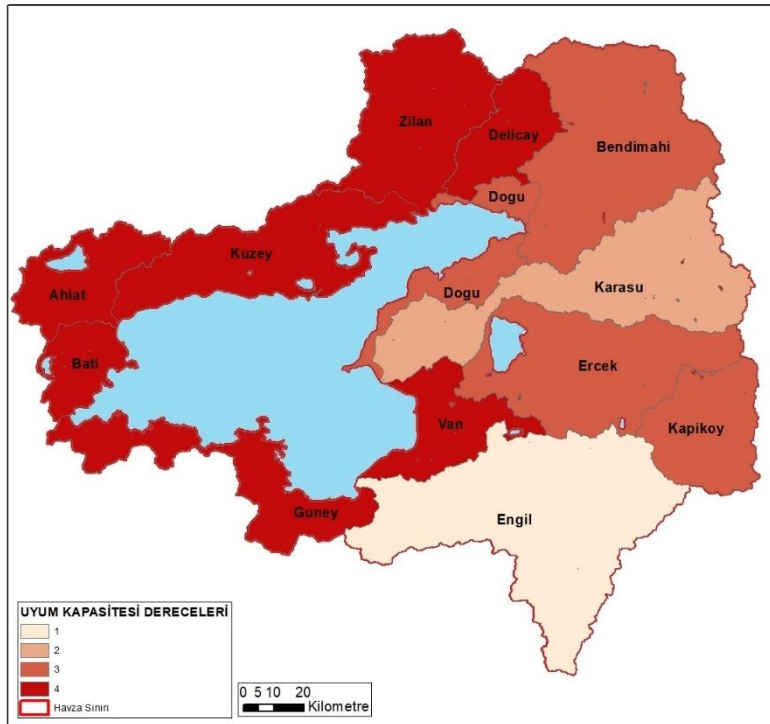


Şekil 10-33: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2050-2074)

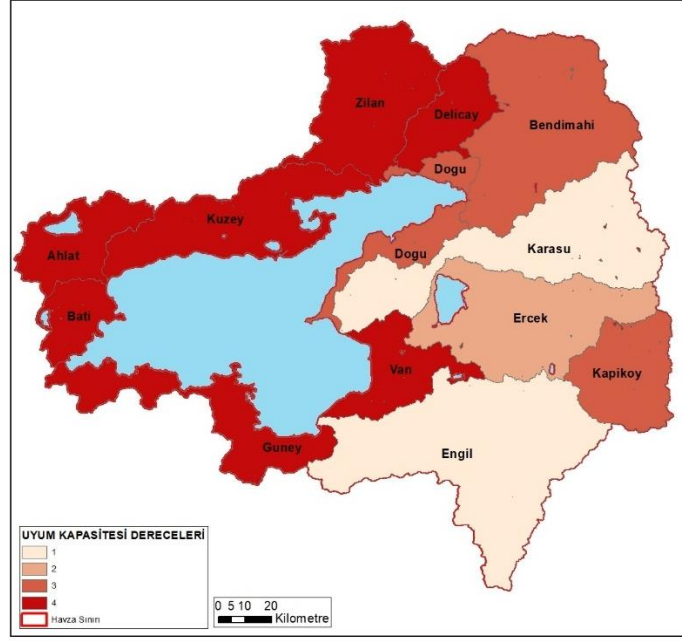
değerlendirme yapılmış ve daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Su stresi en yüksek olan alt havzalar kuraklık maruziyetine daha zor uyum sağlayacaktır.



Şekil 10-37: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2049)



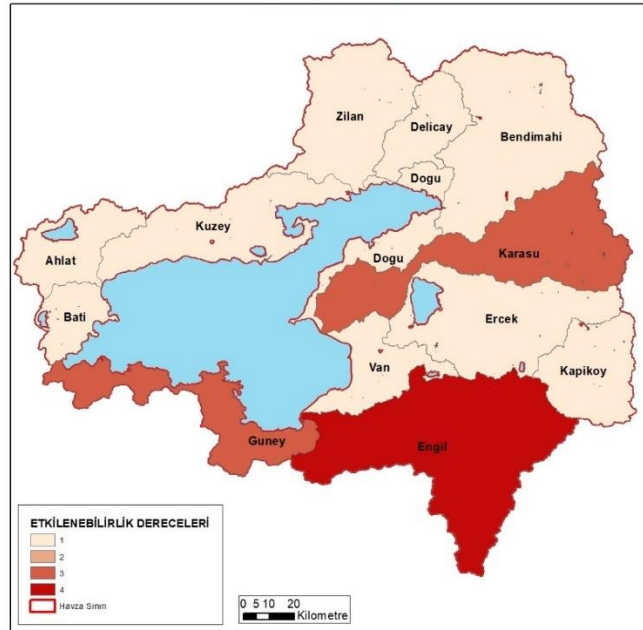
Şekil 10-38: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2050-2074)



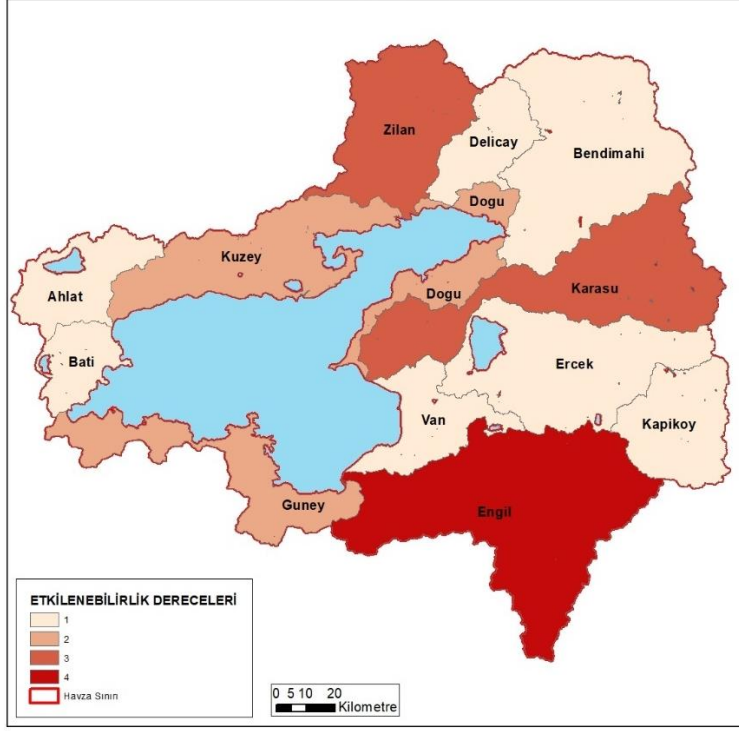
Şekil 10-39: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2075-2100)

10.9.1.5. Tarım Sektörü Etkilenebilirlik Değeri

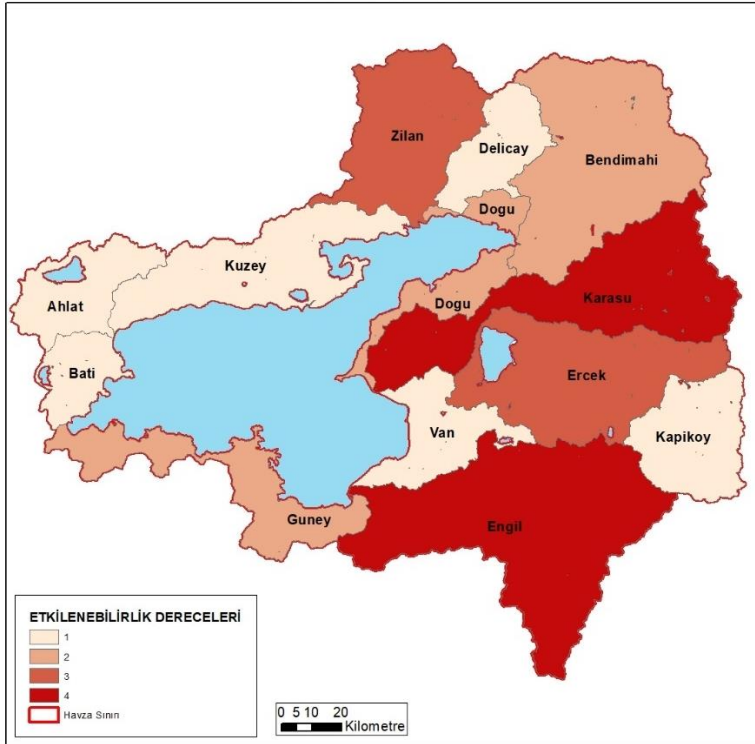
Etkilenebilirlik şekilleri incelendiğinde Engil ve Karasu alt havzalarının projeksiyon dönemleri boyunca yüksek etki derecelerine sahip olduğu daha sonra Zilan bu alt havzaların peşinden gelmektedir. Bendimahi, Doğu ve Güney alt havzaları da Engil ve Karasu kadar olmasada önlem almaya değer yerleşim yerleri olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 10-40: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049)



Şekil 10-41: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074)



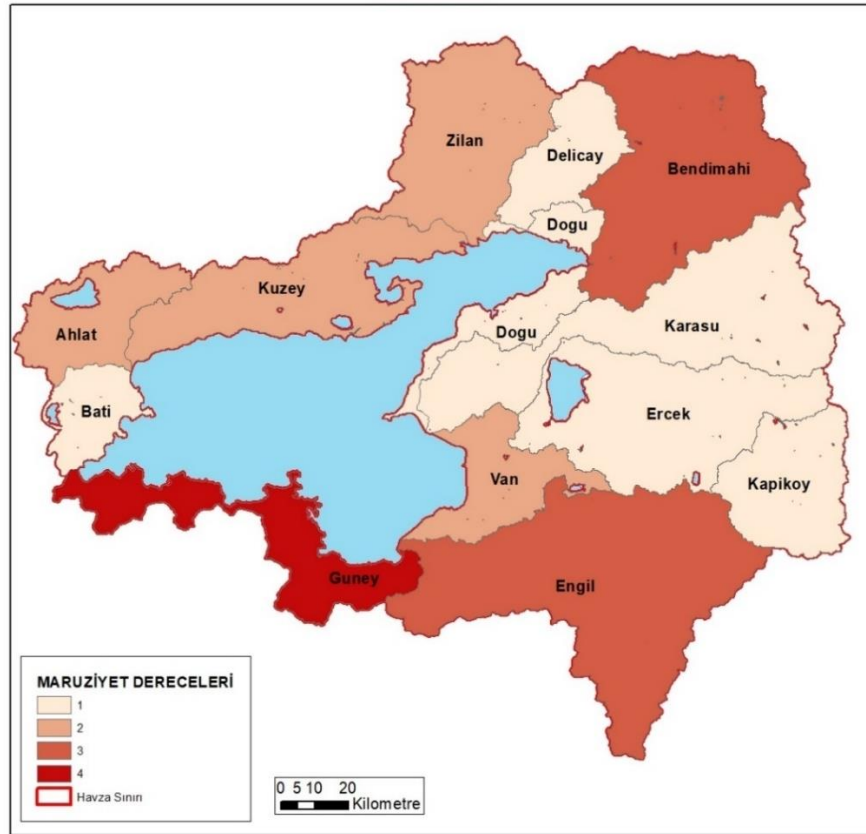
Şekil 10-42: Tarım Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100)

10.9.2. Sanayi Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları

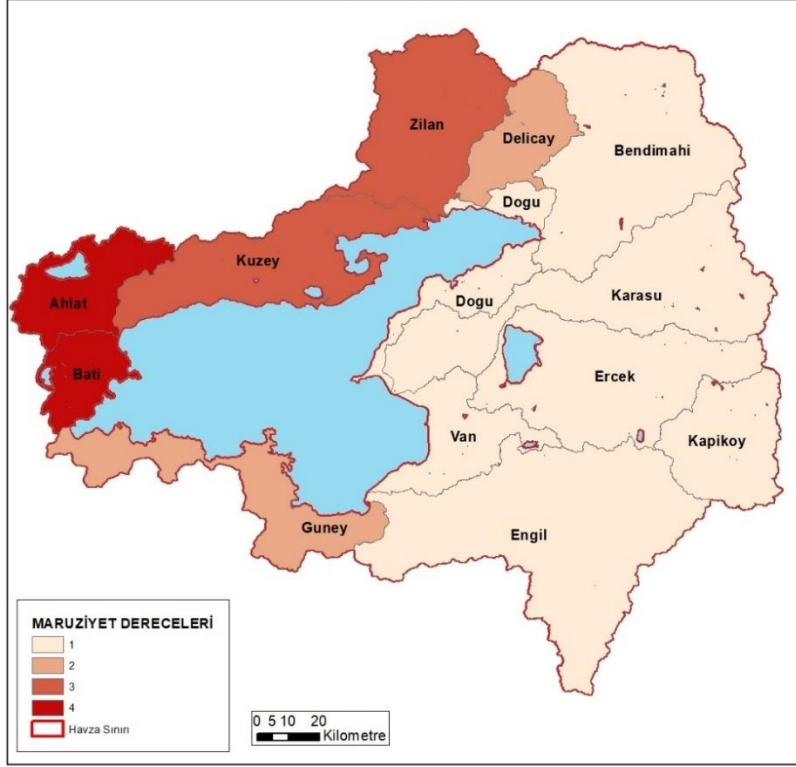
10.9.2.1. Sanayi Sektörü Maruziyet İndisi

Sanayi sektörü maruziyet indisi için içme-kullanma ve turizm sektöründe olduğu gibi hidrolojik kuraklığı temsil eden SPI-18, scPHDI ve SRI-18 indislerinin ağırlıklandırılmış değerleri kullanılmıştır.

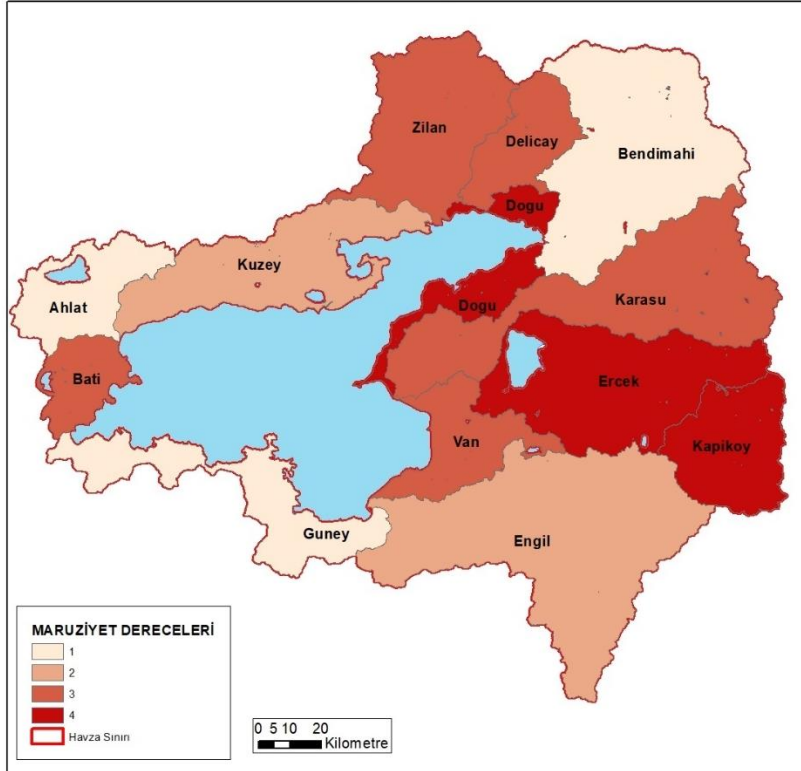
Alt havzalar bazında Güney, Bendimahi ve Engil alt havzalarında 2017-2049 projeksiyon dönemi boyunca yüksek etki sınıfları görülmektedir. 2050-2074 arası dönemde havzanın kuzey bölümü koridor olarak görece yüksek etki sınıfına girmektedir. Son dönem olan 2075-2100 dönemde önceden de söz edildiği gibi havzanın doğu bölümü görece yoğun olarak hidrolojik kuraklığa maruz kalmaktadır.



Şekil 10-43: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2017-2049)



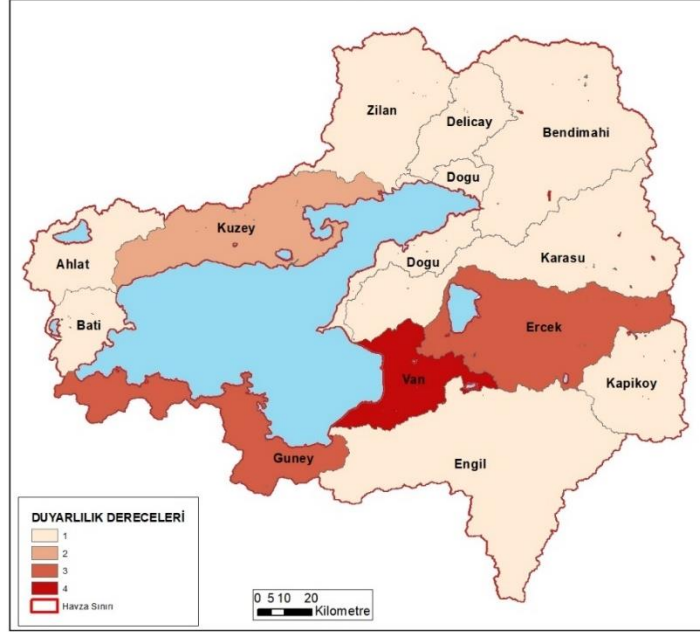
Şekil 10-44: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2050-2074)



Şekil 10-45: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2075-2100)

10.9.2.2.Sanayi Sektörü Duyarlılık İndisi

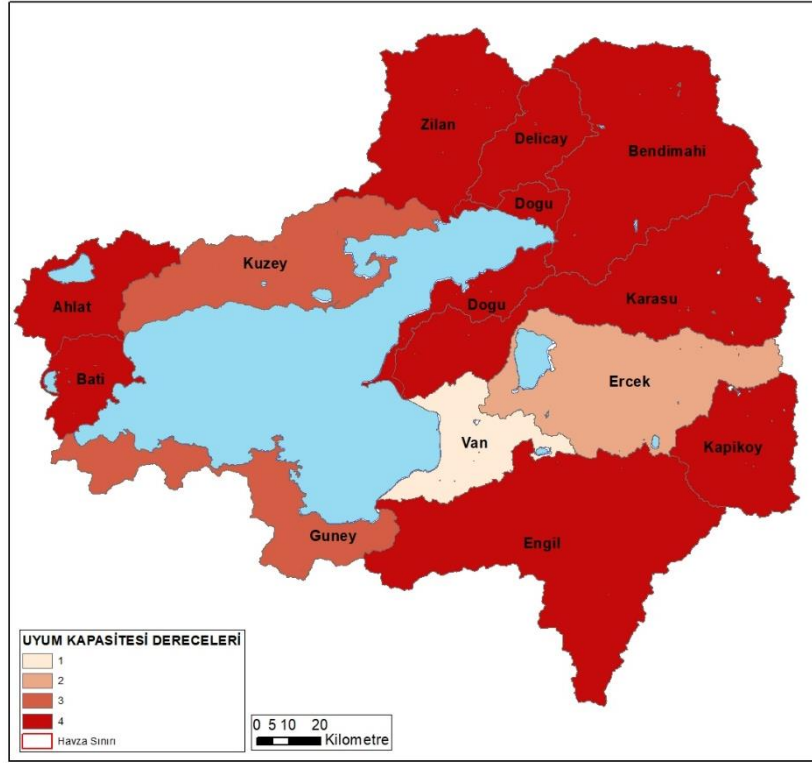
Sanayi sektörü duyarlılık indisi hesaplamaları yapılırken daha önce de değinildiği gibi sanayi suyu tüketimi parametresi önem arz etmektedir. Bir alt havzanın sanayi suyu tüketim verileri ne kadar yüksek ise kuraklıktan etkilenme düzeyi de yine aynı oranda yüksek olacaktır.



Şekil 10-46: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2017-2100)

10.9.2.3.Sanayi Sektörü Ekonomik Değer İndisi

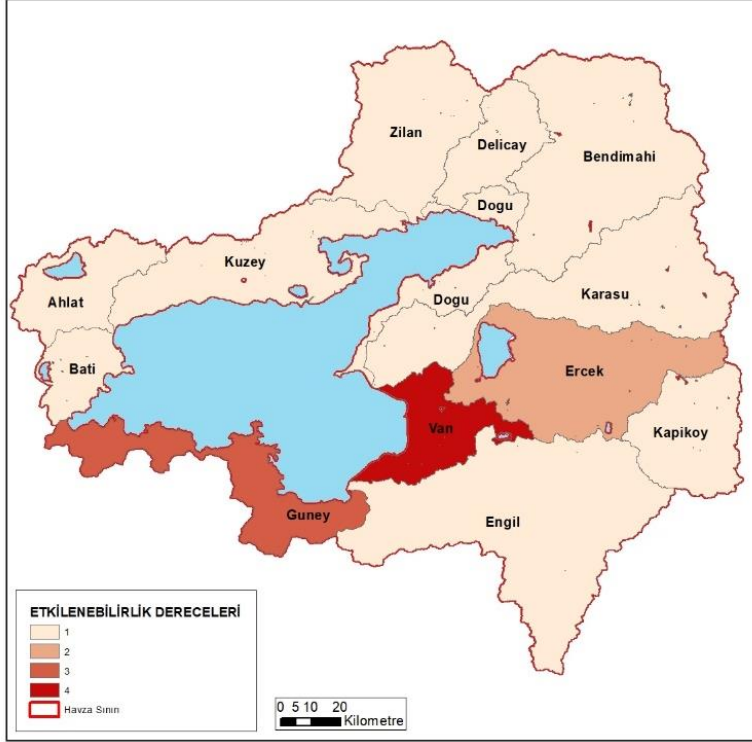
Daha önce de değinildiği gibi sanayi sektöründe ekonomik değer indisi yıllık ihracat bedelleri parametresini kapsamaktadır. Dolayısıyla ihracat oranı en yüksek alt havza, sanayi sektöründen gelir sağlayacak en yüksek havzayı temsil etmektedir. Buna göre değerlendirildiğinde, kuraklık maruziyeti karşısında, sanayi suyu kullanımı etkilenecek dolayısıyla üretim değerleri de göz önüne alındığında ihracat bedelleri de aynı oranda olumsuz etkilenecektir.



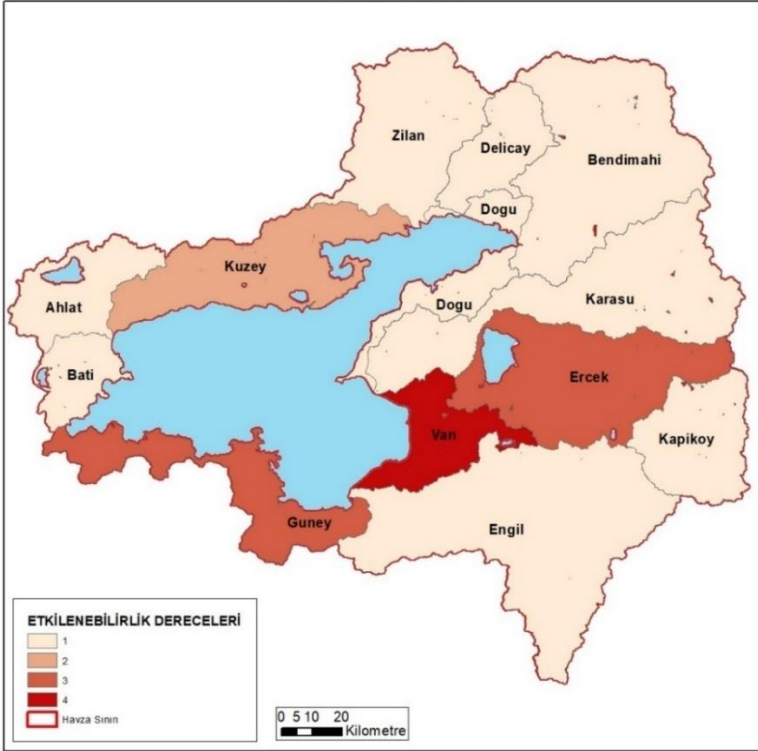
Şekil 10-48: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2100)

10.9.2.5. Sanayi Sektörü Etkilenebilirlik Değeri

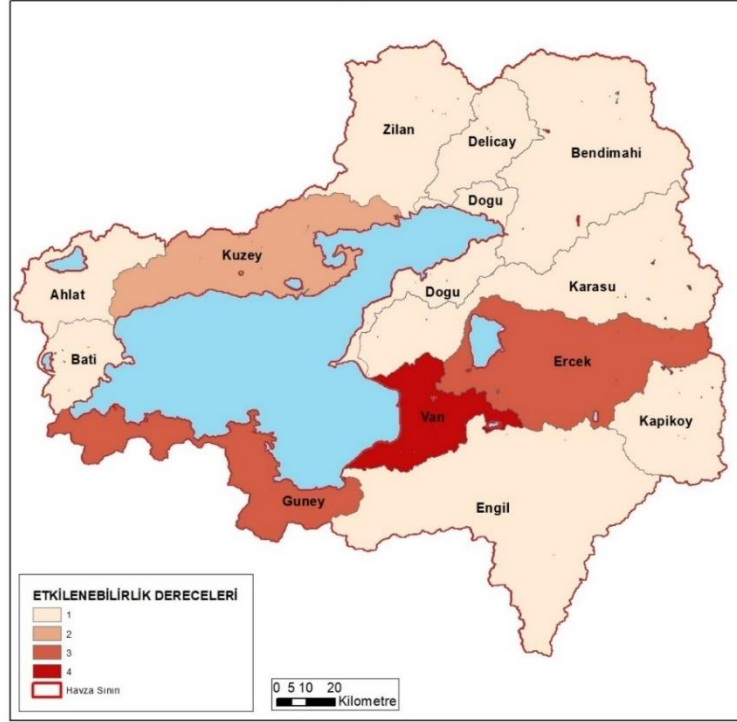
Sanayi sektörü etkilenebilirlik analizi yukarıda sözü edilen bütün bileşenleri göz önüne alındığında 2017-2049 yılları için etki yüksekliği sırasıyla Van, Güney ve Ercek alt havzalarında yoğunlaşmıştır. Bundan sonra 2100 yılına değin sözü edilen havzalara Kuzey havzası da katılmış ve 2050-2100 yılları arasında orta etkin sınıfta geçirmesi öngörülmüştür.



Şekil 10-49: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049)



Şekil 10-50: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074)



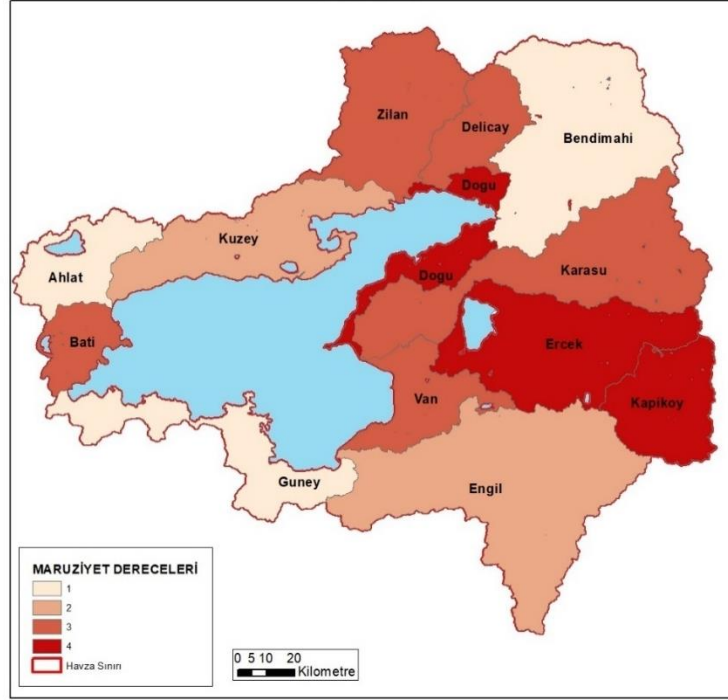
Şekil 10-51: Sanayi Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100)

10.9.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları

10.9.3.1. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Maruziyet İndisi

İçme ve Kullanma Suyu sektörü için hidrolojik kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI18, SRI18 ve PHDI indisleri kullanılarak maruziyet indisleri mevcut ve gelecek dönem için hesaplanmıştır.

Havzada içme ve kullanma suyu maruziyet indisi 2050 yılına kara Güney, Engil ve Bendimahi alt havzalarında görece olarak daha etkilidir. 2050-2074 yılları arasında tarım sektörü maruziyetine benzer şekilde Ahlat Batı Kuzey ve Zilan alt havzalarının çok yüksek ve yüksek etkili maruziyet sınıfında olduğu görülmektedir. Projeksiyonun son dönemi olan 2075-2100 yılları arasında maruziyet sınıfının Kapıköy, Ercek ve Doğu alt havzalarında yüksek olduğu saptanmıştır.

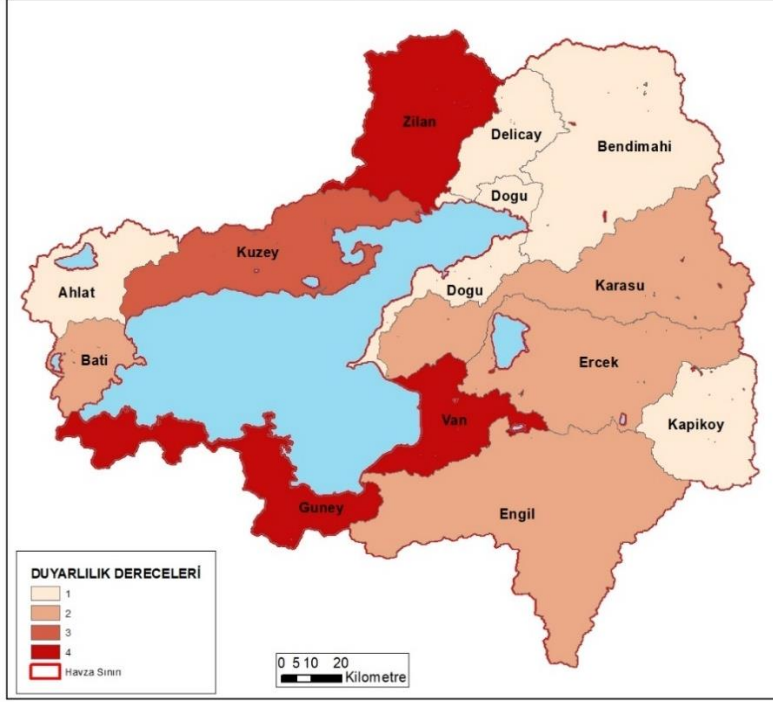


Şekil 10-54: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Maruziyet İndisi (2075-2100)

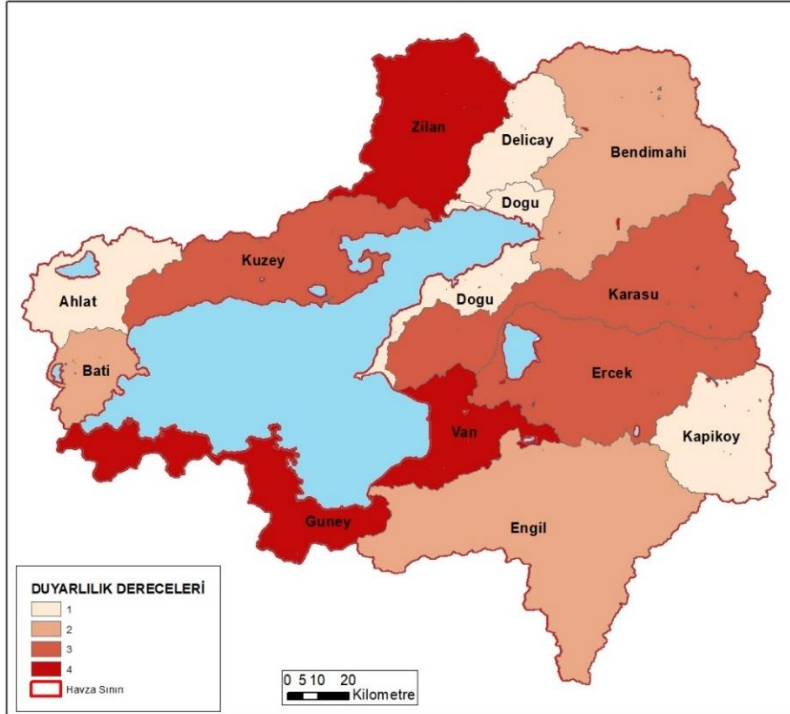
10.9.3.2. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Duyarlılık İndisi

Raporun diğer bölümlerinde de değinildiği gibi içme ve kullanma suyu sektörü duyarlılık indisi hesaplanırken, içme ve kullanma suyu tüketimi verileri kullanılmıştır. Bu verilere göre kuraklık maruziyeti altında su tüketimi görece yüksek olan alt havza kuraklık ve etkilerinden görece daha fazla etkilenecektir.

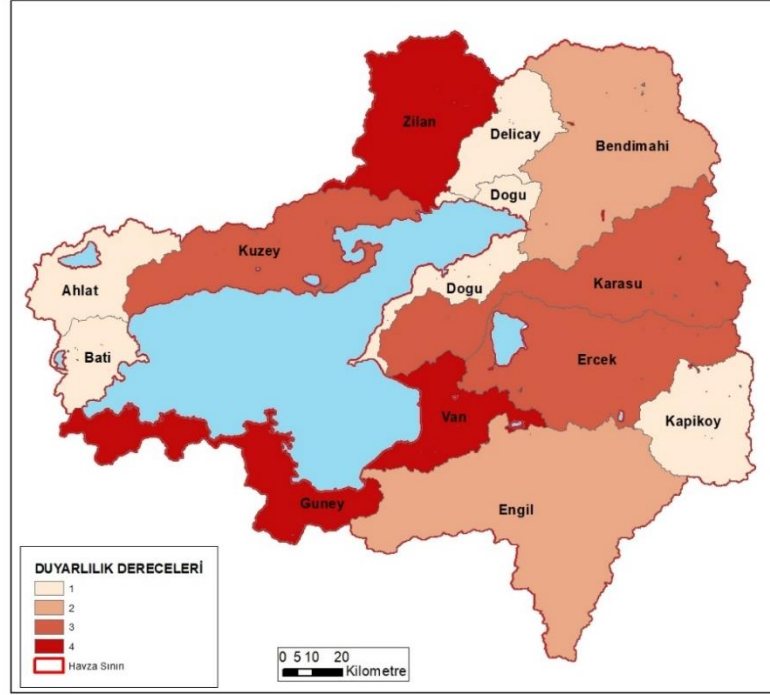
İçme ve Kullanma suyu duyarlılık indisi doğrudan tüketim mitarlarına bağlıdır. 2. Ara Rapor kapsamında yapılan nüfus tahminleri ve buna bağlı olarak su tüketim hesaplarının sonucunda bütün projeksiyon dönemleri boyunca Van, Zilan ve Güney alt havzalarında tüketimin dolayısı ile duyarlılığın yüksek olduğu söylenebilir. Burada bu alt havzaları takiben Kuzey başta olmak üzere Karasu ve Erçek alt havzalarının da duyarlılık sınıflarının yüksek olduğu göze çarpmaktadır.



Şekil 10-55: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2017-2049)



Şekil 10-56: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2050-2074)

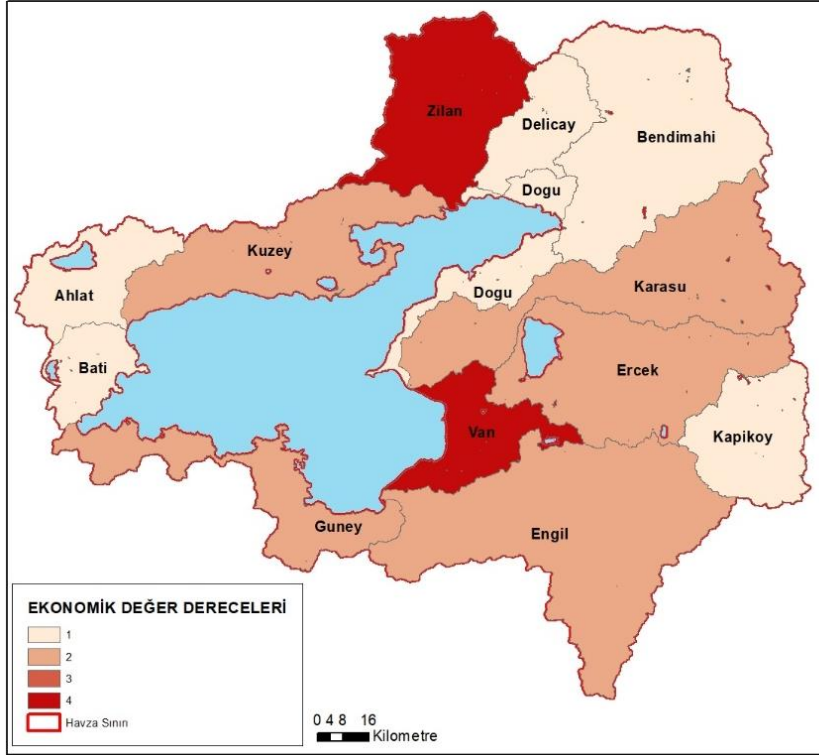


Şekil 10-57: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Duyarlılık İndisi (2075-2100)

10.9.3.3. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Ekonomik Değer İndisi

Raporun diğer bölümlerinde de değinildiği gibi içme ve kullana suyu sektörü için ekonomik değer indisi hesabı yapılırken su kullanım bedelleri göz önünde bulundurulmuştur. Su kullanım bedeli en yüksek olan alt havza dolayısıyla en fazla kuraklıktan ve oluşturacağı olumsuz sonuçlardan etkilenecektir.

Ekonomik değer indisi İçme ve Kullanma Suyu için projeksiyon dönemleri boyunca aynı sınıflandırmaya sahiptir. Bunun nedeni ise ekonomik değer in yıllar içinde alt havzalar özelinde benzer kalacak olmasından kaynaklıdır. Burada yine Van ve Zilan havzasındaki yüksek değerler göze çarpmaktadır.



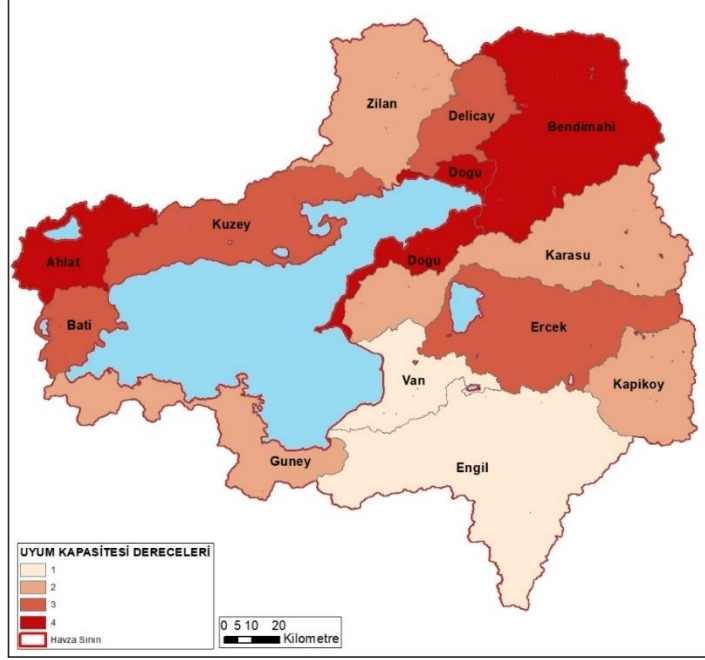
Şekil 10-58: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Ekonomik Değer İndisi (2017-2100)

10.9.3.4. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Uyum Kapasitesi İndisi

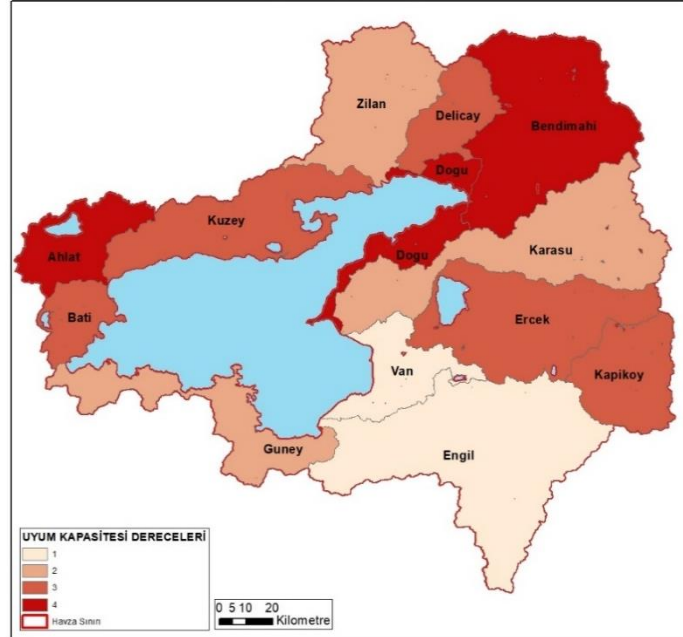
Raporun diğer bölümlerinde değinildiği gibi içme ve kullanma suyu sektörü uyum kapasitesi indisi hesaplamaları yapılırken WEI ve her bir alt havzadaki kayıp-kaçak oranları göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre su stresi ve kayıp-kaçak oranı düşük olan bir alt havza kuraklık maruziyeti altında daha fazla uyum gösterebilecektir. Aksi takdirde su stresi ve kayıp-kaçak oranı yüksek olan bir alt havza kuraklık maruziyeti altında daha az uyum gösterebilecek dolayısıyla kuraklık maruziyetinden görece daha şiddetli etkilenecektir.

Uyum kapasitesi indisi doğrudan su kullanım indisine bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır. Projeinin önceki çalışmalarında hesaplanan havza su kullanımları ve havza su potansiyellerinin projeksiyonları bu indisin dinamik zamanla değişen bir indis olmasına olanak tanır. Bu sayede dönemler boyunca değişimleri gözlemleme durumu oluşmaktadır. Buna göre Bendimahi, Doğu ve Ahlat alt havzaları bütün dönemler boyuca uyum kapasitesi en yüksek alt havzalar olarak görülmektedir. Bunun

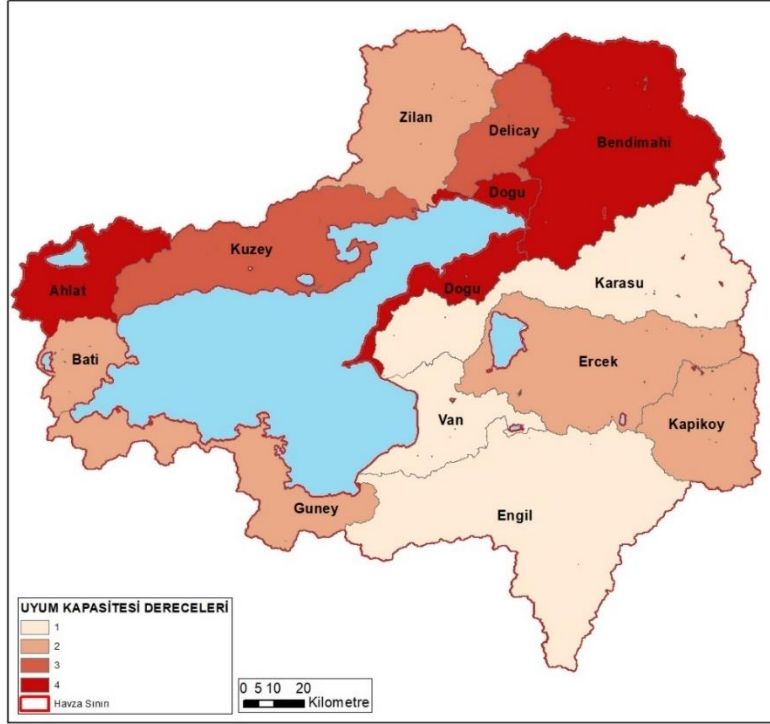
tersine Van, Engil ve 2050-2074 aralığında Karasu alt havzaları kuraklığa karşı adaptasyonu ve direnci en az gösterebilecek alt havzalar olarak saptanmıştır.



Şekil 10-59: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2017-2049)



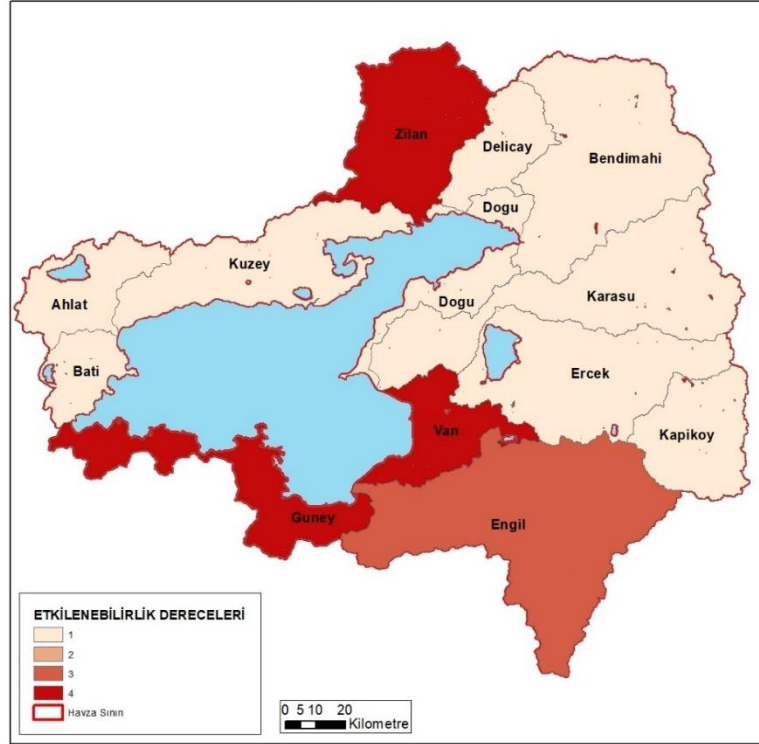
Şekil 10-60: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2050-2074)



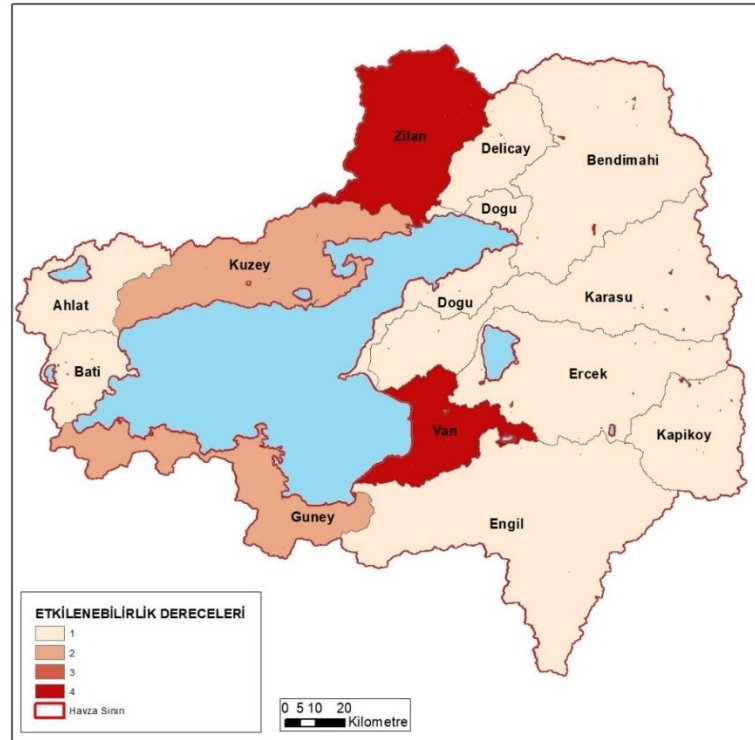
Şekil 10-61: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Uyum Kapasitesi İndisi (2075-2100)

10.9.3.5. İçme ve Kullanma Suyu Sektörü Etkilenebilirlik Değeri

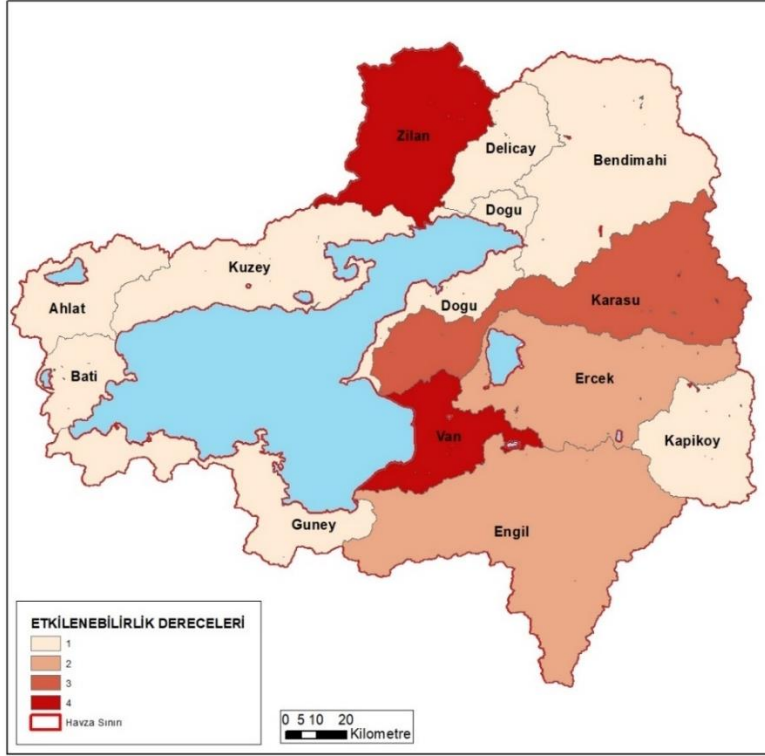
Yukarıda içme ve kullanma suyu sektörel etkilenebilirliği ile ilgili bahsedilen indislerden elde edilen sonuçlara göre kısa dönemde risk altında sayılabilecek alt havzalar Van, Zilan, Güney ve Engil alt havzalarıdır. İlerleyen dönemlerde ise Van ve Zilan alt havzalarının çok yüksek etkili sınıfında yer aldığı görülmektedir. Özetle van ve Zilan havzalarının bütün projeksiyon dönemleri boyunca içme ve kullanma suyu sektörü açısından görece daha riskli olduğu söylenebilir. Bu sonucun oluşması nüfusun ve kullanımın bu bölgelerde yoğunlaşmış olması nedeni ile doğaldır.



Şekil 10-62: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2017-2049)



Şekil 10-63: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2050-2074)

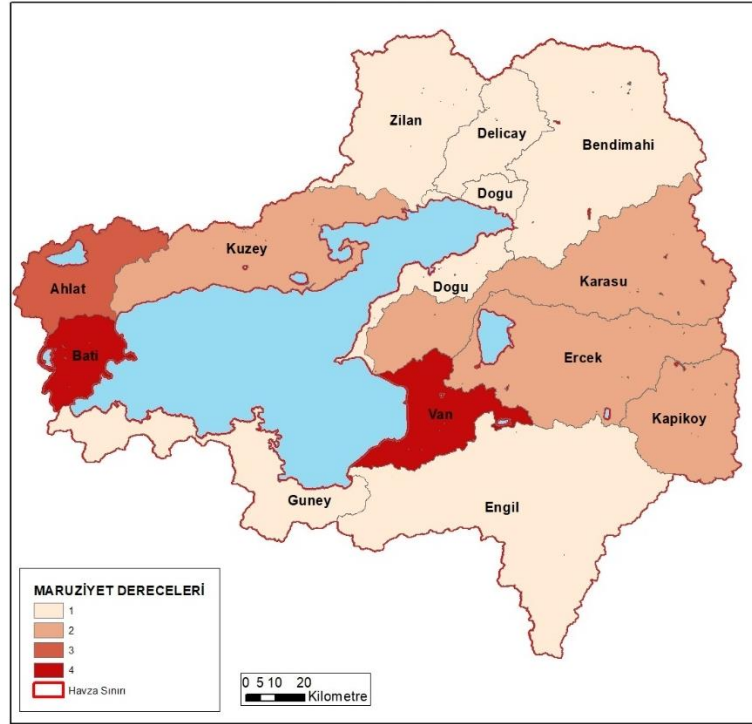


Şekil 10-64: İçme ve Kullanma Suyu Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Etkilenebilirlik İndisi (2075-2100)

10.9.4. Ekosistem Sektörü Sektörel Etkilenebilirlik Analizi Projeksiyonları

10.9.4.1. Ekosistem Sektörü Maruziyet İndisi

Ekosistem sektörü için meteorolojik kuraklık indislerinin belirteçleri olan SPI3 indisleri kullanılarak maruziyet indisleri mevcut ve gelecek dönem için hesaplanmıştır. Ekosistem Sektörü Maruziyet İndisleri hesaplanırken 2017-2049, 2050-2074 ve 2075-2100 periyotlarında aynı oranda meteorolojik kuraklık seviyelerinin değişimi göze çarpmaktadır. Bu nedenle söz konusu periyotlardaki maruziyetler sabit olarak kalmaktadır. Buna göre; Batı ve Van havzalarının 2017-2100 periyotlarında 4 derecede maruziyet sınıfında, Kuzey, Karasu, Erçek ve Kapıköy alt havzalarının 2. Derecede maruziyet sınıfında kalacağı tahmin edilmiştir.



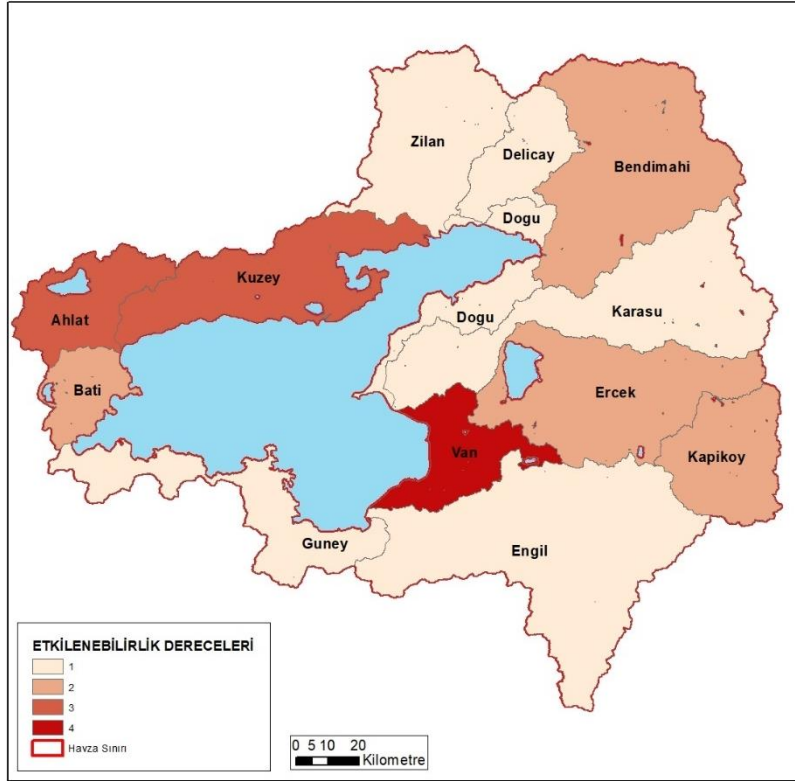
Şekil 10-65: Ekosistem Sektörü Maruziyet Sınıfı (2017-2100)

10.9.4.2. Ekosistem Sektörü Duyarlılık İndisi

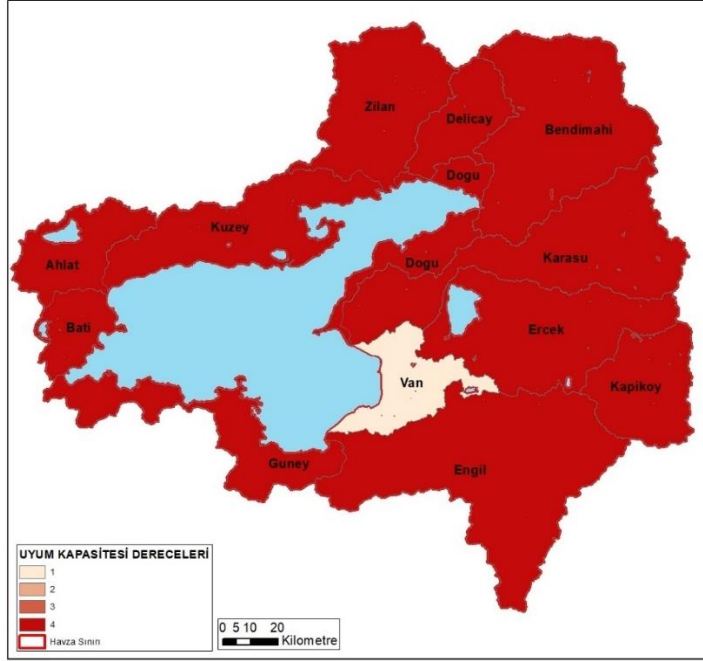
Çevresel akış parametresi hidrolojik modelden elde edilen veriler kullanılarak, Tennant Yöntemi ile hesaplanmıştır. Çevresel akışın olduğu alt havzalar kuraklık maruziyeti karşısında daha fazla etkilenebilir olarak değerlendirilmiştir. Ormanlar ve Yeşil alanların mekânsal dağılımları Corine 2012 Arazi Örtüsü verilerinden elde edilerek hesaplanmıştır. Biyoçeşitlilik ve korunan alanların oranları ekosistem sektörü duyarlılık indisi hesaplamalarında kullanılan diğer parametrelerdir. Biyoçeşitliliği ve korunan alanların yüzdesel oranları hangi alt havzanın görece daha fazla ise kuraklık maruziyeti altında bu alt havzaların daha fazla etkilenebileceği sonucuna varılmıştır. Ekosistem Sektörü duyarlılık İndislerine göre 2017-2049 periyodunda Kuzey alt havzası 4.derece duyarlılık sınıfına, Bendimahi alt havzası 3. Derece duyarlılık sınıfına, Engil, Karasu ve Batı alt havzaları 1. Derece duyarlılık sınıfına geri kalan alt havzalar ise 2. Derece duyarlılık sınıfına girmektedir. 2050-2074 periyodundan 2017-2049 periyodundan farklı olarak Batı, Ahlat, Deliçay, Doğu, Karasu, Erçek, Van ve Kapıköy havzaları 3.Derece duyarlılık sınıfına yükselmiştir. 2075-2100 periyodunda ise Kuzey 4. Derece duyarlılık sınıfında, Zilan, Güney ve Engil alt havzaları 2.

10.9.4.4. Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik Değeri

Ekosistem Sektörü Etkilenebilirlik değerleri incelendiğinde 2017-2049 periyodunda Van alt havzasının tüm hesaplamaların ardından 4. derecede etkilenebilirlik sınıfında olduğu, Ahlat ve Kuzey alt havzasının 3. Derecede etkilenebilirlik sınıfında olduğu, Batı, Erçek, Bendimahi ve Kapıköy alt havzalarının 2. Derecede etkilenebilirlik sınıfında olduğu, geri kalan alt havzaların da 1. derecede olduğu gözlenmiştir. 2050-2074 periyodunda Bendimahi havzasının 1 derece etkilenebilirlik sınıfına gerilediği, 2075-2100 periyodunda ise bu durumun aynı kaldığı gözlenmiştir.



Şekil 10-69: Ekosistem Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2017-2049)



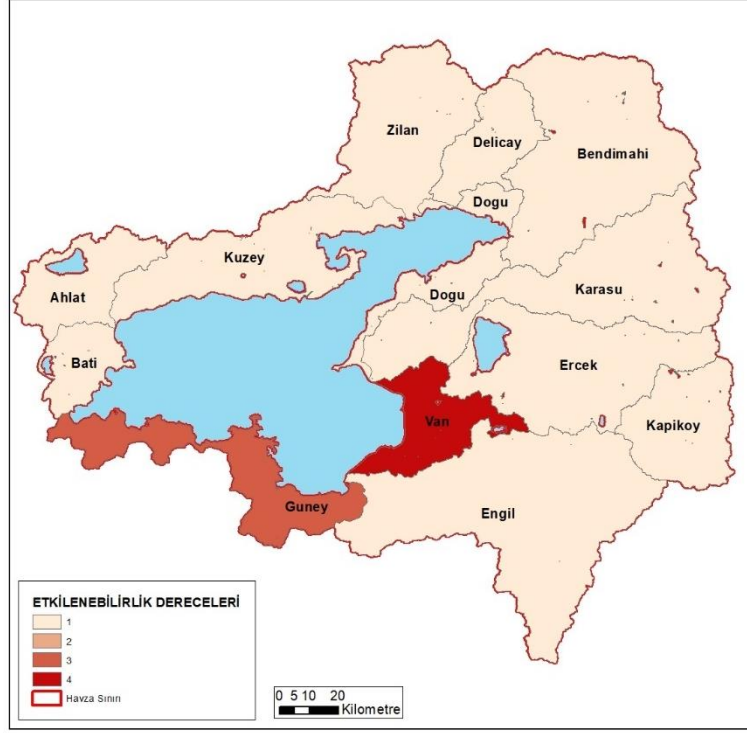
Şekil 10-76: Turizm Sektörü Uyum Kapasitesi Sınıfı (2017-2100)

10.9.5.5. Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri

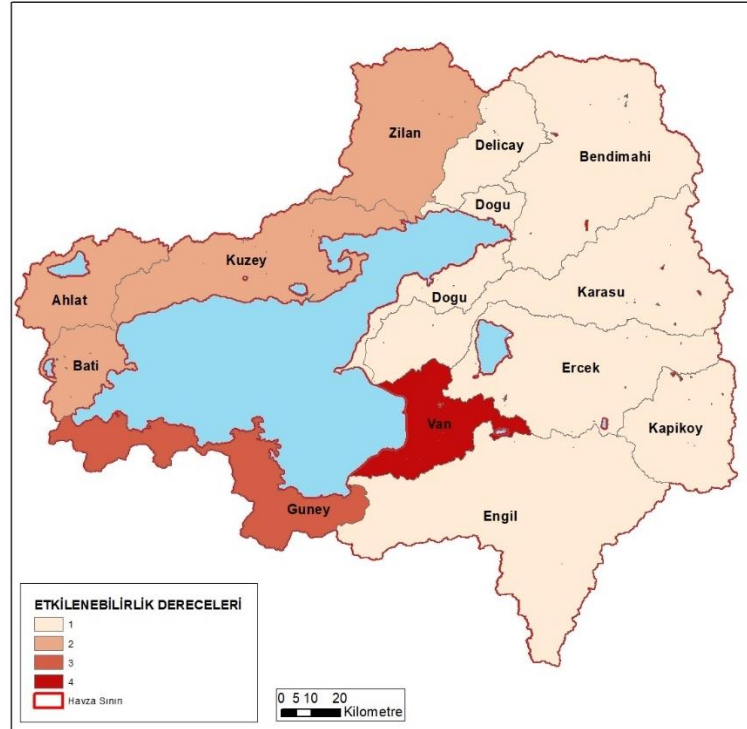
Turizm sektörünün nihayi etkilenebilirlik projeksiyonları incelendiğinde 2017-2049 yılları arasında Van ve Güney alt havzalarında sırasıyla 4 ve 3. Derecede etkilenebilir olduğu tahmin edilmiştir. 2050-2074 periyodunda artan maruziyet değerleri ile birlikte Batı-Zilan alt havzası koridorunda Van ve Güney alt havzalarının yanısıra 2. Derecede etkilenebilirlik derecesi ortaya çıkmaktadır. Bu koridorun 2075-2100 yılları arasında değişmeyeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 10-19 Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2017-2049)

TURİZM SEKTÖRÜ ETKİLENEBİLİRLİK ANALİZLERİ								
ALT HAVZA	MARUZİYET (M)	DUYARLILIK (D)	EKONOMİK DEĞER (ED)	UYUM KAPASİTESİ (UK)	ETKİLENEBİLİRLİK (MxDxED/UK)	NORMALİZE DEĞER	ETKİLENEBİLİRLİK DEĞERİ	ETKİLENME SINIFI
Bendimahı Alt Havzası	3	1	1	4	0.75	0.02	0.13	Az Etki
Ahlat Alt Havzası	2	1	1	4	0.50	0.01	0.07	Az Etki
Batı Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Değçay Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Doğu Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Engil Alt Havzası	3	1	1	4	0.75	0.02	0.13	Az Etki
Erçek Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Güney Alt Havzası	4	2	2	4	4.00	0.12	0.75	Yüksek Etki
Kapıköy Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Karasu Alt Havzası	1	1	1	4	0.25	0.00	0.00	Az Etki
Kuzey Alt Havzası	2	1	1	4	0.50	0.01	0.07	Az Etki
Van Alt Havzası	2	4	4	1	32.00	1.00	1.00	Çok Yüksek Etki
Zilan Alt Havzası	2	1	1	4	0.50	0.01	0.07	Az Etki



Şekil 10-77: Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2017-2049)



Şekil 10-78: Turizm Sektörü Etkilenebilirlik Değeri (2050-2100)



BÖLÜM 11

VAN GÖLÜ HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI

11.1. Van Gölü Havzası'nın Genel Durumun Değerlendirilmesi

Van Gölü Havzası'nın genel değerlendirilmesi yapılırken ofis çalışmalarının yanı sıra sahadan gözlem ve konusunda uzman kişilerin deneyimlerine de başvurulmuş sonuca gidilmiştir. Saha gezilerinde yerinde gözlem, anket ve araştırmalarla sonuçlar desteklenmiştir.

Bu başlık altında havzanın tespit edilen etkilenebilirlik değerleri ve su kullanım indis durumları verilecektir.

Alt havzalar açısından bakıldığında mevcut durum için öncelikli tedbir alınması gereken alt havza Van Alt Havzası olarak görülmektedir. Engil ve Karasu Alt Havzaları Tarım ve İçme-Kullanma, Ahlat Havzası da Ekosistem sektörleri yönünden öncelik verilmesi gereken alanlardır. Farklı sektörler için etkilenebilirlik derecelerine göre diğer öncelik verilmesi gereken alt havzalar Tablo 11-1'de sunulmaktadır.

Tablo 11-1 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (Mevcut Durum)

	Etkilenme Sınıfı			
	Çok Yüksek Etki	Yüksek Etki	Orta Etki	Az Etki
İÇME VE KULLANMA SUYU	Engil, Karasu, Van	Erçek, Zilan	Güney	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Kapıköy, Kuzey
TARIM	Karasu, Engil	Erçek, Kapıköy, Van	Güney	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Kuzey, Zilan
EKOSİSTEM	Ahlat, Van	Kuzey	Bendimahı, Batı, Erçek, Kapıköy	Deliçay, Doğu, Engil, Güney, Karasu, Zilan
SANAYİ	Van	Erçek	-	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Güney, Karasu, Kapıköy, Kuzey, Zilan
TURİZM	Van	Güney	Engil, Erçek, Kapıköy, Karasu	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Kuzey, Zilan

Tablo 11-2 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2017-2049)

	Etkilenme Sınıfı			
	Çok Yüksek Etki	Yüksek Etki	Orta Etki	Az Etki
İÇME VE KULLANMA SUYU	Güney, Van, Zilan	Engil	-	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Erçek, Karasu, Kapıköy, Kuzey
TARIM	Engil	Güney, Karasu	-	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Erçek, Kapıköy, Kuzey, Van, Zilan
EKOSİSTEM	Van	Ahlat, Kuzey	Bendimahı, Batı, Erçek, Kapıköy	Deliçay, Doğu, Engil, Güney, Karasu, Zilan
SANAYİ	Van	Güney	Erçek	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Karasu, Kapıköy, Kuzey, Zilan
TURİZM	Van	Güney	-	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Erçek, Karasu, Kapıköy, Kuzey, Zilan

Tablo 11-3 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2050-2074)

	Etkilenme Sınıfı			
	Çok Yüksek Etki	Yüksek Etki	Orta Etki	Az Etki
İÇME VE KULLANMA SUYU	Van, Zilan	-	Güney, Kuzey	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Erçek, Karasu, Kapıköy, Zilan
TARIM	Engil	Karasu, Zilan	Doğu, Güney, Kuzey	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Erçek, Kapıköy, Van
EKOSİSTEM	Van	Kuzey, Ahlat	Batı, Erçek, Kapıköy	Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Güney, Karasu, Zilan
SANAYİ	Van	Erçek, Güney	Kuzey	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Karasu, Kapıköy, Zilan
TURİZM	Van	Güney	Ahlat, Batı, Kuzey, Zilan	Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Erçek, Karasu, Kapıköy

Tablo 11-4 Alt Havzalar Sektörel Etkilenebilirlik ve Öncelikli Alanlar (2050-2074)

	Etkilenme Sınıfı			
	Çok Yüksek Etki	Yüksek Etki	Orta Etki	Az Etki
İÇME VE KULLANMA SUYU	Van, Zilan	Karasu	Engil, Erçek	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Güney, Kapıköy, Kuzey
TARIM	Engil, Karasu	Erçek, Zilan	Bendimahı, Doğu, Güney	Ahlat, Batı, Deliçay, Kapıköy, Kuzey, Van
EKOSİSTEM	Van	Kuzey, Ahlat	Batı, Erçek, Kapıköy	Bendimahı, Deliçay, Doğu, Engil, Güney, Karasu, Zilan
SANAYİ	Van	Erçek, Güney	Kuzey	Ahlat, Batı, Bendimahı, Deliçay, Doğu, Karasu, Kapıköy, Zilan
TURİZM	Van	Güney	Ahlat, Batı, Kuzey, Zilan	Deliçay, Doğu, Engil, Erçek, Karasu, Kapıköy

Yukarıda irdelenen etkilenebilirlik sınıfları ve buna bağlı olarak öncelendirme tablolarının yanı sıra havza içinde öneme sahip bir başka bulgu sektörel su kullanım indisi sonuçlarıdır. Bu veri bize havza içinde alt havzalar özelinde su kullanımlarının potansiyele oranla yıllar içinde ne kadar değiştiği bilgisini sunmaktadır. Aşağı incelenecek tablolarda renk çeşitliliği etkilenebilirlik renklendirme kodları kullanılarak oluşturulmuştur (Tablo 11-5).

Tablo 11-5 Su Kullanım İndisleri (WEI) Sınıflandırması (Raskin et al.,1997, Water Exploitation Index sınıflamasından üretilmiştir)

	Aşırı Su Stresli (>%40)
	Su Stresli (%40-%20)
	Düşük Su Stresli (%20-%10)
	Su Stresi Yok (<%10)

Tablo 11-6 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (Mevcut)

Alt Havza	Su Kullanım İndisi (WEI)				
	İÇME VE KULLANMA SUYU	TARIM	EKOSİSTEM	SANAYİ	TURİZM
Ahlat Alt Havzası	0.37	7.77	6.18	0.00	0.00
Batı Alt Havzası	1.42	3.59	3.82	0.00	0.00
Bendimahı Alt Havzası	1.88	21.54	8.45	0.00	0.20
Deliçay Alt Havzası	0.26	2.99	7.80	0.00	0.00
Doğu Alt Havzası	0.30	14.85	2.76	0.00	0.17
Engil Alt Havzası	8.35	60.27	10.00	0.00	0.00
Erçek Alt Havzası	7.70	41.66	3.19	0.39	0.00
Güney Alt Havzası	2.19	3.68	10.00	0.03	1.18
Karasu Alt Havzası	7.68	66.99	3.83	0.00	0.00
Kapıköy Alt Havzası	2.87	55.03	1.68	0.00	0.00
Kuzey Alt Havzası	1.22	8.07	5.01	0.01	0.00
Van Alt Havzası	72.34	18.93	1.30	27.71	22.40
Zilan Alt Havzası	2.62	8.72	4.99	0.00	0.22

Tablo 11-7 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (2017-2049)

Alt Havza	Su Kullanım İndisi (WEI)				
	İÇME VE KULLANMA SUYU	TARIM	EKOSİSTEM	SANAYİ	TURİZM
Ahlat Alt Havzası	0.42	9.10	3.82	0.00	0.00
Batı Alt Havzası	1.66	4.20	6.20	0.00	0.00
Bendimahı Alt Havzası	1.76	21.39	8.41	0.00	0.20
Delicay Alt Havzası	0.33	3.91	7.80	0.00	0.00
Doğu Alt Havzası	0.33	18.24	2.93	0.00	0.22
Engil Alt Havzası	10.52	88.44	10.00	0.00	0.00
Erçek Alt Havzası	6.59	36.32	3.19	0.34	0.00
Güney Alt Havzası	3.55	5.22	10.00	0.04	1.68
Karasu Alt Havzası	6.43	47.97	3.83	0.00	0.00
Kapıköy Alt Havzası	2.21	25.68	1.68	0.00	0.00
Kuzey Alt Havzası	1.50	10.86	5.01	0.00	0.00
Van Alt Havzası	47.13	13.03	1.30	24.38	19.52
Zilan Alt Havzası	2.62	5.86	10.00	0.00	0.29

Tablo 11-8 Alt Havzalar Su Kullanım İndisi Dereceleri (2050-2074)

Alt Havza	Su Kullanım İndisi (WEI)				
	İÇME VE KULLANMA SUYU	TARIM	EKOSİSTEM	SANAYİ	TURİZM
Ahlat Alt Havzası	0.74	10.03	3.82	0.00	0.00
Batı Alt Havzası	2.45	4.63	7.47	0.00	0.00
Bendimahî Alt Havzası	2.55	19.56	6.98	0.00	0.29
Delicay Alt Havzası	0.56	3.76	7.80	0.00	0.00
Doğu Alt Havzası	0.43	17.31	2.97	0.00	0.32
Engil Alt Havzası	14.62	93.43	10.00	0.00	0.00
Erçek Alt Havzası	7.60	42.57	3.19	0.34	0.00
Güney Alt Havzası	5.11	4.60	10.00	0.05	2.42
Karasu Alt Havzası	7.68	56.23	3.83	0.00	0.00
Kapıköy Alt Havzası	2.26	18.58	1.68	0.00	0.00
Kuzey Alt Havzası	2.23	11.30	5.01	0.01	0.00
Van Alt Havzası	46.29	21.11	1.30	24.09	28.20
Zilan Alt Havzası	3.74	6.09	10.00	0.00	0.43

Tablo 11-9 Alt Havzalar Su Kullanım İndis Dereceleri (2075-2100)

Alt Havza	Su Kullanım İndisi (WEI)				
	İÇME VE KULLANMA SUYU	TARIM	EKOSİSTEM	SANAYİ	TURİZM
Ahlat Alt Havzası	1.04	10.06	3.82	0.00	0.00
Batı Alt Havzası	2.84	4.64	7.47	0.00	0.00
Bendimahı Alt Havzası	3.79	19.88	6.98	0.00	0.36
Delicay Alt Havzası	0.86	3.76	7.80	0.00	0.00
Doğu Alt Havzası	0.53	17.41	2.97	0.00	0.40
Engil Alt Havzası	12.48	73.91	10.00	0.00	0.00
Erçek Alt Havzası	11.64	46.28	3.19	0.45	0.00
Güney Alt Havzası	7.42	5.16	10.00	0.07	3.05
Karasu Alt Havzası	12.58	61.13	3.83	0.00	0.00
Kapıköy Alt Havzası	3.13	20.20	1.68	0.00	0.00
Kuzey Alt Havzası	2.58	10.35	5.01	0.01	0.00
Van Alt Havzası	74.15	21.11	1.30	31.77	35.43
Zilan Alt Havzası	74.15	5.58	10.00	0.00	0.55

11.2. Van Gölü Havzası Mevcut Durumu

Havzada yapılan arazi gözlemleri, anketler, yerelde yapılan ziyaretler ve ilgili kurumların sektöründe uzman kişileri ile yapılan görüşmeler, yapılan hesaplamalar ile sentezlenerek genel bir sonuca gidilmeye çalışılmıştır. Buna göre havza içinde farklı sektörlerin durumu aşağıdaki alt başlıklarda özetlenmiştir.



11.2.1. Tarım Sektörü

Tarım sektörü için arazide yapılan çalışmalarda üretimsel sulamaların havza genelinde salma sulama ile yapıldığı (Ahlat ve Ovakışla dışında) bilgisine ulaşılmıştır. Konu ile ilgili olarak DSİ'nin halihazırda yapılan ve bundan sonra yapılacak planlama çalışmalarında sulamaların basınçlı sistemde ve damlama sulama şekli ile olacağı bilgisi edinilmiştir. Sulamaların miktar bilgisinin tutmadığı, tarımsal su kullanımı için ölçüm cihazı ile sulamalar su verilmediği sayaçsız bir şekilde verildiği bilgisi verilmiştir. Sulama Birlikleri ile yapılan görüşmelerde sulama suyu sıkıntısı olduğu özellikle Ahlat ve Ovakışla'da sulama maliyetleri konusunda ve Sarımehtem Barajı sulamalarında ise zaman zaman doluluk olarak sınırda kaldığı bilgisi alınmıştır.

Bunun yanı sıra tarımsal ürün fiyatlandırmasının sağlıklı olmadığı ve halkın üretim tekniklerini duyumlarla hareket ederek oluşturdukları söylenmiştir. Bölgede tarımsal üretimin azalmasına bir etkenin de terör olduğu, özellikle yıllar içinde verim düşüğe halkın tarımsal üretimden vazgeçme sayılarının arttığı bilgisi alınmıştır. Bunun üretimde azlığa yol açtığı sonuçlarının da alım maliyetlerini arttırdığı söylenmiştir. Bu durumun da göç sayısına etkideği iletilmiştir. Aslında verilen örnek kuraklığın sosyo-ekonomik etkisine güzel bir örnek teşkil etmektedir.

11.2.2. İçme-Kullanma Suyu, Sanayi ve Turizm Sektörü

Bölgede sanayileşme ve turizm sektörüne ait kuruluş sayısı ve yapısının az olması nedeni ile benzer problemleri barındıran içme-kullanma suyu başlığı ile ortak verilmiştir.

Yapılan incelemeler ve görüşmeler sonucunda Şamran Kaynağı ile ilgili olarak kaynaktan önceleri su getirilen hat yerine kayıpları önleyecek ve TOKİ'nin bölgede eni inşaa ettiği yerleşimlere su vermek üzere yeni bir hat inşa edilmiş ancak eski hattın kullanılmaya devam edilmesinin nu hat üzerinde bulunan kayıp ve kaçaları engellemediği bilgisi verilmiştir. Kalite ve nicelik açısından bölgede önem arz bu kaynak ile ilgili bir başka durum ise arıtılmadan şebekeye verilen suyun özellikle şehir merkez ve civar ilçelerde bulunan küçük bahçeli bahçe tarım üretimi yapan



konutlarda kullanılmasıdır. Konu ile ilgili diğer bir durum ise artırılarak şebekeye verilen sularında ilgili bölgelerde bulunan benzer yapıda konutlarda da tarım amaçlı kullanılmasıdır. Bu nedenle bu bölgelerdeki tarım ürünlerinin kalitesinin de düştüğü iletilmiştir.

Bölgedeki kayıp kaçakların bundan birkaç yıl öncesine kadar %80 dolaylarında olduğu şu an yapılan çalışmalar neticesinde %70'lerin altına indirildiği ve bu oranın azaltılması için çalışmalar devam edildiği söylenmiştir. Kaynaktan alınan suyun kotu yüksek olan yerlere enerji ile pomplanarak verilebildiği ve bu durumun da maliyetleri arttırdığı bilgisi verilmiştir.

Bölgede bulunan çok sayıda yeraltısuyu kuyusu bulunduğu, diğer kuyularda ise düzenli seviye ve kalite ölçümü yapılmadığı bilgisi alınmıştır. Bununla birlikte raporların hesaplamalarında kullanılan rasatların (AGİ, MGİ, GGİ ve YGİ) yetersiz olduğuna 1. Ara Rapor kapsamında değinilmiştir. Bu gözlemlerin sayısı ve ölçüm sürekliliğinin artırılması gereklidir.

11.2.3. Ekosistem Sektörü

Yerelde görevli uzmanlardan alınan bilgiler ışığında bölgede bulunan sulak alanlardan Nemrut, Nazik, Aygır, Van ve Batmış göllerinde son yıllarda ciddi düşümlerin olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni iklim değişikliğinin yanı sıra kesin olmamakla birlikte bölgede yakın bu alanlara yakın noktalardan yapılan yeraltısuyu çekimleri kaynaklı olabileceği bilgisi alınmıştır. Özellikle Van Gölü'nde kirlilik yaratan kanalizasyon bağlantılarının da ekosistemi tehdit ettiği söylenmiştir. Nazik ve Aygır göl dolaylarının tarım sularını ilgili göller ile bağlantılı olabilecek noktalardan temin edildiği iletilmiştir. Bölgenin Bitlis ili sınırları içerisinde kalan bölümünün %26'sının ormanlık olan olduğu özellikle Ahlat ve Adilcevaz orman arazisinin az olduğu söylenmiştir. Sulak alanların kaybolmasının CO2 arttırımı yaptığı ve dolayısı ile kuraklığa döngüsel bir etki yaparak arttırdığı iletilmiştir. Sulak alanlarda dolgu yapılarak veya kurutularak yapılaşıldığı, ayrıca gölü besleyen kaynakların da sediman birikimi nedeni ile tıkandığı söylenmiştir. Özellikle Van, Ahlat ve Kuzey havzalarının hem mevcut hem de yıllar içinde yüksek ve üstü etki altında kaldıkları görülmüştür. Bunun sonucu olarak tedbirler uygulanmadığı takdirde sulak alanlardaki



düşümlerin artacağı ve özellikle bu havzalar özelinde ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratması kaçınılmazdır.

11.3. Van Gölü Havzası'ndaki Kuraklık Etkilerininin Azaltılması İçin Önerilen Tedbirler

Van Gölü Havzası'nda kuraklığın etkilerini azaltmak için belirlenen tedbirler temel olarak 2 bölümden oluşmaktadır. Bunlardan ilki ilgili tedbir, müdahale zamanı, sorumlu/ilgili kurum, uygulama dönemi ve benzeri başlıklar altında kurumlara özel olarak hazırlanmış tedbirleri içerirken, diğeri ise bölüm 12.4'te yer alan havzada dikkat edilmesi ve uygulanması gereken genel tedbirleri içermektedir.

Kurumlara özel olarak hazırlanan tedbirler bu başlık altında incelenmektedir. Sözü edilen tedbirler Tablo 11-10'da sunulmuştur. İlgili tabloda gözlem ağının geliştirmesi tedbir grubunda yer alan 16-20 numaralarını arasında kalan tedbirlere ait görseller ise Şekil 11-1 ve Şekil 11-5 arasındaki görsellerde verilmiştir.

Tablo 11-10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Gıubu	(3)İlgili Tedbir	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İltisak Havza
1	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Batı Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi ile 3546 ha'lık sulanan alanda 1.08 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 1.3 milyon m ³ /yıl'lık ilave su ihtiyacının %83'ü sağlanmıştır.	4812 ha toplam sulanan alana sahip olan Batı Alt Havzasında 2862 ha'lık basınçlı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Batı Alt Havzası (BİTİS)
2	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Bendimahşi alt havzasındaki 13980 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 7689 ha'lık sulanan alanda 8.97 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 9.6 milyon m ³ /yıl'lık ilave su ihtiyacının %93'ü sağlanmıştır.	13980 ha toplam sulanan alana sahip olan Bendimahşi Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Bendimahşi Alt Havzası (Van)
3	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Delicey alt havzasındaki 5970 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 1246 ha'lık sulanan alanda 3.18 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 3.8 milyon m ³ /yıl'lık ilave su ihtiyacının %83'ü sağlanmıştır.	5970 ha toplam sulanan alana sahip olan Delicey Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Delicey Alt Havzası (Van)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
4	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Doğu alt havzasındaki 3970 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 780 ha'lık sulanan alanda 5.61 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalından kaynaklanan 6.5 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %86'sı sağlanmış olacaktır.	3970 ha toplam sulanan alana sahip olan Doğu Alt-Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Doğu Alt Havzası (Van)
5	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Engil alt havzasındaki 13372 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 9498 ha'lık sulanan alanda 11.55 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalından kaynaklanan 13.5 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	13372 ha toplam sulanan alana sahip olan Engil Alt-Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Engil Alt Havzası (Van)
6	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Erçek alt havzasındaki 7854 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 2514 ha'lık sulanan alanda 7.52 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalından kaynaklanan 9.3 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	7854 ha toplam sulanan alana sahip olan Erçek Alt-Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Erçek Alt Havzası (Van)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
7	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Güney alt havzasındaki 7246 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 3248 ha'lık sulanan alanda 3.48 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 4 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %87'si sağlanmış olacaktır.	7246 ha toplam sulanan alana sahip olan Güney Alt Havzasında Basıncılı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Güney Alt Havzası (Van, Bitlis)
8	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Karasu alt havzasındaki 18760 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 4288 ha'lık sulanan alanda 10.47 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 12.2 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	18760 ha toplam sulanan alana sahip olan Karasu Alt Havzasında Basıncılı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Karasu Alt Havzası (Van)
9	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Kapıköy alt havzasındaki 1870 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 946 ha'lık sulanan alanda 2.13 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalmadan kaynaklanan 2.5 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	1870 ha toplam sulanan alana sahip olan Kapıköy Alt Havzasında Basıncılı Sulama ve Damlama Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Kapıköy Alt Havzası (Van)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Alt Havza
10	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Kuzey alt havzasındaki 7391 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 4821 ha'lık sulanan alanda 5,97 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalımdan kaynaklanan 7 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	7391 ha toplam sulanan alana sahip olan Kuzey Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Kuzey Alt Havzası (Van, Bitlis)
11	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Van alt havzasındaki 12238 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 7134 ha'lık sulanan alanda 3,6 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalımdan kaynaklanan 4,2 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %86'sı sağlanmış olacaktır.	12238 ha toplam sulanan alana sahip olan Van Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Van Alt Havzası (Van)
12	Sulama Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Zilan alt havzasındaki 17244 ha toplam sulanan alanın sulama sistemlerinin rehabilitasyonunun uygulanması ile 12042 ha'lık sulanan alanda 6,42 milyon m ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır. Bölgede 2050 yılından sonra oluşacak su potansiyelindeki azalımdan kaynaklanan 7,5 milyon m ³ /yıl 'lık ilave su ihtiyacının %85'i sağlanmış olacaktır.	17244 ha toplam sulanan alana sahip olan Zilan Alt Havzasında Basınçlı Sulama ve Damlatma Sulama Sistemine Geçilmesi,	Kuraklık Öncesi, Esnası	DSİ	TRGM	Sürekli	Tarım	Zilan Alt Havzası (Van)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir grubu	(3)İlgili hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Alt Havza
13	İçme-Kullanma Suyu Şebekesinin İyileştirilmesi	3	Şarman kaynağından Van merkeze içme suyu amaçlı iki farkli hat mevcut olup hatlardan birisi eskidir. Tarihi Şarman kanalındaki kayıp kaçak oranının çok yüksek olması (%80lerde) ve müdahale vanalarının yeterli olmaması kaynakların efektif kullanımını engellemektedir.	Zilan, Delicay, Doğu, Bendimahı, Karasu, Erçek, Kapıköy, Van ve Engeç Alt Havzalarında abonem olmayan konut, işyeri vb yerleşimlerin tespit edilmesi, abonem sistemlerine kayıt edilmesi ve CBS tabanlı bir yazılım ile takip edilmesi,	Kuraklık Öncesi	Van Büyükşehir Belediyesi	DSİ	2018 - 2023	İçme-Kullanma	Van Gölü Havzası
14	İçme-Kullanma Suyu Şebekesinin İyileştirilmesi	3	Tarihi Şarman Kanallında kayıp kaçak oranının çok yüksek olması (%80lerde) ve müdahale vanalarının yeterli olmaması kaynakların efektif kullanımını engellemektedir. Yaklaşık %80 kayıp-kaçak oranına sahip olan Van ilinde kayıp-kaçak oranlarının yönetmelik gereği 2023 yılında ulaşılması hedeflenen %25'e düşürülmesi ile ilin havzaya giren bölümlerinde edilen 61.52 milyon m ³ lük su tasarrufunun, 2050 yılına kadar öngörülen yaklaşık 1 milyarlık nüfus artışı sebebiyle beklenen 152.8 milyon m ³ /yılılık su ihtiyacını %40 oranında azaltması mümkün olacaktır.	Van Alt havzasında Şarman kaynağından Van merkeze içme suyu amaçlı gelen tarihi Şarman kanalının kullanımını durdurulması ve tarihi şarman kanalı yerine 48 355 metre uzunluğunda ve 2 metre çapındaki beton kaplı çelik borulu hattın (yeni işletim hattı) kullanılması ile kayıp kaçak oranının %25'e düşürülmesi,	Kuraklık Öncesi	Van Büyükşehir Belediyesi	DSİ	2018 - 2023	İçme-Kullanma	Van Alt Havzası
15	Kayıp-Kaçak Oranlarının Azaltılması	4	Yaklaşık %80 kayıp-kaçak oranına sahip olan Bitlis ilinde kayıp-kaçak oranlarının yönetmelik gereği 2023 yılında ulaşılması hedeflenen %25'e düşürülmesi ile ilin havzaya giren bölümlerinde edilen 8.81 milyon m ³ lük beklenen 27.53 milyon m ³ /yılılık su ihtiyacını %32 oranında azaltması mümkün olacaktır.	Ahlat, Ban ve Kuzey Alt Havzalarında abonem olmayan konut, işyeri vb yerleşimlerin tespit edilmesi, abonem sistemlerine kayıt edilmesi ve CBS tabanlı bir yazılım ile takip edilmesi,	Kuraklık Öncesi	Bitlis Belediyesi, Ahlat, Tatvan İlçe Belediyeleri	DSİ	2018-2023	İçme-Kullanma	Ahlat, Ban ve Kuzey Alt Havzaları (Bitlis)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

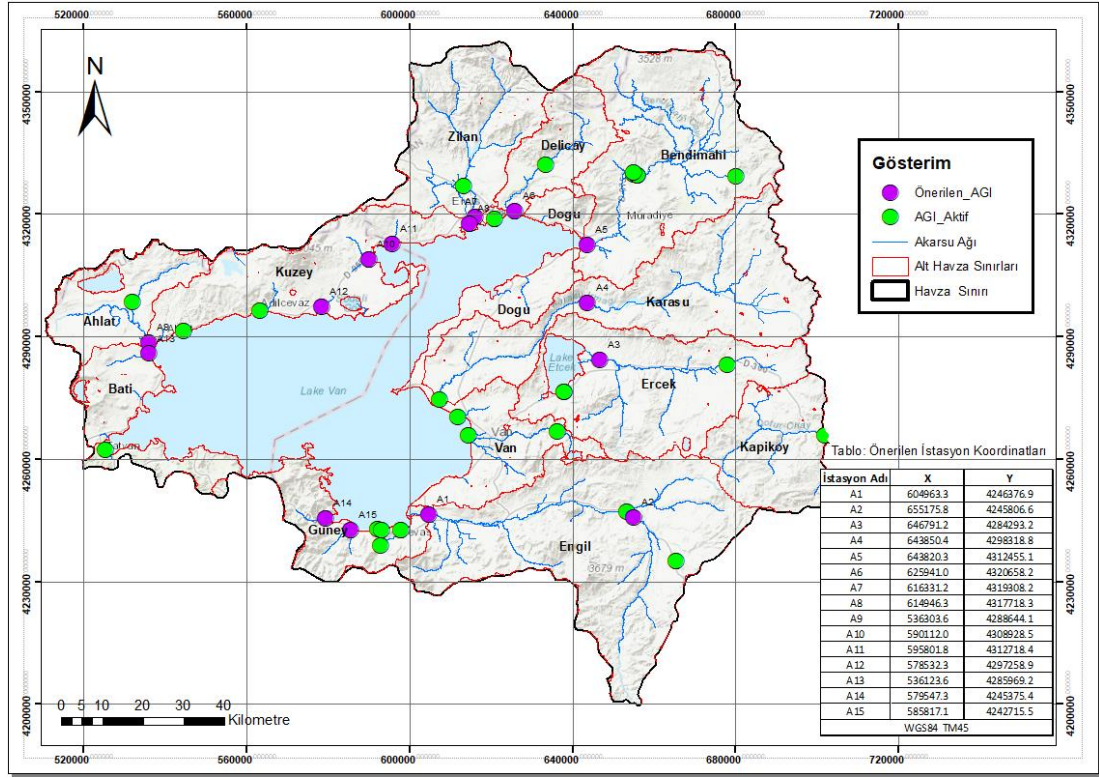
(1)Tedbir No	(2)Tedbir grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Alt Havza
16	Gözetim Ağının Geliştirilmesi	1	Havzadaki mevcut akım gözetim istasyonlarına ek olarak havzayı temsil edecek şekilde yeni akım gözetim istasyonlarının açılması.	Havzayı temsil edecek şekilde yeni akım gözetim istasyonlarının açılması.	Kuraklık Öncesi	DSİ	SYGM	2018-2023	Bütün Sektörler	Van Gölü Havzası
17	Gözetim Ağının Geliştirilmesi	1	Havzadaki mevcut meteoroloji gözetim istasyonlarına ek olarak havzayı temsil edecek şekilde yeni meteoroloji gözetim istasyonlarının açılması.	Havzayı temsil edecek şekilde yeni meteoroloji gözetim istasyonlarının açılması.	Kuraklık Öncesi	MGM	SYGM	2018-2023	Bütün Sektörler	Van Gölü Havzası
18	Gözetim Ağının Geliştirilmesi	1	Havzadaki mevcut göl gözetim istasyonlarına ek olarak havzayı temsil edecek şekilde yeni göl gözetim istasyonlarının açılması.	Havzadaki gölleri temsil edecek şekilde yeni göl gözetim istasyonlarının açılması.	Kuraklık Öncesi	DSİ	SYGM	2018-2023	Ekosistem	Van Gölü Havzası
19	Gözetim Ağının Geliştirilmesi	1	Havzadaki mevcut YAS gözetim kuyularına ek olarak havzayı temsil edecek şekilde yeni gözetim kuyularının açılması.	Havzayı temsil edecek şekilde yeni YAS gözetim kuyularının açılması.	Kuraklık Öncesi	DSİ	Van Büyükşehir Belediyesi	2018-2023	Bütün Sektörler	Van Gölü Havzası

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

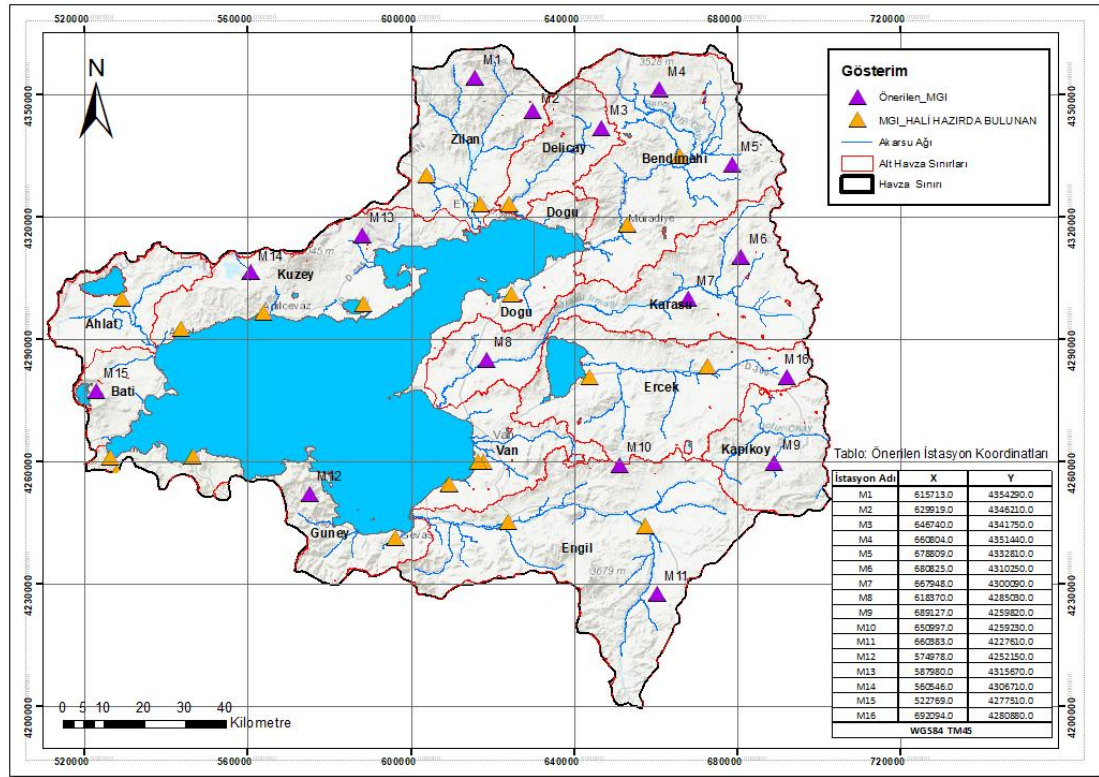
(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
20	Gözlem Ağının Geliştirilmesi	1	Havradaki mevcut kar gözlem istasyonlarına ek olarak havzayı temsil edecek şekilde yeni kar gözlem istasyonlarının açılması.	Van Gölü Havzasında kar gözlemlerinin havzayı temsil edecek şekilde yeni kar gözlem istasyonlarının açılması,	Kuraklık Öncesi	MGM	DSİ	2018-2023	Bütün Sektörler	Van Gölü Havzası
21	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Özellikle Van alt havzasının 2050 yılından sonra 2100 yılına değin bütün sektörlerin kuraklık açısından çok yüksek derecede etkilenebilir olduğu saptanmıştır. Van alt havzasında mevcut su potansiyeli 52.08 milyon m ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arası 9.78 milyon m ³ /yıl'a kadar düşmektedir. Nüfusun 2050 yılına kadar öngörülen yaklaşık 1 milyonluk artışı sebebiyle su ihtiyacı 53.08 milyon m ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arasında 318.05 milyon m ³ /yıl'a çıkmaktadır. Bu durumda bölgede 2050 yılından sonra oluşacak 264.88 milyon m ³ /yıl'lık ilave su ihtiyacının %50'sinin bu şekilde sağlanabileceği düşünülmektedir.	Buharlaşma ve kirliliğin az olması sebebiyle muhtemel bir kuraklığa karşı önlem olarak yeraltı suyu depolama rezervlerinin oluşturulması hususunda fizibilite çalışmalarının yapılması,	Kuraklık Esnası ve Sonrası	DSİ	Van Büyükşehir Belediyesi	2050-2100	İçme-Kullanma	Van Alt Havzası (Van)

Tablo 11 10 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Belirlenen Tedbirler (sürüyor)

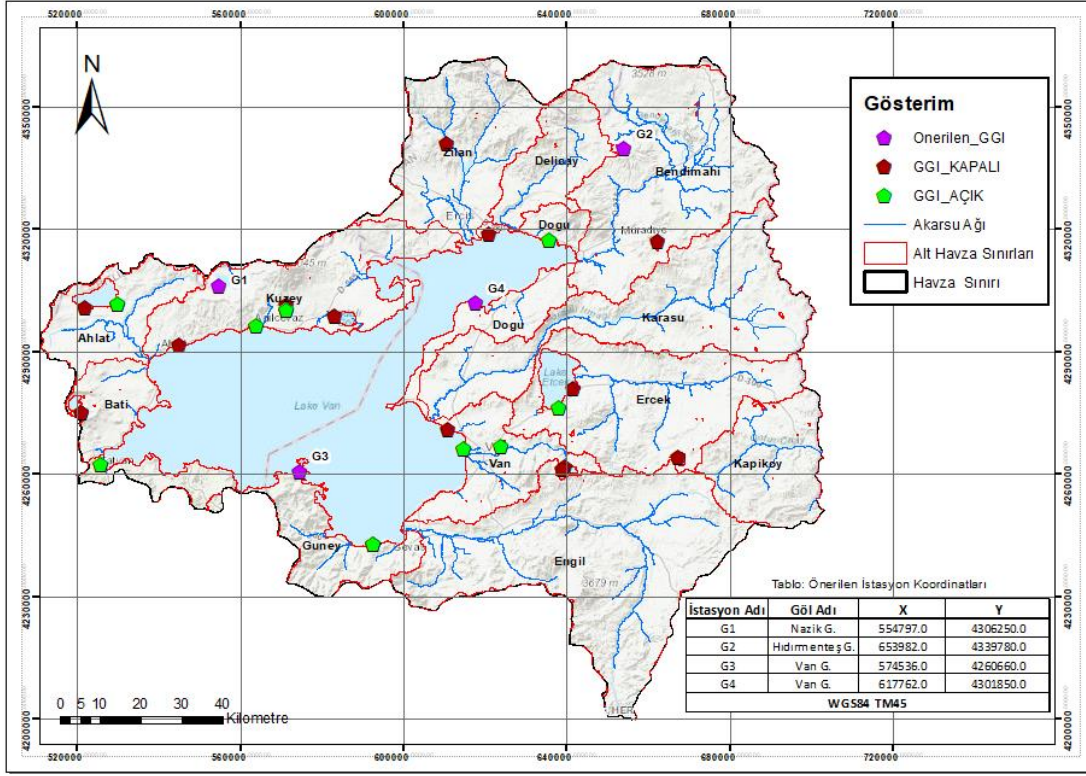
(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorunlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
22	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Özellikle Van alt havzasının 2050 yılından sonra 2100 yılına değin bütün sektörlerin kuraklık açısından çok yüksek dercede etkilenebilir olduğu söylenebilir. Van alt havzasında mevcut su potansiyeli 53.08 milyon m ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arası 9.78 milyon m ³ /yıl'a kadar düşmektedir. Günün 2050 yılına kadar öngörülen yaklaşık 1 milyonluk artışı sebebiyle su ihtiyacı 53.08 milyon m ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arasında 318.06 milyon m ³ /yıl'a çıkmaktadır. Van Gölü suyunun artırılma maliyeti yaklaşık olarak 2,43 tl/m ³ olarak tahmin edilmektedir. Bu durumda bölgede 2050 yılından sonra oluşacak 264.98 milyon m ³ /yıl'lık ilave su ihtiyacının bir kısmının bu şekilde sağlanabileceği düşünülmektedir.	Van Gölü suyunun artırılarak içme ve kullanma için kullanılması hususunda fizibilite çalışmalarının yapılması	Kuraklık Sonrası	DSİ	Van Büyükşehir Belediyesi	2050-2100	İçme-Kullanma	Van Alt Havzası (Van)
23	Su Kullanım Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Soğutmada; kapalı çevrim sistemlerin ve soğutma kulelerinin kullanılmasına, kule bölgelerinin minimize edilmesine – geri kazanılmasına çalışılmalıdır. İstirahat, bahar sistemlerinin iyileştirilmesi, buhar geri kazanımı, su eşanjörlerinin tercih edilmesi, kazan bölgelerinin minimize edilmesi faydalıdır. Mevcut su ihtiyacı 4056 m ³ iken 2050 yılında 6953 m ³ olması beklenmektedir. Uygulanacak tedbir ile 2100 yılı sonunda yıllık yaklaşık 2886 m ³ ile yüzde 30 tasarruf edilmesi beklenmektedir.	Van ve Erçek Alt Havzalarında sanayi tesislerinde ısıtma ve soğutma sularının daha verimli kullanılmasının sağlanması	Kuraklık Öncesi	STB	Van Büyükşehir Belediyesi BİTİS Belediyesi	Sürekli	Sanayi	Van Alt Havzası (Van, BİTİS)
24	Ekosistemin Korunması İçin Buharlaştırma Önleyici Tekniklerin Kullanılması	6	Nemrut Krater Gölü'ndeki buharlaşmayı azaltmak ve seviyelerindeki düşümü engellemek adına göl yüzeyinin monomoleküler filmler ile kaplanması halinde %30'dan %50'ye kadar su tasarrufu sağlanabilmektedir. Film olarak en yaygın kullanılan maddeler, yağ alkolüleri olan Setil (hekzadekanol) ve Stearil (oktadekanol) alkolüdür. Bunlar su moleköl çıkışının çoğunu engellerken, karbondioksit ve oksijen çıkışını izin vermede oldukça başarılıdır. Aynı zamanda tıtsız, kokusuz, zehirsiz ve yanıcı olmayan maddelerdir. Bu filmlerin 1-2 günde bir yenilenmesi önerilmektedir. Ek olarak, ayrı ayrı kullanılmaları gibi karşımları da kullanılmakta ve karıştırıldığına verimi arttırdığı literatürde belirtilmektedir.	Nemrut Krater Gölü yüzeyindeki buharlaşmanın azaltılması amacıyla göl yüzeyinin monomoleküler filmler ile kaplanması yöntemi başta olmak üzere teknik yöntemlerin değerlendirilmesi için fizibilite çalışmalarının yapılması	Kuraklık Öncesi, Esnası ve Sonrası	DKMP	DSİ	Sürekli	Ekosistem	Batı Alt Havzası (BİTİS)



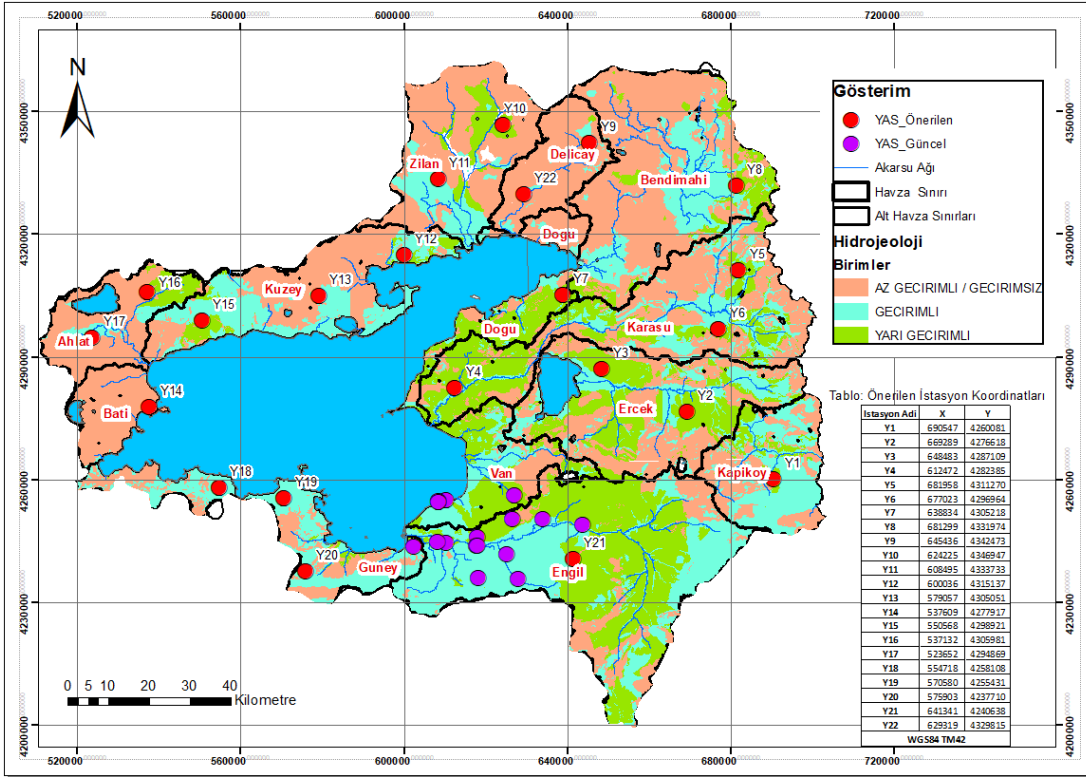
Şekil 11-1 Önerilen Akım Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları



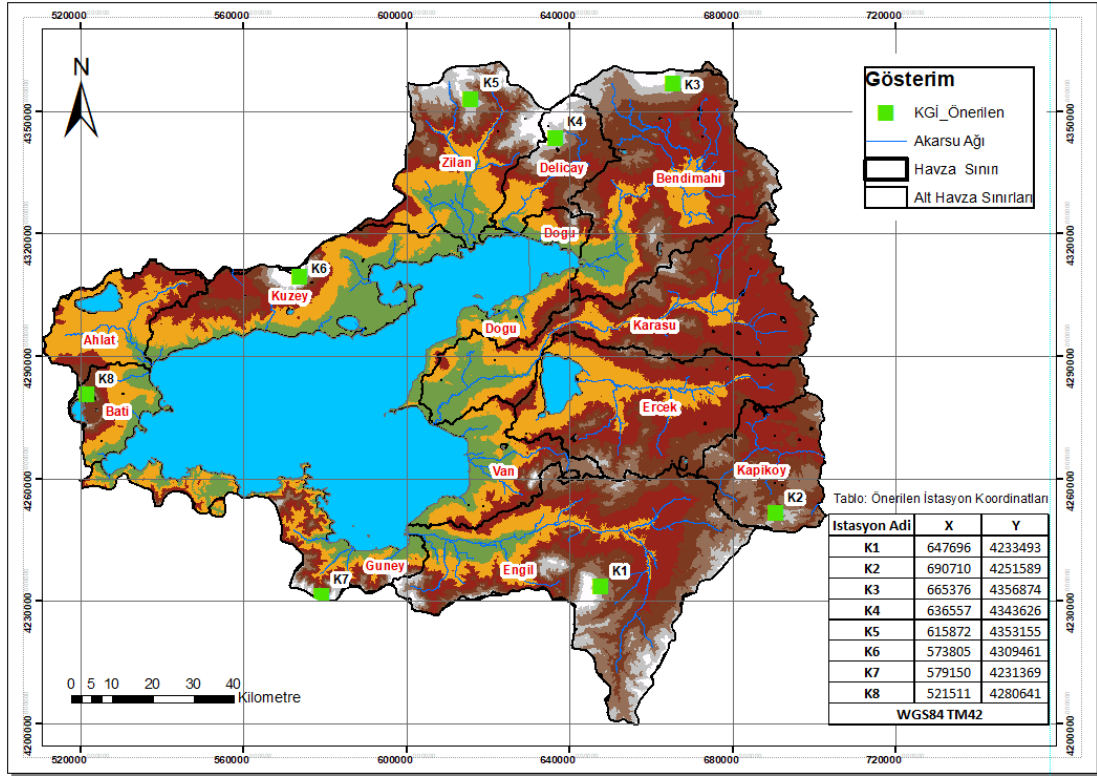
Şekil 11-2 Önerilen Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları



Şekil 11-3 Önerilen Göl Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları



Şekil 11-4 Önerilen Yeraltısu Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları



Şekil 11-5 Önerilen Kar Gözlem İstasyonlarının Lokasyonları

11.4. Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planına Ait Genel ve Ek Tedbirler

Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı kurumlara özel hedeflerinin yanı sıra bunlara ek olarak saptanan genel tedbirler oluşturulurken, bu hedefler amaç ve tedbir durumuna göre 5 sınıfa ayrılmıştır.

Genel Tedbirler (GEN)

Gen-1. Meteorolojik, hidrolojik veri ve akım ölçüm ağı güçlendirilmeli ve gözlemlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

Gen-2. Yeraltı suyu seviyesi ölçüm ağı güçlendirilmeli ve gözlemlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

Gen-3. Yüzey suyu ve yeraltı suyu su kalitesi ölçüm ağı güçlendirilmeli ve gözlemlerin sürekliliği sağlanmalıdır.



Gen-4. Su yapılarında (baraj, göl, gölet) seviye ve kalite ölçüm ağının güçlendirilmesi ve gözlemlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

Gen-5. Su kullanımları coğrafi bilgi sistemi tabanlı sisteme aktarılmalı ve kayıp-kaçaklar tespit edilmeli ve izlenmelidir.

Gen-6. Tarımsal rekolte, verim analizi ve tahmini yapan sistemler geliştirilmelidir.

Gen-7. Tarım sigortaları için kuraklık risk analizi yapan sistemler geliştirilmelidir.

Gen-8. Kuraklık anlık olarak izlenmeli ve kuraklık erken uyarı sistemi geliştirilmelidir.

Gen-9. Suyun etkili kullanımı ve su tasarrufları konusunda kurum çalışanları bilinçlendirilmeli ve konu halka aktarılmalıdır.

Gen-10. Kuraklık ve su kullanımları ile ilgili halk afiş, sözel, cep telefonu mesajı ve/veya internet yolları kullanılarak bilgilendirilmeli, toplumsal farkındalık arttırılmalı, üretici ve tüketiciler bilinçlendirilmelidir.

İçme-Kullanma Suyu Sektörü Tedbirleri (İKS)

İKS-1. Van kapalı havzasında içme suyu ihtiyacı genel olarak sondaj kuyularından ve kaynak sularından karşılanmaktadır. Bu kuyuların verimliliğinin arttırılması ve geliştirilmesi konusunda çalışılması ve çekilen su miktarının ihtiyaca göre planlanması önerilmektedir. Ek olarak yeraltı ve yüzey sularının kirlilikten korunması önem arz etmektedir. Sanayi, madencilik faaliyetleri ve jeotermal sahalarda üretilen atıklar su kirliliğine neden olmaktadır. Van ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayan Van ovası alüvyon akiferinin üzerinde il yerleşimi ve sanayi sitesi bulunmaktadır ve akiferin doğu kısmı serbest akifer özelliğinde olup kirliliğe açıktır. Ayrıca suyun taşınmasında kapalı boru hattı kullanılması da buharlaşmayı ve kirliliği engellemek açısından önemlidir.

İKS-2. Şamran ve Duap Kaynağı bakımına dikkat edilmelidir.



İKS-3. Gelecekteki su kıtlığına önlem olarak yeraltı su depolama rezervleri oluşturulması önerilmektedir. Buharlaştırma ve kirliliğin az olması açısından avantajlı bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

İKS-4. Van Gölü suyu içme ve kullanma için arıtılıp depolanmalıdır.

İKS-5. Su tasarrufu ve verimli kullanılması hakkında halkın bilinçlendirilmesi gereklidir, su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesine teşvik edilmelidir.

İKS-6. Düzenli su tesisatı onarımı, eskiyen boruların değiştirilmesi, kayıp-kaçak ve sızıntılar kontrol altına alınmalıdır.

İKS-7. Kayıt dışı abonelikler tespit edilip engellenmelidir.

İKS-8. Tasarrufun teşvik edilmesi için kademeli su ücretlendirme sistemi uygulanmalıdır.

Havzada etkilenme sınıfı çok yüksek etki derecesinde çıkanlar Van, Karasu ve Engin alt havzalarıdır. Erçek ve Zilan alt havzaları da yüksek etki derecesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda içme ve kullanma suyu sektöründe, kuraklık ve su kıtlığına yönelik tedbirlerin alınması bu alt havzalarda önemli rol oynamaktadır.

Tarım Sektörü Tedbirleri (TAR)

- TAR 1. Kullanıcılara suyun ölçülerek verilmesi önem teşkil etmektedir.
- TAR 2. Yeraltı barajları oluşturulup sulama için kullanılmalıdır.
- TAR 3. Baraj ve göletlerde su depolanmalıdır.
- TAR 4. Sulama takvimi uzmanlar tarafından, fazla ıtsıdan kaçınmak adına, en fazla verim alabilecek şekilde düzenlenmelidir.
- TAR 5. Atık suyun arıtılıp tarla ve mera sulamacılığında kullanılması teşvik edilmelidir.



TAR 6. Geleneksel sulama yerine modern sulama tekniklerine geçilmesine örneğin basınçlı sulama yöntemlerine (damla ve yağmurlama sulama) öncelik verilmelidir.

TAR 7. Sulama şebekelerinde açık kanal yerine kapalı (borulu) sistemler inşa edilmelidir.

TAR 8. Sulamada sensörlü, su tasarrufu sağlayan cihazların kullanımına önem verilmelidir.

TAR 9. Sulamada kullanılan elektrikteki kaçaklar önlenmelidir.

TAR 10. Topraktaki nemin korunmasına (malçlama) ve su tutma kapasitesinin artırılmasına (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) dikkat edilmelidir.

TAR 11. Toprak nemini ölçen akıllı bulut cihazlarının kullanımı teşvik edilmelidir.

TAR 12. Yağmur suyu hasatı teknikleriyle sulama için yağmur suyu kullanılmalıdır.

TAR 13. Taşkın suyu değerlendirilmelidir. (Van Taşkın Yönetim Planı sonuçlarının değerlendirilmesi)

TAR 14. Kuraklığa dayanıklı bitki örtüsü oluşturulmalıdır. (Erozyon ile mücadele)

TAR 15. Yerli bitkilere, daha dayanıklı ve suya daha az ihtiyaç duymaları sebebiyle öncelik verilmelidir.

TAR 16. Çiftçilere yönelik tarımsal eğitim ve teknik destek verilmesi önem arz etmektedir.

TAR 17. Jeotermal enerji ile ısıtılan seralarda tarım üretimi yapılmalıdır. (34000 m2 120 km boru) (Çaldıran, 60-92 derece arası)



TAR 18. Güneş paneli, rüzgâr tribünleri inşa edilmelidir.

TAR 19. Hangi tarım ürünlerinin hangi zamanlarda en verimli şekilde ve en az su gereksinimiyle yetiştirileceğine dikkat edilmelidir.

Sulamalar

İsrail’de yapılan bir araştırmaya göre;1 dekar şeker pancarı için vahşi sulamayla (salma yöntemi) 1 yıl boyunca harcanan su miktarı 96 ton, yağmurlama sulamayla harcanan su miktarı 38 ton, damla sulamayla harcanan su miktarı ise 7 tondur. Bu sulama eğer bilgisayar yardımıyla ve topraktaki pancar bitkisinin kök dibindeki nem oranı ayarlanarak yapıldığı takdirde harcanan su miktarı ise 1 tona düşmektedir. Kısaca 1 dekardan 95 ton su tasarrufu elde etmek mümkündür.

Şekerpancarı

Doğu Anadolu da sert kara iklimi hüküm süren bölgelerde kök verimi düşük şeker varlığı yüksektir.

Şekerpancarının hızlı ve daha az su kullanarak büyümesi doğru gübreleme ile doğrudan ilintilidir. Optimum gübreleme sayesinde, daha az direk buharlaşma ve drenaj bunun sonucu olarak daha fazla transpirasyon ile %90’a kadar su tasarrufu olanaklıdır.

Dengeli ve optimum sulama yaprak etkinliğini artırma ve toprak buharlaşmasını azaltan güçlü taçlanmaya (kanopi) olanak verir.

Gübrelemede Potasyum ve Nitrojen elementlerinin optimum düzeyde ayarlanması ile CO2 emilimi kontrol altına alınır ve gözeneklerden (stomata) su kaybı önlenmiş olur.

Patates

Patates bitkisi kuraklığa pek çok bitkiden daha az dayanıklıdır. Yetiştirme mevsimine dağılmış 300-450 mm’ lik yağış veya buna eşdeğer sulama gereklidir.



Sulama tekniği, geleneksel sulama yerine kısmi kök bölgesi sulama yöntemi (PRD) olarak düzenlenmelidir. Bu sulama tekniğinin en önemli özelliği bitki kök sisteminin yarısının toprak kuruluşuna diğer yarısının da tam sulamaya maruz bırakılmasıdır. İlerleyen zamanda kök bölgesinin ıslatılan ve kuru bırakılan kısımları ardışık sulamalarda değiştirilmektedir. Bu teknik, sulamada %50'ye varan su tasarrufu sağlamaktadır.

Yine bezer şekilde gübrelemde Potasyum ve Nitrojen elementlerinin optimum düzeyde ayarlanması ile CO₂ emilimi kontrol altına alınır ve gözeneklerden (stomata) su kaybı önlenmiş olur.

Suyu daha az tüketen patates tohumunun kullanılması. (Niğde üniversitesinde çalışmalar sürmekte sonuçları değerlendirilmelidir)

Kuru Fasulye

Öncelikle ekilen ürünün ihtiyacı olan su miktarı hesaplanmalı ve bu sonuca göre sulama işlemine geçilmelidir.

Fasulyede tarlada göllenme olmayacak şekilde su verilmelidir. Tüm tarım ürünlerinde olduğu gibi damlama ve yağmurlama sulama, fasulye üretiminde de hem su tasarrufu açısından hem de bitkinin suyu en verimli biçimde alması açısından en iyi yöntemlerin başında gelmektedir.

Killi topraklarda sulama ve yağışlardan sonra kaymak denilen sert bir tabaka oluşabilir. Tohum ekildikten sonra sulamayla oluşan bu tabakanın tırmıkla (gıdıklama) kırılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Böylelikle tohumların kolayca çıkış yapması sağlanmış olacaktır. Ek olarak su kaybı da azaltılmış olur.

Fasulye tarımında en önemli bakım işlemi çapalama ve yabancı ot kontrolüdür. Yabancı ot kontrolü için ekim öncesi ve sonrası uygulanan ilaçlar bulunmaktadır. Bu otların büyümesi engellenirse fasulyenin topraktan aldığı besin ve suyun verimi artacaktır.



Yüksek verim elde edilmesi için hastalık ve zararlılarla mücadeleye önem verilmelidir.

Toprağın su tutma kapasitesinin artması için topraktaki organik madde miktarı gübreleme ile arttırılmalıdır.

Yem

Yonca, üçgül, fiğ ve korunga en yaygın, karasal iklime uygun yem bitkileri çeşitlerine örnek verilebilir. Korunga ekiminin büyük bir kısmı Doğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilmektedir. Bu bitkinin kök boğazına zarar vermekte olan böceklere gerekli önlemler alınırsa üretiminde verim artışı olacaktır. Ayrıca yonca üretiminde, yetiştirme tekniği yöntemlerine dikkat edilirse ve tam olarak uygulanırsa verim artacaktır. Bu konu ile ilgili uzmanların sayısı arttırılıp nitelikleri geliştirilmelidir.

Alternatif Tarım Ürünleri

Mercimek, Arpa, Nohut, Maş Fasulyesi, Sorgum

Tarım sektöründe, etkilenme sınıfında Engil ve Karasu alt havzalarının çok yüksek etki derecesi sınıfına mensup olduğu gözlenmiştir. Diğer bir taraftan da Erçek, Kapıköy ve Van alt havzaları yüksek etki derecesi sınıfında çıkmıştır. Bunun sonucunda tarım sektöründe bu alt havzaların görece yoğun bir şekilde etkilendiği ve alınacak tedbirlerin önem arz ettiği söylenebilir.

Ekosistem Sektörü Tedbirleri (EKO)

EKO-1. Su döngüsünün devamlılığını sağlayan ekosistem fonksiyonlarının korunmasına dikkat edilmelidir.

EKO 2. Ekolojik yapıyı tehdit eden ve dengeyi bozan kirliliğin önüne geçilmesi için projeler yürütülmelidir.



EKO 3. Jeotermal sahalarda çıkan sıcak ve mineralli suyun flora ve faunaya olumsuz etki etmesi dolayısıyla doğa ile etkileşiminin azaltılması için önlemler alınmalıdır.

EKO 4. Faaliyetlerden kaynaklanan egzoz gazı salınımı azaltılmalıdır. (Doğal çevrenin kimyasal yapısını etkilemekte, asit yağmurlarına neden olmaktadır.)

EKO 5. Ahlat sazlıkları ve Nemrut Krater Gölü'nde atık bertarafına özen gösterilmelidir.

EKO 6. Van Gölünün arıtılması ekolojik yapı ve o bölgede yaşayan canlılar için büyük önem arz etmektedir.

EKO 7. Bu durumda atık su artıma tesisleri oluşturulmalıdır.

Van, Ahlat ve Kuzey alt havzaları ekosistem açısından görece en yoğun etkilenen alt havzalardır.

Sanayi Sektörü Tedbirleri (SAN)

SAN-1. Üretimde daha az su kullanılan işlemler tercih edilmelidir.

SAN-2. Soğutma sistemlerinde kullanılan su tüketimine ve tasarrufuna dikkat edilmelidir.

SAN-3. Faaliyet sonucu açığa çıkan atıkların su kirliliğine neden olmasını engellemek adına projelerin geliştirilmesi önemlidir.

SAN-4. Van alüvyon akiferi üzerindeki sanayi sitesindeki atıkların yeraltı suyuna karışmasını önlemeye yönelik bariyer tasarımı ve yapımına başlanmalıdır.

SAN-5. Faaliyetlerden kaynaklanan egzoz gazı salınımı azaltılmalıdır. (Doğal çevrenin kimyasal yapısını etkilemekte, asit yağmurlarına neden olmaktadır.)

SAN-6. Madencilik faaliyeti atıklarının toprağa ve suya karışmasının önlenmesi için projeler geliştirilmelidir.



Değişik sektörlerde yapılan çalışmalarda ortaya çıkan tablo sonucunda, endüstriyel işletmelerin yüzde 75'inde yüzde 10 ile yüzde 50 arasında su tasarruf potansiyeli olduğu görülmektedir. Sanayi tesislerinde ve endüstriyel işletmelerde hiç yatırımsız veya az yatırımlı önlemlerin uygulanması ile asgari yüzde 10 oranında su tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu oran su kullanımına ve su tasarrufuna verilmesi gereken önemi gözler önüne sermektedir.

SAN-7. Sanayi tesisleri yapımı ve tasarımında “Yeşil yapı” tercih edilmeli, yeşil yapı araştırma ve uygulama çalışmaları arttırılmalıdır. Tasarımından, malzeme seçimine kadar yeşil yapılan binalar gelecekte daha az kaynakla işletilebilecektir.

SAN-8. Çevre dostu, yeşil ürünler tercih edilmelidir. Su Armatürleri, su yolu valfleri seçiminde tasarruflu ve yenilikçi ürünler tercih edilmelidir.

SAN-9. Tesis içindeki su, buhar tesisatlardaki şebeke kayıp ve kaçakları önlenmelidir.

SAN-10. Çatı ve yüzeylerde oluşacak yağmur suyunu toplama ve kullanmaya yönelik alt yapı çalışmaları yapılmalıdır.

SAN-11. Tesislerde daha az su tüketecek veya tamamen susuz çalışan kuru üretim teknolojileri, sistemleri ve prosesleri tercih edilmelidir.

SAN-12. Duşlar ve lavaboların atık su giderleri ayrı hatta toplanarak gri su arıtma sistemiyle arıtılmalı ve yeniden kullanıma sunulmalıdır.

SAN-13. Su arıtma sistemleri geliştirilmelidir. Su geri kazanım oranları arttırılmalıdır.

SAN-14. Su ve çevre bilincinin olgunlaşması için personeli, tedarikçileri ve müşteriyi dâhil ederek eğitim faaliyetlerine önem verilmelidir.

SAN-15. Fabrika bahçesi ağaçlandırılmalıdır. Yüksek kalitede değerli suyun kaynağı ormandır. Bir ağaç yılda 50m³ temiz su üretir. Su miktarının önemli bir kısmı orman alanlarından üretilmektedir.



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

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



SAN-16. Kirliliğin kaynağında önlenmesini ve kaynak tüketiminin azaltılmasını sağlayan teknolojiler tercih edilmelidir. (ör: proses optimizasyonu, atık geri kazanımı, yenilenebilir enerji, vb.)

SAN-17. Daha az kirleten ve kaynak tüketen çevre dostu ürünler (ör: biyoplastikler, su bazlı boyalar) kullanılmalıdır.

SAN-18. Kirlilik yönetimi – boru sonu önlemler alınmalıdır. (ör: arıtma, toz utucu filtre, atık depolama, vb.)

SAN-19. Kimyasal kullanım azaltılmalıdır.

SAN-20. Yıkama, durulama işlemlerinin optimizasyonu yapılmalıdır.

SAN-21. Kaplama banyolarının optimizasyonu, otomasyon gerçekleştirilmelidir.

SAN-22. Soğutmada; kapalı çevrim sistemlerin ve soğutma kulelerinin kullanılmasına, kule blöflerinin minimize edilmesine – geri kazanılmasına çalışılmalıdır.

SAN-23. Isıtmada; buhar sistemlerinin iyileştirilmesi, buhar geri kazanımı, ısı eşanjörlerinin tercih edilmesi, kazan blöflerinin minimize edilmesi faydalıdır.

SAN-24. Su sistemleri ve hatlarındaki otomasyon oranı artırılmalıdır.

SAN-25. Sanayide yer altı suyu ve diğer su kaynakları yerine arıtılmış atık suyun kullanımı teşvik edilmelidir.

SAN-26. Su ve onun kültürel değerleri korunmalıdır. İşletme bünyesinde, etkinliklerinde suyun kültürel önemini belirten şarkılar, hikayeler, dizaynlar, danslar, müzikler, sporlar, festivaller yapılmalı ve medyaya yansıtılmalıdır. Bu konuda özel sektör kadar devletimizin de görev alanları içerisine girmektedir.

SAN-27. Su kaynaklarına endüstriyel atıklar atılarak kirletilmemelidir.



SAN-28. İşletmede “Su ve Enerji Tasarruf Komitesi” oluşturularak daimi çalışması sağlanmalıdır.

Çimento Fabrikası

Yeşil bina/fabrika oluşturulması gereklidir. Üretim tesislerinde temel olarak soğutma, tozsuzlaştırma ve sulama süreçlerinde kullanılmakta olan suyun kaynakları, kuyu ve şebeke sularıdır. Tüm tesislerde tüketilen doğal kaynak sularının yeniden kullanılması amacıyla çeşitli uygulamalar hayata geçirilmelidir.

Arıtılmış suların hem çimento prosesinde kullanılması hem de yönetmeliğe uygun olarak deşarj edilmesi için atıksu arıtma tesisleri kurulmalıdır. Arıtma işleminin ardından gaz soğutma suyu olarak yeniden kullanılmalıdır. Bu yöntemle hem atık su deşarjı engellenmekte hem de su tüketimi azaltılmaktadır.

Ayrıca, yağmur suları fabrika içinde bulunan yüzey suları çökeltme havuzlarında toplanarak, katı malzemeler çöktürülerek, arıtılan su tozsuzlaştırma amacıyla kullanılmalıdır. Bu sayede tozsuzlaştırma amacı ile kullanılan doğal kaynak su miktarında büyük oranda azalma sağlanmaktadır.

Biyolojik atık su arıtma tesisleri kurulup, işlemler sonrasında sular, çevre izinlerinin atıksu deşarj kısmında belirtilen limit değeri sağladığında alıcı ortama deşarj edilmelidir.

Atık sular fosseptikte toplanıp belediyenin atık su tesislerine gönderilmelidir.

Hazır beton sürecinde oluşan atık sular ise çökeltme havuzlarında fiziksel olarak arıtılıp üretime tekrar geri verilmelidir.

Şekerpancarı Fabrikası

Üretimin arttırılması için teknik donanımsal malzemeler geliştirilmeli ve yenileri ile değiştirilmelidir.

Gelen pancar basınçlı su yerine mekanik boşaltma ile gerçekleştirilmelidir.



Yüzdürme kanalları, pancar yıkama teknesi, difüzör ve santrifüjlerdeki suların optimizasyonu yapılmalı ve arıtılıp yeniden kullanılmasını sağlayan teknolojik yersel arıtma sistemleri geliştirilmelidir.

Turizm Sektörü Tedbirleri (TUR)

- TUR-1. Otel yönetiminin su tasarrufuna öncelik verilmelidir.
- TUR-2. Duş ve tuvaletlerde su kullanımının azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması önemlidir.
- TUR-3. Otellerdeki temizliklerde suyun verimli kullanılması konusunda otel personelinin bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir.
- TUR-4. Atık sular bu sektörde de geri dönüşüm odaklı kullanılmalıdır.
- TUR-5. Van gölü sahillerindeki turistik yerleşimlerin kanalizasyon ve atık sularının göle dökülmesi engellenmelidir.

Van ve Güney alt havzaları turizm sektörü açısından görece en yoğun etkilenen alt havzalardır.

Tablo 11-11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Alt Havza
1	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Özellikle Van alt havzasının 2050 yılından sonra 2100 yılına değin bütün sektörlerin kuraklık açısından çok yüksek derecede etkilenebilir olduğu saptanmıştır. Van alt havzasında mevcut su potansiyeli 52,08 hm ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arası 9,78 hm ³ /yıl'a kadar düşmektedir. Üfusun 2050 yılına kadar öngörülen yaklaşık 1 milyonluk artışla beraber su ihtiyacı 53,08 hm ³ /yıl iken 2050-2100 yılları arasında 318,06 hm ³ /yıl'a çıkmaktadır. Özellikle içme ve kullanma suyu sektöründe WEI değerinin gelecekte 74,15'e ulaşması beklenmektedir. Van Gölü suyunun arıtılma maliyeti yaklaşık olarak 2,43 t/m ³ olarak tahmin edilmektedir. Bu durumda bölgede 2050 yılından sonra oluşacak 264,98 hm ³ /yıl'lık ekstra su ihtiyacının bir kısmının bu şekilde sağlanabileceği düşünülmektedir.	Van Gölü suyunun içme ve kullanma için artırılarak depolanması,	Kuraklık Sonrası	DSİ	Van Büyükşehir Belediyesi	2050-2100	İçme-Kullanma	Van Alt Havzası (Van)
2	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Havzanın jeotermal suyunun zengin olduğu saptanmış olup özellikle Çaldıran ve Özalp civarında jeotermal kaynaklar bulunmaktadır. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Halihazırda WEI değeri 66,99 olan Karasu alt havzasının WEI değerinin gelecekte 61,13'a düşmesi beklenmektedir. Ancak değer hala ağır su stresli sınıfında yer almaktadır.	Karasu Alt havzasındaki tarım sektöründeki verimi arttırmak için, seraçılık faaliyetleri açısından, jeotermal su ile sulama tesislerinin kurulması, jeotermal enerjiye uygun tarım sahalarının tespit edilmesi ve üretimine teşvik edilmesi,	Kuraklık Öncesi	DSİ	ETKB	2018-2050	Tarım	Karasu Alt Havzası (Van)
3	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Engil alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Halihazırda WEI değeri 60,27 olan Engil alt havzasının WEI değerinin gelecekte 93,43'e yükselmesi beklenmektedir.	Havzada tarım sektöründeki verimi arttırmak için, seraçılık faaliyetleri açısından, jeotermal su ile sulama tesislerinin kurulması, jeotermal enerjiye uygun tarım sahalarının tespit edilmesi ve üretimine teşvik edilmesi,	Kuraklık Öncesi	DSİ	ETKB	2018-2050	Tarım	Engil Alt Havzası (Van)
4	Mevcut Tesislere Ek Yeni Tesisler Kurulması	6	Erçek alt havzasının halihazırda tarım WEI değeri 41,66 iken gelecekte 46,28'e çıkması, Kapıköy alt havzasının halihazırda tarım WEI değeri 55,03 iken gelecekte 20,20'e çıkması, Van alt havzasının halihazırda tarım WEI değeri 18,93 iken gelecekte 21,1'e çıkması beklenmektedir. Havzalar WEI sınıflamasına göre su stresli grubunda yer almaktadır.	Havzada tarım sektöründeki verimi arttırmak için, seraçılık faaliyetleri açısından, jeotermal su ile sulama tesislerinin kurulması, jeotermal enerjiye uygun tarım sahalarının tespit edilmesi ve üretimine teşvik edilmesi,	Kuraklık Öncesi	DSİ	ETKB	2018-2050	Tarım	Erçek, Kapıköy ve Van Alt Havzaları (Van)

Tablo 12 11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Mudahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
5	Tarımsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Halihazırda WEI değeri 66.99 olan Karasu alt havzasının WEI değerinin gelecekte 61.13'e düşmesi beklenmektedir. Ancak değer hala ağır su stresli sınırında yer almaktadır. Tedbirin uygulanması ile 18760 ha toplam sulanan alana sahip olan Karasu alt havzasında 4298 ha'lık sulanan alanda 4.18 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Karasu Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (malçlama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağımlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklil	Tarım	Karasu Alt Havzası (Van)
6	Tarımsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Engil alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Halihazırda WEI değeri 60.27 olan Engil alt havzasının WEI değerinin gelecekte 93.43'e yükselmesi beklenmektedir. Tedbirin uygulanması ile 13372 ha toplam sulanan alana sahip olan Engil alt havzasında 9498 ha'lık sulanan alanda 4.62 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Engil Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (malçlama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağımlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklil	Tarım	Engil Alt Havzası (Van)
7	Tarımsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Erçek alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği yüksektir. Halihazırda WEI değeri 41.66 olan Erçek alt havzasının WEI değerinin gelecekte 46.28'e çıkması beklenmektedir. Tedbirin uygulanması ile 7854 ha toplam sulanan alana sahip olan Erçek alt havzasında 2514 ha'lık sulanan alanda 3.17 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Erçek Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (malçlama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağımlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklil	Tarım	Erçek Alt Havzası (Van)

Tablo 12 11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Alt Havza
8	Tarimsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Kapıköy alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği yüksektir. Halihazırda WEI değeri 55.03 olan Kapıköy alt havzasının WEI değerinin gelecekte 20.20'ye düşmesi beklenmektedir. Ancak değer hala düşük su stresli sınıfta yer almaktadır. Tedbirin uygulanması ile 1870 ha toplam sulanan alana sahip olan Kapıköy alt havzasında 946 ha'lık sulanan alanda 0.86 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Kapıköy Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (mağçılama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklili	Tarım	Kapıköy Alt Havzası (Van)
9	Tarimsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Van alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği yüksektir. Halihazırda WEI değeri 18.93 olan Van alt havzasının WEI değerinin gelecekte 2.11'e düşmesi beklenmektedir. Tedbirin uygulanması ile 12238 ha toplam sulanan alana sahip olan Van alt havzasında 7134 ha'lık sulanan alanda 1.44 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Van Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (mağçılama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklili	Tarım	Van Alt Havzası (Van)
10	Tarimsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Zilan alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği yüksektir. Halihazırda WEI değeri 8.72 olan Zilan alt havzasının WEI değerinin gelecekte 5.58'e düşmesi beklenmektedir. Ancak etkilenebilirliği yüksek sınıftadır. Tedbirin uygulanması ile 17244 ha toplam sulanan alana sahip olan Zilan alt havzasında 7134 ha'lık sulanan alanda 2.57 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Zilan Alt Havzasında, topraktaki nemin korunması (mağçılama) ve su tutma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	TOB	Süreklili	Tarım	Zilan Alt Havzası (Van)

Tablo 12 11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İlgili Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)İl/Havza
11	Tarımsal Üretimde Su Tasarrufu Sağlayacak Tekniklerin Kullanılması	3	Tarım üreticisinin doğru teknikler kullanarak sulama yapmaması sudan yapılabilecek tasarrufu engellemektedir. Karasu alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği çok yüksektir. Güney alt havzasının tarım sektöründe etkilenebilirliği yüksektir. Halihazırda WEI değeri 3.68 olan Güney alt havzasının WEI değerinin gelecekte 5.16'ya yükselmesi beklenmektedir. Ancak etkilenebilirliği yüksek sınıftadır. Tedbirin uygulanması ile 7246 ha toplam sulanan alana sahip olan Güney alt havzasında 2514 ha'lık sulanan alanda 1.39 hm ³ /yıl su tasarrufu sağlanacaktır.	Güney Alt Havzasında, toprakta ki nemin korunması (malçlama) ve su turma kapasitesinin artırılması (toprak karbon yönetimi ile organik madde miktarının artırılması) ile verimin artırılması ve suya bağımlılığın azaltılması,	Kuraklık Öncesi	Van ve Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlükleri	TOB	Süreklili	Tarım	Güney Alt Havzası (Van, Bitlis)
12	Sanayi Bölgelerinde Yağmur-Kar Suyu Hasadı	3	Yağmur Suyu Toplama Sistemlerinin Kurulması, özellikle Van alt havzasında sanayi suyunun sulama amaçlı kullanılmamasını sağlayacak sistem ile Yıllık Yağış Miktarı ve Yatay Toplama Alanına Karşılık Toplanan Ürün Miktarı eğrisinden yola çıkarak 1200 m ² çatıya sahip olan bir hanede yıllık yağış ortalaması yaklaşık 492 mm olan Van alt havzasında yıllık yaklaşık 450 m ³ /lük bir su depolama olanağı sunmaktadır. Söz konusu alt havzada sanayi ile ilgili WEI değerinin 27.71 den 31.77'ye yükselmesi beklenmektedir.	Çatı toplama alanları 500 m ² 'den büyük olan tesislerin geniş alanlarında oluşacak yağmur ve kar sularının toplanması faydalı olacaktır.	Kuraklık Öncesi	[Van BĞ]	STB	Süreklili	Sanayi	Van Alt Havzası (Van, Bitlis)
13	Sanayi Bölgelerinde Yağmur-Kar Suyu Hasadı	3	Yağmur Suyu Toplama Sistemlerinin Kurulması, özellikle Erçek alt havzasında sanayi suyunun sulama amaçlı kullanılmamasını sağlayacak sistem ile Yıllık Yağış Miktarı ve Yatay Toplama Alanına Karşılık Toplanan Ürün Miktarı eğrisinden yola çıkarak 1200 m ² çatıya sahip olan bir hanede yıllık yağış ortalaması yaklaşık 492 mm olan Van alt havzasında yıllık yaklaşık 450 m ³ /lük bir su depolama olanağı sunmaktadır. Söz konusu alt havzada sanayi ile ilgili WEI değerinin 0.39 dan, 0.47'ye yükselmesi beklenmektedir. Su stresi yok olarak görüncü de etkilenebilirlik sınıfı yüksektir.	Çatı toplama alanları 500 m ² 'den büyük olan tesislerin geniş alanlarında oluşacak yağmur ve kar sularının toplanması faydalı olacaktır.	Kuraklık Öncesi	Van BB	STB	Süreklili	Sanayi	Erçek Alt Havzası (Van, Bitlis)

Tablo 12 11 Van Gölü Havzası'nda Kuraklığın Etkilerinin Azaltılması İçin Uygulanmasında Fayda Görülen Ek Tedbirler (sürüyor)

(1)Tedbir No	(2)Tedbir Grubu	(3)İleri Hedef	(4)Açıklama	(5)Tedbir	(6)Müdahale Zamanı	(7)Sorumlu Kurum	(8)İlgili Kurum	(9)Uygulama Dönemi	(10)Sektör	(11)Alt Havza
14	Su Kullanım Sistemlerinin Geliştirilmesi	3	Soğutmada; kapalı çevrim sistemlerin ve soğutma kulelerinin kullanılmasına, kule bölgelerinin minimize edilmesine – geri kazanılmasına çalışılmalıdır. Isıtımda; buhar sistemlerinin iyileştirilmesi, buhar geri kazanımı, ısı eşanjörlerinin tercih edilmesi, kazan bölgelerinin minimize edilmesi faydalıdır. Mevcut su ihtiyacı 4058 m ³ iken 2050 yılında 6953 m ³ e çıkacak 9621 m ³ olması beklenmektedir. Uygulanacak tedbir ile 2100 yılı sonunda yıllık yaklaşık 2886 m ³ ile yüzde 30 tasarruf edilmesi beklenmektedir. Halihazırda WEI değeri 27.71 olan Van alt havzasının WEI değerinin gelecekte 31.77'ye çıkması beklenmektedir.	Sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu Van ve Erçek Alt Havzalarında sanayi tesislerinde ısıtma ve soğutma sularının daha verimli kullanılması amacıyla teknik düzenlemelerin gereksinimlerini ilgili kurumlarca belirlenmesi ve gerçekleştirilmesi,	Kuraklık Öncesi	Van ve Bitlis sanayi ve teknoloji il müdürlükleri	STB	Sürekli	Sanayi	Van Alt Havzası (Van, Bitlis)
15]	Ekosistemin Korunması İçin Buharlaştırma Önleyici Tekniklerin Kullanılması	6	Nemrut Krater Gölü'ndeki buharlaşmayı azaltmak ve seviyelerindeki düşümü engellemek adına göl yüzeyi monomoleküler filmler ile kaplanırsa %30 dan %50'ye kadar su tasarrufu sağlanabilmektedir. Film olarak en yaygın kullanılan maddeler, yağ alkolleri olan Setil (hekzadekanol) ve Stearil (oktadekanol) alkolüdür. Bunlar su molekül çıkışının çoğunu engellerken, karbondioksit ve oksijen çıkışına izin vermekte olup güneş ışınlarını geçirilmesi sebebiyle de akustik yalıtıma zarar vermediği düşünülmektedir. Aynı zamanda tatsız, kokusuz, zehirsiz ve yanıcı olmayan maddelerdir. Bu filmlerin 1-2 günde bir yenilenmesi önerilmektedir. Ek olarak, ayrı ayrı kullanıldıkları gibi karışımları da kullanılmakta ve karışımında verimi arttırdığı literatürde belirtilmektedir.	Göl yüzeyinin monomoleküler filmler ile kaplanması,	Kuraklık Öncesi, Esnası ve Sonrası	DKMP	DSİ	Sürekli	Ekosistem	Barı Alt Havzası (Bitlis)



11.5. Acil Durum Eylem Planı

Türkiye Afet Müdahale Planı'na göre afet seviyesinin belirlenmesi müdahale aşamasında önemli rol oynamaktadır. Her afet türü için bu seviyeler farklı şekilde tanımlanmakta ve bu nedenle tedbir düzeyi de değişkenlik göstermektedir. Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı'nda ise olay seviyeleri “normal ve üzeri, hafif şiddetli kurak, orta şiddetli kurak ve şiddetli kurak” olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır. Normal ve üzeri durum herhangi bir afeti ifade etmediği için seviyesi “normal” olarak belirlenmiştir. Bu noktada kuraklık derecelerinin durum sınıflandırılmasında kullanılması gerekmektedir. 2013 yılında, Küresel Su Ortaklığı (GWP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) kuraklığı izleme ve olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla yürütülen çalışmaları geliştirmek adına Entegre Kuraklık Yönetim Programı (IDMP)'ni başlatmıştır. Bu programın temel amacı “küresel düzeyde koordine bilimsel bilgi üretimi ve entegre kuraklık yönetimi için en iyi uygulamaların ve bilimsel bilginin paylaşılması sonucu politika ve yönetim rehberliği sağlayarak paydaşları her düzeyde desteklemek”tir. Bu çerçevede IDMP kuraklık indislerine göre belirlenen normal durum, ön alarm durumu, alarm durumu ve acil durum olmak üzere dört temel durum tanımlanmaktadır. Her durum göstergesi için önerilen stratejiler farklılık göstermektedir. Bu çerçevede bu çalışma kapsamında da benimsenen durum göstergeleri aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

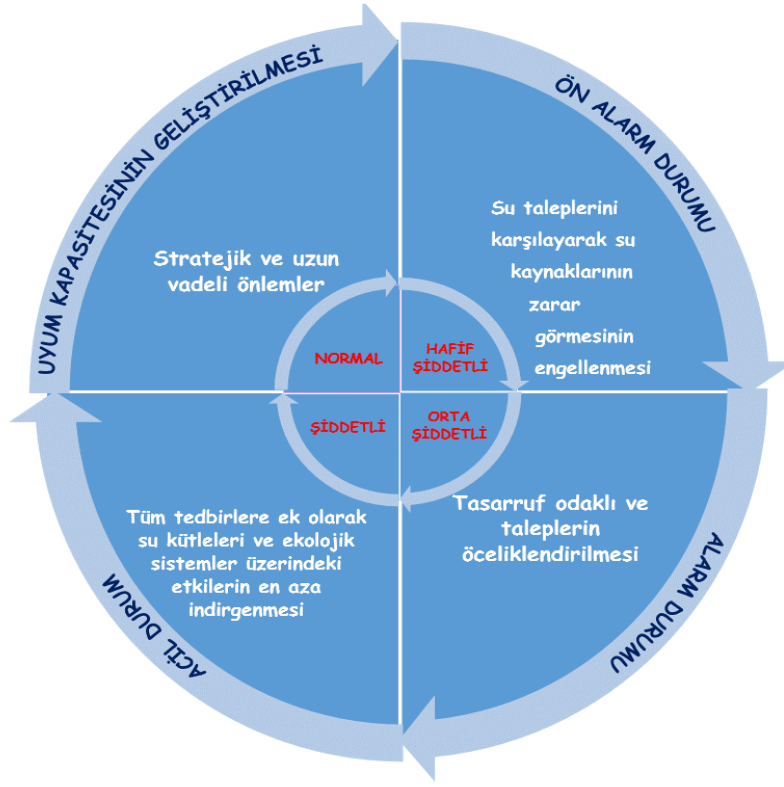
- **Normal Durum:** Bu, hidrolojik planlamanın gerçekleştiği ve stratejik ve uzun vadeli önlemlerin uygulandığı aşamadır. Bu önlemler, su verimliliği, nehir havzasının depolama ve düzenleme kapasitesini iyileştirmek için hidrolik altyapının yaygınlaştırılması, arıtılmış suyun tekrar kullanımı ve uzun periyotlarda gerçekleştirilebilecek diğer tedbirler olarak öne çıkmaktadır
- **Ön Alarm Durumu:** Buradaki amaç, eş zamanlı olarak özel kuraklık yönetim önlemlerinin etkinleştirilirken su taleplerini karşılayarak su kaynaklarının zarar görmesini önlemektir. Bunlar, çoğunlukla bilgilendirici ve kontrolü amaçlayan önlemleri ve ayrıca gönüllü su tasarruf tedbirleri kapsamaktadır.

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

Göstergeler belirlendikten sonra her bir kuraklık göstergesine karşılık gelen kuraklık derecesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu, özellikle göstergelerin fiziksel olarak tanımlanabilmesi sürecinde önem taşımaktadır. Tablo 11-12, kuraklık şiddetlerine göre olay seviyelerini ve tedbir düzeylerini göstermektedir. Şekil 11-6'de ise farklı kuraklık şiddetlerinde acil durum eylem planının uygulama süreçleri aktarılmaktadır.

Tablo 11-12 Kuraklık Şiddetine göre Olay Seviyeleri ve Tedbir Düzeyleri

Seviye	Kuraklık Şiddeti	Gösterge
1	<i>Normal ve üzeri</i>	Normal Durum
2	<i>Hafif şiddetli</i>	Ön Alarm Durumu
3	<i>Orta şiddetli</i>	Alarm Durumu
4	<i>Şiddetli</i>	Acil Durum



Şekil 11-6 Acil Durum Eylem Planı Uygulama Döngüsü

Tablo 11-13 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı

Gösterge	Kuraklık Şiddeti	Tedbir Düzeyi	Koşullar	Eylem
Normal Durum SPI> -0,99 SRI> -0,99 GWI> -0,99 PDSI> -2	Normal Durum	-	Su kaynakları yeterlidir, su kalitesi iyi durumdadır.	Tablo 12.10'da belirtilen Kuraklık Öncesi için yapılması planlanmış olan tedbirler Normal Durum'da yapılmalıdır. Bu tedbirler acil durumlarda bölgenin, bu bölgede yaşayan insanların acil durumlara karşı olan uyum kapasitesini artıracaktır.
Ön Alarm Durumu -1,49<SPI<-1 -1,49<SRI<-1 -1,49<GWI<-1 -3<PDSI<-2	Hafif Şiddetli Kuraklık	Seviye 1	Yağış miktarı yıllık ortalamanın, akarsu debileri, rezervuar ve yeraltı suyu seviyesi dönemlik ortalamanın altındadır.	<p>Kuraklıktan etkilenen çiftçilerin zararlarının karşılanması,</p> <p>Kurak dönemler için sulama planının oluşturulması</p> <p>Yağmur suyu hasadının tarımsal üretimde değerlendirilmesi</p> <p>Kurak dönemler için ürün deseni planlamalarının yapılması</p> <p>Kuraklık dönemlerinde sulama suyunun adil kullanımının sağlanması</p> <p>Kuraklık dönemlerinde gece sulamalarının yapılması</p> <p>Su ürünleri yetiştiriciliğinde kapalı devre yetiştiricilik sisteminin benimsenmesi</p> <p>Kuraklıkla birlikte ortaya çıkabilecek olan bitki ve hayvan hastalıklarına karşı mücadelenin yapılması</p> <p>Anız yangınları konusunda çiftçiler bilinçlendirilmesi ve yangınların önlenmesi,</p> <p>Nesli tükenmekte olan hayvanlarla ilgili Sivil Toplum Kuruluşları (STK) ile birlikte koruma çalışmalarının geliştirilmesi</p> <p>Kuraklık dönemlerinde yangın gözetlerinin doluluk oranının takip edilmesi ve güvence altına alınması</p> <p>Havzada yaşayan nüfusun bireysel su kullanımlarını azaltacak su verimliliği esaslarının topluma benimsetilmesi</p>

Tablo 11-14 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı (devamı)

Gösterge	Kuraklık Şiddeti	Tedbir Düzeyi	Koşullar	Eylem
				Su ücretlendirme politikalarının kuraklık dönemlerinde revize edilmesi
Alarm Durumu -1,99<SPI<-1,5 -1,99<SRI<-1,5 -1,99<GWI<-1,5 -4<PDSI<-3	Orta Şiddetli Kuraklık	Seviye 2	Su kaynaklarındaki miktar azalmakta (WEI su potansiyelindeki değişim nedeniyle yükselmekte) ve su kalitesi mevcut durumun bir derece altına inmektedir.	Kuraklıktan etkilenen çiftçilerin zararlarının karşılanması
				Kurak dönemlerde hayvan transferinin gerçekleştirilmesi
				Kurak dönemlerde ikinci ürün üretiminin sınırlandırılması
				Kuraklık dönemlerinde sulama suyunun adil kullanımının sağlanması
				Kuraklık dönemlerinde gece sulamalarının yapılması
				Kuraklıkla birlikte ortaya çıkabilecek olan bitki ve hayvan hastalıklarına karşı mücadelenin yapılması
				Anız yangınları konusunda çiftçiler bilinçlendirilmesi ve yangınların önlenmesi,
				Kuraklık dönemlerinde yangın gözetlerinin doluluk oranının takip edilmesi ve güvence altına alınması
				Su ücretlendirme politikalarının kuraklık dönemlerinde revize edilmesi
Kuraklık dönemlerinde baraj işletme eğrilerinin yükseltilmesi				
Acil Durum SPI< -2 SRI< -2 GWI< -2 PDSI< -4	Şiddetli Kuraklık	Seviye 3	Su miktarında ve kalitesinde sürekli bir düşüş gözlenmektedir. WEI su potansiyelindeki azalmadan kaynaklı olarak sürekli kritik seviyededir ve su kalitesi alarm durumundakinin de bir derece altına inmiştir.	Kuraklıktan etkilenen çiftçilerin zararlarının karşılanması
				Kurak dönemlerde hayvan transferinin gerçekleştirilmesi
				Kurak dönemlerde ikinci ürün üretiminin sınırlandırılması
				Kuraklık dönemlerinde sulama suyunun adil kullanımının sağlanması
				Kuraklık dönemlerinde gece sulamalarının yapılması
				Daha az suya ve oksijene ihtiyaç duyan balık türlerinin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması
				Kuraklıkla birlikte ortaya çıkabilecek olan bitki ve hayvan hastalıklarına karşı mücadelenin yapılması

Tablo 11-15 Van Gölü Havzası Acil Durum Eylem Planı (devamı)

Gösterge	Kuraklık Şiddeti	Tedbir Düzeyi	Koşullar	Eylem
				Anız yangınları konusunda çiftçiler bilinçlendirilmesi ve yangınların önlenmesi,
				Kuraklık dönemlerinde yangın gözetlerinin doluluk oranının takip edilmesi ve güvence altına alınması
				Turistik su kullanımlarının acil kuraklık durumlarında insani tüketim amacıyla kullanılması
				Su ücretlendirme politikalarının kuraklık dönemlerinde revize edilmesi
				Acil kuraklık durumlarında sorun yaşayan beldelere tankerlerle su taşınması,
				Acil kuraklık durumlarında su kıtlığı yaşanan beldelerde rotasyon uygulanması
				Kuraklık dönemlerinde baraj işletme eğrilerinin yükseltilmesi

11.6. Acil Durum Eylem Planının İzlenmesi, Değerlendirilmesi ve Güncellenmesi

İzleme:

1. Kuraklığın izlenmesi:

Hedeflere ulaşılmasına ilişkin gelişmelerin belirli bir sıklıkla raporlanması, ilgili taraflar ile kurum içi ve kurum dışı mercilerin süreci izleme ve değerlendirmesine katkı sağlayacaktır. Performans göstergelerine dayalı olarak hazırlanacak raporlama, izleme faaliyetinin temel aracıdır ve tarafsız olarak hazırlanması beklenmektedir. Raporlama sistemi ilgili kurumların gelişme ve değerlendirme raporlarını kapsayacaktır. Tarımsal Kuraklık İzleme Çalışmaları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından, Meteorolojik Kuraklık İzleme Çalışmaları Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından, Hidrolojik Kuraklık İzleme Çalışmaları Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılacak olup izleme ve değerlendirme konusundaki mevcut mevzuat geliştirilecektir.



Kuraklık öncesi izleme çalışmaları özellikle erken uyarı sisteminin işlerliğinin sağlanması bakımından önem taşımaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile yapılan görüşme sonucunda meteorolojik anlamda gelecek kuraklık dönemleri MGM tarafından çalıştırılan modeller yardımıyla belirlendiği öğrenilmiştir. Fakat bu modellerin çıktıları yalnızca meteorolojik kuraklığı ve uzun dönem SPI üzerinden tarımsal kuraklığı analizini yapıp tahminler gerçekleştirebilmektedir. Bu tahminler yayınlanarak gerekli kurum ve kuruluşların bunlardan yararlanması önlemleri alması sağlanmaktadır. Fakat meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklığın birlikte aynı anda aktarılabilirdiği birçok bileşenin ve etkenin birlikte izlendiği bütüncül bir sistemin varlığı toplumun kuraklık afetine karşı daha hazırlıklı hale gelmesini sağlayacaktır. Kurulacak erken uyarı sistemiyle duruma müdahale edecek olan, önlem alacak kurumların tepki süresi kısılacaktır. Erken uyarı sisteminde meteorolojik verilerin yanı sıra aşağıdaki etkenlerde takip edilmelidir.

- Yeraltı suyu seviyesi,
- Barajlardaki doluluk oranı,
- Su kullanımları,
- Yüzey sularındaki su miktarındaki azalma,
- Su kalitesi,
- Toprak nemi,
- Tarımsal rekolte.

2. Planın izlenmesi:

Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi kapsamında oluşturulan eylem planının izleme ve değerlendirmesi SYGM tarafından yapılacaktır. İzleme çalışmaları 6 ayda bir Tablo 11-10'da belirtilen tedbirlerin sorumlu kurumlar tarafından hayata geçirilmesi konusunda hangi aşamada olduklarını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda bütün kurumlara SYGM tarafından 6 ayda bir tedbir bazında yapılan uygulamaların mevcut durumu, geleceğe yönelik planlamaları ve ilgili fizibilite çalışmaları sorulmaktadır.



3. Kuraklık sonrası izleme:

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

Değerlendirme:

Değerlendirme çalışmaları kuraklık ardından yönetim planının veriminin değerlendirilmesini ifade etmektedir. Bu doğrultuda Tablo 11-10'da yer alan tedbirlerin ne kadar sağlıklı uygulandıkları ortaya konmakta ve planın güçlü ve zayıf yönleri belirlenmektedir. Değerlendirme çalışmaları güncelleme çalışmalarının altlığını oluşturmaktadır. Normal koşullarda planın sorumlu kurumlarca uygulama süreçlerinin değerlendirilmesinin yanı sıra kuraklık sonrasında önerilen eylemlerin uygulama verimleri de bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda kuraklık sonrası süreçlerde kuraklık zararlarına ilişkin hasar tespit çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir ve bunun için aşağıdaki eylemlerin uygulanması öngörülmektedir:

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



Güncelleme:

Değerlendirme çalışmalarının çıktıları sonucunda kuraklık yönetim planının periyodik olarak güncellenmesi gerekmektedir. Güncelleme çalışmaları erken uyarı sisteminin değişen sosyo-ekonomik, çevresel, iklimsel ve coğrafi koşullara uyumlu hale gelmesini amaçlamaktadır. Bu noktada planın sürdürülebilirliğinin sağlanmasındaki en önemli eylemin güncelleme çalışmaları olduğu belirtilmelidir. Güncelleme çalışmaları kapsamında SYGM tarafından 6 yılda bir aşağıdaki çalışmaların yürütülmesi öngörülmektedir:

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

Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı kapsamında belirtilen çalışmaların yönlendirilmesi ve desteklenmesini “Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu” gerçekleştirecektir. Kuraklık Yönetim Planının uygulanmasının izlemesi, değerlendirilmesi; planların hazırlanması, gözden geçirilmesi ve güncellenmesi sürecinde halkın bilgiye erişiminin, görüşlerinin alınması ve aktif katılımın sağlanması görevleri, havza düzeyinde “Van Gölü Havzası Havza Yönetim Heyeti” tarafından SYGM’nin koordinatörlüğünde gerçekleştirilecektir. Bu doğrultuda HYH’nin kuraklık yönetim planının uygulanmasına ilişkin süreçlerde sorumlulukları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- Paydaşlar arası koordinasyon ve veri aktarımının sağlanması,
- Periyodik durum değerlendirme toplantılarının düzenlenmesi,



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

Kuraklık Yönetim Planının il bazında uygulanması ise “Van, Bitlis İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları” tarafından sağlanacaktır.

BÖLÜM 13

KURAKLIK VERİ TABANI VE WEB UYGULAMASI

12.1. Giriş

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



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

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



- 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
- AĞİ, Kuyu ve Baraj Noktaları (SRI, SGI ve SRSI Hesapları için)
- Meteoroloji Verileri (Aylık Yağış, Sıcaklık ve Nem)
- Hesaplanan Kuraklık İndisler (SPI, Palmer, SPEI, PNI, Ondalıklar)
- Hesaplanan Kuraklık Olasılıkları (SPI, Palmer, SPEI, PNI, Ondalıklar)

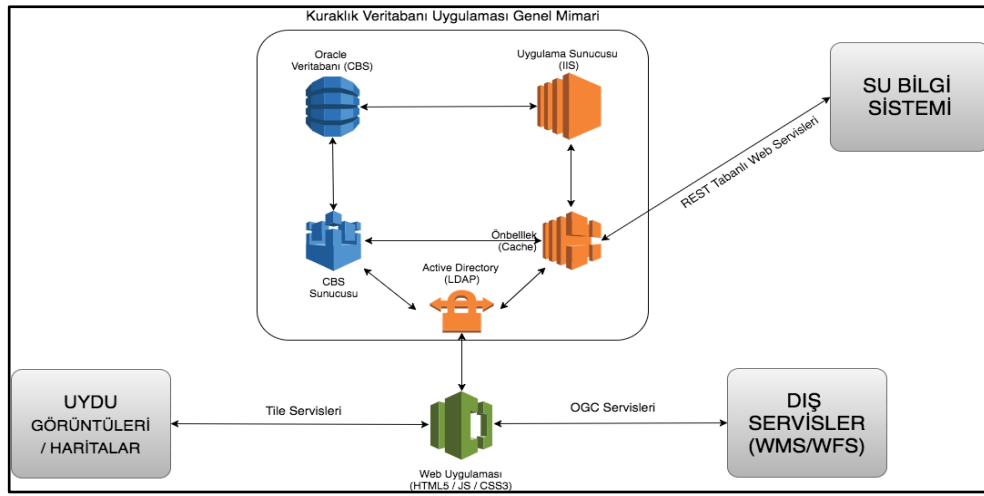
Yukarıdaki veriler aynı zamanda Bakanlık Bilgi İşlem Dairesince temin edilen 172.16.1.230 IP'li sunucuda Oracle ve ArcSDE veritabanı üzerinde de saklanarak geliştirilen Web Uygulamasının alt yapısını oluşturmaktadır.

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

- 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 bileşenler (komponentler) ve geliştirilen yazılımlar Bilgi İşlem tarafından denetlenmiş ve onaylanmıştır.



Şekil 12-1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisi

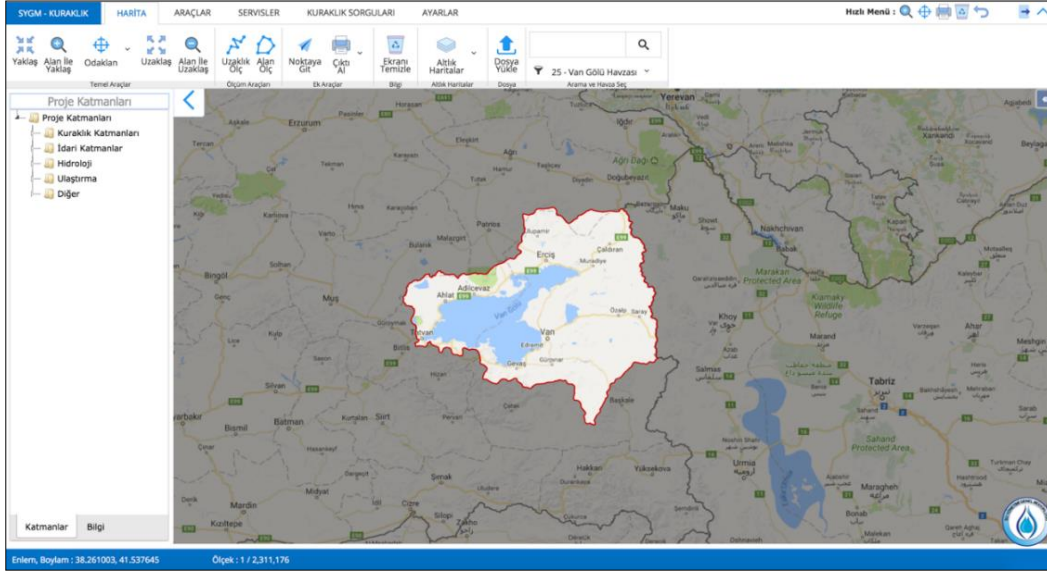
Geliştirme süresince mevcut teknolojilerden olan Servis Tabanlı Mimari benimsenmiş ve AGİLE geliştirme teknikleri ile sürekli olarak Kuruma dönüşler yapılmıştır. Böylelikle geliştirilen yazılımın daha stabil ve hızlı olması sağlanmaktadır. Geliştirilen web uygulamasının genel mimarisi Şekil-1'de gösterilmektedir.

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.

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

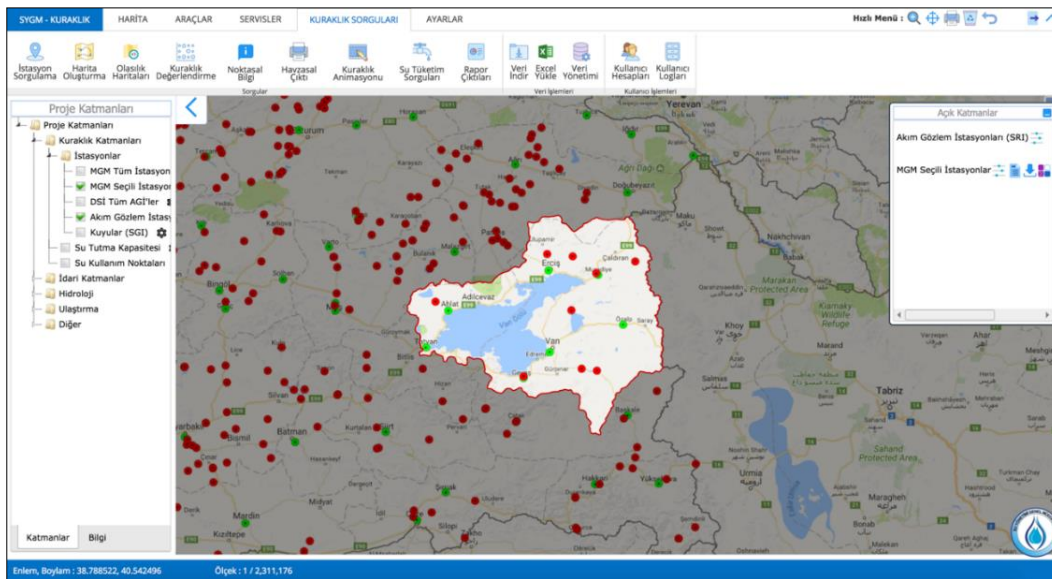
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

- *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 12-2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü

Uygulamanın en önemli kısmı şüphesiz “Kuraklık Sorgularının” olduğu kısımdır. Bu kısımlar ilgili ekran görüntüsüne Şekil 12-3'ten ulaşabilirsiniz.

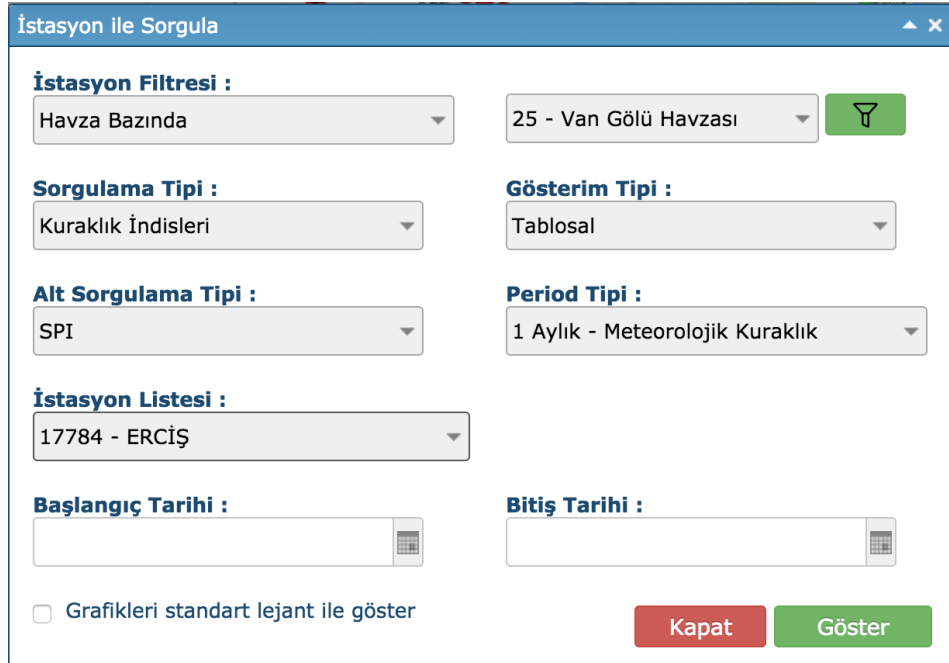


Şekil 12-3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi

Şekil 12-3'te görüleceği üzere "Kuraklık Sorguları" sekmesinde aşağıdaki önemli alt menüler bulunmaktadır.

12.2. 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, indis hesaplamaları, olasılık hesaplamaları gibi çıktılar tablosal ve grafiksel olarak kullanıcılar tarafından kullanılabilir. (Bkz: Şekil 12-4).



İstasyon ile Sorgula

İstasyon Filtresi :
Havza Bazında
25 - Van Gölü Havzası

Sorgulama Tipi :
Kuraklık İndisleri

Gösterim Tipi :
Tablosal

Alt Sorgulama Tipi :
SPI

Period Tipi :
1 Aylık - Meteorolojik Kuraklık

İstasyon Listesi :
17784 - ERCİŞ

Başlangıç Tarihi :

Bitiş Tarihi :

Grafikleri standart lejant ile göster

Kapat Göster

Şekil 12-4 İstasyon Sorgulama Ekranı

Bu ekran ile hem tablosal hem de grafiksel sorguların çıktıları alınabilmektedir. Şekil 12-5 ve Şekil 12-6'dan da görülebileceği üzere hesaplanan indisler 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.

İstasyon Sorgu Sonuçları : ERCİŞ (17784) İstasyonu SPI-3 Aylık

Excel | PDF Kolon Aç/Kapa

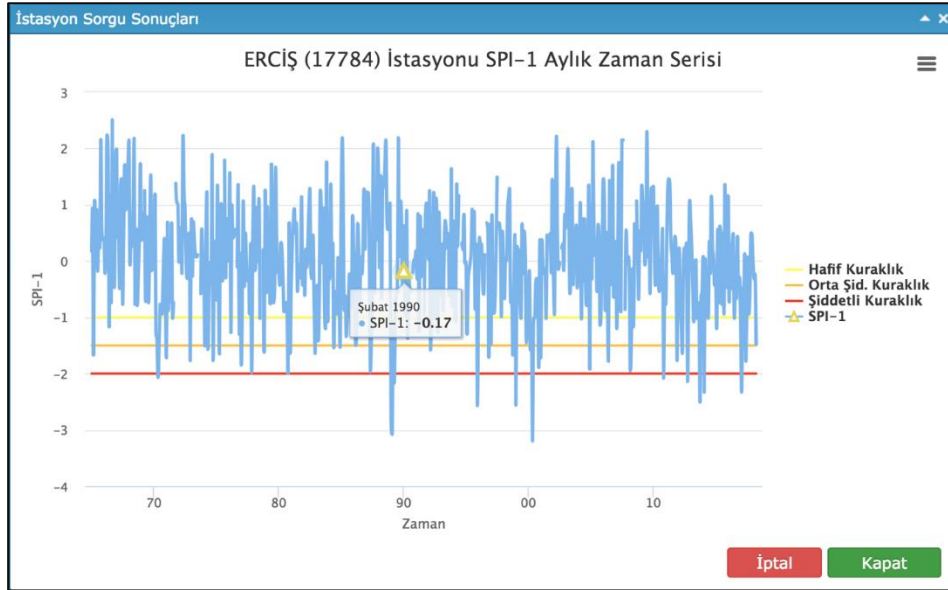
Gruplamak için bir kolonu buraya sürükleyin

ID	İstasyon ID	İndis Tipi	Ay	Yıl	Period	İndis Değeri
9309774	17784	SPI	Mart	1974	3 Ay - Met. Kurak.	-0.62
9309780	17784	SPI	Nisan	1974	3 Ay - Met. Kurak.	0.46
9309786	17784	SPI	Mayıs	1974	3 Ay - Met. Kurak.	0.24
9309792	17784	SPI	Haziran	1974	3 Ay - Met. Kurak.	-0.14
9309798	17784	SPI	Temmuz	1974	3 Ay - Met. Kurak.	-1.43
9309804	17784	SPI	Ağustos	1974	3 Ay - Met. Kurak.	-0.84
9309810	17784	SPI	Eylül	1974	3 Ay - Met. Kurak.	1.5
9309816	17784	SPI	Ekim	1974	3 Ay - Met. Kurak.	0.38
9309822	17784	SPI	Kasım	1974	3 Ay - Met. Kurak.	0.44
9309828	17784	SPI	Aralık	1974	3 Ay - Met. Kurak.	-1.12

Sayfaya Git: 12 Satır Sayısı: 10 111-120 / Toplam : 640

İptal Kapat

Şekil 12-5 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Tablosal Gösterimi



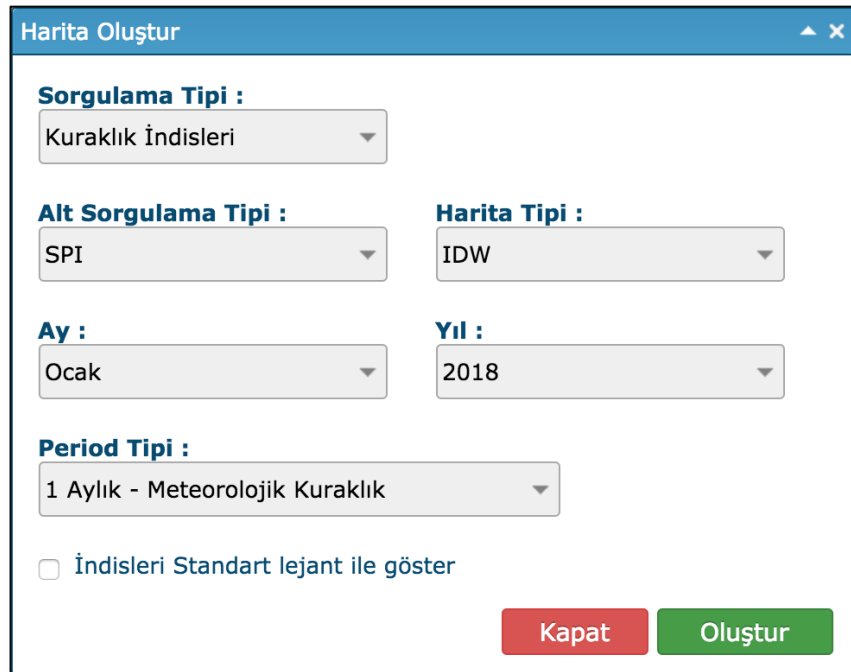
Şekil 12-6 Seçilen İstasyonun SPI – 1 Aylık Çıktılarının Çizgisel Grafik Olarak Gösterimi

12.3. Harita Oluşturma

Harita oluşturma ekranı (Şekil 12-7) ile noktasal bazda oluşturulan indis ve meteorolojik çıktıların çeşitli interpolasyon teknikleri ile tüm havzaya ya da Türkiye'ye dağıtılması sağlanmıştır. Proje kapsamında kurumun görüşleri neticesinde

- IDW (Inverse Distance Weight)
- 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 indisin 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

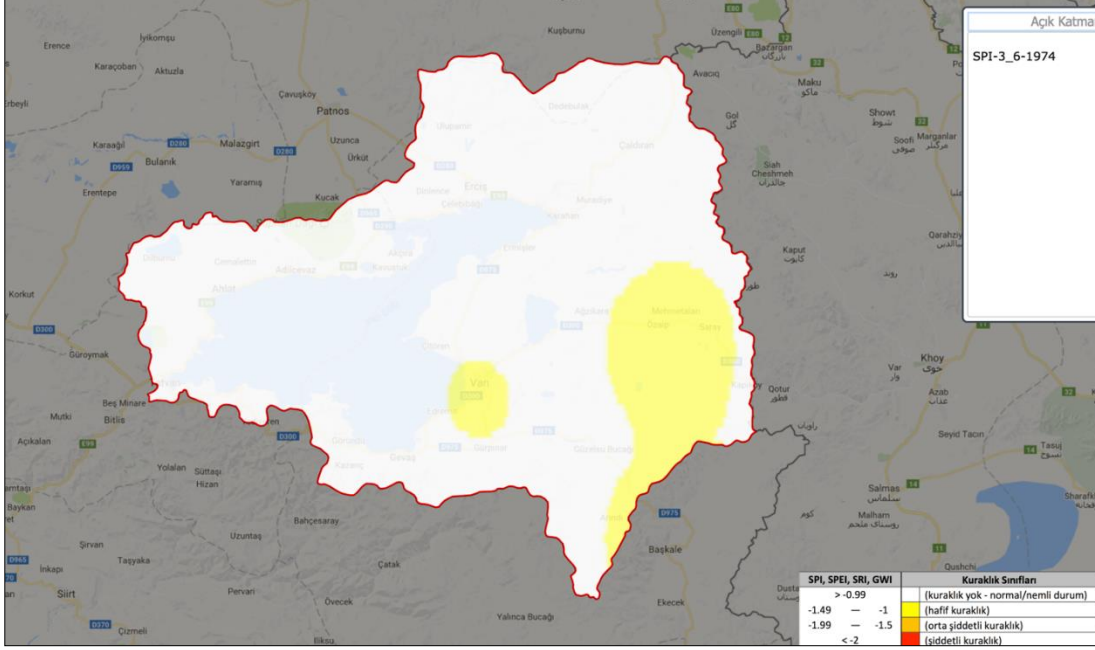
Period Tipi : 1 Aylık - Meteorolojik Kuraklık

İndisleri Standart lejant ile göster

Kapat Oluştur

Şekil 12-7 Harita Oluşturma Ekranı

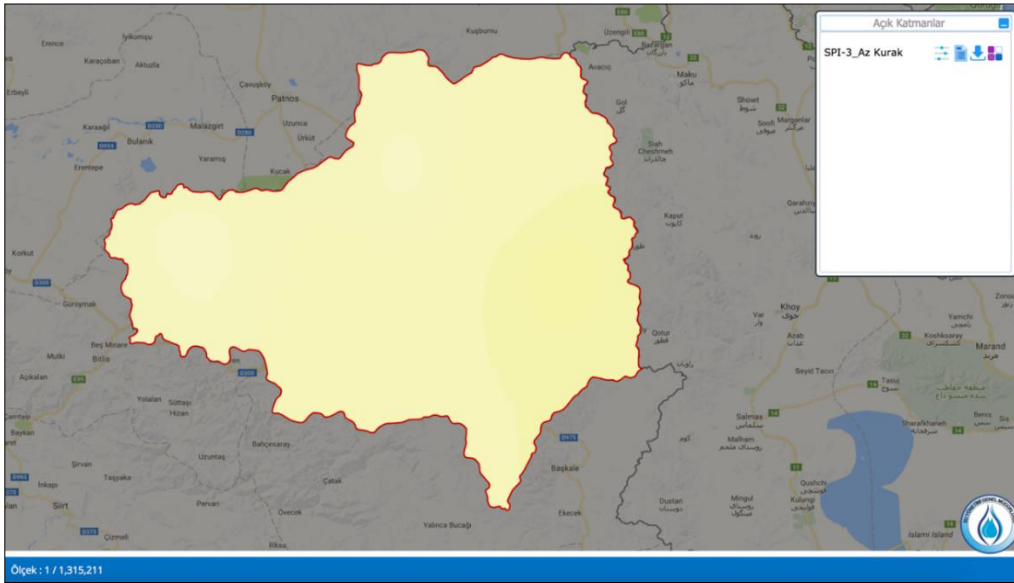
Bu ekrandan oluşturulan haritalar Şekil 12-8'deki gibi harita üzerinde lejantı ile birlikte gösterilmektedir. Görüldüğü üzere haritalar için sadece havza içindeki değil etrafındaki istasyonlar da kullanılarak dağılımın daha düzgün olması hedeflenmiştir.



Şekil 12-8 Haziran 1974'teki SPI-3 Aylık İndisin IDW ile gösterimi

12.3.1. Olasılık Haritaları

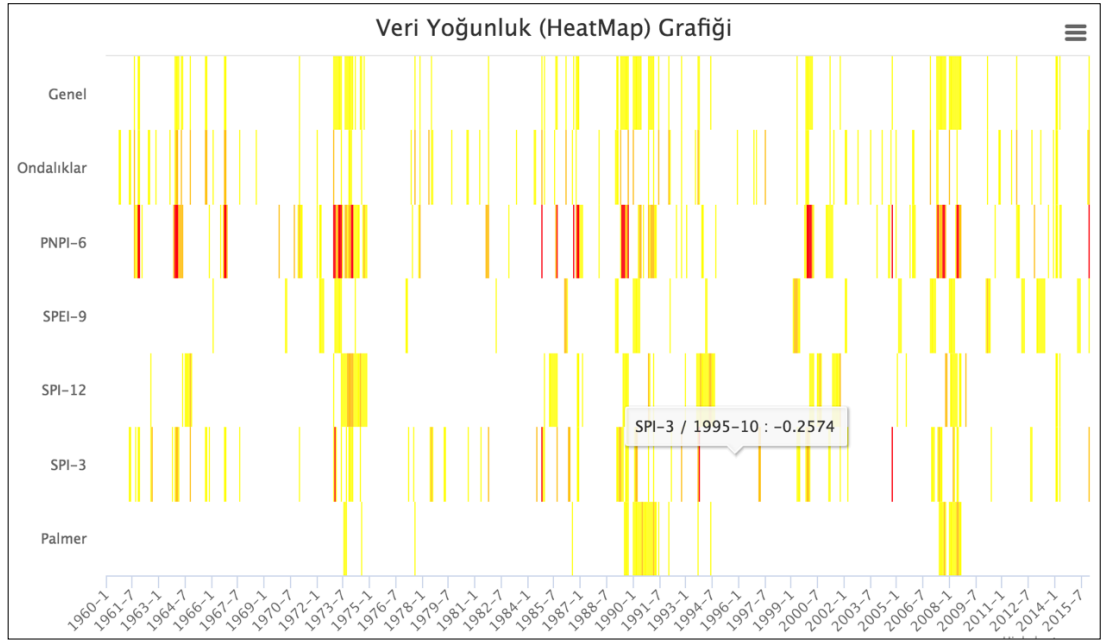
Olasılık Haritaları ekranı ile tüm indislerin çıktısı olarak hesaplanan Kuraklık Oluşma Olasılıkları (Riskler) istasyon bazından interpolasyon ile dağıtılarak havza ya da Türkiye bazında haritaların oluşturulması sağlanmıştır. Örnek bir olasılık haritası grafiğine Şekil 12-9'dan ulaşabilirsiniz.



Şekil 12-9 Olasılık (Az Kurak olma durumu) Haritası

12.4. Kuraklık Değerlendirme

Bu sorgulama ile kurum ile birlikte seçilen 6 Kuraklık İndisinden “Bütünleşik İndis” oluşturulması hedeflenmiştir. Palmer (scPDSI), SPI-3, SPI-12, SPEI-9, PNPI-6 ve Ondalıkları indisleri seçilerek bir ortak indis ile havza bazında bir kuraklık indisi oluşturulmaktadır. Böylelikle kuraklık ifadesi daha anlatılabilir hale getirilmiştir. Bu sorgunun çıktısına Şekil 12-10’dan erişebilirsiniz.



Şekil 12-10 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı

12.5. Noktasal Bilgi

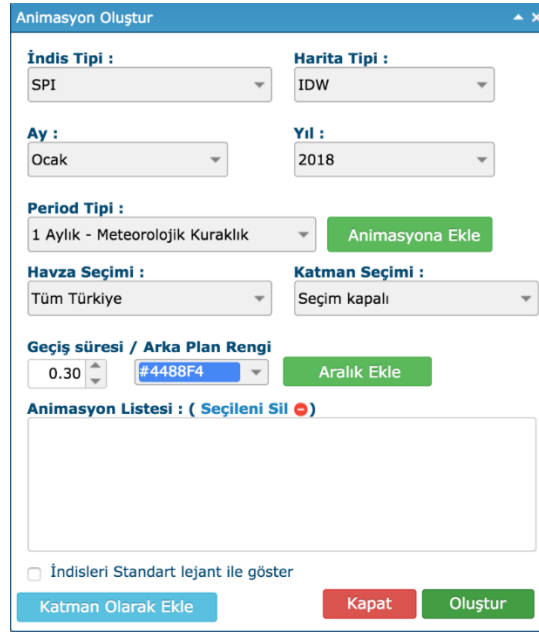
Bu sorgu ile harita (kuraklık şiddet ya da olasılık haritaları) üzerindeki noktaların tekil olarak değerinin gösterilmesi hedeflenmiştir. Böylelikle tek bir nokta üzerindeki kuraklık şiddeti ya da olasılığı ile ilgili değeri bu sorgulama sonucundan alınabilmektedir.

12.6. 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.

12.7. Kuraklık Animasyonu

Bu özellik (Şekil 12-11) ile seçilen kuraklık indisi, 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.



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 12-11 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı

12.8. Su Tüketimi 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.

12.9. Veri İndirme

Bu ekran ile 1. Kısımındaki “İstasyon Sorgulama” ekranındaki tüm verilerin çoklu seçim ile Excel formatında indirilebilmesi sağlanmaktadır. Böylelikle hem meteorolojik verilerin hem de indis verilerinin farklı analizlerde kullanılabilmesi sağlanmaktadır.



T.C. TARIM VE ORMAN BAKANLIğI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIğI



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

Genel olarak bakıldığında proje kapsamında tüm dünyada geçerli olan en mevcut 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.



KAYNAKLAR

- Allen et al. (1998). Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration —guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Bloomfield, J. P., & Marchant, B. P. (2013). Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach. *Hydrol. Earth Syst. Sci*, 17, 4769–4787.
- Giles, A. R., Perry, A. H. (1998) ‘The use of a temporal analogue to investigate the possible impact of projected global warming on the UK tourist industry’, *Tourism Management*, 19, 1, 75–80.
- Guttman, N.B. (1999). Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, John Wiley & Sons, 35 (2): 311–322. doi:10.1111/j.1752-1688.1999.tb03592.x.
- Desmond Ofosu Anim ve diğ. (2013). Evaluation of NDVI Using SPOT-5 Satellite Data for Northern Ghana, *Environmental Management and Sustainable Development*, ISSN 2164-7682
- Hayes, M. J. (2006). Drought indices. <<http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm>>
- Holben, B. N. (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1417±1434.
- Ilgar, R. (2010). Çanakkale’de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi. <<http://e-dergi-marmara.dergipark.gov.tr/download/article-file/3218>>
- ISRIC, International Soil Reference and Information Centre, toprak veri tabanı, <https://soilgrids.org>
- Lajos, B. (2008). Debreceni Egyetem a TÁMOP 4.1.2 pályázat keretein belül, http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_talajtan/ch07s05.htm
1
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on*



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

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Applied Climatology, Anaheim, Calif. 17– 22 January 1993. American Meteorological Society.

Mekonnen, M. M., Hoekstra A. Y. and Becht R. (2010). Mitigating the Water Footprint of Export Cut Flowers from the Lake Naivasha Basin, Kenya. Doi: 10.1007/s11269-012-0099-9

NDMC (2006c). Monitoring drought. The Standardized Precipitation Index. Interpretation of SPI Maps. National Climatic Data Center. <<http://www.drought.unl.edu/monitor/interp.htm>>

NDMC (2011). Vegetation Drought Response Index. National Climatic Data Center. <http://drought.unl.edu/vegdiri/VegDRI_Main.htm>.

Quiring, S.M. (2009). Monitoring drought: An evaluation of meteorological drought indices. Geography Compass, 3(1): 64–88. doi:10.1111/j.1749-8198.2008.00207.x.

Peters, A. J., Walter-Shea E. A., Vina, L. J. A., Hayes, M. & Svoboda, M. D. (2002). Drought Monitoring with NDVI-Based Standardized Vegetation Index. <http://info.asprs.org/publications/pers/2002journal/january/2002_jan_71-75.pdf>

Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium: NASA SP-351 I, 309-317.

Sevim ,B., Zeydan,Ö., İklim Değişikliğinin Türkiye Turizmüne Etkileri, Çeşme Ulusal Turizm Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir, s. 701-710, 2007

Shen ve diğ. (2015). Regional drought assessment using a distributed hydrological model coupled with Standardized Runoff Index, Remote Sensing and GIS for Hydrology and Water Resources (IAHS Publ. 368, 2015), 397-402, doi:10.5194/piahs-368-397-2015

Shukla ve Wood (2008). Use Of A Standardized Runoff Index For Characterizing Hydrologic Drought, Geophysical Research Letters, VOL. 35, L02405, doi:10.1029/2007GL032487

Steinemann, A.C., Hayes, M.J., and Cavalcanti, L. (2005). Drought indicators and triggers. Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 71–92.

SYGM (2015). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi II. Ara Rapor. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.



Şahin, Ü., Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi (İPM).

The GreenLeaf Project, <http://greenleaf.unl.edu/>

Türkeş, M. (2014). Kuraklık Olaylarının İklim Değişikliği ve Çölleşme Açısından Önemi ve Türkiye'deki 2013- 2014(?) Kuraklığının Sinoptik Klimatolojik/Meteorolojik ve Atmosferik Bağlantıları.

USGS (2016). USGS Uydu Görüntüleri Veri Tabanı, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Uyanık, N., Sarı, M. (2011). Cumhuriyet Döneminde Yaşanan Kuraklık Felaketleri Üzerine Bir Değerlendirme. Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırmalar Dergisi 5, 141-176.

Weier, John and Herring, David (2000). "Measuring Vegetation (NDVI & EVI), <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>

World Meteorological Organization (WMO) (2009). Lincoln declaration on drought indices. World Meteorological Organization http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/meetings/wies09/documents/Lincoln_Declaration_Drought_Indices.pdf

World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP) (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. Geneva

Zargar, A., R. Sadiq, B. Naser and F.I. Khan (2011). A review of drought indices. Environmental Reviews, 19:333–349