



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



KUZEY EGE HAVZASI **KURAKLIK YÖNETİM PLANI**



CİLT I: HAVZANIN GENEL TANITIMI VE **KURAKLIK ANALİZLERİ**

ANKARA, 2018



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





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



KUZEY EGE HAVZASI **KURAKLIK YÖNETİM PLANI**



CİLT I: HAVZANIN GENEL TANITIMI **VE KURAKLIK ANALİZLERİ**

ANKARA, 2018



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



İÇ bu rapor, Orman ve Su İŞleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından
Yüklenici Yaşlıoğlu İnşaat ve Ticaret Ltd. Őti. firmasına hazırlattırılmıŐtır.



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



SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

GENEL MÜDÜR

Dr. Bülent SELEK

GENEL MÜDÜR YARDIMCISI

Hüseyin AKBAŐ

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Daire BaŐkanı

Maruf ARAS

KURAKLIK YÖNETİMİ ŐUBE MÜDÜRLÜĞÜ

Ahmet Murat ÖZALTIN	Őube Müdürü
Bahadır ÖZÇAM	Mühendis
Bilal KİRMENCİOĞLU	Uzman
Mustafa Berk DUYGU	Uzman
Yeliz SARICAN	Uzman
Çiğdem GÜRLER	Uzman
Eser BORA	Uzman Yrd.
Mehmet Murat KALI	Mühendis
Halil Emre KIŐLİOĐLU	Mühendis



PROJE EKİBİ

Ruşen YAŞLIOĞLU	Genel Müd. İnşaat Mühendisi
Gökhan YAŞLIOĞLU	Genel Koordinatör
Gürkan URAY	Proje Müd. İnşaat Yük. Mühendisi
Ayçiçek YAŞLIOĞLU	İnşaat Mühendisi
Muammer ERYILDIRIM	Ziraat Mühendisi
Mustafa YILDIZHAN	Çevre Mühendisi
Ziyaattin DURMAZ	Meteoroloji Mühendisi
Gürhan RAHMİ KOÇBAY	Jeoloji Mühendisi
Burak BULUT	Proje Uzm. İnşaat Yük. Mühendisi
Dr. Hale DEMİRTEPE	Proje Uzm. Çevre Yük. Mühendisi
Nazlı Barçın DOĞAN	Proje Uzm. Çevre Mühendisi
Mehdi HÜSAMİ AFŞAR	Proje Uzm. İnşaat Yük. Mühendisi
Alper ÖNEN	Proje Uzm. İnşaat Yük. Mühendisi
Tuğkan TANIR	Proje Uzm. Çevre Mühendisi
Nilay DOĞULU	İnşaat Yük. Mühendisi
Eren DÜZENLİ	İnşaat Yük. Mühendisi
Nuri Erhan ERSOY	Jeoloji Mühendisi
Volkan TANRIKULU	İnşaat Mühendisi

MÜŞAVİR ÖĞRETİM ÜYELERİ

Doç. Dr. M. Tuğrul YILMAZ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Emre ALP	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. A. Ünal ŞORMAN	Yakın Doğu Üniversitesi
Prof. Dr. Süleyman KODAL	Ankara Üniversitesi



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	V
KISALTMALAR	İX
TABLolar LİSTESİ	Xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	1-1
TANIMLAR	1-5
1. GİRİŞ	1-1
1.1. YETKİ	1-4
1.2. MAKSAT	1-4
1.3. KAPSAM	1-4
1.4. TEMEL İLKELER	1-7
1.5. SORUMLULUK	1-7
1.6. HEDEFLER	1-7
2. KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI	2-1
2.1. KUZEY EGE HAVZASI	2-1
2.1.1. Yerleşim Yerleri.....	2-3
2.1.2. Coğrafi ve Topografik Durum	2-5
2.1.3. Genel Jeoloji.....	2-7
2.1.4. Toprak Yapısı ve Türleri	2-8
2.1.5. Fiziksel Drenaj Özellikleri	2-10
2.2. DEMOGRAFİK VE SOSYO-EKONOMİK YAPı	2-11
2.2.1. Nüfus	2-11
2.2.2. Eğitim ve Sağlık	2-13
2.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum.....	2-15
2.2.3.1. Tarım	2-18
2.2.3.2. Hayvancılık	2-22
2.2.3.3. Sanayi	2-23
2.2.3.4. Madencilik.....	2-24
2.2.4. Kültürel Alanlar ve Turizm.....	2-24
2.2.5. Ekosistem	2-25



2.2.5.1.	Flora	2-26
2.2.5.2.	Fauna	2-26
2.2.5.3.	Ormanlar.....	2-28
2.2.5.4.	Milli Parklar	2-29
2.2.5.5.	Tabiat Koruma Alanları	2-30
2.3.	İKLİM VE YÜZEYSEL SU KAYNAKLARI	2-33
2.3.1.	İklim	2-33
2.3.1.1.	Meteoroloji İstasyonları	2-33
2.3.1.2.	Yağış.....	2-36
2.3.1.3.	Sıcaklık.....	2-38
2.3.1.4.	Buharlaştırma.....	2-39
2.3.1.5.	Nisbi Nem	2-40
2.3.1.6.	Rüzgâr	2-41
2.3.1.7.	Güneşlenme Süresi.....	2-42
2.3.1.8.	Radyasyon	2-43
2.3.2.	Yüzeysel Su Kaynakları – Alt Havzalar	2-44
2.3.2.1.	Hidrometrik Gözlem İstasyonları.....	2-47
2.3.2.2.	Baraj, Gölet ve Depolamalar	2-50
2.3.2.3.	Sulama Tesisleri	2-54
2.3.2.4.	Yüzeysel Su Potansiyeli	2-58
2.3.2.5.	Yüzeysel Suların Su Kalitesi.....	2-59
2.4.	HAVZA HİDROJEOLOJİSİ VE YERALTI SU	
KAYNAKLARI	2-64	
2.4.1.	Havza Genel Hidrojeolojisi	2-64
2.4.2.	Alt Havzalar Hidrojeolojisi	2-71
3.	KURAKLIK ANALİZLERİ	3-1
3.1.	KURAKLIK RİSK YÖNETİMİ VE KURAKLIK ANALİZİ.....	3-1
3.1.1.	Kuraklık Analizleri Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-2
3.1.2.	İndikatörlerin ve İndekslerin Seçimi	3-6



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



3.1.3.	Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-8
3.2.	EĞİLİM ANALİZLERİ	3-9
3.2.1.	Meteorolojik Eğilim Analizleri	3-10
3.2.1.1.	Yağış Eğilimleri	3-11
3.2.1.2.	Sıcaklık Eğilimleri	3-14
3.2.1.3.	Buharlaşma Eğilimleri	3-17
3.2.2.	Hidrolojik Eğilim Analizleri	3-20
3.2.2.1.	Akım Eğilimleri	3-20
3.2.2.2.	Yeraltı Suyu Eğilim Analizleri.....	3-23
3.3.	KURAKLIK ANALİZ YÖNTEMLERİ	3-26
3.3.1.	Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)	3-26
3.3.2.	Yağış Ondalık İndeksi (DI).....	3-27
3.3.3.	Standart Yağış İndeksi (SPI).....	3-28
3.3.4.	Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI).....	3-29
3.3.5.	Standart Akım İndeksi (SRI).....	3-30
3.3.6.	Yeraltı Suyu İndeksi (GWI).....	3-31
3.3.7.	Palmer Kuraklık İndeksleri	3-32
3.3.8.	Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI).....	3-34
3.3.9.	Bitki Durumu İndeksi (VCI)	3-35
3.3.10.	Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri	3-36
3.4.	KURAK DEVRELERİN TESPİTİ	3-37
3.5.	KURAKLIK HARİTALARI	3-42
3.5.1.	Kuraklık Şiddet Haritaları	3-42
3.5.1.1.	Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	3-42
3.5.1.1.1.	Standart Yağış İndeksi (SPI).....	3-42
3.5.1.1.2.	Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi	3-46
3.5.1.2.	Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları	3-49



3.5.1.2.1.	Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) Kuraklık Şiddet Haritaları	3-49
3.5.1.3.	Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları	3-52
3.5.1.3.1.	NDVI.....	3-52
3.5.1.3.2.	VCI.....	3-58
3.5.2.	Kuraklık Risk Haritaları	3-61
3.5.2.1.	Meteorolojik Kuraklık Risk Haritaları	3-61
3.5.2.1.1.	Standart Yağış İndeksi (SPI) Kuraklık Risk Haritaları	3-61
3.5.2.1.2.	Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) Kuraklık Risk Haritaları	3-64
3.5.2.2.	Hidrolojik Kuraklık Risk Haritaları	3-67
3.5.2.2.1.	Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) Kuraklık Risk Haritaları	3-67
4.	İKLİM PROJEKSİYONLARI	4-1
4.1.	PROJEKSİYON TANIMLARI	4-2
4.1.1.	HadGEM2 – ES.....	4-2
4.1.2.	MPI-ESM-MR.....	4-2
4.1.3.	CNRM-CM5.1.....	4-2
4.2.	İKLİM SENARYOLARI.....	4-2
4.3.	PROJEKSİYON TREND ANALİZLERİ.....	4-3
5.	KURAKLIK VERİTABANI VE WEB UYGULAMASI	5-1
5.1.	İSTASYON SORGULAMA	5-4
5.2.	HARİTA OLUŞTURMA	5-7
5.3.	OLASILIK HARİTALARI	5-8
5.4.	KURAKLIK DEĞERLENDİRME	5-9
5.5.	NOKTASAL BİLGİ.....	5-10
5.6.	HAVZASAL ÇIKTI.....	5-10
5.7.	KURAKLIK ANİMASYONU.....	5-10
5.8.	SU TÜKETİM SORGULARI	5-11
5.9.	VERİ İNDİR	5-11
6.	KAYNAKLAR.....	6-1



KISALTMALAR

AADKK	Afet ve Acil Durum Koordinasyon Kurulu
AADYM	Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
AKB	Arama Kurtarma Birliği
AWC	Toprak Su Tutma Kapasitesi
BAADYM	Bakanlıkların Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri
BASKİ	Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BSTB	T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi (bknz. GIS)
CERFACS	Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée
CNRM- CM5.1	Centre National de Recherches Météorologiques Circulation Model
CORINE	Coordination of Information on the Environment
ÇKS	Çiftçi Kayıt Sistemi
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
FC	Tarla Kapasitesi
GIS	Geographical Information System (bknz. CBS)
GMKA	Güney Marmara Kalkınma Ajansı
GWP	Küresel Su Ortaklığı
HADGEM2	Hadley Centre Global Environment Model version 2



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



HBV	Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning
HES	Hidroelektrik Santral
HİSG	Hayvan içme suyu göleti
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
İAADKK	İl Afet ve Acil Durum Koordinasyon Kurulu
İAADYM	İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri
İKTM	T.C. İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü
İZKA	İzmir Kalkınma Ajansı
İZSU	İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
KEH	Kuzey Ege Havzası
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KTB	T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı
MAM	Marmara Araştırma Merkezi (bknz: TÜBİTAK MAM)
MASKİ	Manisa Su ve Kanalizasyon İdaresi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MPI-ESM-MR	Max-Planck-Institute Earth System Model - Medium Resolution
MTA	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
NDVI	Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi
NSE, NASH	Nash - Sutcliffe Efficiency - Nash - Sutcliffe İndeksi
OSİB	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
PDSI	Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi
PET	Potansiyel Buharlaşma ve Terleme



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



PHDI	Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi
PNI	Normalin Yüzdesi İndeksi
RCP	Representative Concentration Pathways
RMSE	Root Mean Square Error - Ortalama Karekök Fark
Q	Akım, Akış
scPDSI	Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi
scPHDI	Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi
SGM	Sanayi Genel Müdürlüğü
SKGİ	Su Kalite Gözlem İstasyonu
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SPEI	Standart Yağış Buharlaşma ve Terleme İndeksi
SPI	Standart Yağış İndeksi
SRI	Standart Akım İndeksi
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAKEP	Tarımsal Kuraklık Eylem Planı
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TKİKM	Tarımsal Kuraklık İl Kriz Merkezi
TKYKK	Tarımsal Kuraklık Yönetimi Koordinasyon Kurulu
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UN	Birleşmiş Milletler
UNCCD	Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
WEI	Su Kullanım İndisi



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



WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
VCI	Bitki Durumu İndeksi
YAS	Yeraltı Suyu
YÜS	Yer Üstü Suyu
YSKYY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları.....	2-3
Tablo 2.2 Havzada Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Alanları	2-4
Tablo 2.3 Kuzey Ege Havzası Önemli Toprak Grupları(MAM, 2010)	2-8
Tablo 2.4 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları	2-10
Tablo 2.5 KEH Yerleşim Yerleri Mevcut ve Gelecek Nüfusları	2-12
Tablo 2.6 Havzadaki İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıraları.....	2-15
Tablo 2.7 Havzadaki İllerde İstihdamın Durumu	2-17
Tablo 2.8 Havza İlçelerindeki Tarımsal Arazi Kullanımı.....	2-19
Tablo 2.9 Kuzey Ege Havzası'nda Bulunan Korunan Alanlar ve Buldukları İller	2-29
Tablo 2.10 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Çalışmalarında Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarının Adı, Enlem ve Boylam Bilgileri.....	2-35
Tablo 2.11 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Eylem Planı ve Havza Nihai Master Planı Alt Havza Karşılaştırması ve Oranları	2-44
Tablo 2.12 Kuzey Ege Havzası Su Potansiyelleri Karşılaştırması	2-46
Tablo 2.13 Kuzey Ege Havzası'ndaki Akım Gözlem İstasyonları	2-47
Tablo 2.14 Alt Havzasındaki Baraj, Gölet ve Depolamalar.....	2-51
Tablo 2.15 Aşağı Bakırçay Alt Havzasındaki Sulama Tesisleri	2-55
Tablo 2.16 Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması (YSKY, 2016)	2-60
Tablo 2.17 Su Kalite Sınıflarına Uygun Kullanım Alanları (YSKY, 2016).....	2-60
Tablo 2.18 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalarındaki Su Kalite Gözlem İstasyonlarına ait Su Kalitesi Sonuçları.....	2-62
Tablo 2.19 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalarının Alansal Dağılımı.....	2-64
Tablo 2.20 Kuzey Ege Havzası Hidrojeoloji Haritası Lejantı	2-68
Tablo 2.21 Kuzey Ege Havzası Jeolojik Birimlerin Akifer Özellikleri	2-70
Tablo 2.22 Kuzey Ege Havzası'ndaki Kuyuların Alt Havzalara Göre Sayıları.....	2-71
Tablo 3.1 Başlıca Kuraklık İndikatörleri ve İndeksleri (WMO, 2016).....	3-3



Tablo 3.2 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler	3-8
Tablo 3.3 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Yağış Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	3-11
Tablo 3.4 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Sıcaklık Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	3-14
Tablo 3.5 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Buharlaşma Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	3-17
Tablo 3.6 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Akım Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	3-20
Tablo 3.7 Kuzey Ege Havzası Yeraltı Suyu Kuyu Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları	3-24
Tablo 3.8 AVHRR ve MODIS Uydu Verilerinin Özellikleri	3-34
Tablo 3.9 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri	3-36
Tablo 3.10 Kuzey Ege Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar	3-53
Tablo 4.1 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Sıcaklık Projeksiyonları Eğilimleri	4-8
Tablo 4.2 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam Yağış Projeksiyonları Eğilimleri	4-9
Tablo 4.3 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam Buharlaşma ve Terleme Projeksiyonları Eğilimleri	4-10
Tablo 4.4 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Zemin Nemi Projeksiyonları Eğilimleri	4-11
Tablo 4.5 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Debi Projeksiyonları Eğilimleri	4-12
Tablo 4.6 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam YAS Potansiyeli Projeksiyonları Eğilimleri	4-13



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik Kuraklıklar Arasındaki İlişkilerin Çizimsel Gösterimi (Türkeş, 2014).....	1-2
Şekil 1.2 Kuraklık Yönetim Planının Unsurları (GWP, 2015)	1-3
Şekil 2.1 Türkiye Havzaları	2-2
Şekil 2.2 Kuzey Ege Havzası ve İller.....	2-5
Şekil 2.3 Kuzey Ege Havzası Fiziki Haritası.....	2-6
Şekil 2.4 Türkiye Büyük Toprak Grupları Haritası (Atalay, 2011).....	2-9
Şekil 2.5 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalar Haritası.....	2-11
Şekil 2.6 Havzadaki İllerin 2015 Yılı Nüfus Dağılımı	2-12
Şekil 2.7 Havzadaki Okulların Dağılımı.....	2-13
Şekil 2.8 Havzada Yer Alan Hastane Dağılımı.....	2-14
Şekil 2.9 Havzadaki İllerde 2015 Yılına Ait İstihdamın Sektörel Dağılımı	2-16
Şekil 2.10 Havza İllerine Göre Tarımsal Üretimin Dağılımı.....	2-20
Şekil 2.11 Kuzey Ege Havzası Orman Kullanımı (OSİB, 2016).....	2-28
Şekil 2.12 Kuzey Ege Havzası İçindeki ve Çevresindeki Meteoroloji İstasyonları.....	2-34
Şekil 2.13 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Çalışmalarında Kullanılan Meteoroloji İstasyonları Veri Durumu.....	2-35
Şekil 2.14 Kuzey Ege Havzası Yıllık Toplam Yağış Bölgesel Dağılımı (1980-2016).....	2-36
Şekil 2.15 Kuzey Ege Havzası Maksimum Günlük Toplam Yağış Bölgesel Dağılımı (1980-2016).....	2-37
Şekil 2.16 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Yağışlı Gün Dağılımı (1980-2016).....	2-37
Şekil 2.17 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı.....	2-38
Şekil 2.18 Kuzey Ege Havzası Ortalama Aylık Toplam Buharlaşma Dağılımı (mm) (1980-2016).....	2-39



Şekil 2.19 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Nisbi Nem (1980-2016).....	2-40
Şekil 2.20 Kuzey Ege Havzası İçindeki MGM İstasyonları İçin Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (1980-2016).....	2-41
Şekil 2.21 Kuzey Ege Havzası Yıllık Toplam Aylık Ortalama Güneşli Gün Sayısı (1980-2016).....	2-42
Şekil 2.22 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Güneş Radyasyonu Dağılımı (1980-2016).....	2-43
Şekil 2.23 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) ...	2-50
Şekil 2.24 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Mevcut Depolamalı Tesisler	2-54
Şekil 2.25 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Sulama Alanları	2-58
Şekil 2.26 Kuzey Ege Havzası Jeolojik Haritası (DSİ, 2016).....	2-66
Şekil 2.27 Kuzey Ege Havzası Hidrojeoloji Haritası (DSİ, 2016).....	2-67
Şekil 2.28 Kuzey Ege Havzası Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesit (DSİ, 2016).....	2-69
Şekil 3.1 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGİ Yağış Eğilim Grafiği ...	3-13
Şekil 3.2 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGİ Sıcaklık Eğilim Grafiği	3-16
Şekil 3.3 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGİ Buharlaştırma Eğilim Grafiği	3-19
Şekil 3.4 Yeraltı Suyu Kuyularının Yerleri.....	3-23
Şekil 3.5 Kuzey Ege Havzası 113 nolu Kuyu YAS Eğilim Grafiği.....	3-25
Şekil 3.6 Kuzey Ege Havzası PNI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi	3-26
Şekil 3.7 Kuzey Ege Havzası Aylık DI Şiddet Zaman Serisi	3-27
Şekil 3.8 Kuzey Ege Havzası SPI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi.....	3-28
Şekil 3.9 Kuzey Ege Havzası SPEI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi	3-29
Şekil 3.10 Kuzey Ege Havzası 12004031 nolu AGİ SRI 12 Aylık Zaman Serisi ..	3-30
Şekil 3.11 Kuzey Ege Havzası Aylık Yeraltı Suyu İndeksi (GWI) Şiddet Zaman Serisi.....	3-31
Şekil 3.12 Kuzey Ege Havzası PDSI, scPDSI, PHDI ve scPHDI Aylık Zaman Serileri	3-33
Şekil 3.13 Kuzey Ege Havzası 2000-2016 Yıllarına Ait MODIS VCI Değerleri Alansal Ortalaması Zaman Serisi	3-35



Şekil 3.14 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1981 - 1990	3-38
Şekil 3.15 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1991 - 2000	3-39
Şekil 3.16 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2001 - 2010	3-40
Şekil 3.17 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2011 – 2016.....	3-41
Şekil 3.18 SPI12 ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı	3-43
Şekil 3.19 PDSI ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı	3-47
Şekil 3.20 PHDI ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı.....	3-50
Şekil 3.21 Kuzey Ege Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar.....	3-53
Şekil 3.22 Kuzey Ege Havzası CORINE 2 Kodlu Tarımsal Alanlar NDVI Zamansal Değişimi	3-55
Şekil 3.23 Kuzey Ege Havzası CORINE 3 Kodlu Orman ve Yarı Doğal Alanlar NDVI Zamansal Değişimi.....	3-57
Şekil 3.24 VCI ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı	3-59
Şekil 3.25 SPI 12 Aylık – Kurak Olma Olasılığı Alansal Dağılımı Haritası.....	3-62
Şekil 3.26 PDSI – Şiddetli Kurak Olma Olasılığı Alansal Dağılımı Haritası.....	3-65
Şekil 3.27 PHDI – Kurak Olma Olasılığı Alansal Dağılımı Haritası	3-68
Şekil 4.1 Kuzey Ege Havzası Aylık Toplam Yağış Eğilimleri (mm).....	4-4
Şekil 4.2 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Sıcaklık Eğilimleri (°C).....	4-4
Şekil 4.3 Kuzey Ege Havzası Aylık Zemin Nemi Eğilimleri (%)	4-5
Şekil 4.4 Kuzey Ege Havzası Aylık Buharlaşma ve Terleme Eğilimleri (mm).....	4-5
Şekil 4.5 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Debi (YÜS) Eğilimleri (m ³ /s).....	4-6
Şekil 4.6 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli Eğilimleri (m).....	4-6
Şekil 5.1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisi	5-2
Şekil 5.2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü	5-3



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



Şekil 5.3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi	5-4
Şekil 5.4 İstasyon Sorgulama Ekranı	5-5
Şekil 5.5 Seçilen istasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Tablosal Gösterimi.....	5-6
Şekil 5.6 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Çizgisel Grafik Olarak Gösterimi.....	5-6
Şekil 5.7 Harita Oluşturma Ekranı	5-7
Şekil 5.8 Haziran 1974'teki SPI-3 Aylık İndisin IDW ile Gösterimi	5-8
Şekil 5.9 Olasılık (Az Kurak Olma Durumu) Haritası.....	5-9
Şekil 5.10 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı	5-10
Şekil 5.11 Kuraklık Animasyonu Hazırlama Ekranı.....	5-11



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 maksadıyla 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 akış, yeraltı suyu ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemde meydana gelen azalmalar hidrolojik kuraklığı ifade eder.

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

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

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



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



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



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





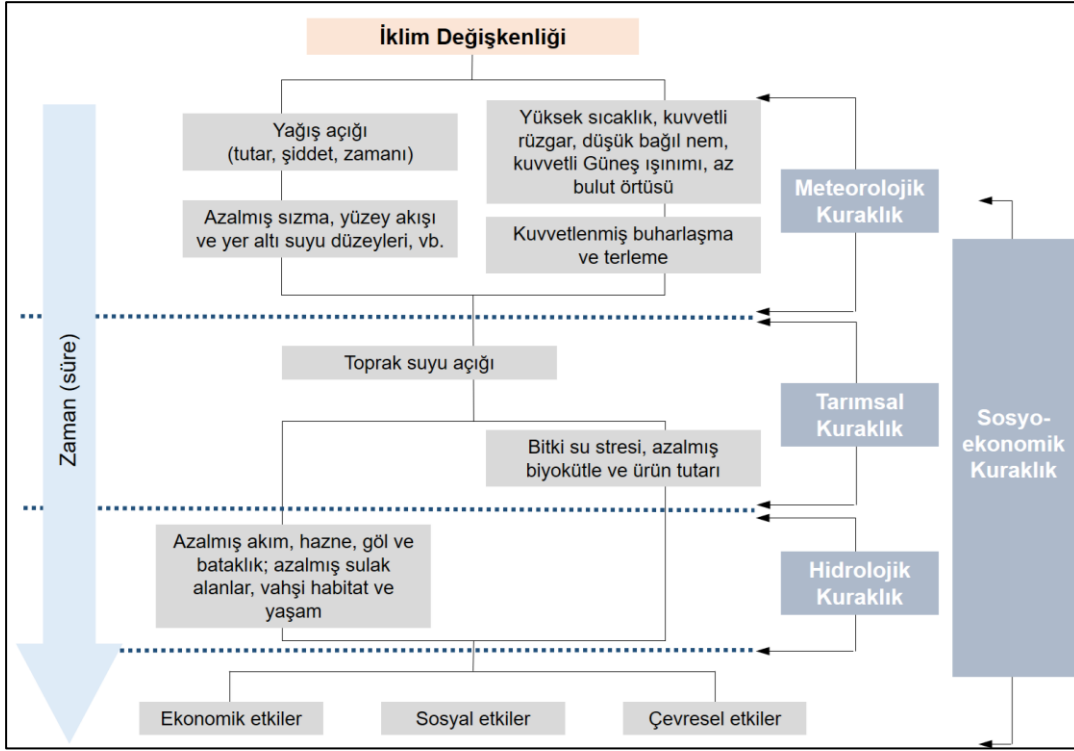
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Kuraklık, yağışların kaydedilen normal düzeylerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynakları ile üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır (UNCCD, 1994). Kuraklığa bağlı olarak ortaya çıkan su stresi ise su talebinin, sürdürülebilir şartlarda su kaynaklarından alınabilecek su miktarından fazla olması durumudur. Tüm dünyada yaygın olarak etkileri gözlenen kuraklık olayı oluşum mekanizmaları bakımından dört farklı şekilde ele alınabilir (Tate & Gustard A, 2000):

- 1) Meteorolojik Kuraklık,
- 2) Tarımsal Kuraklık,
- 3) Hidrolojik Kuraklık,
- 4) Sosyoekonomik Kuraklık.

Şekil 1.1 meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklıklar arasındaki ilişkileri oluşum sebepleri ve zaman bakımından özetlemektedir.



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

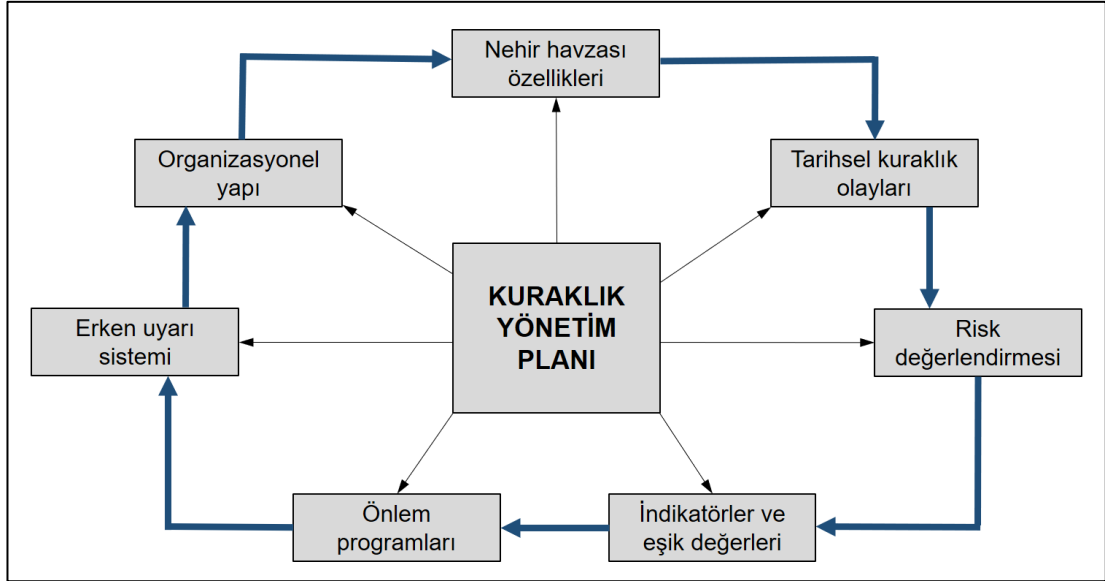
Aylar ya da yıllar sürebilen kuraklık, geniş alanları etkileyebilen ve ciddi çevresel, sosyal ve ekonomik sonuçları olan en önemli meteorolojik afetlerden biridir (Vogt & Somma, 2000; WMO, 2016). Bu bağlamda artan kuraklık riskinin yönetilmesi ve bu riske adaptasyon sağlanması; bütüncül ve entegre yaklaşımları benimseyen sürdürülebilir ve etkili kuraklık risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir.

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

Kuraklık risk yönetimi su kaynakları yönetimi politikalarının ve stratejilerinin önemli bir parçasını oluşturur. Ulusal kuraklık politikaları kuraklık riskinin yönetilmesinde büyük bir role sahiptir (Wilhite, Sivakumar, & Pulwarty, 2014) ve bu bağlamda havzaların kuraklık yönetim planlarının oluşturulması önem taşımaktadır.

Kuraklıktan kaynaklanan etkilerin azaltılabilmesi için havzanın bulunduğu ülkeye özgü mevzuatlara dayalı olarak ve havzanın kendine özgü kuraklık özellikleri ve etkileri dikkate alınarak kuraklık yönetimi planlarının hazırlanması gereklidir. Bu planların önceden ve havza yönetim planının bir parçası olarak hazırlanması oldukça önemlidir (EC, 2007). Ayrıca tüm paydaşların, etkilenen sektörlerin, karar vericilerin ve profesyonellerin katılımının kuraklık yönetim planlarının başarısına büyük katkısı vardır.

Kuraklık yönetimi planının unsurları arasında nehir havzası özellikleri, tarihsel kuraklık olayları, risk değerlendirilmesi, indikatörler ve eşik değerleri, önlem programları, erken uyarı sistemi ve organizasyonel yapı yer almaktadır (GWP, 2015). Bu unsurların kuraklık yönetim planının bir parçası olarak birbirleriyle ilişkisi **Şekil 1.2**'de gösterilmektedir.



Şekil 1.2 Kuraklık Yönetim Planının Unsurları (GWP, 2015)



1.1. YETKİ

29/6/2011 tarihli ve 645 sayılı “Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname”nin 2 nci, 9 uncu ve 26 ncı maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır.

1.2. MAKSAT

Kuraklık Türkiye coğrafyası için yaygın bir afet riski oluşturmaktadır. Kuzey Ege Bölgesi de bu riskten fazlasıyla etkilenebilecek alanlar arasında yer almaktadır.

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

1.3. KAPSAM

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

Bu çalışma kapsamında, yaşanması muhtemel kuraklık sebebiyle meydana gelecek havza yüzey suyu ve yeraltı suyu bütçesindeki değişime bağlı olarak içme-



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



kullanma suyunun, tarımsal sulamanın, sanayinin ve ekosistemin ne şekilde etkileneceği belirlenerek alınması gereken tedbirler ortaya konulacaktır.

“Kuzey Ege Havzası Kuraklık Yönetim Planı” geliştirilmesi işi kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalar şunlardır:

1. Kuraklığın derecelerini (düşük, orta ve şiddetli kuraklık) belirlemek için ulusal ve uluslararası platformda kullanılan indis/indisler ve indikatörler değerlendirilerek havza şartlarına uygun olanların belirlenmesi.
2. Havza şartlarında kullanılması uygun olan kuraklık indisleri kullanılarak havzaya ait kuraklık analizinin yapılması, havzanın kuraklık hassasiyetinin belirlenmesi.
3. Kuraklık şartlarında havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için havza su bütçesi, iklim değişikliği projeksiyonları, nüfus projeksiyonları, planlanan içme suyu, sanayi, tarım ve turizm yatırımları dikkate alınarak gelecekteki su bütçesindeki değişimin tespit edilmesi.
4. Üretim payı ve/veya ekonomik değeri yüksek ve havza için önemli olan sektörler dikkate alınarak sektörel etkilenebilirlik analizinin gerçekleştirilmesi.
5. Sektörel su ihtiyacının ve kuraklık zafiyeti yüksek sektörlerin belirlenerek bu sektörlerin uyum kapasitelerinin ve yaşanması muhtemel kuraklıkların üzerlerinde oluşturacağı potansiyel risklerin tüm alt havzalar için ayrı ayrı tespit edilmesi.
6. Kuraklık durum tespitlerinin yapılmasının ardından, olası kuraklık durumlarının havzada oluşturduğu ve oluşturacağı ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerin belirlenmesi.
7. Havzada tespit edilen kuraklık ve su kıtlığı kaynaklı sorunlar ve etkilerinin çözüm önerileriyle beraber belirtilmesi.



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



8. İlgili projeksiyonlar (iklim, nüfus, vb.) dikkate alınarak, kuraklık ve su kıtlığının etkilerini azaltmak veya önlemek için; kuraklık öncesinde, esnasında ve sonrasında suyun optimum kullanımını ve tasarrufunu sağlayacak, çevresel hedefleri de dikkate alan tedbirlerin belirlenerek eylem planı hazırlanması.
9. Elde edilen veriler yardımıyla, havzada yaşanması muhtemel kurak dönemlerde yapılması gereken çalışmaların ve kuraklık göstergelerinin (Normal Durum, Ön Alarm Durumu, Alarm Durumu ve Acil Durum) yer aldığı Acil Durum Eylem Planı hazırlanması.
10. Sektörel analiz sonuçları göz önüne alınarak, suyun mevcut şartlarda ve değişik derecelerdeki kuraklık ve su kıtlığı şartlarında sürdürülebilir kullanımı hususunda önerilerde bulunulması.
11. Atık suyun yeniden kullanımı hususu analiz edilerek kuraklık yönetimine etkileri ortaya konması.
12. CBS ortamında katmanlar şeklinde, havzaya ait meteorolojik, tarımsal, hidrolojik kuraklık haritalarının hazırlanması.
13. Kurumsal ve yasal çerçeve göz önüne alınarak, belirlenen tedbirleri uygulayacak ve denetleyecek model yönetim şekli ortaya konması.
14. Proje kapsamında elde edilen çıktıların gösterildiği web-tabanlı Kuzey Ege Havzası kuraklık veri tabanı hazırlanması.



1.4. TEMEL İLKELER

Kuraklık yönetiminin ilkeleri:

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

1.5. SORUMLULUK

Bu yönetim planı, 29/6/2011 tarihli ve 645 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin ikinci, dokuzuncu ve yirmi altıncı maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır.

1.6. HEDEFLER

Bu yönetim planının hedefleri:

- Muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, kuraklık problemlerinin çözüme kavuşturulması,



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



- Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların izlenmesi ve değerlendirilmesinin belli periyotlarda yapılabilmesi için bir sistematığın ortaya konması,
- Kuraklık yönetiminde kapasite geliştirilmesi, koordinasyonun ve iŐbirliėinin sağlanması,
- Kuraklığın etkin yönetiminin sağlanması,
- Kuzey Ege Havzası'nda kuraklık farkındalığın arttırılması,
- İklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum stratejilerinin geliŐtirilmesidir.



BÖLÜM 2

KURAKLIK YÖNETİM PLANI UYGULAMA ALANI

2.1. KUZEY EGE HAVZASI

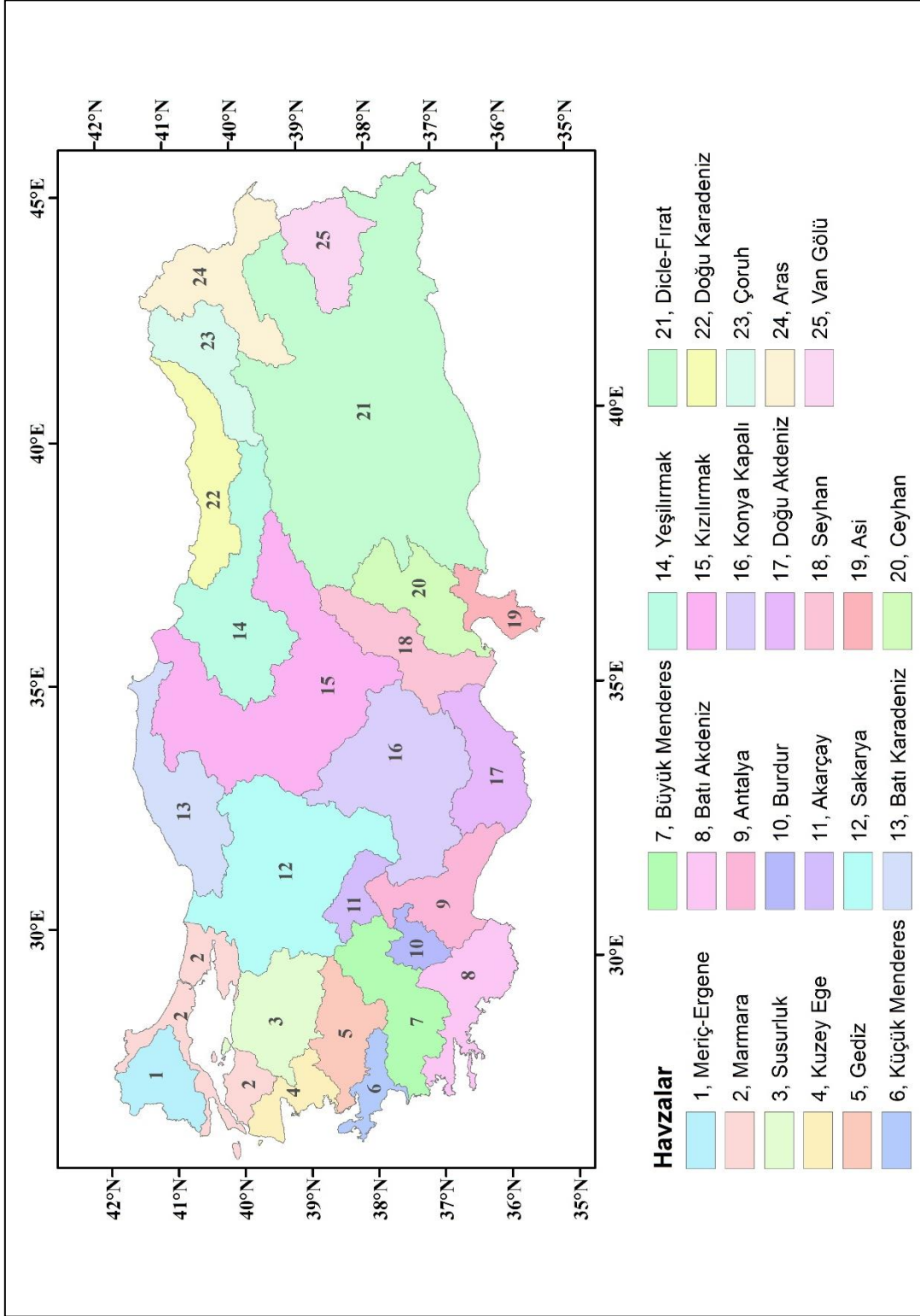
Kuzey Ege Havzası Türkiye'nin kuzeybatı kanadında bulunan Çanakkale, Balıkesir, İzmir ve Manisa illerinden oluşan havzadır. Havza 40° – 38° kuzey enlemleri ile 26° – 28° doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Ege Denizi'ne sularını boşaltan havza pek çok akarsu barındırmaktadır. Karamenderes Çayı, Havran Çayı, Madra Çayı, Güzelhisar Çayı ve Bakırçay Nehri havzada bulunan akarsulardır. Bu akarsular dışında, havza içerisinde mevsimlik yağışlarla oluşan daha pek çok akarsu bulunmaktadır.

Kuzey Ege Havzası'nın sınırı Çanakkale Boğazı'ndan başlayıp İzmir-Foça ilçesi yakınlarında Ege Denizi'ne bağlanmaktadır. Bu akış esnasında havzada ki su sırasıyla Kayalıdağ (879 m), Kazdağ (1.766 m) ile Kocakatran Dağları su bölümü çizgisinden geçip doğu kanadında Havran, Bergama, Soma ve Kırkağaç ilçe sınırlarını takip eder. Güneyde Kılıçdağ, Dumanlıdağ (1.098 m) su bölümü çizgisinden Foça ilçesine bağlanıp denize dökülmektedir (MAM, 2010).

Kuzey Ege Havzası'nın toplam yağış alanı 9.032 km²'dir. Yıllık ortalama yağış yüksekliğinin ise 624 mm kadar olduğu havzada yıllık ortalama akış ise 43,93 m³/s dir. Havzadaki bu akışın toplam yağış miktarına oranı 0,25'dir. İştirak ise %0,75'e denk gelmektedir. Kuzey Ege Havzası'nın yıllık ortalama verimi ise 4,86 L/s/km³'tür (MAM, 2010).

Şekil 2.1 Türkiye Havzalarını göstermektedir ve Kuzey Ege Havzası, 4 numaralı havza olarak görülmektedir.



Şekil 2.1 Türkiye Havzaları



2.1.1. Yerleşim Yerleri

Kuzey Ege Havzası Çanakkale, Balıkesir, İzmir ve Manisa illerini içermektedir. Havza, bu illerin merkezi yerleşim alanlarından çok civardaki ilçeleri içermektedir. Havzanın illere göre dağılımı **Tablo 2.1**'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Havzada Yer Alan İller ve Havza İçindeki Alanları

İl	Toplam Alan (ha)	İlin Havza İçindeki Alanı (ha)	İl Alanının Havzaya Giren Kısmı (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı (%)
BALIKESİR	795.077	224.360	28,2	22,6
ÇANAKKALE	1.097.856	309.877	28,2	31,3
İZMİR	903.521	301.798	33,4	30,4
MANISA	1.201.120	155.441	12,9	15,7

Kaynak: (DSİ, 2013)

Kuzey Ege Havzası içerisinde en geniş alanı kaplayan il Çanakkale'dir. Havza içerisinde 309.877 ha'lık yere sahip olan Çanakkale, toplam alanı yaklaşık 991.475 ha olan havzanın %31'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Daha sonra bu sırada %30'luk bir alan kaplayan İzmir ili gelmektedir. Havza içerisinde 301.798 ha'lık bir yere sahiptir. Havzanın kalan kısmını ise yaklaşık %22 ile Balıkesir ve %15 ile Manisa oluşturmaktadır. Havzanın toplam alanı yaklaşık olarak 990.000 hektardır.

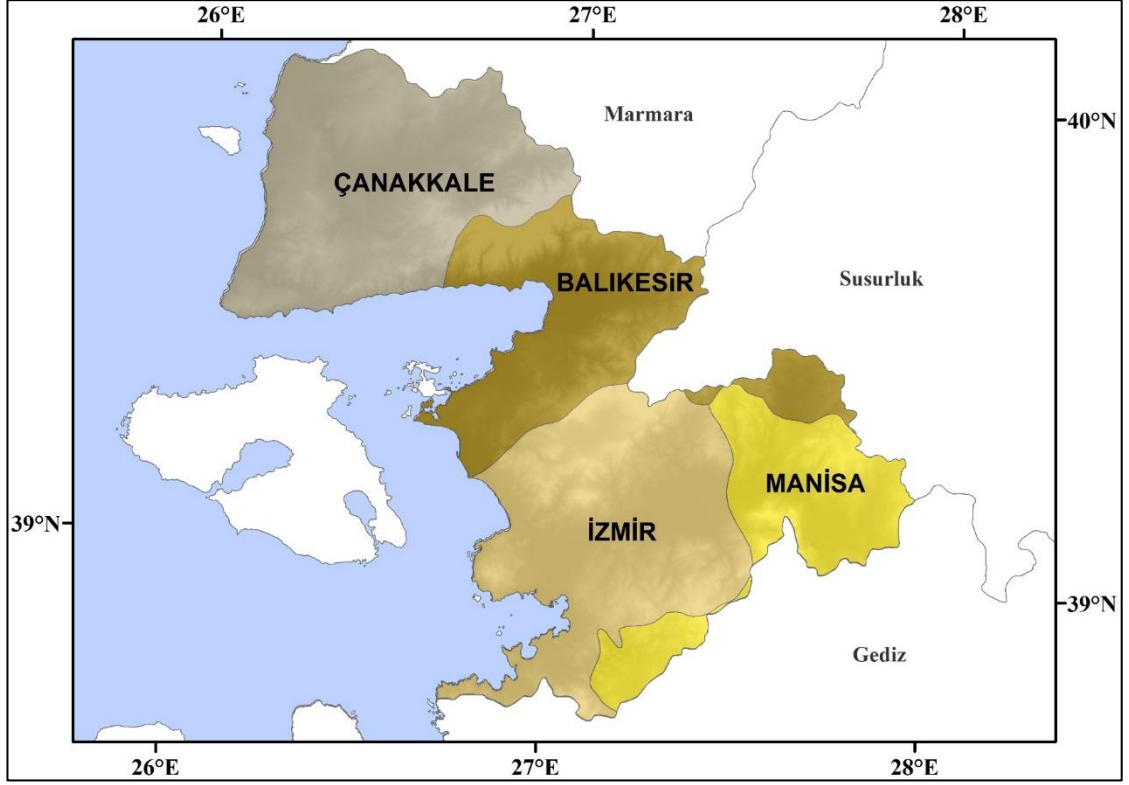
Havzanın kuzey batı sınırlarını Çanakkale ili oluşturmaktadır. En kuzeyde Merkez, Bayram ve Çan ilçeleri yer alırken kuzeye ve doğu sınırlarına doğru havza Balıkesir il sınırlarına girmektedir ve Edremit, Balya, Havran, İvrindi ve Savaştepe ilçeleri havzayı çevreler. Doğudan güneye doğru gittikçe ise havza Manisa ve İzmir illerinin ilçeleriyle çevrelenir. En doğusunda Manisa'ya bağlı olan Soma, Akhisar, Kırkağaç havzayı çevreler. En güneyde ise İzmir'in Foça, Aliğa, Menemen ilçeleri havzayı çevreleyerek Anadolu'dan ayırır.

Kuzey Ege Havzası'nın iller bazında dağılımı **Şekil 2.2**'de gösterilmektedir. Havza içinde yer alan ilçelere ait detaylı bilgi ise **Tablo 2.2**'de verilmiştir. Havzadaki illerle ilgili genel bilgiler ise **EK-0**'da sunulmuştur.

Tablo 2.2 Havzada Yer Alan İlçeler ve Havza İçindeki Alanları

il	ilçe	İlçenin Toplam Alanı (ha)	İlçenin Havza İçine Giren Alanı (ha)	İlçenin Havza İçine Giren Alanı (%)	Havza Alanının İlçelere Göre Dağılımı (%)
BALIKESİR	Ayvalık	28.890	25.861	89,5	2,61
	Balya	81.474	220	0,3	0,02
	Burhaniye	29.454	29.454	100,0	2,97
	Edremit	65.351	59.147	90,5	5,97
	Gömeç	21.380	21.344	99,8	2,15
	Havran	54.305	49.872	91,8	5,03
	İvrindi	82.920	11.763	14,2	1,19
	Şavaştepe	47.174	26.699	56,6	2,69
ÇANAKKALE	Ayvacic	87.959	85.968	97,7	8,67
	Bayramiç	122.535	116.464	95,0	11,75
	Çan	88.708	2.207	2,5	0,22
	Ezine	69.182	69.159	100,0	6,98
	Merkez	97.399	32.249	33,1	3,25
	Yenice	148.531	3.832	2,6	0,39
İZMİR	Aliağa	38.698	32.085	82,9	3,24
	Bergama	164.642	160.473	97,5	16,19
	Dikili	51.479	50.843	98,8	5,13
	Foça	22.354	4.920	22,0	0,50
	Kinik	49.764	49.717	99,9	5,01
	Menemen	63.850	3.761	5,9	0,38
MANİSA	Akhisar	169.572	3.765	2,2	0,38
	Kırkağaç	57.944	44.479	76,8	4,49
	Merkez	126.241	32.307	25,6	3,26
	Saruhanlı	75.915	531	0,7	0,05
	Soma	77.638	74.360	95,8	7,50

Kaynak: (DSİ, 2013)

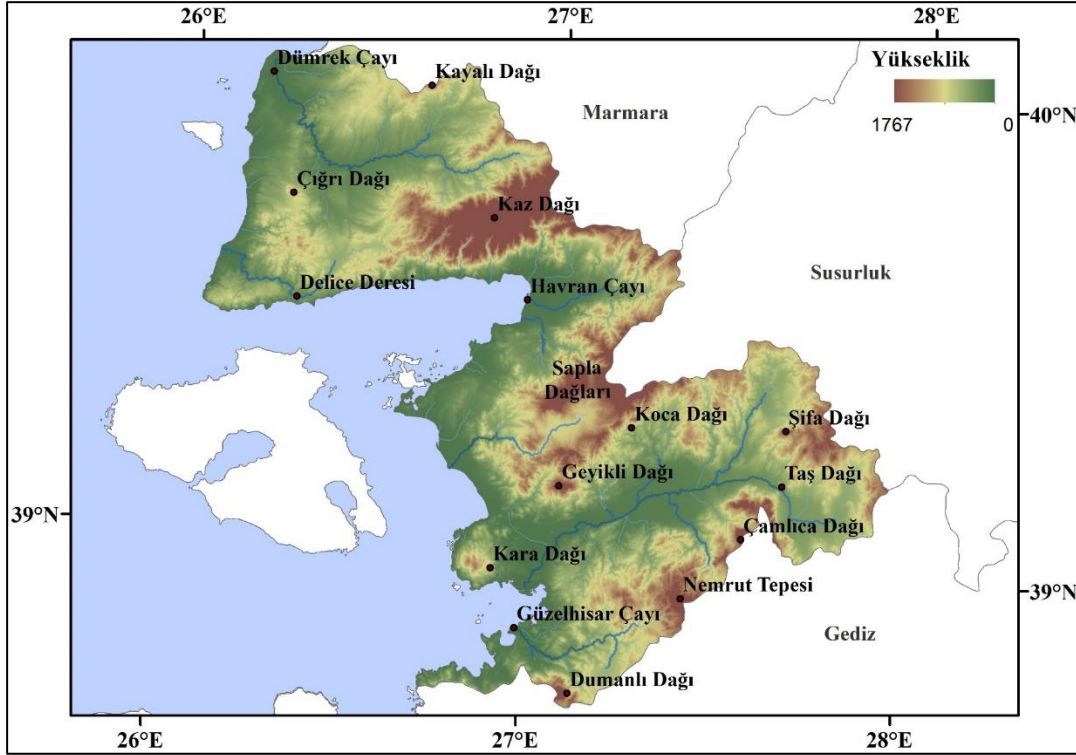


Şekil 2.2 Kuzey Ege Havzası ve İller

2.1.2. Coğrafi ve Topografik Durum

Kuzey Ege Havzası sahip olduğu toplam 995.220 ha'lık alanı ile Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak %1,3'ünü kapsamaktadır. Havza, akarsu vadileri çıkarıldığında zorlu bir topografyaya sahiptir. Genellikle arazisi dalgalı ve tepelik olan havzanın yaklaşık %60'ı, eğimi dik (%12), çok dik ve sarp arazilere sahiptir.

Genelinde tipik Akdeniz iklimi özelliğine sahip olan havzada yazları kurak ve sıcak, kışları ise ılık ve yağışlıdır. Havzanın yüksek kısımlarında çoğunlukla çam ve meşe ormanları görülürken yer yer çalılık halini alan ve tarla için açılmış alanlara da rastlanmaktadır. Ancak havza topografyasının çok engebeli olması sebebiyle erozyona maruz kalan bu alanlar toprağın verim gücünü düşürmektedir. Kuzey Ege Havzası'na ait fiziksel harita ve bölgedeki belli başlı yükseltiler Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Kuzey Ege Havzası Fiziki Haritası

Havza sınırları içerisinde yer alan dağlar denize dik uzanmaktadır. Havzada pek çok dağlık yüksek arazi bulunmaktadır. Havzanın %60'ından fazlasını kaplayan bu yüksek arazilerin genel olarak yükseklikleri 250 - 300 m arasındadır. Yer yer 1.000 m'ye kadar varan araziler içinde nadiren de 1.500-2.000 m'ye ulaşan yükseklikte yerler de bulunmaktadır. Kuzeyde Kaz Dağları (1.766m), güneyde Dumanlı Dağı (1.098m) ve Ayvalık'ın doğusunda Yaylacık Dağı (1.114m) havza içerisindeki önemli yükseltilerdir.

Havzanın içerisinde irili ufaklı pekçok ova bulunmaktadır. Çanakkale ili içerisinde bulunan Karamenderes Çayı'nın akış yolu üzerindeki Bayramiç ve Ezine Ovaları; Körfez Ovaları olarak bilinen Balıkesir iline ait Edremit, Burhaniye ve Ayvalık Ovaları ile havzanın en önemli ovası olarak kabul edilen, Bakırçay Nehri'nin yatağı boyunca devam eden İzmir-Çandarlı Körfezi'nden Ege Denizi'ne kadar uzanan Bakırçay Ovası arazideki belli başlı ovalardır.



2.1.3. Genel Jeoloji

Kuzey Ege Havzası'nın içinde bulunduğu Biga Yarımadası'nda yüzeylenen Tersiyer öncesi kayalar, birbirleriyle tektonik olarak ilişkilidir ve Kuzeydoğu-Güneybatı yönlü uzanan tektonik kuşaklar içerisinde bulunmaktadır. Edremit, Küçükkuşu, Bayramiç ve Çan arasında kalan bölgede, Sakarya zonu, Çetmi melanjı ve Ezine zonuna ait birimler gözlenmektedir. Sakarya zonu genel hatlarıyla amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş Kazdağ metamorfizmaları alttan üste doğru Fındıklı, Tozlu, Sarıkız mermeri ve Sutüven formasyonlarını içermektedir. Kazdağ masifinin en üst seviyelerinde bulunan ince mermer ve amfibolit mercekleri içeren sillimanit gnays, biyotit gnays, granitik gnays ve yer yer migmatit içerikli seviyeler Sutüven formasyonu olarak tanımlanmıştır. Kazdağ masifi Geç Miyosen sonrasında gelişen sıyrıma ve doğrultu atımlı faylarla yükselmiş ve yüzeylenmiştir.

Alakeçili Milonit zonu, bu tektonik zonlarda görülen oldukça kalın milonit ve ultramilonitik kayalarla tanımlanmıştır. Geç Paleozoyik yaşlı Kalabak birimi, Kazdağ masifinin üzerine tektonik dokanakla gelmiş olup düşük dereceli metamorfizmlerden oluşmaktadır. Edremit, Havran, Yenice, Kalkım ve Pazarköy arasında kalan bölgede de gözlenmekte olan Kalabak birimi içerisinde alttan üste doğru Çamlık metagranitoidleri, mermer ve metaserpantin mercekli fillat ve şistlerden oluşan Torasan formasyonu ve en üstte mermer aralanmalı metatüf ve tremolit-aktinolit şist içerikli Sazak Formasyonu bulunmaktadır. Kalabak birimi ve üzerine gelen Triyas yaşlı Karakaya kompleksi arasındaki dokanağın muhtemelen uyumsuz olduğu düşünülmektedir. Karakaya kompleksi içerisinde birbiriyle yer yer geçişli, çoğunlukla da tektonik dokanaklı, arkozik kumtaşları ve kiltası aralanmalı istif Arkozik kumtaşları, çört mercekli grovaklar, grovaklar Orhanlar grovağı, yeşil renkli bazaltik kayalar ve tüfleri Memetalan formasyonu, kahve-haki renkli spilitik bazalt, aglomera ve tüflerin yoğun olduğu kesimler Çal formasyonu ve en üstte kireçtaşı seviyeleri de Camialan kireçtaşını oluşturmaktadır. Pliyosen yaşlı akarsu ve gösel çökeller ile Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve Alüviyal çökeller tüm bu birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir. Havzadaki formasyonlarla ilgili ayrıntılı bilgi **EK-0**'da verilmiştir.



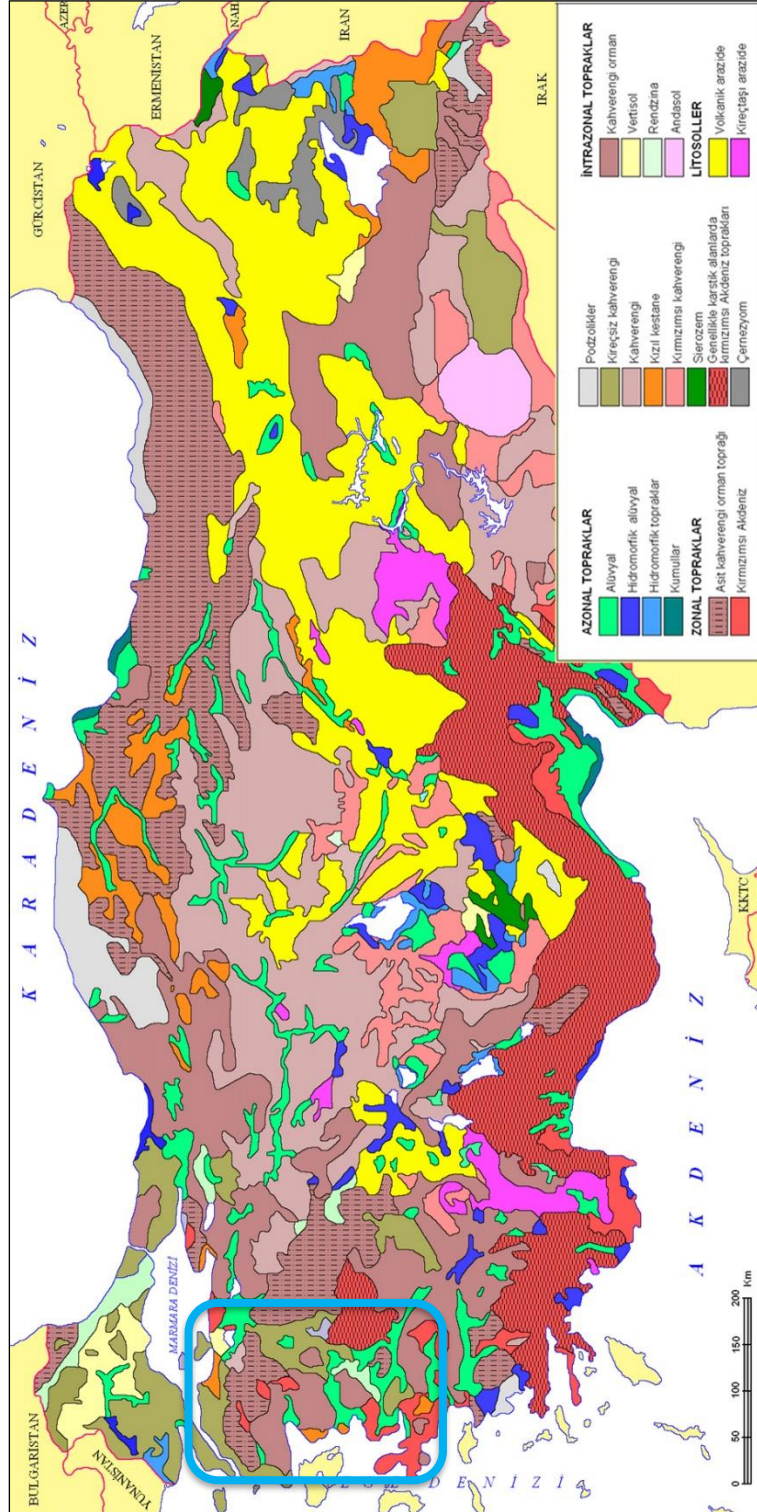
2.1.4. Toprak Yapısı ve Türleri

Kuzey Ege Havzası'nın en yaygın toprak grubu kireçsiz kahverengi orman toprağı olup; 473.966 ha. ile %48 oranında bir alanı kaplamaktadır. Havzada akarsu çevreleri ve kıyı düzlükleri dışında Bakırçay'ın kuzeyinde kalan bütün alan tamamen kireçsiz kahverengi orman toprağıdır. Bakırçay'ın başlangıç bölümleri ile güneyinde yerini ikinci yaygın toprak grubu olan kireçsiz kahverengi topraklara bırakmıştır. Kahverengi orman toprakları havzada küçük parçalar halinde dağınık bir yayılım gösterebilir de, Ezine-Bayramiç çizgisinin kuzeyinde, Biga Yarımadası'nın Çanakkale Boğazı giriş bölümüne doğru ve Ayvalık-Edremit arası kıyı kesimi ile Soma-Savaştepe yöresinde oldukça toplu ve geniştir (MAM, 2010).

Kırmızı kahverengi Akdeniz topraklarının yayılım alanı Karamenderes Çayı'nın iki yakasında, Ezine-Bayramiç arası ile Bakırçay'ın güney yakası boyunca uzanmaktadır. Kuzey Ege Havzası'nda Rendzina toprakları ise Çanakkale Boğazı ağzı, Ayvalık dolay ve Soma-Kırkağaç-Savaştepe bölümünde olmak üzere başlıca üç bölgede toplu yayılım göstermektedir. Havza alüvyalleri başlıca Karamenderes Çayı, Havran Çayı, Bakırçay ve Madra Çayları tarafından yatak çevrelerinde oluşturulmuştur. Bunlar dışında geçici, küçük derelerin oluşturduğu alüviyal topraklar da havzanın çeşitli yerlerinde dağınık olarak bulunmaktadır (MAM, 2010). **Tablo 2.3**'te Kuzey Ege Havzası toprak çeşitliliği listesi, **Şekil 2.4**'te de Türkiye Büyük Toprak Grupları Haritası sunulmuştur.

Tablo 2.3 Kuzey Ege Havzası Önemli Toprak Grupları (MAM, 2010))

Sembol	Toprak Yapısı	Kapladığı Alan (%)
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	48.0%
M	Kahverengi Orman Toprağı	15.0%
U	Kireçsiz Kahverengi Toprak	13.0%
E	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı	5.0%
R	Rendzina Toprak	4.8%
A	Alüviyal Toprak	7.0%
	Diğer	7.2%



Şekil 2.4 Türkiye Büyük Toprak Grupları Haritası (Atalay, 2011)



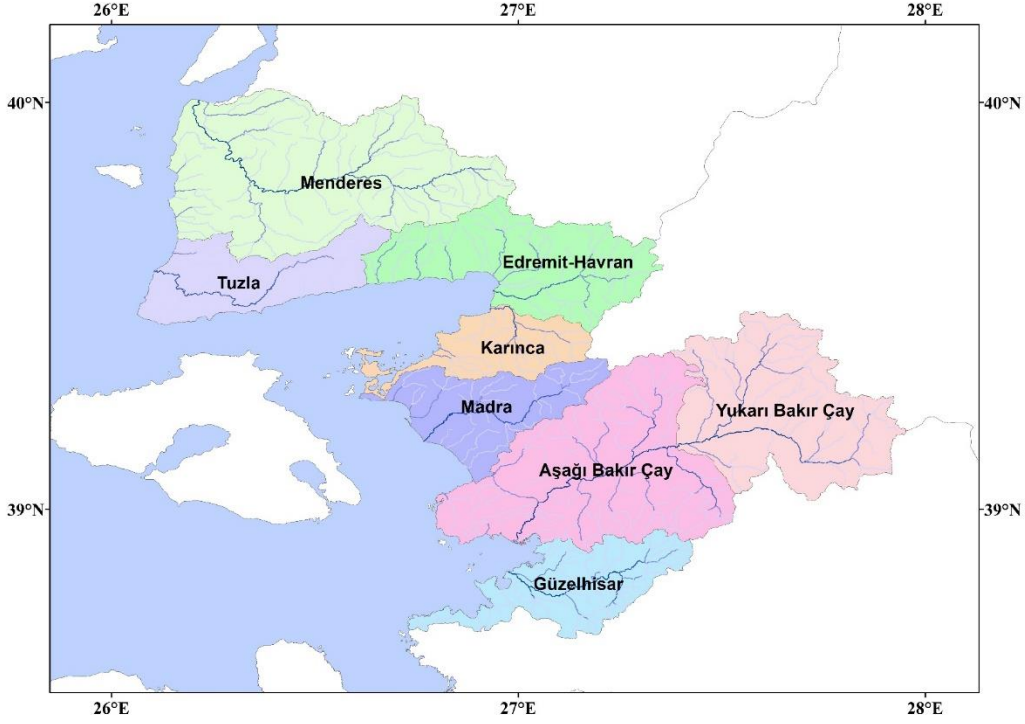
2.1.5. Fiziksel Drenaj Özellikleri

Anadolu'nun kuzeybatısında Ege Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Kuzey Ege Havzası sularını Ege Denizi'ne boşaltan Karamenderes Çayı, Tuzla Çayı, Havran Çayı, Madra Çayı, Güzelhisar Çayı ve Bakırçay Nehri'nin su toplama alanlarını kapsamaktadır. Kuzey Ege Havzası aldığı yağışları, küçüklü büyüklü pek çok akarsu Ege Denizi'ne boşaltmaktadır. Havzadaki başlıca akarsular, Yağcılar Çayı'nı da içine alan Bakırçay Nehri, Karamenderes Çayı, Havran Çayı, Güzelhisar Çayı ve Madra Çayı'dır. Havzanın su potansiyeline daha çok mevsimlik yağışlarla oluşan irili ufaklı pek çok akarsu da katkıda bulunmaktadır. Bu akarsular genellikle yüzey akışlarının şiddetli yağışların olduğu mevsimlerde taşıyan yazın kuru derelerdir. Havzanın büyük bir kısmının tepelik ve dağlık oluşu, yüzey akışını hızlandırmakta, dolayısıyla hem tarımsal toprağın taşınmasına hem de taban arazide sel basmalarına neden olmaktadır. Havzada büyük bir alan tutan çoğunlukla taşlı kolüvyaller, düzensiz ve hızlı yüzey akışının bir sonucudur.

Kuzey Ege Havzası, Menderes Çayı Alt Havzası, Tuzla Çayı Alt Havzası, Edremit-Havran Alt Havzası, Karınca Çayı Alt Havzası, Madra Çayı Alt Havzası, Bakır Çayı Alt Havzası ve Güzelhisar Çayı Alt Havza'sını kapsamaktadır. Bu havzaların alan bilgileri **Tablo 2.4**'te verilmiştir. Kuzey Ege için belirlenmiş olan alt havza sınırları ise **Şekil 2.5**'te haritalandırılmıştır.

Tablo 2.4 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları

ALT HAVZA	ALAN (%)
Menderes	22,80
Tuzla	7,97
Edremit-Havran	12,14
Karınca	5,36
Madra	7,8
Aşağı Bakırçay	19,91
Yukarı Bakırçay	15,93
Güzelhisar	8,09
Toplam	100

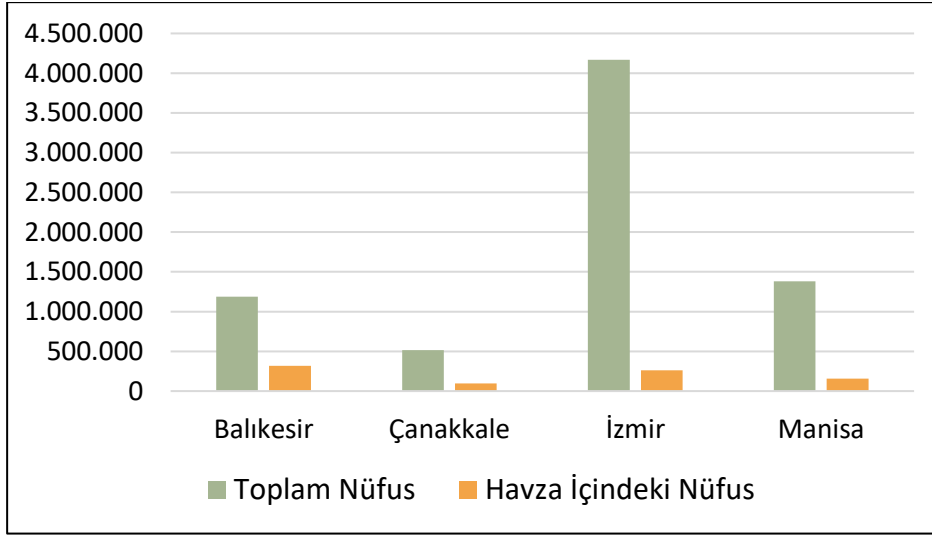


Şekil 2.5 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalar Haritası

2.2. DEMOGRAFİK VE SOSYO-EKONOMİK YAPI

2.2.1. Nüfus

Havza içerisinde Çanakkale, İzmir, Manisa ve Balıkesir gibi nüfus yoğunluğu çok olan iller bulunmaktadır. 2015 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre havzadaki bu 4 ilin havza içerisinde kalan kısmında nüfus 833.717'dir. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nden elde edilen verilere göre bu nüfusun 318.764'si Balıkesir, 97059'u Çanakkale, 259.483'ü İzmir ve 158.411'i Manisa illerinin havza içerisinde kalan nüfuslarından oluşmaktadır. Kuzey Ege Havzası'nın sahip olduğu toplam nüfus 2015 Türkiye nüfusunun yaklaşık olarak %1'ne denk gelmektedir. Şekil 2.6, havzayı oluşturan illerin havza içerisindeki nüfus dağılımını göstermektedir.



Şekil 2.6 Havzadaki İllerin 2015 Yılı Nüfus Dağılımı

Ayrıca havzanın İller Bankası iki nokta yöntemi kullanılarak hesaplanmış; 2060 yılına kadar olan nüfus projeksiyonu **Tablo 2.5**'te verilmiştir.

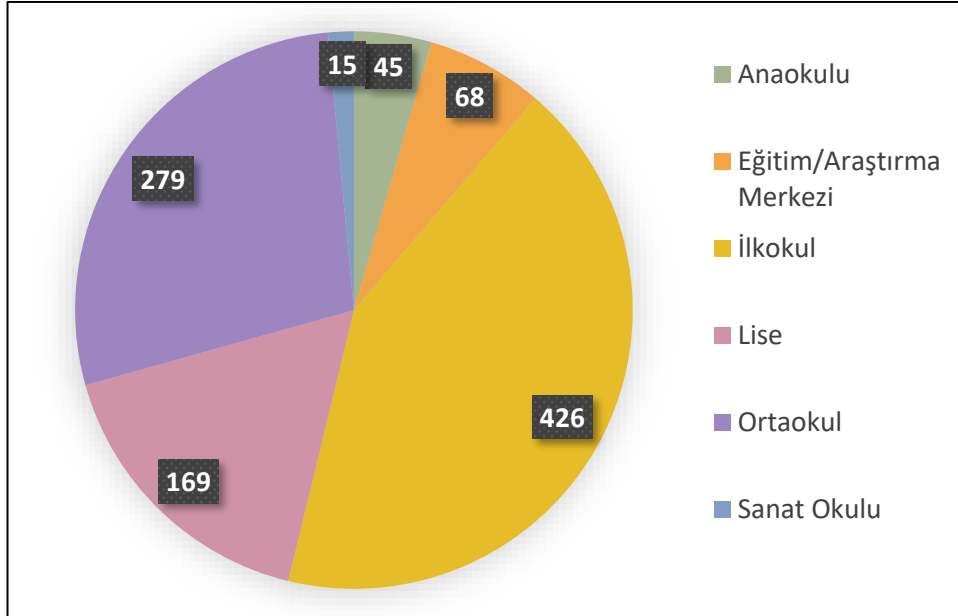
Tablo 2.5 KEH Yerleşim Yerleri Mevcut ve Gelecek Nüfusları

İl Adı	İlçe Adı	2015	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Balıkesir	AYVALIK	67.902	69.645	70.853	72.083	73.333	79.920	87.099	94.922	103.448	112.739	122.866	122.866	122.866
	BURHANIYE	57.090	58.924	60.070	61.238	62.428	68.739	75.687	83.337	91.761	101.036	111.249	111.249	111.249
	EDREMİT	138.733	149.345	153.825	158.440	163.193	189.186	219.318	254.250	294.745	341.690	396.113	396.113	396.113
	GÖMEÇ	12.768	12.980	13.184	13.391	13.602	14.705	15.898	17.188	18.583	20.090	21.720	21.720	21.720
	HAVRAN	26.377	27.917	28.197	28.479	28.763	30.231	31.773	33.393	35.097	36.887	38.769	38.769	38.769
Çanakkale	ŞAĞAŞTEPE	15.894	18.542	18.727	18.914	19.103	20.078	21.102	22.178	23.310	24.499	25.749	25.749	25.749
	AYVACIK	31.423	32.000	32.320	32.643	32.969	34.651	36.419	38.277	40.229	42.281	44.438	44.438	44.438
	BAYRAMIÇ	29.081	29.743	30.041	30.341	30.645	32.208	33.851	35.578	37.392	39.300	41.304	41.304	41.304
	EZİNE	31.801	31.658	31.975	32.295	32.618	34.282	36.030	37.868	39.800	41.830	43.964	43.964	43.964
	MERKEZ	4.754	5.073	5.225	5.382	5.544	6.426	7.450	8.637	10.012	11.607	13.456	13.456	13.456
İzmir	ALIAĞA	81.624	93.757	96.569	99.467	102.451	118.768	137.685	159.615	185.037	214.509	248.674	248.674	248.674
	BERGAMA	101.452	103.111	104.142	105.183	106.235	111.654	117.350	123.336	129.627	136.240	143.189	143.189	143.189
	DİKİLİ	40.537	42.513	43.789	45.102	46.455	53.855	62.432	72.376	83.904	97.267	112.759	112.759	112.759
	FOÇA	6.684	6.738	6.805	6.873	6.942	7.296	7.668	8.059	8.470	8.902	9.356	9.356	9.356
	KINIK	28.052	28.548	28.833	29.121	29.413	30.913	32.490	34.147	35.889	37.720	39.644	39.644	39.644
Manisa	MENEMEN	1.134	1.215	1.250	1.286	1.323	1.523	1.753	2.018	2.323	2.675	3.079	3.079	3.079
	AKHİSAR	1.049	1.070	1.080	1.091	1.102	1.158	1.217	1.279	1.345	1.413	1.485	1.485	1.485
	KIRKAĞAÇ	40.919	43.870	44.309	44.752	45.200	47.505	49.929	52.475	55.152	57.966	60.922	60.922	60.922
	YUNUS EMRE	9.242	10.737	10.899	11.064	11.231	12.106	13.048	14.064	15.159	16.340	17.612	17.612	17.612
	SARUHANLI	140	142	143	145	146	154	162	170	179	188	197	197	197
SOMA	107.061	109.444	110.689	111.948	113.222	119.809	126.781	134.157	141.964	150.224	158.965	158.965	158.965	
Toplam		833.717	876.972	892.927	909.238	925.918	1.015.167	1.115.142	1.227.325	1.353.427	1.495.403	1.655.511	1.655.511	1.655.511

Kaynak: (TÜİK, 2015)

2.2.2. Eğitim ve Sağlık

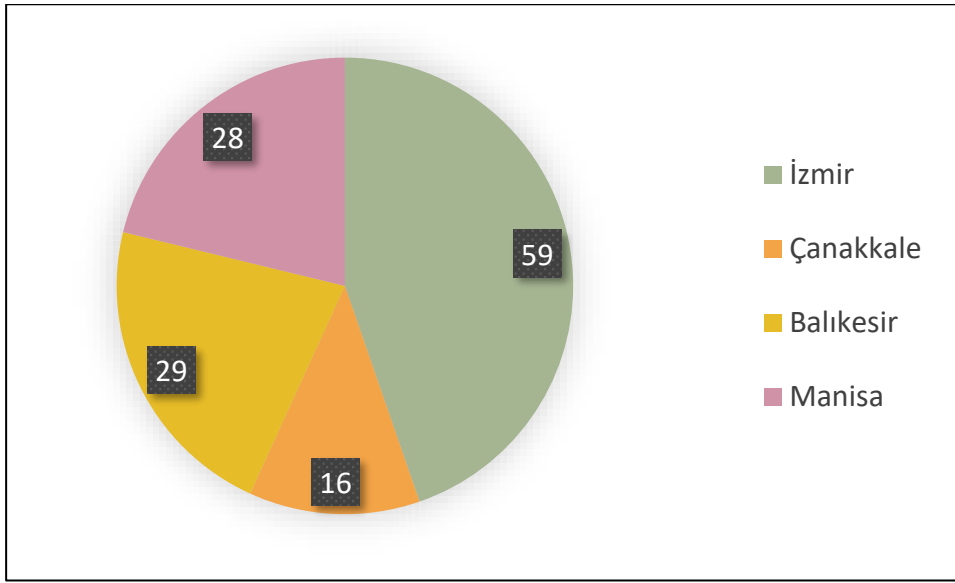
Havzada yer alan Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı eğitim kurumları incelendiğinde 45 anaokulu, 426 ilkokul, 279 ortaokul, 169 lise, 68 eğitim/araştırma merkezi ve 15 sanat okulu olmak üzere toplam 1002 eğitim kurumu bulunmaktadır. Havzadaki eğitim kurumlarının dağılımı Şekil 2.7'de verilmiştir. MEB'e bağlı eğitim kurumlarına ait bilgiler MEB'in internet sayfasından elde edilmiş olup, yalnızca havza içinde yer alan ilçelere ait bilgiler alınmış aynı ilin havza dışında kalan ilçeleri değerlendirilmemiştir (MEB, 2016).



Şekil 2.7 Havzadaki Okulların Dağılımı

Havza illerindeki eğitim seviyesine göre okul, öğretmen ve öğrenci sayılarına ait detaylı bilgiler EK-0'da verilmiştir. Bu verilere ek olarak 2015-2016 öğretim yılındaki öğretmen başına düşen öğrenci sayıları incelendiğinde, İzmir'de öğretmen başına ilkokulda 16, ortaokulda 13, genel lisede 11 ve mesleki ve teknik lisede ise 12 öğrenci düşmektedir. Bu sayılar Türkiye genelinde aynı öğretim dönemi için ilkokulda 18, ortaokulda 15, genel lisede 12 ve mesleki ve teknik lisede 13 olarak verilmiştir.

Havza illerinde yer alan hastaneler incelendiğinde 78 devlet hastanesi, 41 özel hastane, 7 adet üniversite/araştırma hastanesi ve 6 adet diğer kamu hastanesi bulunmaktadır. **Şekil 2.8**'de havzada yer alan hastanelerin dağılımları verilmiştir, buna göre İzmir'de 59, Balıkesir'de 29, Manisa'da 28 ve Çanakkale'de 16 olmak üzere havza illerinde içinde toplam 132 hastane bulunmaktadır.



Şekil 2.8 Havzada Yer Alan Hastane Dağılımı

Havza illerindeki sağlık kuruluşlarının yatak ve sağlık personeli sayıları ise **EK-0**'da verilmektedir. İzmir ili içerisinde 5.772 uzman hekim olmak üzere toplam 9.870 hekim bulunmaktadır. Çanakkale İli içerisinde 482 uzman hekim olmak üzere toplam 873 hekim bulunmaktadır. Balıkesir ili içerisinde 850 uzman hekim olmak üzere toplam 1.564 hekim bulunmaktadır. Manisa ili içerisinde 1.206 uzman hekim olmak üzere toplam 2.208 hekim bulunmaktadır.



2.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum

Kalkınma Bakanlığı tarafından yapılan illerin ve bölgelerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırmasına göre havzayı oluşturan illerden biri olan İzmir 1. kademe gelişmişlik seviyesi göstermektedir. İzmir bu araştırmaya göre havzanın en gelişmiş ilidir.

Bu gelişmişlik sırasını 2. kademeyeyle Çanakkale, 3. kademeyeyle ise Manisa ve Balıkesir takip etmektedir. Kademeler belirlenirken bölgedeki pek çok değişken hesaba katılmıştır. Ancak genel hatları ile ekonomik, sosyal ve coğrafi benzerlikler, bölgesel kalkınma planları ve nüfus büyüklükleri dikkate alınmıştır.

İzmir ili sahip olduğu 1,9715'lik endeks değeri ile SEGE-2011'de Türkiye'de İstanbul ve Ankara'dan sonra üçüncü sırayı almaktadır. Çanakkale bu sıralamada 0,5999 endeks değeri ile 14., Balıkesir 22. (0,4764), Manisa 23. (0,4711) sıralarda yer almaktadırlar.

KEH içerisindeki illerin gelişmişlik sıraları ülkedeki en gelişmiş ilk 3 ilin sıralamalarıyla birlikte **Tablo 2.6**'da verilmiştir.

Tablo 2.6 Havzadaki İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıraları

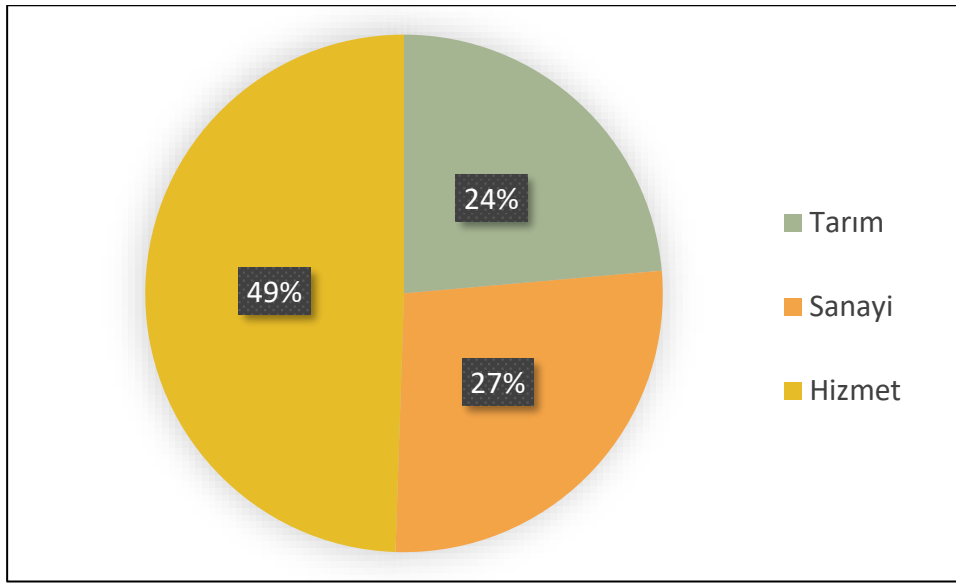
İl Kodu	İller	SEGE-2011 Sırası	Endeks Değeri
TR100	İstanbul	1	4,5154
TR510	Ankara	2	2,8384
TR310	İzmir	3	1,9715
TR222	Çanakkale	14	0,5999
TR321	Aydın	19	0,5597
TR221	Balıkesir	22	0,4764
TR331	Manisa	23	0,4711

Kaynak: SEGE, 2011

Bölge her geçen yıl tarım, sanayi ve hizmet konusunda gelişme göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verilerine göre bölgede tarım sektöründe

768.000 kişi, sanayi sektöründe 876.000 kişi ve hizmet sektöründe ise 1.610.000 kişi istihdam etmektedir.

Bu veriler baz alındığında havzadaki sektörel dağılım: %49 oranında hizmet, %24 oranında tarım, %27 oranında sanayi olacak şekilde gerçekleşmiştir. Bu dağılım **Şekil 2.9**'da verilmiştir.



Şekil 2.9 Havzadaki İllerde 2015 Yılına Ait İstihdamın Sektörel Dağılımı

Bölgedeki illerden İzmir'de 2010 yılından 2015 yılına kadar olan sürede hem tarım hem sanayi hem de hizmet sektöründe farklı oranlarda artışlar yaşanmıştır. Aynı sektörler, havzadaki diğer illerde bazı yıllarda düşüş yaşarken bazı yıllarda da sabit kalmıştır.

TÜİK 2015 verilerine göre, TR33(Manisa, Afyon, Aydın, Uşak) tarım sektöründe TR31(İzmir) ve TR22(Çanakkale, Balıkesir)'ye göre çok ileri iken, sanayi ve hizmet sektöründe başı TR31(İzmir) bölgesi çekmektedir. Havzadaki istihdamın genel durumu **Tablo 2.7**'de verilmiştir.

Tablo 2.7 Havzadaki İllerde İstihdamın Durumu

Yıllar	İBBS Düzey -2 Bölgeler	Bin Kişi			Yüzde (%)		
		Tarım	Sanayi	Hizmet	Tarım	Sanayi	Hizmet
2010	TR31 (İzmir)	153	397	753	11,8	30,4	57,8
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	226	112	230	39,8	19,6	40,5
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	383	246	330	39,9	25,6	34,4
	TÜRKİYE	5.683	5.927	10.985	25,2	26,2	48,6
2011	TR31 (İzmir)	178	433	799	12,6	30,7	56,7
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	228	107	240	39,6	18,6	41,8
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	477	233	356	44,7	21,9	33,4
	TÜRKİYE	6.143	6.380	11.587	25,5	26,5	48,1
2012	TR31 (İzmir)	144	450	831	10,1	31,6	58,3
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	214	107	266	36,5	18,2	45,2
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	515	248	356	46,0	22,2	31,8
	TÜRKİYE	6.097	6.460	12.264	24,6	26,0	49,4
2013	TR31 (İzmir)	187	481	846	12,3	31,8	55,9
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	213	113	261	36,3	19,3	44,4
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	482	249	349	44,6	23,1	32,3
	TÜRKİYE	6.015	6.737	12.771	23,6	26,4	50,0
2014	TR31 (İzmir)	158	477	869	10,5	31,7	57,8
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	186	128	288	30,9	21,3	47,8
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	449	259	437	39,2	22,6	38,1
	TÜRKİYE	5.470	7.227	13.235	21,1	27,9	51,0
2015	TR31 (İzmir)	147	475	861	9,9	32,0	58,1
	TR22 (Balıkesir, Çanakkale)	177	127	295	29,6	21,3	49,2
	TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	444	274	454	37,9	23,4	38,7
	TÜRKİYE	5.483	7.246	13.891	20,6	27,2	52,2

Kaynak: TÜİK,2015



2.2.3.1. Tarım

991.476 ha alana yayılan Kuzey Ege Havzası'nda tarım yapılan topraklar 407.899 ha olup, havzanın yaklaşık %41,1'ini oluşturmaktadır. Havzada yetiştirilen en önemli tarım ürünleri zeytin, pamuk, tütün, hububat, domates ve biberdir.

Havzadaki tarım arazilerinin dağılımı incelendiğinde, arazilerin %44,6'sını meyve, içecek ve baharat bitkilerinin oluşturduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra tarımsal arazi kullanımındaki bir diğer önemli payı ise tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekilen alanının oluşturduğu anlaşılmaktadır. Nadas alanının oldukça düşük bir paya sahip olduğu havzada, sebze bahçeleri alanı da toplam tarımsal arazinin %8,3'ünü oluşturmaktadır.

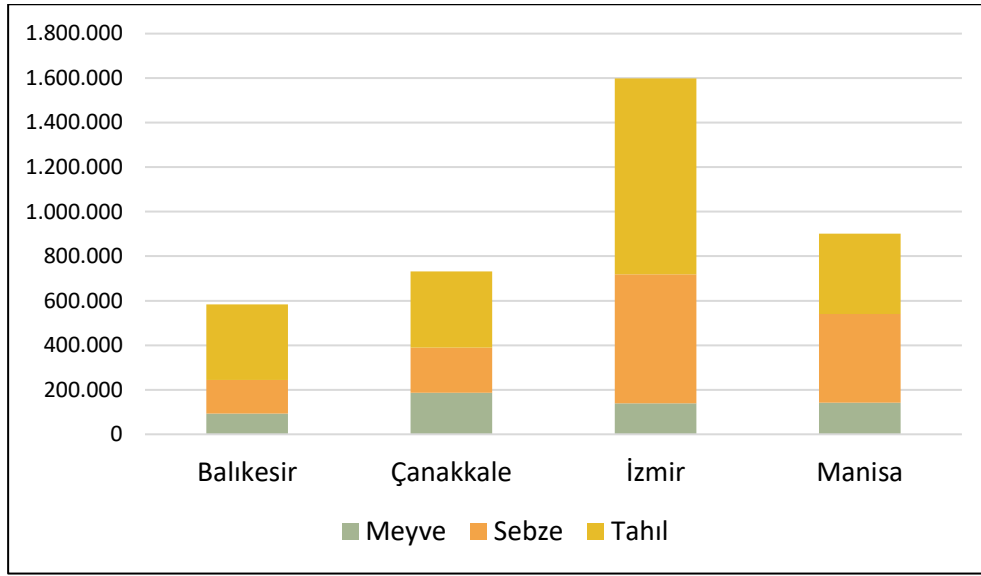
Havza ilçelerindeki tarımsal arazi kullanımı **Tablo 2.8**'de gösterilmiştir. Buna göre Balıkesir ilinde 226.536 dekar alan ile Burhaniye ilçesi en fazla tarım alanına sahiptir ve Buhraniye'yi, 218.173 dekar alan ile Edremit ilçesi takip etmektedir. Çanakkale ili için ise Bayramiç ilçesi 314.686 dekar toplam alan ile birinci sıradadır. İzmir ilinde bulunan Bergama ilçesi, toplam 410.806 dekar tarım alanı ile İzmir'in en çok tarım alanına sahip ilçesi konumundadır. Manisa ilinde ise Şehzadeler ilçesi 292.621 dekar alan ile birinci sıradadır. Ülkedeki toplam tarımsal arazi alanının %1,70'inin bulunduğu Kuzey Ege Havzası'nda en çok alanı meyveler, içecek ve baharat bitkileri 1.818.540 dekar alanla ülkedeki toplam alanın %5,54'ünü oluşturmaktadır.

Tablo 2.8 Havza İççelerindeki Tarımsal Arazi Kullanımı

İl Adı	İlçe Adı	Toplam Alan(dekar)	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler		Sebze bahçeleri alanı(dekar)	Meyveler, içecek ve baharat bitkilerinin	Süs Bitkileri Alanı(Dekar)
			Ekilen alanı(dekar)	Nadas alanı(dekar)			
Balıkesir	Ayvallık	195.183	16.460	160	8.821	169.740	2
	Burhaniye	226.536	26.697	3.831	16.047	179.910	51
	Edremit	218.173	10.858	0	4.090	203.209	16
	Gömeç	132.223	10.524	2.128	4.134	115.436	1
	Havran	136.581	18.410	12.652	10.979	94.519	21
	İvrindi	177.816	165.482	3.193	4.726	4.415	0
	Savaştepe	129.918	88.524	20.821	13.753	6.820	0
	Merkez	233.617	160.601	5.338	21.768	45.910	0
	Ayvack	245.922	58.407	48.744	12.020	126.751	0
	Bayramiç	314.686	192.995	2.705	15.329	103.657	0
İzmir	Ezine	258.656	100.551	10.245	22.629	125.231	0
	Aliağa	113.298	56.872	2.873	2.620	50.925	8
	Bergama	410.806	244.542	532	45.073	120.659	0
	Dikili	118.181	62.592	1.543	5.290	48.756	0
	Foça	44.964	18.539	4.370	4.505	17.550	0
	Kınık	82.678	53.289	85	20.144	9.160	0
	Menemen	225.130	117.806	585	41.679	65.060	0
	Kırkağaç	212.096	64.792	1.387	30.941	114.925	51
	Soma	208.217	124.476	2.277	20.953	60.511	0
	Şehzadeler	292.621	157.068	692	17.310	117.540	11
Manisa	Yunusemre	101.687	48.171	1.064	13.871	37.856	725
	Havza Toplam	4.078.989	1.797.656	125.225	336.682	1.818.540	886
Türkiye Geneli		239.339.497	157.230.212	41.139.762	8.085.070	32.838.481	45.972
Havza Türkiye Oranı (%)		1,70	1,14	0,30	4,16	5,54	1,93

Kaynak: TÜİK,2015

Şekil 2.10'da havzadaki tarımsal üretimin illere göre dağılımı gösterilmiştir. Havzadaki en büyük alana sahip olan İzmir ilinde en fazla sebze ve tahıl üretimi yapılmaktadır. En fazla meyve üretimi ise Çanakkale ilinde yapılmaktadır. Havzada yapılan toplam tarımsal üretim TÜİK 2015 verilerine göre yaklaşık olarak 3.810.000 tondur.



Şekil 2.10 Havza İllerine Göre Tarımsal Üretimin Dağılımı

Havza içinde bulunan Çanakkale tarım potansiyeli ve tarımdaki istihdam oranı bakımından önemli bir ildir. Sahip olduğu coğrafi konumu ve iklimi sayesinde hemen hemen bütün ürünleri yetiştirebilmek mümkündür. Tarım arazisinin %79'u tarla arazisi, %6'sı sebze, %4'ü meyve, %2'si bağ, %9'u zeytinliktir. İlin toplam tarım alanı 330.337 ha olup 177.953 ha alanı sulanabilir arazidir. Üretim seviyesi olarak Türkiye'de üst düzey seviyelerde sebze, meyve, tahıl ve bitkisel ürünler yetiştirilip üretilmektedir. Bu ürünler arasında salçalık biber, domates, bakla, şeftali, golden ve grannysmith elma, şaraplık üzüm ve yulaf bulunmaktadır. Bu ürünler içinde, Türkiye toplam şeftali üretiminin %16'sına, salçalık biber üretiminin %16'sına, çeltik üretiminin %11'ine, kanola üretiminin %8'ine, zeytin üretiminin %7,3'üne, domates üretiminin %5,7'sine, elma üretiminin %4,5'ine ve bakla üretiminin %3'üne denk gelmektedir.



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



Balıkesir'in sahip olduğu iklim ve toprak karakteristiği neredeyse her türlü bitkisel ürünün yetişebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle Balıkesir, Türkiye tarım ve hayvancılığında önemli bir yere sahiptir. İldeki toplam 513.946 ha olan tarım arazisinin 286.571 ha'ı sulamaya elverişli alanlardır. Bu alan toplam tarım alanının yaklaşık olarak %55,58'ine denk gelmektedir (MAM, 2010). Bölgede ağırlıklı olarak en fazla zeytin üretimi yapılmaktadır. Yemelik ve yağlık zeytin üretiminin önemli bir tarımsal faaliyet olduğu Balıkesir, Edremit Körfezi, Küçükkuşu'dan başlayıp Ayvalık - Altınova sınırına kadar uzanan bölgeyi kapsayan, ağırlıklı olarak Ayvalık çeşidi zeytinin yetiştiği, dünyanın en kaliteli zeytinyağının üretildiği bölgedir.

Manisa ilinde tarım kentin ekonomisinde başrol oynar. Havza içerisinde en çok üzüm, pamuk, tütün ve zeytin yetiştiren il Manisa'dır. Özellikle üzüm yetiştiriciliği konusunda çok önemli bir yere sahiptir. Türkiye'deki üzüm, tütün ve pamuk üretiminin yaklaşık dördte biri Manisa ilinde yapılmaktadır. İldeki 514.000 hektar tarım alanı içerisinde yaklaşık %40'lık bir oranda sulu tarım yapılmaktadır. Bölgede yetişen başlıca tarım ürünleri: buğday, arpa, mısır, pirinç, nohut, bakla, tütün, pamuk, susam, karnabahar, kereviz, domates, patlıcan, pırasa, kabak, biber, fasülye, ıspanak ve lahanadır.

İzmir ilinin topraklarının yaklaşık %28,54'ü tarım için kullanılmaktadır. Bu oran 344.900 ha'lık bir bölüme denk gelmektedir. Bu alanın ise %51,45'i sulu tarım yapılarak değerlendirilirken kalan kısımda kuru tarım yapılmaktadır. İlin önemli tarım ürünlerini zeytin, pamuk, tütün, hububat, üzüm, domates ve biber oluşturmaktadır. Havza sınırları içerisinde tarımsal açıdan önemli üretimlerin yapıldığı ilçeler Dikili ve Bergama'dır. Özellikle Bergama ilçesinde salçalık sebze üretimi yapılmaktadır. Yine Bergama ve Dikili ilçelerinde artan oranda seracılık faaliyetleri söz konusudur. Mıntıka pamuğu olarak bilinen dünyanın en kaliteli pamuğu Bergama, Dikili ve Kınık ilçelerinde üretilmektedir (MAM, 2010).

TÜİK 2015 verilerinden elde edilen havza sınırları içerisindeki ilçeler bazında meyve, sebze, tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin üretim bilgileri ve açıklamaları **EK-0**'da verilmektedir.



2.2.3.2. Hayvancılık

Kuzey Ege Havzası, Türkiye’de hayvancılık alanında çok önemli yere sahip illeri içermektedir. Çanakkale’de hayvansal üretimin başında sığır, keçi, koyun yetiştiriciliği ve tavukçuluk gelmektedir. Süt üretimi konusunda etkin bir yere sahip olan Çanakkale’nin Türkiye süt üretimindeki payı %3’tür. Ege ve Marmara denizlerine kıyısı olan Çanakkale deniz, tatlı su ve kültür balıkçılığı ana başlıkları altında sınıflanan su ürünleri üretiminde de oldukça önemli bir konumdadır.

İzmir’de hayvancılık önemli bir yer tutar. Havza içerisinde bulunan Aliağa, Bergama, Dikili, Foça, Kınık ve Menemen ilçelerinde en fazla paya tavukçuluk sahiptir. Daha sonra bu sırayı Bergama, Dikili ve Menemen ilçelerinde çoğunlukla yapılan koyun yetiştiriciliği takip etmektedir.

Manisa’da hayvancılık faaliyetleri ileri seviyededir. Büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığa ek olarak kümes hayvancılığı ve su ürünleri üretimi de yapılmaktadır. İlin geneli hayvancılık konusunda gelişmişken havza içerisinde kalan kısımları diğer havza illerine göre daha az bir gelişmişlik tablosu çizmektedir.

Balıkesir’deki hayvancılık çayırılar, meralar ve yüksek kesimlerde yapılmaktadır. Kırmızı et üretiminde çok önemli bir yere sahip olan il, 2007 yılında birinci sırada bulunmaktaydı. Tavuk işletmeciliği konusunda da aktif olan il tavuk işletmelerinin %9’unu barındırmaktadır.

Havzada en çok büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanına İzmir ili sahip iken havzadaki toplam hayvancılık faaliyetleri büyükbaşta, Türkiye’nin yüzde %6’sını karşılamaktadır. Havza içerisindeki ilçelerde az paya sahip olsada bal yetiştiriciliği de yapılmaktadır.

Havza içerisinde yer alan illerin sahip olduğu büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları **EK-0**’da verilmiştir.



2.2.3.3. Sanayi

Havza içerisinde bulunan ve Ege Bölgesi'ndeki sanayi pazarı %37 olan İzmir, toplamda sahip olduğu 4.682 sanayi işletmesi ve toplam 166.784 çalışan personel sayısı ile bölgede 1. sıradadır. İlde toplam 13 adet bulunan OSB'ler 4.423 hektarlık büyüklüğe sahiptir. Bu alan ile ülke toplamında 2. sırada yer almaktadır.

Manisa ilinde faaliyet gösteren başlıca sanayi sektörleri arasında elektrik-elektronik, taşıt araçları ve yan sanayi, iklimlendirme, kuru meyve ve mamülleri, ve kimyevi maddeler mamülleri bulunmaktadır. 2014 yılı Manisa İl Müdürlüğü Sanayi Sicil Kayıtlarına göre il imalat sanayi istihdamı 83.714 kişidir. Manisa ilinde bulunan sanayi işletmelerinin %60'i mikro ölçekli, %26'i küçük ölçekli, %11'i orta ölçekli, %3'i büyük ölçekli işletmelerdir. Manisa ilinde 7 adet organize sanayi bölgesi bulunmaktadır.

Çanakkale ilinde sanayi üretimi henüz gelişmekte olup son yıllara kadar ekonomisi tarıma dayanmaktadır. Mobilya, demir çelik ve seramik sanayinde üretim yapan büyük firmalar üretimlerini Çanakkale'de sürdürmeye başlamıştır. Çanakkale ilinde sanayi işletmelerinin sektörel dağılımı incelendiğinde, %35 ile en fazla gıda ürünlerinin imalatının olduğu görülmektedir (BSTB SGM, 2015). Çanakkale ilinde bulunan sanayi işletmelerinin %71'i mikro ölçekli, %23'ü küçük ölçekli,%4'ü orta ölçekli, %2'si büyük ölçekli işletmelerdir. Çanakkale ilinde 2 adet organize sanayi bölgesi bulunmaktadır.

Balıkesir ili sanayi yapısı, Türkiye'nin batı kısmının genel karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. İlde tarımın geniş bir alana yayılması ve çeşitli olmasından dolayı, tarıma dayalı sanayi son derece gelişmiştir. Yeraltı zenginlikleri açısından da son derece zengin olan Balıkesir ilinde, bor, kömür, demir başta olmak üzere krom, mermer, kurşun, çinko, antimuan, kaolin gibi maden yatakları zengin ve sayıca kabarıktır. Balıkesir ili sanayi sektörleri arasında en yüksek paya %33 ile gıda sanayi sahiptir. İl içerisinde toplam 5 adet organize sanayi bölgesi bulunmaktadır (BSTB SGM, 2015). İllerin sanayisine ait detaylı bilgiler **EK-0**'daki tablolarda verilmiştir.



2.2.3.4. Madencilik

Havza illerinde toplam 40 adet farklı maden rezervi bulunmaktadır. Bu maden rezervleri; Altın (Au), Alümit (Alu), Antimuan (Sb), Asbest (Asb), Bakır-Kurşun-Çinko (Cu-Pb-Zn), Barit (Ba), Bentonit (Ben), Bor (B), Civa (Hg), Çimento Hammaddeleri (Çmh), Demir (Fe), Disten (Dis), Dolomit (Dol), Dolomit (Dol), Feldispat (Fld), Fosfat (P), Grafit (Grf), Jips (Jips), Kalsit (Cc), Kaolen (Kao), Kil (Kil), Kireçtaşı (Kçt), Krom (Cr), Kum-Çakıl (Kçm), Kuvars (Q), Kükürt (S), Manganez (Mn), Manyezit (Mag), Mermer (Mr), Molibden (Mo), Nikel (Ni), Perlit (Per), Titanyum (Ti), Tuğla-Kiremit (Tğki), Tuğla-Kiremit (Tdki), Uranyum (U), Volfram (W), Vollastonit (Wo), Zeolit (Zeo) ve Zımpara (Zım)'dır. Havza illeri içerisinde var olan madenler ve madenlerle ilgili bilgiler **EK-0**'da yer almaktadır.

2.2.4. Kültürel Alanlar ve Turizm

Kuzey Ege Havzası'nda yer alan Balıkesir, Çanakkale, İzmir ve Manisa illeri turizm açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de en fazla adaya sahip ve kıyı uzunluğu yaklaşık 300 km olan Balıkesir ili doğal ve kültürel varlıklar bakımından turizm merkezi niteliği taşımaktadır. Balıkesir tarihi ve kültürel değerleri bakımından zengin olmasının yanı sıra konumu ve doğası ile önemli bir turizm merkezi olma özelliği taşımaktadır. Tarihi açıdan Balıkesir, manastırları, şehitlikleri, müzeleri ve antik kentleri ile kültür turizmi güzergâhlarına yakın oluşu sayesinde kültür turizminin merkezlerinden biri olarak gösterilebilmektedir (GMKA, 2011).

Havza içerisinde bulunan bir diğer il olarak Çanakkale sahip olduğu tarihi, turistik ve kültürel zenginlikleri ile yerli ve yabancı turistlerin gözdesi olmaktadır. Çanakkale'de deniz turizmi için uygun olan, güneşlenme, yüzme ve su sporları gibi çeşitli rekreasyonel faaliyetler için elverişli koylar bulunmaktadır. Ayrıca, Anadolu'daki en eski uygarlık merkezlerinden olan Çanakkale'de Troya, Assos, Priapos ve Sestos antik kentlerinin bulunmasının yanı sıra, Milli tarihimizin en önemli olaylarının gerçekleştiği Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı ve Truva Milli Parkı da Çanakkale sınırları içerisinde bulunmaktadır (ÇSB, 2013).



İzmir de turizm konusunda dikkat çeken bir diğer ildir. Genel olarak, İzmir’de başta deniz turizmi olmak üzere kültür turizmi, kongre turizmi, kış turizmi, termal turizm, doğa ve spor turizmi yapılmaktadır (İZKA, 2013). Yat turizmi açısından da İzmir, Çeşme Marina, Alaçatı Marina ve Seferihisar Marina gibi başlıca yat limanlarına ev sahipliği yapmaktadır. Turizm açısından önemli arkeolojik değerler ve kültürel varlıklar olan Bergama ve Efes antik kentleri de İzmir sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ayrıca, Selçuk’taki Meryem Ana Evi ve Kilisesi, Efes’te bulunan Yedi Uyurlar Mağarası ve Çifte Kiliseler dini açıdan turizm özelliği taşımaktadır (İZKA, 2013).

Manisa ili ise turistik kaynaklar ve doğal güzellikler açısından oldukça zengin olmasına rağmen tarihsel ve doğal değerlerinin yeterince tanıtılmaması, konaklama tesislerinin yetersizliği, İzmir gibi turistik ve gelişmiş bir ile yakınlığı sebepleriyle turizm açısından gelişmemiştir. Genel olarak şifalı sular bakımından zengin bir bölgede bulunan Manisa, kaplıcaları ve hamamlarıyla termal turizme ev sahipliği yapmaktadır. Bununla birlikte, Sardes, Sidas, Aigai gibi çok sayıda antik kentler, Osmanlı Dönemi’ne ait anıt eserler ve mimari yapılar Manisa’nın turizm potansiyelini arttırmaktadır (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu - Manisa İl Koordinatörlüğü, 2014). Havzadaki turizm daha detaylı olarak **EK-0**’da incelenmiştir.

2.2.5. Ekosistem

Ekolojik olarak genel çerçevede, Kuzey Ege Havzası’nda bulunan Bakır Çayı, Soma linyitleri ve havza genelinde yaygın olarak bulunan zeytinyağı üretim tesislerinin faaliyetleri neticesi belirli oranda kirlenmeyle karşı karşıyadır. Kanalizasyon artık sularının yükü nüfus yoğunluğunun düşük oluşuna bağlı az olan havzada Kaz Dağı Milli Parkı gibi ekolojik farkındalık yaratan alanlarda mevcuttur (Akın & Akın, 2007). Bu bölümde Kuzey Ege Havzası’na ait flora, fauna, ormanlar, milli parklar, tabiat koruma alanları ve içme suyu havzaları hakkında bilgiler sunulmuştur.



2.2.5.1. Flora

Havzanın kuzey kesiminde yüksek bölgelere hakim olan Kaz Dağları ve yarattığı ekosistemi, önemli bitki toplulukları olan Avrupa - Sibirya, Akdeniz ve İran - Turan flora bölgelerinin kesişme noktasında bulunmaktadır. Coğrafik konumu sonucu farklı iklim tipine sahip olması ve paleocoğrafik evrimi, dağın bitki çeşitliliğini arttıran en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle dağın kuzey ve doğu kısımlarında Avrupa - Sibirya elementleri yaygın iken, güney kısımlarında ve zirvede Akdeniz elementleri ve bitki örtüsü hakimdir (KAZMAD, 2014).

Yapılan çalışmalar Kaz Dağları ve çevresinde 101 familyaya ait 900 civarında bitki türü olduğunu göstermektedir. Bu türlerin 37 adedi sadece Kaz Dağlarında olmak üzere 73 adedi endemiktir. Ayrıca 3 adet daha endemik tespit edilmiştir (KAZMAD, 2014).

Havzanın alçak ve sahil kıyısı şeritlerinde ise Akdeniz iklimi etkisinde maki bitki örtüsü hakimdir. Bölgedeki maki formasyonu yine çoğunlukla kızılçam ormanlarının tahrip sahalarında güney ve orta Ege kesimlerine oranla türce daha azalmış ve yükseltisinden kaybetmiş olarak yayılış gösterir. Orta ve güney Ege bölgesinde daha yoğun görülen Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*), Pırnal Meşe (*Quercus ilex*) ve Boz Pırnal (*Quercus aucheri*) gibi türler kuzeye doğru azalmaktadır. Kuzey Ege kesiminde makiler 500 – 550 m yükseltiye kadar görülmekte olup bundan yüksek kısımlarda orman formasyonları görülmeye başlanmaktadır (Aydınözü, 2008).

Havzada yaygın olarak görülen ormanlılar ve maki türleri **EK-0**'da verilmiştir.

2.2.5.2. Fauna

Ilıman kuşakta bulunan ülkeler biyolojik çeşitlilik bakımından karşılaştırıldığında, hayvan (fauna) biyolojik çeşitliliğinin ülkemizde veri eksikliğine rağmen oldukça yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı 2007 verilerine göre; tanımlanan canlı türleri içinde en büyük rakamı omurgasızlar grubu oluşturmaktadır. Omurgasız hayvan türü sayısı yaklaşık



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



19.000'dir ve bunlardan yaklaşık 4.000 tür/alttür endemiktir. Bugüne kadar belirlenen toplam omurgalı hayvan türü sayısı 1.500'e yakındır. Omurgalılarından, 70'i balık türü olmak üzere 100'ün üzerinde tür endemiktir. Alageyik ve sülünün anavatanı Anadolu'dur. Ülkemizin dünyanın iki büyük kuş göç yolu üzerinde olması, kuşların beslenme ve üreme alanı olarak önemini artırmaktadır (OSİB, 2012).

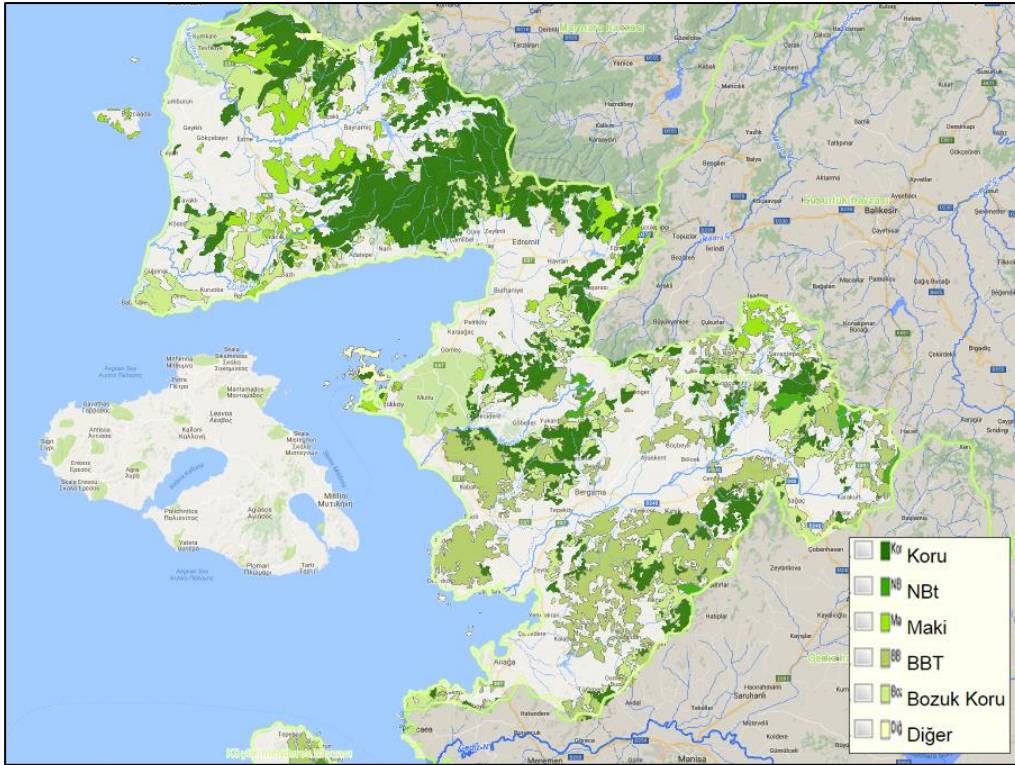
Türkiye omurgalı faunası üzerine birçok çalışma yapıldığı için fauna büyük oranda ortaya çıkmıştır. Son verilere göre Türkiye'de 460 kuş, 161 memeli, 141 sürüngen, 480 deniz balığı ve 236 tatlı su balığı türünün yaşadığı tespit edilmiştir. Tüm dünyada olduğu gibi böcek (Insecta) grubu Türkiye'de de çok zengindir. Ancak bazı gruplarda hiç çalışma olmaması, bazı gruplardaki çalışmaların yetersiz oluşu gibi sebeplerle Türkiye böcek faunası hakkında tahmini rakamlar vermek mümkündür. Türkiye'de bugüne kadar tespit edilmiş böcek türü yaklaşık 30.000 civarındadır. Ancak tahmin edilen sayı ise 60.000-80.000 arasındadır. Buna rağmen bazı böcek grupları ile ilgili faunistik liste büyük oranda çıkartılmış ve **EK-0**'da verilmiştir (OSİB, 2012).

Türkiye'nin sahip olduğu yaklaşık 8.592 km'lik kıyı şeridinde (adalar hariç) yaklaşık 3.000 bitki ve hayvan türü yaşamaktadır. Türkiye'deki bazı habitatlar bozulmuş hatta tahrip olmuş olsalar bile Akdeniz ve Ege kıyıları Akdeniz Foku (*Monachus monachus*), deniz kaplumbağası (*Caretta caretta*) ve yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*) gibi nesli tehlikede olan türlere barınma ortamı sağlamaktadır. Türkiye kıyılarında yaklaşık 480 deniz balığı türü tespit edilmiştir. Bunların %50'sinin yerel olarak yok olma tehlikesi altında olduğu tahmin edilmektedir. Ekonomik açıdan önemli balık türleri arasında hamsi, istavrit, palamut, sardalya, lüfer, barbun ve kalkan yer almaktadır. Türkiye'nin deniz alanlarına bağımlı kuş faunası, Ada martısının (*Larus audouinii*) yanı sıra, göçmen yaz ziyaretçisi Ada doğanını (*Falco eleonora*) da içermektedir (OSİB, 2012).

2.2.5.3. Ormanlar

Havzadaki ormanlık alanlarda bitki örtüsü genel olarak kızılçam, sarıçam, zeytin, kestane, karaçam ve meşelerden oluşur. Kuzey Ege Havzası'ndaki en büyük alanı, %43,8 ile orman alanları kaplamaktadır. Orman alanları içerisinde; iğne yapraklı ve yapraklı ormanlar, karışık ormanlar, maki ve otsubitkilerin kapladığı alanlar yer almaktadır (OSİB, 2013). Kuzey Ege Havzası orman kullanımı havzası haritası Şekil 2.11'de verilmiştir.

Şekilde de görüldüğü üzere koru orman kullanımı havzanın kuzeyinde bulunan Kaz Dağları kesimlerinde yoğunlaşmış olup, havzanın orta bölümü olan alçak kesimlerde yer yer *NBt* (Normal Baltalık) ve *BBt* (Bozuk Baltalık) ve bozuk koruluk orman dağılımları yoğun görülmektedir. Havzadaki büyük çayların etrafında yoğunlaşan tarım nedeniyle alt havzaların iç ve alçak kısımlarında orman kullanımı görülmemektedir.



Şekil 2.11 Kuzey Ege Havzası Orman Kullanımı (OSİB, 2016)



Türkiye genelinde 592 adet koruma alanı bulunmaktadır. Kuzey Ege Havzası, toplamda 12 adet koruma alanına sahip olup bunlardan 2 tanesi milli park, 1 tanesi tabiat koruma alanı, 4 tanesi tabiat parkı, 1 tanesi tabiat anıtı, 1 tanesi yaban hayatı geliştirme sahası, 2 tanesi sulak alan ve 1 tanesi özel çevre koruma bölgesidir. **Tablo 2.9**'da Kuzey Ege Havzası'ndaki korunan alanların isimleri ve buldukları iller verilmiştir. Kuzey Ege Havzası korunan alanlarını gösteren harita ise **EK-0**'da gösterilmiştir.

Tablo 2.9 Kuzey Ege Havzası'nda Bulunan Korunan Alanlar ve Buldukları İller

Korunan Alan Türü	Korunan Alanın Adı	Bulunduğu İl
Milli Park	Troya Milli Parkı	Çanakkale
	Kazdağ Milli Parkı	Balıkesir
Tabiat Koruma Alanı	Kazdağ Göknarı Tabiat Koruma Alanı	Balıkesir
Tabiat Parkı	Ayazma Pınarı Tabiat Parkı	Çanakkale
	Ayvalık Adalar Tabiat Parkı	Balıkesir
	Darıdere Tabiat Parkı	Balıkesir
	Sarımsaklı Tabiat Parkı	Balıkesir
Tabiat Anıtı	Taşdede Pırnal Meşesi	İzmir
Yaban Hayatı Geliştirme Sahası	Narlı Yaban Domuzu Örnek Avlak Sahası	Balıkesir
Sulak Alan	Ayvalık Sulak Alanları	Balıkesir
	Güzelhisar Deltası	İzmir
Özel Çevre Koruma Bölgesi	Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi	İzmir

2.2.5.4. Milli Parklar

Türkiye genelinde bulunan 40 adet milli parkın 2 tanesi Kuzey Ege Havzası'nda bulunmaktadır. Bu milli parklar Troya Milli Parkı ve Kazdağ Milli Parkı olup sırasıyla Çanakkale ve Balıkesir illerinde bulunmaktadır.

Troya Milli Parkı; Ege Bölgesi'nde bulunan Çanakkale ili sınırları içerisinde yer almakta olup, 1996 yılında bu statüye getirilmiştir. Troya Tarihi milli parkının ana değeri Troya antik kenti ve arkeolojik zenginlikleridir. Dünya miras listesinde yer alan Troya antik kenti önemli tarihi değere sahiptir. Önemli doğal kızılçam ormanları, kıyı



ekosisteminin önem arz ettiği alanlar endemik bitkiler ve yaban hayatı için önemli olan Karamenderes nehri deltası yer almaktadır. Günübirlik kullanım alanlarından Papaz plajı ve Yeniköy kumsalı deniz turizmi alanlarındandır.

Kazdağ Milli Parkı; Marmara ve Ege Bölgeleri geçiş bölümünde yer almakta olan bu milli park, Balıkesir sınırları içerisinde yer almaktadır ve 1994 yılında bu statüye getirilmiştir. Kazdağ Milli Parkı doğa temalı bir parktır. Bulunduğu geçiş iklimi ve yakın bölgedeki tek yüksek dağ olması ayrıca Biga Yarımadası'nda doğu-batı doğrultusunda uzanan dağın, yer yer en bilineni Şahinderesi Kanyonu olmak üzere, ırmaklar tarafından açılan kanyonlarla parçalara ayrılmış yapısı, deniz ile dağ ikliminin birbirine karışmasına olanak veren şartlar yaratmıştır. Tüm bu özel şartlar, bölgeyi endemik türler açısından zengin bir hale getirmiştir. Kazdağ Gökarnı bu endemik türlerin başında yer alır. Bunun dışında dağda 77 tane Türkiye'ye özgü tür tespit edilmiştir. Milli park sınırları içinde yer alan Pınarbaşı ve Hasanboğuldu piknik alanları başlıca gezi noktalarıdır. Milli parkın kültürel özelliği ise Sarıkız efsanesi ve bu kişiye ait mezarın, milli park sınırları içinde bir tepede yer almasıdır.

2.2.5.5. Tabiat Koruma Alanları

Kuzey Ege Havzası'nda Kazdağ Gökarnı Tabiat Koruma Alanı tek tabiat koruma alanıdır.

Kazdağ Gökarnı Tabiat Koruma Alanı; Marmara Bölgesi'nde, Balıkesir ili, Edremit ilçesi, Orta Oba –Zeytinli Köyü sınırları içerisinde yer almaktadır. Kazdağ Gökarnı (*Abies nordmanniana* ssp. *equi-trojani*), Karaçam (*Pinus nigra*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) başlıca ağaç türleridir. Alan içindeki fauna grupları içinde; Kurt (*Canis lupus*), Kaya Sansarı (*Martes foina*), Çakal (*Canis aureus*), Boz Ayı (*Ursus arctos*), Kızıl Geyik (*Cervus elaphus*), Yabani Tavşan (*Lepus europaeus*), Sincap (*Sciurus anomalus*) ve Karaca (*Capreolus capreolus*) sayılabilir. Endemik ve nesli tehlikeye düşmüş Kazdağ Gökarnı ile zengin bir yaban hayatı potansiyeline sahip orman ekosistemi özelliğinde bir sahadır.



Tabiat Parkları

Kuzey Ege Havzası, dört adet tabiat parkına ev sahipliği yapmaktadır.

Ayazma Pınarı Tabiat Parkı; Çanakalle ili, Bayramiç ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır ve merkez ilçeye 75 km uzaklıktadır. Mitolojik geçmişe sahip olan bu bölge, Kaz Dağı'na özgü uzun ağaçları ve şelaleleri ile ünlüdür.

Ayvalık Adalar Tabiat Parkı; Balıkesir ili, Ayvalık ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır ve Ayvalık adalarının 19 tanesini kapsayan bir tabiat parkıdır. 1995 yılında bu statüsünü kazanmıştır. Tabiat parkı tarihi ve kültürel değerleriyle tarih turizmi, bozulmamış geleneksel yapı tarzı ile kültür turizmi, restore edilmiş manastır ve kiliseleriyle inanç turizmi, kumsallar ve koylarıyla deniz turizmi, denizaltı çeşitlilik ve güzellikleriyle dalış turizmi, pek çok ada arasında yapılan tekne turları ile ilgi çekmektedir. Adalar ve çevresindeki deniz tabiat parkının en önemli peyzaj unsurudur. Bir bölümü aromatik, 5'i endemik, 752 bitki türü bulunmaktadır.

Darıdere Tabiat Parkı Balıkesir ili, Edremit ilçesine bağlı Darıdere Tabiat Parkı mitolojide (IDA) diye geçen, bugünkü adı ile Kaz Dağı'nın güney yamaçları ve Edremit Körfezi'nin kuzeyinde kurulmuş bir tabiat parkıdır. Orman ekosistemi bölgenin temel kaynak değerini oluşturmaktadır.

Sarımsaklı Tabiat Parkı; Balıkesir ili, Ayvalık ilçesi sınırları içerisinde bulunan bir tabiat parkıdır ve 2011 yılında bu statüsünü kazanmıştır.

Tabiat Anıtları

Kuzey Ege Havzası'nda bir adet tabiat anıtı bulunmakta olup İzmir ili sınırları içerisinde yer almaktadır.

Taşdede Pırnal Meşesi Tabiat Anıtı; İzmir ili'nde bulunan bu tabiat anıtı, 1994 yılında bu statüyü kazanmıştır. Bu bölgenin özelliği ise 8 m boya, 1 m çapa ve 3m çevre genişliğine sahip olan, 250 yaşında Pırnal Meşesi'dir.



Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları

Kuzey Ege Havzası'nda bir adet yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır.

Narlı Yaban Domuzu Örnek Avlak Sahası; Yaban turistlere, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nce verilen Özel Avlandırma İzin Belgeleri ile Kazdağı Turizm Seyahat Acentası vasıtasıyla av yaptırılmakta olan alan, Balıkesir ili, Edremit ilçesi'ne 45 km mesafede bulunmaktadır ve 2004 yılında bu statüyü kazanmıştır.

Sulak Alanlar

Kuzey Ege Havzası, iki adet sulak alana ev sahipliği yapmaktadır.

Ayvalık Sulak Alanları; Ayvalık Sulak Alanları'nda ve çevresinde, aralarında nesli tehlike altında bulunan tepeli pelikan, küçük kerkenez, aladoğan ve kervan çulluğunun da bulunduğu 170'ten fazla kuş türü barınmaktadır. Sulak alanların kıyısındaki sazlıklarda böcekleri ve kurbağaları, su yılanlarını ve su kaplumbağalarını görmek mümkündür. Ayvalık Sulak Alanları Şeytan Sofrası Lagünü, Sarımsaklı Subasar Çayırı ve Ayvalık Tuzlası'nı içermektedir.

Güzelhisar Deltası; Güzelhisar Deltası, İzmir ili Aliağa ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu alan, 2014 yılında sulak olarak belirlenmiştir.

Özel Çevre Koruma Bölgeleri

Kuzey Ege Havzası içerisinde bir adet özel çevre koruma bölgesi bulunmaktadır ve İzmir ili sınırları içerisinde kalmaktadır.

Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi; İzmir ili, Foça ilçesinden oluşmaktadır ve İzmir'e yaklaşık 70 km uzaklıktadır. Foça Özel Çevre Koruma Bölgesi 227 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Foça barındırdığı nesli tehlike altında olan türler arasında bulunan Monachus monachus (Akdeniz keşiş foku) açısından iyi bilinen bir bölgedir. Çam ormanları ve makılar bitki örtüsünü şekillendirir ve kurt, tilki, çakal, sansar keklik, güvercin ve bildircin gibi canlılara yaşam alanları oluşturmuştur.



2.3. İKLİM VE YÜZEYSEL SU KAYNAKLARI

2.3.1. İklim

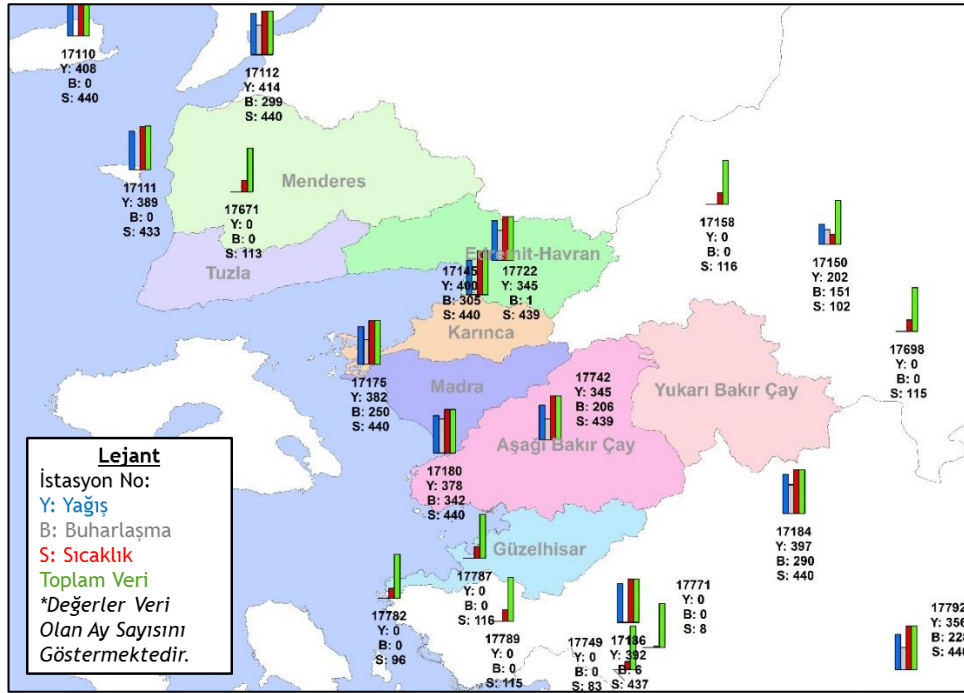
2.3.1.1. Meteoroloji İstasyonları

Kuzey Ege Havzası ve çevresinde dağılmış şekilde pek çok meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Yapılan güncel araştırmalarda çalışma kapsamında kullanılabilir veri uzunluğuna sahip olan istasyonlar belirlenmiş olup, *Meteoroloji Genel Müdürlüğü* aracılığı ile havza içindeki 7 adet meteoroloji istasyonuna ait veriler elde edilmiştir. Bu istasyonlar haricindeki havza içi ve çevresinde yer alan istasyonlar kuraklık analiz çalışmalarında kullanılabilir veri uzunluğuna (çoğu indeksin hesaplanabilmesi için 30 yıllık yağış verisi gerekmektedir) sahip olmadığı gerekçesiyle bu analiz çalışmasında kullanılmamıştır. Bu kullanılmayan istasyonların çoğunluğu 2000’li yıllardan sonra kurulmuş olan MGM Otomatik Meteorolojik Gözlem İstasyonları (OMGİ) istasyonları olup, kuraklık çalışmaları kapsamında kullanılması için veri uzunlukları henüz çok sınırlıdır (OMGİ istasyonları 2000’li yıllarda kurulmaya başlanmış olmasına karşın çok yüksek sayıda OMGİ kurulumu 2011 yılından sonra tamamlanmıştır). Bu sebeple, bu çalışmada sadece kurulumları 1920’li yıllarda gerçekleşen, yıllar içinde sayıları artan ve manuel olarak günümüze kadar gözlem yapmakta olan MGM istasyonlarından elde edilen veriler tercih edilmiştir. Bu sebeple havza sınırları içinde ve çevresinde birçok MGM istasyonu bulunmasına karşın bu kuraklık çalışmasında havza içindeki sadece 7 MGM istasyonundan elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Ayrıca, komşu havzalardaki Kuzey Ege Havzası sınırlarına yakın bulunan 12 adet MGM istasyonu verilerinin de mekânsal analizlere olan etkileri göz önünde bulundurularak kuraklık analizlerinde kullanılmasına karar verilmiştir.

Havza içi ve çevresindeki tüm MGM istasyonlarının (çalışmada kullanılan ve kullanılmayan) dağılımları **Şekil 2.12** üzerinde harita üzerinde gösterilmiştir. Şekilde kırmızı ile belirtilen istasyonlar çalışmada kullanılmış olup bu istasyonlara ait detaylı bilgiler ise **Tablo 2.10** üzerinde verilmiştir.

Tablo 2.10 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Çalışmalarında Kullanılan Meteoroloji İstasyonlarının Adı, Enlem ve Boylam Bilgileri

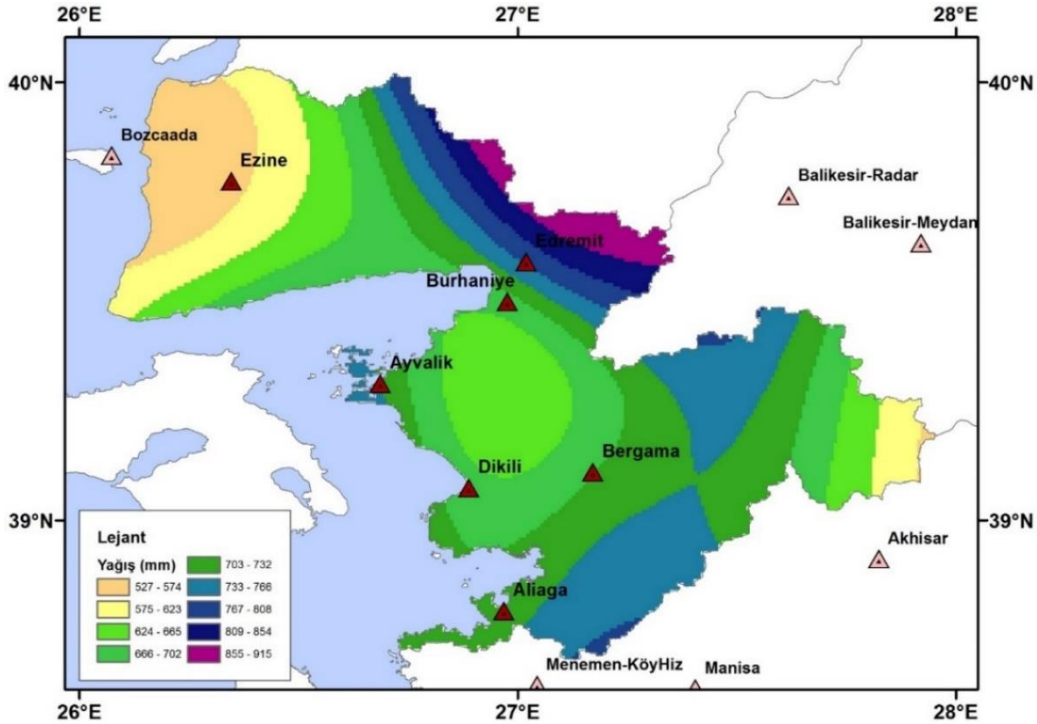
İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem	Boylam
17145	Edremit	39,5895	27,0192
17175	Ayvalık	39,3113	26,6861
17180	Dikili	39,0737	26,8880
17671	Ezine	39,7739	26,3456
17722	Burhaniye	39,4983	26,9755
17742	Bergama	39,1098	27,1710
17787	Aliğa	38,7922	26,9682
17110	Gökçeada	40,1910	25,9075
17111	Bozcaada	39,8326	26,0728
17112	Çanakkale	40,1410	26,3993
17150	Balıkesir-Meydan	39,6326	27,9201
17158	Balıkesir-Radar	39,7401	27,6180
17184	Akhisar	38,9118	27,8233
17186	Manisa	38,6153	27,4049
17698	Bigadiç	39,3995	28,1260
17746	Demirci	39,0349	28,6482
17771	Spildağı	38,5538	27,4484
17789	Menemen-KöyHiz	38,6237	27,0433
17795	Köprübaşı	38,7482	28,3992



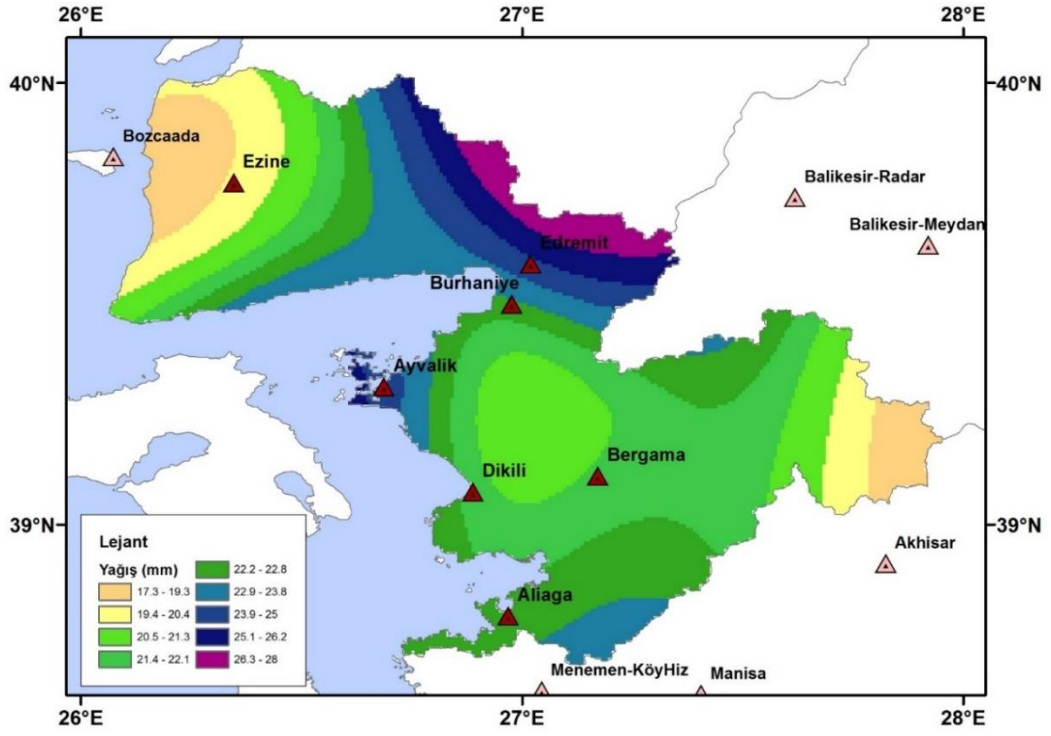
Şekil 2.13 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Çalışmalarında Kullanılan Meteoroloji İstasyonları Veri Durumu

2.3.1.2. Yağış

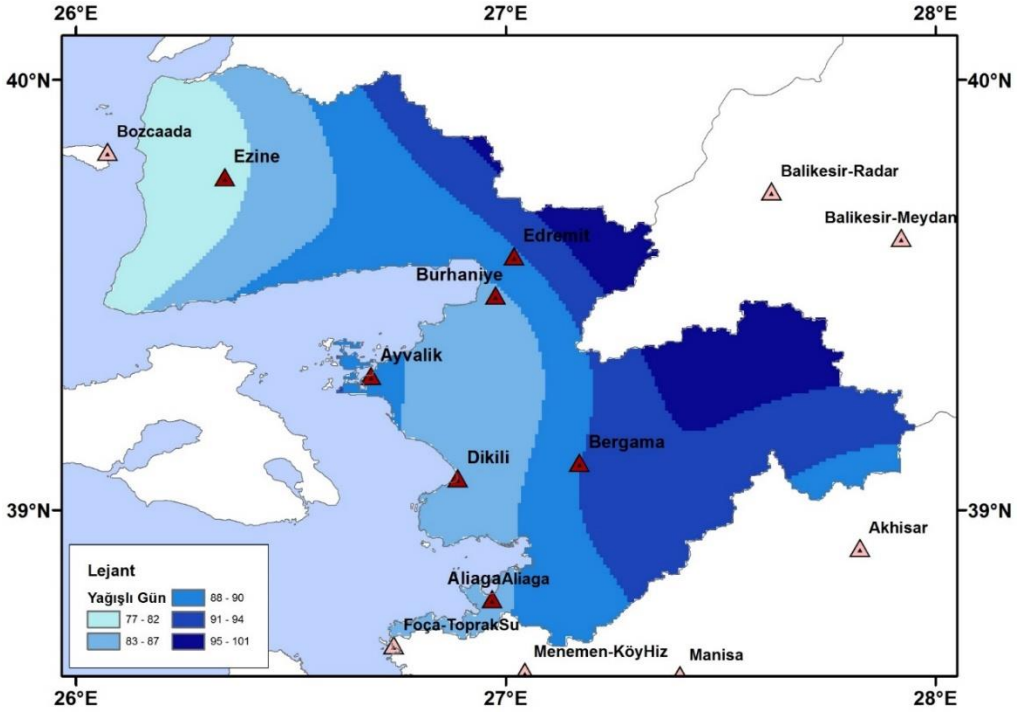
Havzanın içinde bulunan 7 adet meteoroloji istasyonuna ait 1980-2016 yılları arası güncel yağış verileri bu bölümde incelenmiştir. Havzadaki istasyonlara bağlı yıllık toplam yağış dağılımı, maksimum günlük toplam yağış dağılımı ve aylık ortalama yağışlı gün dağılımı grafikleri sırasıyla Şekil 2.14, Şekil 2.15 ve Şekil 2.16 üzerinde verilmiştir. Özellikle Kasım ve Aralık aylarında görülen yüksek yağış miktarları yaz dönemine doğru doğrusal olarak azalarak Temmuz – Ağustos dönemlerinde çok kurak eğilimler göstermektedir. Bölgedeki istasyonlara ait ortalama aylık toplam yağış miktarı 54,46 mm olup en yüksek ortalama aylık toplam yağış 129,02 mm – Edremit istasyonu – Aralık ayı olarak belirlenmiş olup en düşük ortalama aylık toplam yağış 3,05 mm – Ayvalık istasyonu – Temmuz ayı olarak gözlemlenmiştir. Verilen dağılımlara ait detaylı yağış verileri ve grafikleri EK-2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.14 Kuzey Ege Havzası Yıllık Toplam Yağış Bölgesel Dağılımı (1980-2016)



Şekil 2.15 Kuzey Ege Havzası Maksimum Günlük Toplam Yağış Bölgesel Dağılımı (1980-2016)

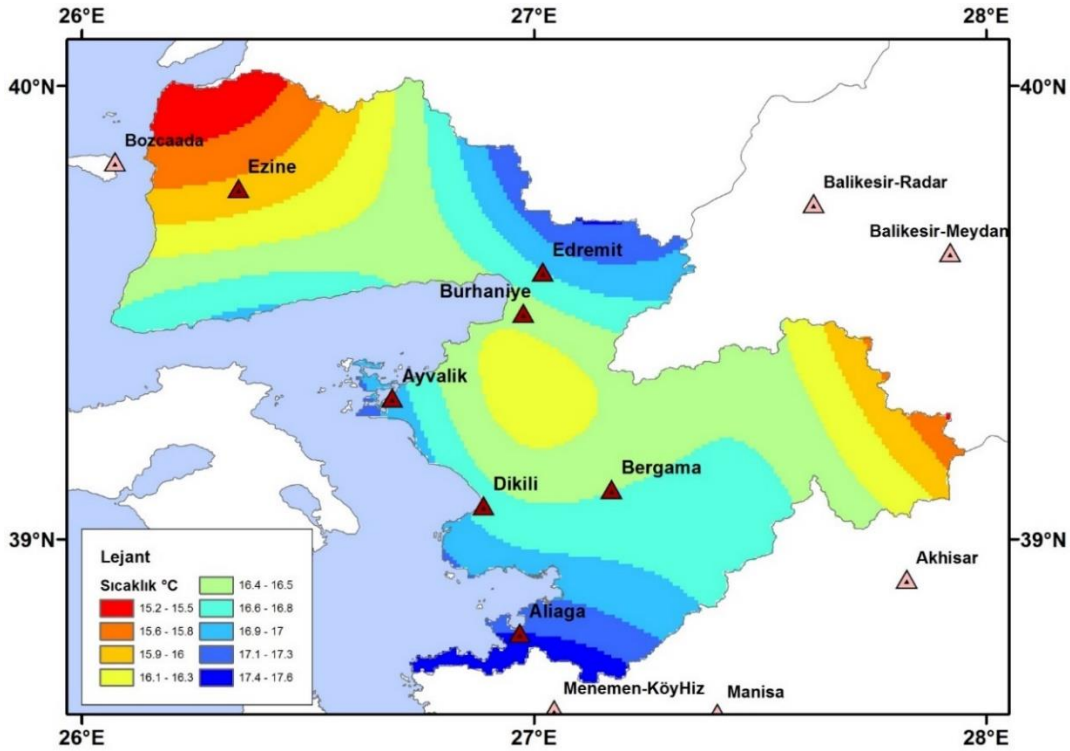


Şekil 2.16 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Yağışlı Gün Dağılımı (1980-2016)

2.3.1.3. Sıcaklık

Türkiye'nin sıcak - ılıman bölgelerinden biri olan Ege Bölgesi'nin içinde bulunan Kuzey Ege Havzası'na ait 7 adet meteoroloji istasyonuna ait aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık tabloları ve grafikleri **EK-2.1**'de verilmiştir. Aylık genel sıcaklık ortalamasının 16,64 °C olduğu havzada kış dönemi ortalaması (Aralık – Ocak – Şubat) 8,16 °C olup, yaz ortalaması ise (Haziran – Temmuz – Ağustos) 26,1 °C olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalamalarda en düşük ortalama 6,95 °C ile havzadaki en karasal istasyon olan Bergama meteoroloji istasyonu – Ocak ayı olarak hesaplanmış olup, en yüksek ortalama ise 27,43 °C Edremit istasyonu – Temmuz ayı olarak hesaplanmıştır.

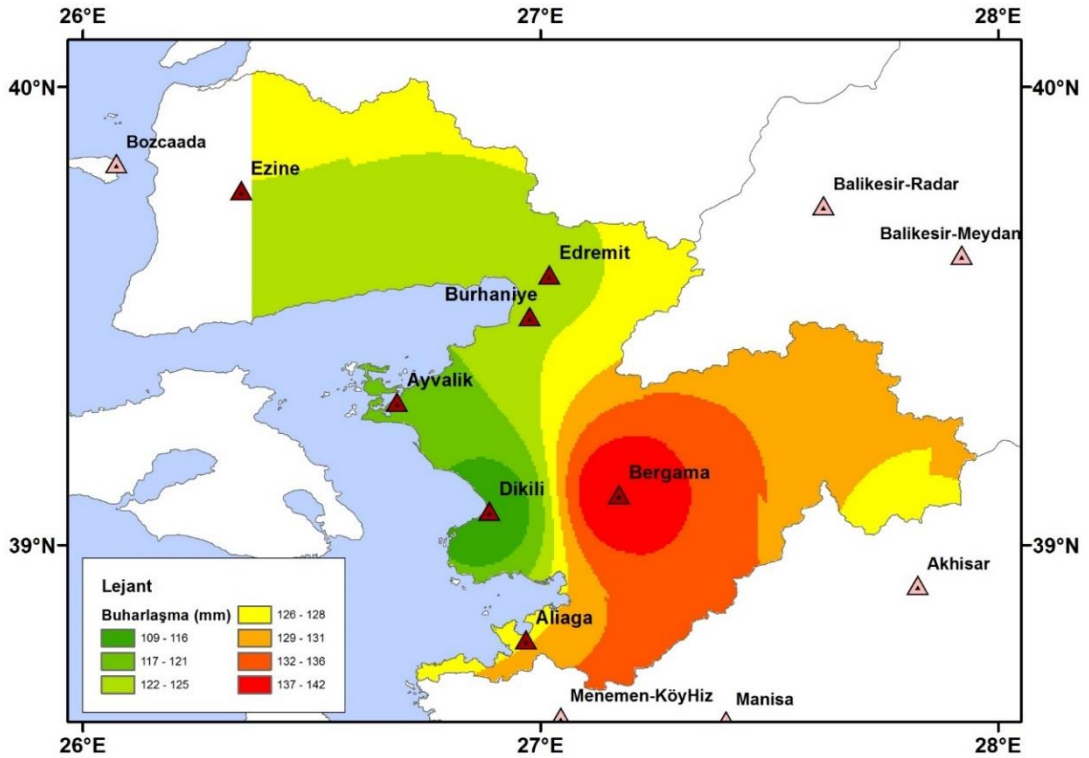
Şekil 2.17 üzerinde verilen dağılımda yukarıda anlatılan özellikler bölgesel olarak da gösterilmiştir. Havza genelinde en yüksek aylık maksimum sıcaklık 39,60 °C ile Temmuz ayında Bergama istasyonunda gözlemlenmiş olup, en düşük sıcaklık - 4,06 °C olarak Burhaniye istasyonunda Ocak ayında gözlemlenmiştir.



Şekil 2.17 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Sıcaklık Dağılımı

2.3.1.4. Buharlaşma

İncelenen 1980 – 2016 dönemi için havzanın yıllık ortalama buharlaşma değerleri havza içindeki ve dışındaki istasyonlar **EK-2.1**'de verilmiştir. **Şekil 2.18** üzerinde ise havzanın buharlaşma haritası yer almaktadır. Dönemsel sıcaklıkla ve iklimle doğrusal olarak artan buharlaşma etkisi özellikle en karasal olan Bergama istasyonunda en yüksek ölçülmüş olup deniz kıyısına yakın istasyonlarda iklimsel olarak daha az görülmektedir. Buna ek olarak karasallaşmanın da arttırdığı buharlaşma havzanın iç kesimlerine doğru yine artış gösterdiği grafiklerde ve verilerde gözlemlenmiştir.

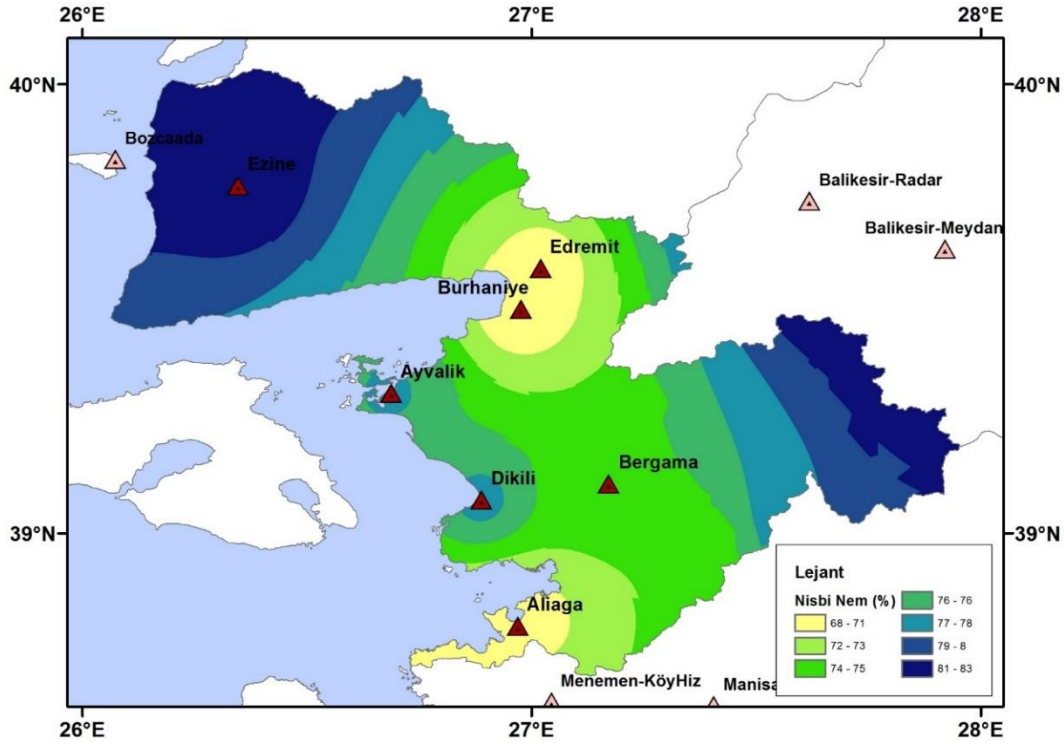


Şekil 2.18 Kuzey Ege Havzası Ortalama Aylık Toplam Buharlaşma Dağılımı (mm) (1980-2016)

2.3.1.5. Nisbi Nem

Kuzey Ege havzası, Türkiye genelinde nemli bölgelerden biridir. Havza sınırları içinde ve dışında kalan meteoroloji istasyonları incelendiğinde 18 adet MGM istasyonunda nem ölçümü yapıldığı tespit edilmiş olup bu istasyonlara ait aylık ortalama nisbi nem değerleri **EK-2.1**'de verilmiştir. Havza içinde bulunan istasyonların aylık nisbi nem ortalaması ise %74,15; dışındaki istasyonlara ait aylık ortalama nisbi nem değeri %79,3 olarak hesaplanmıştır.

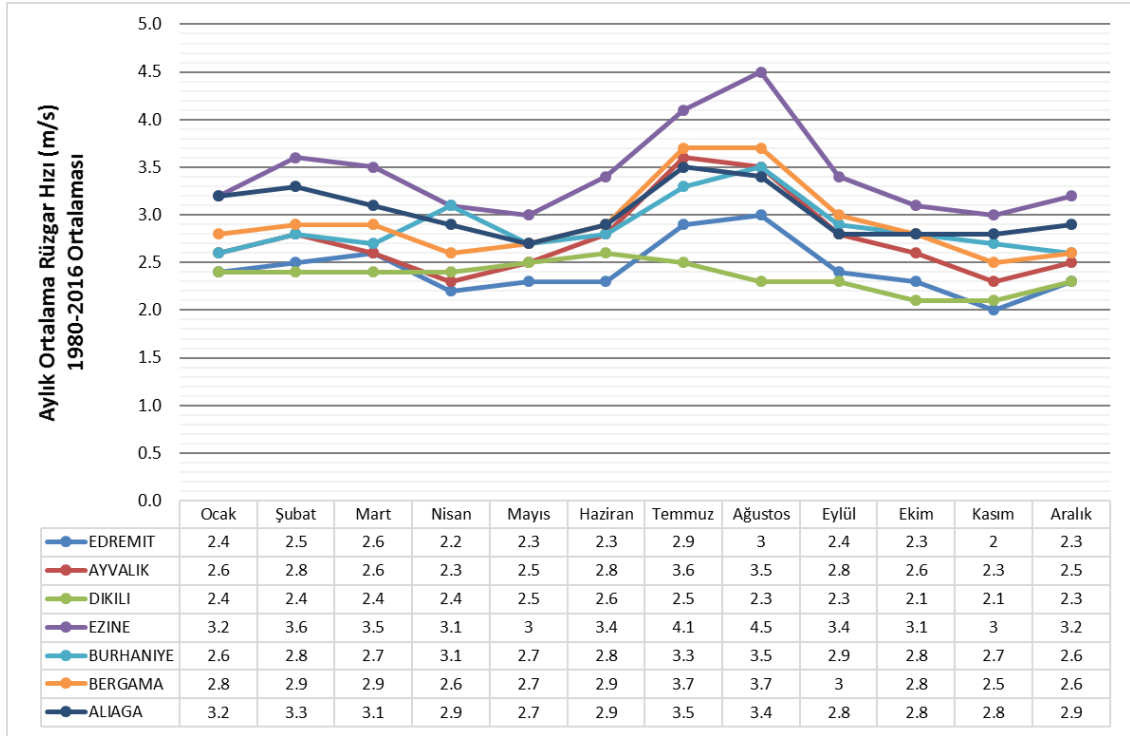
Şekil 2.19 üzerinde ise havza içindeki ve dışındaki istasyonlarına ait alansal nisbi nem dağılım haritası sunulmuştur. Havzanın kuzey bölümünde ve karasal olan orta – iç kesimlerinde daha yüksek nem değerleri hesaplanmış olup, havzanın kuzeyinde bulunan Edremit Körfezi civarında ve güneyinde bulunan Çandarlı Körfezi civarında bölgesel en düşük değerler hesaplanmıştır. Havzanın orta kesimlerinde ise ortalama nem değerleri gözlenmiştir.



Şekil 2.19 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Nisbi Nem (1980-2016)

2.3.1.6. Rüzgâr

Şekil 2.20 üzerinde havza içindeki istasyonlara ait aylık ortalama rüzgâr hızı grafikleri incelendiğinde havzada genel olarak Temmuz-Ağustos aylarında en yüksek rüzgâr hızları gözlemlenmiş, havzanın kuzeyinde bulunan Edremit, Ayvalık ve Burhaniye istasyonlarında diğer 2 istasyona göre daha yüksek değerler ölçüldüğü görülmüştür. Havza dışındaki istasyonlara ait aylık ortalama rüzgar verileri EK-2.1’de verilmiştir.

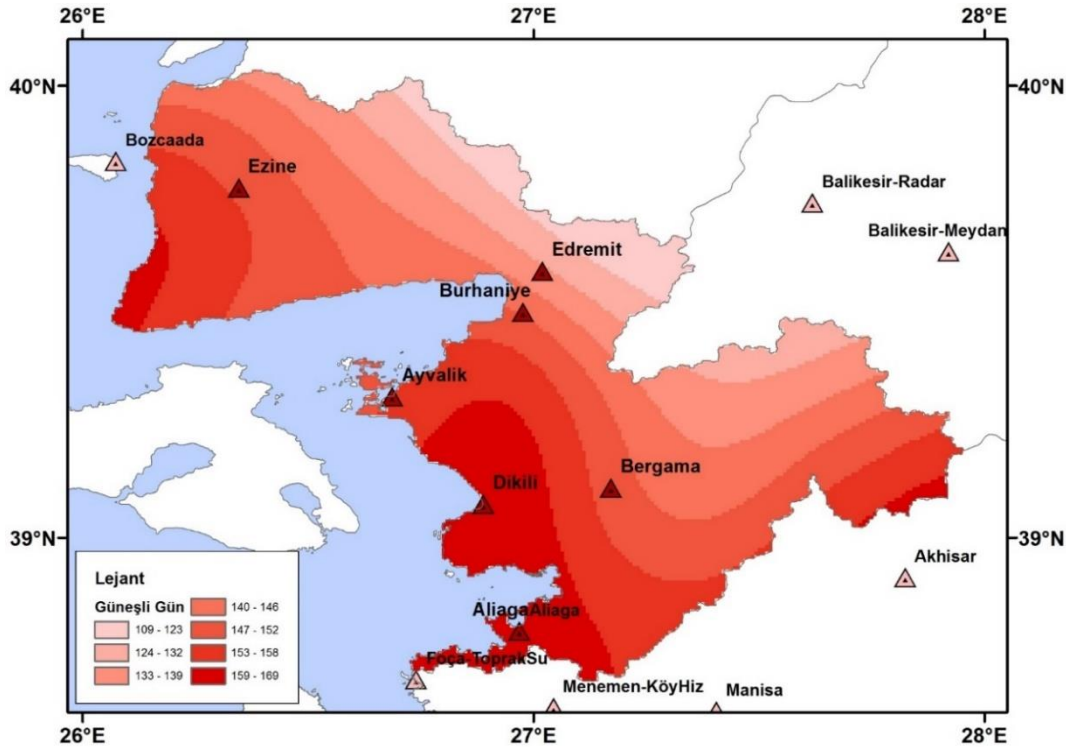


Şekil 2.20 Kuzey Ege Havzası İçindeki MGM İstasyonları İçin Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı (1980-2016)

2.3.1.7. Güneşlenme Süresi

Havzada yıllık ortalama güneşlenme 7,38 saat/gün değerindedir. Güneşlenmenin en yoğun olduğu aylar Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları olup ortalama 11,32 saat/gün'dür. En az olduğu dönem ise Aralık ve Ocak ayları olup ortalamaları 3,74 saat/gün'dür. Kuzey Ege Havzası alanı çok geniş olmadığından güneşlenme değeri birbirine yakın istasyonlarda benzer değerlerde olduğu görülmektedir. Havzaya ait aylık ortalama günlük güneşlenme süreleri ve incelenen 1980 – 2016 dönemi için aylık ortalama güneşli gün sayısı tablosu ve grafiği havza içindeki ve dışındaki istasyonlar için **EK-2.1**'de verilmiştir

Güneşli gün sayısı da istasyonlar arası benzerlik göstermekte olup kış döneminde aylık ortalama 6, yaz döneminde ise aylık ortalama 22 gündür. Yıllık toplam ortalama güneşli gün dağılımı da **Şekil 2.21** üzerinde verilmiştir.

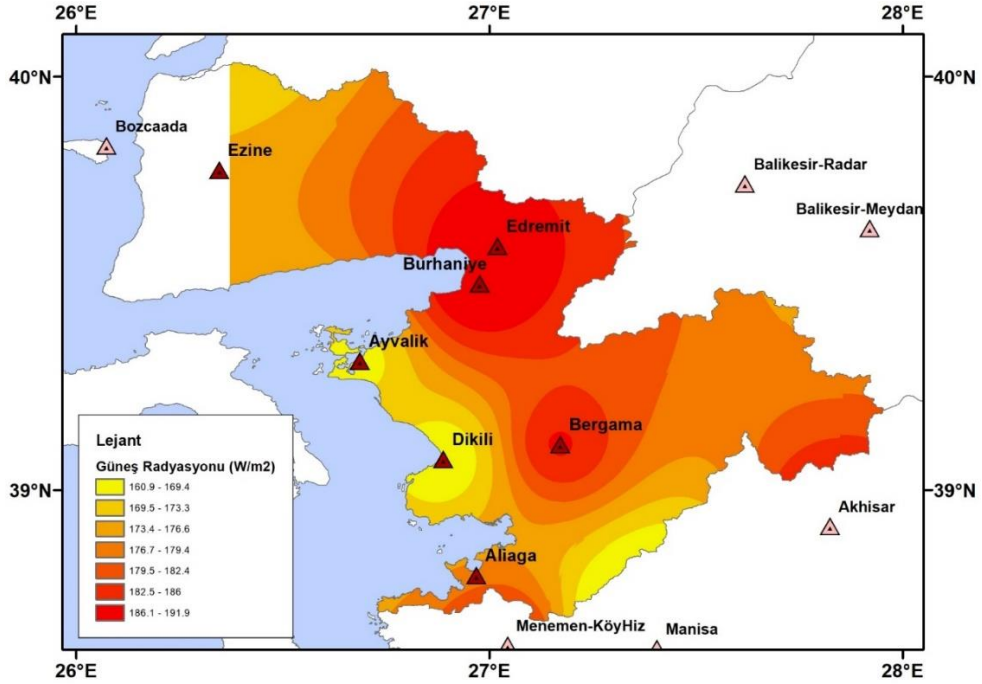


Şekil 2.21 Kuzey Ege Havzası Yıllık Toplam Aylık Ortalama Güneşli Gün Sayısı (1980-2016)

2.3.1.8. Radyasyon

Kuzey Ege havzası, Türkiye genelinde özellikle yaz ayları için yoğun güneşe maruz kalan dolayısıyla yoğun radyasyon alan bölgelerden biridir. Havza sınırları içinde ve dışında kalan meteoroloji istasyonları incelendiğinde, 10 adet MGM istasyonunda güneş radyasyonu ölçümü yapıldığı tespit edilmiş olup bu istasyonlara ait günlük toplamlar üzerinden hesaplanan aylık ortalama güneş radyasyonu değerleri **EK-2.1'**de verilmiştir. Havza içinde bulunan istasyonların günlük toplamlar üzerinden hesaplanan aylık ortalama güneş radyasyonu ortalaması 180 watt/m²; dışındaki istasyonlara ait günlük toplamlar üzerinden hesaplanan aylık ortalama güneş radyasyonu ortalaması ise 166,9 watt/m² olarak hesaplanmıştır.

Şekil 2.22 üzerinde ise havza içindeki ve dışındaki istasyonlarına ait alansal aylık ortalama güneş radyasyonu dağılım haritası sunulmuştur. Haritaya göre havzanın orta kesimi olan Edremit, Burhaniye ve Bergama istasyonları çevrelerinde en yüksek radyasyon değerleri; Dikili, Ayvalık, Aliğa gibi sahil kesimlerinde ise daha düşük değerler gözlenmiştir.



Şekil 2.22 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Güneş Radyasyonu Dağılımı (1980-2016)



2.3.2. Yüzeysel Su Kaynakları – Alt Havzalar

Bu çalışma kapsamında Kuzey Ege Havzası toplam 8 adet alt havzaya bölünmüştür. Bu havzalar Menderes Çayı Alt Havzası, Tuzla Çayı Alt Havzası, Edremit-Havran Alt Havzası, Karınca Çayı Alt Havzası, Madra Çayı Alt Havzası, Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay Alt Havzası ve Güzelhisar Çayı Alt Havzasıdır.

Kuzey Ege Havzası için belirlenmiş olan alt havza sınırları **Şekil 2.5** üzerinde haritalandırılmıştır. Bu havzaların alan bilgileri **Tablo 2.4** üzerinde verilmiştir.

Kuzey Ege Havzası, bu raporda olduğu gibi Kuzey Ege Havza Master Plan Nihai Raporu kapsamında da farklı alt havzalara ayrılarak incelenmiş olup, bu raporla master planın alanlarının karşılaştırılması yüzde olarak hesaplanmış ve **Tablo 2.11** üzerinde verilmiştir. Örneğin; Güzelhisar alt havzası, master plan nihai raporunda yer alan Alt Kuzey Ege alt havzasının %18'ini oluşturmaktadır. Bu karşılaştırmanın amacı su potansiyellerinin alt havza bazında çalışmalar arası karşılaştırılmasının daha sağlıklı yapılması açısından önemlidir.

Tablo 2.11 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Eylem Planı ve Havza Nihai Master Planı Alt Havza Karşılaştırması ve Oranları

		Kuzey Ege Master Plan Alt Havzaları		
		Alt Kuzey Ege	Orta Kuzey Ege	Üst Kuzey Ege
Kuzey Ege Havzası Kuraklık Yönetim Planı Alt Havzaları	Güzelhisar	0,18		
	Madra		0,20	
	Aşağı Bakırçay	0,45		
	Karınca		0,17	
	Tuzla		0,25	
	Yukarı Bakırçay	0,36		
	Edremit-Havran		0,38	
	Menderes			1,00



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



Yukarıda da bahsedildiği gibi su potansiyeli açısından geçmiş yıllarda yapılan farklı çalışmalara göre farklı potansiyeller hesaplanmıştır. Kuzey Ege Havzası'nın toplam alanı 9.885 km²'dir. Kuzey Ege Havzası'nda yer alan meteoroloji istasyonlarının son 30 yıllık yağış verileri kullanılarak havzanın yıllık ortalama yağış miktarı 604 mm olarak hesaplanmıştır. Bu da 5971 hm³/yıl toplam su potansiyeline tekabül etmektedir. Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu'na göre Kuzey Ege Havzası 6 adet alt havzadan oluşmuştur. Kuzey Ege Havzası Kuraklık Yönetim Planı'na göre ise 8 adet alt havzaya bölünmüştür. Kuzey Ege Havzası'nın yüzeysel su potansiyeli 1985 hm³/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na göre ise Kuzey Ege Havzası'nın mevcut yüzeysel su potansiyeli 2090 hm³/yıl olarak bulunmuştur. Bu değerler çalışmalarda belirlenen özgün alt havzalardan bu çalışma kapsamında belirlenen alt havzalara dağıtılmış ve bu değerler yağış akış oranları ile **Tablo 2.12** üzerinde verilmiştir. Bir sonraki bölümlerde ise alt havzalar detaylı olarak yorumlanmıştır.

Tablo 2.12 Kuzey Ege Havzası Su Potansiyelleri Karşılaştırması

Kuzey Ege Alt Havzalar	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Yağış Hacmi (hm ³ /yıl)	Alan (km ²)	AGİ Doğal Akımları (hm ³ /yıl)	AGİ Doğal Akımlarının Tüm Havzaya Oranı	İklim Projeksiyon Nihai Raporu'na göre Yüzeysel Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Alan Oranlarına göre Yüzeysel Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)	AGİ Doğal Akımlarına göre Ortalama Akış/Yağış Oranı (%)	İklim Projeksiyon Nihai Raporu'na göre Ortalama Akış/Yağış (%)	Master Plan Nihai Raporu Alan Oranına göre Ortalama Akış/Yağış (%)
Aşağı Bakırçay	610	1201	1968	538	0,27	561	256	45	47	21
Edremit-Havran	640	768	1200	221	0,11	231	353	29	30	46
Güzelhisar	616	492	799	122	0,06	127	104	25	26	21
Karınca	619	328	530	107	0,05	111	155	33	34	47
Madra	610	471	771	125	0,06	130	183	26	28	39
Menderes	585	1317	2254	311	0,16	325	497	24	25	38
Tuzla	587	462	788	187	0,09	195	231	41	42	50
Yukarı Bakırçay	592	932	1574	393	0,20	410	205	42	44	22
Toplam		5.971	9885	2004	1	2090	1985			
Ağ. Ort	607							32,97	34,38	35,55



2.3.2.1. Hidrometrik Gözlem İstasyonları

Kuzey Ege Havzası alt havzalarında yer alan (DSİ, 2016) Akım Gözlem İstasyonları'nın numaraları ve isimleri **Tablo 2.13** üzerinde; yerleri ise **Şekil 2.23** üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 2.13 Kuzey Ege Havzası'ndaki Akım Gözlem İstasyonları

KE Havzası Alt Havzaları AGİ Listesi		
Alt Havza	İstasyon No.	İstasyon Adı
Aşağı Bakırçay	11004005	Kaleardı (Caber) AGİ
	11004007	Mahmudiye (Çamtepe) AGİ
	11004009	Sarıçköy AGİ
	11004011	Karahıdırlı AGİ
	11004014	Kırcalar AGİ
	12004002	Eğrigöl Köprüsü - Bakırçay AGİ
	12004006	Bergama - Kestel Deresi AGİ
	12004007	Ayazköy - Ilıca Deresi AGİ
	12004019	Karahıdırlı - Sınır Deresi AGİ
	12004021	Çaltıkoru - İlyas Deresi AGİ
	12004026	Paşalıcısı - Yortanlı Deresi AGİ
	12004030	Sarıbeyler - Çitalan Deresi AGİ
	12004034	Çavusali - Bergama Deresi AGİ
	12004044	Mazili - Geyiklidere AGİ
	12004048	Eğrigöl Köprüsü - Bakırçay AGİ
	12004051	Cumali - Cumali Deresi AGİ
	12004054	Musaçalı - Kocadere AGİ
	12004058	Kocaömerli - Karadere AGİ
	12004060	Paşaköy - Yortanlı Çayı AGİ
	12004062	Yenikent - Bakırçay AGİ
12004063	Mustafağa Konağı - Kömürcü Deresi AGİ	
32004003	Karadere Köprüsü - Bakırçay AGİ	
32004006	Eğrigöl - Bakırçay AGİ	
32004011	Kurfalı - Bakırçay AGİ	



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



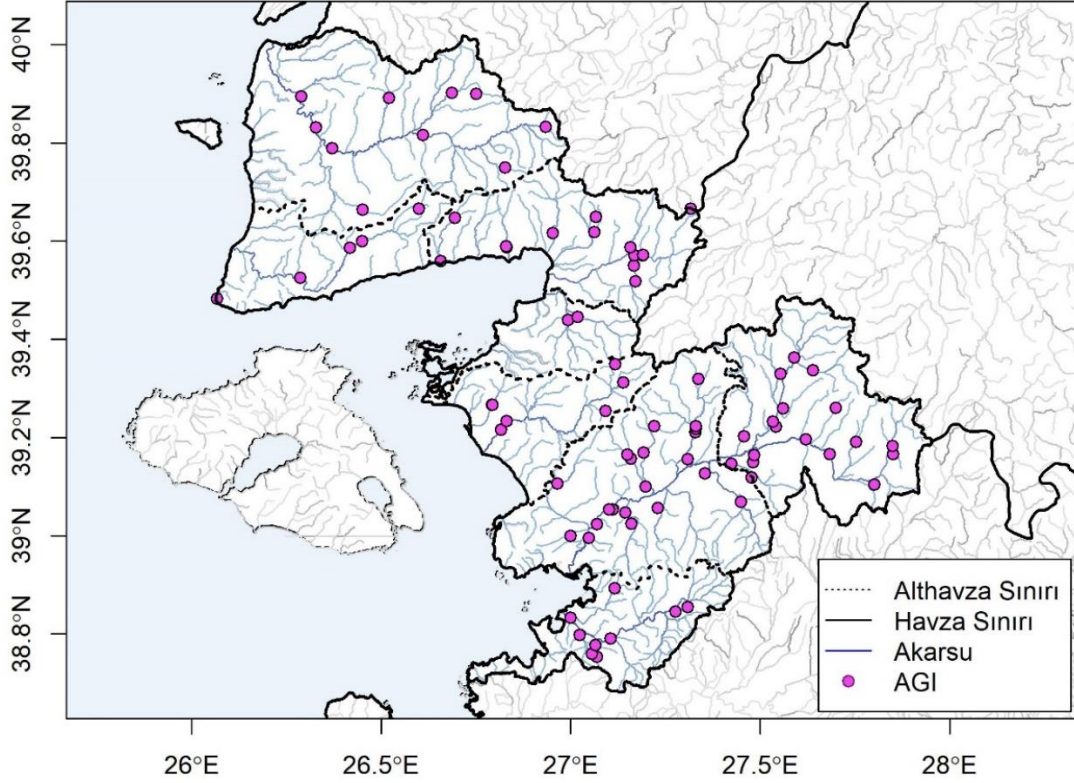
KE Havzası Alt Havzaları AGİ Listesi		
Alt Havza	İstasyon No.	İstasyon Adı
Yukarı Bakırçay	11004010	Dualar AGİ
	11004013	Yeşilhisar AGİ
	11004019	Sevişler Barajı AGİ
	12004003	Karakurt Boğazı - Bakırçay AGİ
	12004008	Hamidiye Köprüsü - Bakırçay AGİ
	12004009	Hamidiye Köprüsü - Yağcılar Deresi AGİ
	12004023	Büyük Işıklar - Yağcılar Deresi AGİ
	12004024	Kılıççay - Bakırçay AGİ
	12004025	Gelenbe - Bakırçay AGİ
	12004027	Harmanlık - Çaltıcak Suyu AGİ
	12004033	Dualar Köprüsü - Yağcılı Deresi AGİ
	12004046	Aydıncık - Akçay AGİ
	12004049	Göçbeyli - Bakırçay AGİ
	12004053	Sarıcalar - İlica Deresi AGİ
	12004057	Evciler - Keçikaya Deresi AGİ
	32004001	Soma - Bakırçay AGİ
	32004010	Yağcılı - Yağcılı Çayı AGİ
Edremit-Havran	11004016	Haciaslanlar AGİ
	12004004	İnboğazı - Havran Çayı AGİ
	12004018	Köylüce - Kışla Deresi AGİ
	12004031	Çamcı - Eybek Deresi AGİ
	12004036	Zeytinli - Zeytinli Çayı AGİ
	12004037	Yayaköy - Kırkgeçit Deresi AGİ
	12004042	Kavlaklar - Manastır Çayı AGİ
	12004047	İnönü - İnönü Çayı AGİ
	12004052	Dereobası - Kışla Deresi AGİ
	12004055	Havran Baraj Çıkışı - Havran Çayı AGİ
	12004065	Darıdere - Mıhlı Çayı AGİ
	32004008	İnboğazı - Havran Çayı AGİ
	32004009	Kavlaklar - Manastır Deresi AGİ
	32004014	Mıhlı - Mıhlı Dere AGİ



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



KE Havzası Alt Havzaları AGİ Listesi		
Alt Havza	İstasyon No.	İstasyon Adı
Güzelhisar	11004006	Çıttakköy AGİ
	11004012	Maldan AGİ
	11004018	Güzelhisar Barajı AGİ
	12004005	İsmetönü (Bayramlı) - Güzelhisar Deresi AGİ
	12004029	Çaltidere - Kunduz Çayı AGİ
	12004045	Çıttak - Himmetdere AGİ
	12004059	Bahçedere - Tülüntü Deresi AGİ
	12004061	Karaköy - Güzelhisar Çayı AGİ
	12004064	Süngüllü - Kocaçay AGİ
Karınca	12004016	Bahadinli - Karadere AGİ
	12004017	Reşitköy - Karınca Dere AGİ
Madra	11004008	Kozak AGİ
	11004015	Güneşli (Tekkeköy) AGİ
	12004013	Selimiye - Madra Çayı AGİ
	12004014	Altınova - Karakoç Deresi AGİ
	12004038	Boğazbahçe - Karakoç Deresi AGİ
	12004050	Çamavlu - Hasandere AGİ
	12004056	Madra Baraj Çıkışı - Madra Çayı AGİ
Menderes	11004003	Karaköy (Mudanya) AGİ
	11004004	Bezirganlar AGİ
	12004035	Misvak - Kocadere AGİ
	12004039	Kayser - Bezirganlar Çayı AGİ
	12004041	Zeytinli - Ilıca Deresi AGİ
	32004004	Bayramiç - Karamenderes AGİ
	32004005	Pınarbaşı - Karamenderes AGİ
	32004007	Aslanköy Köprüsü - Karamenderes AGİ
	32004015	Çarkaltı - Ayazma Deresi AGİ
	32004016	Güllüce - Karamenderes Çayı AGİ
Tuzla	11004001	Babakale Köyü AGİ
	11004017	Tuztaşı AGİ
	12004011	Ayvacık - Tuzla Çayı AGİ
	12004028	Ayvacık - Tuzla Çayı AGİ
	12004032	Korubaşı - Tuzla Çayı AGİ



Şekil 2.23 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Akım Gözlem İstasyonları (AGİ)

2.3.2.2. Baraj, Gölet ve Depolamalar

Kuzey Ege Havzası alt havzalarında bulunan barajların, göletlerin ve depolamaların isimleri, konumları, kullanım amaçları ve aşamaları **Tablo 2.14** üzerinde; yerleri ise **Şekil 2.24** üzerinde gösterilmiştir. Tesisler ile ilgili detaylı bilgiler **EK-2.1**'de verilmiştir.

Tablo 2.14 Alt Havzasındaki Baraj, Gölet ve Depolamalar

	Ad	Yeri	Akarsu	Kullanım Amacı	Aşama
Aşağı Bakırçay	Yukarıkırıklar Göleti	İzmir	Nohutluk Deresi	Sulama	İşletme
	Yortanlı Barajı	İzmir	Yortanlı Dere	Sulama	İşletme
	Harputlu Göleti	İzmir	Hamam Deresi	Sulama	İşletme
	Kestel Barajı	İzmir	Kestel Çayı	Sulama, Taşkın Koruma	İşletme
	Çaltıkoru Barajı	İzmir	İlyas Çayı	Sulama	İşletme
	Çamtepe Göleti	İzmir	Pelitçe Dere	Sulama	İnşaat
	Çandarlı Göleti	İzmir	Değirmen Deresi	İçme Suyu Temini	İnşaat
	Karalar Göleti	İzmir	Köyyeri Dere	Sulama	İnşaat
	Kapıkaya Barajı	İzmir	Kırkgeçit Dere	Sulama	Proje
	Geyikli Barajı	İzmir	Geyikli Dere	Sulama	Proje
	Karadere Barajı	İzmir	Karadere	Sulama	Proje
	Musacalı Barajı	İzmir	Koca Dere	Sulama	Proje
	Kırcalar Göleti	İzmir	Değirmen Dere	Sulama	Proje
	Yahşibey Göleti	İzmir	Kapiz Deresi	Sulama	Proje
Yukarı Bakırçay	Çamlık Göleti	Manisa	Yayla Deresi	Sulama	İşletme
	Çaltıcak Göleti	Manisa	İndere	Sulama	İşletme
	Sevişler Barajı	Manisa	Yağcılı Deresi	Sulama, Sanayi Kullanım Suyu	İşletme
	Bakır Göleti	Manisa	Kerimağa Deresi	Sulama	İşletme
	Sarıbeyler Barajı	Balıkesir	Çitalan (Yağcılı) Dere	Sulama	İşletme
	Aydıncık Göleti	Manisa	Akçay Deresi	Sulama	İşletme
	Göçbeyli Göleti	İzmir	Solak Deresi	Sulama	İşletme
	Yağcılı Göleti	Manisa	Ayiuclu	Sulama	İnşaat
	Küçükdere Göleti	Manisa	Küçükdere	Sulama	İnşaat
	Çobanlar Göleti	Manisa	Ekinlik Deresi	Sulama	Proje
	Kapu Göleti	Balıkesir	Kapu Dere	Sulama, İçme Suyu Temini	Proje
	Sarıcalar Barajı	İzmir	Ilıca Dere	Sulama	Proje
	Tütünlük Göleti	Balıkesir	Tütüncü Dere	Sulama	Proje
	Alifakı Göleti	Manisa	Cancık Deresi	Sulama	Ön İnceleme



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



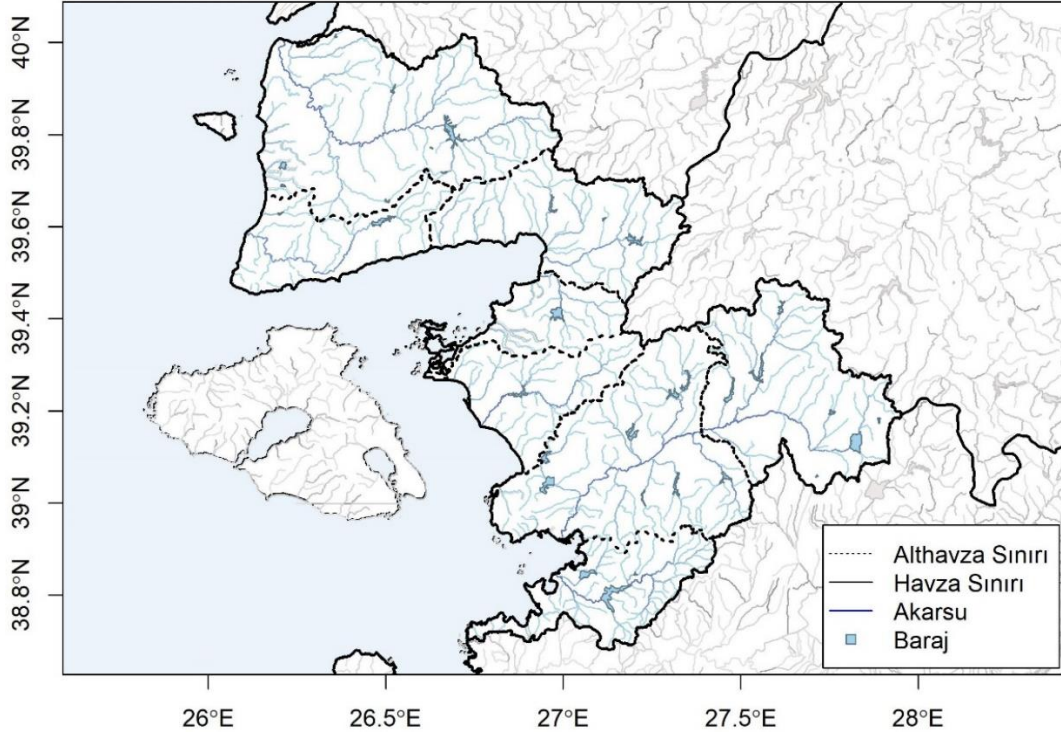
	Ad	Yeri	Akarsu	Kullanım Amacı	Aşama
Edremit-Havran	Narlı Barajı	Balıkesir	Kuruçay Dere	İçme Suyu Temini	Planlama
	İnönü Barajı	Balıkesir	Eğri Dere	Sulama, İçme Suyu Temini	Planlama
	Zeytinli Barajı	Balıkesir	Zeytinli Çayı	Sulama, İçme Suyu Temini	Planlama
	Köylüce Barajı	Balıkesir	Çakır Deresi	İçme Suyu Temini	Ön İnceleme
	Mıhlı Barajı	Balıkesir	Mıhlı Çayı	İçme Suyu Temini	Planlama
	Manastır Barajı	Balıkesir	Manastır Çayı	İçme Suyu Temini	Planlama
	Kızılkeçili Barajı	Balıkesir	Kızılkeçili Deresi	İçme Suyu Temini	Planlama
	Eybek Barajı	Balıkesir	Eybek Dere	İçme Suyu Temini	Planlama
	Havran Barajı	Balıkesir	Havran Çayı	Sulama	
Güzelhisar	Yenişakran Göleti	İzmir	Bahçe Dere	Sulama	İşletme
	Pelitalan Göleti	Manisa	Tasaltı Deresi	Sulama	İşletme
	Köseler Göleti	Manisa	Köseler Deresi	Sulama	İşletme
	Çıtak Göleti	İzmir	Yörük	Sulama	İşletme
	Güzelhisar Barajı	İzmir	Güzelhisar Çayı	Sulama, İçme Suyu Temini	İşletme
	Yuntdağı Siyekli Göleti	Manisa	Kızılkaya Deresi	Sulama	İşletme
	Hacıömerli Göleti	İzmir	Kunduz Çayı	Sulama	İşletme
	Maldan-Sarısü Göleti	Manisa	Sarısü Deresi	Sulama	İnşaat
	Bayramcılar Göleti	İzmir	Kırıkali	Sulama	İnşaat
	İlyasçılar Göleti	Manisa	Karalar Dere	Sulama	İnşaat
	Kalabak Göleti	İzmir	Karaali Dere	Sulama	Proje
	Süngüllü Barajı	Manisa	Koca Çay	İçme Suyu Temini	Planlama
	Kunduz Barajı	İzmir	Kunduz Çayı	Kullanma Suyu Temini	Planlama
	Bozalan Göleti	İzmir	Akmar Deresi	Sulama	Planlama
Seklik Göleti	İzmir	İsmailli Deresi	Sulama	Planlama	
Karınca	Reşitköy Barajı	Balıkesir	Karincadere	Sulama	Proje
	Ulubeyler Göleti	Balıkesir	Akçalar Dere	Sulama	İnşaat
Madra	Madra Barajı	Balıkesir	Madra Çayı	Sulama, İçme Suyu Temini	İşletme
	Çamavlu Göleti	İzmir	Hasanderesi	Sulama	İşletme
	Karakoç Barajı	Balıkesir	Karakoç Deresi	İçme Suyu Temini	Planlama



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



	Ad	Yeri	Akarsu	Kullanım Amacı	Aşama
Menderes	İntepe Göleti	Çanakkale	Çatı Dere	Sulama	İşletme
	Bayramiç Yeniceköy Köylüçay	Çanakkale	Köylüçay	Sulama	İşletme
	Bayramiç Çırpılar	Çanakkale	Ağıldere	Sulama	İşletme
	Bayramiç Işıkelı	Çanakkale	Kocayalak Deresi	Sulama	İşletme
	Merkez Dümrek	Çanakkale	Kardere	Sulama	İşletme
	Ezine Bahçeli	Çanakkale	Kızıkkaya Deresi	Sulama	İşletme
	Ezine Kemallı	Çanakkale	Çağıldak Deresi	Sulama	İşletme
	Tavaklı-Alemşah Göleti	Çanakkale	Alemşah Dere	Sulama	İşletme
	Uluköy Göleti	Çanakkale	Karakül Dere	Sulama	İşletme
	Bayramiç Barajı	Çanakkale	Karamenderes Çayı	Sulama, İçme Suyu Temini, Enerji Üretimi	İşletme
	Örenli Göleti	Çanakkale	Viranlı Dere	Sulama	İşletme
	Akçin Barajı	Çanakkale	Akçin Çayı	Sulama	İşletme
	Şapköy Göleti	Çanakkale	Değirmen Deresi	Sulama	İşletme
	Akçapınar Göleti	Çanakkale	Kemerderesi	Sulama	İşletme
	Yassibağ Göleti	Çanakkale	Eşref Dere	Sulama	İnşaat
	Zeytinli Göleti	Çanakkale	Değirmendere	Sulama	İnşaat
	Karaköy Göleti	Çanakkale	Kıvırcık Dere	Sulama	Proje
	Ezine-Geyikli Göleti	Çanakkale	Başpınar Dere	Sulama	Proje
	Çavuşlu Göleti	Çanakkale	Çavuşlu Deresi	Sulama	Proje
	Yanıklar Göleti	Çanakkale	Kızılıklığöynük Dere	Sulama	Planlama
	Dümrek-2 Göleti	Çanakkale	Çınarlı Dere	Sulama	Ön İnceleme
	Sarıdüz Göleti	Çanakkale	Karabaş Dere	Sulama	Ön İnceleme
	Cazgırlar Göleti	Çanakkale	Cazgırlar Çayı	Sulama	Ön İnceleme
Hacıbekirler Göleti	Çanakkale	Çakıl Deresi	Sulama	Ön İnceleme	
Külcüler Göleti	Çanakkale	Bostanlı Deresi	Sulama	Ön İnceleme	
Nebiler Göleti	Çanakkale	Eğri Dere	Sulama	Ön İnceleme	
Tuzla	Kısacık Göleti	Çanakkale	Kısacık Dere	Sulama	Planlama
	Kösedere Göleti	Çanakkale	Köse Dere	Sulama	İşletme
	Ayvack Barajı	Çanakkale	Tuzla Çayı	Sulama, İçme Suyu Temini	İşletme
	Çamköy Göleti	Çanakkale	Koca Dere	Sulama	İnşaat
	Kulfal Göleti	Çanakkale	Koca Dere	Sulama	Planlama



Şekil 2.24 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Mevcut Depolamalı Tesisler

2.3.2.3. Sulama Tesisleri

Alt havzalarda yer alan sulama tesislerine ait mevcut bilgiler **Tablo 2.15** üzerinde; sulama alanları ise **Şekil 2.25** üzerinde gösterilmiştir. Sulama alanları ile ilgili detaylı bilgiler **EK-2.1**'de verilmiştir.

Tablo 2.15 Aşağı Bakırçay Alt Havzasındaki Sulama Tesisleri

Alt Havza	Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanının Alt Havza Alanına Oranı (%)
Aşağı Bakırçay	Bergama Sulaması	3716	4260
	Narlıca Göleti ve Sulaması	183	210
	Kırcalar Sulaması	263	301
	Kapıkaya Barajı Sulaması	2461	2819
	Geyikli Barajı Sulaması	2067	2368
	Esentepe Göleti Sulaması	235	269
	Musacalı Barajı Sulama Sahası - 2	650	745
	Musacalı Barajı Sulaması - 1	533	610
	Karadere Barajı Sulama Alanı 1	374	428
	Karadere Barajı Sulama Alanı 2	70	80
	Karadere Barajı Sulama Alanı 3	1047	1200
	Karadere Barajı Sulama Alanı 4	1939	2221
	Kırcalar Pompaj Sulaması	120	137
	Kınık Sağ Sahil Sulaması	9813	11241
	Karalar Sulaması	150	172
	Çamtepe Sulaması	99	113
	Kınık Sol Sahil (Kınık P) Sulaması	5286	7063
	Musacalı Barajı Sulama Sahası - 3	821	940
	Koyuneli Göleti Sulaması	144,91	155
	Kestel Barajı	3716	4260
	Çaltıkoru Barajı	3711	4251
	Yortanlı Barajı	6804	7793
	Harputlu Göleti Sulaması	79	90
	Yukarıkırıklar Göleti Sulaması	167	191
	Deliktaş Göleti	135	155
	Hacılar Bergama Yuntdağı Göleti Sulaması	35	40
	Karalar Göleti Sulaması	150	172
	Çamtepe Göleti Sulaması	99	113
Yahşibey Göleti	720	825	
	Yağcılı Göleti Sulaması	153,5	175,8
	Savaştepe Sarıbeyler Ovası Pompaj Sulaması	530	564
	Sarıcalar Barajı Sulaması	1470	1684
	Yağmurlu Göleti Sulaması	153,5	176
	Alifakı Göleti Sulaması	87,3	100
	Savaştepe Sarıbeyler Ovası Sulaması	1220	1471
	Kapu Göleti Sulaması	66	75



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



Alt Havza	Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanının Alt Havza Alanına Oranı (%)
Yukarı Bakırçay	Tütünlük Göleti Sulaması	250	261
	Bakır Göleti Sulaması	124	142
	Küçükdere Göleti Sulaması	226	259
	Çaltıcak Göleti Sulaması	114	130
	Aydıncık Göleti Sulaması	267	306
	Çobanlar Göleti Sulaması	431	494
	Sarıbeyler Barajı Sulaması	1750	2005
	Sevişler Barajı	6543	7063
	Bakır Göleti Sulaması	124	142
	Göçbeyli Göleti	214	245
	Yağcılı Göleti Sulaması	154	176
	Çamlık Göleti Sulaması	43	49
Edremit-Havran	Zeytinli Barajı Sulaması	437	585
	Avcılar Regülatörü Sulaması	550	
	Havran Barajı	2754	
	Edremit-Havran Ovası Sulaması	2876	
Güzelhisar	Yenişakran Göleti Sulaması	53	61
	Çıtak Göleti Sulaması	148	169
	Güzelhisar Mansap Ovası Sulaması	806	923
	Pelitalan Göleti Sulaması	154	171
	Köseler Göleti Sulaması	112	128
	Yuntdağı Siyekli Göleti	203	226
	Hacıömerli Göleti	201	230
	İlyasçılar Göleti Sulaması	38,5	44
	Maldan Sarısu Göleti Sulaması	69,93	80,1
	Kalabak Göleti Sulaması	84,7	97
	Bayramcılar Göleti Sulaması	22	25
	Menemen Bozalan Göleti Sulaması	120	135
	Seklik Göleti Sulaması	131	150
	Kalabak Sulaması	84,7	97
	Bozalan Göleti Sulaması	120	135
Karınca	Ulubeyler Göleti	52	58
	Reşitköy-Bahadınlı Projesi Gömeç Ovası Cazibe Sulaması	612	701
	Reşitköy-Bahadınlı Projesi Burhaniye Ovası Sulaması	853	948
	Edremit-Havran Ovası Sulaması	2876	3060

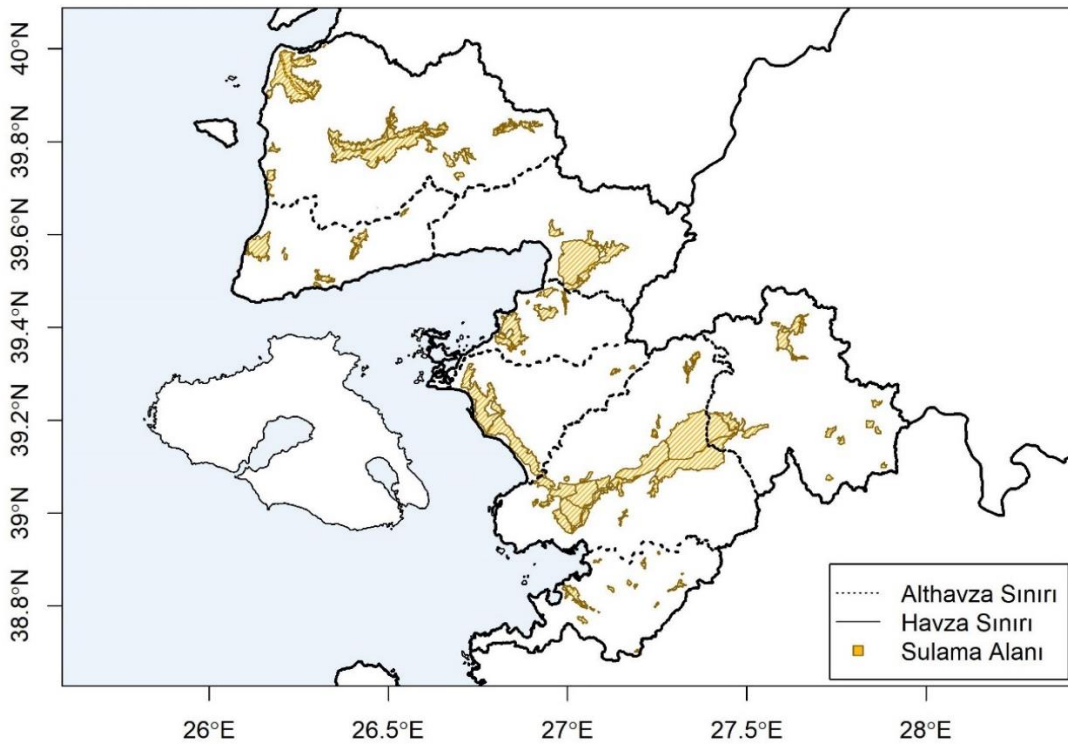


T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Alt Havza	Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanının Alt Havza Alanına Oranı (%)
Madra	Madra Barajı	7348	
	Çamavlu Göleti Sulaması	112	128
	Kıranlı Regülatör Sulaması	49	56
	Altınova Ovası Sulaması İkmal İnşaatı	885	796
	Altınova Ovası Sulaması	7912	8417
	Dikili Ovası Sulaması	6872	7872
	Çamavlu Sulaması	112	128
Menderes	Örenli Göleti Sulaması	186	198
	Tavaklı-Alemşah Göleti Sulaması	138	147
	Uluköy Göleti Sulaması	285	300
	İntepe Göleti Sulaması	107	114
	Bayramiç Çırpılar Göleti	220	252
	Bayramiç Yeniceköy Köylüçay Göleti	1925	2 205
	Bayramiç Işıklı Göleti	362	415
	Ezine Bahçeli Göleti	720	825
	Şapköy Göleti	180	206
	Akçapınar Göleti	1245	1 426
	Merkez Dümrek (Dümrek Göleti)	486	557
	Ezine Kemallı	350	401
	Bayramiç Barajı	15693	17359
	Akçin Göleti (Barajı) Sulaması	771	816
	Yassıbağ Göleti Sulaması	466	518
	Zeytinli Göleti Sulaması	454	504
	Karaköy Göleti Sulaması	844,2	938
	Çavuşlu Göleti	267,3	297
	Ezine Geyikli Göleti Sulaması	177,3	198
	Yanıklar Göleti Sulaması	135	155
	Dümrek 2 Göleti Sulaması	87	100
	Ezine Akçin Projesi Akçin Ovası Sulaması	771	816
Bayramiç Tülüler Pompaj Sulaması	242	257	
Menderes Çayı Pr. Kumkale Ovası Pınaroba Pompaj Sulaması	397	450	
Menderes Çayı Pr. Kumkale Ovası Halileli Pompaj Sulaması	818	870	
Tuzla	Kösedere Göleti	511	
	Ayvacak Barajı	3 025	1 952
	Çamköy Göleti Sulaması	61,43	68
	Kısacık Göleti Sulaması	136	156
	Ayvacak Sulaması	778	828

Alt Havza	Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanının Alt Havza Alanına Oranı (%)
	Ege Tuzla Projesi Tuzla Ovası Sulaması	1700	2028
	Ege Tuzla Projesi Paşaköy Ovası Sulaması	416	525



Şekil 2.25 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Sulama Alanları

2.3.2.4. Yüzeysel Su Potansiyeli

Tablo 2.12'de verilen Kuzey Ege Havzası su potansiyelleri karşılaştırması alt havza bazında detaylı olarak verilmiştir.

Kuzey Ege Havzası alt havzalarının her birinin yıllık ortalama yağış miktarları alt havzalarda yer alan meteoroloji istasyonlarının son 30 yıllık yağış verileri



kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yüzeysel su potansiyelleri ise akarsular üzerindeki Akım Gözlem İstasyonları'nın (AGİ) Kuzey Ege Master Plan Hidroloji Çalışmaları kapsamında doğallaştırılmış ölçüm verileri kullanılarak hesaplanmış, bu çerçevede çeşitli yaklaşımlar ile elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Alt havzaların yüzey suyu potansiyellerini elde etmek için İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporuna göre hesaplanan yüzeysel toplam su potansiyeli değerleri, alt havzaların AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyelinin Kuzey Ege Havzası'nın AGİ ile hesaplanmış yüzeysel su potansiyeline oranı ile çarpılmıştır ve alt havzaların yıllık ortalama yüzeysel su potansiyeli bulunmuştur.

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu ile karşılaştırmak için ise Kuzey Ege Havzası'nın alan oranları kullanılmıştır. Bu orana göre örneğin; Aşağı Bakırçay alt havzası, Alt Kuzey Ege alt havzasının yaklaşık %45'ini oluşturmaktadır; buna göre İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'nda verilen benzer alt havza yüzeysel su potansiyelinin, bu rapor kapsamındaki alt havzalara alan oranında taşınması ile alt havzaların yüzeysel su potansiyeli hesaplanmıştır.

2.3.2.5. Yüzeysel Suların Su Kalitesi

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



Gazete’de yayımlanan 29797 sayılı “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik” ile mevcut halini almıştır (YSKY, 2016).

Kıta içi yüzeysel su kaynakları için su kalitesi söz konusu 4 ana sınıfta tanımlanmıştır (**Tablo 2.16**).

Tablo 2.16 Kıta İçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması (YSKY, 2016)

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

Bir su kaynağının yukarıda verilen kalite sınıflarından birine dâhil edilebilmesi için o su kaynağında ölçülen bütün parametre değerlerinin, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunması gerekmektedir. Yukarıda belirtilen kalite sınıflarına sahip olan su kaynaklarının, **Tablo 2.17** üzerinde verilen su kullanımları için uygun olduğu kabul edilmektedir. Yüzeysel su kaynaklarının kalite sınıflarının belirlenmesi çalışmalarında sınıf ve parametre aralık değerleri, 10 Ağustos 2016 tarih ve 29797 sayı ile yürürlüğe giren “Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği”nde (YSKY) yer alan “EK-5 Tablo 2”ye göre yapılmaktadır (**EK-2.1**).

Tablo 2.17 Su Kalite Sınıflarına Uygun Kullanım Alanları (YSKY, 2016)

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



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



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

Ortam kalitesini belirlemek üzere alınan su numunelerinde herhangi bir parametre için yapılan ölçümlere ait %90 ve %95 yüzdelerdeki değerini gösteren karakteristik değerler hesaplanmıştır. Uygun olasılık dağılım tablosunda 0,90 veya 0,95 olasılık değerine karşı gelen değişken değerine eşit standardize değişken veren parametre değeri karakteristik değeri ifade etmektedir. Bir başka deyişle %90 veya %95 olasılıkla aşılmayacak değeri göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında Kuzey Ege Havzası'nda toplam 47 adet Su Kalite Gözlem İstasyonuna ait analiz sonuçları elde edilmiş olup (DSİ, 2016), bu istasyonlar alt havza bazlı ele alınmıştır. İstasyonlara ait ölçüm analiz sonuçları ise güncel su kalite sınıfları ile ön raporda sunulmuştur.

Tablo 2.18'de alt havzalardaki 47 adet Su Kalite Gözlem İstasyonuna ait su kalitesi sonuçları verilmiş olup yukarıda belirtilen sınıflandırmalar kullanılmıştır. İstasyonlara ait açıklamalar **EK-2.1**'de verilmiştir. Bu çalışma kapsamında Karınca alt havzasında uygun su kalite gözlem istasyonu belirlenmemiştir.

Tablo 2.18 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalarındaki Su Kalite Gözlem İstasyonlarına ait Su Kalitesi Sonuçları

Alt Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Su Kalite Sınıfı	
			0,90	0,95
Aşağı Bakırçay	04-02-00-001	Bakırçay - Eğrigöl	Sınıf III	Sınıf III
	04-02-00-003	Narlı Deresi	Sınıf II	Sınıf II
	04-02-00-009	Değirmen Deresi	Sınıf III	Sınıf III
	04-02-00-040	İlica Dere - Sarıcalar Barajı Aksı	Sınıf II	Sınıf II
	04-02-02-025	Karalar Deresi - Çaltıköru Barajı Çıkışı	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-02-02-027	Kestel Deresi - Kestel Barajı Çıkışı	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-02-02-032	Yortanlı Deresi - Yortanlı Barajı Çıkışı	Sınıf II	Sınıf II
Yukarı Bakırçay	04-02-00-015	Bakırçay - Soma Çıkışı	Sınıf III	Sınıf III
	04-02-00-016	Bakırçay - Savaştepe Köprüsü	Sınıf II	Sınıf II
	04-02-00-019	Bakırçay - Ördek Köprüsü	Sınıf III	Sınıf III
	04-02-02-004	Yağcılar Deresi - Sevişler Barajı Çıkışı	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-049	Karaçaltı Deresi - Demir Madeni Zenginleştirme Tesisi Sonrası	Sınıf IV	Sınıf IV
Edremit-Havran	04-25-00-002	Havran Çayı - Havran Öncesi	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-008	Havran Çayı - Kızıklı Yeni Köprü	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-024	Havran Çayı - Balıklı Köprüsü	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-028	Edremit Çayı - Kadıköy Deresi Sonrası	Sınıf I	Sınıf I
	04-25-00-031	Zeytinli Çayı - Zeytinli Baraj Aksı	Sınıf I	Sınıf I
	04-25-00-037	Havran Çayı - Küçük Sanayi Sonrası	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-038	Havran Çayı - Havran Barajı Aks Yeri	Sınıf I	Sınıf I
	04-25-00-039	İnönü Çayı İnönü Baraj Aks Yeri	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-046	Eybek Çayı Eybek Baraj Aks Yeri	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-051	Manastır Çayı Manastır Baraj Aks Yeri	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-052	Şahin Deresi Şahin Baraj Aks Yeri	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-053	Kızılkeçili Deresi Kızılkeçili Baraj Aks Yeri	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-054	Kumluca Deresi Molibden - Feldspat Zenginleştirme Tesisi Öncesi	Sınıf IV	Sınıf IV
Güzelhisar	04-02-00-043	Kunduz Çayı - Kunduz Barajı Aksı	Sınıf III	Sınıf III
	04-02-00-044	Kocaçay - Süngüllü Barajı Aks Yeri	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-02-02-010	Güzelhisar Deresi - Güzelhisar Barajı Çıkışı	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-055	Oba Deresi (Kalabak Deresi) Molibden Feldspat Zenginleştirme Tesis Sonrası	Sınıf IV	Sınıf IV
	04-25-00-056	Oba Deresi Kalabak Göleti Aks Yeri	Sınıf II	Sınıf II



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



Alt Havza	İstasyon No	İstasyon Adı	Su Kalite Sınıfı	
			0,90	0,95
Madra	04-25-00-017	Ayvalık Nikita Deresi - DSİ İslah Çalışmaları	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-018	Ayvalık Nikita Deresi - Hoşap Yaya Köprüsü	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-047	Karakoç Deresi Karakoç Baraj Aks Yeri	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-048	Akkuyu Deresi Demir Madeni Zenginleştirme Tesisi Öncesi - Karaayıt Köyü	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-02-030	Madra Çayı - Madra Baraj Çıkışı	Sınıf II	Sınıf II
Menderes	04-25-00-007	Çanakkale Kumkale Kurutma Kanalı	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-022	Karamenderes - Akçın Deresi Öncesi	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-023	Karamenderes - Akçın Deresi Sonrası (EİE)	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-050	Kuru Deresi Ezine Geyikli Göleti Aks Yeri	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-02-021	Karamenderes - Bayramiç Baraj Çıkışı	Sınıf IV	Sınıf IV
Tuzla	04-25-00-033	Palamut Deresi - Kökdere Öncesi	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-034	Kök Deresi - Palamutdere Öncesi	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-00-035	Palamut Deresi - Kökdere Sonrası	Sınıf III	Sınıf III
	04-25-00-036	Palamut Deresi - Köylüce Köyü Köprüsü	Sınıf I	Sınıf I
	04-25-00-045	Mıhlı Çayı Mıhlı Baraj Aks Yeri	Sınıf II	Sınıf II
	04-25-02-041	Tuzla Çayı - Ayvacık Barajı Dipsavak Çıkışı	Sınıf II	Sınıf II

Kaynak: (DSİ, 2016)

2.4. HAVZA HİDROJEOLJİSİ VE YERALTI SU KAYNAKLARI

2.4.1. Havza Genel Hidrojeolojisi

Kuzey Ege Havzası (Şekil 2.5), Menderes Çayı, Tuzla Çayı, Edremit-Havran, Karınca Çayı, Madra Çayı, Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay ve Güzelhisar Çayı olmak üzere toplam 8 alt havzaya bölünmüştür. Kuzey Ege Havzası'nda yer alan alt havzaların alansal dağılımları **Tablo 2.19** üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 2.19 Kuzey Ege Havzası Alt Havzalarının Alansal Dağılımı

Alt Havza	ALAN (ha)	ALAN (%)
Menderes	226.910,16	22,8
Tuzla	79.319,03	7,97
Edremit-Havran	120.819,71	12,14
Karınca	53.343,79	5,36
Madra	77.627,16	7,8
Aşağı Bakırçay	198.148,30	19,91
Yukarı Bakırçay	158.538,55	15,93
Güzelhisar	80.513,30	8,09
Toplam	995.220,00	100

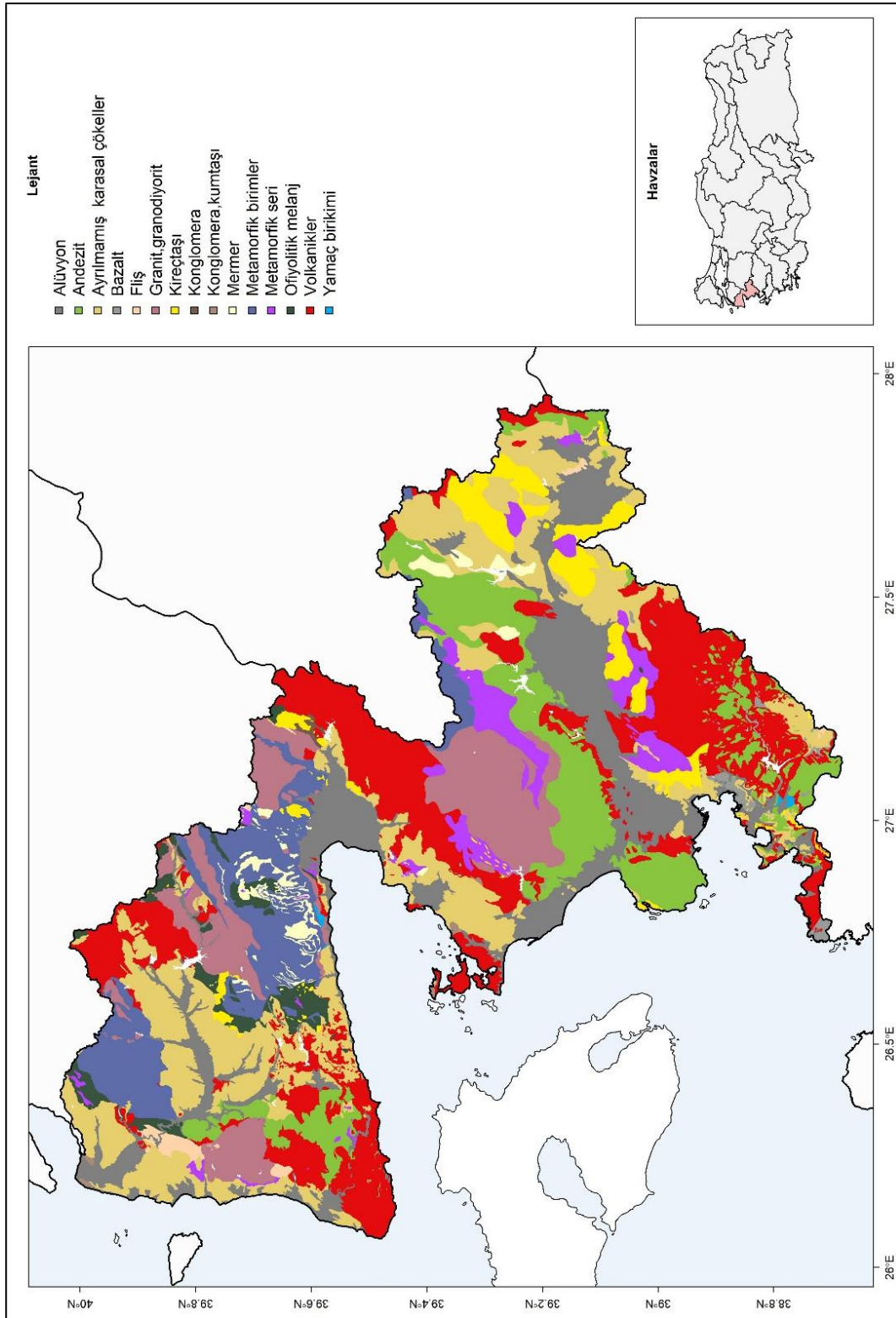
Havza sınırları içerisinde yer alan ve temeli oluşturan Paleozoyik yaşlı metamorfik birimler az kırıklı ve çatlaklı yapısı sebebiyle geçirimsiz formasyon olarak değerlendirilmektedir ve geçirimsiz temeli oluştururlar. Benzer şekilde Mesozoyik metamorfikler de grafitşist, killi şist, fillat, kalkışist gibi litolojilerden oluşmakta ve az geçirimli-geçirimsiz formasyonlar olarak değerlendirilmektedir. Bunlara ek olarak, Mezozoyik yaşlı ofiyolitik melanj, Eosen yaşlı flişler, havzada çok yaygın olmayan granit-granodiyorit, Tersiyer volkano-tortullar ve Kuvaterner yamaç birikimleri de az geçirimli-geçirimsiz formasyonlardır (DSİ, 2016). Havzaya ait genel jeoloji haritası ve hidrojeolojik harita sırasıyla **Şekil 2.26** ve **Şekil 2.27** üzerinde gösterilmiştir. Hidrojeoloji haritasına ait lejant ise **Tablo 2.20** üzerinde gösterilmiştir.



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



Havzada yer alan Paleozoyik yaşlı flişler, Mesozoyik konglomeralar ve flişler, Neojen yaşlı birimler yarı geçirimli birimler olmakla beraber akifer özelliği taşımamaktadırlar. Havzadaki geçirimli formasyonlar arasında erime boşlukları, kırık-çatlak sistemleri ve ikincil porozite ve permeabiliteden dolayı Paleozoyik yaşlı mermerler, karstik ve kırık-çatlaklı yapılarından dolayı Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Eosen yaşlı kireçtaşları, gözenekli ve geçirimli olmalarından dolayı Neojen yaşlı konglomeralar, Neojen kireçtaşları, Neojen yaşlı andezit ve bazaltlar, ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bulunmaktadır ve akifer olma özelliği taşımamaktadırlar (DSİ, 2016). Havzada görülen formasyonlara ait genelleştirilmiş kolon kesiti **Şekil 2.28** üzerinde verilmiştir. Bu formasyonlara ait detaylı akifer özellikleri ise **Tablo 2.21**'de açıklanmıştır.

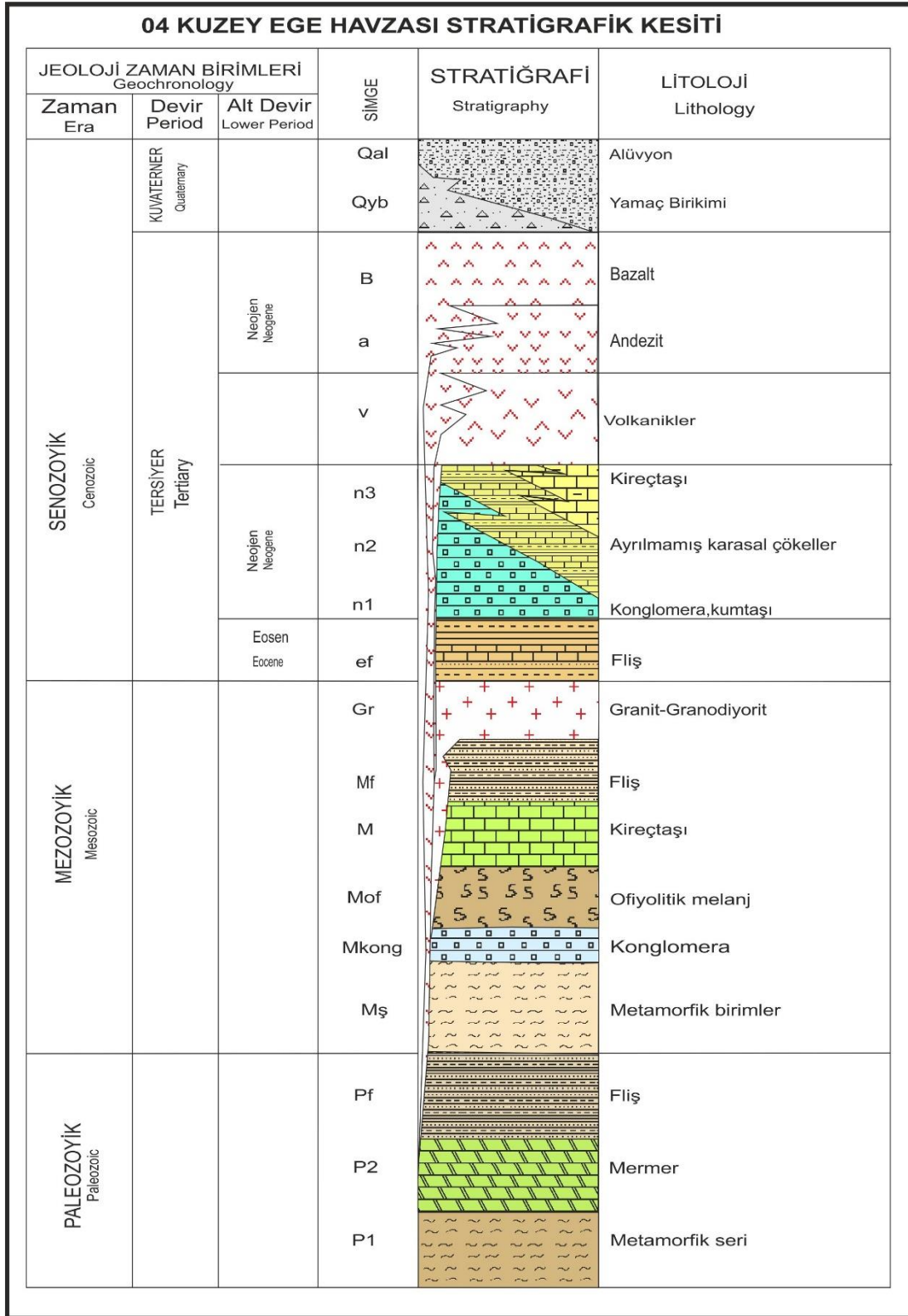


Şekil 2.26 Kuzey Ege Havzası Jeolojik Haritası (DSİ, 2016)

Tablo 2.20 Kuzey Ege Havzası Hidrojeoloji Haritası Lejantı

AÇIKLAMALAR	
•	DSİ Aylık Rasat Kuyusu 2.Bölge (26 Adet)
•	DSİ Aylık Rasat Kuyusu 25.Bölge (17 Adet)
•	DSİ Mevsimlik Rasat Kuyusu 2.Bölge (40 Adet)
•	DSİ Mevsimlik Rasat Kuyusu 25.Bölge (26 Adet)
•	Master Plan Rasat Kuyusu (107 Adet)
•	DSİ Kuyusu 2. Bölge (56 Adet)
•	DSİ Kuyusu 25. Bölge (175 Adet)
•	Kaynak
▲	DSİ MGİ
▲	DMİ
•	DSİ AGİ
•	EİE AGİ
•	İlçe Merkezi
•	Bucak
•	Köy
•	Tepe
	Eğim Doğrultu
—	Formasyon Sınırı
—	Fay
→	YAS Akım Yönü 2015 / Mevsimsonu
—	Eş YASS Eğrisi 2015 / Mevsimsonu
—	Dere
—	Karayolu
—	Topoğrafik Kontur
■	Göl
■	Su Yapısı
■	Deniz
---	DSİ Bölge Sınırı
□	04 Kuzey Ege Havzası Yüzeysel Su Havza Sınırı
□	04 Kuzey Ege Havzası Yeraltısuyu Havza Sınırı

Kaynak: (DSİ, 2016)



Şekil 2.28 Kuzey Ege Havzası Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesit (DSİ, 2016)

Tablo 2.21 Kuzey Ege Havzası Jeolojik Birimlerin Akifer Özellikleri

Formasyon adı	Simge	Gözeneklilik ve Geçirimsizlik Durumu	Akifer Olma Durumu	Litolojik Süzülme Katsayısı
Kuvaterner yaşlı alüvyon	Qal	Heterojen yapıdadır. Kum-çakıl seviyeleri yüksek gözenekli ve geçirimsizdir.	Yaygın, kalın ve kaba taneli olduğu yerlerde akifer özelliklidir. İnce taneli ve heterojen olduğu yerlerde yerel akifer özelliğindedir.	0,20
Kuvaterner yaşlı yamaç birikimi	Qyb	Gözenekli, ancak yarı geçirimsizdir.	Yayılmı az olması nedeni ile akifer özelliği göstermez.	0,10
Neojen kireçtaşları	n3	Gözenekli ve geçirimsizdir.	Yerel bazda akifer özelliği gösterir.	0,15
Neojen yaşlı Konglomera, Kumtaşı, Çamurtaşı, Killi Kireçtaşı	n2	Kumtaşı ve konglomera seviyeleri gözenekli ve geçirimsizdir.	Yerel olarak akifer özelliği gösterir.	0,05
Neojen yaşlı konglomeralar	n1	Gözenekli ve yarı geçirimsizdir.	Yerel olarak akifer özelliği gösterir.	0,15
Neojen Vulkanikleri Andezit-Bazaltlar	a, B	Yer yer çoğunlukla bağlantısız kırık-çatlaklı, gaz boşlukludur, yarı geçirimsizdir.	Yerel olarak akifer özelliği gösterir.	0,10
Neojen yaşlı volkano-tortullar	v	Yer yer çoğunlukla bağlantısız kırık-çatlaklı, gaz boşlukludur, az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,10
Eosen yaşlı fliş	ef	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,05
Mesozoyik yaşlı Bornova Flişi	Mf	Kumtaşı ve konglomera seviyeleri gözenekli, ancak az geçirimsizdir.	Yerel bazda akifer özelliği gösterir.	0,05
Mesozoyik yaşlı kireçtaşı	M	İkincil gözenekli.	Yaygın ve kalın olduğu yerlerde akiferdir.	0,35
Mesozoyik yaşlı konglomera ve kumtaşı	Mkong	Gözenekli ve yarı geçirimsizdir.	Yerel bazda akifer özelliği gösterir.	0,35
Granodiyorit-granit	Gr	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,02
Mesozoyik yaşlı ofiyolitli karmaşık	Mof	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,02
Mesozoyik yaşlı metamorfik karmaşık	Mş	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,03
Paleozoyik-Triyas yaşlı kırıntılılar	Pf	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,05
Paleozoyik yaşlı mermerler	P2	İkincil gözenekli.	Yerel bazda akifer özelliği gösterir.	0,40
Paleozoyik Metamorfikler	P1	Az kırık-çatlaklı ve az geçirimsiz-geçirimsizdir.	Akifer özelliği taşımaz.	0,03



Kuzey Ege Havzası'nda toplam 4.819 adet kuyu bulunmaktadır. Bu kuyulardan 4.479 tanesi YAS Belgeli kuyular, 231 tanesi DSİ kuyuları, 43 tanesi aylık rasat kuyuları ve 66 tanesi mevsimlik rasat kuyularıdır. Bu kuyuların alt havzalardaki dağılımları **Tablo 2.22** üzerinde gösterilmiştir.

Tablo 2.22 Kuzey Ege Havzası'ndaki Kuyuların Alt Havzalara Göre Sayıları

Alt Havza Adı	YAS Belgeli Kuyular	DSİ Kuyuları	Aylık Rasat Kuyuları	Mevsimlik Rasat Kuyuları
Menderes	471	2	3	4
Tuzla	224	6	2	-
Edremit-Havran	979	156	8	19
Karınca	416	-	2	2
Madra	538	13	3	-
Aşağı Bakırçay	1.340	17	9	10
Yukarı Bakırçay	366	31	16	26
Güzelhisar	145	6	-	5
Toplam	4.479	231	43	66

Kaynak: (DSİ, 2016)

2.4.2. Alt Havzalar Hidrojeolojisi

Akifer Durumu

Aşağı Bakır Çayı alt havzasında bulunan senozoyik ayrılmamış karasal çökeller ve kireçtaşı birimleri yerel bazda akifer özellik göstermektedir. Bölgede yer alan volkanikler de yer yer akifer özelliği taşımaktadır. Havzanın orta kesimlerinde bolca bulunan alüvyon birimi yaygın akifer özelliklidir (DSİ, 2016).

Yukarı Bakır Çayı alt havzasının zeminini oluşturan Paleozoyik metamorfik serilerin akifer özelliği yoktur ancak Paleozoyik mermer biriminin yerel bazda akifer özelliği bulunmaktadır. Mesozoyik kireçtaşları da benzer şekilde akifer özellik taşımakta olup sularını kaynaklar vasıtası ile boşaltır. Senozoyik ayrılmamış karasal çökellerin kumtaşı-çakıltaşı-karbonatlı seviyeleri yer yer akifer özellikli olup, alüvyon altında ve alüvyon ile birlikte bulunduğu yerlerde akifer özellik göstermektedir. Senozoyik volkanikler de yer yer akifer özellik taşımaktadır. Alüvyon birimleri ise bu bölgede yaygın akifer özelliklidir (DSİ, 2016).



Edremit-Havran alt havzasında yer yer gözlemlenen Mesozoyik kireçtaşları, kuzey kesimlerdeki yükseklerde akifer özellik göstermektedir. Ayrılmamış karasal birimler alüvyon altında veya alüvyon ile birlikte bulunduğu yerlerde akifer özellik göstermektedir. Edremit-Havran alt havzasının batısında yer alan alüvyon birimi, havzanın en önemli akiferi konumundadır (DSİ, 2016).

Güzelhisar Çayı alt havzasında bulunan mesozoyik yaşlı kireçtaşları akifer özellik taşımaktadır. Senozoyik yaşlı ayrılmamış karasal çökeller ve kireçtaşı gözenekli ve geçirimli yapıları nedeniyle iyi akifer özelliğine sahiptir. Kırıklı-çatlaklı yapısı nedeniyle Neojen andezit ve bazalt birimleri akifer özelliği taşımaktadır. Bu alt havzada yer alan alüvyon birimi de akifer özelliklidir (DSİ, 2016).

Karınca Çayı alt havzasındaki ayrılmamış karasal çökeller, alüvyonun altında veya alüvyon ile birlikte akifer özelliği göstermektedir. Senozoyik volkanikler, andezit ve bazalt birimleri yer yer akifer özelliği taşımaktadır. Alüvyon birimi ise akifer özellik göstermektedir (DSİ, 2016).

Madra Çayı alt havzasında bulunan mesozoyik granit-granodiyorit birimleri ayrışma sonucu kumlaştığı yerlerde yerel bazda akifer özelliklidir. Senozoyik ayrılmamış karasal çökeller alüvyonun altında veya alüvyon ile birlikte bulunduğu yerlerde akifer özellik gösterirken, Senozoyik volkanikler ve andezit birimleri yerel bazda akifer özelliklidir. En genç birimler olan alüvyon birimleri akifer özellik göstermektedir (DSİ, 2016).

Menderes Çayı alt havzasındaki mesozoyik yaşlı metamorfikler ve ofiyolitik melanj birimleri de akifer özelliği taşımamakta ancak mevsimlik kaynak boşalımları göstermektedir. Yine Mesozoyik yaşlı granit-granodiyoritler yer yer yerel bazda akifer özelliği taşımaktadır. Konglomera, kumtaşı biriminin yanarda geçiş gösterdiği ayrılmamış karasal çökeller yer yer yerel bazda akifer özelliği göstermekte olup, alüvyonun altında veya alüvyon ile beraber bulunduğu bölgelerde akifer özelliği göstermektedir. Alt havza sınırları içerisinde yer alan volkanikler ve andezit birimleri



yer yer akifer özelliği göstermektedir. En genç çökel olan alüvyon akifer özelliği göstermektedir (DSİ, 2016).

Tuzla çayı alt havzasında yer alan granit-granodiyorit biriminin ayrışıp kumlaştığı yerlerde yerel bazda akifer özellik göstermektedir. Ayrılmamış karasal çökeller ise alüvyon altında veya alüvyon ile beraber bulunduğu bölgelerde akifer özelliği gösterir. Bu alt havzanın en genç birimleri konumunda olan alüvyon ve yamaç birikimi birimleri yaygın akifer konumundadır (DSİ, 2016).

Su Potansiyeli Yeraltı Suyu Beslenimi ve Boşalımı

Her alt havza için brüt yerüstü ve yeraltı su potansiyelleri belirlenmiş olup, yeraltı suyu beslenimi hesaplanırken havzaya düşen ortalama yağış miktarı göz önünde bulundurulmuş ve her akifer konumundaki litolojik birimden süzülme yoluyla hesaplanmıştır. Alt havzaların hesaplanan yıllık ortalama yağış hacminin bir kısmı buharlaşma ile kaybedilmektedir ve bu alt havzanın beslenimi yağış ve iç beslenme tarafından karşılanmaktadır. Havzanın aldığı yağışın bir kısmı yeraltı sularını beslerken, geri kalanı yüzey akışı olarak görülmektedir.

Alt havzalara ait su potansiyeli, yeraltı suyu beslenimi ve boşalımı ile ilgili detaylı bilgi ve hesaplamalar **Bölüm 6**'da verilmiş olup, elde edilen verilen **Tablo 6.6**'de özetlenmiştir.



BÖLÜM 3

KURAKLIK ANALİZLERİ

3.1. KURAKLIK RİSK YÖNETİMİ VE KURAKLIK ANALİZİ

Kuraklık risk yönetimi korunma, zarar azaltma ve hazırlıklı olma amaçlı faaliyetler ve önlemler yoluyla kuraklık tehlikesinin olumsuz sonuçlarını ve potansiyel afet etkilerini engelleme ve azaltma kavramı ve çalışmasıdır (UNDP, 2016). Kuraklıktan kaynaklanan etkilerin azaltılabilmesi için havzanın bulunduğu ülkeye özgü mevzuatlara dayalı olarak ve havzanın kendine özgü kuraklık özellikleri ve etkileri dikkate alınarak kuraklık yönetimi planlarının hazırlanması gereklidir (EC, 2007). Kuraklık yönetimi planının unsurları arasında nehir havzası özellikleri, tarihsel kuraklık olayları, risk değerlendirilmesi, indikatörler ve eşik değerleri, önlem programları, erken uyarı sistemi ve organizasyonel yapı yer almaktadır (GWP, 2015). Bu unsurların kuraklık yönetim planının bir parçası olarak birbirleriyle ilişkisi **Şekil 1.2**'de gösterilmektedir.

Kuraklık yönetim planlarının en önemli unsurlarından biri olan erken uyarı sistemleri kuraklık izleme ve kuraklık tahmini olmak üzere iki ana amaç çerçevesinde kullanılmaktadır. Kuraklık yavaş başlayan ve ilerleyen hidrolojik bir olay olması dolayısıyla kuraklığın izlenmesi ve analizi büyük bir önem kazanmaktadır. Kuraklığın izlenmesi ve analizi çeşitli indikatörler ve indeksler sayesinde yapılmaktadır. Bu indikatörler ve indeksler kuraklık koşullarını belirlemek, sınıflandırmak ve izlemek amacıyla kuraklığın şiddeti, yeri, süresi ve zamanlaması hakkında bilgiler vererek kuraklığın karakterize edilmesini sağlar. Bazı indikatörler ve indeksler kuraklığın modellenen, uzaktan algılanan veya uzaktan algılama verilerinin modele asimile edilmiş indikatörlerini doğrulamak için de kullanılabilir (WMO, 2016).

Kuraklığın izlenmesi ve analizi kapsamında üç başlıca yöntem izlenebilir: (1) tek bir indikatör ya da indeksin kullanımı, (2) birçok indikatör ya da indeksin kullanımı, (3) birleşik ya da hibrid indikatörlerin kullanımı. Geçmişte kısıtlı ölçümler/veriler veya hesaplamalar için gerekli kısıtlı zaman sebebiyle tek bir



indikatör ya da indeks kullanılmıştır. Ancak, son yirmi yılda, farklı uygulamalar ve hem zamansal hem de mekânsal ölçeklerde kullanılmak üzere çeşitli indikatörlere dayalı yeni indekslerin geliştirilmesi üzerine kuraklık indekslerinin kullanımında dünya çapında büyük bir ilgi ve büyüme yaşanmıştır. Bu yeni araçlar karar mercilerine ve ilgili yetkililere daha çok seçenek sunmasına rağmen elde edilen sonuçların halka aktarılmak üzere tek bir basit mesaj olarak sentezlenebilmesi için net bir yöntem gereksinimi halen bulunmaktadır.

Günümüzde coğrafi bilgi sistemleri ve gelişen hesaplama ve görüntüleme sistemlerinin gücü değişik indikatörlerin ve indekslerin çakıştırılması, haritalandırılması ve karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır (WMO, 2016) ve bu gereksinimi kısmen karşılamaktadır.

3.1.1. Kuraklık Analizleri Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler

İndikatörler, kuraklık koşullarını tanımlamak için kullanılan değişkenler veya parametrelerdir. İndikatörlere örnek olarak yağış, sıcaklık, akım, yeraltı suyu ve rezervuar seviyeleri, toprak nemi ve kar örtüsü verilebilir. İndeksler, kuraklık şiddetinin genellikle hesaplanmış nümerik gösterimidir ve iklimsel ve hidrometeorolojik girdiler kullanılarak değerlendirilir. İndekslerin amacı belli bir zaman aralığı için kuraklığın niteliksel durumunu ölçmektir (teknik olarak indeksler de indikatörler olarak düşünülebilir). İndekslerden, kuraklıkla ilgili karmaşık bilgileri basitleştirerek bu bilgilerin halkın da dahil olduğu çeşitli kitlelere ve kullanıcılara aktarımı için faydalı bir iletişim aracı olarak faydalanılabilir. İndeksler, kuraklık olaylarının şiddeti, yeri, zamanlaması ve süresinin sayısal (niceliksel) değerlendirimi için kullanılabilir. Şiddet bir indeksin normalinden uzaklaşmasına işaret eder. Şiddet için bir eşik değer kuraklığın ne zaman başladığını-bittiğini ve etkilenen coğrafi alanı saptamak için belirlenmelidir (WMO, 2016).

Kuraklığa meyilli bölgelerde kuraklık risk yönetimi politikaları ve hazırlık planlarını destekleyecek şekilde izleme, erken uyarı ve bilgi iletimi sistemlerini geliştirmek ve ilerletmek amaçlarıyla dünyada en sık kullanılan indikatörler ve indekslerin başlıcaları **Tablo 3.1**'de verilmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün

(WMO) “Integrated Drought Management Programme (IDMP)” kapsamında Küresel Su Ortaklığı (GWP) ile beraber ortak yayınladığı “Handbook of Drought Indicators and Indices” isimli kaynağında yer alan bu indikatörler ve indeksler kuraklığın hidrometeorolojik özelliklerini betimlemektedir ve beş ana kategoride sınıflandırılmıştır: (1) meteoroloji, (2) toprak nemi, (3) hidroloji, (4) uzaktan algılama ve (5) bileşik ya da modellenen. Tablodaki indikatörler ve indeksler her bir kategori için öncelikli olarak kullanım kolaylığına göre, daha sonra ise kendi içlerinde alfabetik olarak sıralanmıştır. Kuzey Ege Havzası kuraklık analizi kapsamında kullanılan indikatörler ve indeksler **Bölüm 3.3**'te açıklanmıştır.

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

	İndikatör/İndeks	Kullanım kolaylığı	Girdi parametreler	Ek bilgiler
Meteoroloji	Aridity Anomaly Index (AAI)		P, T, PET, ET	Hindistan'da operasyonel olarak kullanılmaktadır
	Deciles		P	Kolay hesaplamalı, Avustralya'daki örnekler kullanışlıdır
	Keetch-Byram Drought Index (KBDI)		P, T	Hesaplamalar hedef ilgi alanının iklimine dayalıdır
	Percent of Normal Precipitation		P	Basit hesaplamalar içermektedir
	Standardized Precipitation Index (SPI)		P	Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından meteorolojik kuraklık izleme için başlangıç noktası olarak önerilmektedir
	Weighted Anomaly Standardized Precipitation (WASP)		P, T	Tropik bölgelerdeki kuraklığı izlemek için hücreli veri kullanılmaktadır
	Aridity Index (AI)		P, T	İklim sınıflandırması amacıyla da kullanılabilir
	China Z Index (CZI)		P	SPI verisini geliştirmek amaçlıdır
	Crop Moisture Index (CMI)		P, T	Haftalık değerler gereklidir
	DroughtArea Index (DAI)		P	Muson mevsimi performansı göstergesi olarak değerlendirilebilir
	Drought Reconnaissance Index (DRI)		P, T	Aylık sıcaklık ve yağış değerleri gereklidir
	Effective Drought Index (EDI)		P	Kullanılan programa yazılımı gerçekleştirenlerle iletişime geçilerek elde edilebilir
	Hydro-thermal Coefficient of Selyaninov (HTC)		P, T	Basit hesaplamalar; Rusya Federasyonu'nda birtakım örnekleri mevcut
	NOAA Drought Index (NDI)		P	En iyi olarak tarımsal uygulamalarda kullanılabilir
	Palmer Drought Severity Index (PDSI)		P, T, AWC	Kullanım kolaylığı yeşil değil çünkü hesaplamadaki işlemler karışık ve eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir
PalmerZ Index		P, T, AWC	PDSI hesaplamalarının birçok çıktılarından biridir	

	İndikatör/İndeks	Kullanım kolaylığı	Girdi parametreler	Ek bilgiler
	Rainfall Anomaly Index (RAI)		P	Tam zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Self-Calibrated Palmer Drought Severity Index (sc-PDSI)		P, T, AWC	Kullanım kolaylığı yeşil değil çünkü hesaplamadaki işlemler karışık ve eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Standardized Anomaly Index (SAI)		P	Bölgesel koşulları tanımlamak için noktasal veri kullanılmaktadır
	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)		P, T	Eksiksiz zaman serisi verisi gerektirmektedir; SPI ile çıktısı benzer, ancak sıcaklık bilgisi de içermektedir
	Agricultural Reference Index for Drought (ARID)		P, T, Mod	Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusunda üretilmiş olup bölge dışında kapsamlı şekilde test edilmemiştir
	Crop-specific Drought Index (CSDI)		P, T, Td, W, Rad, AWC, Mod, CD	Yüksek kalitede birçok değişken verisi gerektirmektedir, dolayısıyla kullanımı zordur
	Reclamation Drought Index (RDI)		P, T, S, RD, SF	SWSI ile benzerdir, ancak sıcaklık bilgisi de içermektedir
Toprak nemli	Soil Moisture Anomaly (SMA)		P, T, AWC	PDSI'nın su dengesini geliştirmek amaçlıdır
	Evapotranspiration Deficit Index (ETDI)		Mod	Birçok girdi içeren karmaşık hesaplamalar gereklidir
	Soil Moisture Deficit Index (SMDI)		Mod	Farklı toprak derinliklerinde haftalık hesaplamalar gerektirir, dolayısıyla hesaplaması güçtür
	Soil Water Storage (SWS)		AWC, RD, ST, SWD	Hem toprak hem de mahsul çeşitliliğinden dolayı geniş alanlarda enterpolasyonu güçtür
Hidroloji	Palmer Hydrological Drought Severity Index (PHDI)		P, T, AWC	Tam zaman serisi verisi gerektirmektedir
	Standardized Reservoir Supply Index (SRSI)		RD	Rezervuar verisi kullanarak SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir
	Standardized Streamflow Index (SSFI)		SF	Akım verisiyle beraber SPI programını kullanmaktadır
	Standardized Water-level Index (SWI)		GW	SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir, ancak yağış verisi yerine yeraltı suyu ya da kuyu seviyesi verisi kullanmaktadır
	Streamflow Drought Index (SDI)		SF	SPI'ninkine benzer hesaplamalar içerir, ancak yağış verisi yerine akım verisi kullanmaktadır
	Surface Water Supply Index (SWSI)		P, RD, SF, S	Birçok metodoloji ve derivasyon ürünleri mevcuttur, ancak havzalar arası karşılaştırmalar seçilen metoda dayanmaktadır
	Aggregate Dryness Index (ADI)		P, ET, SF, RD, AWC, S	Kodu bulunmamaktadır, ancak matematiksel açıklaması literatürde mevcuttur
	Standardized Snowmelt and Rain Index (SMRI)		P, T, SF, Mod	Kar örtüsü bilgisi olmadan da kullanılabilir



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



	İndikatör/İndeks	Kullanım kolaylığı	Girdi parametreler	Ek bilgiler
Uzaktan algılama	Enhanced Vegetation Index (EVI)		Sat	Kuraklık stresini diğer streslerden ayırt etmez
	Evaporative Stress Index (ESI)		Sat, PET	Operasyonel ürün olarak uzun bir geçmişe sahip değildir
	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)		Sat	Çoğu yerde hesaplanmaktadır
	Temperature Condition Index (TCI)		Sat	Genelde NDVI hesaplamalarıyla beraber bulunmaktadır
	Vegetation Condition Index (VCI)		Sat	Genelde NDVI hesaplamalarıyla beraber bulunmaktadır
	Vegetation Drought Response Index (VegDRI)		Sat, P, T, AWC, LC, ER	Kuraklık stresini bitki örtüsü stresinden ayırt etmek için birçok değişkeni göz önünde bulundurmaktadır
	Vegetation Health Index		Sat	Kuraklığın uzaktan algılama verisiyle izlenmesinin ilk örneği
	Water Requirement Satisfaction Index (WRSI and Geo-spatial WRSI)		Sat, Mod, CC	Birçok yerde operasyonel olarak kullanılmaktadır
	Normalized Difference Water Index (NDWI) and Land Surface Water Index (LSWI)		Sat	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) kullanılarak operasyonel olarak üretilmektedir
	Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)		Sat	Operasyonel olarak üretilmemektedir
Bileşik ya da modellenen	Combined Drought Indicator (CDI)		Mod, P, Sat	Hem yüzey hem de uzaktan algılama verisi kullanılmaktadır
	Global Integrated Drought Monitoring and Prediction System (GIDMaPS)		Multiple, Mod	Üç kuraklık indeksi (Standardized Soil Moisture Index, SPI and MSDI) çıktısıyla birlikte operasyonel bir üründür
	Global Land Data Assimilation System (GLDAS)		Multiple, Mod, Sat	Global boyutundan dolayı veri azlığı olan bölgelerde kullanışlıdır
	Multivariate Standardized Drought Index (MSDI)		Multiple, Mod	Elde edilebilir ancak yorumlama gerektirmektedir
	United States Drought Monitor (USDM)		Multiple	Elde edilebilir ancak yorumlama gerektirmektedir



PET = potansiyel buharlaşma ve terleme AWC = kullanılabilir su miktarı Rad = güneş radyasyonu CC = bitki katsayısı RD = rezervuar CD = mahsul türü S = kar örtüsü ER = ekobölge Sat = uydu ET = buharlaşma ve terleme SF = akım	GW = yeraltı suyu ST = toprak türü LC = arazi kullanımı/tipi SWD = toprak suyu açığı Mod = modellenen T = sıcaklık Multiple = çoklu indikatörler kullanılmıştır Td = çiy noktası sıcaklığı P= yağış W= rüzgâr verisi
---	---

İndekslere atanan renklerin tanımları aşağıdaki kriterlere göre gerçekleştirilmiştir:

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

3.1.2. İndikatörlerin ve İndekslerin Seçimi

Kuraklık izleme ve analizi için kullanılacak indikatörlerin ve indekslerin seçimi her bir uygulama alanına özel olarak kullanıcıların deneyimi, ihtiyaçları ve en önemlisi veri bulunma durumu/uygunluğu ile beraber gerekli bilgisayar kaynakları ve kapasitesi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (**Tablo 3.1**'de listelenen indikatörler ve indeksler için kaynak ihtiyacı yeşil-sarı-kırmızı sırasıyla artmaktadır). En basit indikatör/indeks her uygulama alanı için en ideal olanı olmayabilir. Bazı durumlarda en uygun indikatör/indeks sadece bölgeye göre değil, içinde bulunan mevsime göre de değişebilir. Öte yandan bu indikatörlerin ve indekslerin değişik çalışma alanlarında uygunluğu konusunda genelgeçer bir kaniye varmak güçtür; farklı çalışma alanları için farklı indikatörler ve indeksler daha uygun olabilir. İndikatör ve



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



indeks seçiminde önemli olan seçilecek olan indikatör/indekslerin kuraklık sırasında yaşanan etkileri yeterince temsil edebilmesi ve yansıtabilmesidir.

Kullanımı en basit indikatör/indeks genellikle mevcut durumda zaten kullanılmakta olan (üretilen) ve ücretsiz olarak elde edilebilen olmaktadır. Fakat bu durum bu indikatör/indeks seçiminin en iyi veya en geçerli olduğu anlamına gelmez. Bu seçim bölgesel, ulusal veya yerel seviyedeki tüm kullanıcılar tarafından ilgili hususlar göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Kuraklıktan etkilenen sektörlerin sayısı ve çeşitliliğinden dolayı tüm kuraklık çeşitleri için uygun tedbirlerin alınması amacıyla tek bir indikatör ya da indeksin kullanılması yeterli olmayabilir. Genellikle tercih edilen yaklaşım iki aşamadan oluşmaktadır: (1) iklimin ve kuraklığın zamanlaması, alanı ve tipine en uygun indikatörlerin ve indekslerin ön çalışmalar yapılarak belirlenmesi ve (2) ortaya konan bulgular doğrultusunda her bir indikatör/indeks için farklı eşik değerlerinin tespit edilmesi. Böyle bir yaklaşım deneme-yanılma yöntemine dayanması sebebiyle zamana yayılan bir süreç yaratır (WMO, 2016).

Kuraklık risk yönetimi çerçevesinde kuraklık erken uyarı sistemlerinin bir parçası olarak tercih edilmesi önerilen yaklaşım çoklu ya da bileşik/hibrid indikatörler/indekslerin kullanımınıdır. İdeal olarak böyle bir yaklaşım hangi indikatörlerin hangi iklim rejimlerinde, bölgelerde, havzalarda ve alanlarda daha iyi çalıştığını saptamak amacıyla kapsamlı analizlerin ve araştırmaların yapılmasını gerektirir. Hangi indikatörlerin kuraklığın etkilerinin hangi mevsimlerle ilgili olduğunun belirlenmesi için araştırma yapılması da önemlidir (WMO, 2016). Ayrıca farklı kuraklık indekslerinin karşılaştırılması ve birlikte kullanılması: (1) kuraklığın karakterinin belirlenmesinde, (2) kuraklık indeksinin duyarlılığının ve doğruluğunun tespitinde, (3) aralarındaki korelasyonun incelenmesinde ve (4) belirli bir amaç doğrultusunda birbirleriyle ne kadar uyum gösterdiklerinin araştırılmasında fayda sağlayacaktır (Doğan, 2013).



Her bir indeks ve indikatörün faydalarının ve kısıtlamalarının bilinmesi hangisinin belli bir uygulama için en uygun olduğuna karar verilmesi aşamasında önemlidir. **Bölüm 3.3**'te Kuzey Ege Havzası kuraklık analizi kapsamında kullanılan indikatörler ve indekslerin faydaları ve kısıtlamaları ayrı ayrı ele alınarak açıklanmıştır.

3.1.3. Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler

Kuzey Ege Havzası kuraklık analizi kapsamında kullanılan indikatörler ve indeksler 1) öncelikli olarak havzadaki mevcut verilerin çeşidi, süreleri ve kullanılabilirliği göz önünde bulundurularak, 2) havzaya özgü meteorolojik, hidrolojik ve jeolojik özellikler dikkate alınarak ve 3) ulusal ve uluslararası uygulamalar üzerine ilgili literatür kapsamlı şekilde taranarak seçilmiştir. Bu indikatörler ve indeksler çalışma kapsamında öncelikli olarak temsil ettikleri kuraklık çeşitleri ile birlikte **Tablo 3.2**'de görülebilir.

Tablo 3.2 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi Kapsamında Kullanılan İndikatörler ve İndeksler

İndeks, İndikatör	Meteorolojik Kuraklık	Hidrolojik Kuraklık	Tarımsal Kuraklık
<i>Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)</i>	•		
<i>Ondalıklar İndeksi (DI)</i>	•		
<i>Standart Yağış İndeksi (SPI)</i>	•		
<i>Standart Yağış Buharlaşma ve Terleme İndeksi (SPEI)</i>	•		
<i>Standart Akım İndeksi (SRI)</i>		•	
<i>Yeraltı Suyu İndeksi (GWI)</i>			
<i>Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI)</i>	•		
<i>Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (scPDSI)</i>	•		
<i>Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)</i>		•	



İndeks, İndikatör	Meteorolojik Kuraklık	Hidrolojik Kuraklık	Tarımsal Kuraklık
<i>Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (scPHDI)</i>		•	
<i>Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)</i>			•
<i>Bitki Durumu İndeksi (VCI)</i>			•

Bu çalışmada seçilen indikatörlerin ve indekslerin farklı kuraklık türlerini temsil etmesine de dikkat edilmiştir. Meteorolojik kuraklık genellikle göreceli olarak daha kısa zaman zarflarında (1-6 ay) gerçekleşen yağış verisinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler ile analiz edilirken hidrolojik kuraklık yüzey ve yeraltı suyu ve göreceli olarak daha uzun zaman zarflarında (6-12 ay) gerçekleşen yağış verilerinin kullanıldığı indikatörler ve indeksler sayesinde tespit edilebilir. Tarımsal kuraklık ise bitki için gerekli olan toprak neminin yeterli değerinde olması ile özdeşleştirilmesi sebebiyle genellikle uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilebilen bitki örtüsü ve toprak nemi verilerinden hesaplanan indeksler sayesinde incelenebilir. Öte yandan istasyonlarda elde edilen veriler sayesinde de tarımsal kuraklık analizi yapılması mümkündür.

3.2. EĞİLİM ANALİZLERİ

Eğilim bir değişkenin gözlem süresi içerisindeki hareketinin eğilimi olarak tanımlanır. Eğilim analizi hidrolojik ve meteorolojik verilerde (zaman serilerinde) giderek azalma ya da artma şeklinde bir eğilim (trend) olup olmadığının anlaşılması amacıyla gerçekleştirilir ve özellikle son yıllarda iklim değişikliği sebebiyle çok tartışılan bir konu olarak ortaya çıkmıştır. Eğilim analizi yaygınlıkla yıllık ortalama, yıllık maksimum anlık ya da yıllık düşük yağış, sıcaklık veya akım verileri kullanılarak yapılmaktadır.

Hidrolojik veya hidrometeorolojik bir değişkenin ölçülen değerlerinde zaman içinde anlamlı bir azalma ya da artma eğilimi bulunup bulunmadığı istatistiksel testlerle araştırılabilir. Hidrolojik veya hidrometeorolojik büyüklükler (örneğin yağış veya



akım) zaman içinde rastgele değişen karakterde olduğundan sürekli bir azalma veya artma eğiliminin araştırılması özel yöntemler kullanmayı gerektirir (Bayazit, Cıgızoğlu & Önöz, 2002; Helsel & Hirsch, 1992).

Bu çalışmada eğilimin var olup olmadığı ve varsa yönünün ve şiddetinin ne olduğunun belirlenmesi için Mann Kendall test istatistiği hesaplanmasına dayalı bir eğilim analizi yöntemi kullanılmıştır. Mann Kendall testi, hidro-meteorolojik zaman serilerinin eğilimlerinin belirlenmesinde verilerin belirli bir dağılıma uyma koşulu olmadığı için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

İstatistiksel eğilim testleri ile “gözlenen değerlerde bir eğilim olmadığı” hipotezi (H_0 hipotezi) kontrol edilerek “kabul” veya “ret” kararı verilir. Karar hipotezde seçilen anlamlılık düzeyine bağlıdır. Anlamlılık düzeyi (p), gerçekte eğilim bulunmadığı halde testin rastlantısal olarak (şans eseri) eğilim bulunduğu sonucunu vermesi olasılığına eşittir.

Tahminin anlamlılık düzeyini kullanarak bir parametre için belirlenen aralığa güven aralığı denir. En çok kullanılan güven aralıkları %90, %95 ve %99’ dur. Bu çalışmada %95 güven aralığı kullanılarak anlamlılık düzeyi p 0,05 olarak seçilmiştir. Hata payı ya da anlamlılık düzeyi olarak da isimlendirilen p değeri, bir karşılaştırmada “istatistiksel anlamlı fark vardır” kararı verildiği zaman yapılacak olası hata miktarını gösterir. Bu hatanın en yüksek kabul edilebilir düzeyi 0,05 olarak önerilmiş ve kabul görmüş olduğu için bu çalışmada anlamlılık düzeyi p 0,05 olarak seçilmiştir. Bir test sonucunda bulunan p değeri 0,05’in altında bir değer ise karşılaştırma sonucunda anlamlı farklılık bulunduğu sonucuna varılır. Buna göre test sonunda eğilim bulunduğu şeklinde verilen kararların %5’inin rastlantısal olarak yanlış sonucu vermesi beklenir.

3.2.1. Meteorolojik Eğilim Analizleri

Meteorolojik eğilim analizleri 1980 – 2016 yıllarında gözlenen yağış ve sıcaklık verileri için gerçekleştirilmiştir. Daha uzun gözlemlerin olduğu istasyonların



sayısı az olmakla beraber söz konusu analizlerin başlangıç yılı sonuçların tutarlı ve uyumlu şekilde anlaşılabilir yorumlanabilmesi amacıyla 1980 olarak seçilmiştir.

3.2.1.1. Yağış Eğilimleri

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama yağışları için hem havza içindeki hem de havza dışındaki havza sınırına yakın istasyonlar için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonların yerleri ise Şekil 2.12’de harita üzerinde kırmızı ile gösterilmiştir. Bu istasyonlara ait detaylı bilgiler ise **Tablo 2.10**’da verilmiştir

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama yağışları için istasyon bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları **Tablo 3.3** üzerinde özetlenmiştir. Trend kolonunda yer alan 1 değeri eğilim olduğunu, 0 ise eğilim olmadığını göstermektedir. Tabloda kalın puntolarla gösterilen istasyonlar kuraklık analizinde kullanılan ve havza içinde yer alan istasyonlardır.

Tablo 3.3 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Yağış Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İSTASYON KODU	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ	İSTASYON ADI
17110	1981	2016	0.054	0	-	Gökçeada
17111	1981	2016	0.006	1	Artan	Bozcaada
17112	1981	2016	0.354	0	-	Çanakkale
17145	1981	2016	0.055	0	-	Edremit
17175	1981	2016	0.254	0	-	Ayvalık
17180	1981	2016	0.276	0	-	Dikili
17184	1981	2016	0.053	0	-	Akhisar
17186	1981	2016	0.113	0	-	Manisa
17722	1981	2011	0.477	0	-	Burhaniye
17742	1981	2011	0.553	0	-	Bergama

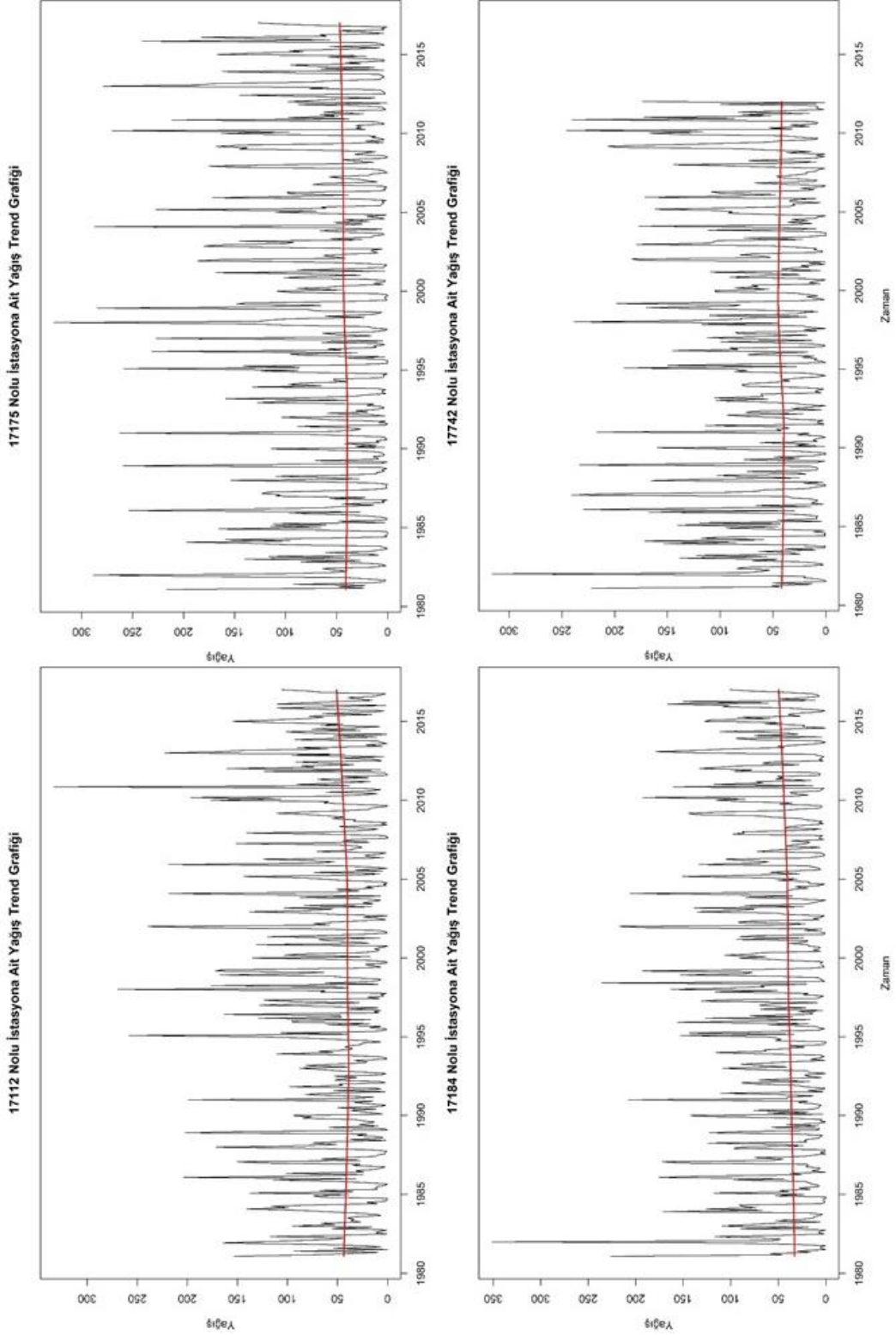
Tabloda gözükten sonuçlara göre aylık ortalama yağışlar için yapılan eğilim analizinde Bozcaada dışında hiçbir istasyonda %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı eğilim gözlenmemektedir. Bozcaada istasyonunda istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı ve artan bir eğilim gözlenmiştir.



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



Kuzey Ege Havzası için incelenen 10 yağış istasyonundan Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama istasyonlarına ait eğilim grafikleri **Şekil 3.1**'de aylık zaman serisi olarak gösterilmiştir. Geriye kalan 6 istasyonun eğilim grafikleri ise **EK-1.1**'de sunulmuştur. Aşağıdaki grafiklerde kırmızı ile gösterilen eğilim çizgileri genellikle düz ya da düze yakındır ve tabloda verilen sonuçları destekler niteliktedir. Bozcaada istasyonunda ise bu çizgi artan bir eğilim göstermektedir.



Şekil 3.1 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGİ Yağış Eğilim Grafığı

3.2.1.2. Sıcaklık Eğilimleri

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama sıcaklıkları için hem havza içindeki hem de havza dışındaki havza sınırına yakın istasyonlar için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonların yerleri ise **Şekil 2.12**'de harita üzerinde kırmızı ile gösterilmiştir. Bu istasyonlara ait detaylı bilgiler ise **Tablo 2.10**'da verilmiştir

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama sıcaklıkları için istasyon bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları **Tablo 3.4** üzerinde özetlenmiştir. Trend kolonunda yer alan 1 değeri eğilim olduğunu, 0 ise eğilim olmadığını göstermektedir. Tabloda kalın puntolarla gösterilen istasyonlar kuraklık analizinde kullanılan ve havza içinde yer alan istasyonlardır.

Tablo 3.4 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Sıcaklık Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İSTASYON KODU	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ	İSTASYON ADI
17110	1981	2016	0.044	1	Artan	Gökçeada
17111	1981	2016	0.034	1	Artan	Bozcaada
17112	1981	2016	0.067	0	-	Çanakkale
17145	1981	2016	0.037	1	Artan	Edremit
17175	1981	2016	0.127	0	-	Ayvalık
17180	1981	2016	0.080	0	-	Dikili
17184	1981	2016	0.136	0	-	Akhisar
17186	1981	2016	0.293	0	-	Manisa
17722	1981	2016	0.102	0	-	Burhaniye
17742	1981	2016	0.146	0	-	Bergama

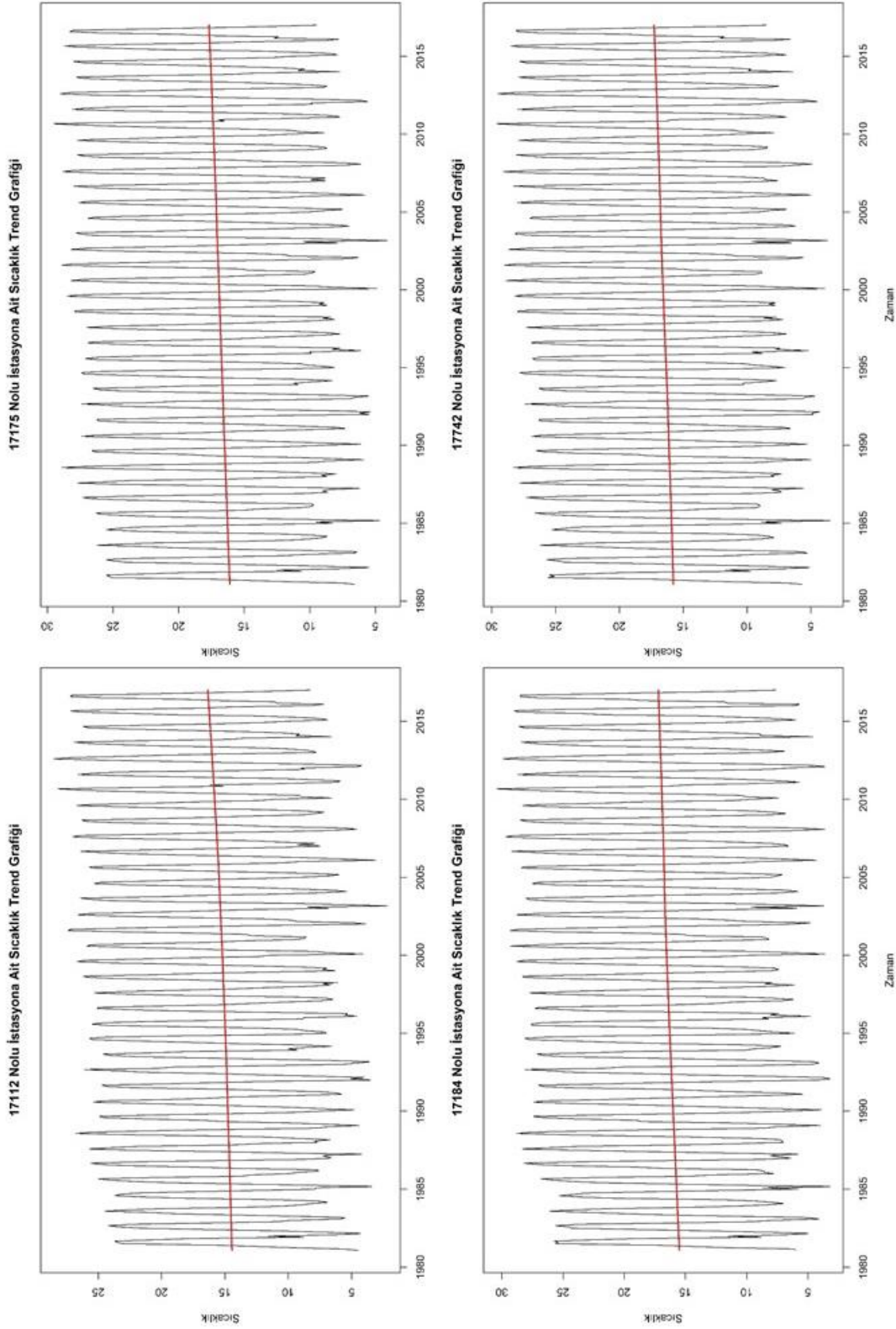
Tabloda gözükten sonuçlara göre aylık ortalama sıcaklık için yapılan eğilim analizinde sadece Havzanın kuzeyinde yer alan Gökçeada, Bozcaada ve Edremit istasyonlarında istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı ve artan bir eğilim gözlenmiştir. Bu üç istasyondan ikisinin ada istasyonu, diğerinin de (Edremit) kıyı bölgede yer alan istasyonlar olması altı çizilmelidir.



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



Kuzey Ege Havzası için incelenen 10 sıcaklık istasyonundan Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama istasyonlarına ait eğilim grafikleri **Şekil 3.2**'de aylık zaman serisi olarak verilmiştir. Geriye kalan 6 istasyonun eğilim grafikleri **EK-1.1**'de sunulmuştur. Bu grafiklere göre kırmızı ile gösterilen trend çizgileri tabloda eğilim tespit edilen istasyonlar için tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır. Ayrıca, Bozcaada ve Edremit istasyonlarında özellikle 1990lı yılların ilk yarısından sonra, Gökçeada istasyonunda ise 2000li yılların ilk yarısından sonra belirginleşen bir artma eğilimi gözükteğüğü yönünde değerlendirmeler yapılabilir.



Şekil 3.2 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGI Sıcaklık Eğilim Grafiği

3.2.1.3. Buharlaşma Eğilimleri

Kuzey Ege Havzası aylık toplam açık yüzey buharlaşması için hem havza içindeki hem de havza dışındaki havza sınırına yakın istasyonlar için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonların yerleri ise **Şekil 2.12**'de harita üzerinde kırmızı ile gösterilmiştir. Bu istasyonlara ait detaylı bilgiler ise **Tablo 2.10**'da verilmiştir

Kuzey Ege Havzası aylık toplam açık yüzey buharlaşması için istasyon bazı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları, yeterli buharlaşma verisi olan 8 istasyon için **Tablo 3.5** üzerinde özetlenmiştir. Trend kolonunda yer alan 1 değeri eğilim olduğunu, 0 ise eğilim olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.5 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Buharlaşma Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İSTASYON KODU	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ	İSTASYON ADI
17112	1981	2016	0.15	0	-	Çanakkale
17145	1981	2016	0.67	0	-	Edremit
17150	1998	2016	0.56	0	-	Balıkesir - Meydan
17175	1984	2016	0.61	0	-	Ayvalık
17180	1981	2016	0.02	1	Artan	Dikili
17184	1981	2016	0.23	0	-	Akhisar
17742	1989	2011	0.55	0	-	Bergama
17746	1992	2011	0.00	1	Azalan	Demirci

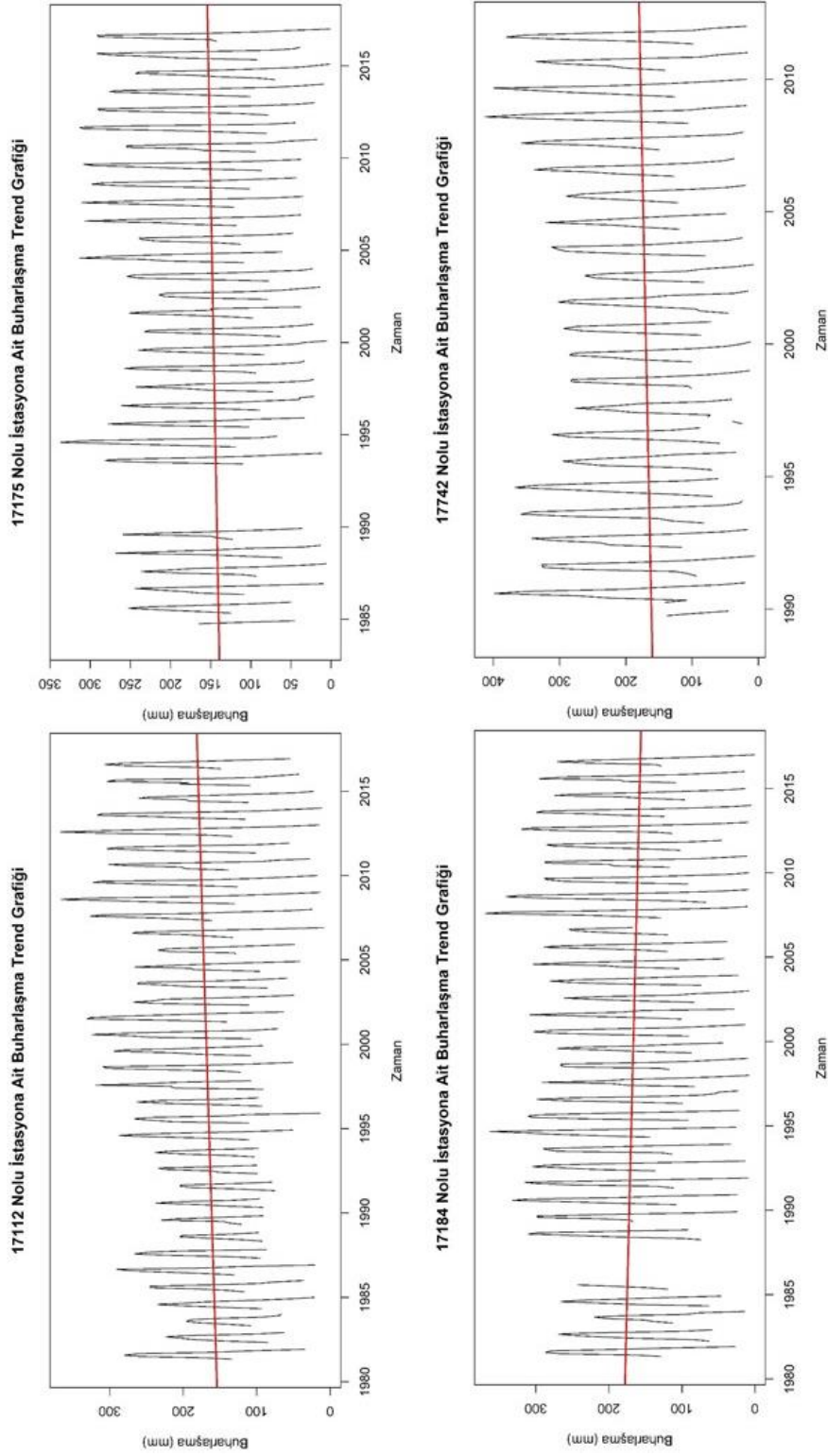
Tabloda gözükten sonuçlara göre aylık toplam açık yüzey buharlaşması için yapılan eğilim analizinde sadece Havzanın genelinde istatistiksel olarak %95 güven düzeyi kullanılarak çok belirgin eğilimler gözlenmemiştir. Havzadaki ve çevresindeki istasyonlar incelendiğinde genel olarak sahil şeridinde yakın istasyonlar düşük seviyede artan eğilim göstermekte olup, daha karasal olan iç bölgelerdeki istasyonlarda ise yine düşük şekilde azalan eğilimler gözlenmiştir. Önemli bir ayrıntı olarak açık yüzey buharlaşması ölçümleri genelde Kasım – Mart ayları dönemlerinde yapılmamakta olduğu ve hesaplamaların kalan aylar üzerinden gerçekleştirildiği not edilmelidir.



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



Kuzey Ege Havzası için incelenen açık yüzey buharlaşması verisine sahip 8 meteoroloji istasyonundan Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama istasyonlarına ait eğilim grafikleri ise **Şekil 3.3**'te aylık zaman serisi olarak verilmiştir. Geriye kalan 4 istasyonun eğilim grafikleri ise **EK-1.1**'de sunulmuştur. Bu grafiklere göre kırmızı ile gösterilen trend çizgileri önceki bölümlerde sunulan sıcaklık eğilimleri ile tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır. Tabloda görüldüğü üzere belirgin eğilim veren 2 istasyondan Dikili istasyonunda yaklaşık beşer yıllık dalgalanmalar dışında artan eğilimin belirgin olduğu; belirgin eğilime sahip diğer istasyon olan Demirci istasyonunda ise azalan eğilimin çok belirgin olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3 Çanakkale, Ayvalık, Akhisar ve Bergama MGI Buharlaşma Eğilim Grafığı



3.2.2. Hidrolojik Eğilim Analizleri

3.2.2.1. Akım Eğilimleri

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama akımları için hem havza içindeki hem de havza dışındaki havza sınırına yakın istasyonlar için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu istasyonlara ait detaylı bilgiler **Tablo 3.6** üzerinde verilmiştir.

Akım eğilim analizleri yapılan istasyonların veri başlangıç ve bitiş yılları her istasyon için o istasyondaki veri bulunma durumu gözetilerek gerçekleştirilmiştir.

Kuzey Ege Havzası aylık ortalama akımları için istasyon bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları **Tablo 3.6** üzerinde özetlenmiştir. Trend kolonunda yer alan 1 değeri eğilim olduğunu, 0 ise eğilim olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.6 Kuzey Ege Havzası ve Havzaya Yakın İstasyonlarda Akım Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

İSTASYON KODU	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ	İSTASYON ADI	SU ADI
12004002	1959	1988	0,78	0	-	EĞRİGÖL KÖPRÜSÜ	BAKIRÇAY
12004005	1962	1968	0,41	0	-	İSMETÖNÜ(BAYRAMLI)	GÜZELHİSAR D.
12004006	1969	1988	0,73	0	-	BERGAMA	KESTEL D.
12004013	1983	1998	0,55	0	-	SELİMİYE	MADRA ÇAYI
12004014	1976	1998	0	1	AZALAN	ALTINOVA	KARAKOÇ DERESİ
12004017	1964	1997	0	1	AZALAN	REŞİTKÖY	KARINCA DERE
12004019	1977	1996	0,03	1	AZALAN	KARAHIDIRLI	SINIR D.
12004021	1969	1993	0,06	0	-	ÇALTIKORU	İLYA D.
12004023	1969	1981	0,94	0	-	BÜYÜK İŞIKLAR	YAĞCILAR D.
12004024	1970	1995	0	1	AZALAN	KILIÇÇA	BAKIRÇAY
12004025	1980	1992	0	1	AZALAN	GELENBE	BAKIRÇAY
12004028	1972	1995	0	1	AZALAN	AYVACIK	TUZLA ÇAYI
12004029	1977	1987	0,52	0	-	ÇALTIDERE	KUNDUZ Ç.
12004031	1978	2013	0,02	1	AZALAN	ÇAMCI	EYBEK DERESİ
12004032	1985	1995	0,15	0	-	KORUBAŞI	TUZLA ÇAYI
12004033	1989	1997	0	1	ARTAN	DUALAR KÖPRÜSÜ	YAĞCIL D.



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

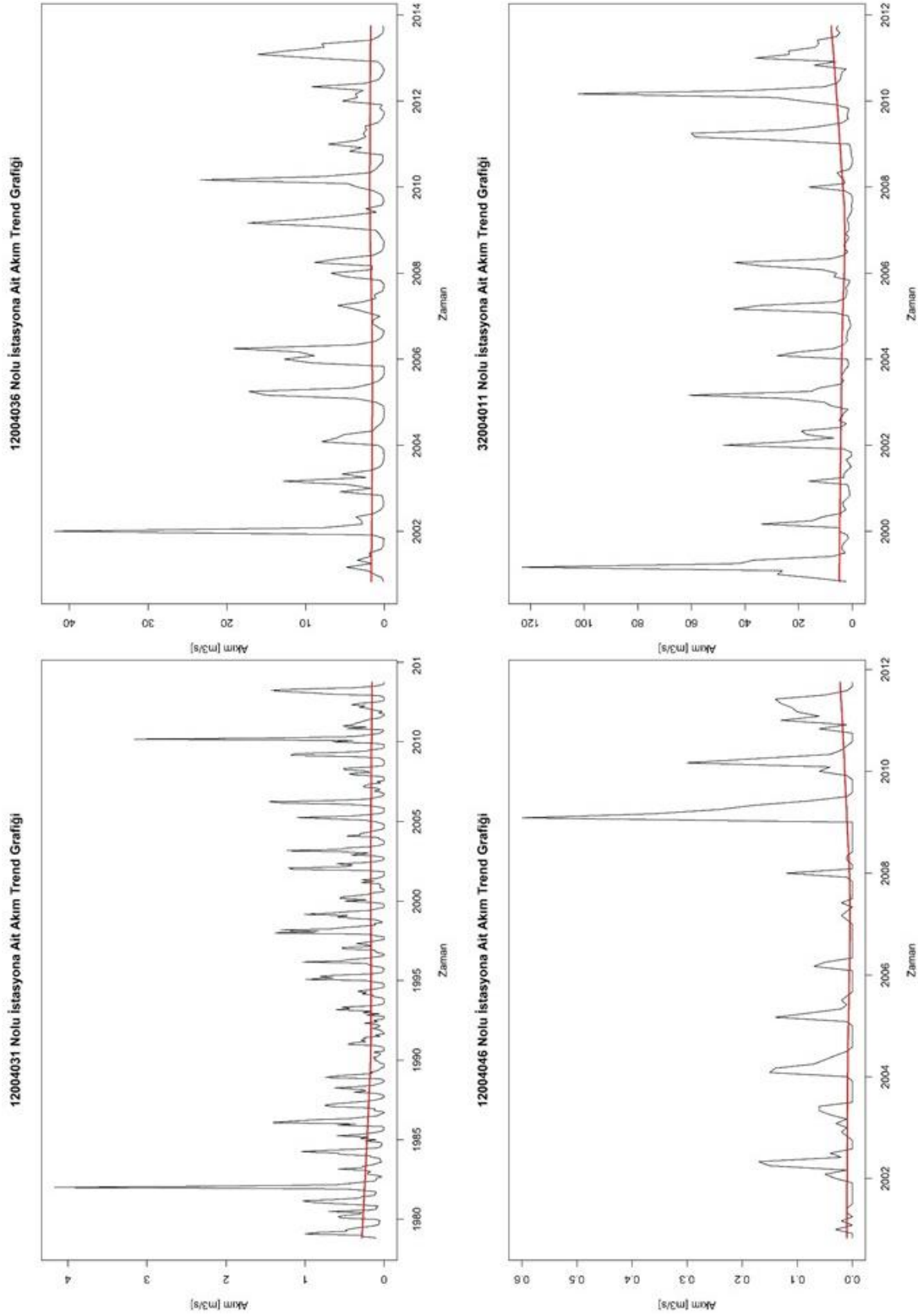


İSTASYON KODU	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ	İSTASYON ADI	SU ADI
12004034	1985	1999	0,08	0	-	ÇAVUŞALI	BERGAMA D.
12004035	1987	2005	0,07	0	-	MİSVAK	KOCADERE
12004036	2000	2013	0,52	0	-	ZEYTİNLİ	ZEYTİNLİ ÇAYI
12004037	1989	2004	0,73	0	-	YAYAKÖY	KIRKGEÇİT D.
12004042	2008	2013	0,67	0	-	KAVLAKLAR	MANASTIR ÇAYI
12004046	2000	2011	0,18	0	-	AYDINCIK	AKÇAY
12004051	2002	2009	0,11	0	-	CUMALI	CUMALI D.
32004006	1983	1997	0	1	ARTAN	EĞRİGÖL	BAKIRÇAY
32004011	1998	2011	0,59	0	-	KURFALI	BAKIRÇAY

Tabloda görülen sonuçlara göre aylık ortalama akımlar için yapılan eğilim analizinde sadece 9 istasyonda (Altınova, Reşitköy, Karahıdırlı, Kılıçca, Gelenbe, Ayvacık, Çamcı, Dualar Köprüsü ve Eğrigöl) istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı eğilim olduğu bulunmuştur. Bu istasyonların biri haricinde (Dualar Köprüsü; artan eğilim) hepsinde tespit edilen eğilimin azalan bir eğilim olduğu gözlenmiştir. Azalan eğilim gözlenen istasyonları yerleri incelendiğinde bu istasyonlar hem havzanın iç yüksek kısımlarında hem de alçak kıyı alanlara dağıldığı görülmektedir.

Kuzey Ege Havzası için incelenen 23 akım istasyonundan 4 tanesine ait eğilim grafikleri ise **Şekil 3.4**'te zaman serisi olarak verilmiştir. Geriye kalan istasyonların eğilim grafikleri ise **EK-1.1**'de sunulmuştur. Sunulan grafiklerde istasyonlardaki eksik veri olan zaman aralıkları çıkarılmış ve verisi olan en uzun zaman aralığı için eğilim analizi yapılmıştır. Sunulan grafiklere göre kırmızı ile gösterilen trend çizgileri tabloda eğilim tespit edilen istasyonlar (Altınova, Reşitköy, Karahıdırlı, Kılıçca, Gelenbe, Ayvacık, Çamcı, Dualar Köprüsü ve Eğrigöl) için tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır.

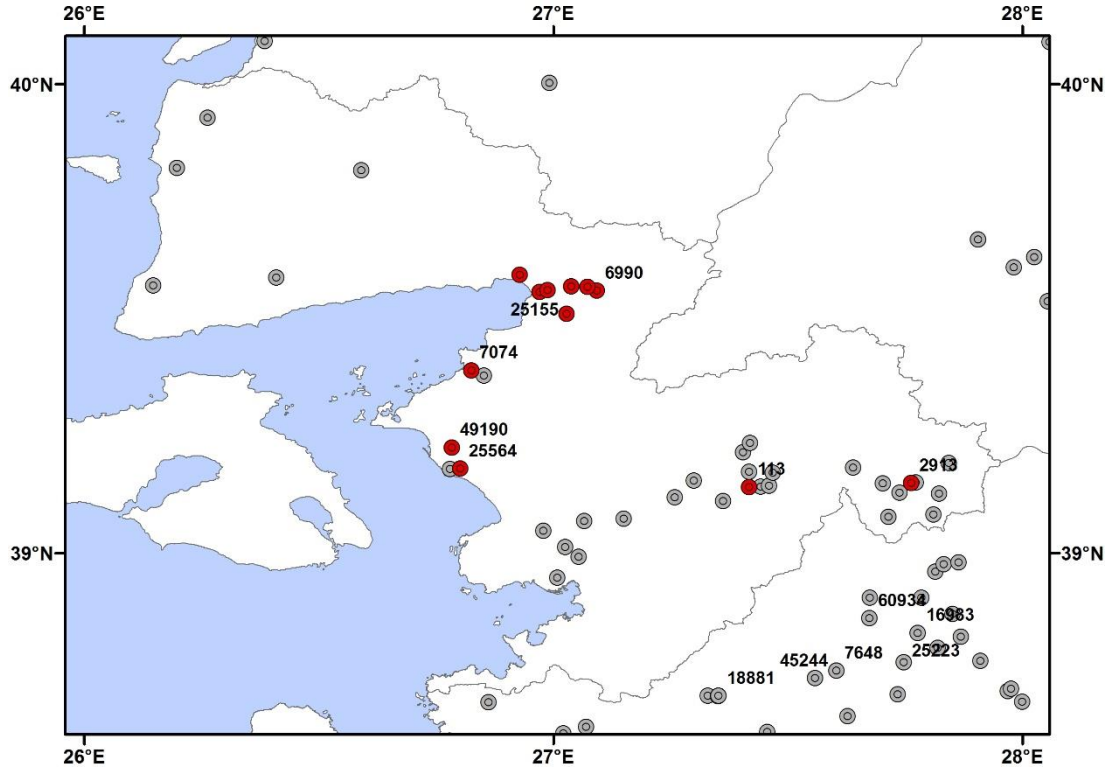
Kuzey Ege Havzası için gerçekleştirilen akım eğilim analizleri bölgedeki iç yüksek kısımlarda ve alçak kıyı alanların tamamında azalan bir eğilim olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum sıcaklık eğilim analizlerinin kıyı alanlarda gösterdiği artan eğilim de göz önünde bulundurulduğunda Kuzey Ege Havzası için kuraklığın potansiyel bir tehdit oluşturduğunu işaret etmektedir.



Şekil 3.4 Çamcı, Zeytinli, Aydıncık ve Kurfalı AGİ Akım Eğilim Grafikleri

3.2.2.2. Yeraltı Suyu Eğilim Analizleri

Kuzey Ege Havzası'nda yeraltı suyu kuyuları için Mann Kendall eğilim analizi gerçekleştirilmiştir. Havzada ve civarında bulunan kuyuların yerleri Şekil 3.4 üzerinde haritada gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Yeraltı Suyu Kuyularının Yerleri

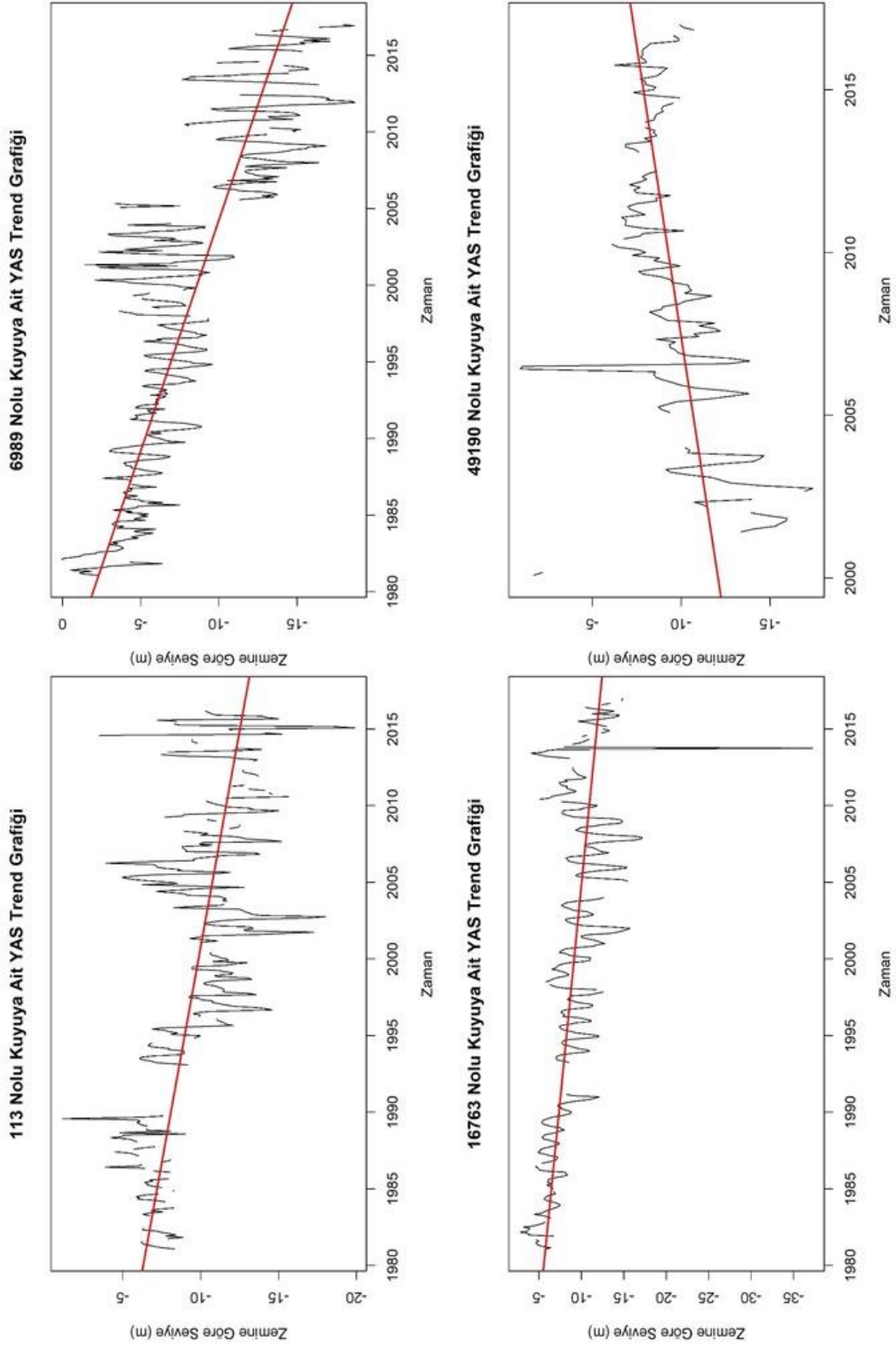
Kuzey Ege Havzası aylık yeraltı suyu kuyu zaman serileri için kuyu bazlı gerçekleştirilen Mann Kendall eğilim analizi sonuçları **Tablo 3.7** üzerinde özetlenmiştir. Trend kolonunda yer alan 1 değeri eğilim olduğunu, 0 ise eğilim olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.7 Kuzey Ege Havzası Yeraltı Suyu Kuyu Verisi İçin Mann Kendall Eğilim Analizi Sonuçları

KUYU KODU	KUYU ADI / YERİ	ZEMİN KOTU (M)	KUYU DERİNLİĞİ (M)	VERİ BAŞLANGIÇ YILI	VERİ BİTİŞ YILI	P DEĞERİ	TREND (0: YOK, 1: VAR)	TREND VAR İSE YÖNÜ
113	Küçük Bölcek	59		1981	2016	0.00	1	Azalan
2913	Merkez (Bekrazd.)	198	250	1981	2014	0.00	1	Azalan
6807		81	150	1981	2016	0.97	0	-
6808		8	208	1981	2016	0.00	1	Azalan
6808		8	208	1985	2016	0.00	1	Azalan
6989		22	220	1981	2016	0.00	1	Azalan
6990		58	211	1981	2016	0.00	1	Azalan
7074		41	202	1982	2016	0.01	1	Azalan
7088		21	300	1981	2016	0.00	1	Azalan
16763		62	108	1981	2016	0.00	1	Azalan
25155		81	80	1985	2016	0.00	1	Azalan
25564	Çobanoğlu	6	80	1983	2016	0.00	1	Azalan
49190			90	2000	2016	0.00	1	Artan

Tabloda gözükten sonuçlara göre aylık yeraltı suyu zaman serileri için yapılan eğilim analizinde neredeyse bütün kuyular istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı ve azalan bir eğilim gözlenmiş olup sadece 1 kuyu için belirgin artan eğilim görülmüştür.

Kuzey Ege Havzası için incelenen 13 yeraltı suyu kuyusundan 4 tanesine ait eğilim grafikleri ise Şekil 3.5’de aylık zaman serisi olarak verilmiştir. Geriye kalan istasyonların eğilim grafikleri ise EK-1.1’de sunulmuştur. Bu grafiklerde de görüldüğü üzere kuyuların çoğunda çok belirgin azalma eğilimleri hesaplanmıştır. Bu şekilde incelenen havzada ve bölgede yeraltı suyundaki azalmanın çok önemli olduğu görülmektedir.



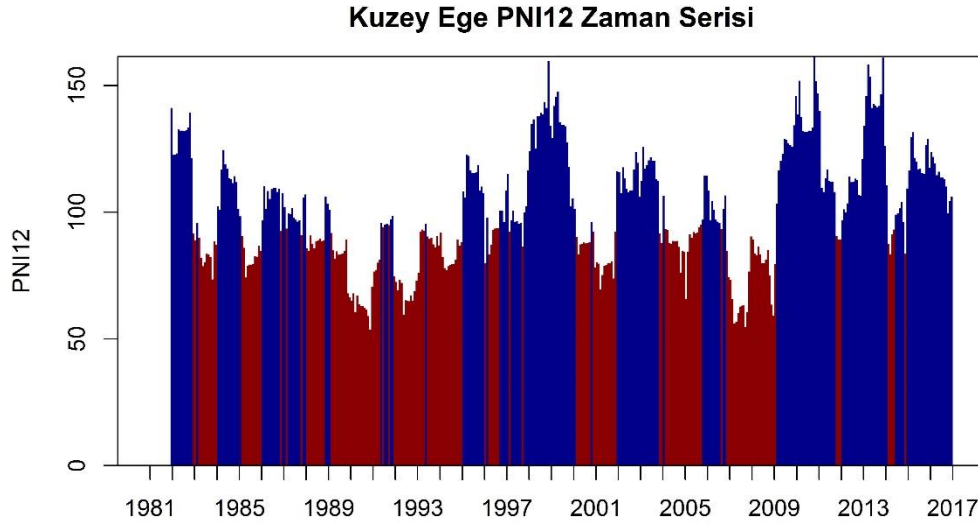
Şekil 3.5 Kuzey Ege Havzası 113 nolu Kuyu YAS Eğilim Grafığı

3.3. KURAKLIK ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.3.1. Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)

EK-1.1'de tanımlanan Normalin Yüzdesi İndeksi'ne (PNI) ait aylık kuraklık şiddetleri, ilk olarak incelenen havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonlarda hesaplanmış, daha sonra bu değerler alansal olarak Kuzey Ege Havzası'nın tümünü kaplayacak şekilde dağıtılarak havza sınırları içinde kalan toplam alanı kapsayan bu indekse ait değerlerinin ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır.

PNI 12 Aylık şiddet zaman serisi **Şekil 3.6**'de gösterilmiştir. Şekilde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

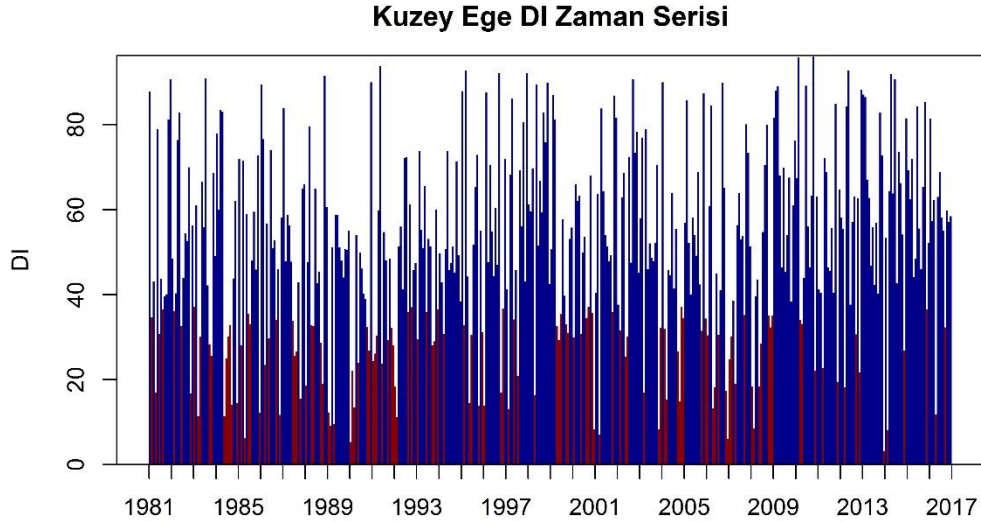


Şekil 3.6 Kuzey Ege Havzası PNI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi

3.3.2. Yağış Ondalık İndeksi (DI)

EK-1.1’de tanımlanan Yağış Ondalık İndeksi’ne (DI) ait aylık kuraklık şiddetleri, ilk olarak incelenen havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonlarda hesaplanmış, daha sonra bu değerler alansal olarak Kuzey Ege Havzası’nın tümünü kaplayacak şekilde dağıtılarak havza sınırları içinde kalan toplam alanı kapsayan bu indekse ait değerlerinin ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır.

Yağış Ondalık İndeksi için şiddet zaman serisi için Şekil 3.7’de verilmiştir. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

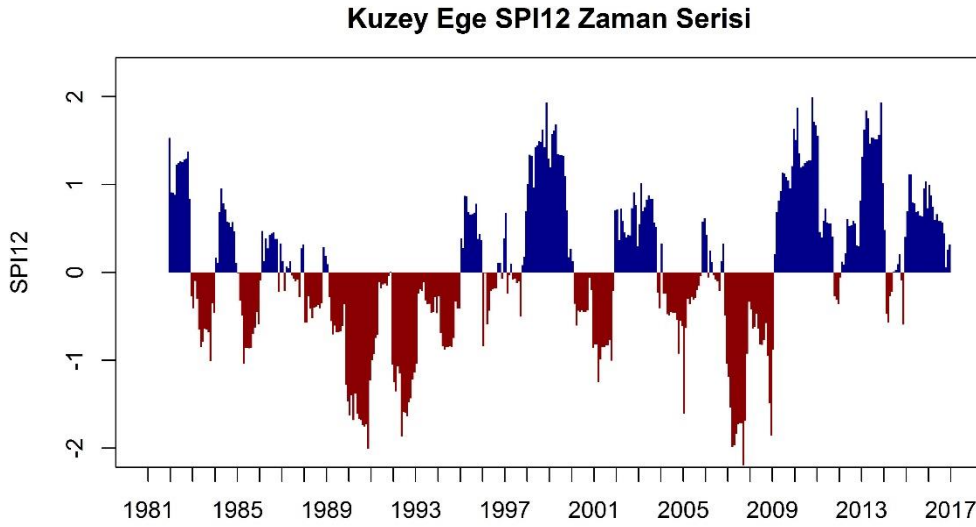


Şekil 3.7 Kuzey Ege Havzası Aylık DI Şiddet Zaman Serisi

3.3.3. Standart Yağış İndeksi (SPI)

EK-1.1'de tanımlanan Standart Yağış İndeksi (SPI) bu çalışma için farklı periyotlarda hesaplanmış olup, ortalama SPI değerleri zaman serilerinde sunulmuştur. Zamana göre değişen SPI değerleri, ilk olarak incelenen havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonlarda hesaplanmış, daha sonra bu değerler alansal olarak Kuzey Ege Havzası'nın tümünü kaplayacak şekilde dağıtılarak havza sınırları içinde kalan toplam alanı kapsayan bu indekse ait değerlerinin ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır.

Kuzey Ege havzası SPI 12 Aylık şiddet zaman serisi **Şekil 3.8**'da gösterilmiştir. Şekilde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

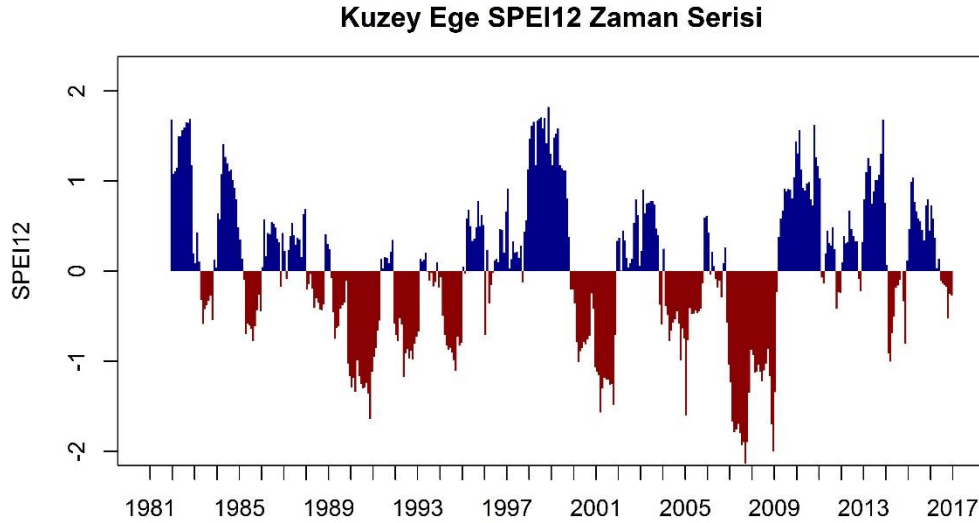


Şekil 3.8 Kuzey Ege Havzası SPI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi

3.3.4. Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)

EK-1.1'de tanımlanan Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) bu çalışma için farklı periyotlarda hesaplanmış olup, ortalama SPEI şiddet değerleri zaman serilerinde sunulmuştur. Zamana göre değişen SPEI değerleri, ilk olarak incelenen havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonlarda hesaplanmış, daha sonra bu değerler alansal olarak Kuzey Ege Havzası'nın tümünü kaplayacak şekilde dağıtılarak havza sınırları içinde kalan toplam alanı kapsayan bu indekse ait değerlerinin ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır.

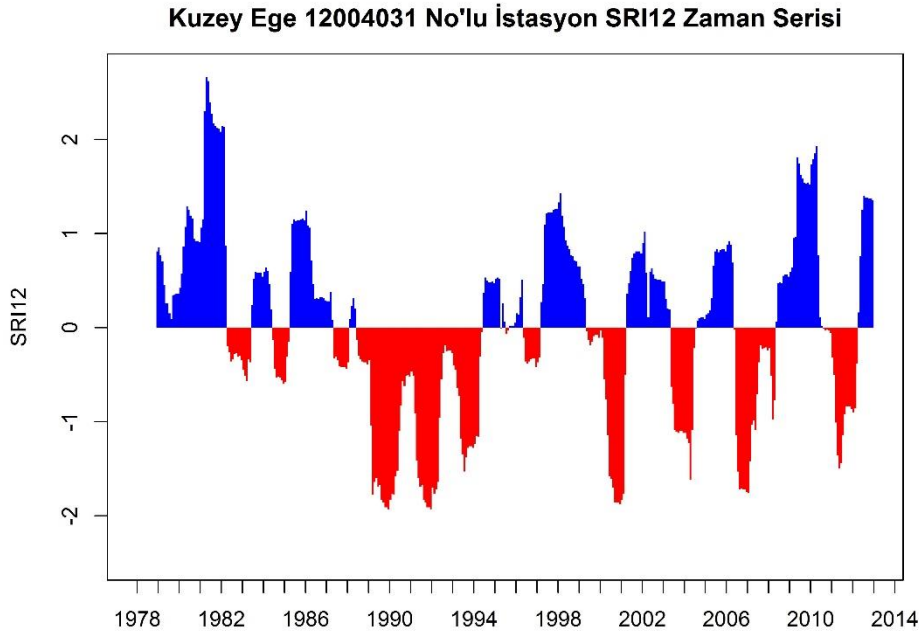
Kuzey Ege Havzası için SPEI 12 Aylık şiddet zaman serisi **Şekil 3.9**'da gösterilmiştir. Şekilde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.



Şekil 3.9 Kuzey Ege Havzası SPEI 12 Aylık Şiddet Zaman Serisi

3.3.5. Standart Akım İndeksi (SRI)

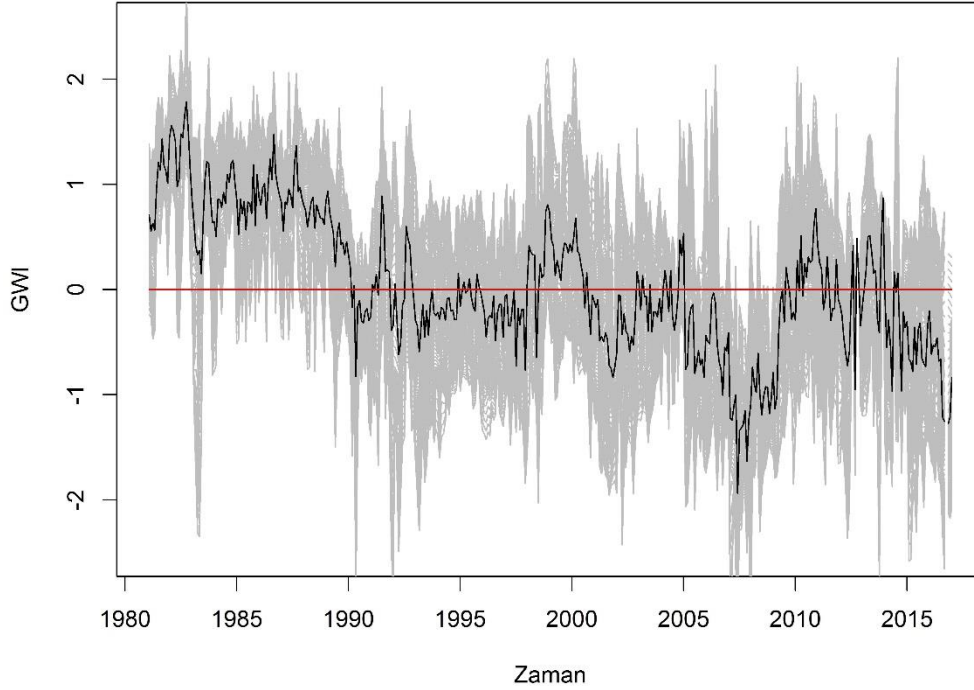
EK-1.1'de tanımlanan Standart Akım İndeksleri'ne (SRI) bu çalışma için farklı periyotlarda hesaplanmıştır. Standart Akım İndeksi'ne ait zaman serileri, bu rapor kapsamında hesaplanan diğer indekslerle tutarlı ve karşılaştırılabilir olması için aynı yılları kapsayan akım gözlem istasyonu verileri kullanılmış olup Kuzey Ege Havzası'nda bu koşulları sağlayan 1 adet istasyon belirlenmiştir (İstasyon No: 12004031). Bu istasyona ait SRI12 şiddet zaman serileri **Şekil 3.10**'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Kuzey Ege Havzası 12004031 nolu AGİ SRI 12 Aylık Zaman Serisi

3.3.6. Yeraltı Suyu İndeksi (GWI)

EK-1.1’de tanımlanan Yeraltı Suyu İndeksi (GWI) zaman serisi hesaplamaları için havzada uygun veri bulunan 13 adet kuyu belirlenmiş olup bu yeraltı suyu kuyularına ait normalleştirilmiş ve ortalaması alınmış Yeraltı Suyu İndeksi (GWI) şiddet zaman serisi Şekil 3.11’de verilmiştir. Seride sıfır çizgisinin üzerindeki dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup altındaki dönemler ise kurak şartları ifade etmektedir.



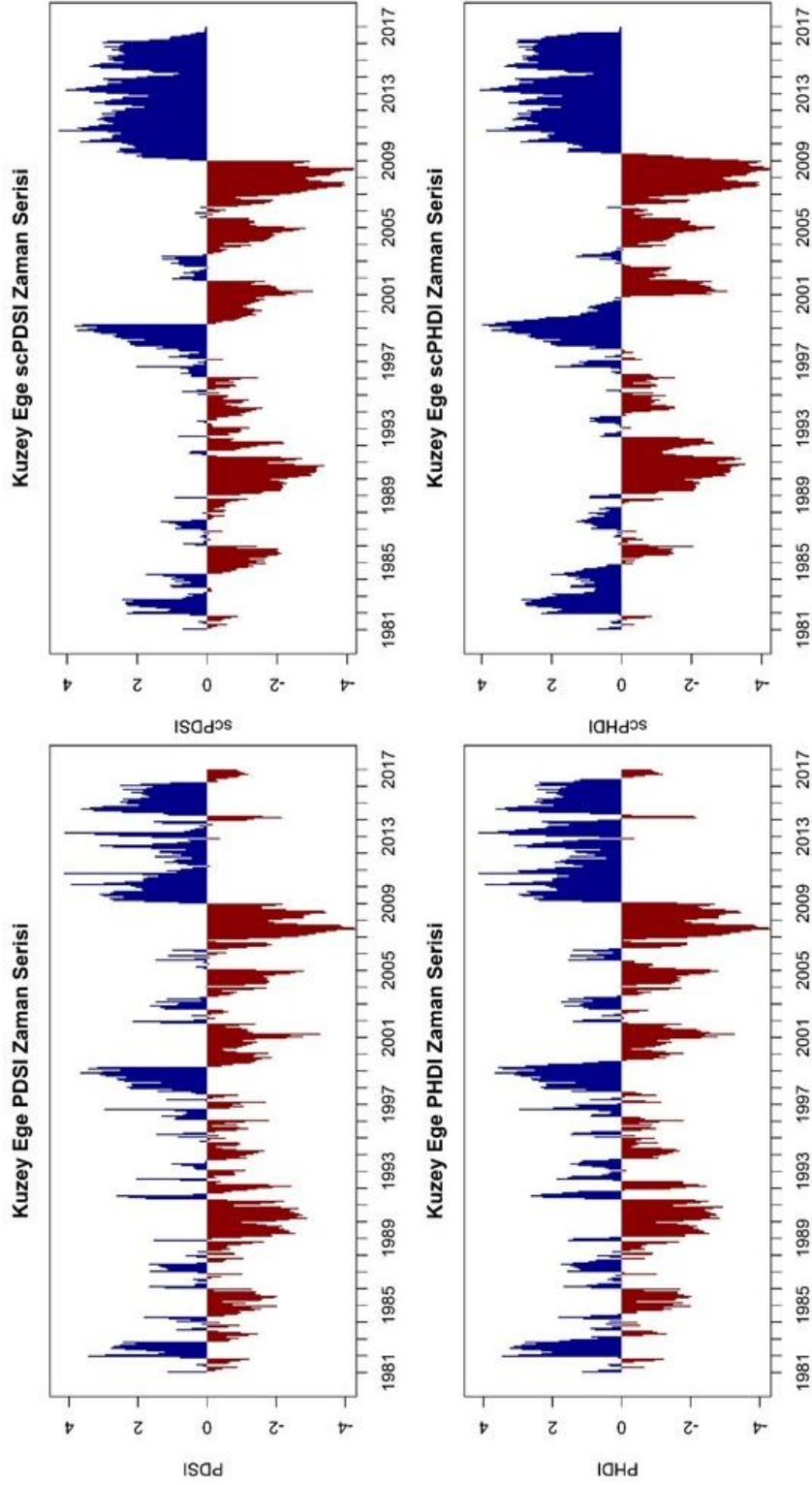
Şekil 3.11 Kuzey Ege Havzası Aylık Yeraltı Suyu İndeksi (GWI) Şiddet Zaman Serisi



3.3.7. Palmer Kuraklık İndeksleri

EK-1.1'de tanımlanan Palmer kuraklık indekslerine ait kuraklık şiddeti zaman serileri, Kuzey Ege Havzası için istasyon bazlı hesaplanmış olup bu değerler aşağıda verilmiştir. Zamana göre değişen *Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI)*, *Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (scPDSI)*, *Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)* ve *Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (scPHDI)* aylık risk değerleri, ilk olarak incelenen havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonlarda hesaplanmış, daha sonra bu değerler alansal olarak Kuzey Ege Havzası'nın tümünü kaplayacak şekilde dağıtılarak havza sınırları içinde kalan toplam alanı kapsayan bu indekse ait değerlerinin ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır. Serilerde mavi dönemler normal ve üzeri (nemli) dönemleri temsil etmekte olup kırmızı dönemler kurak dönemleri göstermektedir.

Palmer Kuraklık İndeksleri zaman serileri, PDSI, scPDSI, PHDI ve scPHDI için **Şekil 3.12**'te gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Kuzey Ege Havzası PDSI, scPDSI, PHDI ve scPHDI Aylık Zaman Serileri



3.3.8. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

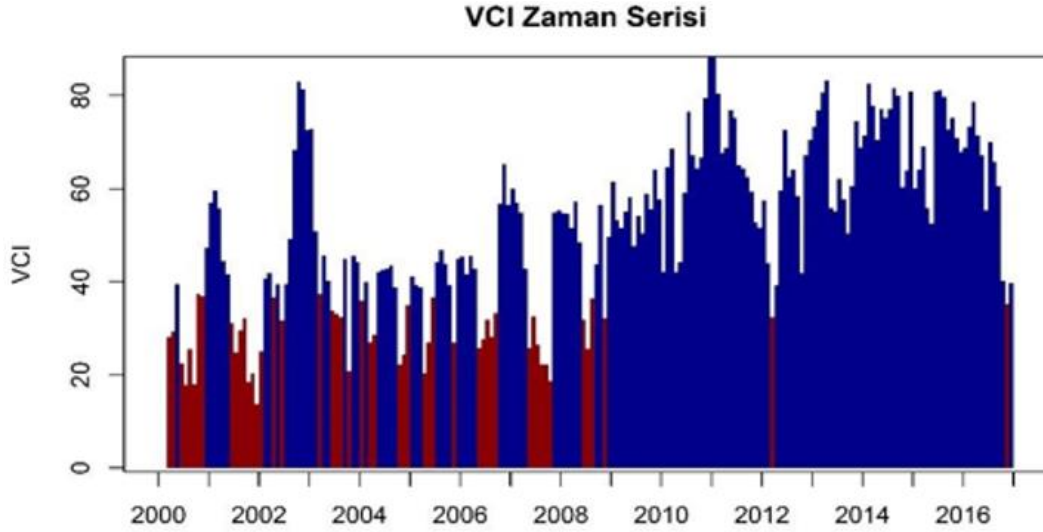
Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve hesaplanma yöntemi ile ilgili genel bilgiler **EK-1.1**'de detaylı bir şekilde verilmiştir. NOAA AVHRR ve MODIS uydularına ait NDVI verileri geniş sahalardaki bitki örtüsü değişimlerini izlemekte yaygınlıkla kullanılan uydu görüntüleridir. AVHRR ve MODIS uyduları NDVI verilerini kullanılmaya hazır olarak sağlamaktadır. Bu yüzden bu uydu verilerinde atmosferik düzeltme işlemine gerek duyulmamaktadır ve dolayısıyla atmosferik düzeltme için ek bir veri ihtiyacı duyulmamaktadır. LANDSAT uydusundan elde edilen NIR ve RED dalga boylarındaki verilerin NDVI hesaplanmadan önce atmosferik düzeltmeye ihtiyacı vardır. Her ne kadar normalize etme aşaması bu atmosferik bileşenlerin NDVI üzerine olan etkisini azaltsa dahi bu çalışmada atmosferik düzeltme gerektirmeyen AVHRR ve MODIS uydularından elde edilen NDVI verileri kullanılmıştır. Bu iki uydudan elde edilen NDVI değerlerinin zaman aralığı, çözünürlük ve tekrarlanma süresi ile ilgili bilgiler **Tablo 3.8**'de verilmiştir.

Tablo 3.8 AVHRR ve MODIS Uydu Verilerinin Özellikleri

UYDU	VERİ İSMİ	ZAMAN ARALIĞI	ÇÖZÜNÜRLÜK	TEKRARLANMA SÜRESİ
Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR, The Advanced Very High Resolution Radiometer)	AVHRR NDVI	1981 –2016	3.6 km	16 gün
Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR, The Advanced Very High Resolution Radiometer)	AVHRR NDVI3gc	1981 –2015	8.0 km	16 gün
Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektroyometre (MODIS, The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	MODIS MOD13Q1 NDVI	2000 –	250 m	16 gün

3.3.9. Bitki Durumu İndeksi (VCI)

EK-1.1’de açıklanan VCI bu çalışma için MODIS uydu verisinden elde edilen NDVI değerleri kullanılarak Kuzey Ege Havzası için yapılan kuraklık analizleri sonucu tespit edilen kuraklığın karşılaştırılması amacıyla hesaplanmıştır. Bu doğrultuda havza alanı sınırları içerisindeki 250 m’lik her uydu hücresi için 2000-2016 yıllarını kapsayan uydu verileri kullanılarak oluşturulan VCI zaman serisi Şekil 3.13’te sunulmuştur. Zaman serisinde kırmızı ile gösterilen VCI değerleri bitki durumundaki kuraklığa işaret ederken, mavi ile gösterilen değerler ise bitki durumunun mevsim ve iklim normallerinde olduğu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 3.13 Kuzey Ege Havzası 2000-2016 Yıllarına Ait MODIS VCI Değerleri Alansal Ortalaması Zaman Serisi

3.3.10. Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri

Kuzey Ege Havzası kuraklık analizi çalışmaları kapsamında bu bölümde yöntemleri açıklanan indeksler için literatürde kullanımı tercih edilmiş kuraklık şiddetleri ve eşik değerleri yerine SYGM'nin de isteği doğrultusunda tüm indekslerin tutarlı şekilde karşılaştırılabilmesine olanak sağlamak için dört ana kuraklık şiddeti sınıfı kullanılmıştır: Şiddetli Kuraklık, Orta Şiddetli Kuraklık, Hafif Kuraklık, Kuraklık yok – Normal/Nemli Durum.

Tablo 3.9 Kuzey Ege Havzası Kuraklık Analizi İçin Kullanılan Kuraklık Sınıflandırması ve Eşik Değerleri

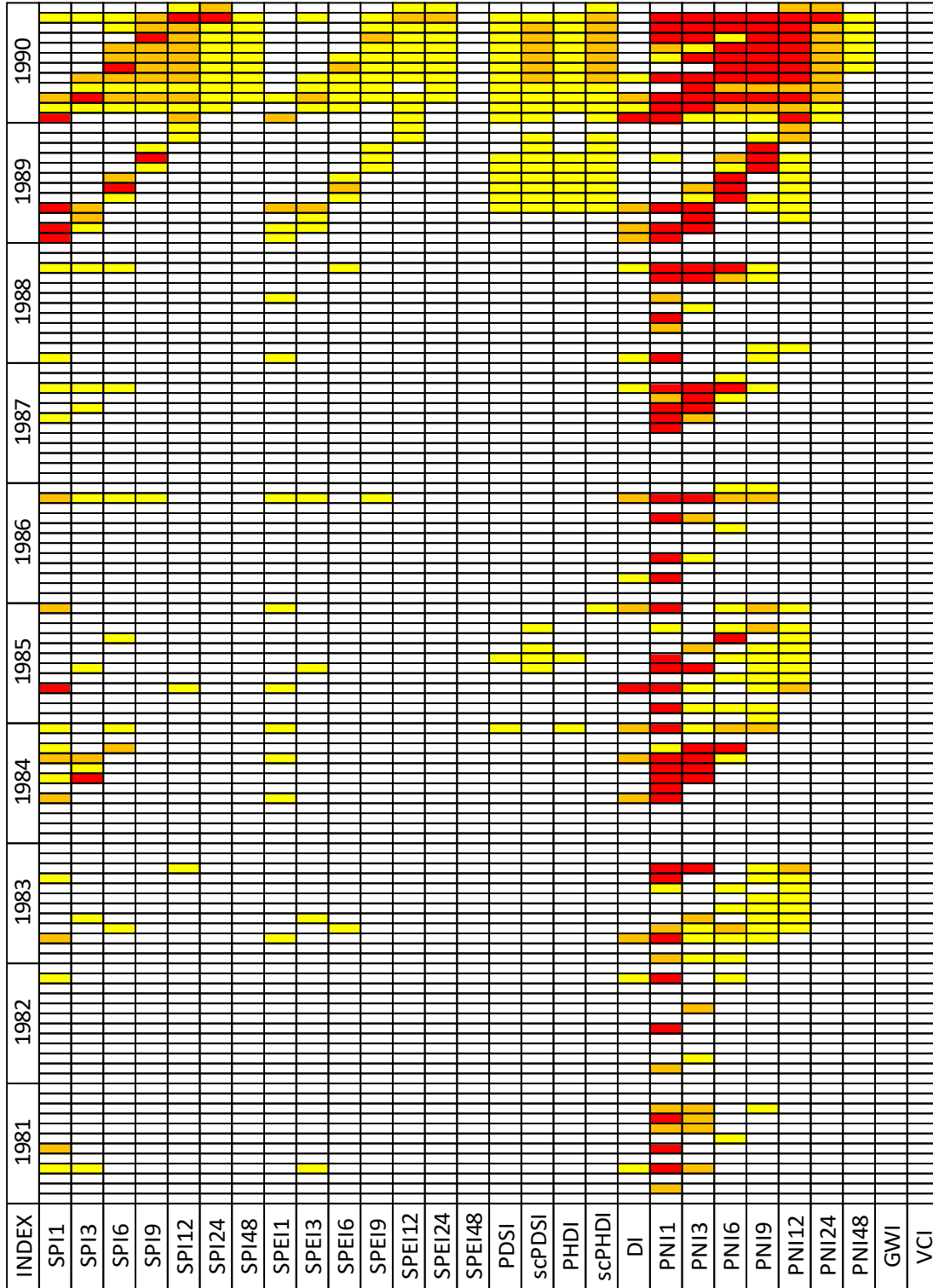
SPI, SPEI, SRI, GWI	DI	Kuraklık Sınıfları	
> -0.99	> 25		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-1.49 — -1	15 — 25		(hafif kuraklık)
-1.99 — -1.5	7.5 — 15		(orta şiddetli kuraklık)
< -2	0 — 7.5		(şiddetli kuraklık)
Palmer İndeksleri	VCI	Kuraklık Sınıfları	
> -2	> 37.5		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
-3 — -2	25 — 37.5		(hafif kuraklık)
-4 — -3	12.5 — 25		(orta şiddetli kuraklık)
< -4	0 — 12.5		(şiddetli kuraklık)
PNI1, PNI3	PNI6	Kuraklık Sınıfları	
> 75	> 80		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
65 — 75	70 — 80		(hafif kuraklık)
55 — 65	60 — 70		(orta şiddetli kuraklık)
0 — 55	0 — 60		(şiddetli kuraklık)
PNI9	PNI12, PNI24, PNI48	Kuraklık Sınıfları	
>83.5	> 85		(kuraklık yok - normal/nemli durum)
73.5 — 83.5	75 — 85		(hafif kuraklık)
63.5 — 73.5	65 — 75		(orta şiddetli kuraklık)
0 — 63.5	0 — 65		(şiddetli kuraklık)



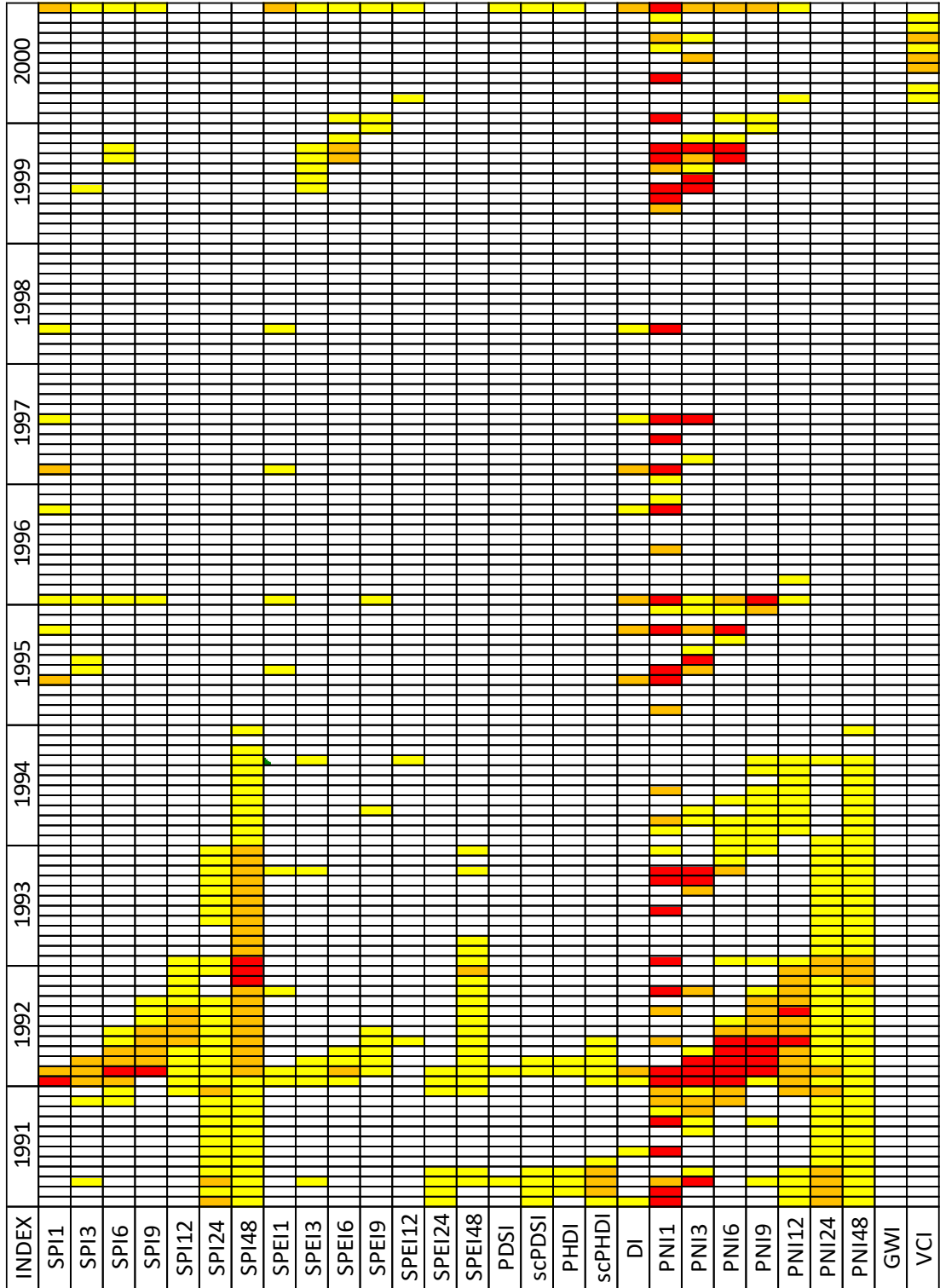
3.4. KURAK DEVRELERİN TESPİTİ

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

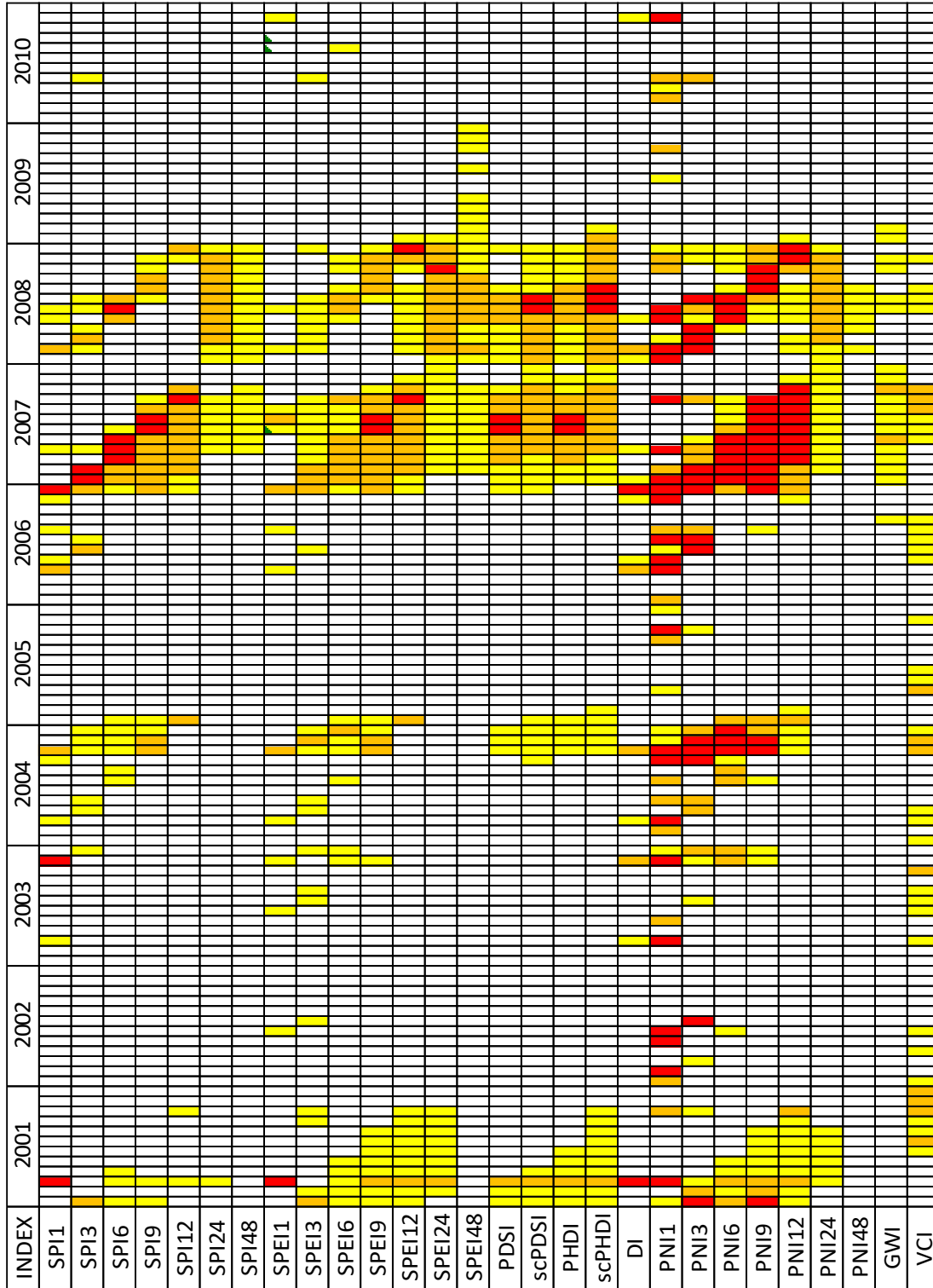
- i. Kurak devreler tespiti amacıyla karşılaştırma için seçilen 28 kuraklık indeksi, bu rapor kapsamında incelenen zaman dilimi için (1981 – 2016) aynı zaman periyoduna getirilerek aylık olarak sıralanmıştır.
- ii. Her indeksin havzaya ait alansal ortalaması alınarak ve kendi parametrik kuraklık sınıflandırması” kullanılarak havza genelinin normalüstü kurak olup olmadığı hesaplanmıştır. Bu seviyede sadece kuraklık gerçekleşip gerçekleşmediği belirlenmiş olup kuraklığın kendi içerisinde şiddeti incelenmemiştir. İndekslere ait karşılaştırmalı aylık zaman çizelgeleri 1981-1990 yılları arası için **Şekil 3.14**; 1991-2000 yılları arası için **Şekil 3.15**; 2001-2010 yılları arası için **Şekil 3.16**; ve son olarak 2011 – 2016 yılları arası için ise **Şekil 3.17**'de sunulmuştur. Çizelgelerde kullanılan renk skalası, kuraklık indeksleri için belirlenen ortak sınıflandırma baz alınarak *beyaz* renk normal ve üzeri (nemli) durum; *sarı* renk hafif kuraklık, *turuncu* renk orta şiddetli kuraklık; *kırmızı* renk ise şiddetli kuraklık göstergesi şeklindedir.
- iii. Çizelgede ortak kuraklık gösteren dönemler indeksler arası karşılaştırmalarla belirlenerek bu çalışma kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede Kuzey Ege havzası için 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1999, 2000, 2001, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 ve 2014 yıllarında çeşitli uzunluklarda kurak dönemler belirlenmiş olup bu dönemlere ait ve belirgin indeks dağılımları gösteren kuraklık haritaları bir sonraki bölümde sunulmuştur.



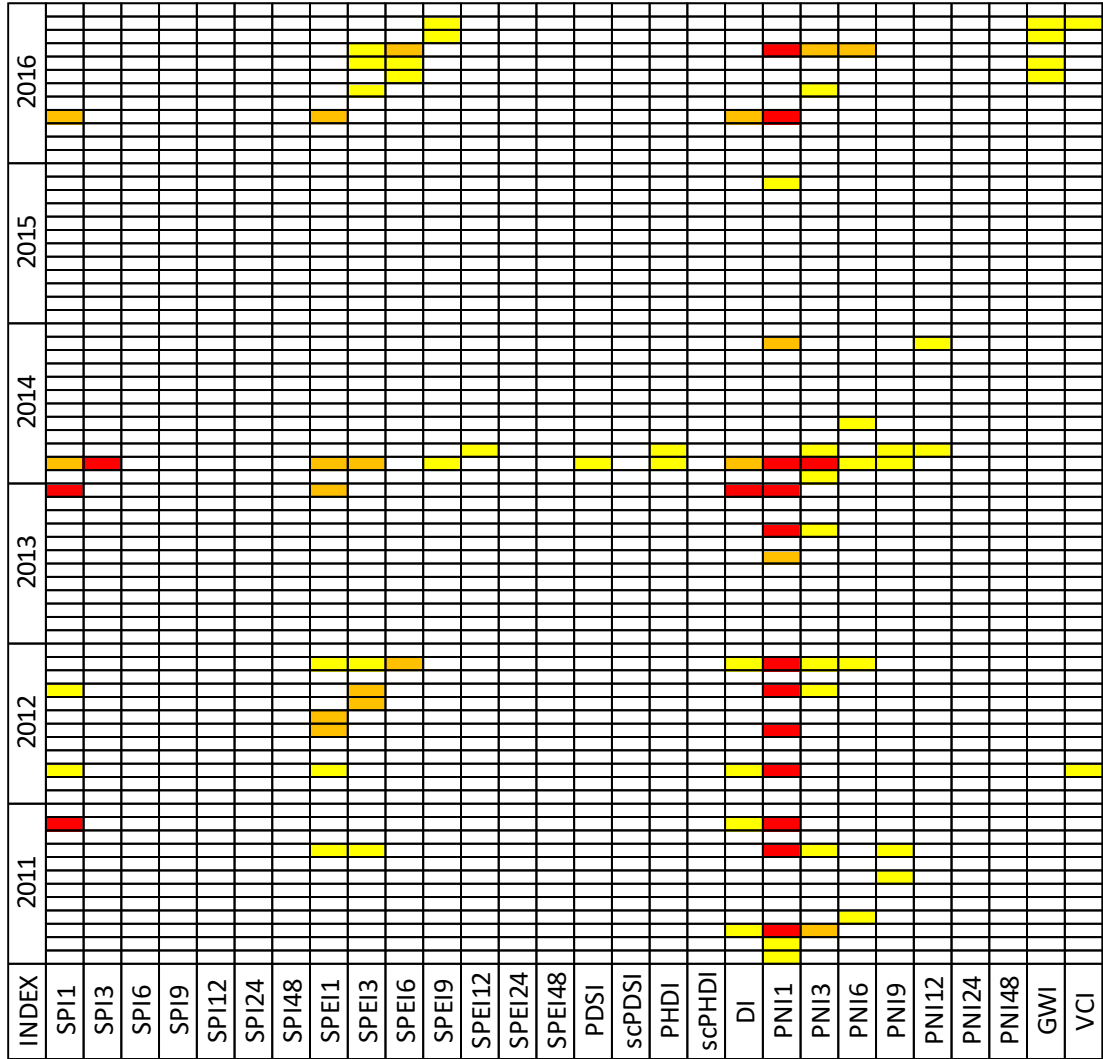
Şekil 3.14 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1981 - 1990



Şekil 3.15 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 1991 - 2000



Şekil 3.16 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2001 - 2010



Şekil 3.17 Kuzey Ege Havzası Karşılaştırmalı Aylık İndeks Kuraklık Zaman Çizelgesi 2011 – 2016



3.5. KURAKLIK HARİTALARI

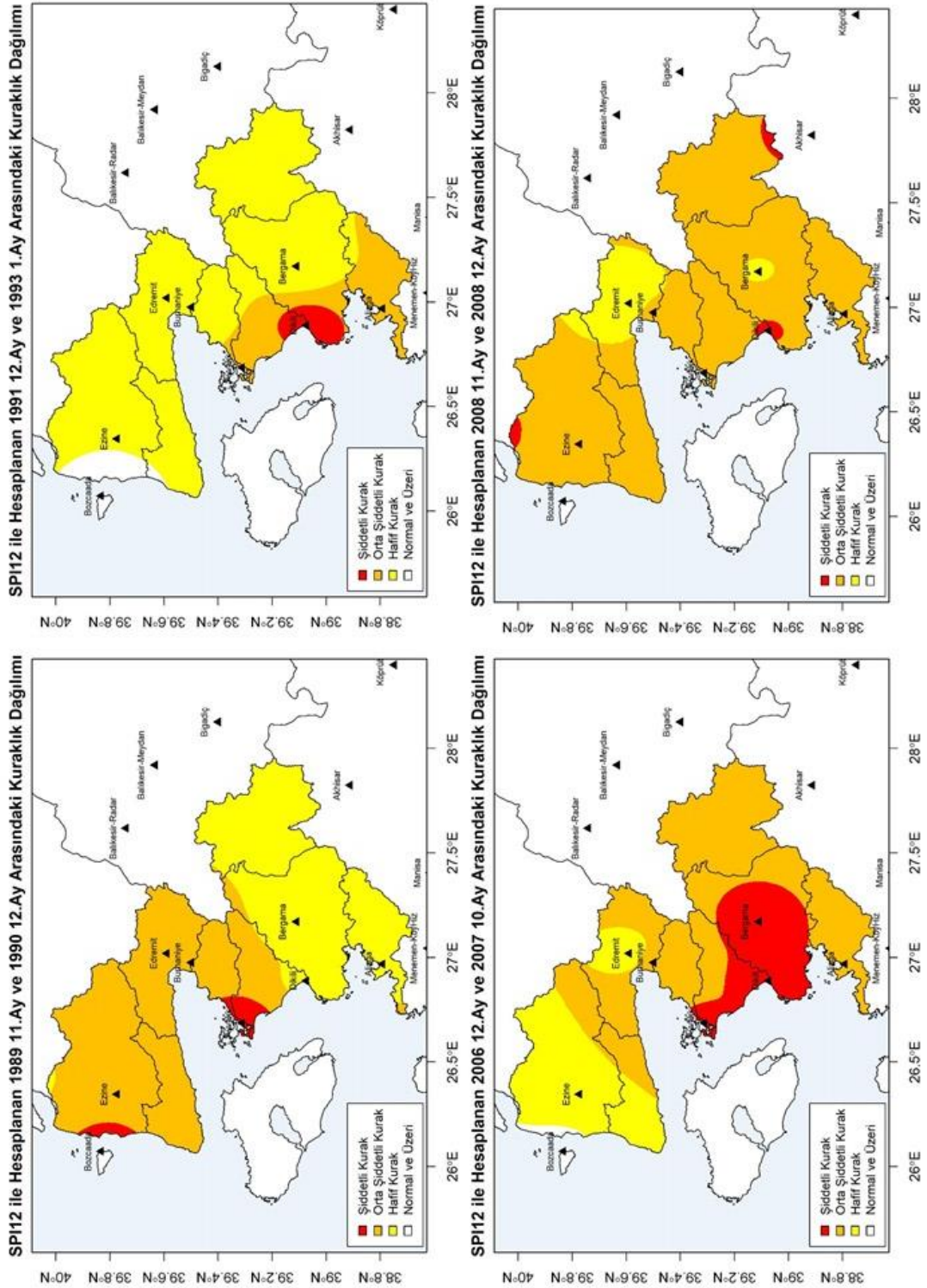
3.5.1. Kuraklık Şiddet Haritaları

3.5.1.1. Meteorolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

Bu bölümde hesaplanan meteorolojik indeksler kullanılarak oluşturulan kuraklık şiddeti dağılım haritaları sunulması amaçlanmıştır. Bu rapor kapsamında incelenen meteorolojik indeksler olan *Ondalık İndeksi (DI)*, *Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)*, *Standart Yağış İndeksi (SPI)*, *Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)*, *Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI)* ve *Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (scPDSI)* arasından *Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)* ile en iyi korelasyonu gösteren indeksler karşılaştırılmış olup meteorolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla *Standart Yağış İndeksi (SPI)* ve *Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI)* seçilmiştir. **Bölüm 3.4**'te belirlenen kurak dönemler için haritaları rapor içinde gösterilen bu indekslere ait diğer kurak dönem şiddet haritaları ve diğer indekslere ait kuraklık şiddet haritaları ise **EK-1.2**'de sunulmuştur.

3.5.1.1.1. Standart Yağış İndeksi (SPI)

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.3**'te hesaplamaları sunulan Standart Yağış İndeksi (SPI) sınıflandırmalarına göre oluşturulan kuraklık şiddet dağılımı haritaları bu rapor kapsamında belirlenen kurak dönemler için aşağıda arasında verilmiştir. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Kuraklığın şiddetli olarak gözlemlendiği Kasım 1989 – Aralık 1990, Aralık 1991 – Ocak 1993, Aralık 2006 – Ekim 2007 ve Kasım - Aralık 2008 dönemlerinin haritaları aşağıda **Şekil 3.18**'da verilmiştir.



Şekil 3.18 SPI12 ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı



Şekil 3.18'da gösterilen Kasım 1989 – Aralık 1990 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerinde yer alan ve Bozcaada meteoroloji istasyonu merkezli Menderes alt havzasının batısında kalan küçük bir bölümde şiddetli kurak iklim şartları gözlemlenmiş, bu etkiler Menderes alt havzasının geri kalan kesimlerinde yerini orta kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Aynı durum havzanın orta kesimlerinde yer alan ve Ayvalık meteoroloji istasyonu merkezli Karınca ve Madra alt havzalarının batısında kalan küçük bir bölümde de şiddetli kurak iklim şartları olarak gözlemlenmiş, bu etkiler Karınca ve Madra alt havzasının geri kalan kesimlerinde ve Edremit-Havran alt havzasında yerini orta kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay, Aşağı Bakırçay ve Güzelhisar alt havzalarında hafif şiddette iklim şartları gözlemlenmiştir.

Aralık 1991 – Ocak 1993 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerinde yer alan ve Bozcaada meteoroloji istasyonu merkezli Menderes alt havzasının ve Tuzla alt havzasının batısında kalan küçük bir bölümde normal kurak iklim şartları gözlemlenmiş, bu etkiler Menderes alt havzasının ve Tuzla alt havzasının geri kalan kesimlerinde yerini hafif kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Havzanın orta kesimlerinde yer alan ve Dikili meteoroloji istasyonu merkezli Madra alt havzasının güneyi ile Aşağı Bakırçay alt havzasının batısını kapsayan kesimde şiddetli kurak iklim şartları gözlenmiş, doğuya doğru gidildikçe iklim bu alt havzalarda yerini orta şiddetli kurak ve hafif kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Yukarı Bakırçay havzasında hafif şiddetli kuraklık şartları hâkimken havzanın güneyinde bulunan Güzelhisar alt havzasının sadece kuzey kesimlerinde hafif şiddetli kuraklık şartları gözlenmiş ve yerini bu alt havzanın güney kesimlerinde orta şiddetli kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Edremit-Havran alt havzasında da hafif kurak iklim şartları gözlemlenmiştir.



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



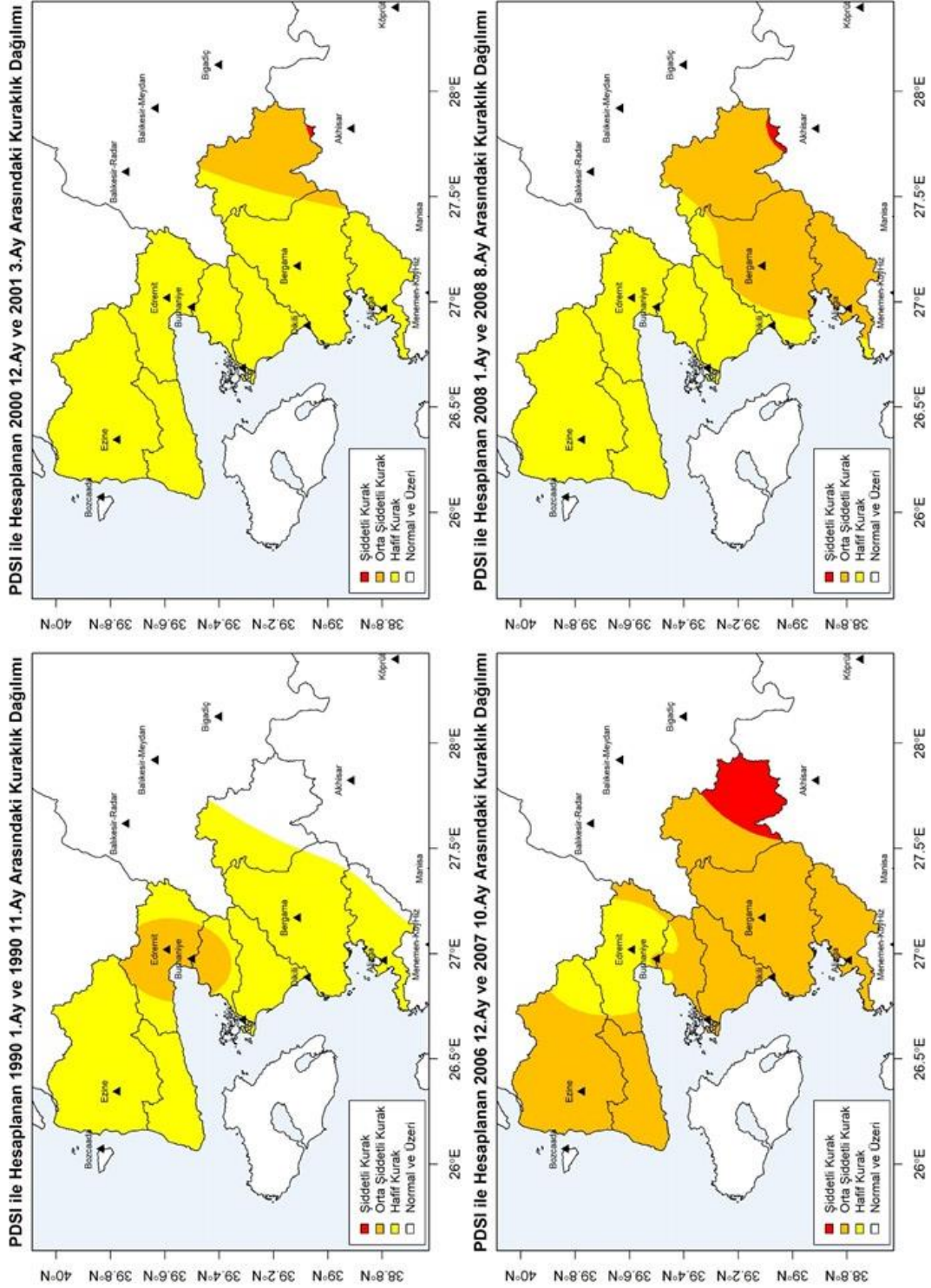
Aralık 2006 – Ekim 2007 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerinde yer alan ve Bozcaada meteoroloji istasyonu merkezli Menderes alt havzasının batısında kalan küçük bir bölümde normal kurak iklim şartları gözlemlenmiş, bu etkiler Menderes alt havzasının doğusuna gidildikçe yerini orta şiddetli ve hafif şiddetli kuraklık şartlarına bırakmıştır. Tuzla alt havzasının orta kesimlerine kadar hafif şiddetli kuraklık şartları hakimken geri kalan kısımlarında orta şiddetli kurak iklim şartları hakim olmuştur. Edremit-Havran alt havzasının orta kesimlerinde özellikle Edremit meteoroloji istasyonu merkezli kesimde hafif kurak iklim şartları gözlemlenmiş ve bu durum havzanın diğer kesimlerinde yerini orta kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Karınca, Madra ve Aşağı Bakırçay alt havzalarının batı kesimlerinde Ayvalık, Dikili ve Bergama merkezli meteoroloji istasyonlarının olduğu bölümlerde şiddetli kurak iklim şartları hakimken havzaların geri kalan kesimleri ile Yukarı Bakırçay ve Güzelhisar alt havzalarında orta şiddette iklim şartları gözlemlenmiştir.

Kasım 2008 – Aralık 2008 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerindeki Menderes alt havzasının kuzey ucu, güney-doğusundaki Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyinde kalan küçük bir alan ile orta kesiminde bulunan Madra ve Aşağı Bakırçay alt havzalarının batısında kalan küçük bir alanda şiddetli kurak iklim şartları gözlenmiştir. Bununla birlikte Aşağı Bakırçay havzasında Bergama meteoroloji istasyonu merkezli kesim ile Edremit-Havran alt havzasında Edremit meteoroloji istasyonu merkezli orta kesimlerde hafif kurak iklim şartları görülürken havzanın geri kalan kesimlerinde bu durum yerini orta şiddette kurak iklim şartlarına bırakmıştır.



3.5.1.1.2. Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.7**'de hesaplamaları sunulan Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) sınıflandırmalarına göre oluşturulan kuraklık şiddet dağılımı haritaları bu rapor kapsamında belirlenen kurak dönemler için aşağıda **Şekil 3.19**'de verilmiştir. **EK-1.1**'de çalışma kapsamında hazırlanan diğer dönemlere ait kuraklık şiddet dağılımı haritaları bulunabilir. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.19 PDSI ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı



Şekil 3.19'de gösterilen Ocak – Kasım 1990 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havza da yer yer normalden orta şiddete değişen iklim şartları görülmüştür. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyi ile Aşağı Bakırçay alt havzası ve Güzelhisar alt havzalarının güney-doğu kesimlerinde normal ve üzeri iklim şartları gözlemlenmiştir. Havzanın Kaz Dağı'nın güneyinde kalan ve özellikle Edremit ve Burhaniye ilçelerini içerisine alan Edremit-Havran alt havzasında orta şiddette kuraklık etkileri gözlemlenirken havza bütününün geri kalan kesimlerine hafif kurak iklim şartlarının hâkim olduğu görülmüştür.

Aralık 2000 - Mart 2001 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havza genelinde hafif kurak iklim şartları görülmüştür. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyi ile Aşağı Bakırçay alt havzasının güney-doğu kesimlerinde Soma ve Kırkağaç ilçelerini içerisine alan kesimin havzanın diğer bölümlerine göre daha içeride kalmasından dolayı havzanın diğer bölümlerine göre daha karasal iklim şartları gözlemlenmiştir. Havzanın bu bölümünde orta şiddette iklim şartları gözlemlenirken Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyinde bulunan çok küçük bir alanda şiddetli kurak iklim şartları görülmüştür.

Aralık 2006 – Ekim 2007 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerinde yer alan Menderes ve Tuzla alt havzalarında ve havzanın orta kesimlerindeki Karınca ve Madra alt havzaları ile güney kesimlerinde yer alan Güzelhisar ve Aşağı Bakırçay alt havzalarında orta şiddette kurak iklim etkileri gözlemlenmiştir. Havzanın Kaz Dağı'nın güneyinde kalan ve Edremit ve Burhaniye ilçelerini içerisine alan Edremit-Havran alt havzasında hafif şiddette kuraklık etkileri gözlemlenmiştir. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının kuzeyinde kalan bölümde orta şiddette iklim şartları gözlemlenirken yerini bu kesimlere ve havzanın diğer kesimlerine nazaran daha içeride kalan güney kesimlerinde karasallıktan dolayı şiddetli kurak iklim şartlarına bırakmıştır.

Ocak – Ağustos 2008 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey bölümünü kapsayan Menderes, Tuzla ve orta kesimini kapsayan Edremit-Havran, Karınca ve Madra alt havzalarının tümünde ve Aşağı Bakırçay alt havzasının



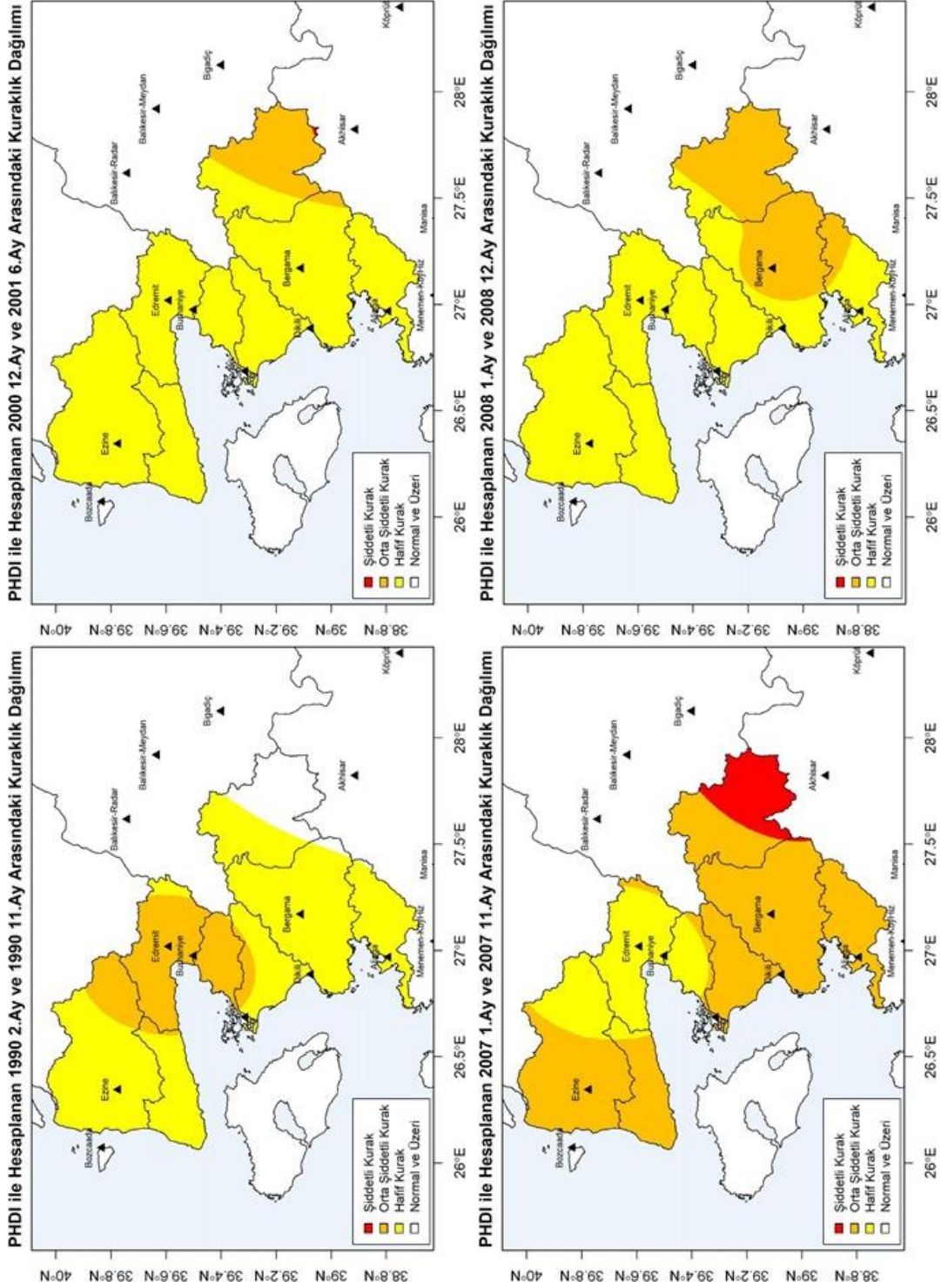
kuzey kesimlerinde dağların doğu-batı yönünde uzanan formasyonu nedeniyle Ege denizinin etkilerinin bu kesimlere kadar ulaşması sayesinde hafif kurak iklim şartları gözlemlenmiştir. Bu etkiler Aşağı Bakırçay alt havzasının diğer kesimlerinde, Yukarı Bakırçay alt havzasının neredeyse tümünde ve havzanın güneyinde bulunan Güzelhisar alt havzasında yerini orta şiddette kurak iklim şartlarına bırakmıştır. Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyinde kalan küçük bir bölümde ise karasallıktan dolayı şiddetli kurak iklim şartları gözlemlenmiştir.

3.5.1.2. Hidrolojik Kuraklık Şiddet Haritaları

Bu bölümde hesaplanan hidrolojik indeksler kullanılarak oluşturulan kuraklık şiddeti dağılım haritaları sunulmuş olup bu rapor kapsamında incelenmiş olan hidrolojik *Standart Akım İndeksi (SRI)*, *Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)* ve *Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık Şiddet İndeksi (scPHDI)* arasından *Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)* ile belirgin korelasyon gösteren ve geçmiş kurak devreleri tutarlı temsil edebilen indeksler karşılaştırılmıştır. Hidrolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla *Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PDSI)* seçilmiştir. Bu indekse ait detaylı sonuçlar aşağıda verilmiştir. Karşılaştırılan diğer indekslere ait analiz sonuçları ise ekte sunulmuştur.

3.5.1.2.1. Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) Kuraklık Şiddet Haritaları

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.7**'de hesaplamaları'de hesaplamaları sunulan Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) sınıflandırmalarına göre kurak geçen dönemler alansal ve aylık olarak belirlenmiş olup 1989 – 2016 yılları arası belirlenen bu dönemlere ait kuraklık şiddeti dağılım haritaları **Şekil 3.20**'de verilmiştir. **EK-1.1**'de çalışma kapsamında hazırlanan diğer dönemlere ait kuraklık şiddet dağılımı haritaları bulunabilir. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.20 PHDI ile Hesaplanan Belirlenen Dönemlere Ait Kuraklık Dağılımı



Şekil 3.20'de gösterilen Şubat – Kasım 1990 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havza da yer yer normalden orta şiddete değişen iklim şartları görülmüştür. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının güney kesimlerinde normal ve üzeri iklim şartları gözlemlenmiştir. Havzanın Kaz Dağı'nın güneyinde kalan ve Edremit ve Burhaniye ilçelerini içerisine alan Edremit-Havran alt havzasında orta şiddette kuraklık etkileri gözlemlenirken, Yukarı Bakırçay alt havzasının güney ve doğu kesimleri ile Aşağı Bakırçay alt havzasının güney-batı kesiminde normal iklim şartları gözlemlenmiştir. Havza bütününün geri kalan kesimlerine hafif kurak iklim şartlarının hâkim olduğu görülmüştür.

Aralık 2000 - Haziran 2001 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havza genelinde hafif kurak iklim şartları görülmüştür. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyi ile Aşağı Bakırçay alt havzasının güney-doğu kesimlerinde Soma ve Kırkağaç ilçelerini içerisine alan kesimin havzanın diğer bölümlerine göre daha içeride kalmasından dolayı havzanın diğer bölümlerine göre daha karasal hüküm sürmektedir. Havzanın bu bölümünde orta şiddette iklim şartları gözlemlenirken Yukarı Bakırçay alt havzasının güneyinde bulunan çok küçük bir alanda şiddetli kurak iklim şartları gözlemlenmiştir.

Ocak – Kasım 2007 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havzanın kuzey kesimlerinde yer alan Menderes ve Tuzla alt havzalarında ve havzanın orta kesimlerindeki Karınca ve Madra alt havzaları ile güney kesimlerinde yer alan Güzelhisar ve Aşağı Bakırçay alt havzalarında orta şiddette kurak iklim etkileri gözlemlenmiştir. Menderes ve Tuzla alt havzalarının batı kesimlerinde ise bu durumun yerini hafif şiddette kuraklık şartları almıştır. Havzanın Kaz Dağı'nın güneyinde kalan ve Edremit ile Burhaniye ilçelerini içerisine alan Edremit-Havran alt havzasında ve orta kesimde yer alan Karınca alt havzasının büyük bir bölümünde hafif şiddette kuraklık etkileri gözlemlenmiştir. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının kuzeyinde kalan bölümde orta şiddette iklim şartları gözlemlenirken yerini bu kesimlere ve havzanın diğer kesimlerine nazaran daha içeride kalan güney kesimlerinde karasallıktan dolayı şiddetli kurak iklim şartlarına bırakmıştır.

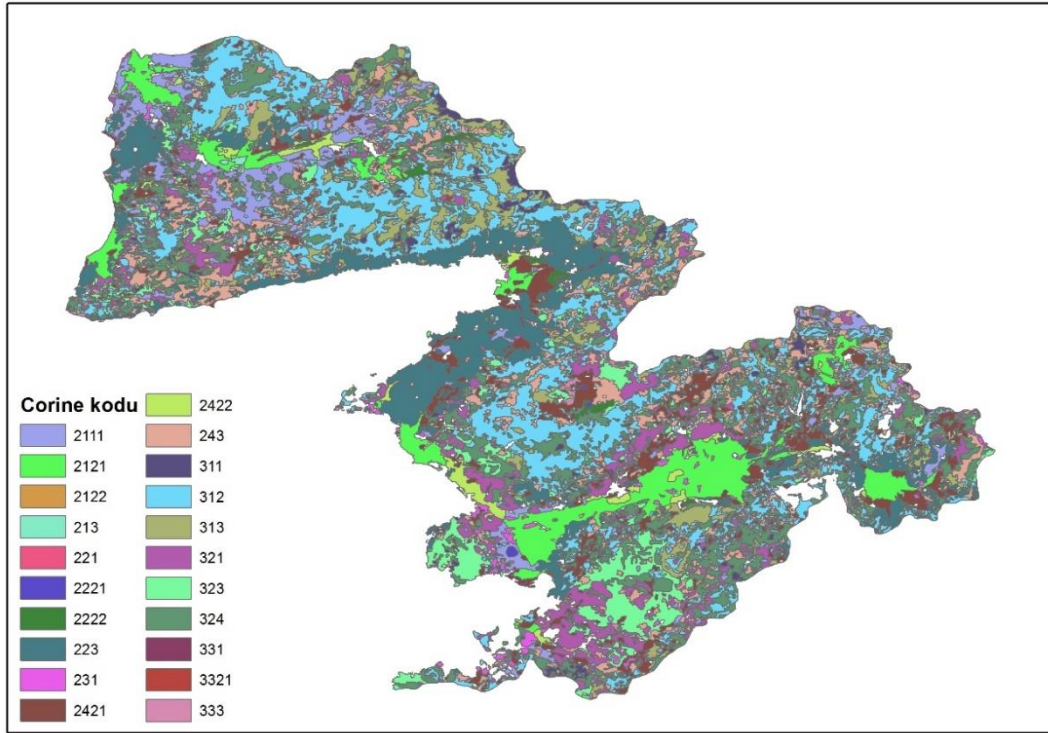


Ocak - Aralık 2008 dönemini kapsayan kuraklık dağılımına göre havza genelinde hafif kurak iklim şartları görülmüştür. Havzanın güney kesimlerinde bulunan Yukarı Bakırçay alt havzasının orta ve güney kesimleri ile Aşağı Bakırçay alt havzasının orta ve doğu bölümlerinde ve havzanın güneyinde yer alan Güzelhisar alt havzasının kuzeyinde kalan kesimde orta şiddette iklim şartları gözlemlenmiştir.

3.5.1.3. Tarımsal Kuraklık Şiddet Haritaları

3.5.1.3.1. NDVI

Kuraklık indeks çalışmaları kapsamında Kuzey Ege Havzası içinde bulunan düzensiz sulanan veya sulanmayan tarım alanlarına ve orman – bitki örtüsü bölgelerine ait iklimsel değişim tepkilerinin de analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu analizler için gerekli CORINE katmanları belirlenmiş ve NDVI zaman serilerinin bu katmanlar üzerindeki değişimleri hesaplanmıştır. Belirlenen bu CORINE katmanlarının havza üzerinde dağılımları **Şekil 3.21**; katman listesi ise **Tablo 3.10**'da verilmiştir (Tabloda verilen ek birkaç katmana ait veriler bir üst seviye CORINE katmanlarını hesaplamak için dâhil edilmiştir. CORINE sınıflandırmasında 2 rakamı ile başlayan katmanlar *Tarımsal Alanlar*, 3 ile başlayan katmanlar ise *Orman ve Yarı Doğal Alanlar* sınıflandırmalarını temsil etmektedir).



Şekil 3.21 Kuzey Ege Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar

Tablo 3.10 Kuzey Ege Havzası CORINE NDVI Karşılaştırması İçin İncelenen Katmanlar

Ana Kod	Alt Kod	Açıklama	Ana Kod	Alt Kod	Açıklama
2 - Tarım Alanları	213	Pirinç Tarlaları	3 - Orman ve Yarı Doğal Alanlar	311	Geniş Yapraklı Ormanlar
	221	Üzüm Bağları		312	İğne Yapraklı Ormanlar
	223	Zeytinlikler		313	Karışık Ormanlar
	231	Meralar		321	Doğal Çayırliklar
	243	Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanı		323	Sklerofil Bitki Örtüsü
	2111	Sulanmayan Ekilebilir Alan		324	Bitki Değişim Alanları
	2121	Sulanan Alan		331	Sahil, Kumsal, Kumluk
	2122	Sürekli Sulanan Ekilebilir Alan, Sera		333	Seyrek Bitki Alanları
	2221	Sulanmayan Meyve Bahçesi		3321	Çıplak Kaya
	2222	Sürekli Sulanan Meyve Bahçesi			
	2421	Sulanmayan Karışık Tarım			
	2422	Sürekli Sulanan Karışık Tarım			

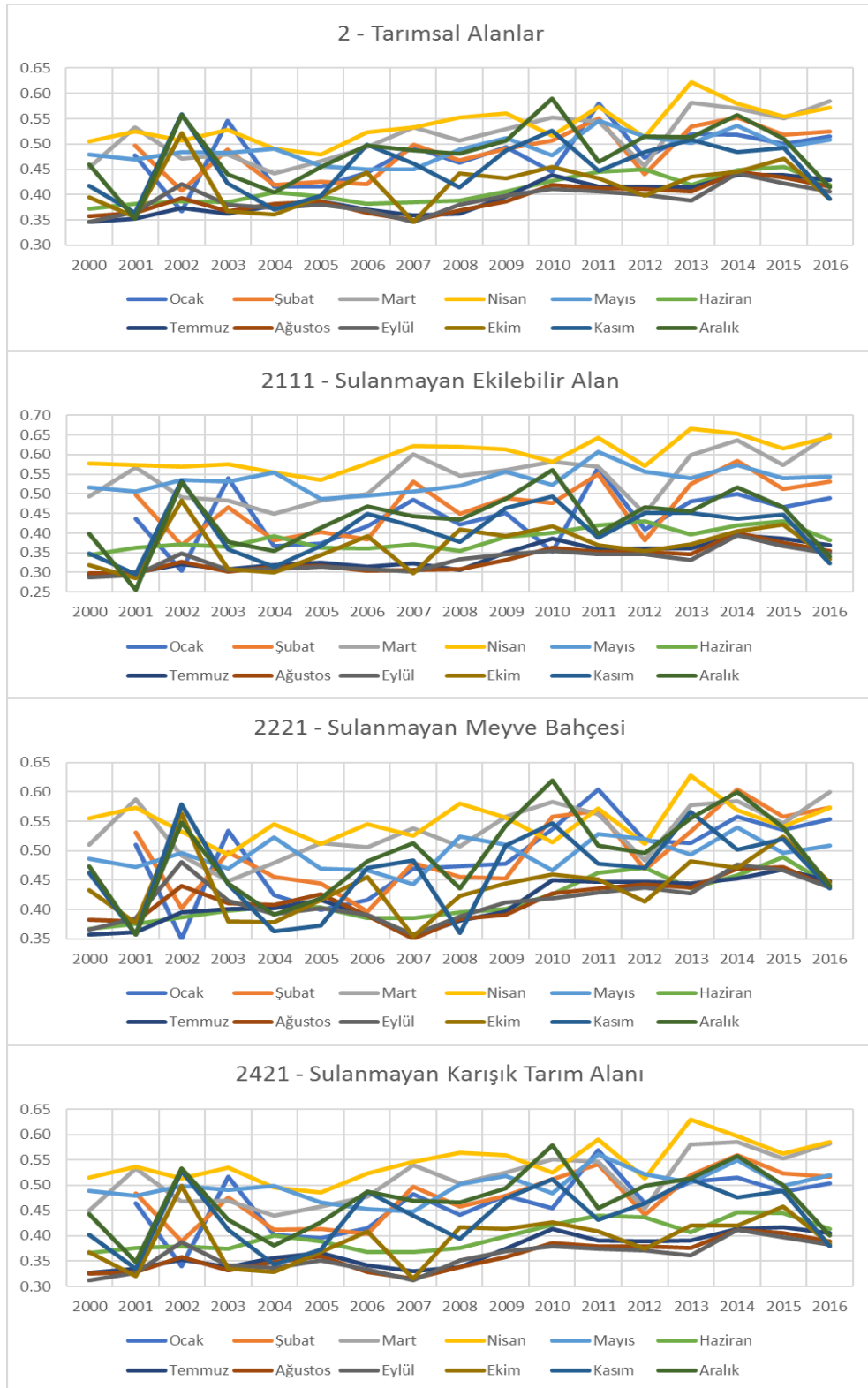


T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Aşağıda CORINE sınıflandırmasına ait 2, 2111, 2221 ve 2421 kodlu tarımsal alanlara ait NDVI aylık zamansal değişim serileri **Şekil 3.22**'te verilmiştir; kalan alanların serileri ise **EK-1.1**'de gösterilmektedir.

İncelenen katmanlara ait zaman serileri genel çerçevede incelendiğinde NDVI değerlerinin 2004 – 2008 yılları arasında düştüğü, 2009 – 2014 yılları arasında da belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Verilerdeki dalgalanmalar dışında genel olarak NDVI değerlerinin daha yüksek olması beklenen ilkbahar döneminde (Mart - Nisan – Mayıs) durumun beklenildiği gibi seyrettiği görülmekte olup yaz sonu – sonbahar aylarında (Ağustos – Eylül - Ekim) indeksin daha doğrusal bir eğilim ile en düşük değerleri verdiği görülmektedir. Bu durumun genel olarak kış ve bahar dönemlerinde ılıman ve nemli bir iklim yapısına sahip olan havzada yazların kurak geçmesi olarak açıklanabilmektedir. Bunlara ek olarak hesaplanan meralara ait NDVI değerleri orta seviyede görülen kış aylarındaki dalgalanmalar dışında ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemleri incelenen yıl aralığında diğer katmanlara göre daha doğrusal eğilimler göstermiş olduğu görülmüştür.



Şekil 3.22 Kuzey Ege Havzası CORINE 2 Kodlu Tarımsal Alanlar NDVI Zamansal Değişimi

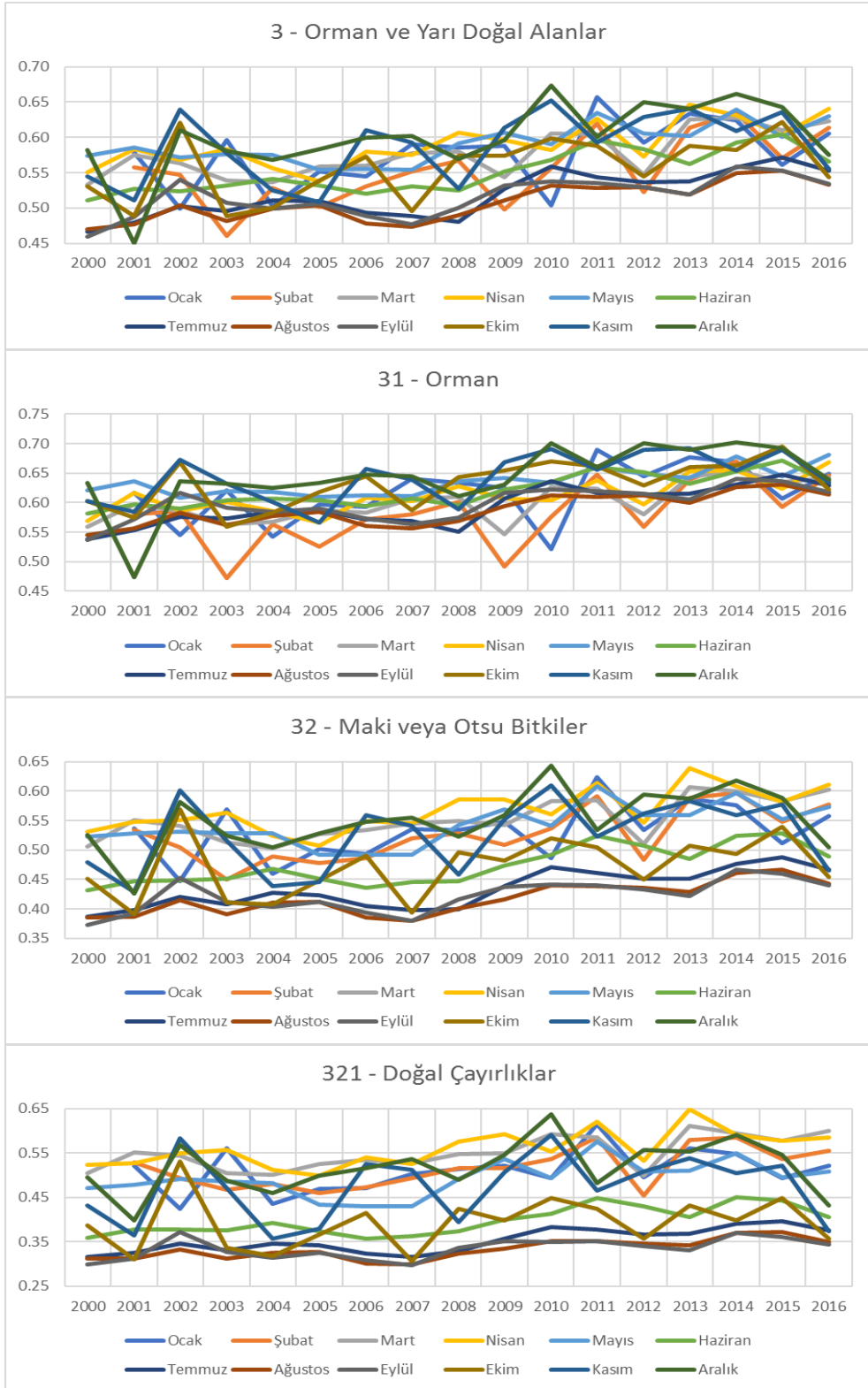


T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Aşağıda CORINE sınıflandırmasına ait 3, 31, 32 ve 321 kodlu orman ve yarı doğal alanlara ait NDVI aylık zamansal değişim serileri **Şekil 3.23**'te verilmiştir; kalan alanların serileri **EK-1.1**'de gösterilmektedir.

İncelenen orman katmanlarında, tarımsal alanlarında görülen yıllık değişimler de aynı şekilde görülmüş olup NDVI hesaplarında en düşük ve en yüksek değerleri veren aylar tarımsal alanlarda olduğu gibi en düşük yaz sonu – sonbahar ayları, en yüksek ise ilkbahar ayları olduğu görülmüştür. Tarımsal alanlara göre aylar arasında daha az dağılma gösteren orman katmanlarında kış ayları da yüksek değerleriyle belirgin şekilde görülmektedir. Daha kısa boylu makiler ve otsu bitkilere ait katmanlarda ise tarımsal katmanlara benzer eğilimler ile ilkbahar döneminde yüksek NDVI değerleri gösterdiği ve 2004 – 2008 arası düşük ve 2009 – 2014 arası yüksek iklimsel eğilimi tarımsal katmanlarda olduğu gibi gösterdiği belirlenmiştir.

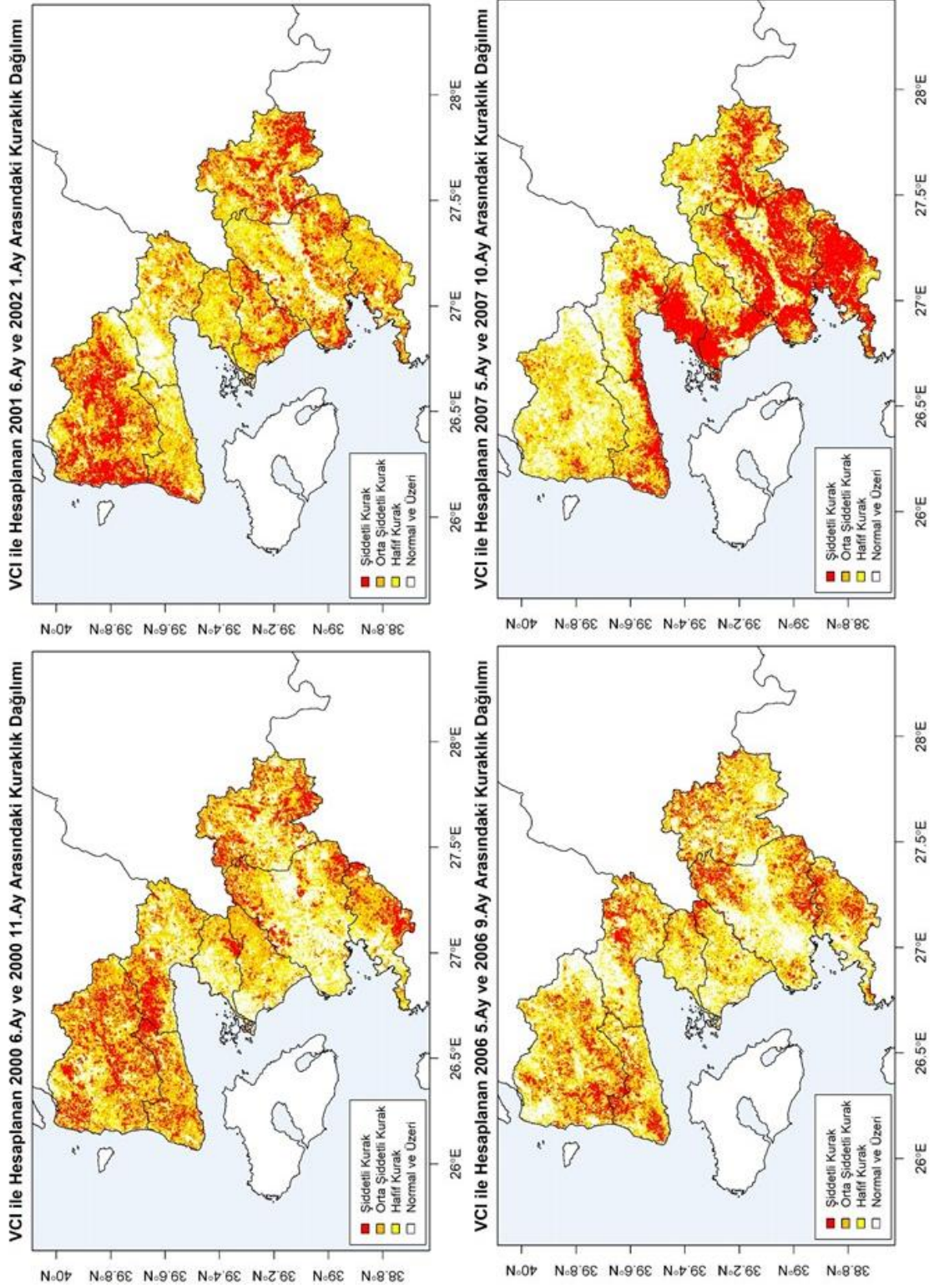


Şekil 3.23 Kuzey Ege Havzası CORINE 3 Kodlu Orman ve Yarı Doğal Alanlar NDVI Zamansal Değişimi



3.5.1.3.2. VCI

EK-1.1'de açıklanan Bitki Durumu İndeksi (VCI) bu çalışma için MODIS uydu verilerinden elde edilen NDVI değerleri kullanılarak Kuzey Ege Havzası için yapılan kuraklık analizleri sonucu tespit edilen yaşanmış kuraklığın karşılaştırılması amacıyla hesaplanmıştır. Bu doğrultuda havza alanı sınırları iēerisindeki 250 m'lik her uydu değeri için tespit edilmiş kuraklık dönemleri ait VCI değerleri **Şekil 3.24**'teki haritalarda gösterilmiştir.





Şekil 3.24'te verilen Haziran 2000 – Kasım 2000 VCI kuraklık dağılımı incelendiğinde havzaya egemen olan şiddetli kuraklığın havzanın kuzey kesimlerinde bulunan Menderes, Tuzla ve Edremit-Havran alt havzaları ile güney sınırını oluşturan ince bir hat boyunca takip eden bölgeler boyunca yoğunlaştığı görülmektedir. İncelenen dönemde havzanın orta şiddetli ile şiddetli kurak ağırlıklı bir tablo oluşturduğu görülmektedir.

Haziran 2001 – Ocak 2002 dönemi incelendiğinde bölgenin yine orta şiddetli ve şiddetli kurak ağırlıklı bir dönem geçirdiği görülmektedir. Özellikle Yukarı Bakırçay ve Menderes alt havzalarında yoğunlaşan şiddetli kuraklık Madra alt havzası gibi havzanın iç kesimlerinde bulunan bölgelerde de etkisini göstermektedir. Bu dönemde mevsim normallerine en yakın değerleri gösteren alt havza Edremit-Havran alt havzasıdır.

Mayıs 2006 – Eylül 2006 dönemi VCI kuraklık dağılımı haritasına göre havzada verilen dönemde ağırlıklı olarak orta şiddetli ve şiddetli kuraklıklar görülmektedir. Bu kuraklıklar özellikle Tuzla alt havzasının Ege kıyısında bulunan kısmında ve Menderes alt havzasının iç kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgelere ek olarak Aşağı Bakırçay ve Güzelhisar alt havzaları da şiddetli kurak bölgeler olarak görülmektedir.

İncelenen 2007 yılına ait 5 aylık döneme göre havzada şiddetli kuraklığın bir hayli baskın olarak alana yayıldığı görülmektedir. Menderes alt havzası hariç havzanın genelinde görülen şiddetli kuraklık güney kesimlere indikçe yoğunluğunu artırarak Güzelhisar alt havzasında en yoğun biçimde bölgede egemen olduğu görülmektedir. 2007 senesinde görülen bu kuraklık Türkiye genelinde de etkisini gösteren, tarihte yaşanmış en önemli kurak dönemlerden biridir.



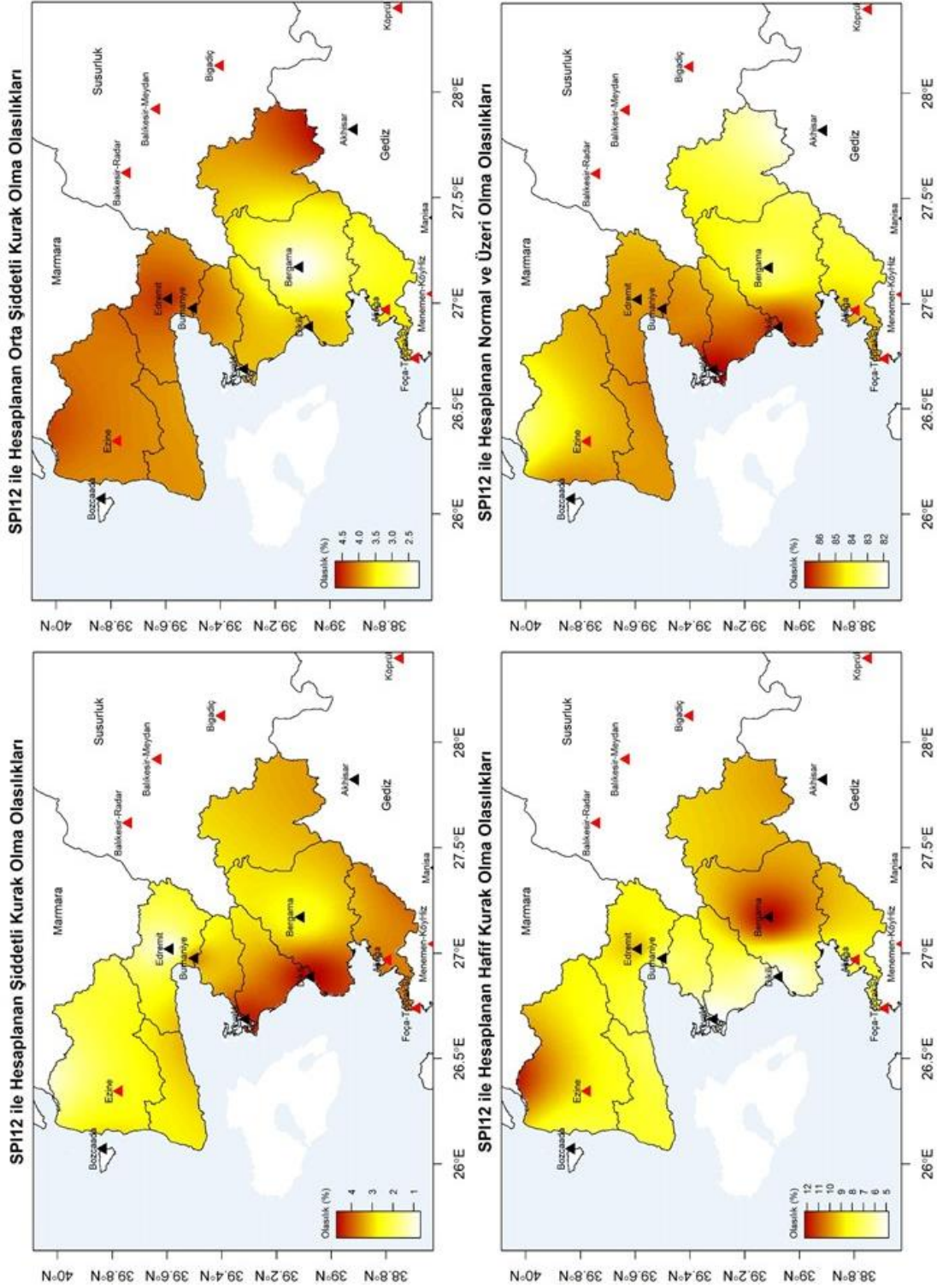
3.5.2. Kuraklık Risk Haritaları

3.5.2.1. Meteorolojik Kuraklık Risk Haritaları

Bu bölümde hesaplanan meteorolojik indeksler kullanılarak oluşturulan kuraklık şiddeti risk olasılıkları dağılım haritaları sunulması amaçlanmıştır. Bu rapor kapsamında incelenen meteorolojik indeksler olan *Ondalık İndeksi (DI)*, *Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)*, *Standart Yağış İndeksi (SPI)*, *Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI)*, *Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI)* ve *Kendinden Kalibreli Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (scPDSI)* arasından *Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)* ile belirgin korelasyon gösteren ve geçmiş kurak devreleri tutarlı temsil edebilen indeksler karşılaştırılmış olup meteorolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla *12 Aylık Standart Yağış İndeksi (SPI)* ve *Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI)* seçilmiş ve risk dağılım haritaları sunulmuştur. Diğer indekslere ait kuraklık risk dağılım haritaları **EK-1.2**'de sunulmuştur.

3.5.2.1.1. Standart Yağış İndeksi (SPI) Kuraklık Risk Haritaları

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.3**'te istasyon bazlı risk olasılık hesaplamaları sunulan 12 Aylık Standart Yağış İndeksi (SPI) sınıflandırmalarına ait kuraklık risk haritaları, 4 farklı şiddet seviyesi (*Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Kurak, Normal ve Üzeri*) için hazırlanmıştır. SPI 12 Aylık risk haritaları için **Şekil 3.25**'de verilmiştir. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.25 SPI 12 Aylık – Kurak Olma Olasılığı Alanal Dağılımı Haritası



Şekil 3.25'da sunulan şiddetli kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın orta bölgelerinin deniz kıyısı kesimlerinde en yüksek olasılık değerlerinin belirlendiği görülmektedir. Ayvalık MGM'nin bulunduğu Karınca alt havzasında ve Madra – Aşağı Bakırçay alt havzaları sınırında bulunan Dikili MGM'nin çevresinde diğer bölümlere göre yoğun gözükken şiddetli kurak olma olasılığı havzanın güney ve güneydoğu kısımlarında da havzanın kuzey tarafına göre daha yüksek olasılık göstermiş olup, Kaz Dağları etkisinde bulunan kuzey bölgelerinde (Menderes, Tuzla ve Edremit-Havran alt havzalarında) en düşük şiddetli kurak olma olasılığı belirlenmiştir.

Orta şiddette kurak olma olasılığı haritasına göre özellikle havzanın kuzey kesimlerinde (Menderes, Tuzla ve Edremit – Havran alt havzaları) olasılık dağılımının yüksek olarak yoğunlaştığı görülmektedir. Havzanın güney bölümünü oluşturan Aşağı Bakırçay havzasının da yaklaşık ortasında bulunan Bergama MGM çevresinde en düşük olasılıkların gösterdiği şiddet seviyesinde, Yukarı Bakırçay alt havzasının daha karasal olan doğu kesiminde de orta şiddetli kuraklık görülme olasılığının arttığı görülmektedir.

Hafif kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın orta kesimlerinde hafif kuraklık olasılığı daha düşükken havzanın kuzeyinde bulunan Menderes alt havzasının kuzey kesimlerinde yüksek olasılıkların çıktığı görülmektedir. Havzanın güney yarısında ise orta kesime göre daha yüksek olan olasılık, Bergama MGM merkezli Aşağı Bakırçay alt havzasında da yüksek olasılık değerleri görülmektedir. Bu alt havzasının batısına doğru kıyı kesimine doğru keskin bir şekilde azalan hafif kurak olma olasılığı, havzasının daha karasal olan doğu kısmında (Yukarı Bakırçay alt havzası) ise orta seviyelerde seyretmiştir.

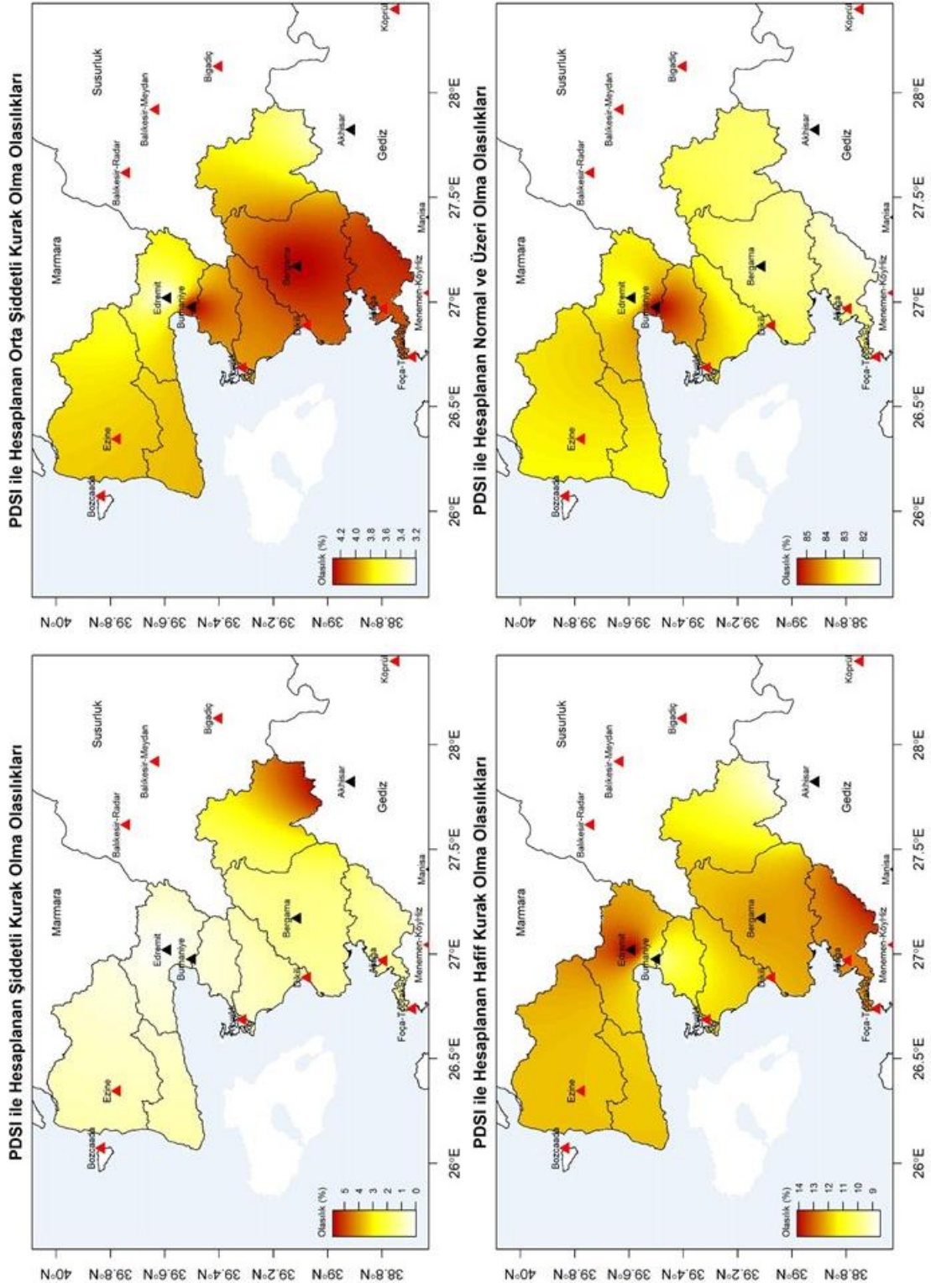
Normal ve üzeri (nemli) olma olasılığı haritasında görüldüğü üzere yüksek olasılık havzanın orta bölgelerinde kıyı şeridinde yoğunlaşmış olup havzanın kuzey kesimlerinin, güney kesimine göre daha yüksek olasılıklara normal ve üzeri olma durumu göstermektedir. En yüksek değer Karınca alt havzasında bulunan Ayvalık MGM çevresinde görülmüş olup güneye doğru Dikili MGM'ye kadar yüksek eğilim



göstermiştir. Havzanın daha karasal olan doğu – güneydoğu bölgelerinde ise en düşük olasılıklar görülmektedir.

3.5.2.1.2. Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) Kuraklık Risk Haritaları

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.7**'de istasyon bazlı risk olasılık hesaplamaları sunulan Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) sınıflandırmalarına ait kuraklık risk haritaları, 4 farklı şiddet seviyesi (*Şiddetli Kurak, Orta Şiddetli Kurak, Hafif Şiddetli Kurak, Normal ve Üzeri*) için **Şekil 3.26**'de sunulmuştur. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.26 PDSI – Şiddetli Kurak Olma Olasılığı Alanal Dağılımı Haritası



Şekil 3.26'de sunulan PDSI şiddetli kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın büyük kısmında şiddetli kuraklık görülme riski çok düşük olarak hesaplanmış ancak, havzanın en karasal bölgesi olan orta-doğu kesiminde (Yukarı Bakırçay alt havzası) en yüksek risk olasılığı hesaplanmıştır.

Orta şiddette kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın orta güney kesimlerde yoğun risk dağılımları belirlenmiştir. Edremit – Havran ve Karınca alt havzaları sınırında bulunan Burhaniye MGM çevresinde bölgesel yoğunluk görülen dağılımda en yoğun bölge güneydeki Aşağı Bakırçay alt havzasında bulunan Bergama MGM çevresinde ve en güneydeki Güzelhisar alt havzası olarak hesaplanmıştır. Havzanın kuzey kesimini oluşturan Menderes, Tuzla ve Edremit – Havran alt havzalarında ortalama bir dağılım gözükürken en karasal olan Yukarı Bakırçay alt havzasında ise en düşük olasılıklar hesaplanmıştır.

Hafif kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın Menderes, Tuzla ve Edremit – Havran alt havzalarının bulunduğu kuzey bölgelerinde genel olarak orta seviyede olasılık görülmüş olup, hafif kuraklık olasılığı güney kesimlerinde biraz da değişken eğilim izlemiştir. Edremit MGM'de bölgesel olarak en yüksek değeri veren olasılık ilk olarak Aşağı Bakırçay havzasına göre azalma eğilimi göstermiş, daha sonra Güzelhisar alt havzasının güneyine doğru olasılığını arttırmaya devam etmiştir. Havzanın en karasal bölgesi olan Yukarı Bakırçay alt havzasının güneydoğusunda ise en düşük olasılık değerleri hesaplanmıştır.

Normal ve üzeri (nemli) olma olasılığı haritasına göre havzanın kuzey kesimlerinden güney kesimlerine gidildikçe normal ve üzeri olma durumu olasılığının azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Edremit – Havran ve Karınca alt havzalarının sınırında bulunan Burhaniye MGM çevresinde bölgesel en yüksek değer görülmüş olup, havzanın en güneyindeki Güzelhisar alt havzasında ise en düşük olasılıklar görülmüştür.

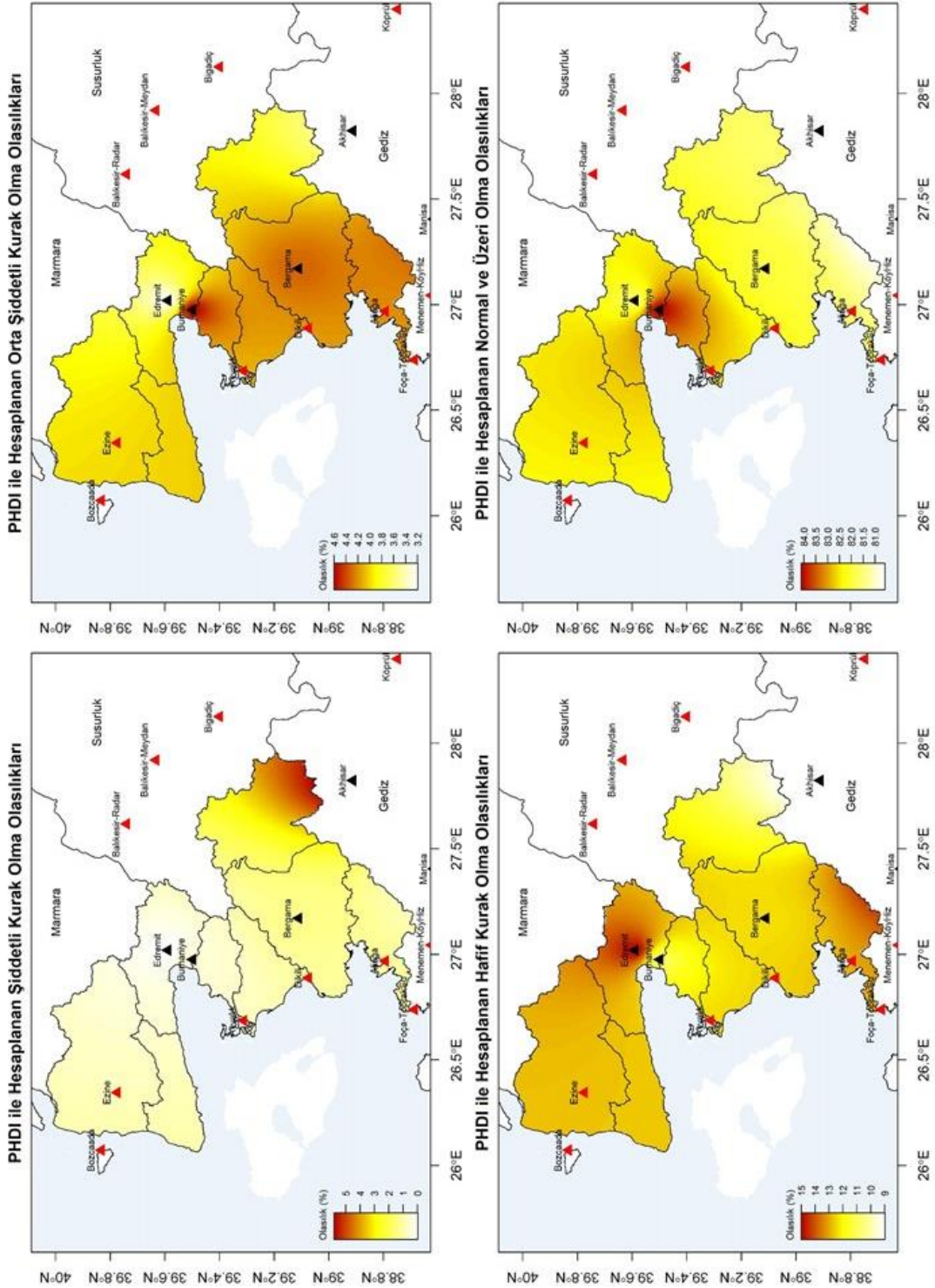


3.5.2.2. Hidrolojik Kuraklık Risk Haritaları

Bu bölümde hesaplanan hidrolojik indeksler kullanılarak oluşturulan kuraklık risk olasılığı dağılım haritaları sunulmuş olup bu rapor kapsamında incelenmiş olan hidrolojik *Standart Akım İndeksi (SRI)*, *Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI)* ve *Kendinden Kalibreli Palmer Hidrolojik Kuraklık Şiddet İndeksi (scPHDI)* arasından *Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü Değişim İndeksi (NDVI)* ile belirgin korelasyon gösteren ve geçmiş kurak devreleri tutarlı temsil edebilen indeksler karşılaştırılmıştır. Hidrolojik kuraklığı temsil etmesi amacıyla *Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PDSI)* seçilmiş ve risk dağılım haritaları sunulmuştur. Diğer indekslere ait kuraklık risk dağılım haritaları **EK-1.2**'de sunulmuştur.

3.5.2.2.1. Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) Kuraklık Risk Haritaları

EK-1.1'de tanımlanan ve **Bölüm 3.3.7**'de istasyon bazlı risk olasılık hesaplamaları sunulan Palmer Hidrolojik Kuraklık İndeksi (PHDI) sınıflandırmalarına ait kuraklık risk haritaları, 4 farklı şiddet seviyesi (*Şiddetli Kurak, Orta Şiddette Kurak, Hafif Kurak, Normal ve Üzeri*) için **Şekil 3.27**'de arasında sunulmuştur. Bu haritalar havza içindeki ve çevresindeki dağılıma uygun istasyon verileri kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.27 PHDI – Kurak Olma Olasılığı Alanal Dağılımı Haritası



Şekil 3.27'de sunulan PHDI şiddetli kurak olma olasılığı haritasına göre şiddetli kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın büyük kısmında şiddetli kuraklık görülme riski çok düşük olarak hesaplanmış ancak, havzanın en karasal bölgesi olan orta-doğu kesiminde (Yukarı Bakırçay alt havzası) en yüksek risk olasılığı hesaplanmıştır. Bölgesel olarak da Edremit ve Burhaniye MGM istasyonlarının bulunduğu Edremit – Havran alt havzasında en düşük olasılıklar elde edilmiştir.

Orta şiddette kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın orta güney kesimlerde yoğun risk dağılımları belirlenmiştir. Edremit – Havran ve Karınca alt havzaları sınırında bulunan Burhaniye MGM çevresinde en yüksek bölgesel yoğunluk görülen dağılımda kuzeyden güneye doğru Karınca, Madra, Aşağı Bakırçay ve Güzelhisar alt havzalarında yükseğe yakın ve hemen hemen benzer orta şiddette kurak olma olasılığı hesaplanmıştır. Havzanın kuzey kesimini oluşturan Menderes, Tuzla ve Edremit – Havran alt havzalarında ortalama bir dağılım gözükürken en karasal olan Yukarı Bakırçay alt havzasında ise kuzey kesime benzer olasılıklar hesaplanmıştır. Bölgesel olarak en düşük değerler ise Edremit MGM çevresinde belirlenmiştir.

Hafif kurak olma olasılığı haritasına göre havzanın Menderes, Tuzla ve Edremit – Havran alt havzalarının bulunduğu kuzey bölgelerinde genel olarak orta seviyede olasılık görülmüş olup, hafif kuraklık olasılığı güney kesimlerinde biraz da değişken eğilim izlemiştir. Edremit MGM'de bölgesel olarak en yüksek değeri veren olasılık ilk olarak Aşağı Bakırçay havzasına göre azalma eğilimi göstermiş, daha sonra Güzelhisar alt havzasının güneyine doğru olasılığını arttırmaya devam etmiştir. Havzanın en karasal bölgesi olan Yukarı Bakırçay alt havzasının güneydoğusunda ise en düşük olasılık değerleri hesaplanmıştır.

Normal ve üzeri (Nemli) olma olasılığı haritasına göre havzanın kuzey kesimlerinden güney kesimlerine gidildikçe normal ve üzeri olma durumu olasılığının azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Edremit – Havran ve Karınca alt havzalarının sınırında bulunan Burhaniye MGM çevresinde bölgesel en yüksek değer görülmüş olup, havzanın en güneyindeki Güzelhisar alt havzasında ise en düşük olasılıklar görülmüştür.



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





BÖLÜM 4

İKLİM PROJEKSİYONLARI

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı – Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Haziran 2016 tarihli “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu” kapsamında gerçekleştirilen projeksiyon çalışmalarının ilk aşaması olan iklim projeksiyonları kapsamında, tüm Türkiye’yi kapsayacak şekilde, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)’nin 5. Değerlendirme Raporu’nun tabanını oluşturan CMIP5 arşivinden seçilmiş üç küresel modelin çıktıları (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1) ve literatürde en çok uygulanan ve kabul gören güncel 2 iklim senaryosu (RCP4.5 ve RCP8.5 salınım senaryoları) ile RegCM4.3 bölgesel iklim modeli çalıştırılmıştır. Model simülasyonları aracılığı ile toplam 11 parametre ve ekstrem durumları temsil eden 17 iklim indisine ait projeksiyonlar tüm Türkiye havzaları ölçeğinde oluşturulmuş, incelenen parametrelerin 1971-2000 yılı simülasyonları olarak kabul edilen referans dönemine göre 2100 yılına kadar farkları aylık bazda hesaplanmıştır. İlk kez bu projede Türkiye için 10x10 km çözünürlükte 3 küresel iklim modeli sonuçları elde edilmiştir (SYGM, 2016).

Bu çalışma kapsamında Kuzey Ege Havzası için HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1 modelleri ve RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarından elde edilen 2015 -2100 yılları arası ortalama sıcaklık, toplam yağış, zemin nemi, toplam yüzey akışı, yeraltı suyu potansiyeli ve evapotranspirasyon çıktıları kullanılmıştır. Bu modeller ve senaryolar **Bölüm 4.1** ve **Bölüm 4.2**'de belirtilmiş olup detaylı açıklamalar **EK-2.1**'de yapılmıştır. Ayrıca bu veri setlerine ait eğilim analizleri **Bölüm 4.3**'te sunulmuştur.



4.1. PROJEKSİYON TANIMLARI

4.1.1. HadGEM2 – ES

HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2), İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Centre tarafından geliştirilen 2. nesil küresel bir modeldir (Met Office, 2017). HadGEM2 ile ilgili genel bilgiler **EK-2.1**'de sunulmuştur.

4.1.2. MPI-ESM-MR

MPI-ESM (Max-Planck-Institute Earth System Model) modeli Almanya Max Planck Enstitüsü tarafından geliştirilen çeşitli alt modüllerden oluşan bütünlük bir sirkülasyon modelidir (MPI, 2017). MPI-ESM ile ilgili genel bilgiler **EK-2.1**'de sunulmuştur.

4.1.3. CNRM-CM5.1

CNRM-CM, CNRM (Centre National de Recherches Météorologiques – Fransa Ulusal Meteorolojik Araştırma Merkezi) ve CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée –Avrupa Araştırma ve İleri Eğitim Merkezi - Fransa) ortaklığıyla geliştirilen genel sirkülasyon modelidir (CNRM, 2017). CNRM-CM ile ilgili genel bilgiler **EK-2.1**'de sunulmuştur.

4.2. İKLİM SENARYOLARI

İklimsel araştırmalarda senaryolar, özellikle insan nüfusunun gaz emisyonları üzerindeki değişimlerini inceleyerek olası iklim değişikliğinin üzerindeki etkilerini belirleme amacıyla geliştirilmektedir. Nüfus değişimi, ekonomik büyüme, teknolojik ilerleme gibi gelecekte nasıl bir değişim olacağı tam kestirilemeyen durumlar için oluşturulan senaryolar ve projeksiyonlar, bu tarz değişimlerin iklimsel etkiler ve buna bağlı sosyo-ekonomik değişimler üzerindeki tesirini analiz etmeye çalışılmaktadır. Bu şekilde projeksiyonlar, geleceği tahmin etmekten ziyade gelecekte gerçekleşebilecek olası alternatiflerin önceden değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

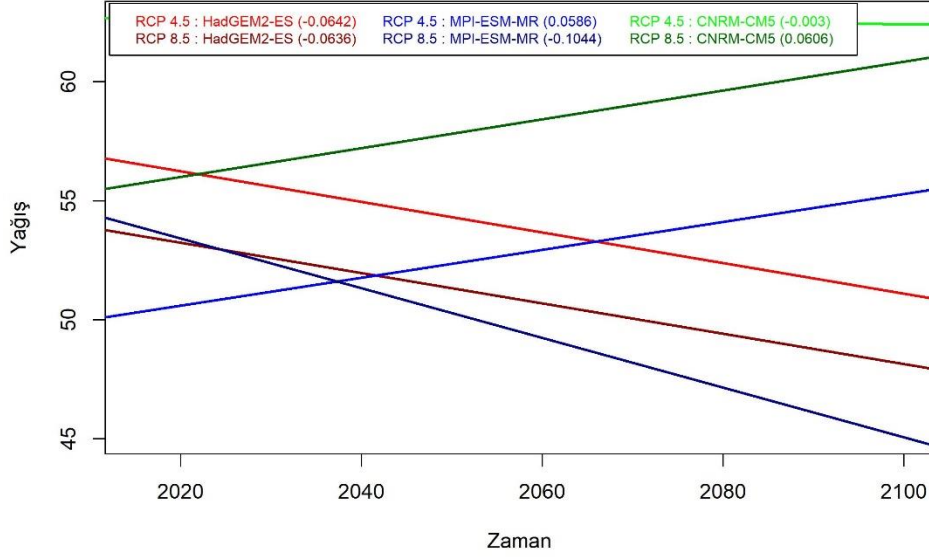


İklimsel senaryolarda genel olarak küresel sera gaz salınımlarının yıllık değişimleri ele alınmakta olup sosyo-ekonomik ve teknolojik gelişme varsayımları ile iklimi etkileyen gaz emisyonlarının ve atmosferik partikül değişimlerinin etkisi incelenmektedir. IPCC tarafından kabul edilen geçmiş iklim senaryoları ile ilgili temel bilgiler **EK-2.1**'de verilmiştir.

4.3. PROJEKSİYON TREND ANALİZLERİ

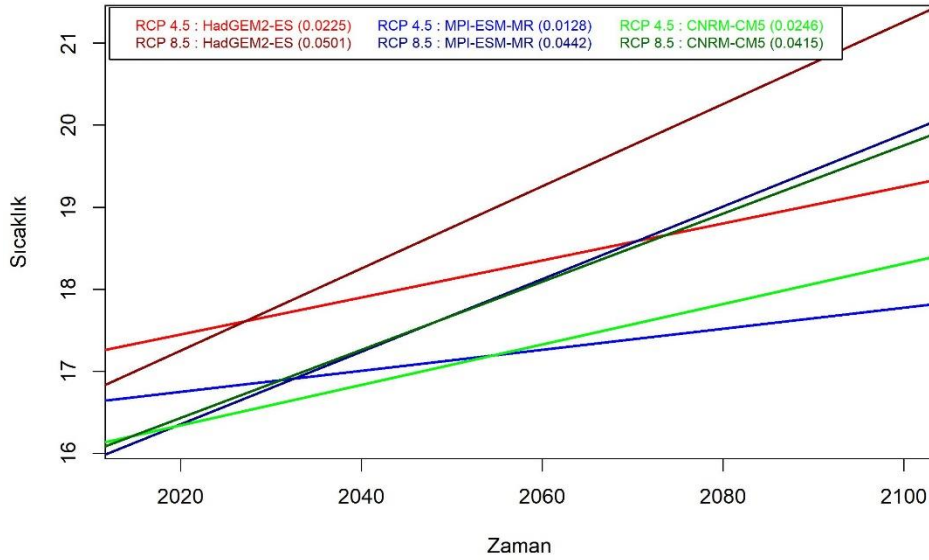
Proje kapsamında, havzalar bazında yapılan farklı modellere ve senaryolara ait simülasyonlardan, aylık bazda ortalama sıcaklık, aylık toplam yağış, buharlaşma ve terleme, zemin nemi, akım ve yeraltı suyu potansiyeli değerleri 2015 – 2100 yılları arası incelenmiş ve eğilim analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Eğilim analizleri havzada bulunan her alt havza için 6 farklı konfigürasyon üzerinden (HadGEM2-RCP4.5, HadGEM2-RCP8.5, MPI-ESM-RCP4.5, MPI-ESM-RCP8.5, CNRM-CM5-RCP4.5, CNRM-CM5-RCP8.5) gerçekleştirilmiştir. Genel çerçevede Kuzey Ege Havzası'na ait modeller ve senaryolar arası özet eğilimler aşağıda **Şekil 4.1 - Şekil 4.6** arası sunulmuştur. Alt havzalara ait özet eğilim tabloları da **EK-2.2**'de sunulmuştur.

Kuzey Ege Havzası Yağış Eğilimleri



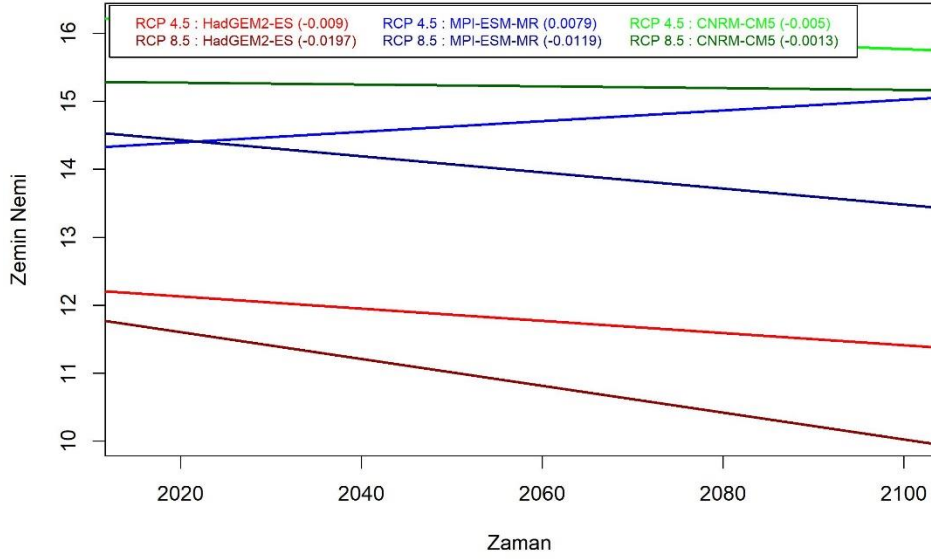
Şekil 4.1 Kuzey Ege Havzası Aylık Toplam Yağış Eğilimleri (mm)

Kuzey Ege Havzası Sıcaklık Eğilimleri



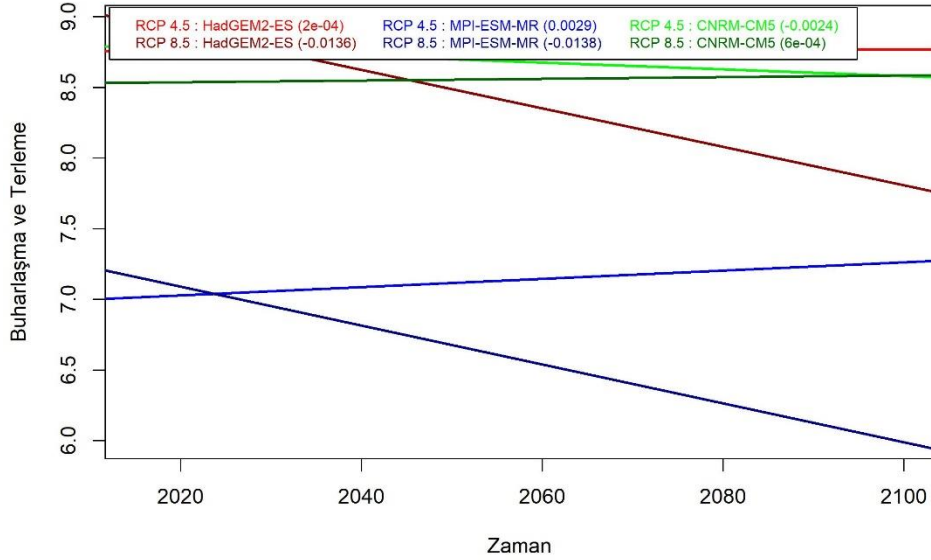
Şekil 4.2 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Sıcaklık Eğilimleri (°C)

Kuzey Ege Havzası Zemin Nemi Eğilimleri



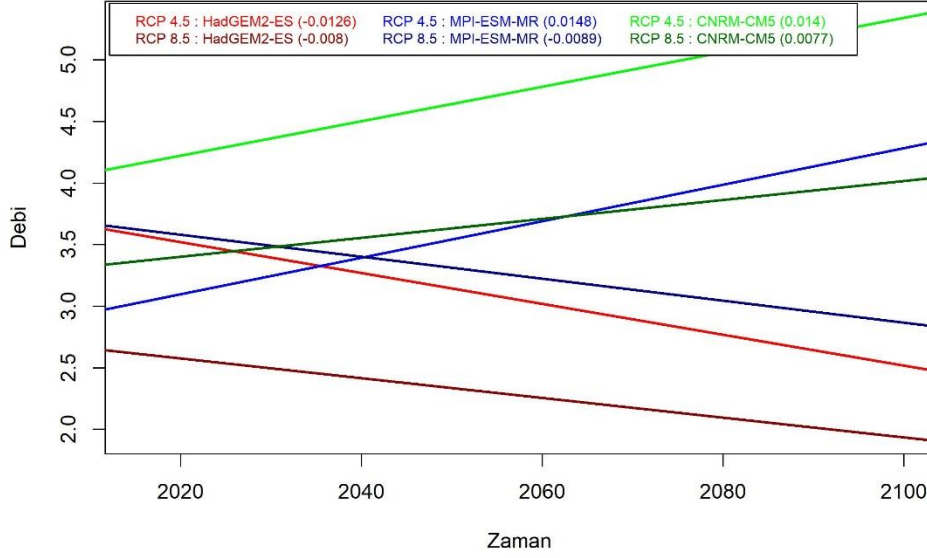
Şekil 4.3 Kuzey Ege Havzası Aylık Zemin Nemi Eğilimleri (%)

Kuzey Ege Havzası Buharlaşma ve Terleme Eğilimleri



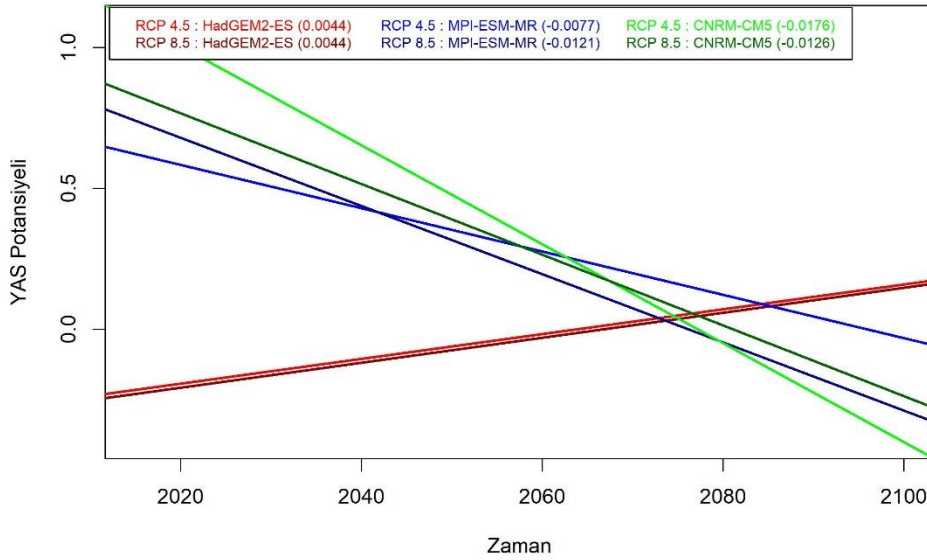
Şekil 4.4 Kuzey Ege Havzası Aylık Buharlaşma ve Terleme Eğilimleri (mm)

Kuzey Ege Havzası Debi Eğilimleri



Şekil 4.5 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Debi (YÜS) Eğilimleri (m³/s)

Kuzey Ege Havzası YAS Potansiyeli Eğilimleri



Şekil 4.6 Kuzey Ege Havzası Aylık Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli Eğilimleri (m)



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



Genel olarak eğilimler incelendiğinde MPI-ESM modelinin daha düz eğilimler verdiği gözlenmekte olup genel olarak en sert eğilimleri ise Had-GEM2 modelinin verdiği görülmüştür. Senaryolar arasındaki fark da daha kritik senaryo olan RCP8.5 için daha dik eğilimler şeklinde görüldüğü projeksiyonlar için aşağıda alt havza bazlı detaylı incelemeler yapılmıştır. Genel olarak sıcaklık dışındaki diğer parametrelerde farklı modeller ve senaryolar karmaşık eğilim yönleri sonucu vermiş olup sadece sıcaklık eğilimlerinde bütün çıktılar ortak şekilde artan eğilim göstermiştir.

Aşağıda incelenen parametrelere ait eğilimler tablo olarak sunulmuş olup alt havza bazlı ortalama sıcaklık, aylık toplam yağış, buharlaşma ve terleme, zemin nemi, akım ve yeraltı suyu potansiyeli eğilim sonuçları **Tablo 4.1 - Tablo 4.6** arası sunulmuştur. bu eğilim analizleri incelenen her parametre için grafiksel ve alt havza bazlı olarak da **EK-2.2**'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Sıcaklık Projeksiyonları Eğilimleri

Sıcaklık		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.14	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.01	Artan	0.00	Artan
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.14	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.01	Artan	0.00	Artan
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.00	Artan	0.00	Artan
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.01	Artan	0.00	Artan
Karıncı	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.00	Artan	0.00	Artan
Madra	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.12	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.00	Artan	0.00	Artan
Menderes	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.00	Artan	0.00	Artan
Tuzla	HadGEM2-ES	0.01	Artan	0.00	Artan
	MPI-ESM-MR	0.12	Eğilim Yok	0.00	Artan
	CNRM-CM5	0.00	Artan	0.00	Artan

Tablo 4.1 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde çok belirgin sıcaklık artışı belirlenmiş olup, bu artış daha karamsar olan RCP 8.5 senaryosunda hesaplanan P değerlerinde görüldüğü üzere çok daha etkilidir. Modeller arası karşılaştırmalarda en düşük P değerlerini HadGEM2 modeli vermiş olup bunu sırasıyla CNRM ve MPI modelleri takip etmektedir. Özellikle RCP8.5 senaryosunda her model her alt havza için artan eğilim vermiş, RCP4.5 senaryosunda ise MPI-ESM dışındaki modeller kullanılan güven aralığı doğrultusunda eğilim vermiştir.

Tablo 4.2 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam Yağış Projeksiyonları Eğilimleri

Yağış		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.58	Eğilim Yok	0.29	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.50	Eğilim Yok	0.03	Azalan
	CNRM-CM5	0.56	Eğilim Yok	0.53	Eğilim Yok
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.40	Eğilim Yok	0.23	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.47	Eğilim Yok	0.02	Azalan
	CNRM-CM5	0.51	Eğilim Yok	0.77	Eğilim Yok
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.83	Eğilim Yok	0.36	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.27	Eğilim Yok	0.03	Azalan
	CNRM-CM5	0.56	Eğilim Yok	0.71	Eğilim Yok
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.37	Eğilim Yok	0.28	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.68	Eğilim Yok	0.05	Azalan
	CNRM-CM5	0.56	Eğilim Yok	0.52	Eğilim Yok
Karıncı	HadGEM2-ES	0.60	Eğilim Yok	0.33	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.48	Eğilim Yok	0.05	Azalan
	CNRM-CM5	0.63	Eğilim Yok	0.41	Eğilim Yok
Madra	HadGEM2-ES	0.67	Eğilim Yok	0.29	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.46	Eğilim Yok	0.04	Azalan
	CNRM-CM5	0.57	Eğilim Yok	0.41	Eğilim Yok
Menderes	HadGEM2-ES	0.85	Eğilim Yok	0.37	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.30	Eğilim Yok	0.13	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.81	Eğilim Yok	0.28	Eğilim Yok
Tuzla	HadGEM2-ES	0.82	Eğilim Yok	0.47	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.51	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	CNRM-CM5	0.83	Eğilim Yok	0.11	Eğilim Yok

Tablo 4.2 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde daha iyimser olan RCP4.5 senaryosunda belirgin bir yağış değişim eğilimi hesaplanmamış olup, daha karamsar olan RCP 8.5 senaryosunda ise havzanın en kuzeyinde bulunan Menderes alt havzası dışında bütün alt havzalarda sadece MPI-ESM modeli sonuçları belirgin ve azalan eğilim göstermiştir. Kullanılan modeller karşılaştırıldığında RCP4.5 için en belirginden en az belirgine göre MPI-ESM, CNRM ve HadGEM2 modelleri sıralanmış olup, RCP8.5 için ise bu sıra MPI-ESM, HadGEM2, CNRM şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 4.3 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam Buharlaşma ve Terleme Projeksiyonları Eğilimleri

Buharlaşma ve Terleme		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.97	Eğilim Yok	0.02	Azalan
	MPI-ESM-MR	0.49	Eğilim Yok	0.02	Azalan
	CNRM-CM5	0.81	Eğilim Yok	0.95	Eğilim Yok
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.56	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	MPI-ESM-MR	0.96	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.71	Eğilim Yok	0.09	Eğilim Yok
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.91	Eğilim Yok	0.32	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.86	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	CNRM-CM5	0.28	Eğilim Yok	0.77	Eğilim Yok
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.37	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	MPI-ESM-MR	0.75	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.56	Eğilim Yok	0.03	Azalan
Karınca	HadGEM2-ES	0.73	Eğilim Yok	0.05	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.66	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.66	Eğilim Yok	0.16	Eğilim Yok
Madra	HadGEM2-ES	0.92	Eğilim Yok	0.24	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.96	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.84	Eğilim Yok	0.83	Eğilim Yok
Menderes	HadGEM2-ES	0.78	Eğilim Yok	0.48	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.67	Eğilim Yok	0.06	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.79	Eğilim Yok	0.22	Eğilim Yok
Tuzla	HadGEM2-ES	0.98	Eğilim Yok	0.47	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.90	Eğilim Yok	0.05	Azalan
	CNRM-CM5	0.66	Eğilim Yok	0.09	Eğilim Yok

Tablo 4.3 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde daha iyimser olan RCP4.5 senaryosunda belirgin bir buharlaşma terleme değişim eğilimi hesaplanmamış olup, daha karamsar olan RCP 8.5 senaryosunda ise alt havzaların çoğunda MPI-ESM, bazılarında da buna ek olarak HadGEM2 modeli sonuçları belirgin ve azalan eğilim göstermiştir. Sadece havzanın en güneyinde bulunan Güzelhisar alt havzasında bütün modeller belirgin ve azalan eğilim göstermiş olup, havzanın alt-orta kısmını oluşturan Aşağı ve Yukarı Bakırçay alt havzalarında HadGEM2 ve MPI-ESM modelleri, daha kuzey kesimde bulunan Madra, Karınca, Edremit - Havran ve Tuzla alt havzalarında da MPI-ESM modeli belirgin sonuç vermiştir. Havzanın en kuzeyinde bulunan Menderes alt havzasında belirgin sonuç veren model bulunmamaktadır. Kullanılan modeller karşılaştırıldığında RCP4.5 için en belirginden en az belirgine göre CNRM,

HadGEM2 ve MPI-ESM modelleri sıralanmış olup, RCP8.5 için ise bu sıra MPI-ESM, HadGEM2, CNRM şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 4.4 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Zemin Nemi Projeksiyonları Eğilimleri

Zemin Nemi		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.41	Eğilim Yok	0.16	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.26	Eğilim Yok	0.20	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.43	Eğilim Yok	0.50	Eğilim Yok
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.35	Eğilim Yok	0.16	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.23	Eğilim Yok	0.13	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.61	Eğilim Yok	0.74	Eğilim Yok
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.94	Eğilim Yok	0.50	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.30	Eğilim Yok	0.54	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.72	Eğilim Yok	0.94	Eğilim Yok
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.56	Eğilim Yok	0.35	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.51	Eğilim Yok	0.27	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.34	Eğilim Yok	0.85	Eğilim Yok
Karıncı	HadGEM2-ES	0.53	Eğilim Yok	0.21	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.72	Eğilim Yok	0.25	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.42	Eğilim Yok	0.62	Eğilim Yok
Madra	HadGEM2-ES	0.25	Eğilim Yok	0.07	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.57	Eğilim Yok	0.15	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.25	Eğilim Yok	0.69	Eğilim Yok
Menderes	HadGEM2-ES	0.74	Eğilim Yok	0.80	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.48	Eğilim Yok	0.37	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.67	Eğilim Yok	0.98	Eğilim Yok
Tuzla	HadGEM2-ES	0.58	Eğilim Yok	0.36	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.20	Eğilim Yok	0.69	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.73	Eğilim Yok	0.24	Eğilim Yok

Tablo 4.4 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde ve alt havzalarda belirgin bir zemin nemi eğilimi görülmemiştir. Daha karamsar olan RCP8.5 senaryosunun P değerleri genel olarak RCP4.5'e göre daha düşük (yani eğilime daha yatkın) olsa da seçilen güven aralığı değerlerini belirgin eğilim gösterecek şekilde geçememiştir. Modeller arası genel P değeri kıyaslandığında RCP4.5 için en belirginden en az belirğine doğru sırasıyla MPI-ESM, CNRM, HadGEM2; RCP 8.5 senaryosu için ise en belirginden en az belirğine doğru MPI-ESM, HadGEM2 ve CNRM modelleri şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.5 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Ortalama Debi Projeksiyonları Eğilimleri

Debi		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.20	Eğilim Yok	0.10	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.09	Eğilim Yok	0.39	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.37	Eğilim Yok	0.23	Eğilim Yok
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.14	Eğilim Yok	0.10	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.06	Eğilim Yok	0.18	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.28	Eğilim Yok	0.17	Eğilim Yok
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.38	Eğilim Yok	0.14	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.00	Artan	0.12	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.14	Eğilim Yok	0.07	Eğilim Yok
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.08	Eğilim Yok	0.08	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.02	Artan	0.56	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.46	Eğilim Yok	0.05	Artan
Karınca	HadGEM2-ES	0.49	Eğilim Yok	0.19	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.02	Artan	0.47	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.32	Eğilim Yok	0.07	Eğilim Yok
Madra	HadGEM2-ES	0.09	Eğilim Yok	0.03	Azalan
	MPI-ESM-MR	0.03	Artan	0.08	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.38	Eğilim Yok	0.02	Artan
Menderes	HadGEM2-ES	0.23	Eğilim Yok	0.20	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.01	Artan	0.34	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.28	Eğilim Yok	0.07	Eğilim Yok
Tuzla	HadGEM2-ES	0.29	Eğilim Yok	0.03	Azalan
	MPI-ESM-MR	0.01	Artan	0.55	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.02	Artan	0.00	Artan

Tablo 4.5 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde ve alt havzalarda belirgin debi (yerüstü akışı) eğilimleri özellikle havzanın kuzey kesimlerinde görülmüştür. Daha iyimser olan RCP4.5 senaryosu için MPI-ESM modeli havzanın kuzey kesiminde ve alansal olarak ana havzanın yaklaşık yarısını oluşturan Madra, Karınca, Edremit-Havran, Tuzla ve Menderes alt havzaları için artma eğilimi göstermiş olup havzanın en güneyinde bulunan Güzelhisar alt havzasında da belirgin şekilde artış hesaplanmıştır. RCP8.5 senaryosunda ise HadGEM2 modeli Madra ve Tuzla alt havzalarında azalan eğilim göstermekte olup havza genelinde belirgin bir eğilim olmadığı görülmektedir. Ortalama P değerleri karşılaştırıldığında en belirginden en az belirgine doğru RCP4.5 için MPI-ESM, HadGEM2, CNRM; RCP8.5 için ise CNRM, HadGEM2 ve MPI-ESM şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.6 Kuzey Ege Alt Havzaları Aylık Toplam YAS Potansiyeli Projeksiyonları Eğilimleri

YAS Potansiyeli		RCP4.5		RCP8.5	
Alt Havza	Model	P Değeri	Eğilim Yönü	P Değeri	Eğilim Yönü
Aşağı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.22	Eğilim Yok	0.34	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.80	Eğilim Yok	0.02	Azalan
	CNRM-CM5	0.00	Azalan	0.10	Eğilim Yok
Yukarı Bakırçay	HadGEM2-ES	0.15	Eğilim Yok	0.16	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.97	Eğilim Yok	0.04	Azalan
	CNRM-CM5	0.03	Azalan	0.36	Eğilim Yok
Edremit-Havran	HadGEM2-ES	0.03	Artan	0.05	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.19	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	CNRM-CM5	0.01	Azalan	0.05	Eğilim Yok
Güzelhisar	HadGEM2-ES	0.28	Eğilim Yok	0.45	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.49	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.00	Azalan	0.05	Eğilim Yok
Karıncı	HadGEM2-ES	0.06	Eğilim Yok	0.21	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	CNRM-CM5	0.00	Azalan	0.02	Azalan
Madra	HadGEM2-ES	0.33	Eğilim Yok	0.74	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.28	Eğilim Yok	0.00	Azalan
	CNRM-CM5	0.00	Azalan	0.02	Azalan
Menderes	HadGEM2-ES	0.02	Artan	0.11	Eğilim Yok
	MPI-ESM-MR	0.13	Eğilim Yok	0.01	Azalan
	CNRM-CM5	0.02	Azalan	0.06	Eğilim Yok
Tuzla	HadGEM2-ES	0.03	Artan	0.01	Artan
	MPI-ESM-MR	0.23	Eğilim Yok	0.05	Eğilim Yok
	CNRM-CM5	0.03	Azalan	0.16	Eğilim Yok

Tablo 4.6 üzerinde verilen değerlere göre havza genelinde ve alt havzalarda belirgin debi yeraltı suyu potansiyeli eğilimleri görülmüş olup sonuçlarda değişkenlik tespit edilmiştir. RCP4.5 senaryosu için HadGEM2 senaryosu havzanın kuzeyinde bulunan alt havzalarda (Edremit-Havran, Tuzla ve Menderes) artan belirgin eğilim sonucu vermiş olup havzanın geri kalanında sadece CNRM bütün alt havzalarda belirgin azalma eğilimleri sonucu vermiştir. RCP8.5 senaryosunda ise genel olarak MPI-ESM modeli belirgin azalan eğilim göstermiştir. Ortalama P değerleri üzerinden hesaplanarak modeller arası belirginlik seviyesi RCP4.5 için en belirginden en az belirgine doğru CNRM, HadGEM2, MPI-ESM; RCP8.5 için ise MPI-ESM, CNRM, HadGEM2 şeklinde sıralanmıştır.



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



Yukarıda bahsedilen analizlerin özeti olarak Kuzey Ege Havzası'nda sıcaklık dışında belirgin bir eğilime sahip parametre olmadığı gözlenmiştir. Beklentinin aksine sıcaklık artışına rağmen yağış miktarlarında sert azalma eğilimlerinin olmaması ve yüzey üstü akışının (debi) da artış eğilimlerinin gözlenmesi, Kuzey Ege Havzası iklim projeksiyonlarının çok kritik senaryolar öngörmediği şeklinde yorumlanabilir.



BÖLÜM 5

KURAKLIK VERİTABANI ve WEB UYGULAMASI

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

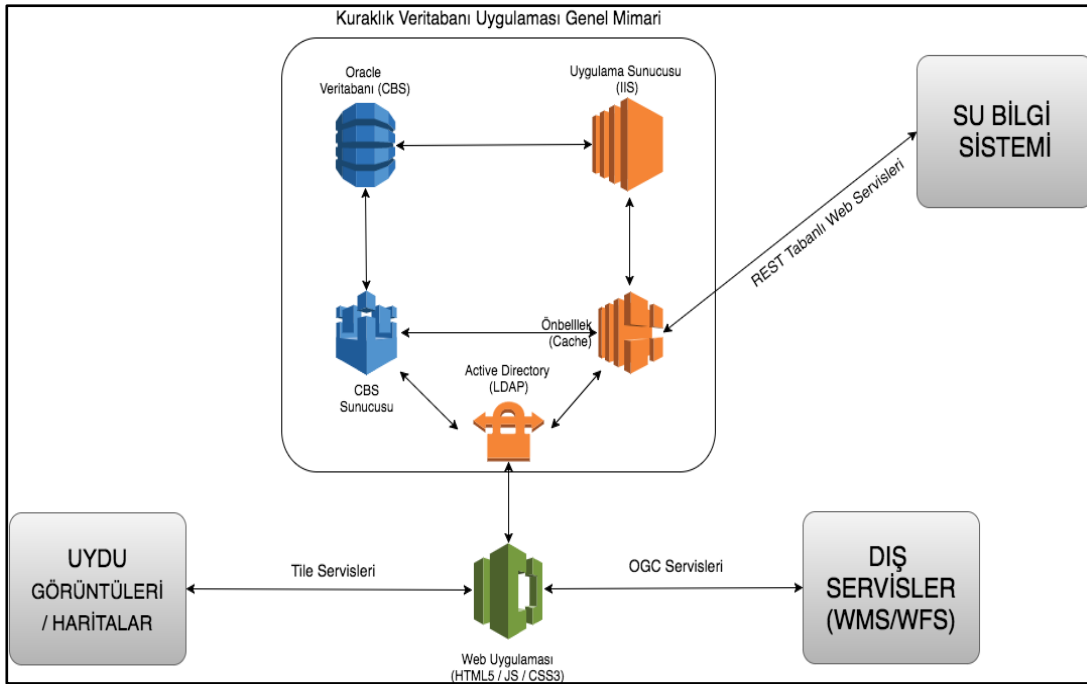
- Akarsular
- Havzalar, Alt Havzalar ve Havza Proje Alanları
- DSİ Bölgeler
- Demiryolları, Karayolları
- DSİ Sulama Ana Kanalları
- Göller ve DSİ Baraj ve Göletler
- DSİ Enerji İletim Hatları
- DSİ HES ve Regülatörler
- DSİ Su Depoları
- DSİ Sulama Alanları
- İl ve İlçe Merkezleri
- İl ve İlçe İdari Sınırları
- Köy ve Mahalle Noktaları
- TÜİK Nüfus Gridi
- İklim Projesi İklim Gridi
- Meteoroloji İstasyonları Noktaları
- AGİ, Kuyu ve Baraj Noktaları (SRI, SGI ve SRSI Hesapları için)
- Meteoroloji Verileri (Aylık Yağış, Sıcaklık ve Nem)
- Hesaplanan Kuraklık 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 komponentler ve geliştirilen yazılımlar Bilgi İşlem tarafından denetlenmiş ve onaylanmıştır.



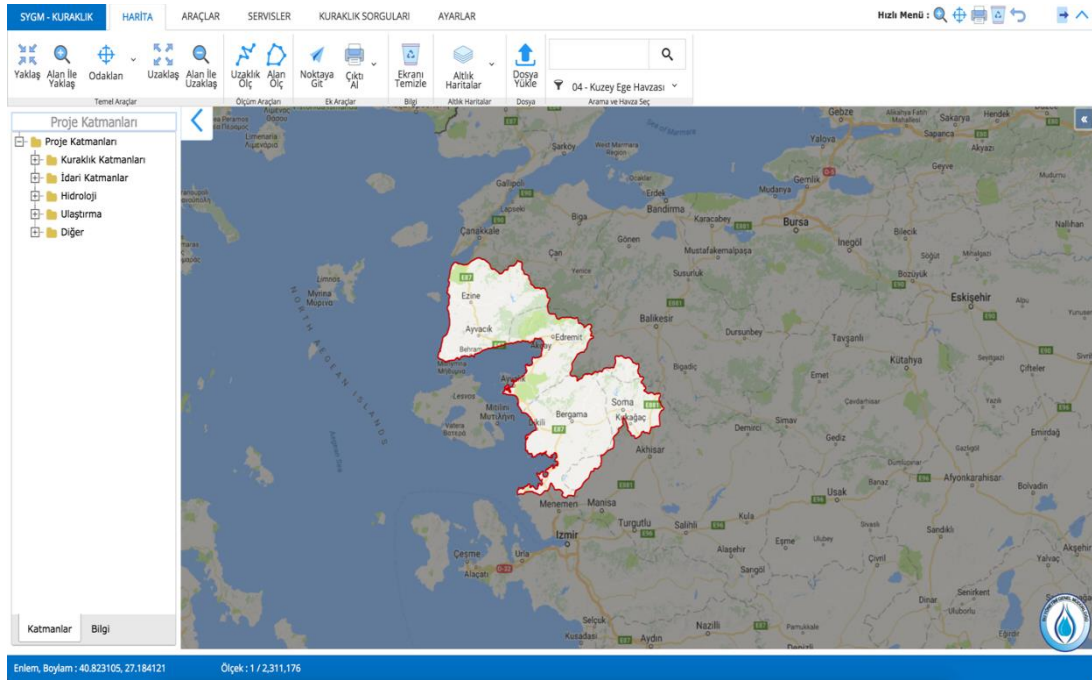
Şekil 5.1 Gerçekleştirilen Sistem Mimarisi

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

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

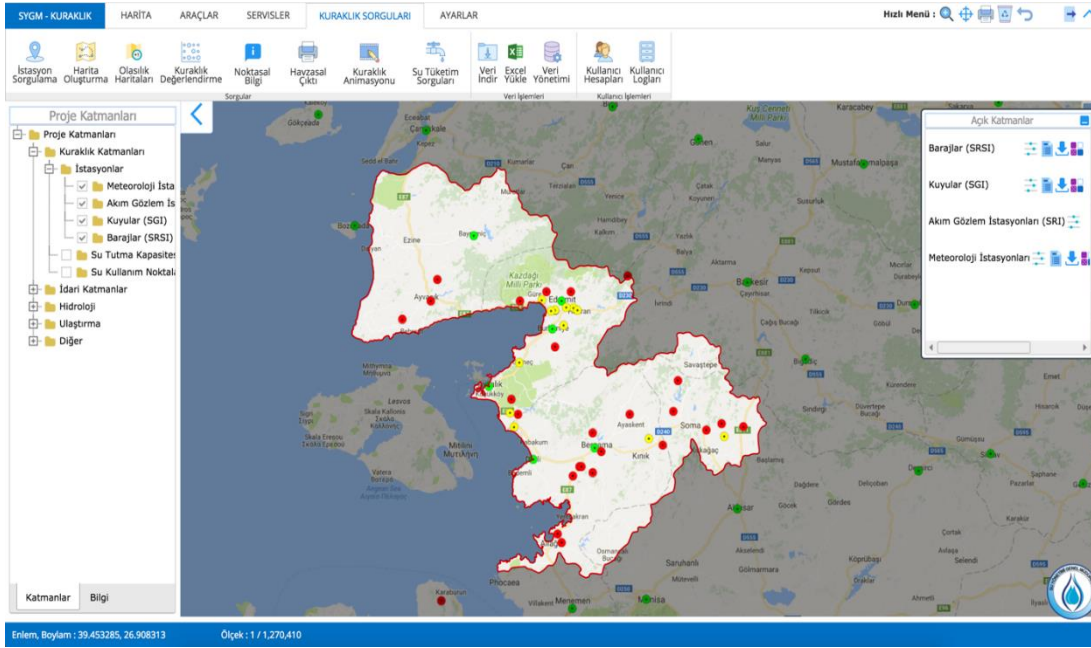
Uygulama arayüzü 5 üst sekmeye ayrılarak kullanıcıların erişmek isteyebilecekleri fonksiyonlar bir araya getirilmiştir. Buna göre:

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



Şekil 5.2 Kuraklık Web Uygulaması Genel Arayüzü

Uygulamanın en önemli kısmı şüphesiz “Kuraklık Sorgularının” olduğu kısımdır. Bu kısımlar ilgili ekran görüntüsüne **Şekil 5.3**'ten ulaşabilirsiniz.




Şekil 5.3 Kuraklık Web Uygulaması Kuraklık Sorguları Sekmesi

Şekil 5.3'te görüleceği üzere "Kuraklık Sorguları" sekmesinde aşağıdaki önemli alt menüler bulunmaktadır:

5.1. İSTASYON SORGULAMA

Bu sorgulama ile proje kapsamındaki hem meteoroloji hem de AĞİ, 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 5.4).



İstasyon ile Sorgula

İstasyon Filtresi :
Havza Bazında 04 - Kuzey Ege Havzası 

Sorgulama Tipi : Kuraklık İndisleri **Gösterim Tipi :** Çizgisel Grafik

Alt Sorgulama Tipi : SPI **Period Tipi :** 3 Aylık - Meteorolojik Kuraklık

İstasyon Listesi : 17175 - AYVALIK

Başlangıç Tarihi :  **Bitiş Tarihi :** 

Grafikleri standart lejant ile göster **Kapat** **Göster**

Şekil 5.4 İstasyon Sorgulama Ekranı

Bu ekran ile hem tablosal hem de grafiksel sorguların çıktıları alınabilmektedir. Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'dan da görülebileceği üzere hesaplanan 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 : AYVALIK (17175) İstasyonu SPI-3 Aylık

Excel | PDF Kolon Aç/Kapa

Gruplamak için bir kolonu buraya sürükleyin

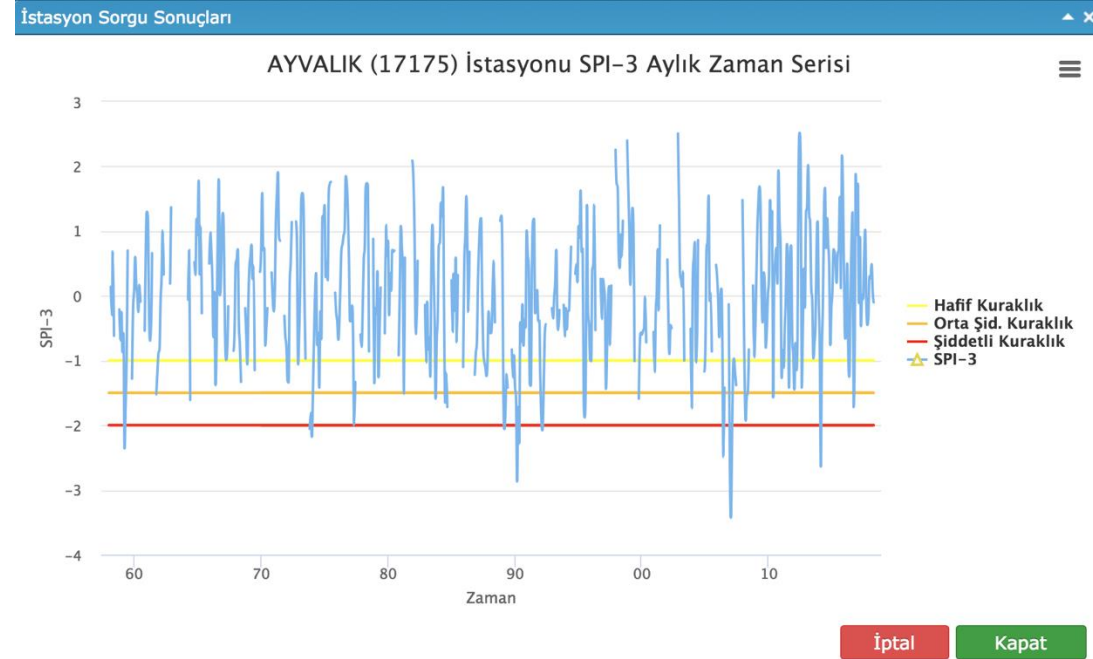
ID	İstasyon ID	İndis Tipi	Ay	Yıl	Period	İndis Değeri
8728302	17175	SPI	Ocak	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-1.03
8728308	17175	SPI	Şubat	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-0.09
8728314	17175	SPI	Mart	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-0.83
8728320	17175	SPI	Nisan	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-0.64
8728326	17175	SPI	Mayıs	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-1.25
8728332	17175	SPI	Haziran	1983	3 Ay - Met. Kurak.	0.49
8728338	17175	SPI	Temmuz	1983	3 Ay - Met. Kurak.	1.1
8728344	17175	SPI	Ağustos	1983	3 Ay - Met. Kurak.	0.46
8728350	17175	SPI	Eylül	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-0.33
8728356	17175	SPI	Ekim	1983	3 Ay - Met. Kurak.	-1.59

Sayfaya Git: 31 Satır Sayısı: 10 301-310 / Toplam : 724

İptal

Kapat

Şekil 5.5 Seçilen istasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Tablosal Gösterimi



Şekil 5.6 Seçilen İstasyonun SPI – 3 Aylık Çıktılarının Çizgisel Grafik Olarak Gösterimi

5.2. HARİTA OLUŞTURMA

Harita oluşturma ekranı (Şekil 5.7) 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

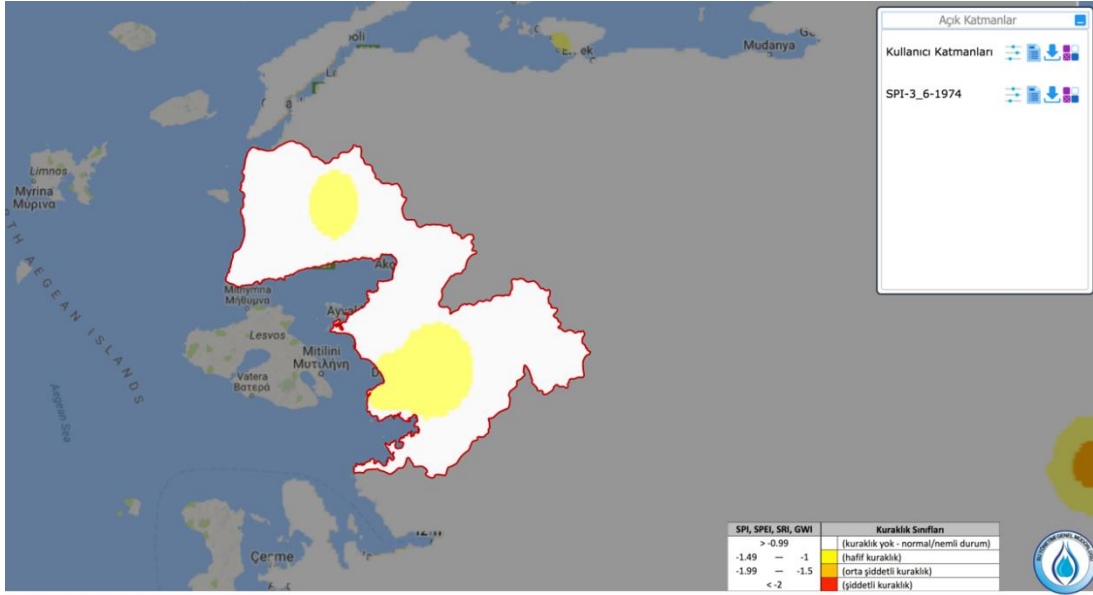
Period Tipi : 1 Aylık - Meteorolojik Kuraklık

İndisleri Standart lejant ile göster

Kapat **Oluştur**

Şekil 5.7 Harita Oluşturma Ekranı

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



Şekil 5.8 Haziran 1974'teki SPI-3 Aylık İndisin IDW ile Gösterimi

5.3. OLASILIK HARİTALARI

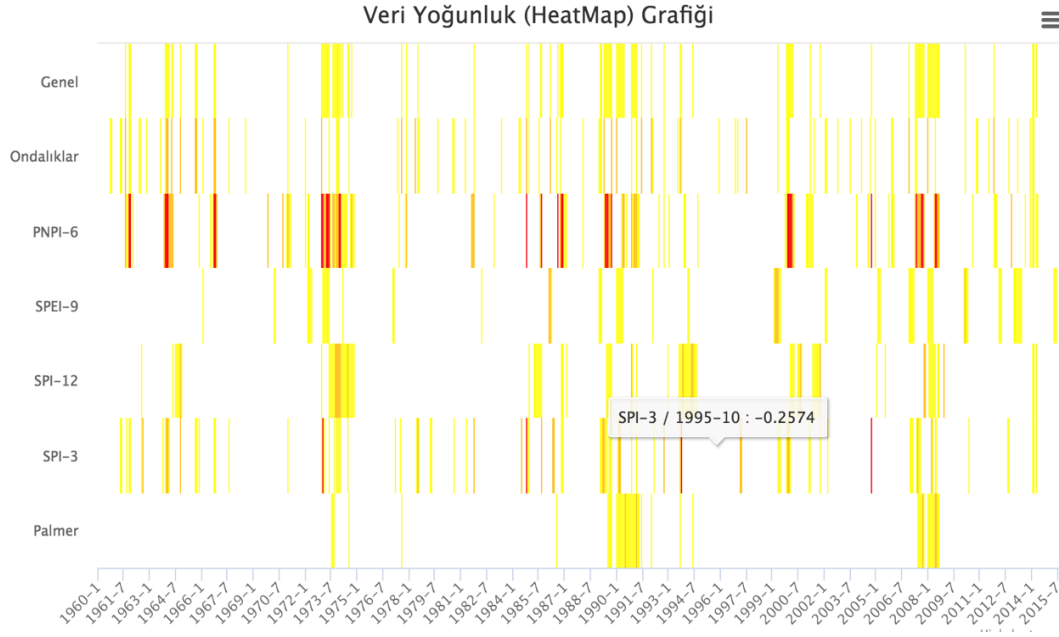
Olasılık Haritaları ekranı ile tüm indislerin çıktısı olarak hesaplanan Kuraklık Oluşma Olasılıkları (Riskler) istasyon bazından interpolasyon ile dağıtılarak havza ya da Türkiye bazında haritaların oluşturulması sağlanmıştır. Örnek bir olasılık haritası grafiğine **Şekil 5.9**'dan ulaşabilirsiniz.



Şekil 5.9 Olasılık (Az Kurak Olma Durumu) Haritası

5.4. KURAKLIK DEĞERLENDİRME

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 5.10**'dan erişebilirsiniz.



Şekil 5.10 Kuraklık Değerlendirme Ekranı Çıktısı

5.5. NOKTASAL BİLGİ

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

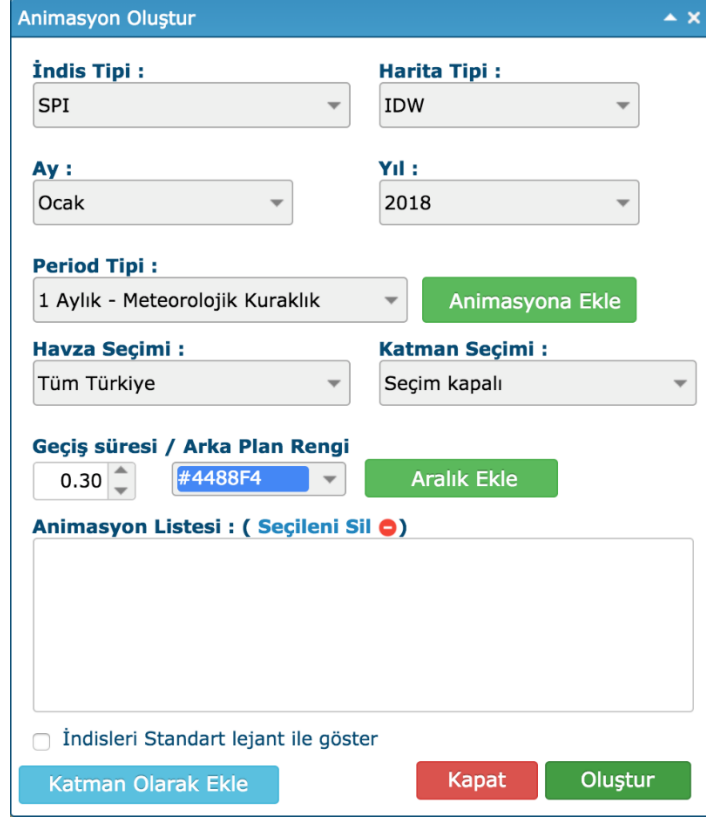
5.6. HAVZASAL ÇIKTI

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

5.7. KURAKLIK ANİMASYONU

Bu özellik (Şekil 5.11) 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 5.11 Kuraklık Animasyonu Hazırlama Ekranı

5.8. SU TÜKETİM SORGULARI

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

5.9. VERİ İNDİR

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. ORMAN VE SU İŞLERİ 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 güncel kalması ve indislerin her ay yeniden hesaplanarak kuraklık süreçlerinin güncel olarak takip edilmesi sağlanmıştır.

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



KAYNAKLAR

- BSTB SGM. (2015). *Türkiye 81 İl Sanayi Durum Raporu*. Sanayi Genel Müdürlüğü.
- Akın, M., & Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi* 47(2), 105-118.
- Atalay, İ. (2011). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. İstanbul: Kişisel Yayın.
- Aydınözü, D. (2008). Maki Formasyonunun Türkiye'deki Yayılış Alanları Üzerine Bir İnceleme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, Cilt:16 No:1 207-220.
- Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H. K., & Önöz, B. (2002). Türkiye akarsularında trend analizi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 420-421-422, 4-6.
- CNRM. (2017, 06 06). *CNRM-CM5 (IPCC)*. National Centre for Meteorological Research: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article126> adresinden alındı
- ÇSB. (2013). *Çanakkale İli 2012 Yılı İl Çevre Durum Raporu*. Çanakkale: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Çanakkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Doğan, S. (2013). Konya kapalı havzası kuraklık karakterizasyonunun zamansal-konumsal analizi (Doktora Tezi). *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 107 sayfa.
- DSİ. (2013). *Gözlem İstasyonları Yönetim Sistemi*. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü: <http://rasatlar.dsi.gov.tr/> adresinden alındı
- DSİ. (2016). *Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- DSİ. (2016). *Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- DSİ. (2016). *Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- EC. (2007). *Drought Management Plan Report Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects*. European Commission General Directorate of Environment. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/dmp_report.pdf adresinden alındı



- EC. (2007). *Drought Management Plan Report Including Agricultural, Drought Indicators and Climate Change Aspects*. European Commission General Directorate of Environment. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/dmp_report.pdf adresinden alındı
- GMKA. (2011). *Balıkesir'de Turizmin Bugünü ve Geleceği: Balıkesir Turizm Çalıştayı Raporu*. Aralık 2016 tarihinde Güney Marmara Kalkınma Ajansı: http://www.balikesir.com.tr/documents/file/kp_Document/GMKA_Balikesirde_Turizmin_Bugunu_Ve_Gelecegi-fc30df54-fb74-4c80-b990-2ac897e5c896.pdf adresinden alındı
- GWP. (2015). *Guidelines for the preparation of Drought Management Plans. Development and implementation in the context of the EU Water Framework Directive*. Global Water Partnership Central and Easter Europe. http://www.droughtmanagement.info/literature/GWPCEE_Guidelines_Preparation_Drought_Management_Plans_2015.pdf adresinden alındı
- GWP. (2015). *Guidelines for the preparation of Drought Management Plans. Development and implementation in the context of the EU Water Framework Directive*. Global Water Partnership Central and Easter Europe. http://www.droughtmanagement.info/literature/GWPCEE_Guidelines_Preparation_Drought_Management_Plans_2015.pdf adresinden alındı
- Helsel, D., & Hirsch, R. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Elsevier.
- İZKA. (2013). İzmir Kalkınma Ajansı İzmir Turizm Mevcut Durum Raporu.
- KAZMAD. (2014). *Kaz Dağı Bitki Örtüsü*. Balıkesir: Kaz Dağı ve Madra Dağı Belediyeler Birliği.
- MAM. (2010). *TÜBİTAK MAM Havza Koruma Eylem Planları Hazırlanması Projesi Kuzey Ege Havzası Proje Nihai Raporu*. Gebze, Kocaeli: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- MEB. (2016). *Okullar ve Diğer Kurumlar*. Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı: <http://www.meb.gov.tr/baglanti/okullar/index.php> adresinden alındı
- Met Office. (2017, 08 10). *Met Office climate prediction model: HadGEM2 family*. UK Meteorological Office: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadgem2> adresinden alındı
- MPI. (2017, 06 06). *Max-Planck-Institut für Meteorologie*. MPI: <https://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/> adresinden alındı
- OSİB. (2012). *Türkiye Biyolojik Çeşitliliği İzleme ve Değerlendirme Raporu*. Ankara.



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



- OSİB. (2013). *Erozyonla Mücadele Eylem Planı 2013-2017*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- OSİB. (2016). *Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı*. Geodata CBS Veritabanı: <http://geodata.ormansu.gov.tr/> adresinden alındı
- SKKY. (2004). *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Orman Bakanlığı.
- SYGM. (2016). *İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu - Manisa İl Koordinatörlüğü. (2014). IPARD programı ile Manisa'da Kırsal Turizmin Geliştirilmesi Stratejileri Projesi.
- Tate, L., & Gustard A. (2000). "Drought Definition: A Hydrological Perspective" In: Vogt JV, Somma F (eds) Drought and drought mitigation in Europe. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 23-48.
- TÜİK. (2015). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Ankara: Türkiye İstatistik Kurumu.
- Türkeş, M. (2014). Değişen iklim koşullarında aşırı hava ve iklim olaylarının afet risk yönetimi. *Çevre Yönetimi Bildiriler Kitabı* (s. 11-25). Ankara: TMMOB Çevre Mühendisleri Odası.
- UNCCD. (1994). United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa.
- UNDP. (2016). *Drought Risk Management*. http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/global-policy-centres/sustainable_landmanagement/drought_risk_management.html adresinden alındı
- UNDP. (2016). *Drought Risk Management*. http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/global-policy-centres/sustainable_landmanagement/drought_risk_management.html adresinden alındı
- Vogt, J., & Somma, F. (2000). "Introduction". In: Vogt JV, Somma F (eds) Drought and drought mitigation in Europe. 3-6.
- Wilhite, D. A., Sivakumar, M. V., & Pulwarty, R. (2014). Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. *Weather and Climate Extremes*, 4-13.



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



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

YSKY. (2016). *Yüzeyel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İŞleri Bakanlığı.