



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



# **KUZEY EGE HAVZASI** **KURAKLIK YÖNETİM PLANI**



## **CİLT II: SU BÜTÇESİ ÇALIŞMALARI**

**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 II: SU BÜTÇESİ ÇALIŞMALARI**

**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

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

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>V</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xiv</b>
<b>TANIMLAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>6. HİDROLOJİK MODEL</b> .....	<b>6-1</b>
<b>6.1. YÜZEY SUYU MODELLERİ</b> .....	<b>6-1</b>
6.1.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri .....	6-1
6.1.2. Kalibrasyon ve Validasyon Çalışmaları .....	6-1
6.1.3. Havza Yağış Akış İlişkisi .....	6-2
6.1.3.1. Alt Havzalar .....	6-4
6.1.4. YüzeY Su Potansiyelindeki İklim Değişikliği Etkileri Belirlenmesi (Projeksiyonlar).....	6-8
6.1.4.1. Alt Havzalar .....	6-9
<b>6.2. YERALTI SUYU MODELLERİ</b> .....	<b>6-13</b>
6.2.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri .....	6-13
6.2.1.1. Seçilen Modelde Kullanılan Yöntemler .....	6-13
6.2.2. Akifer Parametrelerinin Belirlenmesi .....	6-13
6.2.3. YAS Beslenme ve Boşalma Hesapları .....	6-13
6.2.3.1. Hidrolojik zemin sınıflandırması .....	6-14
6.2.3.2. Beslenme .....	6-14
6.2.3.2.1. Yağış Beslenmesi .....	6-14
6.2.3.2.2. İç Beslenme .....	6-14
6.2.3.3. Boşalma .....	6-15
6.2.3.3.1. Doğal Boşalma .....	6-15
6.2.3.3.2. Yapay Boşalma .....	6-16
6.2.3.3.3. Emniyetli YAS Potansiyeli ve Pompaj Kuyu Adetleri .....	6-17
6.2.4. YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması .....	6-18



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



6.2.4.1.	Aşağı Bakırçay YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması .	6-18
6.2.4.2.	Yukarı Bakırçay YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması	6-19
6.2.4.3.	Edremit-Havran YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması	6-20
6.2.4.4.	Güzelhisar YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması.....	6-22
6.2.4.5.	Karınca YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması .....	6-22
6.2.4.6.	Madra YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması .....	6-23
6.2.4.7.	Menderes YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması .....	6-25
6.2.4.8.	Tuzla YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması.....	6-26
6.2.5.	YAS Potansiyelindeki İklim Değişikliği Etkileri Belirlenmesi (Projeksiyonlar).....	6-27
6.2.5.1.	Alt Havzalar .....	6-27
<b>6.3.</b>	<b>SU BÜTÇESİ METODU .....</b>	<b>6-32</b>
6.3.1.	Kuzey Ege Havzası Genel Su Bütçesi.....	6-32
6.3.2.	Alt Havzalar Su Bütçesi .....	6-35
<b>6.4.</b>	<b>YÜZEY SUYU VE YERALTI SUYU PROJEKSİYON VE MEVCUT DURUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI .....</b>	<b>6-37</b>
<b>7.</b>	<b>SU KULLANIMI.....</b>	<b>7-1</b>
<b>7.1.</b>	<b>MEVCUT DURUM SU KULLANIMI.....</b>	<b>7-1</b>
7.1.1.	Tarımsal Su Kullanımı .....	7-1
7.1.2.	Hayvancılık Su Tüketimi .....	7-1
7.1.3.	İçme-Kullanma Suyu Kullanımı .....	7-1
7.1.4.	Sanayi Su Kullanımı.....	7-1
7.1.5.	Turizm Su Kullanımı.....	7-2
7.1.6.	Su Transferleri.....	7-3
<b>7.2.</b>	<b>GELECEK DURUM SU KULLANIM TAHMİNLERİ .....</b>	<b>7-3</b>
7.2.1.	Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri .....	7-3
7.2.2.	İçme ve Kullanma Suyu İhtiyaçları Tahminleri .....	7-4
7.2.3.	Sanayi Suyu İhtiyaçları Tahminleri.....	7-6
7.2.3.1.	Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB.....	7-7
7.2.3.2.	Edremit KSS.....	7-7



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



7.2.3.3.	Aliğa OSB .....	7-8
7.2.3.4.	Petkim .....	7-9
7.2.3.5.	Tüpraş.....	7-9
7.2.3.6.	Çandarlı Limanı .....	7-10
7.2.3.7.	Bergama KSS .....	7-10
7.2.3.8.	Kınık OSB.....	7-10
7.2.3.9.	Dikili KSS .....	7-11
7.2.3.10.	Kınık KSS .....	7-11
7.2.3.11.	Soma OSB.....	7-12
7.2.3.12.	Hidro-Gen Kolin Termik Santrali ve Soma Termik Santralleri.....	7-12
7.2.4.	Turizm Su İhtiyacı Tahminleri.....	7-12
7.2.5.	Ekosistem Su İhtiyacı Tahminleri.....	7-13
<b>8.</b>	<b>HAVZA SU POTANSİYELİ VE SU POTANSİYELİNDEKİ DEĞİŞİMİN TESPİTİ.....</b>	<b>8-1</b>
<b>8.1.</b>	<b>HAVZA SU BÜTÇESİ.....</b>	<b>8-1</b>
8.1.1.	YÜS ve YAS Beklenen Değişimler .....	8-2
<b>8.2.</b>	<b>ALT HAVZALAR SU BÜTÇESİ.....</b>	<b>8-6</b>
8.2.1.	YÜS ve YAS Beklenen Değişimler .....	8-7
<b>9.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>9-1</b>



## **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
YSKY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği



## **TABLolar LİSTESİ**

Tablo 6.1 Çalışmada Kullanılan HBV Model Parametreleri .....	6-2
Tablo 6.2 Alt Havzalara Ait Model Performans İstatistikleri .....	6-3
Tablo 6.3 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Seçilen Dönemlere ait İklim Projeksiyonu Akış Değerleri (hm <sup>3</sup> ) .....	6-9
Tablo 6.4 Alt Havzaların Yıllık Emniyetli YAS Potansiyelleri.....	6-17
Tablo 6.5 Kuzey Ege Havzası Kuyu Adetleri .....	6-18
Tablo 6.6 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Seçilen Dönemlere ait İklim Projeksiyonu YAS Değerleri (hm <sup>3</sup> ).....	6-28
Tablo 6.7 Kuzey Ege Havzası ve Alt Havzaları Su Bütçesi .....	6-36
Tablo 7.1. Alt Havzalara ait Su Tüketim Bilgileri .....	7-2
Tablo 7.2. Sulama Amaçlı Su Tüketimi Projeksiyonları .....	7-3
Tablo 7.3 Kuzey Ege Havzası'nda Yer Alan İlçelerin Nüfus Projeksiyonları.....	7-4
Tablo 7.4 Kuzey Ege Havzası İçme ve Kullanma Suyu .....	7-6
Tablo 7.5 Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB Su Tüketim Tahminleri.....	7-7
Tablo 7.6 Edremit KSS Su Tüketim Tahminleri.....	7-8
Tablo 7.7 Aliğa OSB Su Tüketim Tahminleri.....	7-9
Tablo 7.8 Petkim Su Tüketim Tahminleri.....	7-9
Tablo 7.9 Tüpraş Su Tüketim Tahminleri .....	7-10
Tablo 7.10 Bergama KSS Su Tüketim Tahminleri .....	7-10
Tablo 7.11 Kınık OSB Su Tüketim Tahminleri .....	7-11
Tablo 7.12 Dikili KSS Su Tüketim Tahminleri .....	7-11
Tablo 7.13 Kınık KSS Su Tüketim Tahminleri.....	7-11
Tablo 7.14 Soma OSB Su Tüketim Tahminleri .....	7-12
Tablo 7.15 Kuzey Ege Havzası Turizm Su Tüketim İhtiyaçları .....	7-13
Tablo 7.16 Kuzey Ege Havzası Gelecek Ekosistem Su İhtiyacı Değerleri.....	7-14
Tablo 8.1 Kuzey Ege Havzası Su Potansiyeli Projeksiyonları.....	8-3
Tablo 8.2 Kuzey Ege Master Plan Nihai Raporu'na Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri.....	8-6



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



Tablo 8.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri .....	8-6
Tablo 8.4 Su Bütçesi Metoduna Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri .....	8-7



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 6.1 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Edremit-Havran ve Güzelhisar Alt Havzaları Yağış ve Akım Zaman Serileri .....	6-6
Şekil 6.2 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları Yağış ve Akım Zaman Serileri .....	6-7
Şekil 6.3 İklim Projeksiyonu Veri Hücrelerinin (Grid) Havza Üzerindeki Dağılımı	6-8
Şekil 6.4 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Edremit-Havran ve Güzelhisar Alt Havzaları İklim Projeksiyonu Akış Zaman Serileri .....	6-11
Şekil 6.5 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları İklim Projeksiyonu Akış Zaman Serileri .....	6-12
Şekil 6.6 Aşağı Bakırçay Havzası 113 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-19
Şekil 6.7 Yukarı Bakırçay Havzası 2913 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-20
Şekil 6.8 Edremit-Havran Havzası 25155 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-21
Şekil 6.9 Edremit-Havran Havzası 6808/B nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-21
Şekil 6.10 Güzelhisar 19018 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-22
Şekil 6.11 Karınca Havzası 7074 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-23
Şekil 6.12 Madra Havzası 25564 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-24
Şekil 6.13 Madra havzası 49190 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-24
Şekil 6.14 Menderes Havzası 62678 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-25
Şekil 6.15 Tuzla Havzası 62676 nolu Kuyu Gözlemleri .....	6-26
Şekil 6.16 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Güzelhisar ve Edremit-Havran Alt Havzaları Yıllık Toplam YAS Potansiyeli Zaman Serileri .....	6-30
Şekil 6.17 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları Yıllık Toplam YAS Potansiyeli Zaman Serileri .....	6-31
Şekil 6.18 Kuzey Ege Havzası Su Bütçesi Hesaplanması .....	6-34
Şekil 7.1 Yıllara göre Aliğa OSB Su Tüketimi .....	7-8
Şekil 8.1 Kuzey Ege Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YÜS Ortalaması	8-4
Şekil 8.2 Kuzey Ege Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması	8-5



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



Şekil 8.3 Aşağı Bakırçay Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-12
Şekil 8.4 Yukarı Bakırçay Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-13
Şekil 8.5 Edremit-Havran Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-14
Şekil 8.6 Güzelhisar Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-15
Şekil 8.7 Karınca Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-16
Şekil 8.8 Madra Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-17
Şekil 8.9 Menderes Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-18
Şekil 8.10 Tuzla Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması .....	8-19



## TANIMLAR

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

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

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

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

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

**Havza Yönetimi Merkez Kurulu:** Havza Yönetim Heyetleri tarafından iletilen hususları görüşmek ve sonuca bağlamak, sonuca bağlanmayan hususları Su Yönetimi Koordinasyon Kuruluna iletmek, Su Yönetimi Koordinasyon Kurulunda alınan kararların havza ölçeğinde uygulanmasını sağlamak ve takibini yapmak üzere oluşturulan kurulu ifade eder.



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



**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.



## BÖLÜM 6

### HİDROLOJİK MODEL

#### 6.1. YÜZEY SUYU MODELLERİ

##### 6.1.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri

Kuzey Ege Havzası için hidrolojik modelleme çalışmaları dünya literatüründe benzer uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılan ve yarı-dağılımlı kavramsal bir model olan HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) (Bergström S. , 1976) ile gerçekleştirilmiştir. HBV modeli proje şartnamesinde belirtilen amaçlar doğrultusunda istenilenleri verebilecek düzeyde detaylı bir modeldir ve modelin çalışması için yeterli veriler mevcuttur. Kullanılan modelin özellikleri ve modelde kullanılan yöntemler ayrıntılı bir şekilde **EK-2.1**'de verilmiştir.

##### 6.1.2. Kalibrasyon ve Validasyon Çalışmaları

Hidrolojik süreçlerin modellenmesinde çalışma havzasının farklı koşullarına göre hidrolojik parametrelerin kalibre edilmeleri gerekmektedir. Farklı nedenlerden dolayı modelleme çalışmaları belirsizlik içerir ve bu belirsizlikleri azaltmak için model parametrelerinin davranışlarının ve hassasiyet analizlerinin çalışılması gerekmektedir. Kalibre edilmesi gereken model parametreleri model hassasiyet analizleri sonucunda belirlenirler. Hidrolojik model kalibrasyonu ve validasyonu sonuçlarının belirsizlik analizi ile desteklenmesi model sonuçlarının güvenilirliğinin anlaşılmasında fayda sağlar. Kalibrasyon ve validasyon çalışmaları sırasında kullanılan yöntemler **EK-2.1**'de açıklanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan modelin parametreleri ve parametrelerin alabilecekleri değer aralıkları **Tablo 6.1**'de gösterilmektedir. Değer aralıkları yaygınlıkla kullanılan aralıklar olmakla birlikte, çalışma yapılan bölgeye göre değişiklik gösterebilmektedir.

**Tablo 6.1 Çalışmada Kullanılan HBV Model Parametreleri**

Parametre	Açıklama	Başlangıç Değeri	Alt Limit	Üst Limit
<b>ECORR</b>	Buharlaşma-Terleme Düzeltme Faktörü	1	0.7	1.2
<b>RFCF</b>	Yağmur Düzeltme Faktörü	1	0.7	1.2
<b>SFCF</b>	Kar Düzeltme Faktörü	1	0.7	1.2
<b>TT</b>	Kar/Yağmur Sıcaklık Limiti	-0.5	-2	2
<b>TTI</b>	Kar ve Yağmur Karışımı için Sıcaklık Aralığı	1	0.5	3
<b>CFMAX</b>	Derece Gün Faktörü	1.6	0.3	2
<b>CFR</b>	Tekrar Donma Faktörü	0.05	0.02	0.2
<b>CWH</b>	Su Tutma Kapasitesi	0.01	0.0001	0.02
<b>TM</b>	Erime için Sıcaklık Limiti	-0.5	-5	3
<b>BETA</b>	Toprak Parametresi	3	1	5
<b>CFLUX</b>	Maksimum Kapılar Akım Değeri	0.5	0.1	2
<b>ETF</b>	Sıcaklık Düzeltme Faktörü	0	0	0.05
<b>FC</b>	Maksimum Toprak Nemi	100	75	150
<b>LP</b>	Potansiyel Buharlaşma-Terleme Limiti	0.8	0.1	0.9
<b>ALPHA</b>	Yanıt Modülü Parametresi	0	0	1
<b>K</b>	Düşüş Katsayısı	0.104	0	0.5
<b>K1</b>	Düşüş Katsayısı	0.025	0	0.1
<b>PERC</b>	Süzülme	0.5	0.2	6
<b>LIC</b>	Model Parametresi	1	0.2	2

### 6.1.3. Havza Yağış Akış İlişkisi

Havza yağış akış ilişkisinin belirlenmesi amacıyla HBV hidrolojik modeli kullanılarak alt havza bazında meteorolojik veriler ve doğallaştırılmış akış verileri kullanılarak akış simülasyonu hazırlanmıştır. Bu kapsamda alt havzalarda yer alan AGİ'lerden elde edilen aylık toplam akış verileri ile model çıktılarının kalibrasyonu ve validasyonu yapılmıştır. 1984-1999 yılları arasındaki 16 yıllık veri seti ile modelin kalibrasyonu yapılmış olup, 2000-2014 yılları arasındaki 15 yıllık veriler kullanılarak



modelin validasyonu yapılmıştır. HBV modeli günlük bazda çalıştığından elde edilen model sonuçları aylık toplam akış verilerine çevrildikten sonra kalibrasyon ve validasyon aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Model kalibrasyonu ve validasyon performansı NASH değeri ile hesaplanmıştır. NASH değeri model kalibrasyon ve validasyon çalışmalarında yaygınlıkla kullanılmakta birlikte, özellikle olay eksenli (event-based) çalışmalar için daha çok kullanılmaktadır. Doğallaştırılmış akım gözlem verilerinin yine gözlem sonucu elde edilen yağış verileri ile zamansal olarak tutarlılık göstermediği durumlar NASH değerinde azalmaya sebebiyet vermektedir. Modelin yağış, buharlaşma ve sıcaklık verilerini akışa çevirmek için kullandığı parametreler NASH değerine göre optimize edilmiştir. Bu sebeple yağış olmadığı dönemlerde gözlemlenmiş olan yüksek akım değerleri model tarafından oluşturulamamış ve bu dönemlere bağlı olarak uzun zaman serisinde gözlemlerle uyumlu sonuçlar gösteriyor olmasına rağmen düşük NASH değerleri verebilmektedir.

Tüm alt havzalara ait model performansları **Tablo 6.2**'de sunulmuştur. Alt havzalara ait model performansı ve model sonuçları detaylı olarak incelenmiştir.

**Tablo 6.2 Alt Havzalara Ait Model Performans İstatistikleri**

Althavza	Periyot	NASH	RMSE	Korelasyon	Std. Sap. (Model)	Std. Sap. (Gözlem)	Ort. Q (Model)	Ort. Q (Gözlem)
A.Bakırçay	Kalibrasyon	0.59	44.5	0.77	55.09	69.45	44.36	47.65
	Validasyon	0.21	47.4	0.62	55.12	53.39	38.04	41.9
Y.Bakırçay	Kalibrasyon	0.39	30.7	0.66	34.7	39.34	26.73	29.74
	Validasyon	0.51	31.3	0.72	33.14	44.67	23.61	29.72
Edremit-Havran	Kalibrasyon	0.23	21.5	0.57	21.39	24.51	17.45	15.3
	Validasyon	0.34	21.5	0.65	22.96	26.51	15.29	20.19
Güzelhisar	Kalibrasyon	0.32	10.5	0.6	9.29	12.77	10.08	8.17
	Validasyon	0.32	13.9	0.57	10.6	16.83	9.14	9.99
Karıncı	Kalibrasyon	0.48	9.34	0.72	12.03	12.95	9.53	9.19
	Validasyon	0.45	11.1	0.69	11.43	14.9	7.52	10.19
Madra	Kalibrasyon	0.6	9.95	0.78	14.32	15.71	9.11	10.06
	Validasyon	0.68	8.3	0.84	14.11	14.72	7.64	9.54
Menderes	Kalibrasyon	0.64	45.9	0.82	68.47	76.85	59.77	70.82
	Validasyon	0.08	67.6	0.53	68.48	70.72	61.87	59.13
Tuzla	Kalibrasyon	0.57	17.4	0.76	22.9	26.55	16	14.81
	Validasyon	0.48	19.9	0.7	21.92	27.69	15.56	15.22



### 6.1.3.1. Alt Havzalar

Model performansının kalibrasyon ve validasyon dönemleri için NASH değerleri alt havzalar için hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda validasyon dönemindeki NASH değerinin düşük olmasının nedeni olarak, yağış olmayan dönemde gözlemlenmiş olan yüksek akış değeri ve bunun yanı sıra yağış olan dönemde modelin hesapladığı akışın gözlemlerde bulunmaması örnek verilebilir.

Aylık akım değerlerinin toplanmasıyla yıllık ortalama akım verileri elde edildikten sonra bu ortalama değer kullanılarak alt havza için yüzey suyu potansiyeli (A) olarak hesaplanmıştır.

$$D \text{ (yeraltı suyu)} = C \text{ (toplam yağış)} - B \text{ (gerçek buharlaşma)} - A \text{ (yüzey suyu)}$$

Aşağı Bakırçay alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 503,22 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanmasıyla elde edilen değer 494,4 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 1043,1 hm<sup>3</sup>lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre A.Bakırçay alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 45,48 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

Yukarı Bakırçay alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 449,58 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanmasıyla elde edilen değer 302,04 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 879,78 hm<sup>3</sup>lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Y.Bakırçay alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 128,16 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

Edremit-Havran alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 400,44 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanmasıyla elde edilen değer 196,44 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 676,74 hm<sup>3</sup>lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Edremit-Havran alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 79,86 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.



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



Güzelhisar alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 212,4 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanılmasıyla elde edilen değer 115,32 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 366 hm<sup>3</sup>'lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Güzelhisar alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 38,28 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

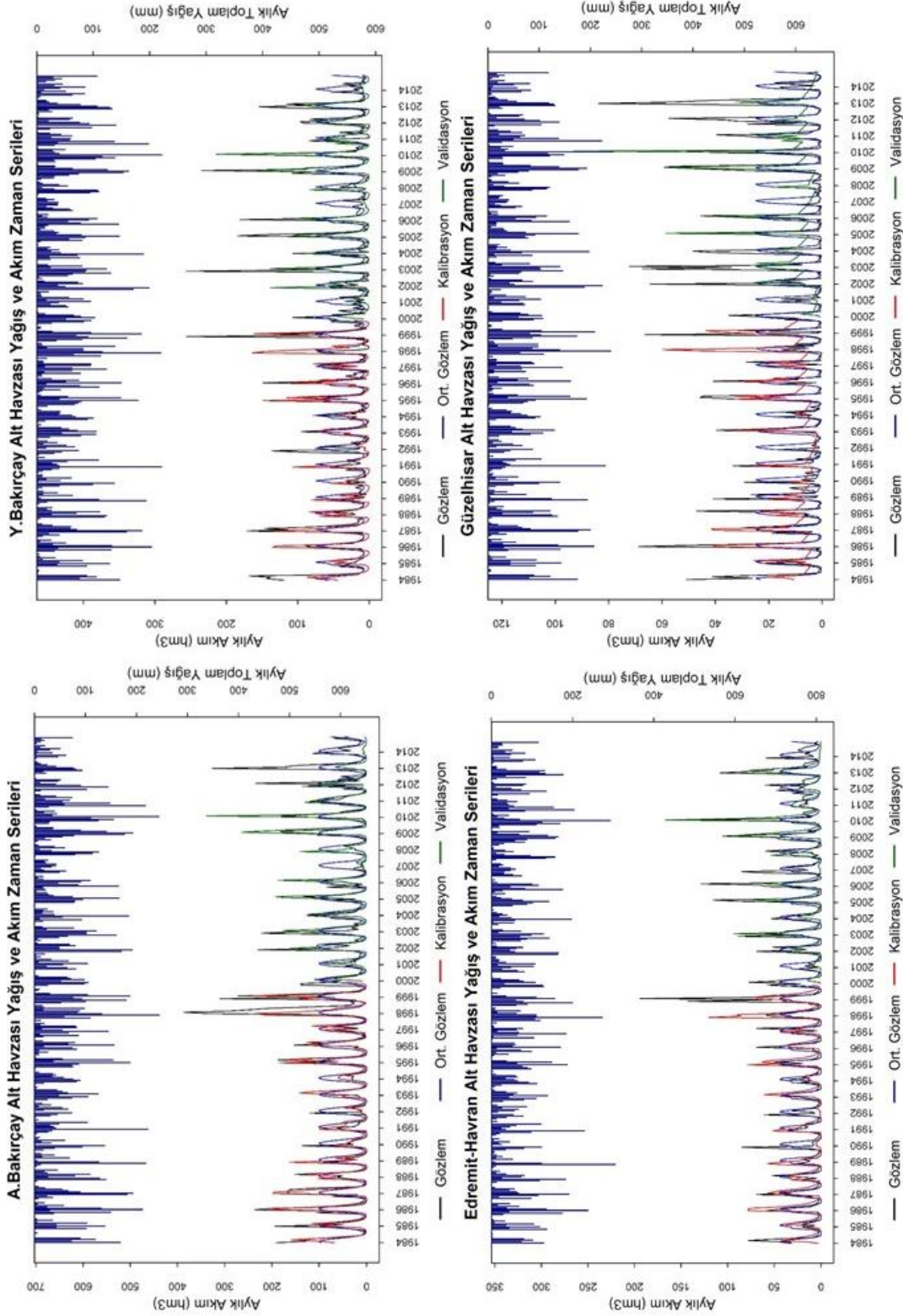
Karınca alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 157,98 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanılmasıyla elde edilen değer 102,3 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 284,58 hm<sup>3</sup>'lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Karınca alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 24,3 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

Madra alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 223,38 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanılmasıyla elde edilen değer 100,5 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 346,32 hm<sup>3</sup>'lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Madra alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 22,44 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

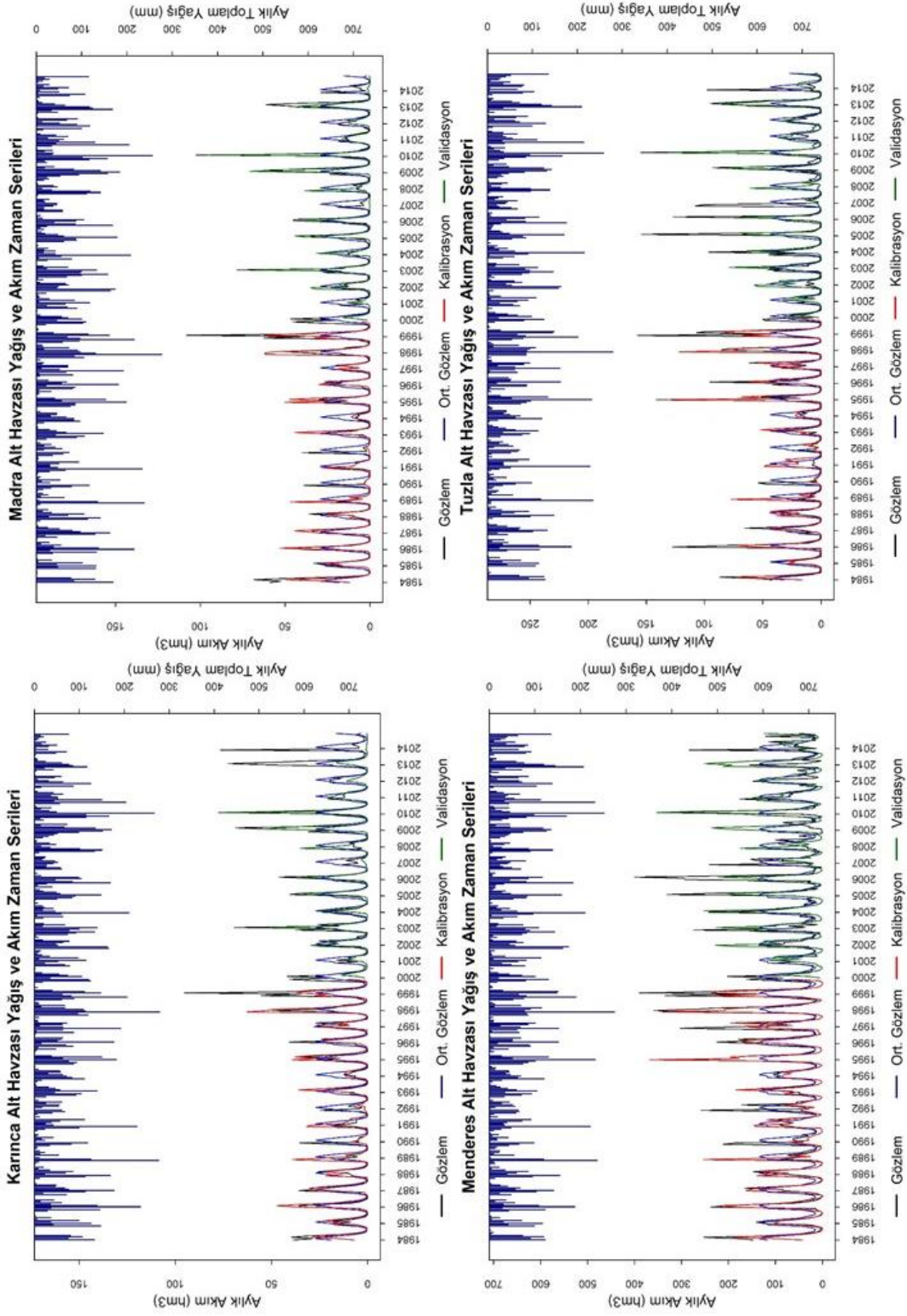
Menderes alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla, model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 411,66 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanılmasıyla elde edilen değer 729,84 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 1145,82 hm<sup>3</sup>'lük değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Menderes alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 4,32 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Tuzla alt havzasının yeraltı suyu potansiyelinin hesaplanması amacıyla model çıktısı olan gerçek buharlaşma değeri 230,82 hm<sup>3</sup> (B) ile yüzey akış değerleri toplanılmasıyla elde edilen değer 189,36 hm<sup>3</sup> (A) alt havzaya düşen toplam yağıştan olan 452,64 hm<sup>3</sup>'lük (C) değerden çıkarılması ile elde edilmiştir. Buna göre Tuzla alt havzasının yeraltı suyu potansiyeli 32,46 hm<sup>3</sup> (D) olarak hesaplanmıştır.

Kuzey Ege Havzası alt havzalarına ait HBV model simülasyonundan elde edilen sonuçlara göre hazırlanmış olan Yağış Akış grafikleri **Şekil 6.1** ve **Şekil 6.2**'de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Edremit-Havran ve Güzelhisar Alt Havzaları Yağış ve Akım Zaman Serileri

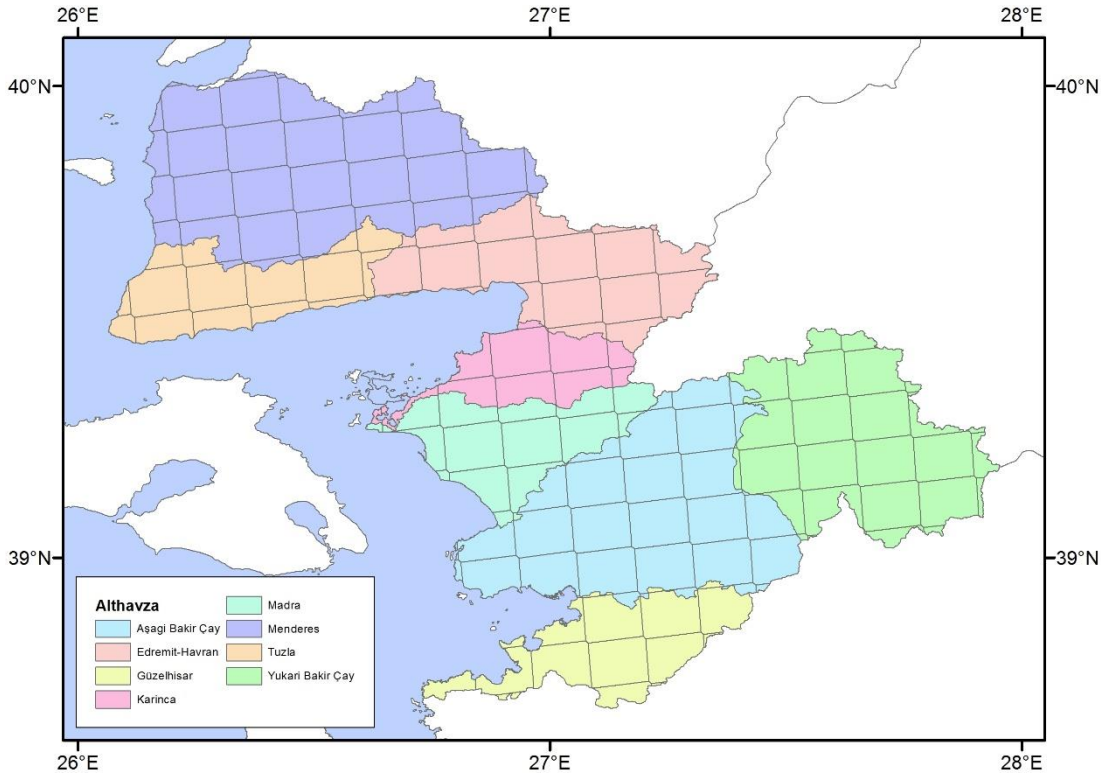


Şekil 6.2 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları Yağış ve Akım Zaman Serileri

#### 6.1.4. YüzeY Su Potansiyelindeki İklim Değişikliği Etkileri Belirlenmesi (Projeksiyonlar)

YüzeY su potansiyelindeki iklim değişikliği etkileri belirlenmesi amacıyla iklim projeksiyonundan elde edilen yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri HBV modeline girdi olarak verilerek gelecek akışları elde edilmiştir. Buharlaşma verileri Thornthwaite yöntemi ile elde edilmiştir.

Projeksiyon verileri alt havza alanı içinde kalan veri hücrelerinin (gridlerin) ortalaması alınarak hesaplanmıştır. İklim projeksiyonu veri hücrelerinin havza üzerindeki dağılımı Şekil 6.3'te verilmiştir. Her bir alt havza içinde yer alan gridlerin ağırlıklı ortalaması alınarak o alt havzaya ait değerler (sıcaklık, yağış) elde edilmiştir.



Şekil 6.3 İklim Projeksiyonu Veri Hücrelerinin (Grid) Havza Üzerindeki Dağılımı

Toplamda 3 model (HADGEM, MPI, CRNM) ve her model için 2 farklı senaryo (RCP4.5, RCP8.5) ile çalıştırılan model ile 6 farklı gelecek akışları hesaplanmıştır. Alt havza bazında yapılan bu çalışmada HBV modeli **Bölüm 6.1.3**'te belirtilmiş olan kalibrasyon döneminde hesaplanan parametreler ile çalıştırılmıştır.

#### 6.1.4.1. Alt Havzalar

Yapılan çalışmada 6 farklı zaman serilerinden yıllık akış değerleri bulunmuştur. Her bir projeksiyona ait akış sonuçlarının detaylı olarak incelenmesi amacıyla 2018-2050, 2051-2075 ve 2076-2098 yılları arası seçilerek 3 periyot incelenmiştir. Bu periyotlara ait detaylar **Tablo 6.3** üzerinde verilmiştir.

**Tablo 6.3 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Seçilen Dönemlere ait İklim Projeksiyonu Akış Değerleri (hm<sup>3</sup>)**

Althavza		2018 - 2050			2051 - 2075			2076 - 2098		
		Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Aşağı Bakırçay	HADGEM-RCP4.5	291	1392	692	181	898	482	271	884	631
	HADGEM-RCP8.5	218	1002	630	95	835	455	162	979	496
	MPI-RCP4.5	189	1056	482	183	1064	517	229	933	531
	MPI-RCP8.5	98	927	557	227	818	474	125	510	345
	CRNM-RCP4.5	211	1077	509	247	822	471	170	841	451
	CRNM-RCP8.5	230	824	539	202	918	499	324	1058	530
	ORTALAMA	206	1046	568	189	892	483	213	868	497
Yukarı Bakırçay	HADGEM-RCP4.5	127	874	391	90	442	238	142	512	333
	HADGEM-RCP8.5	136	555	327	39	467	238	57	550	240
	MPI-RCP4.5	65	525	254	75	508	264	99	617	282
	MPI-RCP8.5	33	606	308	72	539	258	53	331	175
	CRNM-RCP4.5	92	568	259	59	374	205	51	324	194
	CRNM-RCP8.5	96	483	267	62	457	238	104	574	251
	ORTALAMA	92	602	301	66	465	240	84	485	246
Edremit - Havran	HADGEM-RCP4.5	44	636	280	31	312	159	14	407	231
	HADGEM-RCP8.5	45	429	235	5	378	163	15	464	154
	MPI-RCP4.5	9	411	166	9	388	188	24	444	186
	MPI-RCP8.5	13	420	208	9	384	160	2	243	98
	CRNM-RCP4.5	27	380	166	11	284	140	5	293	130
	CRNM-RCP8.5	16	357	189	5	309	154	35	310	153
	ORTALAMA	26	439	207	12	343	161	16	360	159

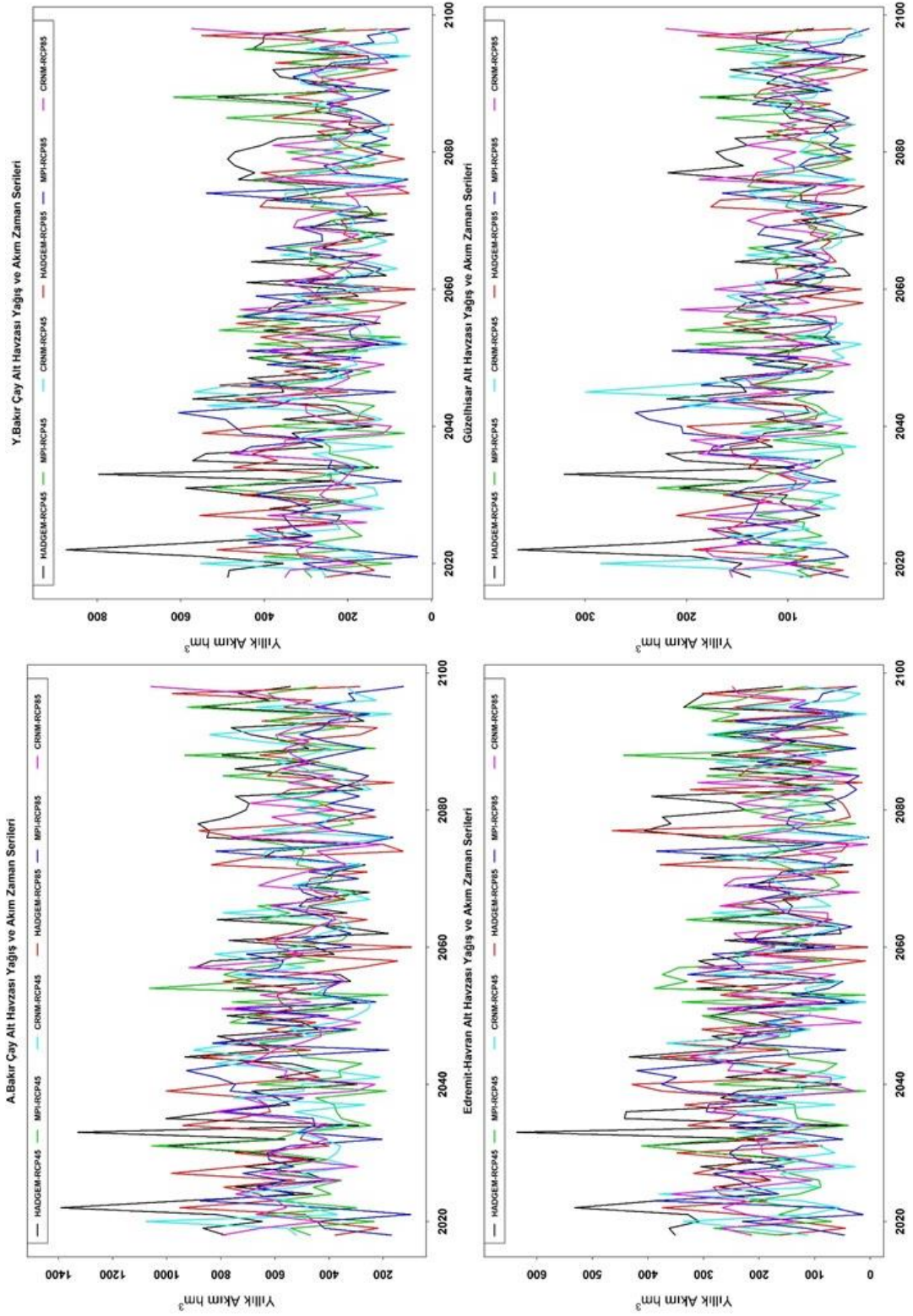


T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI  
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

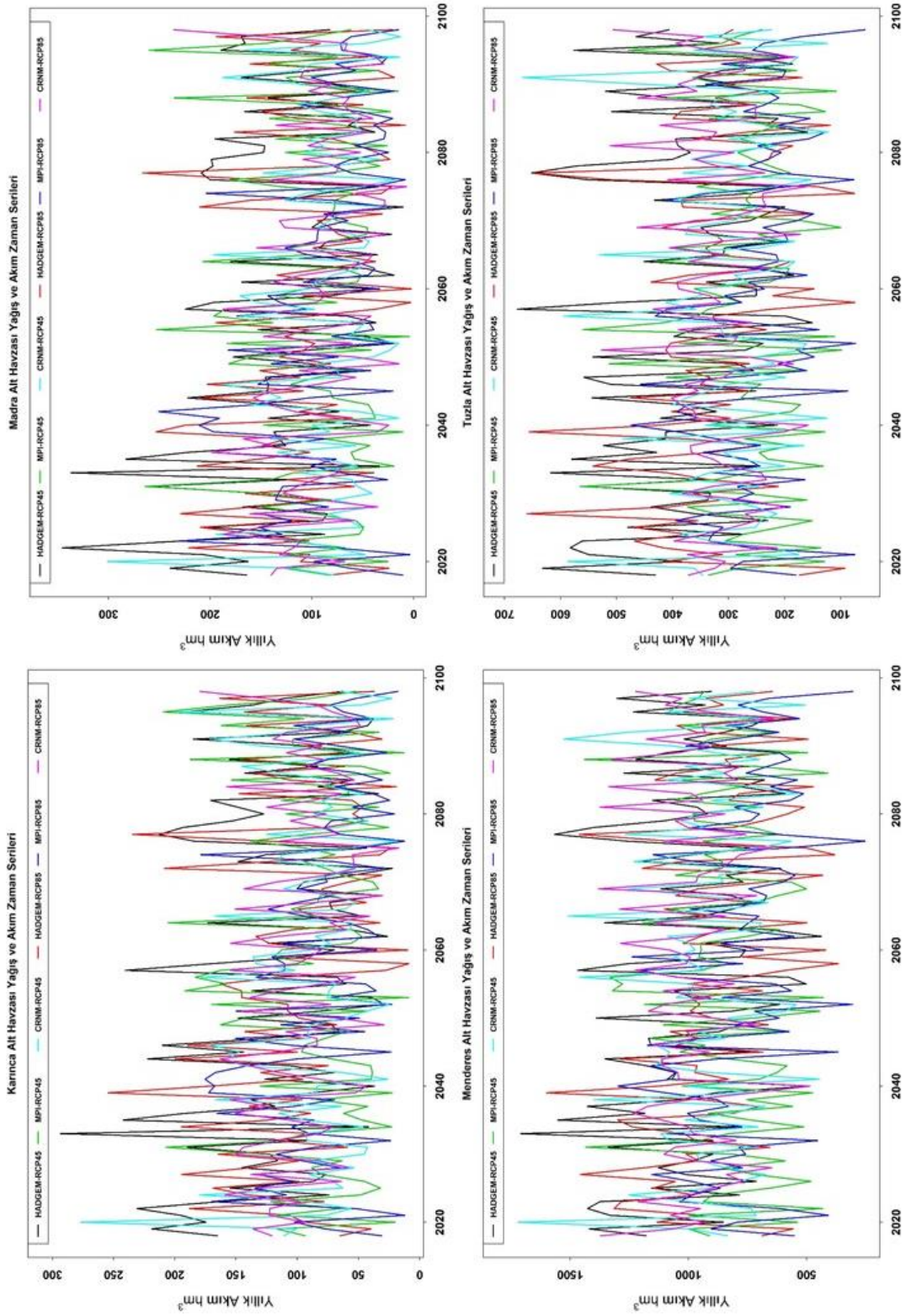


Althavza		2018 - 2050			2051 - 2075			2076 - 2098		
		Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Güzelhisar	HADGEM-RCP4.5	65	367	148	22	154	80	24	219	116
	HADGEM-RCP8.5	45	210	124	25	176	86	22	189	87
	MPI-RCP4.5	41	229	94	51	201	105	34	186	96
	MPI-RCP8.5	40	251	128	46	214	96	20	135	67
	CRNM-RCP4.5	33	300	110	28	160	87	27	158	81
	CRNM-RCP8.5	38	196	123	41	206	94	45	220	102
	<b>ORTALAMA</b>	<b>44</b>	<b>259</b>	<b>121</b>	<b>35</b>	<b>185</b>	<b>91</b>	<b>29</b>	<b>184</b>	<b>92</b>
Karınca	HADGEM-RCP4.5	37	293	141	22	240	87	34	212	118
	HADGEM-RCP8.5	40	255	124	9	208	88	19	234	91
	MPI-RCP4.5	20	207	81	9	206	97	13	210	92
	MPI-RCP8.5	12	175	101	23	179	82	12	103	56
	CRNM-RCP4.5	26	277	98	25	178	86	18	198	83
	CRNM-RCP8.5	29	163	106	17	155	90	48	179	93
	<b>ORTALAMA</b>	<b>27</b>	<b>228</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>194</b>	<b>88</b>	<b>24</b>	<b>190</b>	<b>89</b>
Madra	HADGEM-RCP4.5	34	345	159	10	224	86	25	209	126
	HADGEM-RCP8.5	24	253	135	2	210	86	8	266	96
	MPI-RCP4.5	10	264	92	4	253	104	15	260	100
	MPI-RCP8.5	4	251	118	23	204	89	8	111	53
	CRNM-RCP4.5	15	301	96	15	197	84	13	188	81
	CRNM-RCP8.5	14	198	106	7	187	84	29	236	89
	<b>ORTALAMA</b>	<b>17</b>	<b>269</b>	<b>118</b>	<b>10</b>	<b>213</b>	<b>89</b>	<b>16</b>	<b>212</b>	<b>91</b>
Menderes	HADGEM-RCP4.5	491	1709	1102	438	1469	870	590	1566	1010
	HADGEM-RCP8.5	558	1600	1014	366	1195	795	471	1462	829
	MPI-RCP4.5	433	1435	797	430	1332	881	409	1440	872
	MPI-RCP8.5	366	1299	865	306	1239	769	253	1011	662
	CRNM-RCP4.5	445	1720	934	544	1508	947	505	1526	902
	CRNM-RCP8.5	486	1373	981	647	1380	996	641	1375	1002
	<b>ORTALAMA</b>	<b>463</b>	<b>1523</b>	<b>949</b>	<b>455</b>	<b>1354</b>	<b>877</b>	<b>478</b>	<b>1397</b>	<b>880</b>
Tuzla	HADGEM-RCP4.5	213	632	424	150	677	305	159	652	383
	HADGEM-RCP8.5	92	660	372	74	438	285	118	648	312
	MPI-RCP4.5	128	565	263	98	560	286	108	480	262
	MPI-RCP8.5	74	474	282	73	431	247	56	341	209
	CRNM-RCP4.5	124	587	296	161	594	309	122	668	291
	CRNM-RCP8.5	158	402	306	160	527	322	182	512	340
	<b>ORTALAMA</b>	<b>131</b>	<b>553</b>	<b>324</b>	<b>119</b>	<b>538</b>	<b>292</b>	<b>124</b>	<b>550</b>	<b>299</b>

Her bir alt havzaya ait iklim projeksiyon verileri kullanılarak hazırlanmış olan akış zaman serileri Şekil 6.4 ve Şekil 6.5'te detaylı olarak sunulmuştur. Genel olarak tüm alt havzalarda gelecek yüzey suyu potansiyellerinin düşüş eğimi gösterdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 6.4 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Edremit-Havran ve Güzelhisar Alt Havzaları İklim Projeksiyonu Akış Zaman Serileri



Şekil 6.5 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları İklim Projeksiyonu Akış Zaman Serileri



## **6.2. YERALTI SUYU MODELLERİ**

### **6.2.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri**

Kuzey Ege Havzası Yeraltı suyu modellemesi için HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) (Bergström S. , 1976) modeli yerüstü suyu modellemesi ile bütünleşik olarak kullanılmakta olup bu modelin özellikleri ve seçilme gerekçeleri **EK-2.1** üzerinde detaylı olarak sunulmuştur.

#### **6.2.1.1. Seçilen Modelde Kullanılan Yöntemler**

Yeraltı suyu modellemesi için HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning) (Bergström S. , 1976) modeli yerüstü suyu modellemesi ile bütünleşik olarak kullanılmakta olup bu modelin içinde kullanılan modüller ve yöntemleri detaylı olarak **EK-2.1** üzerinde sunulmuştur.

### **6.2.2. Akifer Parametrelerinin Belirlenmesi**

Akiferlerin besleniminde yağış, sıcaklık, buharlaşma-terleme kayıpları gibi meteorolojik etkenler ile akiferin yayılımı alanı ve kalınlığı, jeolojik konumu, litolojik ve yapısal özellikleri, topografya, toprak ve bitki örtüsü gibi özellikler etkilidir. Bir akiferden sürekli olarak güvenle çekilebilecek azami yeraltı suyu miktarının belirlenmesinde öncelikle bu özelliklerin bilinmesi gerekmektedir (Apaydın 1997). YAS alt havzalarının yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır.

Akiferlerin litolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan ve önceki çalışmalarda yapılan pompaj deneylerine ait ayrıntılı bilgi **EK-2.1** üzerinde verilmiştir.

### **6.2.3. YAS Beslenme ve Boşalma Hesapları**

YAS alt havzaların yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile hesaplanmıştır.



### 6.2.3.1. Hidrolojik zemin sınıflandırması

Bu çalışmada daha önce bölgede yapılmış olan çalışmalar baz alınmıştır. Havzada yer alan jeolojik birimlerin yapısal ve litolojik özellikleri dikkate alınarak hidrojeolojik özellikleri tanımlanmıştır. Bu çalışmalar kapsamında hazırlanmış olan hidrojeoloji haritasından (**Şekil 2.27**) yararlanılarak havzanın yeraltı suyu potansiyeli litolojik süzülme katsayılarıyla alt havza bazında hesaplanmıştır.

Kuzey Ege Havzası'nda yer alan jeolojik birimler hidrojeolojik yönden değerlendirilerek geçirimsizlik ve akifer olma özelliklerine göre sınıflandırılmış olup havzaya ait hidrojeolojik özelliklerin anlatıldığı **Bölüm 2.4**'te detaylı olarak verilmiştir.

### 6.2.3.2. Beslenme

#### 6.2.3.2.1. Yağış Beslenmesi

Alt havzada yer alan jeolojik birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak kabul edilen yağışlardan beslenme değerleri alt havza bazında **EK-2.1**'de verilmiştir.

#### 6.2.3.2.2. İç Beslenme

İç Beslenme havzanın tüm bölümlerinde neojen yaşlı karasal çökellerden içe akışla beslenme ve alüvyon akifer içinden geçen derelerden süzülme yolu ile olmaktadır. Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ise geçirimli ve karstik olmakla birlikte, topografik olarak yüksek eğimlere sahip olduklarından killi siltli-alüvyon akifere içe akış ile beslenimi olmaktadır. Neojen yaşlı karasal çökel formasyonları daha alt kotta ve deniz kenarında çökelmiş Kuvaterner yaşlı alüvyonları içe akışla beslemektedirler (DSİ, 2016).



### **6.2.3.3. Boşalma**

#### **6.2.3.3.1. Doğal Boşalma**

Havzanın Güzelhisar alt havzasında bulunan akiferlerin doğal boşalımı büyük oranda denize içe akışla olmaktadır.

Aşağı Bakırçay alt havzasında YAS akım yönü genellikle membadan mansaba ve yamaçlardan Bakırçay yatağına doğrudur. Akiferin doğal boşalımı akarsulara boşalım gerçekleşmektedir. Alt havzanın güney ve güney-doğusunda farklı yerlerde metamorfik şistler üzerinde yer alan Mesozoyik yaşlı kireçtaşları da akifer özellikli olmakla birlikte sularını kaynaklar vasıtası ile boşaltırlar (DSİ, 2016).

Yukarı Bakırçay alt havzasında YAS akım yönü genellikle membadan mansaba ve yamaçlardan Bakırçay yatağına doğrudur. Akifer membasında Sevişler Barajı'nın beslenme bölgesindedir. Akiferin doğal boşalımı akarsulara boşalım gerçekleşmektedir. Bununla birlikte alt havzada volkanikler, Paleozoyik yaşlı mermer ve Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarında su temin amaçlı açılmış sondaj kuyu bilgisine rastlanılmamıştır. Büyük olasılıkla bu birimler yüksek kotlarda yer aldığından depoladıkları suları kaynaklar vasıtası ile boşaltmaktadırlar. Kırkağaç kesiminde akifer potansiyeline sahip kayalar; Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Mesozoyik yaşlı kireçtaşları yükselteleri teşkil ettiğinden daha çok depoladıkları suları kaynaklar vasıtası ile boşaltmaktadırlar. Akiferden doğal boşalım genellikle mansaba doğru içe akışla dere yataklarına olmaktadır (DSİ, 2016).

Madra alt havzasının güney batı kesiminde kalan alüvyon akiferin doğal boşalımı denize içe akış yolu ile gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Karınca alt havzası alüvyon akiferin doğal boşalımı denize içe akış yolu ile gerçekleşmektedir. Ege Denizi kıyısında yer alan alüvyon akiferden denize boşalım, YAS seviyesinin 2,0 m derinliğe kadar olduğu alanlarda terleme-buharlaşıma yolu ile olmaktadır (DSİ, 2016).



Edremit-Havran alt havzasında akiferlerin doğal boşalımı denize içe akış yolu ile gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Tuzla alt havzasında doğal boşalım Ege Denizi kıyısında yer alan alüvyon akiferden denize boşalım, Ayvacık alüvyon akiferinde ise dereye boşalım şeklinde gerçekleşmektedir. Bununla birlikte YAS seviyeleri yüzeye çok yakın olduğundan (0,60-1,80 m) buharlaşma-terleme yolu ile de boşalimler gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Menderes alt havzasında doğal boşalım; denize boşalım ve çok az da olsa YAS seviyesinin 2,0 m olduğu yerlere kadar buharlaşma-terleme yolu ile olmaktadır (DSİ, 2016).

#### **6.2.3.3.2. Yapay Boşalma**

Havzanın Güzelhisar alt havzasında bulunan akiferlerin yapay boşalımı yapay boşalımı çok az miktarda sondaj kuyularından çekimle olmaktadır (DSİ, 2016).

Aşağı Bakırçay alt havzasında YAS akım yönü genellikle membadan mansaba ve yamaçlardan Bakırçay yatağına doğrudur. Akiferin yapay boşalımı sondaj kuyularından çekimle gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Yukarı Bakırçay alt havzasında sadece andezitlerde açılmış çok az sayıda YAS kullanma belgeli sondaj kuyusu mevcuttur. Akiferden yapay boşalım bu sondaj kuyularından çekimle olmaktadır (DSİ, 2016).

Madra alt havzasının güney batı kesiminde kalan akiferin yapay boşalımı az miktarda açılmış olan sondaj kuyuları yolu ile gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Karınca alt havzası alüvyon akiferin yapay boşalımı açılmış sondaj kuyularından çekim ile gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).

Edremit-Havran alt havzasında akiferlerin yapay boşalımı açılmış sondaj kuyularından çekim ile gerçekleşmektedir (DSİ, 2016).



Tuzla alt havzasında yapay boşalım büyük oranda açılmış sondaj kuyularından çekim ile gerçekleştirilmektedir (DSİ, 2016).

Menderes alt havzasında yapay boşalım büyük oranda açılmış sondaj kuyularından çekim ile gerçekleştirilmektedir (DSİ, 2016).

#### **6.2.3.3.3. Emniyetli YAS Potansiyeli ve Pompaj Kuyu Adetleri**

Havza genelinde akifer kayaların litolojik olarak ince taneli malzemeden oluşması ve gerekse denize boşalımları dikkate alınarak YAS besleniminin % 80 oranında yıllık emniyetli YAS rezervinin alınması uygun görülmüştür. Bu durumda:

**Tablo 6.4 Alt Havzaların Yıllık Emniyetli YAS Potansiyelleri**

<b>Alt Havza</b>	<b>YAS Beslenimi (hm<sup>3</sup>/yıl)</b>	<b>Emniyet Faktörü</b>	<b>Yıllık Emniyetli YAS Potansiyeli (hm<sup>3</sup>/yıl)</b>
Güzelhisar	50,32	0,8	40,26
Aşağı Bakırçay	155,68		124,55
Yukarı Bakırçay	113,56		90,85
Madra	35,98		28,78
Karınca	30,92		24,75
Edremit-Havran	81,65		65,32
Tuzla	40,04		32,03
Menderes	90,32		72,26



DSİ tarafından havzada açılmış çok sayıda su temin amaçlı sondaj kuyusu haricinde kamu-kuruluş ve kişiler tarafından farklı amaçlarda (içme-kullanma, sulama, sanayi vb.) açılmış çok sayıda YAS kullanma belgeli sondaj kuyusu da mevcuttur. Dağılımlar **Tablo 6.5** üzerinde verilmiştir.

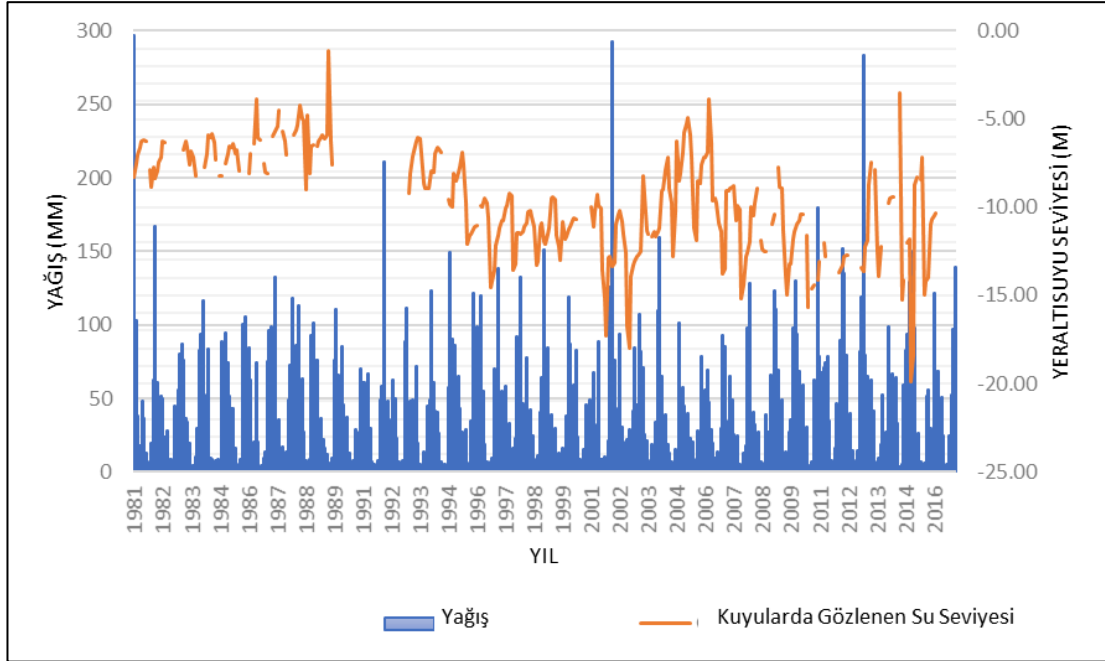
**Tablo 6.5 Kuzey Ege Havzası Kuyu Adetleri**

YAS ALT HAVZA ADI	DSİ KUYULARI	YAS BELGELİ/DİĞER KUYULAR	TOPLAM
Güzelhisar	5	143	148
Aşağı Bakırçay	42	17	59
Yukarı Bakırçay	25	8	33
Madra	14	3	17
Karınca	13	431	444
Edremit Havran	156	1383	1539
Tuzla	6	190	196
Menderes	2	472	474

## 6.2.4. YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

### 6.2.4.1. Aşağı Bakırçay YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

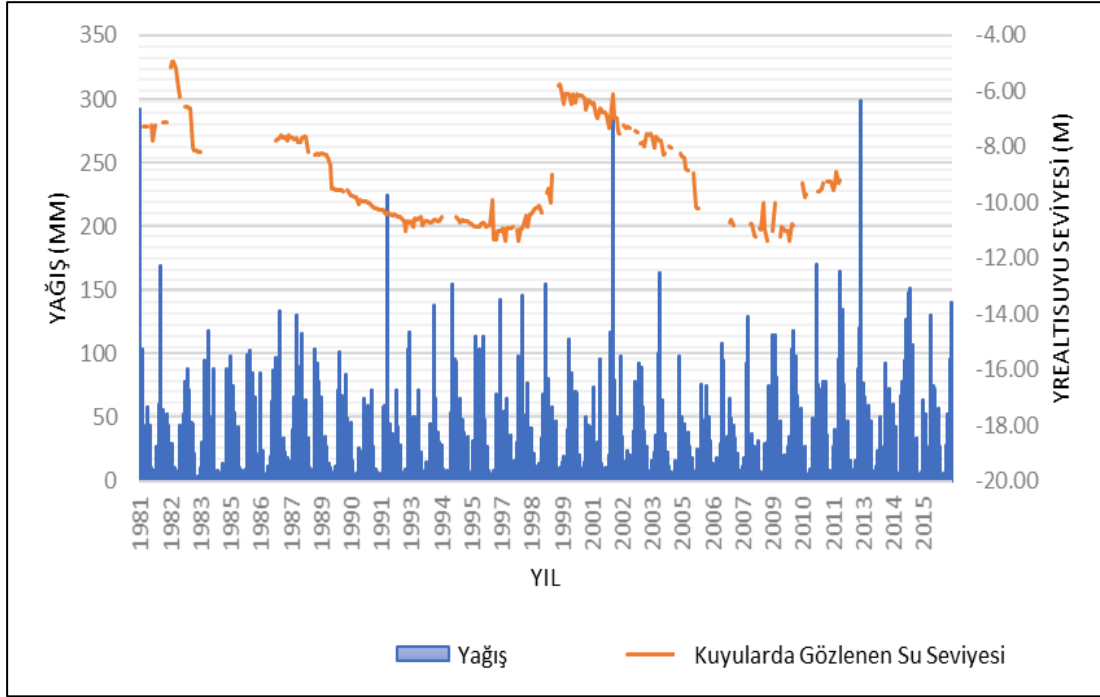
Aşağı Bakırçay alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.6** bu gözlemleri özetlemektedir. Ölçümler, Aşağı Bakırçay alt havzasında mevsimsel beslenme ve boşalımın yanı sıra, 1990 yılları öncesi ve 2000 yılları sonrası gözlemleri karşılaştırıldığında, kuyu rasatlarında yaklaşık olarak 5,00m 'lik bir düşüş görülmektedir.



Şekil 6.6 Aşağı Bakırçay Havzası 113 nolu Kuyu Gözlemleri

#### 6.2.4.2. Yukarı Bakırçay YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

Yukarı Bakırçay alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. Şekil 6.7 bu gözlemleri özetlemektedir.

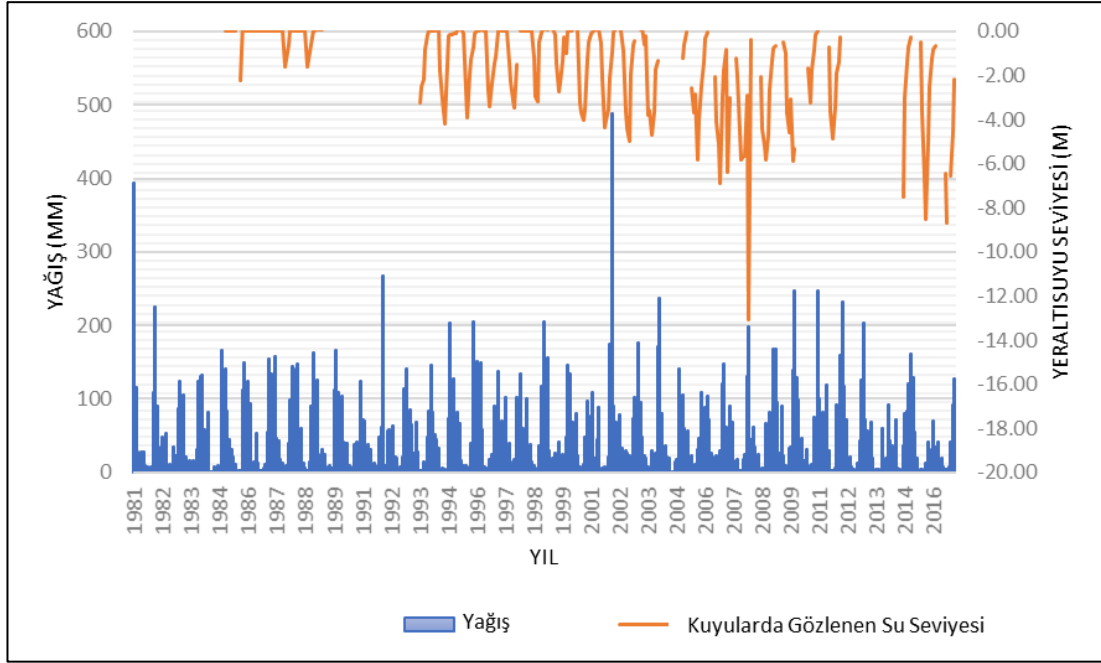


**Şekil 6.7 Yukarı Bakırçay Havzası 2913 nolu Kuyu Gözlemleri**

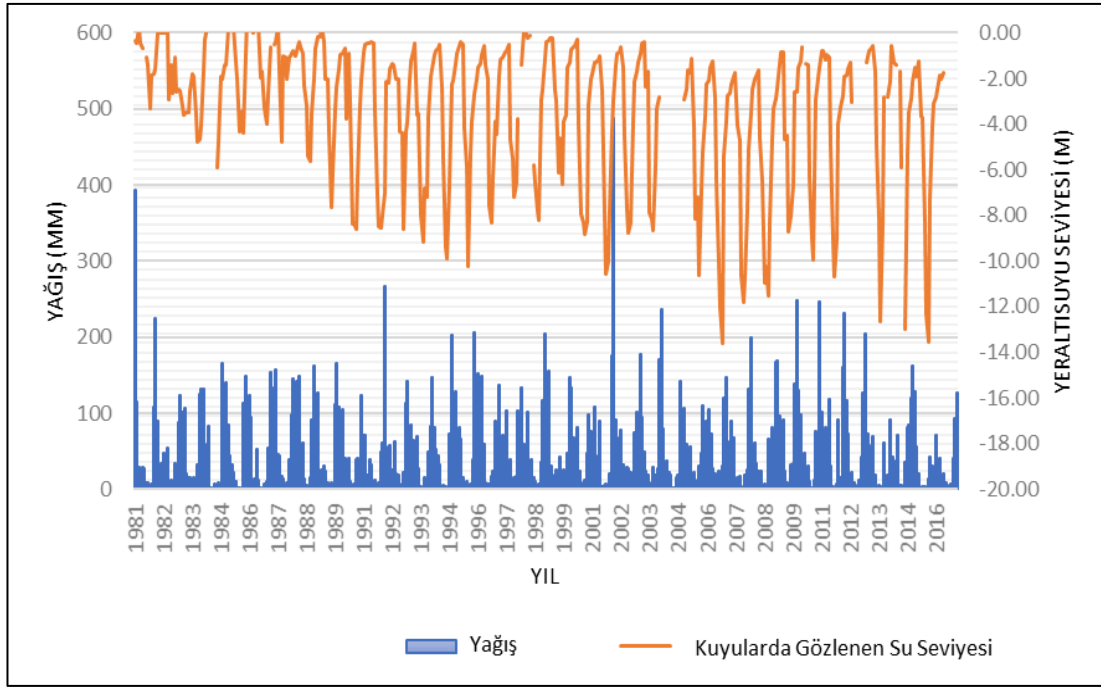
Ölçümler, Yukarı Bakırçay alt havzasında mevsimsel beslenme ve boşalmaların yanı sıra 2000 yılından bu yana yapılan aşırı çekimler ve bu çekimlerin artmasından dolayı yeraltı suyu rezervlerinde gözle görülür bir seviye düşüşünü işaret etmektedir.

#### **6.2.4.3. Edremit-Havran YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması**

Edremit-Havran alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.8** ve **Şekil 6.9** bu gözlemleri özetlemektedir. Ölçümler, Edremit-Havran alt havzasında mevsimsel beslenme ve boşalmaların dışında kuyu rasatlarında kayda değer bir değişim olmadığını göstermektedir.



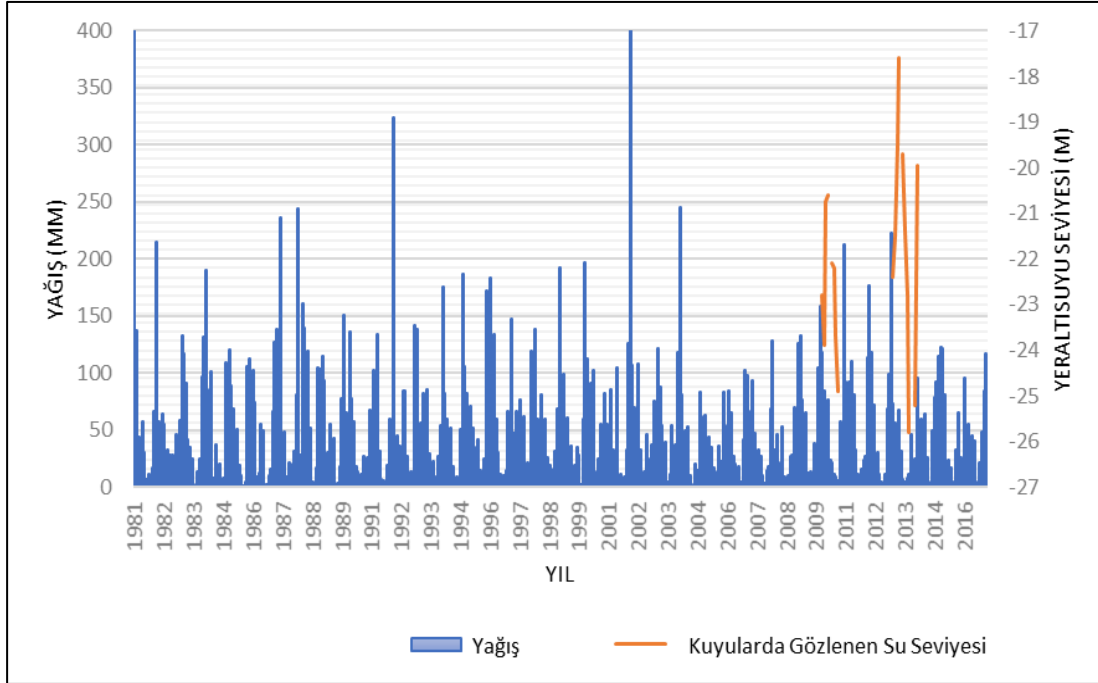
Şekil 6.8 Edremit-Havran Havzası 25155 nolu Kuyu Gözlemleri



Şekil 6.9 Edremit-Havran Havzası 6808/B nolu Kuyu Gözlemleri

#### 6.2.4.4. Güzelhisar YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

Bu bölümde 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.10** bu gözlemleri özetlemektedir. Güzelhisar alt havzasına ait 2010 yılı öncesi veri bulunmamaktadır. Son yıllara ait gözlemler yeraltı suyunda mevsimsel artım ve azalışları göstermektedir.

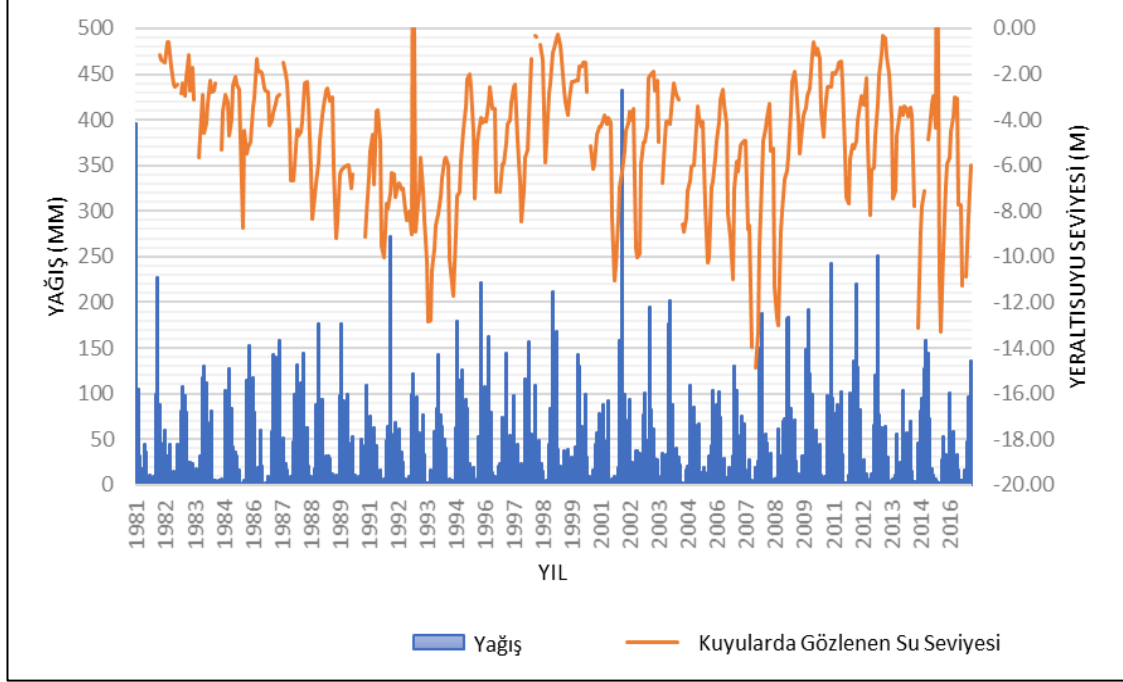


**Şekil 6.10 Güzelhisar 1918 nolu Kuyu Gözlemleri**

#### 6.2.4.5. Karınca YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

Karınca alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.11** bu gözlemleri özetlemektedir. Ölçümler,

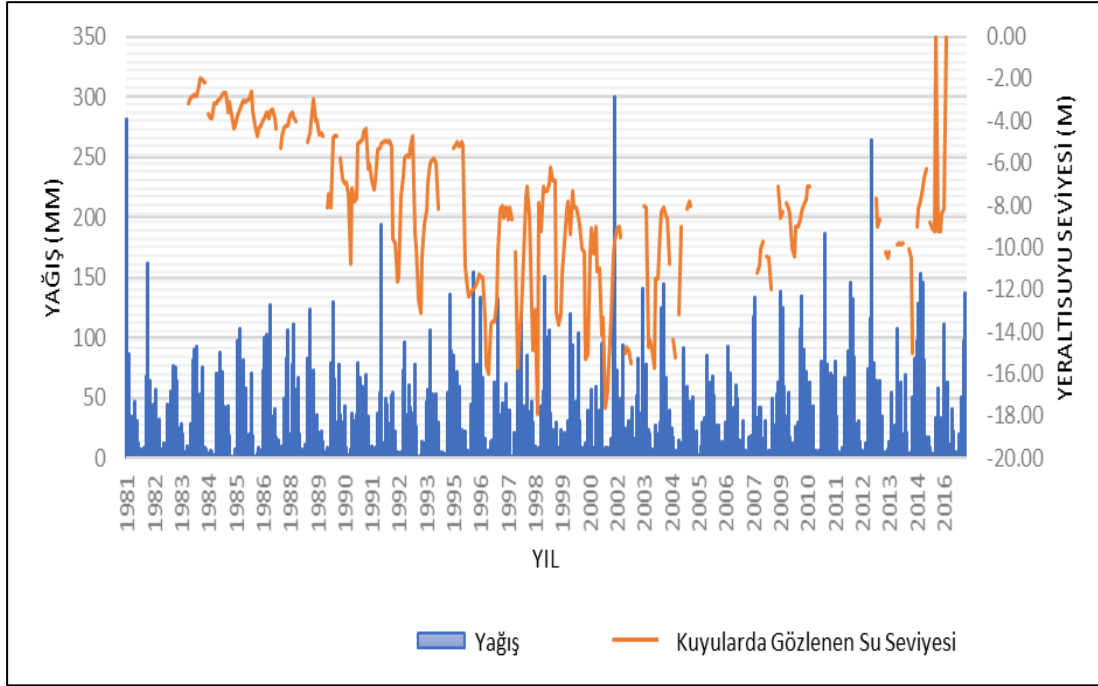
Karınca alt havzasında mevsimsel beslenme ve boşalmaların dışında kuyu rasatlarında kayda değer bir değişim olmadığını göstermektedir.



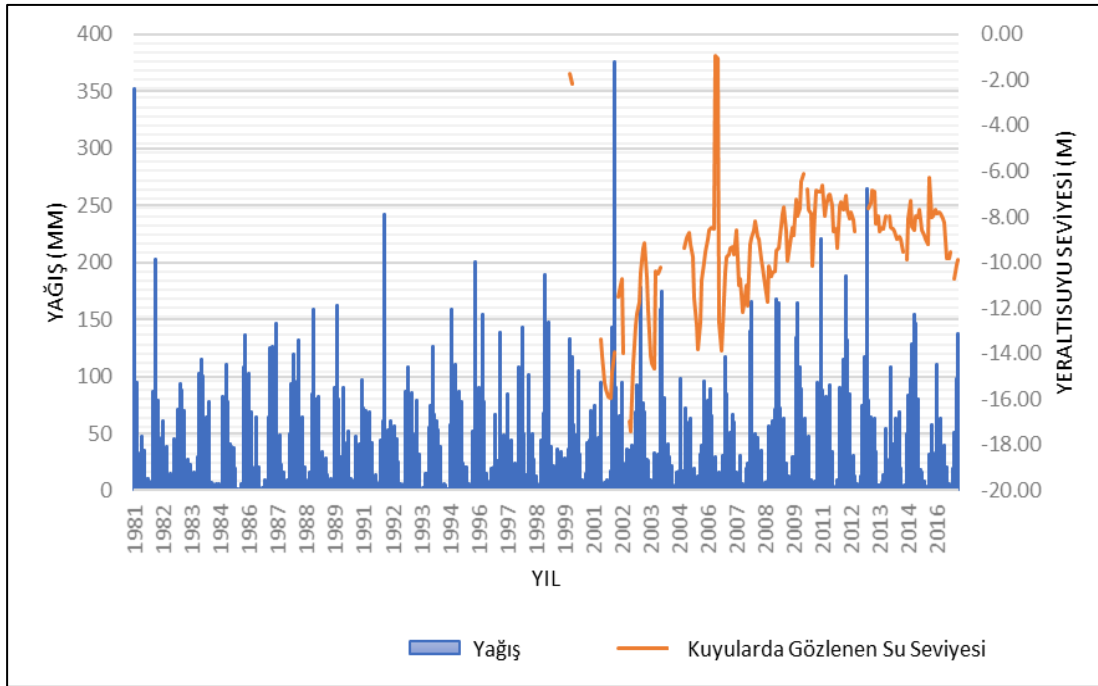
**Şekil 6.11 Karınca Havzası 7074 nolu Kuyu Gözlemleri**

#### 6.2.4.6. Madra YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

Madra alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.12** ve **Şekil 6.13** bu gözlemleri özetlemektedir. Ölçümler, Madra alt havzasında mevsimsel beslenme ve boşalmaların dışında kuyu rasatlarında kayda değer bir değişim olmadığını göstermektedir.



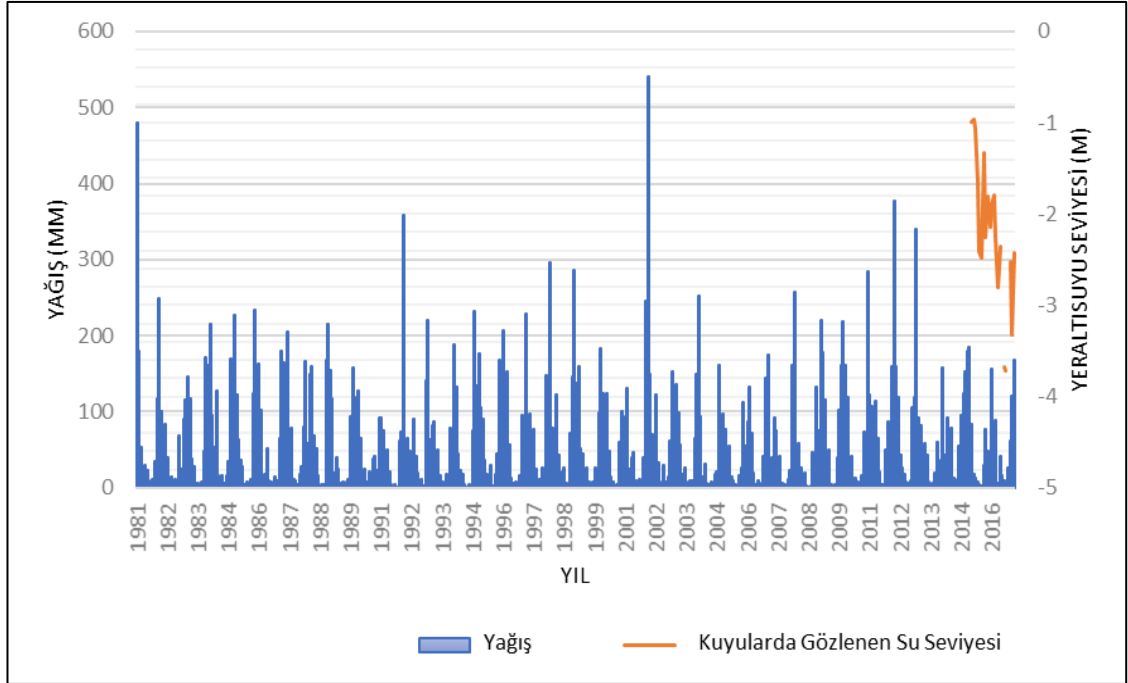
Şekil 6.12 Madra Havzası 25564 nolu Kuyu Gözlemleri



Şekil 6.13 Madra havzası 49190 nolu Kuyu Gözlemleri

#### 6.2.4.7. Menderes YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

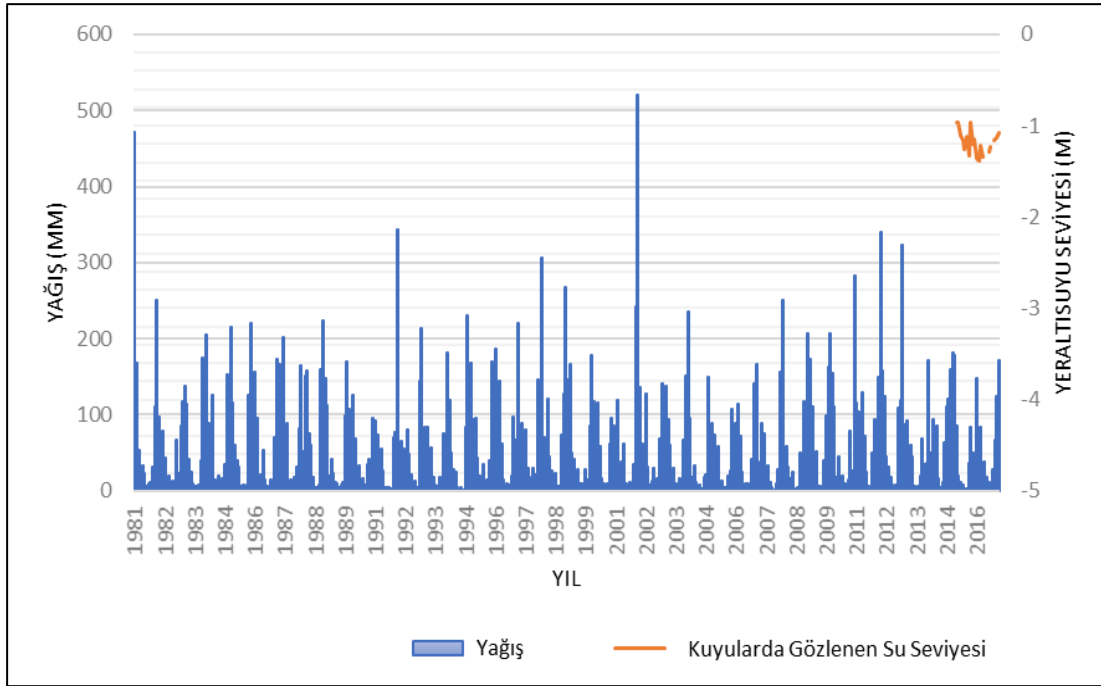
Menderes alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.14** bu gözlemleri özetlemektedir. Menderes alt havzasına ait 2010 yılı öncesi veri bulunmamaktadır. Son yıllara ait gözlemler yeraltı suyunda mevsimsel artım ve azalışları göstermektedir.



Şekil 6.14 Menderes Havzası 62678 nolu Kuyu Gözlemleri

#### 6.2.4.8. Tuzla YAS Gözlem Kuyuları Rasatlarının Yorumlanması

Tuzla alt havzasına ait 1981 – 2016 yılları arasındaki yağış verileri ve aynı dönemlerde yapılmış olan kuyu rasatları kullanılarak havzadaki yeraltı suyu değişimleri incelenmiştir. Havzayı temsil eden ve en uzun zaman serilerine sahip olan kuyular seçilmiş ve meteoroloji istasyon verileri ile yağıştan beslenme ve mevsimsel boşalım ilişkileri incelenmiştir. **Şekil 6.15** bu gözlemleri özetlemektedir. Tuzla alt havzasına ait 2010 yılı öncesi veri bulunmamaktadır. Son yıllara ait gözlemler yeraltı suyunda mevsimsel artım ve azalışları göstermektedir.



**Şekil 6.15 Tuzla Havzası 62676 nolu Kuyu Gözlemleri**



### 6.2.5. YAS Potansiyelindeki İklim Değişikliği Etkileri Belirlenmesi (Projeksiyonlar)

YAS potansiyelindeki iklim değişikliği etkileri belirlenmesi amacıyla iklim projeksiyonundan elde edilen yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri HBV modeline girdi olarak verilerek gelecek YAS potansiyelleri elde edilmiştir. Projeksiyon verileri alt havza alanı içinde kalan veri hücrelerinin (gridlerin) ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Toplamda 3 model (HADGEM, MPI, CRNM) ve her model için 2 farklı senaryo (RCP4.5, RCP8.5) ile çalıştırılan model ile 6 farklı gelecek akışları hesaplanmıştır.

Alt havza bazında yapılan bu çalışmada HBV modeli **Bölüm 6.1.3**'te belirtilmiş olan kalibrasyon döneminde hesaplanan parametreler ile çalıştırılmıştır. Her bir alt havzaya ait projeksiyon akış hesaplamaları detaylı olarak sunulmuştur.

Genel olarak tüm alt havzalarda gelecek YAS potansiyellerinin düşüş eğimi gösterdiği gözlemlenmektedir. Örneğin seçilen 2076-2098 yılları arasında hesaplanmış olan ortalama YAS değerleri önceki dönemlerdeki akışlara göre daha düşük değerler göstermektedir.

#### 6.2.5.1. Alt Havzalar

Yapılan çalışmada 6 farklı zaman serilerinden en yüksek yıllık YAS potansiyeli 477,62 hm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Tutarsız YAS değer, veren yıllar (negatif) sıfır olarak kabul edilmiştir. Her bir projeksiyona ait yıllık YAS potansiyeli sonuçlarının detaylı olarak incelenmesi amacıyla 2018-2050, 2051-2075 ve 2076-2098 yılları arası seçilerek 3 periyot incelenmiştir. Bu periyotlara ait detaylar **Tablo 6.6** üzerinde verilmiştir.

**Tablo 6.6 Kuzey Ege Havzası Alt Havzaları Seçilen Dönemlere ait İklim Projeksiyonu YAS Değerleri (hm<sup>3</sup>)**

Althavza		2018 - 2050			2051 - 2075			2076 - 2098		
		Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Aşağı Bakırçay	HADGEM-RCP4.5	1	309	97	21	242	104	11	295	129
	HADGEM-RCP8.5	4	419	140	39	321	150	34	478	188
	MPI-RCP4.5	5	294	96	30	269	124	11	295	122
	MPI-RCP8.5	9	338	142	32	333	136	30	366	179
	CRNM-RCP4.5	9	301	148	10	313	108	9	296	125
	CRNM-RCP8.5	12	263	122	1	352	157	13	394	151
	<b>ORTALAMA</b>	<b>7</b>	<b>321</b>	<b>124</b>	<b>22</b>	<b>305</b>	<b>130</b>	<b>18</b>	<b>354</b>	<b>149</b>
Yukarı Bakırçay	HADGEM-RCP4.5	8	236	103	8	225	118	2	309	121
	HADGEM-RCP8.5	0	291	134	8	253	130	9	334	148
	MPI-RCP4.5	10	270	118	27	253	146	6	330	118
	MPI-RCP8.5	3	279	141	1	350	129	24	284	134
	CRNM-RCP4.5	30	277	163	62	325	168	82	311	170
	CRNM-RCP8.5	27	368	167	24	367	196	5	362	177
	<b>ORTALAMA</b>	<b>13</b>	<b>287</b>	<b>138</b>	<b>22</b>	<b>296</b>	<b>148</b>	<b>21</b>	<b>322</b>	<b>145</b>
Edremit - Havran	HADGEM-RCP4.5	12	272	102	2	210	107	9	261	125
	HADGEM-RCP8.5	8	322	124	2	314	137	38	364	152
	MPI-RCP4.5	26	252	115	20	253	123	14	279	124
	MPI-RCP8.5	8	268	132	8	297	116	15	277	144
	CRNM-RCP4.5	3	288	148	19	288	143	49	307	159
	CRNM-RCP8.5	35	323	150	52	351	178	17	319	168
	<b>ORTALAMA</b>	<b>15</b>	<b>288</b>	<b>128</b>	<b>17</b>	<b>285</b>	<b>134</b>	<b>24</b>	<b>301</b>	<b>145</b>
Güzelhisar	HADGEM-RCP4.5	7	135	57	7	122	60	13	171	68
	HADGEM-RCP8.5	3	181	60	16	149	65	4	151	75
	MPI-RCP4.5	1	149	59	6	115	62	9	157	57
	MPI-RCP8.5	8	142	60	6	161	70	13	141	71
	CRNM-RCP4.5	5	155	82	26	185	82	22	176	91
	CRNM-RCP8.5	12	154	75	27	180	96	6	172	89
	<b>ORTALAMA</b>	<b>6</b>	<b>152</b>	<b>66</b>	<b>15</b>	<b>152</b>	<b>72</b>	<b>11</b>	<b>161</b>	<b>75</b>
Karınca	HADGEM-RCP4.5	3	90	39	7	82	35	4	101	50
	HADGEM-RCP8.5	2	130	44	7	104	49	3	148	61
	MPI-RCP4.5	2	96	38	9	105	43	1	92	47
	MPI-RCP8.5	9	107	53	5	102	42	0	118	52
	CRNM-RCP4.5	12	110	54	4	104	42	12	130	53
	CRNM-RCP8.5	6	103	47	13	136	60	2	125	58
	<b>ORTALAMA</b>	<b>6</b>	<b>106</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>105</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>119</b>	<b>53</b>

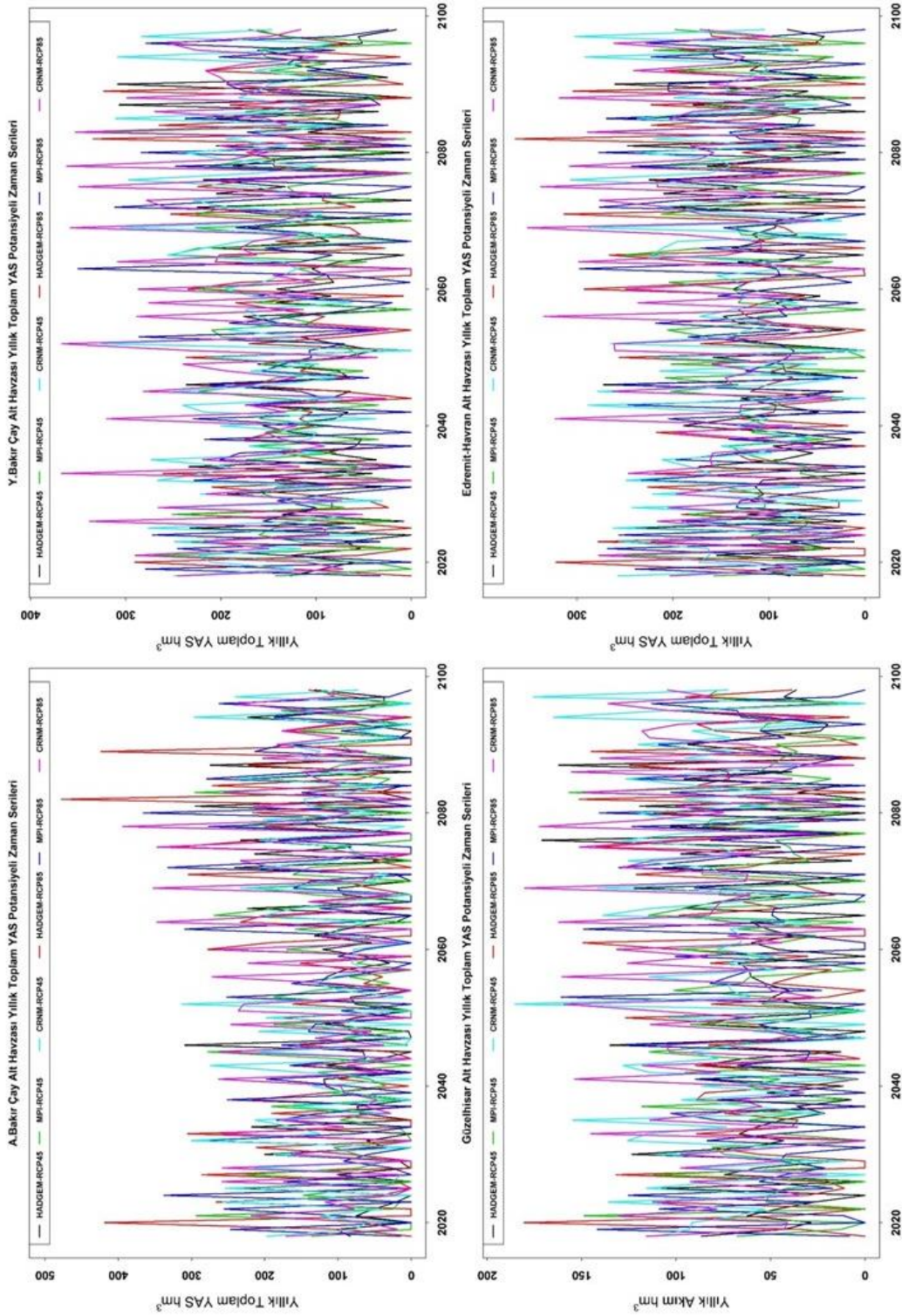


**T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI**  
**SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**  
**TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

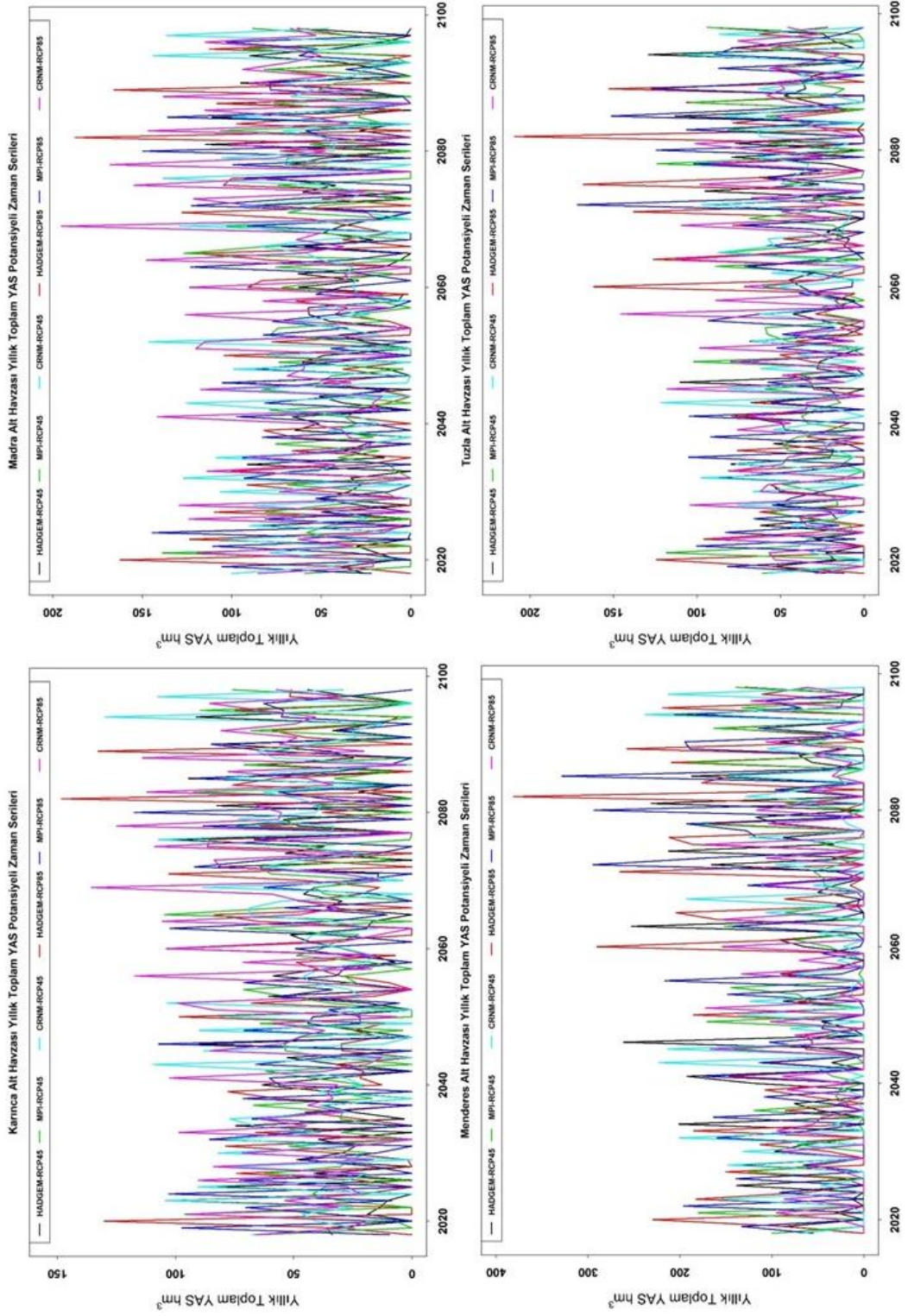


Althavza		2018 - 2050			2051 - 2075			2076 - 2098		
		Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Madra	HADGEM-RCP4.5	2	104	43	4	87	39	4	115	56
	HADGEM-RCP8.5	3	162	59	0	128	57	4	188	75
	MPI-RCP4.5	4	139	47	0	127	53	2	106	53
	MPI-RCP8.5	12	145	66	4	123	55	3	150	61
	CRNM-RCP4.5	0	127	63	2	147	51	0	144	66
	CRNM-RCP8.5	3	142	55	11	195	76	22	168	82
	ORTALAMA	4	136	55	4	134	55	6	145	66
Menderes	HADGEM-RCP4.5	0	261	87	4	253	75	23	231	103
	HADGEM-RCP8.5	21	229	108	15	290	126	23	381	166
	MPI-RCP4.5	1	180	69	5	152	59	2	190	94
	MPI-RCP8.5	36	196	102	4	295	91	37	329	157
	CRNM-RCP4.5	6	223	96	1	193	58	18	238	98
	CRNM-RCP8.5	17	167	71	8	172	91	4	123	56
	ORTALAMA	14	210	89	6	226	83	18	249	112
Tuzla	HADGEM-RCP4.5	15	110	42	5	95	34	3	129	46
	HADGEM-RCP8.5	9	124	53	1	168	59	22	209	81
	MPI-RCP4.5	3	118	35	3	89	36	1	124	47
	MPI-RCP8.5	4	105	52	7	172	46	14	151	78
	CRNM-RCP4.5	4	122	44	8	97	37	9	109	48
	CRNM-RCP8.5	1	118	49	1	146	53	8	101	44
	ORTALAMA	6	116	46	4	128	44	10	137	57

Kuzey Ege Havzası alt havzalarına ait iklim projeksiyon verileri kullanılarak hazırlanmış olan yıllık YAS potansiyeli zaman serileri **Şekil 6.16** ve **Şekil 6.17**'de gösterilmektedir.



Şekil 6.16 Aşağı Bakırçay, Yukarı Bakırçay, Güzelhisar ve Edremit-Havran Alt Havzaları Yıllık Toplam YAS Potansiyeli Zaman Serileri



Şekil 6.17 Karınca, Madra, Menderes ve Tuzla Alt Havzaları Yıllık Toplam YAS Potansiyeli Zaman Serileri



### 6.3. SU BÜTÇESİ METODU

Hidrolojik bütçenin ana elemanları yağış, buharlaşma-terleme, süzülme, yüzey akışı ve yeraltı suyu akımıdır. İleride gözlemlenebilecek yağış ve sıcaklık değişimlerinden en çok etkilenecek hidrolojik değişkenler yağış ve yağışa bağımlı olarak yüzey akışı ve yeraltı sularıdır. Proje kapsamında üç ayrı hidrolojik model kullanılmış ve iklim değişikliği sonuçları **Bölüm 4.3** üzerinde açıklanmıştır. İklim modellerinin bir 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. Meteorolojik projeksiyonlarda da MPI-ESM modelinin öne çıktığı havza için HadGEM2 ve CNRM modelleri daha az belirgin sonuçlar vermiştir.

Bu bölümde havzadaki su potansiyeli her alt havza için ayrı ayrı hesaplanmış ve havza su potansiyeli hidrolojik değişkenlerin havzadaki varlığı ve mevcut kullanımları ile karşılaştırılmıştır.

#### 6.3.1. Kuzey Ege Havzası Genel Su Bütçesi

Kuzey Ege Havzası'ndaki günümüze ait su potansiyeli belirlenirken havzada bulunan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının 1981 – 2016 yıllarına ait ölçümlerinin alansal ortalamaları kullanılmıştır. Havza toplam drenaj alanı 9884,64 km<sup>2</sup>'dir. Yeraltı suyu potansiyeli ise havzada bulunan hidrojeolojik yapının kapsamlı incelenmesi sonrası akiferlerin yağış – beslenme ilişkilerine bağımlı kalınarak litolojik süzülme miktarlarından hesaplanmıştır. Havzaya düşen yağışın toplam yıllık ortalama değeri 604,05 mm olarak hesaplanmış ve buna göre yıllık yağışların toplam su hacmi 5970,81 hm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Bu yağışın toplamda 598,47 hm<sup>3</sup>'lük kısmının litolojik süzülmeyle yeraltı suyunu beslediği ve geriye kalan 1491,31 hm<sup>3</sup>'lük kısmının ise yüzeysel akışa geçtiği hesaplanmıştır. 3881,03 hm<sup>3</sup>'lük miktarın ise buharlaşma ve terleme yoluyla havzadan uzaklaştığı hesaplanmıştır.



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



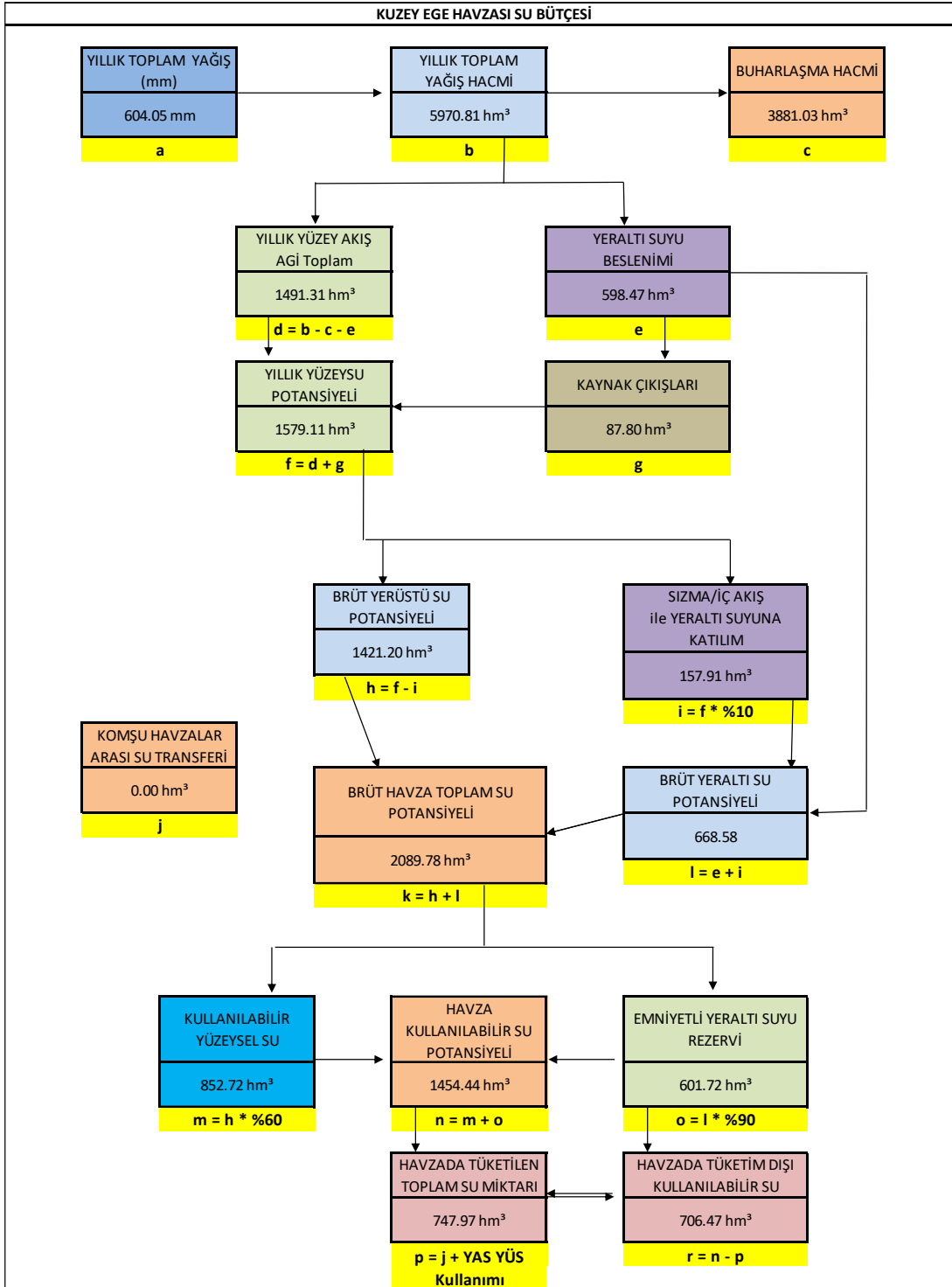
Yüzeysel akışın  $157,91 \text{ hm}^3$ 'lük kısmı akış sırasında sızma yoluyla yeraltı suyuna tekrar katılmaktadır ve böylelikle havzada  $668,58 \text{ hm}^3$  yeraltı suyu potansiyeli oluşmaktadır. Yeraltı suyu yıllık emniyetli rezervi, net yeraltı suyunun %90'ı olarak kabul edilmiş ve  $601,72 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Havzada kaynak ve pınar çıkışları mevcuttur ve kaynak çıkışlarının ayrıntılı özetleri devam eden bölümlerde verilecektir. "Kaynakların yüzeysel akışı besleme durumu da göz önünde bulundurularak havza brüt yüzeysel su potansiyeli  $1421,2 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanmıştır. Böylelikle havza yeraltı ve yerüstü suları brüt toplam hacmi  $2089,78 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Yapılan kabuller ile havza kullanılabilir su kaynakları yüzey suyu için  $852,72 \text{ hm}^3$ , yeraltı suyu için ise  $601,72 \text{ hm}^3$  olarak belirlenmiş olup toplam havza kullanılabilir su potansiyeli ise  $1454,44 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Kuzey Ege Havzası'nda tüketilen su miktarı ve sektörel bazlı su tüketim bilgilerine ait detaylar **Bölüm 7**'de kapsamlı şekilde sunulmuştur. Kuzey Ege Havzası için bu rapor kapsamında **Bölüm 7.1**'de verilen mevcut su kullanımları ise toplam  $744,74 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanarak su bütçesi şemasında gösterilmiştir. Bu şekilde havzada tüketim dışı kalan kullanılabilir toplam su potansiyeli  $706,47 \text{ hm}^3$  olarak hesaplanmıştır.

Yukarıda anlatılan ve havza su potansiyelini oluşturmakta kullanılan metot ve şema **Şekil 6.18** üzerinde özetlenmiştir. Bu metodoloji üzerinde kullanılan yaklaşımlar ve hesaplamalar da şekilden sonra detaylı olarak anlatılmış olup Kuzey Ege Havzası'na ait bütün alt havzalarda da aynı yaklaşımlar ve kabuller uygulanmıştır.



Şekil 6.18 Kuzey Ege Havzası Su Bütçesi Hesaplanması



### 6.3.2. Alt Havzalar Su Bütçesi

Kuzey Ege Havzası alt havzalarındaki günümüze ait su potansiyeli belirlenirken havzada bulunan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının 1981 – 2016 yıllarına ait ölçümlerinin alansal ortalamaları kullanılmıştır. Yeraltı suyu potansiyeli ise havzada bulunan hidrojeolojik yapının kapsamlı incelenmesi sonrası akiferlerin yağış – beslenme ilişkilerine bağımlı kalınarak litolojik süzülme miktarlarından hesaplanmıştır.

Havzaya düşen yağışın toplam yıllık ortalama değeri ve buna bağlı yıllık yağışların toplam su hacmi bulunmuştur. Bu yağışın bir kısmının litolojik süzülmeyle yeraltı suyunu beslediği ve geriye kalan kısmının ise yüzeysel akışa geçtiği hesaplanmıştır.

Havzadaki suyun bir kısmının buharlaşma ve terleme yoluyla havzadan uzaklaştığı hesaplanmıştır. Yüzeysel akışın bir kısmı akış sırasında sızma yoluyla yeraltı suyuna tekrar katılmaktadır ve böylelikle havzadaki yeraltı suyu potansiyeli oluşmaktadır. Yeraltı suyu yıllık emniyetli rezervi, net yeraltı suyunun %80'i olarak kabul edilmiş ve buna göre hesaplanmıştır.

Havzada kaynak ve pınar çıkışları mevcuttur. Kaynak çıkışlarının yerlerini, ortalama debilerini ve yıllık su potansiyellerini alt havzalar bazında **EK-2.1**'de sunulmuştur. Kaynakların yüzeysel akışı besleme durumu da göz önünde bulundurularak havza brüt yüzeysel su potansiyeli hesaplanmıştır. Böylelikle havza yeraltı ve yerüstü suları brüt toplam hacmi olarak hesaplanmıştır. Yapılan tüm hesaplamaların sonuçları **Tablo 6.7**'de verilmiştir.

Bu rapor kapsamında **Bölüm 7.1**'de verilen mevcut su kullanımları ise belirlenerek su bütçesi şemasında gösterilmiştir. Bu şekilde havzada tüketim dışı kalan kullanılabilir toplam su potansiyeli hesaplanmıştır. Bu şemada yapılan kabuller, yaklaşımlar ve notasyonlar **EK-2.1**'de detaylı olarak anlatılmıştır.

Tablo 6.7 Kuzey Ege Havzası ve Alt Havzaları Su Bütçesi

Havza/Alt Havza	Havza Toplam Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Yıllık Toplam Yağış Hacmi	Buharlaştırma Hacmi	Yeraltı Suyu Beslenimi	Yıllık Yüzeysel Akış AGİ Toplam	Kaynak Çıkışları	Yıllık Yüzeysel Potansiyeli	Sızma/Çöküş ile Yeraltı Suyuna Katılım	Brüt Yeraltı Su Potansiyeli	Brüt Havza Toplam Su Potansiyeli	Kullanılabilir Yüzeysel Su Potansiyeli	Emniyetli Yeraltı Suyu Rezervi	Havza Kullanılabilir Su Potansiyeli	Havzada Tüketilen Toplam Su Miktarı	Havzada Tüketim Dışı Kullanılabilir Su Potansiyeli
	a	b	c	e	(d-b-c-e)	g	(f = d + g)	(i = f * %10)	(h = f - i)	(l = e - g + i)	(k = h + l)	(m = h * %60)	(o = l * %90)	(n = m + o)	(p = j + YAS YÜS Kullanımı)	(r = n - p)
Kuzey Ege Havzası	9884,64	5970,81	3881,03	598,47	1491,31	87,8	1579,11	157,91	1421,20	668,58	2089,78	852,72	601,72	1454,44	747,97	706,47
Aşağı Bakırçay	1968,18	1201,04	780,68	155,68	264,68	0,00	264,68	26,47	238,21	182,15	420,36	142,93	163,93	306,86	197,96	108,90
Yukarı Bakırçay	1574,38	931,58	605,53	113,56	212,49	16,12	228,61	22,86	205,75	120,30	326,05	123,45	108,27	231,72	107,73	123,99
Edremit-Havran	1200,19	767,57	498,92	81,65	187,00	44,26	231,26	23,13	208,13	60,52	268,65	124,88	54,46	179,34	154,11	25,23
Güzelhisar	799,3	492,05	319,83	50,32	121,90	0	121,90	12,19	109,71	62,51	172,22	65,83	56,26	122,09	49,98	72,11
Karınca	529,71	327,97	213,18	30,92	83,87	0	83,87	8,39	75,48	39,31	114,79	45,29	35,38	80,67	37,15	43,52
Madra	771,26	470,72	305,97	35,98	128,77	0	128,77	12,88	115,89	48,86	164,75	69,54	43,97	113,51	34,79	78,72
Menderes	2253,85	1317,45	856,34	90,32	370,79	27,42	398,21	39,82	358,39	102,72	461,11	215,03	92,45	307,48	141,74	165,74
Tuzla	787,77	462,42	300,57	40,04	121,81	0	121,81	12,18	109,63	52,22	161,85	65,78	47,00	112,78	24,51	88,27



#### **6.4. YÜZEY SUYU VE YERALTI SUYU PROJEKSİYON VE MEVCUT DURUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Kuzey Ege Havzası'na ve alt havzalarına ait yüzey suyu ve yeraltı suyu projeksiyon ve mevcut durumlarının ayrıntılı karşılaştırılması **Bölüm 8** üzerinde verilmiştir.





## **BÖLÜM 7**

### **SU KULLANIMI**

#### **7.1. MEVCUT DURUM SU KULLANIMI**

##### **7.1.1. Tarımsal Su Kullanımı**

Kuzey Ege Havzası içerisinde tarımsal amaçlı yapılan sulamalar halk sulamaları, DSİ sulamaları ve il özel idare sulamaları olarak ayrılmaktadır. Bu sulamaların alt havza bazında detaylı incelemeleri yapılmıştır. Havzada toplamda 99.380 ha alan sulanmaktadır. Bu sulamaların çoğu yer üstü kaynaklarından sulanmaktadır.

##### **7.1.2. Hayvancılık Su Tüketimi**

Havzada bulunan ilçelerdeki mevcut hayvan varlıklarından yola çıkılarak yapılan hayvancılık su tüketimlerinde İller Bankası'na ait insan ve hayvan su ihtiyacı varsayımları kabul edilmiş olup bu varsayımlar her bir küçükbaş hayvan için 15 l/g, büyükbaş hayvan için ise 50 l/g şeklindedir.

##### **7.1.3. İçme-Kullanma Suyu Kullanımı**

Köy/Mahalle bazlı nüfus verilerine göre hesaplanan mevcut durum içme-kullanma suyu kullanımları **Tablo 7.1**'de verilmiştir. Alt havzalar için su ihtiyaç tahminleri yapılırken mahalle/köy bazlı nüfus verilerinden yola çıkılmış, alt havzalar içinde yer alan mahalle ve köylerden elde edilen veriler toplanarak alt havza bazındaki değerler elde edilmiştir.

##### **7.1.4. Sanayi Su Kullanımı**

Kuzey Ege Havzası'nda iki adet organize sanayi bölgesi ve iki adet enerji santrali bulunmaktadır. Organize sanayi bölgesi bilgi sistemine göre elde edilen bilgilerde havzadaki toplam su tüketimi 54,92 hm<sup>3</sup>/yıl şeklinde belirlenmiştir. OSB Bilgi Sistemi'nden elde edilen bilgiler OSB'lerden teyit edilmiş olup, tutarsızlık bulunan değerlerde OSB yetkililerinden elde edilmiş olan değerler kullanılmıştır.



### 7.1.5. Turizm Su Kullanımı

Turizm su ihtiyacı tahminleri yapılırken “İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname” de yer alan maddeler dikkate alınmıştır. Su ihtiyacı hesap edilen önemli turistik bölgelerin yatak sayısı, şartnamede belirtilen günlük yatak başı su ihtiyacı ile çarpılmıştır. Daha sonra bu sayı, konaklama bölgelerinin en güncel doluluk oranlarıyla çarpılarak yıllık turizm su ihtiyaçları belirlenmiştir (Doluluk oranı bulunamayan ilçeler için havza ortalamaları kullanılmıştır).

**Tablo 7.1. Alt Havzalara ait Su Tüketim Bilgileri**

Alt Havza	Tarım (hm <sup>3</sup> )	Hayvancılık (hm <sup>3</sup> )	İçme ve Kullanma (hm <sup>3</sup> )	Sanayi (hm <sup>3</sup> )	Turizm (hm <sup>3</sup> )	Toplam (hm <sup>3</sup> )
Aşağı Bakırçay	169,09	2,12	8,51	18,25	0,04	198,01
Edremit – Havran	141,36	0,62	12,03	0	0,34	154,35
Güzelhisar	11,56	0,65	6,33	31,82	0,18	50,54
Karınca	31,11	0,41	5,21	0	0,30	37,03
Madra	32,36	0,74	1,97	0	0,04	35,11
Menderes	136,63	1,66	3,79	0	0,24	142,32
Tuzla	21,99	0,68	1,56	0	0,16	24,39
Yukarı Bakırçay	86,88	1,23	10,00	4,85	0,02	102,98
<b>Kuzey Ege</b>	<b>630,98</b>	<b>8,11</b>	<b>49,40</b>	<b>54,92</b>	<b>1,33</b>	<b>744,74</b>

Her bir alt havza için elde edilen değerler **Tablo 7.1**'de sunulmuştur. Tablo incelendiğinde en fazla su tüketime sahip olan alt havzanın Aşağı Bakırçay alt havzası olduğu belirlenmiştir. Öte yandan en az su tüketimine sahip olan alt havza ise Tuzla alt havzasıdır. Su tüketim sektörleri detaylı incelendiğinde ise Aşağı Bakırçay alt havzasının, tarımsal ve hayvancılık amaçlı kullanılan su miktarlarında havzadaki en yüksek tüketime sahip olan alt havzası olduğu görülmektedir. İçme ve kullanma suyunda ise yerleşim yerlerinin içinde bulunduğu Menderes alt havzası en yüksek tüketimin görüldüğü alt havzadır. Turizm su tüketiminde ise Edremit-Havran havzası en fazla tüketimin olduğu alt havzadır. Kuzey Ege Havzası'ndaki toplam su tüketimi 744,74 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.



### 7.1.6. Su Transferleri

Kuzey Ege Havzası için alt havzalar arası su transferleri sınırlı oranlardadır. Mevcut durumda toplam su transferi miktarı 5,9 hm<sup>3</sup> olan havzada, bu transferin tamamı Tuzla alt havzasından Madra alt havzasına içmesuyu kullanımı amaçlı gerçekleşmektedir.

## 7.2. GELECEK DURUM SU KULLANIM TAHMİNLERİ

### 7.2.1. Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri

Tarım sektöründe su tüketimlerin projeksiyonları 2018-2100 yılları için yapılmıştır. Yapılan projeksiyonlar sonucunda elde edilen değerler **Tablo 7.2'**de gösterilmiştir.

**Tablo 7.2'**de gösterilen sulama amaçlı su tüketimi değerleri incelendiğinde 2050 yılına kadar tarımsal su tüketiminin artarak, ancak bu yıldan sonra RCP 4.5'e göre gelecek dönem buharlaşma değerleri kayda değer bir artış göstermediğinden ötürü belirtilen dönemlerden sonra tarımsal sulama suyu ihtiyacı sabit alınmıştır.

**Tablo 7.2. Sulama Amaçlı Su Tüketimi Projeksiyonları**

Alt havza	Sulama Amaçlı Tüketilen Su Miktarı hm <sup>3</sup>			
	Mevcut Durum	2018-2050	2051-2075	2075-2100
<i>Aşağı Bakırçay</i>	169,09	227,8	227,8	227,8
<i>Edremit-Havran</i>	141,36	145,42	145,42	145,42
<i>Güzelhisar</i>	11,56	13,99	13,99	13,99
<i>Karınca</i>	31,11	54,19	54,19	54,19
<i>Madra</i>	32,36	35,23	35,23	35,23
<i>Menderes</i>	136,63	218,23	218,23	218,23
<i>Tuzla</i>	21,99	21,99	21,99	21,99
<i>Yukarı Bakırçay</i>	86,88	98,60	98,60	98,60



## 7.2.2. İçme ve Kullanma Suyu İhtiyaçları Tahminleri

Havzadaki içme ve kullanma suyu tüketiminin projeksiyonu 2018-2100 yılları için yapılmıştır. Yıllara göre elde edilen nüfus tahminleri **Tablo 7.3** üzerinde gösterilmiştir. İller bankası iki nokta yöntemine göre havza içerisindeki toplam nüfusun, 2050 yılı itibariyle 1.655.511 kişiye ulaşacağı tahmin edilmiştir.

**Tablo 7.3 Kuzey Ege Havzası'nda Yer Alan İlçelerin Nüfus Projeksiyonları**

İl Adı	İlçe Adı	2015	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Balıkesir	Ayvalık	67.902	69.645	70.853	72.083	73.333	79.920	87.099	94.922
	Burhaniye	57.090	58.924	60.070	61.238	62.428	68.739	75.687	83.337
	Edremit	138.733	149.345	153.825	158.440	163.193	189.186	219.318	254.250
	Gömeç	12.768	12.980	13.184	13.391	13.602	14.705	15.898	17.188
	Havran	26.377	27.917	28.197	28.479	28.763	30.231	31.773	33.393
	Şavaštepe	15.894	18.542	18.727	18.914	19.103	20.078	21.102	22.178
Çanakkale	Ayvacık	31.423	32.000	32.320	32.643	32.969	34.651	36.419	38.277
	Bayramiç	29.081	29.743	30.041	30.341	30.645	32.208	33.851	35.578
	Ezine	31.801	31.658	31.975	32.295	32.618	34.282	36.030	37.868
	Merkez	4.754	5.073	5.225	5.382	5.544	6.426	7.450	8.637
İzmir	Aliğa	81.624	93.757	96.569	99.467	102.451	118.768	137.685	159.615
	Bergama	101.452	103.111	104.142	105.183	106.235	111.654	117.350	123.336
	Dikili	40.537	42.513	43.789	45.102	46.455	53.855	62.432	72.376
	Foça	6.684	6.738	6.805	6.873	6.942	7.296	7.668	8.059
	Kınık	28.052	28.548	28.833	29.121	29.413	30.913	32.490	34.147
	Menemen	1.134	1.215	1.250	1.286	1.323	1.523	1.753	2.018
Manisa	Akhisar	1.049	1070	1080	1091	1102	1158	1217	1279
	Kırkağaç	40.919	43.870	44.309	44.752	45.200	47.505	49.929	52.475
	Yunus Emre	9.242	10.737	10.899	11.064	11.231	12.106	13.048	14.064
	Saruhanlı	140	142	143	145	146	154	162	170
	Soma	107.061	109.444	110.689	111.948	113.222	119.809	126.781	134.157
Toplam		833.717	876.972	892.927	909.238	925.918	1.015.167	1.115.142	1.227.325



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



İl Adı	İlçe Adı	2040	2045	2050	2075	2100
Balıkesir	AYVALIK	103.448	112.739	122.866	122.866	122.866
	BURHANİYE	91.761	101.036	111.249	111.249	111.249
	EDREMİT	294.745	341.690	396.113	396.113	396.113
	GÖMEÇ	18.583	20.090	21.720	21.720	21.720
	HAVRAN	35.097	36.887	38.769	38.769	38.769
	ŞAVAŞTEPE	23.310	24.499	25.749	25.749	25.749
Çanakkale	AYVACIK	40.229	42.281	44.438	44.438	44.438
	BAYRAMİÇ	37.392	39.300	41.304	41.304	41.304
	EZİNE	39.800	41.830	43.964	43.964	43.964
	MERKEZ	10.012	11.607	13.456	13.456	13.456
İzmir	ALİAĞA	185.037	214.509	248.674	248.674	248.674
	BERGAMA	129.627	136.240	143.189	143.189	143.189
	DİKİLİ	83.904	97.267	112.759	112.759	112.759
	FOÇA	8.470	8.902	9.356	9.356	9.356
	KINIK	35.889	37.720	39.644	39.644	39.644
	MENEMEN	2.323	2.675	3.079	3.079	3.079
	Manisa	AKHİSAR	1345	1413	1485	1485
	KIRKAĞAÇ	55.152	57.966	60.922	60.922	60.922
	YUNUS EMRE	15.159	16.340	17.612	17.612	17.612
	SARUHANLI	179	188	197	197	197
	SOMA	141.964	150.224	158.965	158.965	158.965
Toplam		1.353.427	1.495.403	1.655.511	1.655.511	1.655.511

Nüfus projeksiyonlarına dayanarak yapılan içme ve kullanma suyu projeksiyonları **Tablo 7.4**'te gösterilmiştir. **Tablo 7.4**'te gösterilen içme ve kullanma suyu tüketimleri DSİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan "İçme suyu Temin Projelerinde Nüfus ve İçme suyu İhtiyaç Tahmin Esasları" incelenerek kararlaştırılmıştır. Gelecek zamanlardaki nüfus projeksiyonları içinse İller Bankası iki nokta yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin formülasyonu ve uygulanmasıyla ilgili detaylar ve alt havzalarda yer alan her bir mahalle/köy için nüfus projeksiyonları ve içme-kullanma suyu tüketim projeksiyonları **EK-2.1**'de yer alan "Gelecek Durum Su Kullanım Tahminleri" başlığı altında verilmiştir. Mahalle ve köyler için su ihtiyaç tahminleri yapılırken mahalle/köy bazlı nüfus verilerinden yola çıkılmıştır. 2016 yılı toplam insan su ihtiyacı 49,4 hm<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Tahminlere göre toplam ihtiyacın 2050 yılında 114,7 hm<sup>3</sup>/yıldır.



**Tablo 7.4 Kuzey Ege Havzası İçme ve Kullanma Suyu**

Alt Havza	İçme ve Kullanma Suyu Tüketimi (m <sup>3</sup> )			
	Mevcut Durum	2018-2050	2051-2075	2076-2100
<i>Aşağı Bakırçay</i>	8,51	12,66	16,46	16,46
<i>Edremit-Havran</i>	12,03	24,32	35,83	35,83
<i>Güzelhisar</i>	6,33	13,35	19,94	19,94
<i>Karınca</i>	5,21	8,29	11,13	11,13
<i>Madra</i>	1,97	3,66	5,25	5,25
<i>Menderes</i>	3,79	5,24	6,56	6,56
<i>Tuzla</i>	1,56	2,11	2,61	2,61
<i>Yukarı Bakırçay</i>	10	13,67	17	17

### 7.2.3. Sanayi Suyu İhtiyaçları Tahminleri

Havzadaki sanayi suyu ihtiyaç tahminleri, bölgede bulunan bütün Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) ve Küçük Sanayi Siteleri (KSS) için yapılmıştır. Su ihtiyaç tahminleri yapılırken havza üzerinde yapılmış önceki çalışmalardan faydalanılmıştır.

Mevcut ve geçmiş sanayi su kullanımı değerleri “T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı” OSB Bilgi sisteminden ve önceki çalışmalardan sağlanmıştır. Henüz kullanılmayan ve yapım aşamasında olan sanayi bölgeleri ile su kullanım envanteri tutulmayan sanayi kuruluşları için ise organize sanayi bölgelerinde kabul edilen 0,5 lt/s/ha’lık ve küçük sanayi sitelerinde kabul edilen 0,3 lt/s/ha’lık su kullanımları kabulü esas alınmıştır. Fakat içme ve kullanma su ihtiyacı artış oranları ile sanayi su ihtiyacı artış oranlarının birbirlerine paralel olacakları ön kabulünden, bu değerlerin 2050 yılına kadar yaklaşık %20’lik bir artışla 0,6 lt/s/ha ve 0,36 lt/s/ha değerlerine ulaşacağı varsayılmıştır. 2050 yılından sonra ise bu ihtiyaçların sabitleneceği ön görülmüştür (DSİ, 2016).

Gelecek sanayi suyu kullanım tahminlerini yapmak için, mevcut verisi bulunan sanayi bölgelerinde, bir eğilim çizgisi elde edilmiş, sanayi de tüketilen suyun geri kazanımı ve yeniden kullanım oranları önceki çalışmalardan elde edilmiş ve buna göre 2100 yılına kadar olan tahmini su ihtiyaçları belirlenmiştir. Mevcut verisi bulunmayan OSB’lerde ise, kullanılan suyun miktarının, yeniden su kullanımı ile 0,35 lt/s/ha’a kadar düşebileceği kabulü yapılmıştır (DSİ, 2016).



Ayrıca sektörel etkilenebilirlik araştırmaları kapsamında havzada yer alan her bir sanayi ile tek tek görüşülmüş, bu bilgilerin ışığında sanayi su tüketim projeksiyonları yinelenmiştir. Bu iki farklı yöntemde değerlendirilmiş güvenli alanda kalmak adına daha yüksek su ihtiyacı gösteren sonuca ait yöntem kabul edilmiştir. Sektörel etkilenebilirlik analizi projeksiyonları için **EK-3.1** ve **EK-3.2**'de detaylı bilgi bulunabilir.

### 7.2.3.1. Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB

Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB'si, 2016 OSB Bilgi Sistemi kayıtlarına göre inşaat aşamasındadır. Sisteme girilmiş su ihtiyacı olmamasına karşın, sanayi bölgesi atık su miktarının 30.000 m<sup>3</sup>/yıl olduğu bilgisi edinilmiştir (DSİ, 2016). Bu miktarın, 2016 yılı mevcut durum su ihtiyacı olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca, inşaatın planlanan bitiş süresinin 2019 yılı olmasından dolayı, bu miktar 2020 yılına kadar su ihtiyacı olarak kabul edilmiş, 2020 yılından sonra ise yukarıda kabulü belirtilen tahmini debi ihtiyaçları ile su ihtiyaç tahminleri yapılmıştır. 2050 yılında öngörülen geri kazanım suyu miktarı %30 olarak belirtilmiş olup, bu miktar hesaplamalarda aynen kullanılmış ve 2100 yılına kadar bu miktarın sabit kalacağı kabul edilmiştir (DSİ, 2016). Son olarak, bahsedilen OSB'nin 65 ha'lık alanı işgal edeceği OSB bilgi sistemlerinden elde edilmiştir. Sanayiye ait tahmin edilen su kullanımları **Tablo 7.5** üzerinde verilmiştir.

**Tablo 7.5 Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Balıkesir/Burhaniye-Zeytin İhtisas OSB	0,03	0,03	0,03	0,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,23	1,23
%30 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											0,86	0,86	0,86

### 7.2.3.2. Edremit KSS

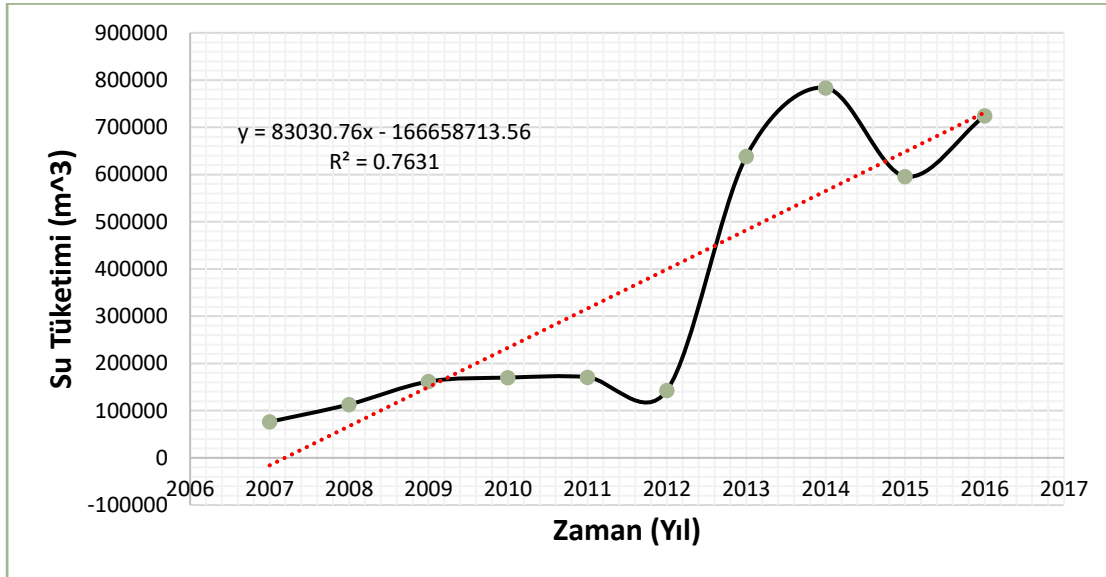
Edremit KSS 20 ha alanı işgal etmektedir. 2050 yılında geri kazanım suyu kullanımı %5 olarak kabul edilmiştir (DSİ, 2016). Günlük ortalama faaliyeti 20 saat olarak kabul edilen Edremit KSS'nin su ihtiyaç tahminleri **Tablo 7.6** üzerinde verilmiştir.

**Tablo 7.6 Edremit KSS Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Edremit KSS	0,15 8	0,15 9	0,16 0	0,16 1	0,16 2	0,16 7	0,17 1	0,17 6	0,18 0	0,18 5	0,18 9	0,18 9	0,18 9
%5 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											0,18 0	0,18 0	0,18 0

### 7.2.3.3. Aliğa OSB

OSB Bilgi sisteminden elde edilen mevcut tüketim miktarlarına göre Aliğa OSB 2016 yılı yıllık su tüketim miktarı 724.365 m<sup>3</sup>'tür (OSB Bilgi, 2017). Ayrıca Aliğa OSB için 2007 yılı ile 2016 yılları arasındaki su tüketim miktarları da bilgi sisteminde mevcuttur. Burdan hareketle 2007-2016 yılları arasındaki yıllık su tüketim miktarları grafikleştirilmiş ve bu grafik kullanılarak bir eğilim eğrisi elde edilmiştir (Şekil 7.1). Daha sonra ise bu eğilim eğrisi kullanılarak gelecek su kullanımları tahmin edilmiştir (Tablo 7.7). Mevcut durumda, Aliğa OSB üzerinde geri kullanım suyu %10 civarındadır. Bu rakamın 2050 yılında %20'ye ulaşp 2100'e kadar sabit kalacağı öngörülmüştür (DSİ, 2016).



**Şekil 7.1 Yıllara göre Aliğa OSB Su Tüketimi**

**Tablo 7.7 Aliğa OSB Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Aliğa OSB	0,72	0,81	0,89	0,98	1,06	1,48	1,89	2,31	2,72	3,14	3,55	5,63	7,71
Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)	0,65	0,73	0,81	0,88	0,96	1,33	1,70	2,08	2,45	2,83	2,84	4,50	6,16

#### 7.2.3.4. Petkim

Güzelhisar Barajı'ndan çekilecek olan suyun 2050 yılına kadar %20 artış göstereceği ve daha sonra sabitleneceği ön kabulünden **Tablo 7.8** üzerinde gösterilen su ihtiyaç tahminleri gerçekleştirilmiştir. İşlem görmüş suyun yeniden geri kazanılma oranı güncel durumda %10'dur. Bu oranın doğrusal olarak artıp, 2050 yılında ve sonrasında ise %30'a ulaşacağı kabul edilmiştir (DSİ, 2016).

**Tablo 7.8 Petkim Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Petkim	24,1	24,6	25,1	25,5	26,0	26,6	27,0	27,5	28,0	28,5	28,9	28,9	28,9
Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)	21,7	21,8	22,1	22,4	22,7	22,4	22,0	21,6	21,2	20,8	20,3	20,3	20,3

#### 7.2.3.5. Tüpraş

Kuzey Ege Master Plan Nihai Raporu'na göre, 2011-2015 yılları arasındaki veriler göz önünde bulundurularak, Tüpraş'ın ortalama yıllık su tüketimi 7 hm<sup>3</sup>/yıl'dır. Petkim'e benzer şekilde su tahsisi Güzelhisar Barajı'ndan sağlanmaktadır. Tüpraş'ın barajdan 400 lt/s'lik tahsis hakkı bulunmaktadır. Fakat mevcut tüketim değerlerine bakılınca, tahsis edilen suyun yaklaşık 222 lt/s olduğu anlaşılmaktadır. Gelecek tahminleri yapılırken bu tahsisin doğrusal olarak artacağı ve 2050 yılında 400 lt/s'ye ulaşip sabitleneceği varsayılmıştır. Ayrıca mevcut durum atıksu geri kazanımı %35'dir. Bu rakamın 2050 yılıyla %40'a ulaşip daha sonra sabitleneceği kabulüyle hesaplamalar yapılmıştır. Bu bilgilerin ışığında Tüpraş'ın gelecek su kullanım tahminleri hesaplanmıştır (**Tablo 7.9**) (DSİ, 2016).

**Tablo 7.9 Tüpraş Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini ( hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
<b>Tüpraş</b>	7,0	7,3	7,5	7,6	7,8	8,6	9,4	10,2	11,0	11,8	12,6	12,6	12,6
<b>Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm<sup>3</sup>/yıl)</b>	4,5	4,8	4,9	4,9	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,7	7,6	7,6	7,6

### 7.2.3.6. Çandarlı Limanı

Henüz planlama aşamasında olan Çandarlı Limanı'nda gelecek su tüketimi tahmini için elde yeterince veri yoktur. Fakat 250.000 kişilik nüfus için yaklaşık 18,25 hm<sup>3</sup>/yıl içme-kullanma suyu ihtiyacı İZSU Genel Müdürlüğü tarafından yapılan Yeni Yüzey Suyu Kaynakları Etüt Raporu kapsamında hesaplanmıştır. Bu bilgiye dayanarak mevcut günlük kişi başı su tüketiminin 200 lt/gün olduğu hesaplanmıştır.

### 7.2.3.7. Bergama KSS

Toplamda işgal ettiği alan 75 ha olan Bergama KSS'nin tahmini su tüketim projeksiyonları **Tablo 7.10** üzerindeki gibidir. Geri kazanımla kullanılan suyun 2050 yılında %5 seviyelerinde olacağı ve günlük 20 saatlik faaliyet varsayımları üzerinden tahminler yapılmıştır (DSİ, 2016).

**Tablo 7.10 Bergama KSS Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
<b>Bergama KSS</b>	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,62	0,64	0,65	0,67	0,69	0,71	0,71	0,71
	1	8	1	5	8	5	2	9	6	3	0	0	0
<b>%5 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm<sup>3</sup>/yıl)</b>											0,67	0,67	0,67
											4	4	4

### 7.2.3.8. Kınık OSB

Henüz yapım aşamasında olan Kınık OSB 50 ha'lık alan üzerine kurulacaktır. Geri kazanım suyu kullanımının 2050 yılıyla birlikte %10'a ulaşacağı varsayılarak yapılan hesaplamalarda tahmin edilen su kullanım miktarları **Tablo 7.11** üzerinde listelenmiştir (DSİ, 2016).

**Tablo 7.11 Kınık OSB Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Kınık OSB	0,78 8	0,79 7	0,80 2	0,80 6	0,81 1	0,83 3	0,85 6	0,87 9	0,90 1	0,92 4	0,94 6	0,94 6	0,94 6
%10 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											0,85 1	0,85 1	0,85 1

### 7.2.3.9. Dikili KSS

Dikili KSS 1,56 ha'lık alanıyla havzadaki küçük sanayi sitelerinden biridir. Ortalama 20 saat çalıştığı varsayılan bu sitenin geri kazanım suyunun 2050 yılında %5 olacağı ön görülmüştür. **Tablo 7.12** sanayi sitesi için tahmin edilen su kullanım değerlerini sergilemektedir (DSİ, 2016).

**Tablo 7.12 Dikili KSS Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Dikili KSS	0,01 2	0,01 2	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 4	0,01 4	0,01 4	0,01 5	0,01 5	0,01 5
%5 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											0,01 4	0,01 4	0,01 4

### 7.2.3.10. Kınık KSS

Kınık KSS 1,6 ha'lık alanıyla havzadaki bir diğer küçük sanayi sitesidir. Dikili KSS kabullerine paralel olarak ortalama 20 saat çalıştığı varsayılan bu sitenin geri kazanım suyunun 2050 yılında %5 olacağı ön görülmüştür.

**Tablo 7.13** sanayi sitesi için tahmin edilen su kullanım değerlerini sergilemektedir (DSİ, 2016).

**Tablo 7.13 Kınık KSS Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Kınık KSS	0,013	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 3	0,01 4	0,01 4	0,01 4	0,01 5	0,01 5	0,01 5	0,015
%5 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											0,01 4	0,01 4	0,014



### 7.2.3.11.Soma OSB

Henüz yapım aşamasında olan ve alanı 97,2 ha olan OSB'nin günlük faaliyet saati 20 olarak belirlenmiş ve 2050 yılında %10 geri kazanım suyu kullanacağı varsayılmıştır (DSİ, 2016). **Tablo 7.14** Soma OSB'nin tahmini su kullanımlarını göstermektedir.

**Tablo 7.14 Soma OSB Su Tüketim Tahminleri**

Sanayi Adı	Yıllara Göre Sanayi Su Kullanım Tahmini (hm <sup>3</sup> /yıl)												
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2075	2100
Soma OSB	1,27 7	1,29 2	1,29 9	1,30 6	1,31 4	1,35 0	1,38 7	1,42 3	1,46 0	1,49 6	1,53 3	1,53 3	1,53 3
%10 Geri Kazanım Suyu Kullanılması Durumundaki Su Kullanımı (hm <sup>3</sup> /yıl)											1,45 6	1,45 6	1,45 6

### 7.2.3.12.Hidro-Gen Kolin Termik Santrali ve Soma Termik Santralleri

Son olarak yukarıda belirtilen sanayilere ek olarak, mevcut su tüketimi 4,8 hm<sup>3</sup> olan ve gelecekte de bu tüketimin sabit kalacağı varsayılan Soma Termik Santralleri ve henüz yapım aşamasında olup, yapımı bittiğinde yıllık 7 hm<sup>3</sup> su tüketeceği varsayılan Hidro-Gen Kolin Termik Santrali gelecek yıllar sanayi su tüketim hesaplarında göz önünde bulundurulmalıdır.

### 7.2.4. Turizm Su İhtiyacı Tahminleri

Turizm sektöründe su tüketimlerin projeksiyonları 2018-2100 yılları için yapılmıştır. Kuzey Ege Havzası turizm su ihtiyaç tahminleri yapılırken “içmesuyu tesisleri etüt, fizibilite ve projelerinin hazırlanmasına ait teknik şartname” de yer alan maddeler dikkate alınmıştır. Su kullanım tahminleri ile ilgili detaylar **EK-2.1**'de yer alan “Gelecek Durum Su Kullanım Tahminleri” başlığı altında verilmiştir. **Tablo 7.15** alt havzalara göre turizm su ihtiyaçlarını göstermektedir.

**Tablo 7.15 Kuzey Ege Havzası Turizm Su Tüketim İhtiyaçları**

Su Tüketimi hm <sup>3</sup>									
	Aşağı Bakırçay	Edremit-Havran	Güzelhisar	Karınca	Madra	Menderes	Tuzla	Yukarı Bakırçay	Toplam
2016	0,04	0,34	0,18	0,30	0,04	0,24	0,16	0,02	1,33
2016-2050	0,05	0,46	0,25	0,41	0,06	0,33	0,22	0,03	1,81
2051-2075	0,07	0,59	0,32	0,53	0,08	0,43	0,28	0,04	2,35
2076-2098	0,09	0,73	0,40	0,66	0,10	0,52	0,34	0,05	2,89

#### 7.2.5. Ekosistem Su İhtiyacı Tahminleri

Ekosistem su ihtiyacı tahminlerini gerçekleştirebilmek adına **EK-2.1**'de "Ekosistem Su Kullanımı" üzerinde açıklanan Tennant ve Hidrolojik Ekosistem Su İhtiyacı Yöntemi metotları kullanılmıştır. Mevcut durum (2016) için en yüksek değerlerin Ekosistem Su İhtiyacı Hidrolojik Yöntemi ile hesaplandığı belirlenmişken, ileriye dönük projeksiyonlarda Tennant yönteminde azalmalar Hidrolojik Yöntem'e göre daha hafif olduğu hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda görülen 2016 (Mevcut durum) ile 2018 – 2050 periyodu arasındaki akış artışının sebebi; 2016 hesaplamalarının gözlem verileriyle gerçekleştirilmiş olup sonraki dönemlerin iklim projeksiyonu verileriyle hesaplanmasından kaynaklanmaktadır. İklim projeksiyon verilerinin başlangıç değerlerinin havza ortalamalarından yüksek seviyede başlayıp olup zaman zaman içerisinde azaldığını belirlenmiştir.

Karşılaştırılan yöntemler arasında her zaman dilimi için en yüksek değerler ekosistem gelecek su ihtiyacı tahmini olarak kabul edilmiş olup bu değerler **Tablo 7.16** üzerinde gösterilmiştir. Bu şekilde 2018 – 2098 periyodu içinde yıllık ekosistem su ihtiyacı 614 – 818 hm<sup>3</sup>/yıl mertebesinde hesaplanmıştır.

Ekosistem mevcut ve gelecek su kullanımı hesapları **EK-2.2**'de detaylı olarak verilmiştir.



**Tablo 7.16 Kuzey Ege Havzası Gelecek Ekosistem Su İhtiyacı Değerleri**

Alt Havza	Seçilen Ekosistem Su İhtiyacı Değerleri (hm <sup>3</sup> /yıl)			
	2016	2018-2050	2051-2075	2076-2098
Aşağı Bakırçay	161	167	143	149
Edremit-Havran	68	68	54	53
Güzelhisar	42	34	27	27
Karınca	33	29	24	24
Madra	39	35	27	27
Menderes	91	267	246	247
Tuzla	63	97	89	90
Yukarı Bakırçay	117	86	70	72
<b>TOPLAM</b>	<b>614</b>	<b>818</b>	<b>703</b>	<b>713</b>



## BÖLÜM 8

### HAVZA SU POTANSİYELİ VE SU POTANSİYELİNDEKİ DEĞİŞİMİN TESPİTİ

#### 8.1. HAVZA SU BÜTÇESİ

“Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu”na göre Kuzey Ege Havzası'nın yıllık ortalama yağış miktarı 633,9 mm ve yıllık buharlaşma ortalaması 552 mm olarak hesaplanmıştır. Havzanın yüzey suyu potansiyeli 1974-2014 yılları arasında yıllık ortalama 1985 hm<sup>3</sup>/yıl, yeraltı suyu potansiyeli ise 671 hm<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur (DSİ, 2016).

“İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu”na göre Kuzey Ege Havzası'nın yıllık ortalama yağış miktarı 550 mm – 650 mm arasında değişmektedir. Havzanın yüzey suyu potansiyeli 2090 hm<sup>3</sup>/yıl, yeraltı suyu potansiyeli ise 289 hm<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur (SYGM, 2016).

Bu rapor kapsamında yerüstü ve yeraltı su bütçeleri hem hidrolojik model (**Bölüm 6.1** ve **6.2**) ile sayısal yöntemler ile (**Bölüm 6.3**) sunulmuştur. Bu bölüm kapsamında alt havzalar kapsamında su bütçe karşılaştırmaları tekrar belirtilmiş olup havzalardaki yerüstü ve yeraltı potansiyellerindeki değişimler açıklanmıştır.

Kuzey Ege Havzası için gerçekleştirilen su potansiyeli çalışmalarında yerüstü ve yeraltı suyu potansiyeli değişimleri ayrı olarak incelenmiştir. **Bölüm 4**'te tanımlanan 3 farklı iklim projeksiyon modelleri (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-CM5.1) ve 2 farklı senaryoları (RCP4.5, RCP8.5) ile yapılan hesaplamalarda HBV hidrolojik modeline “İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu” çıktıları olan günlük sıcaklık ve yağış projeksiyonları girdi olarak kullanılmış; buharlaşma değerleri de girdi olarak verilen yağış değerlerinden hesaplanarak yerüstü ve yeraltı su potansiyelleri projeksiyonları her model ve senaryo için ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçları **Bölüm 6**'da alt havza bazında sunulmuştur. Bu



bölüm kapsamında bu 3 modele ait yerüstü ve yeraltı potansiyeli 3 model çıktılarının ortalamaları alınarak (çoklu model ortalaması) 2 farklı senaryo için hem üst havza hem de alt havzalar için performansları ve eğilimleri hesaplanmıştır.

### 8.1.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Kuzey Ege Havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 2676 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 2361 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 2528 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 2714 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 2285 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 2176 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir.

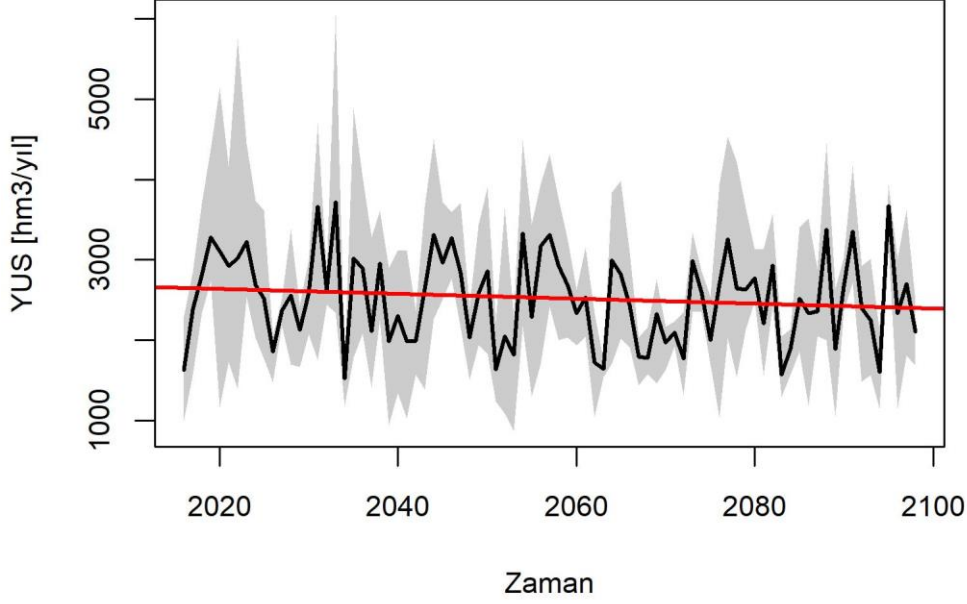
Kuzey Ege Havzası için yeraltı su potansiyeli değişimleri farklı senaryolar için çoklu model ortalamaları ile hesaplanmıştır. RCP4.5 senaryosu için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 473 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 489 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 512 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 467 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 536 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 567 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Kuzey Ege Havzası'na ait HBV model sonucu çoklu model YÜS ve YAS ortalamaları sırasıyla **Şekil 8.1** ve **Şekil 8.2** üzerinde gösterilmiştir. Yukarıda bahsedilen değerler Kuzey Ege Havzası ve alt havzaları için ise aşağıda **Tablo 8.1** üzerinde verilmiştir. Her alt havza için ilgili açıklamalar sonraki bölümlerde sunulmuştur.

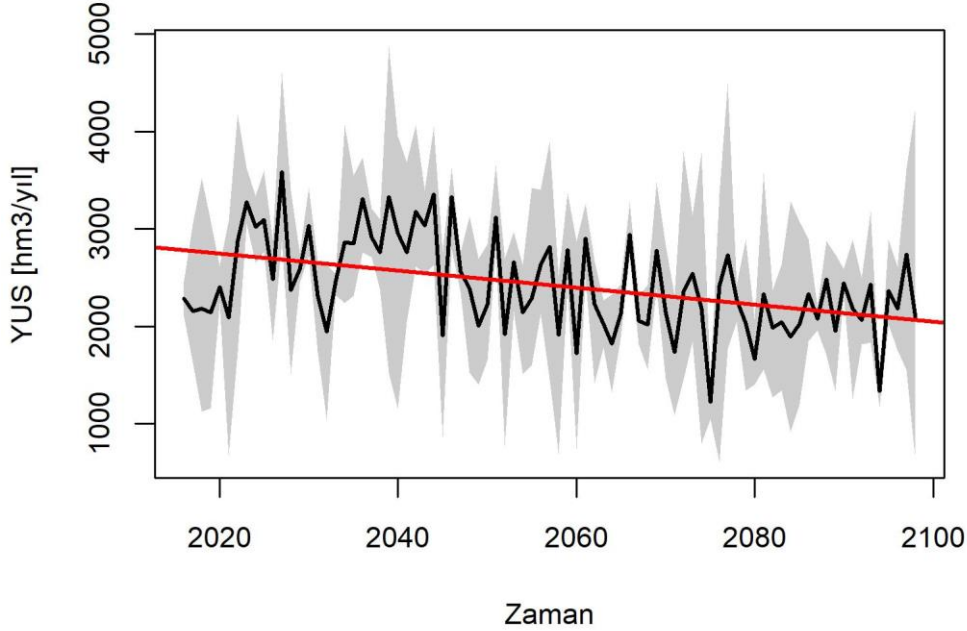
Tablo 8.1 Kuzey Ege Havzası Su Potansiyeli Projeksiyonları

Alt Havzalar	Ortalama Yüzeysel Suyu Potansiyeli hm <sup>3</sup> /yıl										Ortalama Yeraltı Suyu Potansiyeli hm <sup>3</sup> /yıl					
	RCP 4.5			RCP 8.5			RCP 4.5 Eğilim Yönü	RCP 8.5 Eğilim Yönü	RCP 4.5			RCP 8.5				
	Çoklu Model Ortalaması	2018-2050	2051-2075	2076-2098	Çoklu Model Ortalaması	2018-2050	2051-2075	2076-2098	Çoklu Model Ortalaması	2018-2050	2051-2075	2076-2098	Çoklu Model Ortalaması	2018-2050	2051-2075	2076-2098
Aşağı Bakırçay	561	490	538	575	476	457	azalan	azalan	76	80	83	76	89	92	artan	artan
Yukarı Bakırçay	301	236	270	301	245	222	azalan	azalan	126	128	127	124	133	132	artan	artan
Edremit - Havran	204	163	182	211	159	135	azalan	azalan	112	114	120	110	123	129	artan	artan
Güzelhisar	117	91	98	125	92	85	azalan	azalan	56	58	62	53	62	66	artan	artan
Karınca	106	90	98	110	87	80	azalan	azalan	32	33	35	33	37	40	artan	artan
Madra	116	91	102	119	87	79	azalan	azalan	36	36	39	37	43	47	artan	artan
Menderes	944	900	928	953	854	831	azalan	azalan	10	14	18	7	19	31	artan	artan
Tuzla	327	300	312	320	285	287	azalan	azalan	25	26	28	27	30	30	artan	artan
<b>KUZEY EGE</b>	<b>2676</b>	<b>2361</b>	<b>2528</b>	<b>2714</b>	<b>2285</b>	<b>2176</b>	<b>azalan</b>	<b>azalan</b>	<b>473</b>	<b>489</b>	<b>512</b>	<b>467</b>	<b>536</b>	<b>567</b>	<b>artan</b>	<b>artan</b>

Kuzey Ege Havzası YUS Projeksiyonları - RCP 4.5

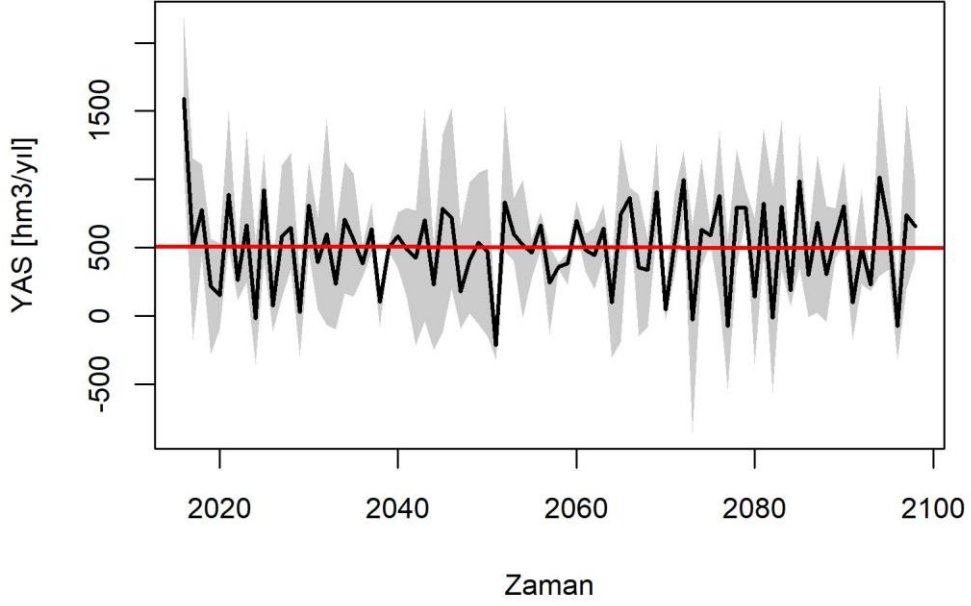


Kuzey Ege Havzası YUS Projeksiyonları - RCP 8.5

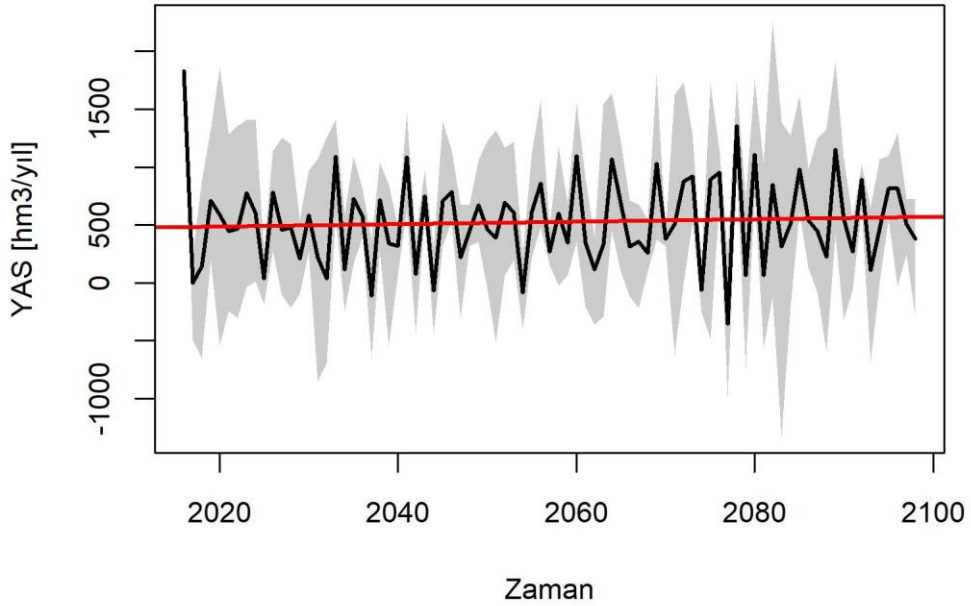


Şekil 8.1 Kuzey Ege Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YÜS Ortalaması

**Kuzey Ege Havzası YAS Projeksiyonları - RCP 4.5**



**Kuzey Ege Havzası YAS Projeksiyonları - RCP 8.5**



**Şekil 8.2 Kuzey Ege Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması**

## 8.2. ALT HAVZALAR SU BÜTÇESİ

Kuzey Ege Master Plan Nihai Raporu'nda sunulan alt havzaların yüzey ve yeraltı su potansiyellerinin, Kuzey Ege Kuraklık Yönetim Planı'nda verilen alt havzalara **Tablo 2.11**'de verilen alan oranında taşınması ile alt havzaların yüzey suyu potansiyeli ve yeraltı suyu potansiyeli bulunmuştur. Elde edilen değerler **Tablo 8.2**'de verilmiştir.

**Tablo 8.2 Kuzey Ege Master Plan Nihai Raporu'na Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri**

Alt Havza Adı	Yüzey Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)	Yeraltı Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)
Aşağı Bakırçay	256	159
Yukarı Bakırçay	205,4	127
Edremit-Havran	352,9	81,7
Güzelhisar	104,2	64,4
Karınca	155,2	35,9
Madra	182,9	42,4
Menderes	497	107,5
Tuzla	231	53,5

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu değerleri ile Kuzey Ege Havzası alt havzalarının yüzey suyu ve yeraltı su potansiyelini elde etmek için tüm havzanın yüzey suyu ve yeraltı suyu potansiyel değerleri alt havza bazında ağırlıklı ortalama alınarak hesaplanmıştır. Buna göre hesaplanan değerler **Tablo 8.3**'te verilmiştir.

**Tablo 8.3 İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Nihai Raporu'na Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri**

Alt Havza Adı	Yüzey Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)	Yeraltı Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)
Aşağı Bakırçay	416	58
Yukarı Bakırçay	332,9	46
Edremit-Havran	253,8	35,1
Güzelhisar	253,8	35,1
Karınca	112	15,5
Madra	163,1	22,5
Menderes	476,6	65,9
Tuzla	166,6	23



Kuzey Ege Havzası alt havzalarının yağış drenaj alanında yer alan tüm jeolojik formasyonların litolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yağışlardan süzülme yolu ile yer altı suyu beslenimleri hesaplanmıştır. Buna göre, alt havzaların yüzey suyu potansiyeli ve yer altı suyu potansiyeli bulunmuştur. Bu hesaplamalara ilişkin bilgiler **Bölüm 6.3**'te detaylandırılmıştır. Hesaplanan değerler ise **Tablo 8.4**'te verilmiştir.

**Tablo 8.4 Su Bütçesi Metoduna Göre Hesaplanan Su Potansiyelleri**

Alt Havza Adı	Yüzey Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)	Yeraltı Suyu Potansiyeli (hm <sup>3</sup> /yıl)
Aşağı Bakırçay	238,21	182,15
Edremit – Havran	208,13	60,52
Güzelhisar	109,71	62,51
Karınca	75,48	39,31
Madra	115,89	48,86
Menderes	358,39	102,72
Tuzla	109,63	52,22
Yukarı Bakırçay	205,75	120,30
<b>TOPLAM</b>	<b>1421,20</b>	<b>668,58</b>

### 8.2.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Kuzey Ege Havzası alt havzaları için yüzey ve yeraltı suyu potansiyel hesaplamaları yarı-dağılımlı kavramsal bir model olan HBV ile gerçekleştirilmiş, yüzey suyu ve yeraltı su potansiyel değişimleri farklı senaryolar için çoklu model ortalamaları ile hesaplanmıştır. Kuzey Ege Havzası alt havzaları RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları için belirlenen dönemlerde YÜS ve YAS potansiyelleri hesaplanmış olup, bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için artan veya azalan eğilimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar **Tablo 8.1**'de verilmiştir.

Aşağı Bakırçay alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 561 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 490 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 538 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim



belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 575 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 476 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 457 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 76 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 80 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 83 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 76 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 89 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 92 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Yukarı Bakırçay alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 301 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 236 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 270 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 301 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 245 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 222 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 126 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 128 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 127 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 124 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 133 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 132 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Edremit - Havran alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 204 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 163 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 182 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu



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



sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 211 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 159 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 135 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 112 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 114 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 120 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 110 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 123 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 129 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Güzelhisar alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 117 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 91 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 98 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 125 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 92 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 85 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 56 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 58 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 62 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 53 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 62 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 66 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Karınca alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 106 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 90 hm<sup>3</sup>; 2076



- 2098 dönemi ortalaması ise 98 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 110 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 87 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 80 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 32 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 33 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 35 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 33 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 37 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 40 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

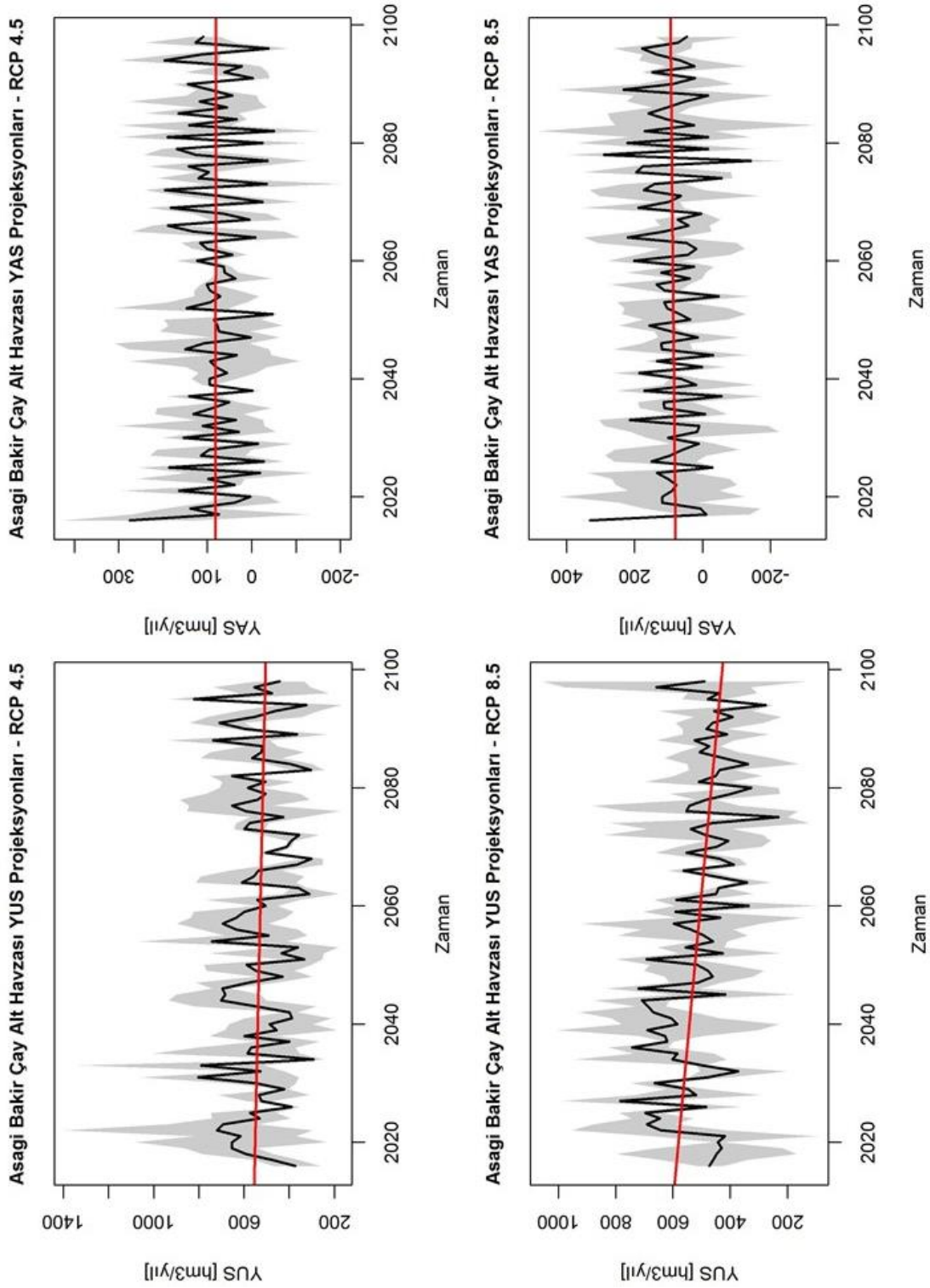
Madra alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 116 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 91 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 102 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 119 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 87 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 79 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 36 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 36 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 39 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 37 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 43 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 47 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.



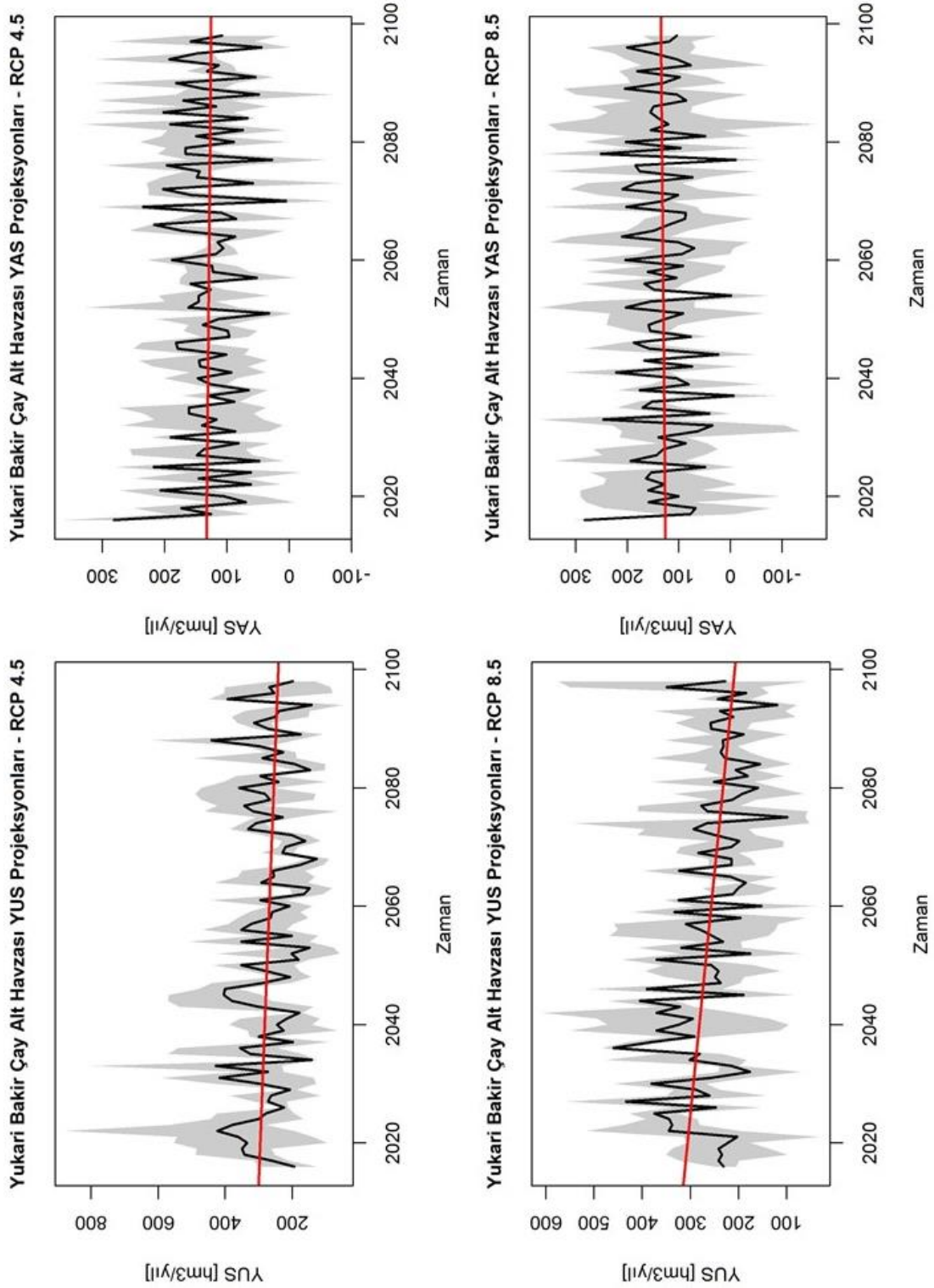
Menderes alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 944 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 900 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 928 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 953 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 854 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 831 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 10 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 14 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 18 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 7 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 19 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 31 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

Tuzla alt havzası RCP4.5 senaryosu yüzey suyu potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 327 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 300 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 312 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 320 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 285 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 287 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yerüstü su potansiyelinde azalan eğilim belirlenmiştir. RCP4.5 senaryosu yeraltı su potansiyeli için incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 25 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 26 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 28 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir. RCP8.5 senaryosu için ise incelenen 2018 - 2050 dönemi ortalaması 27 hm<sup>3</sup>; 2051 - 2075 dönemi ortalaması 30 hm<sup>3</sup>; 2076 - 2098 dönemi ortalaması ise 30 hm<sup>3</sup> olarak hesaplanmış olup bu sonuçlara göre 2018 - 2098 dönemi için yeraltı su potansiyelinde artan eğilim belirlenmiştir.

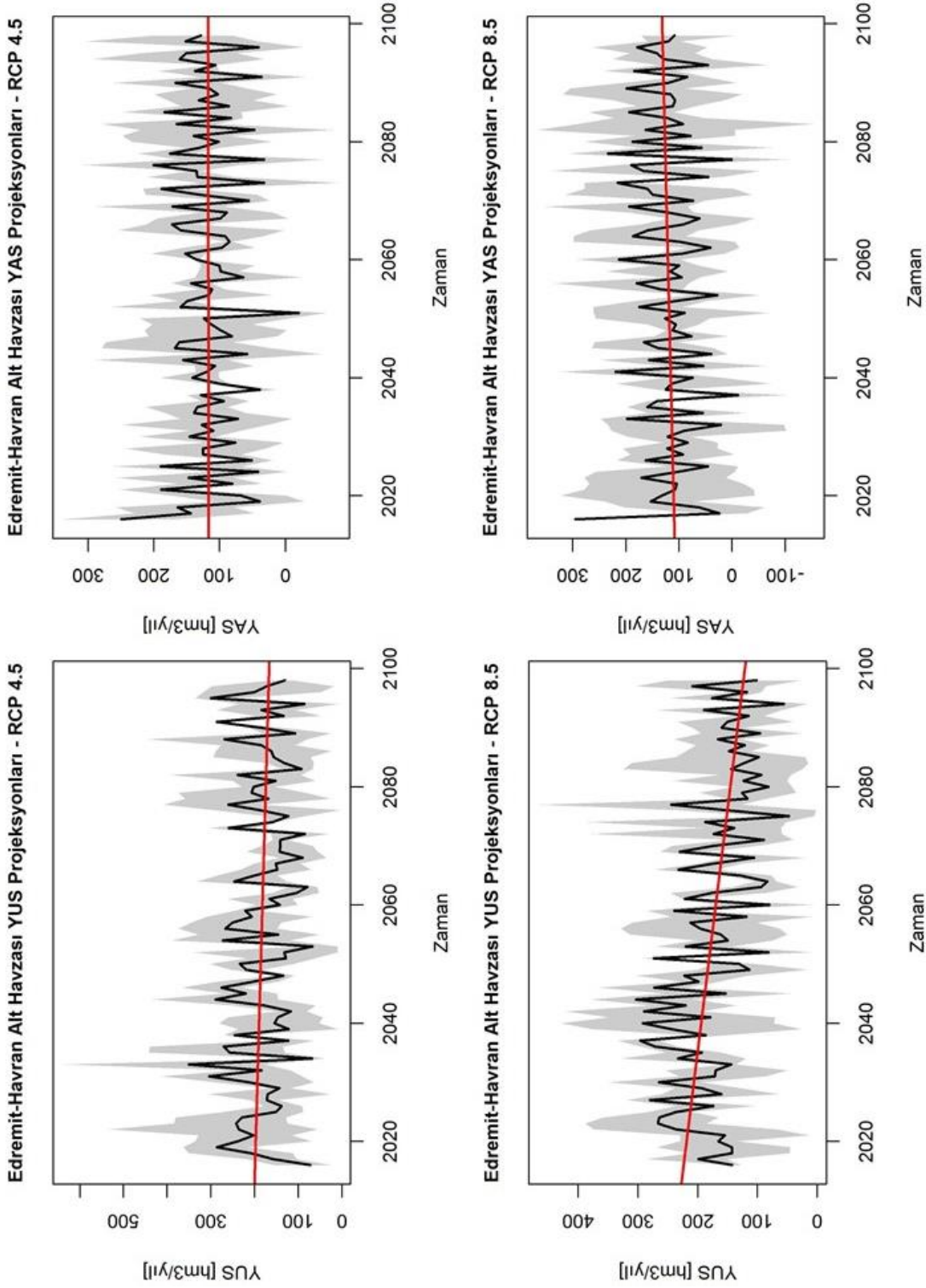
Her alt havzaya ait HBV model sonucu çoklu model YÜS ve YAS ortalamaları da **Şekil 8.3** ve **Şekil 8.10** arasında sunulmuştur.



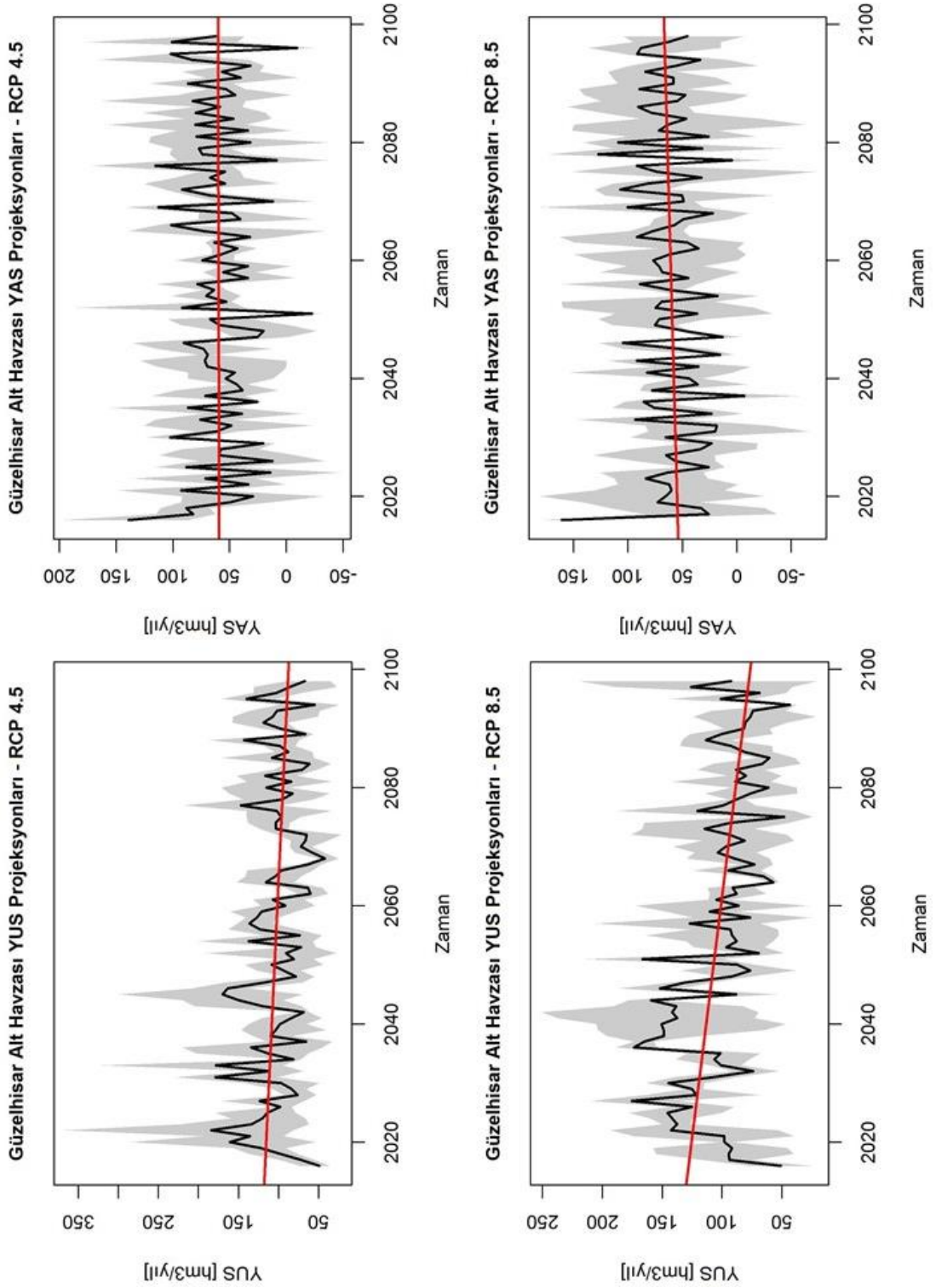
Şekil 8.3 Aşağı Bakırçay Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



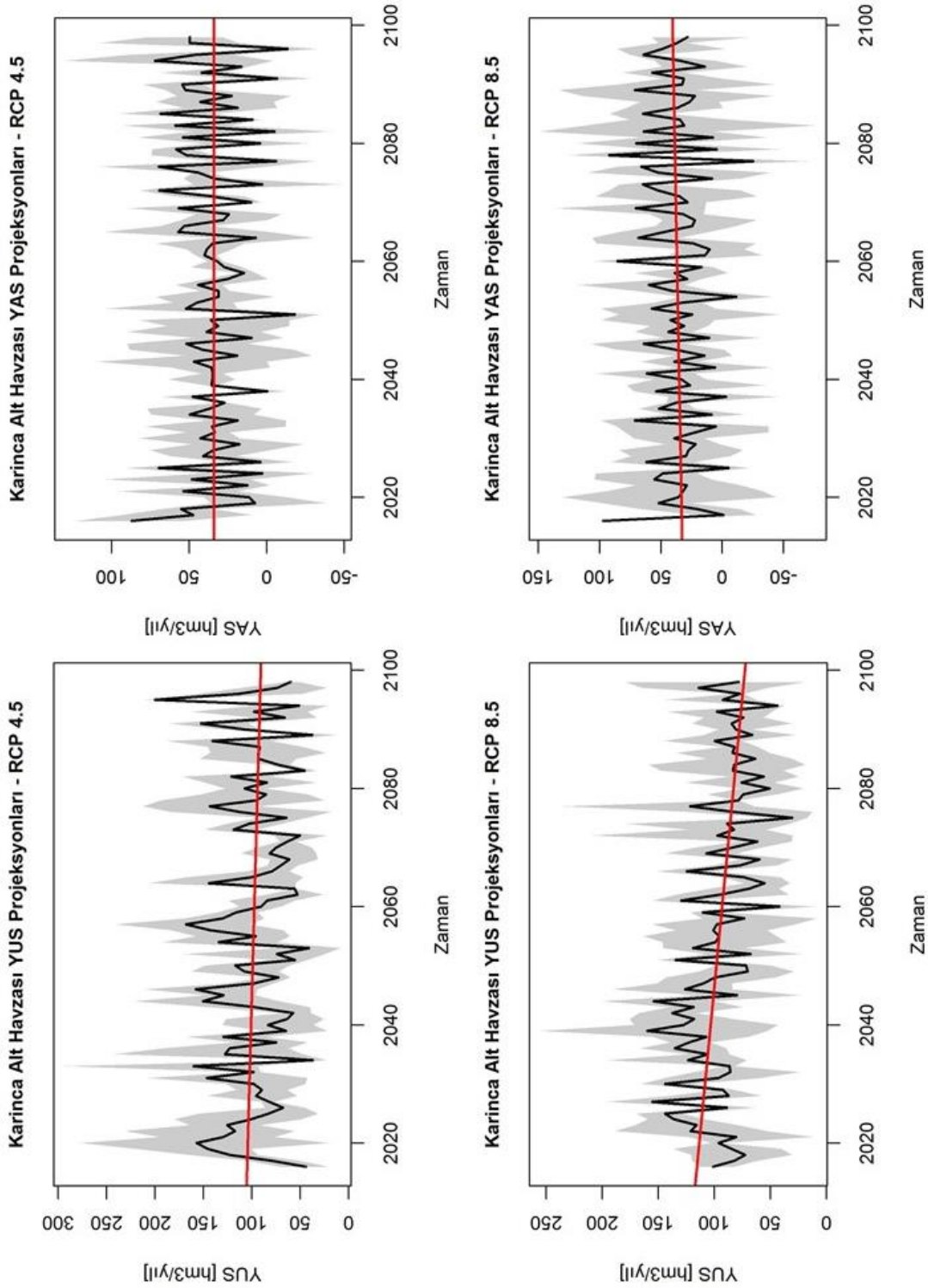
Şekil 8.4 Yukarı Bakırçay Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



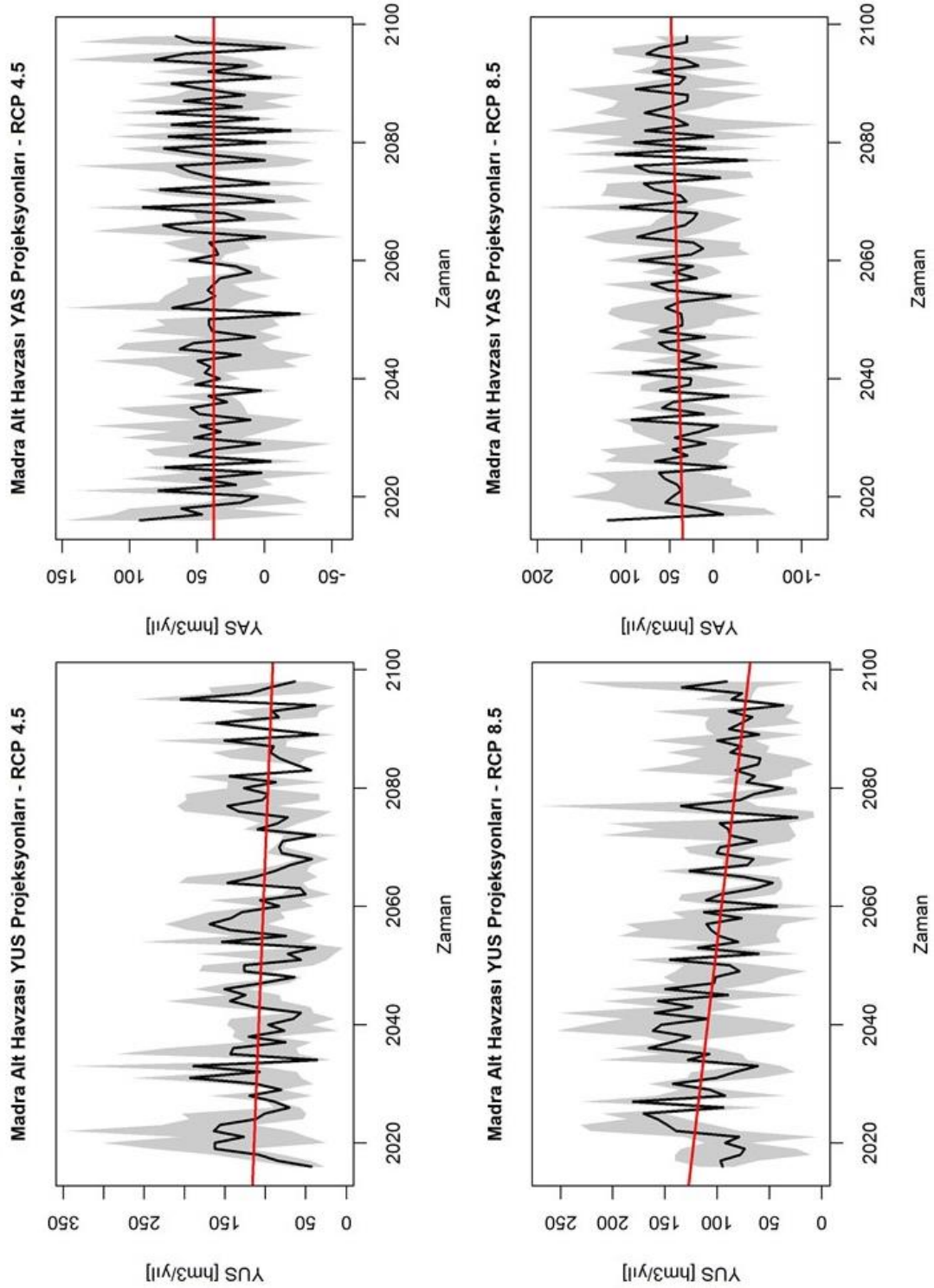
Şekil 8.5 Edremit-Havran Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



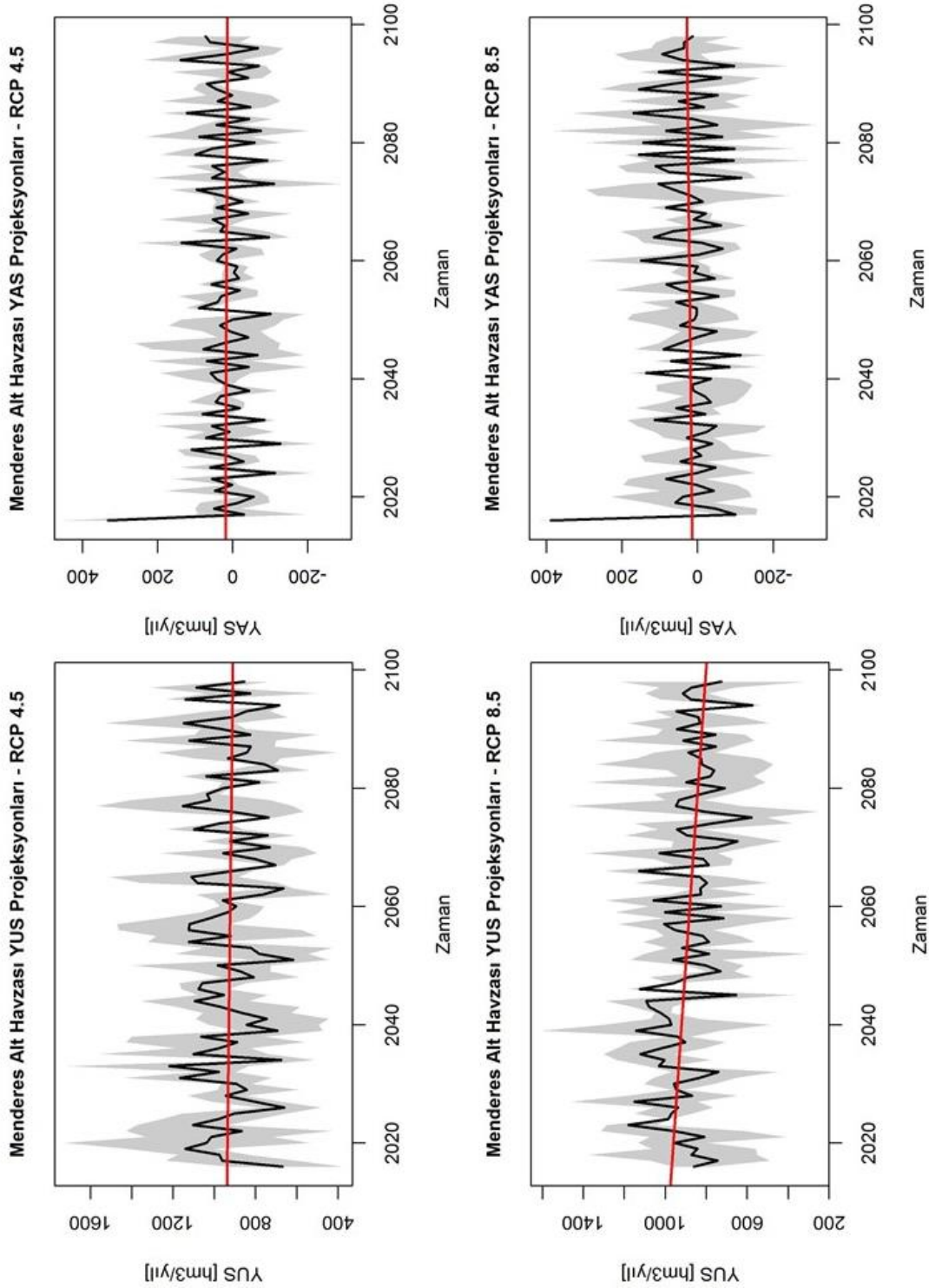
Şekil 8.6 Güzelhisar Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



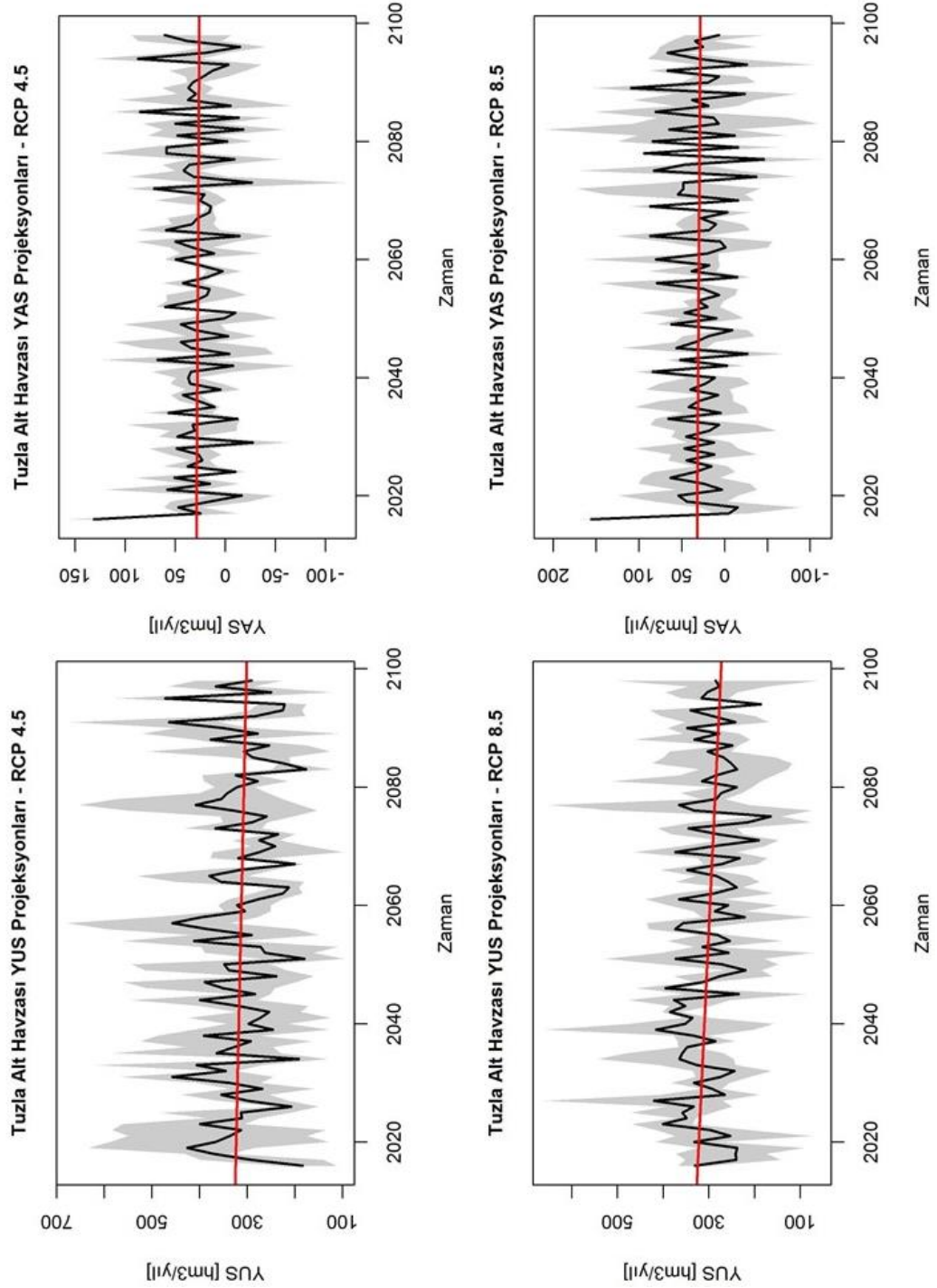
Şekil 8.7 Karınca Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



Şekil 8.8 Madra Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



Şekil 8.9 Menderes Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



Şekil 8.10 Tuzla Alt Havzası HBV Model Sonucu Çoklu Model YAS Ortalaması



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





## **KAYNAKLAR**

- Bergström, S. (1976). *Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments*. Nörrköping, Sweden: SMHI, Reports RHO, No.7.
- DSİ. (2016). *Kuzey Ege Havzası Master Plan Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- DSİ. (2016). *Kuzey Ege Havzası Master Planı*. Ankara.
- OSB Bilgi. (2017). *Organize Sanayi Bölgesi Bilgi Sitesi*. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı: <https://osbbs.sanayi.gov.tr/default.aspx> adresinden alındı
- SYGM. (2016). *İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Proje Nihai Raporu*. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.