



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



VAN GÖLÜ HAVZASI **KURAKLIK YÖNETİM PLANI**



CİLT-II: SU BÜTÇESİ ÇALIŞMALARI

ANKARA, 2018



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



VAN GÖLÜ HAVZASI KURAKLIK YÖNETİM PLANI



CİLT-II: SU BÜTÇESİ ÇALIŞMALARI

ANKARA, 2018



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



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



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



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

GENEL MÜDÜR

Dr. Bülent SELEK

GENEL MÜDÜR YARDIMCISI

Hüseyin AKBAŞ

TAŞKIN VE KURAKLIK YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI

DAİRE BAŞKANI

Maruf ARAS

KURAKLIK YÖNETİMİ ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

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



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



PROJE EKİBİ

Yüklenici Firma

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

Alt Yüklenici Firma

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

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYELERİ

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



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	İV
KISALTMALAR.....	Vİİ
TABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	Xİ
6. HİDROLOJİK MODEL	4
6.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri.....	5
6.1.1. Seçilen Modelde Kullanılan Yöntemler	5
6.1.1.1. MIKE 11 – NAM Yöntemi.....	6
6.2. Havzanın Parametrelerinin Belirlenmesi.....	23
6.3. Kalibrasyon Çalışmaları.....	24
6.4. Validasyon Çalışmaları.....	30
6.5. Model Sonuçları.....	32
6.5.1. Ahlat-Batı Alt Havzaları Model Sonuçları.....	33
6.5.1.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi.....	33
6.5.1.1.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış.....	33
6.5.2. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzaları Model Sonuçları	35
6.5.2.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi.....	35
6.5.2.1.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış.....	35
6.5.3. Deliçay-Doğu1 ve2 Alt Havzaları Model Sonuçları	37
6.5.3.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi.....	37
6.5.3.2. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış.....	37
6.5.4. Engil Alt Havzası Model Sonuçları.....	39
6.5.4.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi.....	39



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



6.5.4.2.	YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış	39
6.5.5.	Güney Alt Havzası Model Sonuçları	41
6.5.5.1.	Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi	41
6.5.5.2.	YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış	41
6.5.6.	Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzaları Model Sonuçları	43
6.5.6.1.	Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi	43
6.5.6.1.	YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış	43
6.5.7.	Zilan-Kuzey Alt Havzaları Model Sonuçları	45
6.5.7.1.	Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi	45
6.5.7.1.	YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış	45
7.	SU KULLANIMI	49
7.1.	Mevcut Durum Su Kullanımı	49
7.1.1.	Tarımsal Su Kullanımı	49
7.1.1.1.	Sulama Alanları	50
7.1.1.1.1.	Yüzeysel Sulama (YÜS) Alanları	50
7.1.1.1.2.	Yeraltısuyu (YAS) Alanları	53
7.1.1.2.	Yeraltısuyu (YAS) Sulamalar	58
7.1.2.	İçme – Kullanma Suyu Kullanımı	58
7.1.3.	Sanayi Su Kullanımı	60
7.1.4.	Turizm Su Kullanımı	60
7.1.5.	Ekosistem Su Kullanımı	61
7.2.	Gelecek Durum Su Kullanım Tahminleri	62
7.2.1.	Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri	62
7.2.2.	İçme ve Kullanma Suyu İhtiyaçları Tahminleri	66
7.2.2.1.1.	Van Gölü Kapalı Havzası İçmesuyu Arz Talep Dengesinin Sağlanması	66
7.2.2.2.	Yerleşimlere Ait Su İhtiyacının Belirlenmesi	67
7.2.3.	Sanayi Suyu İhtiyaçları Tahminleri	91
7.2.4.	Turizm Su İhtiyacı Tahminleri	93
7.2.5.	Ekosistem Su İhtiyacı Tahminleri	95



8. HAVZA SU POTANSİYELİ VE SU POTANSİYELİNDEKİ DEĞİŞİMİN TESPİTİ.....	97
8.1. Havza Su Bütçesi	97
8.1.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	97
8.2. Ahlat-Batı Alt Havzaları.....	99
8.2.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	99
8.3. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzaları.....	101
8.3.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	101
8.4. Deliçay-Doğu1ve2 Alt Havzaları	103
8.4.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	103
8.5. Engil Alt Havzası	105
8.5.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	105
8.6. Güney Alt Havzası	107
8.6.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	107
8.7. Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası.....	109
8.7.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	109
8.8. Zilan-Kuzey Alt Havzası.....	111
8.8.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler.....	111
9. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	113



KISALTMALAR

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



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



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



TABLolar LİSTESİ

Tablo 6-1: Alt Havzalara Ait Yükselik Alan Dağılımları	18
Tablo 6-2: NAM Yöntemi Kalibrasyon Parametreleri	22
Tablo 6-3 Model için kullanılan havza parametreleri	24
Tablo 6-4 Model İçin Seçilen Akım ve Meteorolojik Gözlem İstasyonları	25
Tablo 6-5 MGİ Theissen Oranları	27
Tablo 6-6 Kalibrasyon Kararlılık Katsayıları (R^2)	29
Tablo 6-7: Ahlat-Batı Alt Havzaları Model Sonuçları	34
Tablo 6-8: Bendimahı-Doğu3 Alt Havzaları Model Sonuçları	36
Tablo 6-9: Deliçay-Doğu1 ve2 Alt Havzaları Model Sonuçları	38
Tablo 6-10: Engil Alt Havzası Model Sonuçları	40
Tablo 6-11: Güney Alt Havzası Model Sonuçları	42
Tablo 6-12: Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası Model Sonuçları	44
Tablo 6-13: Zilan-Kuzey Alt Havzası Model Sonuçları	46
Tablo 6-14: Van Gölü Havzası Alt Havzaları Su Potansiyeli Karşılaştırma Tablosu (Model Çalışması-Master Plan Raporu ve Model Çalışması-Akım Gözlem İstasyonu Ölçümleri)	48
Tablo 7-1: Van Kapalı Havzası İşletmedeki Projelerin Yıllık Sulama Suyu İhtiyaçları	49
Tablo 7-2: DSİ tarafından yapılan sulama projelerinin mevcut durumu	51
Tablo 7-3: Van İl Özel İdare Müdürlüğü Sulama Alanları (KGHM Sulamaları)	52
Tablo 7-4: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan YAS Sulamaları	53
Tablo 7-5: Van Havzası İçerisinde Yer Alan YÜS ve YAS Sulamaları	57
Tablo 7-6: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan İlçelerin Toplam Su İhtiyaçları	60
Tablo 7-7: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan Sulak Alanlar	61
Tablo 7-8: Van Kapalı Havzası İçerisinde Bulunan Diğer Göller	61
Tablo 7-9: Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri	64
Tablo 7-10: Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Projeksiyonları	65
Tablo 7-11 İçme ve Kullanma Suyu İhtiyacı Projeksiyonları	67
Tablo 7-12: Türkiye'nin GSMH Gelişimi ve Sanayi Suyu İhtiyacının Değişimi Artış Hızları	91
Tablo 7-13: Sanayi Suyu İhtiyacı Projeksiyonları	92



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



Tablo 7-14: Turizm Suyu İhtiyacı Projeksiyonları	94
Tablo 7-15: Ekosistem Su İhtiyacı Projeksiyonları	96
Tablo 8-1: Alt Havzalara Ait Akım Potansiyeli Model Sonuçları (Mevcut)	97
Tablo 8-2: Alt Havzalara Ait Akım Potansiyeli Model Sonuçları (Gelecek Dönem)	98



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 6-1: NAM Yöntemi Çalışma Prensipleri.....	7
Şekil 6-2: NAM Yüzey Kök Bölgesi	9
Şekil 6-3: NAM Yeraltı Suyu.....	11
Şekil 6-4: NAM Kar Erimesi	14
Şekil 6-5: NAM Kar Erimesi, Yükseklik Seviyeleri.....	17
Şekil 6-6: NAM Sulama.....	19
Şekil 6-7: Mahsul Katsayılarının ve Kayıpların Mevsimsel Değişimi	20
Şekil 6-8: NAM Başlangıç Koşulları	21
Şekil 6-9: Modelde Kullanılan Bölgeler	24
Şekil 6-10: Akım Gözlem İstasyonlarına Ait Yağış Alanları	26
Şekil 6-11: Meteoroloji Gözlem İstasyonlarına Ait Theissen Poligonları	27
Şekil 6-12: 25013 Nolu İstasyonun Kalibrasyon Sonucu	29
Şekil 6-13: 2502 Nolu İstasyonun Validasyon Sonucu.....	31
Şekil 6-14: 25013 Nolu İstasyonun Validasyon Sonucu.....	31
Şekil 7-1: Van Kapalı Havzası Sulama Alanları.....	50
Şekil 7-2: Van Gölü Havzası Tarımsal Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler	63
Şekil 7-3: Van Gölü Havzası Sanayi Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler	91
Şekil 7-4: Van Gölü Havzası Turizm Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler.....	93
Şekil 7-5: Van Gölü Havzası Ekosistem Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler.....	95
Şekil 8-1: Van Gölü Havzası Su Tüketimi Şeması	99
Şekil 8-2: Ahlat-Batı Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	100
Şekil 8-3: Ahlat-Batı Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi	100
Şekil 8-4: Ahlat-Batı Alt Havzasının Beslenme Değişimi	100
Şekil 8-5: Ahlat-Batı Alt Havzası Su Tüketimi Şeması.....	101
Şekil 8-6: Bendimahı-Doğu3 Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	102
Şekil 8-7: Bendimahı-Doğu3 Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi.....	102
Şekil 8-8: Bendimahı-Doğu3 Alt Havzasının Beslenme Değişimi.....	102
Şekil 8-9: Bendimahı-Doğu3 Alt Havzası Su Tüketimi Şeması	103
Şekil 8-10: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	104
Şekil 8-11: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi	104
Şekil 8-12: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Beslenme Değişimi	104



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



Şekil 8-13: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzası Su Tüketimi Şeması.....	105
Şekil 8-14: Engil Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	106
Şekil 8-15: Engil Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi.....	106
Şekil 8-16: Engil Alt Havzasının Beslenim Değişimi	106
Şekil 8-17: Engil Alt Havzası Su Tüketimi Şeması.....	107
Şekil 8-18: Güney Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	108
Şekil 8-19: Güney Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi.....	108
Şekil 8-20: Güney Alt Havzasının Beslenim Değişimi.....	108
Şekil 8-21: Güney Alt Havzası Su Tüketimi Şeması	109
Şekil 8-22: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi	110
Şekil 8-23: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi	110
Şekil 8-24: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Beslenim Değişimi ...	110
Şekil 8-25: Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası Su Tüketimi Şeması.....	111
Şekil 8-26: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi.....	112
Şekil 8-27: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi	112
Şekil 8-28: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Beslenim Değişimi	112
Şekil 8-29: Zilan-Kuzey Alt Havzası Su Tüketimi Şeması	113



TANIMLAR

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

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

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

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

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

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



İl Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu: Havza koruma eylem ve yönetim planları ile taşkın yönetim planlarının ve kuraklık yönetim planlarının hazırlanması, uygulamaların izlenmesi ve değerlendirmesiyle alakalı çalışmaları il ölçeğinde yürütmek maksadıyla 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



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



belirlenmesi, politika ve stratejik plan ve eylem planlarının hazırlanması ve yaşama geçirilmesi sürecidir.

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

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



BÖLÜM 6

HİDROLOJİK MODEL

Havzanın hidrolojik modeli bütünsel bir yaklaşımla ele alınmıştır. Bu aşamada havzanın hem yüzey hem de yeraltı suyu bağlamında temsil edilebilmesi için yüzey ve yeraltı suyunu bütünleşik olarak irdeleyen MIKE-11-NAM modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Bu nedenle hidrolojik model bölümü yüzey ve yeraltı suyu modeli olarak iki ayrı başlık yerine tek başlık altında toplanmıştır.

Bununla birlikte havza içinde kalibrasyonun yapılabilmesi için uzun dönem ölçüm periyodu olan istasyonlar belirlenmiştir. Uzun dönem verisi olan istasyonların sayısı sadece 2 tanedir. Ancak 1. Ara Rapor kapsamında akım verileri tamamlama yolu ile uzatıldığından bu çalışmada da bu verilerden faydalanılmıştır. Sözü edilen istasyonlar havza genelinde 7 adet olup her alt havzayı temsil etmemektedir. Bu nedenle 13 olarak belirlenen alt havzalardan bazıları uzun dönem akım gözlemi olan ve benzer fiziksel koşullara sahip olabilecek komşu alt havzalar ile birleştirilmiştir. Bunun sonucu olarak bütün alt havzaları temsil eden 7 adet bölge tespit edilmiştir. Bu bölgeler Ahlat-Batı, Bendimahı-Doğu3, Deliçay-Doğu1-2, Engil, Güney, Karasu-Kapıköy-Erçek-Van ve Zilan-Kuzey bölgeleridir. Ahlat-Batı alt havzası için 2507 No'lu Kınalıkoç Akım Gözlem İstasyonu, Bendimahı-Doğu3 alt havzası için 2502 No'lu Bendimahı Akım Gözlem İstasyonu, Deliçay-Doğu1-Doğu2 alt havzası için 25013 No'lu Payköy Akım Gözlem İstasyonu, Engil alt havzası için 2511 no'lu Güzelsu Akım Gözlem İstasyonu, Güney alt havzası için 25021 no'lu Gevaş Akım Gözlem İstasyonu ve Karasu-Kapıköy-Erçek-Van alt havzası için 25012 no'lu Erdeviz Akım Gözlem İstasyonu, Zilan ve Kuzey alt havzası için 25002 No'lu Koçköprü Akım Gözlem İstasyonu kullanılmıştır.

Yapılan model çalışmasında kullanılan diğer veriler önceki bölümlerde söz edildiği gibi hidrometeorolojik verilerdir. Bunlar yağış, sıcaklık ve buharlaşmadır. Buharlaşma verileri projeksiyon hesapları yerine Thornthwaite Metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Thornthwaite yöntemine göre potansiyel ve gerçek evapotranspirasyonu hesaplamak için aşağıdaki adımlar izlenmiştir.



- Her ayın ortalama sıcaklığına göre aylık sıcaklık indisleri belirlenir.
 $i = (t/5)^{1.514}$ formülüyle hesaplanır. Burada; i, aylık sıcaklık indisi, t; ortalama aylık sıcaklık (°C)

- Her aya ait sıcaklık indisleri toplanarak yıllık sıcaklık indisi bulunur.

$$I = \sum_{k=1}^{12} i \quad k = 1, \dots, 12$$

Burada; I, yıllık sıcaklık indisi; i, aylık sıcaklık indisidir.

- Potansiyel Evapotranspirasyon,

$PET = 16 * \left(\frac{10*t}{I} \right)^a$ formülünden hesaplanır. Burada; PET, potansiyel evapotranspirasyon (mm/ay); t, ortalama aylık sıcaklık (°C); I, yıllık sıcaklık indisi; a, katsayıdır.

$$(0.000000675 * I^3) - (0.000077 * I^2) + (0.01792 * I) + 0.49239$$

- Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyon (DET, mm/ay), bulmak için her aya ait evapotranspirasyon ile enlem düzeltme katsayısını çarpmak yeterli olmaktadır. Enlem düzeltme katsayısı (G), ortalama güneşlenme sürelerine göre değişen bir değerdir ve çizelge biçiminde Thornthwaite tarafından hazırlanmıştır.

$$DET = (PET * G)$$

Modelin uzun dönemler boyunca kalibre edilebilmesi ve çalışması bir anlamda bu verilere de bağlıdır. Yapılan bu çalışmada ise bazı bölgelerde ölçüm aralıkları kısıtlı olduğundan model sonuçları ilgili ölçüm periyodu için kalibre edilmiş ve hesaplanmıştır.

6.1. Kullanılan Modelin Özellikleri ve Seçilme Gerekçeleri

6.1.1. Seçilen Modelde Kullanılan Yöntemler

DHI tarafından gerçekleştirilen dünyanın en yaygın ve kapsamlı hidrodinamik modelleme programı olan MIKE 11 içerisindeki yağış akış modülünün NAM yöntemi kullanılarak hidrolojik model kurulmuş ve otomatik kalibrasyon aracı kullanılarak istenilen hidrolojik modelin kurulumu hassas bir şekilde sağlanabilmektedir. Aynı zamanda su akışının modellenmesi ve havza içerisindeki taşınımıyla birlikte doğru



şekilde kalibrasyonun sağlanabilmesi amacıyla MIKE 11 içerisindeki hidrodinamik modül kullanılmıştır. MIKE 11 kullanılarak baraj yıkılması modellemesi, su kalitesi modellemesi, taşkın erken uyarı sistemleri kurulumu, yağış-akış modeli kurulumu, kar erimesi modeli, otomatik veri asimilasyonu çalışmaları yapılabilmektedir. Havzada özellikle sürekli yeraltı suyu ölçümlerinin olmaması nedeni ile MIKE-NAM sayesinde yüzey ve yeraltı suyu bileşenlerinin ikisi hakkında da fikir sahibi olmak mümkündür.

6.1.1.1. MIKE 11 – NAM Yöntemi

MIKE 11 Yağış-Akış modülü, hidrolojik döngünün toprak ve zemin kısmını temsil eden NAM yöntemini içermektedir. NAM yönteminin yapısı aşağıdaki şekilde görülebilir. Hidrolojik model, yağış akış sürecini havza bazında simüle etmek için kullanılır. Bu yağış-akış modülü tekil olarak ya da birbiriyle ilişki içerisindeki birden fazla havzanın aynı anda MIKE 11 hidrodinamik modülü içerisindeki derelere verdiği akış katkısını oluşturabilir. Bu sayede tek bir yağış alanını ya da büyük bir havzada bulunan birçok sayıda ara havzaları tek bir model içerisinde tanımlamak ve çözüm elde etmek mümkün olmaktadır.

MIKE 11 NAM modeli temel olarak yağış, sıcaklık ve debi ölçümlerine ihtiyaç duyan hidrometeorolojik veri tabanlı bir modeldir. Bu veriler kullanılarak modelin kalibrasyonu ve aynı zamanda doğrulaması ile havza parametrelerinin tanımlanması ve başlangıç koşullarının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Temel meteorolojik veriler, yağış serileri, potansiyel buharlaşma serileri ve kar toplanması ve erimesinin de modellenmesi durumunda sıcaklık serileri olarak sayılabilir. Bu şekilde, model akış serileri, arahavza kanal akışları ve aynı zamanda toprak nemliliği, yeraltı suyu beslemesi gibi hidrolojik döngünün toprak fazıyla ilgili diğer unsurlarıyla ilgili bilgiler üretir.

Yeraltı suyunu beslemek için infiltre olan su miktarı toprağın nem oranına bağlıdır. Yeraltı suyundaki baz akım bir zaman sabiti kullanılarak rezervuardan doğrusal akış olarak hesaplanmaktadır.



Şekil 6-1: NAM Yöntemi Çalışma Prensibi

Yeraltı suyu seviyesi geri besleme, kılcal akı ve net yeraltı suyu özeti ve baz akım hesaba katılarak devamlılık denklemleriyle hesaplanır. Kılcal akı ve yeraltı suyu pompalanması tercihe bağlı olarak hesaba katılır.

MIKE 11 NAM yöntemi havzanın farklı fiziksel unsurlarını temsil eden dört farklı ve birbirini besleyen depolamaları hesaba katarak yağış-akış modelini kurmaktadır. Bu depolamalar aşağıdaki gibidir:

- Kar depolaması
- Yüzey depolaması
- Kök bölge depolaması
- Yeraltı suyu depolaması



Kar depolaması havza içerisindeki kot değişimleriyle birlikte değişmektedir. Dolayısıyla kot aralıkları belirlenerek kar erimesi ve birikmesinin modellenmesi için fonksiyonlar oluşturulur.

Ek olarak, hidrolojik döngüye sulama, yeraltı suyu pompalanması gibi insan eliyle yapılmış müdahaleleri de modellemek mümkündür. Bu durumda sulama ya da yeraltı suyu ile ilgili zaman serileri oranları modelde tam bir su dengesi sağlanabilmesi için gereklidir.

Yeraltı suyu seviyesi yeraltı depolamasındaki su miktarının ölçülmesiyle elde edilir. Bu miktar aşağıdaki etmenlerden etkilenmektedir.



- İnfiltrasyon, kök alanındaki toprak nemliliğine bağlıdır.
- Baz akım, doğrusal rezervuardan çıkış akımı olarak zaman sabiti kullanılarak hesaplanır.
- Kök bölge kılcal akı (opsiyonel)
- Yeraltı suyu pompalama (opsiyonel)

Baz akım yeraltı su seviyesi ile doğrusal rezervuardaki çıkış noktası arasındaki farka bağlıdır. Normalde sabit bir katsayı kullanılırken, yerel hidrolojik şartlardan bağımsız olarak yüksek mevsimsel değişimlere maruz kalan alanlarda havzaların baz akım şartlarını sağlamak için kullanılabilir. Bu durum tipik olarak delta alanlarında yaşanmaktadır.

Kar toplanması ve erimesi NAM modülünde birleşik bir şekilde çözülür. İki farklı model uygulanabilir. Bir tanesi basit bir toplama işlemi diğeri ise havzayı kot değişimleri için parçalara bölerek her biri için tekil kar erimesi parametreleri, sıcaklık ve yağış girdileri tanımlanarak yapılabilir.

A) Yüzey-Kök Bölge

Yüzey ve kök bölgesinde kullanılan parametreler aşağıdaki şekilde görülmektedir.

Catchments: NAM | UHM | SMAP | Urban | FEH | DRP | Timeseries
Surface-Rootzone | Ground Water | Snow Melt | Irrigation | Initial Conditions | Autocalibration

BENDİMAHI-DOĞU3

Storages

Maximum water content in surface storage Umax: 5

Maximum water content in root zone storage Lmax: 78

Runoff Parameters

Overland flow runoff coefficient CQOF: 0.1

Time constant for routing interflow CKIF: 998.7

Time constant for routing overland flow CK2: 10.1

Root zone threshold value for overland flow TOF: 0.295

Root zone threshold value for interflow TIF: 0.049

Overview

	Name	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF
1	BENDİMAHI	5	78	0.1	998.7	10.1	0.295	0.049

Şekil 6-2: NAM Yüzey Kök Bölgesi

Yüzey Depolamasındaki Maksimum Su miktarı (Umax)

Yakalama/tutma biriktirmesinin (bitki örtüsünde bulunan), yüzey ve en üst tabakalardaki (birkaç cm) toprağın birim alandaki depolamasının toplam su miktarını yansıtır.

Kök Bölge Depolamasındaki Maksimum Su Miktarı (Lmax)

Bitki örtüsünden terlemeyle atılabilecek olan kök birim alanındaki maksimum toprak nemini yansıtır.

Yüzey Akıntısı Akış Katsayısı (CQOF)

Yüzey akışı ve süzülme (infiltrasyon) arasındaki ek yağışın ayrımını belirler.

İç-akış için Zaman Katsayısı (CKIF)

Zaman katsayıları ile ters orantılı olan iç-akış miktarını belirler.



Yüzey Akış Rotası Zaman Katsayıları (CK1,2)

Hidrograf tepe noktalarının şeklini belirler. Yönlendirme işlemi, zaman katsayısı aynı olan ($CK1=CK2$) iki lineer rezervuar (seri bağlı) ile gerçekleştirilir. Yüksek, keskin tepe noktaları küçük zaman katsayıları ile simüle edilirken, daha sonraki bir zamanda karşılaşılan alçak tepe noktaları bu parametrelerin büyük değerleri ile simüle edilmektedir.

Yüzey Akışı için Kök Bölgesi Eşik Değeri (TOF)

Üzerinde yüzey akışı oluşturulan kök bölgesindeki nem miktarının oransal değerini belirler (L/L_{max}). TOF'un ana etkisi, bu parametrede artışın görülerek yüzey akışında gecikmeye sebep olduğu ıslak sezonun başlangıcında görülmektedir. Eşik değeri genellikle L_{max} 'ın %0'ı ile % 0.7'si arasında değişirken, maksimum değer 0.99'dur.

İç-akış için Kök bölgesi Eşik Değeri (TIF)

Üzerinde iç-akış oluşturulan kök bölgesindeki nem miktarının oransal değerini belirler (L/L_{max}).

B) Yeraltı Suyu

Çoğu NAM uygulamalarında baz akış yönlendirmesi için sadece zaman katsayısı (CKBF) kullanılır ve bu amaçla yeraltı suyu beslenmesi için gereken kök bölge eşik değerinin (TG) belirtilmesi ve kalibre edilmesi gerekebilmektedir. Ancak, nehir seviyesi değişimlerinden etkilenen yeraltı suyu depolama alanları gibi özel durumları da ele alabilmek için birkaç ek parametre düzenlenebilir.

Baz akışı Rotalaması için Zaman Katsayısı (CKBF)

Kurak zamanlarda hidrograflarda gözlenen gerilemeden belirlenebilmektedir. Nadir durumlarda, ölçülen gerilemenin şekli belirli bir zaman sonra daha yavaş bir gerilemeye doğru değişmektedir. Bunu simüle edebilmek için, ikinci bir yeraltı rezervuarı eklenebilmektedir.

Yeraltı Suyu Beslenmesi için Kök Eşik Değeri (TG)

Üzerinde yeraltı suyu beslenmesi oluşturulan kök bölgesindeki nem miktarının oransal değerini belirler (L/L_{max}). TG'nin arttırılmasının ana etkisi, yeraltı depolamasına daha az beslenme yapılmasıdır. Eşik değeri genellikle L_{max} 'ın %0'ı ile % 0.7'si arasında değişirken, maksimum değer 0.99'dur.



Name	TG	CKBF	Carea	Sy	GWLBFO	GWLBFI	Cqlc
1 BENDİMAHI	0.002	1193	1	0.1	10	0	

Şekil 6-3: NAM Yeraltı Suyu

Ek Yeraltı Suyu Bileşenleri

Yeraltı suyu havzasının topografik (yüzey suyu) havza alanına oranı (Carea)

Yeraltı suyu havza alanının topografik havza alanına oranını belirtir. Yerel jeolojik koşullar süzülen suyun bir başka havzaya boşalmasına sebep olabilmektedir. Bu su kaybı Carea ile 1'den az olacak şekilde belirtilmektedir. Genel olarak karşılan değer 1.0'dır.



Yeraltı suyu depolaması için spesifik verim (Sy)

Yeraltı suyu seviyesinin NAM kalibrasyonunda kullanıldığı özel durumlar haricinde varsayılan değerde tutulmalıdır. Bu gibi durumlar, örneğin yeraltı suyundaki boşalmaların çevredeki nehirlerin su seviyelerinde iklimsel dalgalanmaya sebep olduğu sulak alanlarda gerekebilmektedir. Yeraltı su seviyesindeki değişimin simülasyonu, zaman ile değişen spesifik verim (Sy) ve yeraltı suyu boşalım seviyesi (GWLBF0) değerlerinin bilinmesini gerektirmektedir. Sy'nin değeri toprak cinsine dayanmaktadır ve genellikle test pompalaması ile elde edilen hidro-jeolojik veri ile belirlenebilmektedir.

Baz akımına sebep olan maksimum yeraltı suyu (GWLBF0)

Ortalama havza yüzey seviyesi ile minimum nehir seviyesi arasındaki mesafedir (metre cinsinden). Yeraltı suyunun NAM kalibrasyonunda kullanıldığı (Sy gibi) özel durumlar haricinde varsayılan değerde tutulmalıdır.

Maksimum derinliğin mevsimsel değişimi

Deniz seviyesinin altında bulunan havzalarda, maksimum yeraltı suyu derinliğindeki yıllık değişim önemli olabilmektedir. Maksimum ve minimum yeraltı suyu derinliği arasındaki farka oranla gerçekleşen değişim modele girilebilir.

Birim kılcal akış derinliği (GWLBF1)

Üst katmandaki toprağın solma noktasına denk gelen şekilde kuru olduğu durumlarda yukarı doğru 1mm/gün'lük kılcal akış üreten yeraltı suyu tabakasının derinliği olarak tanımlanmaktadır. Kılcal akışın etkisi çoğu NAM uygulamaları için göz ardı edilebilir seviyededir. Kılcal akışı ihmal etmek için varsayılan değer (0.0) korunmalıdır.



Çekim

Yeraltı suyu çekimi veya pompalanması, günlük veya aylık mm değeri olarak, Edit Abstraction bölümünden zaman serisi girdi dosyası halinde belirtilebilir.

Düşük baz akışı. Alçak rezervuarın beslenmesi (Cklow)

Yeraltı suyu seviye düşüklüğü bazen, alçak olan rezervuarın daha büyük zaman katsayısına sahip olduğu iki lineer rezervuar kullanımı ile mümkündür. Böyle durumlarda, alçakta olan rezervuar beslenmesi toplam beslenmenin yüzde kaçını oluşturduğuna göre değer alır.

Alçak baz akımı için zaman katsayısı

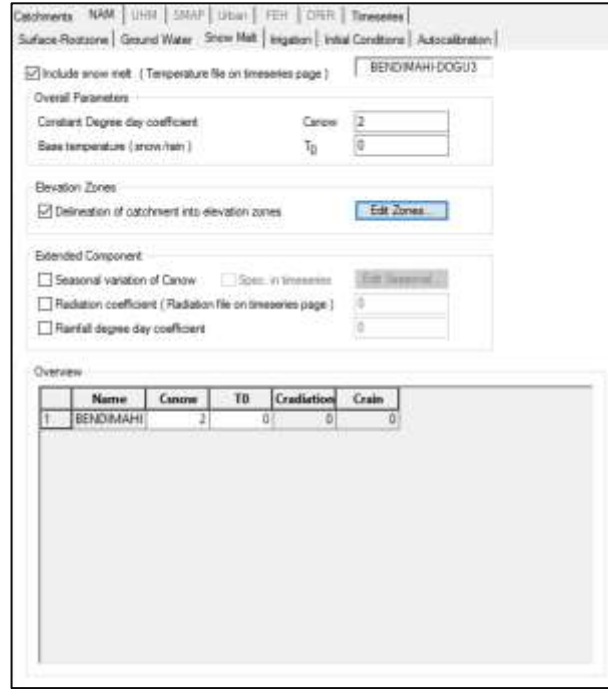
$CQ_{low} > 0$ için baz akımı zaman değeri olarak belirtilmiştir, genellikle CKBF'den büyüktür.

C) Kar Erimesi

Kar modülü, NAM havzası içerisinde karın birikimini ve erimesini simüle eder. Kullanıcının havza içerisinde farklı kar erime parametreleri, sıcaklık ve yağış girdisi tanımlayabileceği birçok yükseklik tabakaları belirlemesine olanak sağlayan, iki derece-gün yaklaşımı kullanılabilmektedir: basit toplu bir hesaplama veya daha gelişmiş dağıtımli bir hesaplama yapılabilir.

Temel derece-gün yaklaşımı iki parametre kullanmaktadır: sabit derece-gün katsayısı ve taban ısısı.

Kar erime modülü, genellikle ortalama sıcaklık verisinin kullanıldığı bir sıcaklık zaman serisi kullanmaktadır.



Name	Csnow	T0	Radiation	Rain
1 BENDİMAHI	2	0	0	0

Şekil 6-4: NAM Kar Erimesi

Sabit derece-gün katsayısı (Csnow)

Birikmiş kar stoğu, derece-gün katsayısının taban sıcaklığının üzerinde kalan sıcaklık farkı ile çarpımı ile doğru orantılı olarak erir. Csnow değerleri genellikle 2-4 mm/gün/C arasındadır.

Taban Sıcaklık Kar/Yağmur (T0)

Yağış ancak sıcaklık taban sıcaklığının altında olduğunda kar stoğuna katılırken daha yüksek sıcaklıklarda doğrudan yüzey stoğuna aktarılır (U). Taban sıcaklığı sıfır derece celsius veya civarındadır.

Csnow'un mevsimsel değişimi

Derece-gün faktörünün yıllık bazda değiştiği varsayıldığında dâhil edilebilir. Csnowdaki mm/gün/C değişimi, modele zaman serisi dosyası ile veya aylık değerler halinde girilebilir.



Radyasyon katsayısı

Radyasyon zaman serilerinin bulunduğu durumlarda sisteme dâhil edilebilir. Zaman serisi dosyası, zaman serileri sayfasından ayrıca belirtilmelidir. Toplam kar erimesi, Csnow'a dayanan geleneksel kar erimesi yaklaşımına radyasyona bağlı olan kar erimesi dâhil edilerek hesaplanır.

Yağış derece-gün katsayısı

Yağmurdan kar yığınlarına advektif ısı aktarımının kar erimesi üzerindeki etkisinin fazla olduğu durumlarda dâhil edilebilir. Bu durum kar modülünde, yağış lineer fonksiyonunun, yağış derece katsayısı ve taban sıcaklığından olan sıcaklık sapmasının çarpımı ile ifade edilir.

Yükseklik seviyeleri sayısı

NAM havzasını bölen kot seviyelerinin sayısını belirler. Her kot alanında sıcaklık ve yağış ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

Sıcaklık istasyonu için referans seviye

Referans sıcaklık istasyonunun yüksekliğini belirler. Bu istasyon, her yükseklik seviyesi için sıcaklık ve yağış hesaplamasında referans olarak kullanılır.

Kuru sıcaklık sapma oranı

Kuru koşullar altında gerçekleşen sıcaklık sapma oranının dikkate alınmasını sağlar. Yükseklik seviyesindeki gerçek sıcaklık, kuru sıcaklık sapma oranının (C/100m) referans istasyon ile esas bölge arasındaki yükseklik farkıyla çarpılması sonucu elde edilen, referans istasyondaki sıcaklığın esas alana lineer transformasyonu ile elde edilir.

Yaş sıcaklık sapma oranı

10 milimetreden fazla yağış olan günler olarak belirlenen ıslak koşullar altında oluşan sıcaklık sapma oranının dikkate alınmasını sağlar. Yükseklik seviyesindeki



gerçek sıcaklık, ıslak sıcaklık sapma oranının ($C/100m$) referans istasyon ile esas bölge arasındaki yükseklik farkıyla çarpılması sonucu elde edilen, referans istasyondaki sıcaklığın esas alana lineer transformasyonu ile elde edilir.

Yağış için referans seviyesi

Yağış için referans yağış istasyonunu belirler.

Yağışın düzeltilmesi

Yağışın düzeltilmesi için gerekli olan sapma miktarını belirtir. Yükseklik seviyesindeki gerçek yağış miktarı, yağış sapma oranının ($C/100m$) referans istasyon ile esas bölge arasındaki yükseklik farkıyla çarpılması sonucu elde edilen, referans istasyondaki yağışın esas alana lineer transformasyonu ile elde edilir.

Her alanın yüksekliği tabloda her alanın ortalama yüksekliği olarak belirtilmiştir. Yükseklik alan (i) 'den alan (i+1)'e olacak şekilde artmalıdır.

Her alanın alanı tabloda belirtilmiştir. Bütün yükseklik alanlarının toplamı havzanın alanına eşit olmalıdır.

Tam kapsama için minimum depolama

Bütün bir alanı kaplaması için gerekli olan kar miktarını belirler. Kar yığınının denizden gelen su miktarı bu değerin altına düştüğünde, alan kapsama (ve kar erime), alandaki kar stoğuna lineer olarak azalır.

Alandaki maksimum depolama

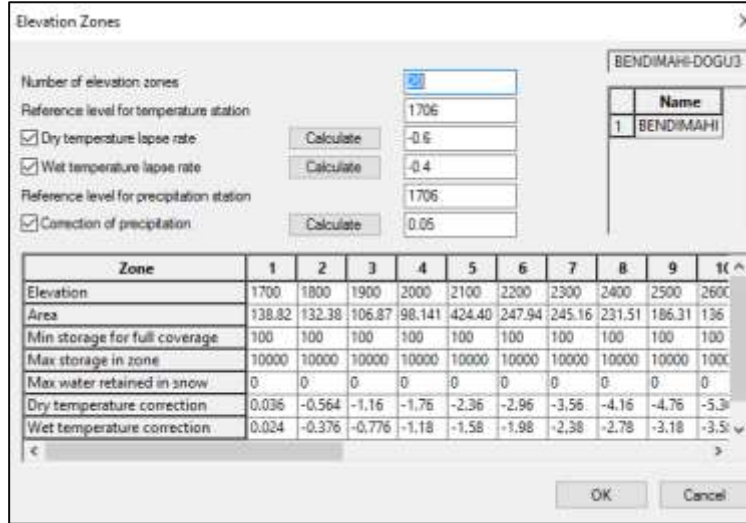
Alandaki maksimum kar depolama miktarıdır. Bu değerin üzerindeki kar miktarı, otomatik olarak komşu alçak bölgelere dağıtılmaktadır.

Karda tutulan maksimum su miktarı

Alanda bulunan kar yığınının tutabileceği maksimum su miktarıdır. Eriyen karlar, toplam sıvı su miktarı su tutum kapasitesini aşana kadar kar depolamasında

tutulur. Hava sıcaklığı taban sıcaklığın T0 altında olduğunda, karda bulunan sıvı su miktarı Csnow sıcaklığında tekrar donar.

Alandaki kuru sıcaklık, ıslak sıcaklık ve yağış için yapılan düzeltmeler, yukarıda belirtildiği gibi manuel olarak ya da otomatik olarak yapılabilmektedir.



Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elevation	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600
Area	138.82	132.38	106.87	98.141	424.40	247.94	245.16	231.51	186.31	136
Min storage for full coverage	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Max storage in zone	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	1000
Max water retained in snow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dry temperature correction	0.036	-0.564	-1.16	-1.76	-2.36	-2.96	-3.56	-4.16	-4.76	-5.36
Wet temperature correction	0.024	-0.376	-0.776	-1.18	-1.58	-1.98	-2.38	-2.78	-3.18	-3.58

Şekil 6-5: NAM Kar Erimesi, Yükseklik Seviyeleri

Van Gölü Havzası için yapılan modelleme çalışması için sayısal yükseklik modeli baz alınarak her bir akım gözlem istasyonu ve alt havza için yükselik alan dağılımları hesaplanmıştır (**Tablo 6-1**).

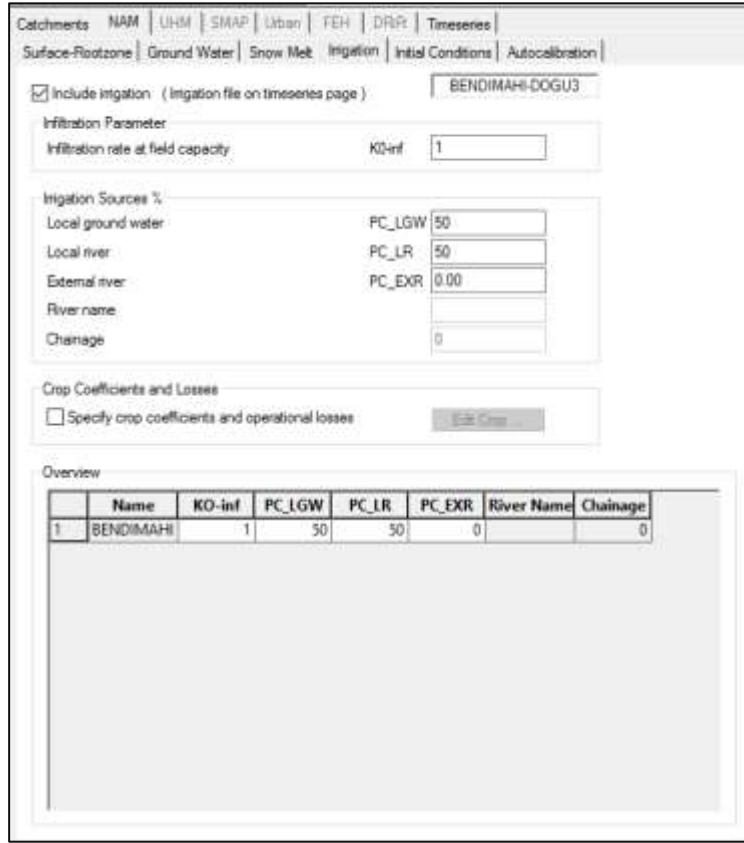
Tablo 6-1: Alt Havzalara Ait Yükselik Alan Dağılımları

Yükselti (m)	Delicay_Dogu12 (km2)	Engil (km2)	Bendimahı_Dogu3 (km2)	Güney (km2)	Karasu_Ercek_Van_Kapi (km2)	Ahlat_Batı (km2)	Zilan_Kuzey (km2)
1600 - 1700	41.869	22.654	138.829	77.257	144.615	44.250	292.201
1700 - 1800	35.165	135.527	132.385	135.815	296.080	109.849	308.827
1800 - 1900	53.588	115.887	106.879	121.995	333.826	253.058	259.767
1900 - 2000	59.244	118.160	98.141	101.850	304.725	161.639	230.008
2000 - 2100	39.632	188.645	424.407	81.791	692.971	134.643	187.718
2100 - 2200	33.015	284.841	247.943	67.164	767.037	92.679	159.214
2200 - 2300	65.395	305.540	245.160	53.138	669.519	54.909	206.334
2300 - 2400	86.333	275.740	231.512	44.208	514.173	46.358	126.348
2400 - 2500	65.791	268.457	186.319	35.885	354.071	25.640	100.964
2500 - 2600	42.902	229.166	136.000	30.899	277.061	8.948	87.449
2600 - 2700	30.834	183.013	105.378	27.111	160.188	6.541	72.261
2700 - 2800	28.958	130.581	64.395	21.746	62.310	4.320	73.480
2800 - 2900	23.568	94.016	45.493	15.251	21.650	2.528	64.233
2900 - 3000	15.573	64.916	25.554	12.829	7.565	0.059	54.541
3000 - 3100	15.711	45.812	17.130	14.041	2.440		43.059
3100 - 3200	14.273	30.098	13.639	10.140	0.454		37.729
3200 - 3300	15.279	18.672	7.714	5.226			18.449
3300 - 3400	2.634	10.601	1.924	1.916			6.314
3400 - 3500	0.034	4.715	0.238	0.689			3.350
3500 - 3600		1.792	0.012	0.078			2.786
3600 - 3700		0.282					1.881
3700 - 3800							1.717
3800 - 3900							2.070
3900 - 4000							1.182
4000 - 4100							0.468
Toplam	669.798	2529.114	2229.051	859.031	4608.683	945.421	2342.349

D) Sulama

Havzada bulunan ufak çaplı sulama uygulamaları, havza sınırlarından gerçekleşen su transferi dahil edilmediğinde, havza hidrolojisi üzerinde göz ardı edilebilir bir etkiye sahiptir. Öte yandan büyük çaplı sulama uygulamaları, bölgesel buharlaşmanın ve süzülmenin artması ile birlikte, akış ve yeraltı suyu beslemesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Havza içerisindeki sulama alanının etkisi simüle edileceği zaman, sulama yapılan alan için ayrı NAM havzaları oluşturulmalı ve kalan alan ile birleştirilen havzalar akışın toplanması için belirlenmelidir.

Uygulanan sulamanın zaman serileri, yağış serileri olarak zaman serileri sayfasında belirtilmelidir.



	Name	KO-inf	PC_LGW	PC_LR	PC_EXR	River Name	Chainage
1	BENDİMAHI	1	50	50	0		0

Şekil 6-6: NAM Sulama

Alan kapasitesindeki süzülme miktarı

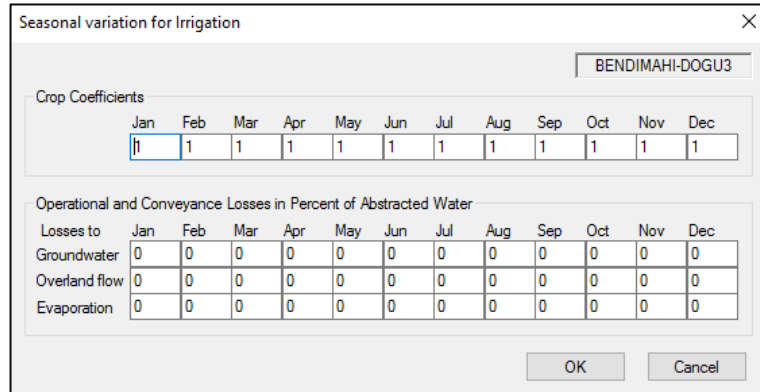
Üst depolamadan, direk olarak Horton tipi tanımlama kullanılarak elde edilen süzülme miktarıdır. Bu durum standart NAM süzülme hesaplamalarının üzerindedir. Yüzey akışı katsayısı CQOF ile TOF eşik değeri, sulama dâhil edildiğinde kullanılmamaktadır.

Sulama kaynakları

Bölgede bulunan yeraltı suyu, nehir veya dış bir nehir ya da bütün bunların kombinasyonu olabilmektedir. Sulama için kullanılan bölgesel yeraltı suyu miktarı NAM yeraltı suyu stoğundan çıkarılmaktayken, sulama için bölgesel nehir kaynaklarının kullanıldığı durumlarda sulama miktarı simüle edilen akıştan çıkarılmaktadır. Bütün sulama suyunun dışarıdaki bir kaynaktan (havza dışından) alındığı durumlarda, herhangi bir çıkartma yapılmamaktadır.

Mahsul katsayıları ve operasyonel kayıplar

Mahsul katsayıları ve operasyonel kayıplar ayrı olarak belirtilebilmektedir. Aylık mahsul katsayıları potansiyel buharlaşmaya dahil olmaktadır. Sevkiyat işlemlerinin de dâhil olduğu operasyonel kayıplar, yeraltı suyuna, yüzey suyuna ya da buharlaşmayla kaybedilen sulama suyunun yüzdesi olarak verilmektedir.



Seasonal variation for Irrigation												
BENDİMAHI-DOĞU3												
Crop Coefficients												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Operational and Conveyance Losses in Percent of Abstracted Water												
Losses to	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Groundwater	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overland flow	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evaporation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 6-7: Mahsul Katsayılarının ve Kayıpların Mevsimsel Değişimi

E) Başlangıç Koşulları

Yüzey ve Kök Bölgesi

Yüzey ve kök bölgesinin başlangıçtaki göreceli değerleri ile yüzey akışının ve iç akışın başlangıç değerleri belirtilmelidir.

Yeraltı suyu

Baz akım için başlangıç değerleri her zaman belirtilmelidir. Düşük baz akım değeri girildiyse, başlangıç düşük baz akım değeri de belirtilmelidir.

Kar erimesi

Kar depolama başlangıç koşulları, kar erime rutinleri uygulandığında belirtilmelidir. Havza yükseklik alanlarına bölündüğü zaman, her yükseklik alanı için kar depolaması ve su miktarı belirtilmelidir.

Catchments
NAM
UHM
SMAP
Urban
FEH
DRift
Timeseries

Surface-Rootzone
Ground Water
Snow Melt
Irrigation
Initial Conditions
Autocalibration

BENDİMAHI-DOĞU3

Surface and Rootzone

Relative water content in surface storage [0-1]
U/Umax

Relative water content in root zone storage [0-1]
L/Lmax

Overland flow
QOF

Interflow
QIF

Ground Water

Baseflow
BF

Lower baseflow (if included on GW-page)
BF-Low

Snow Melt

Snow storage
Edit zones ...

Overview

	Name	U	L	QOF	QIF	BF	BFlow	Snow stor
1	BENDİMAHI	5	6	2	2	10	12	0

Şekil 6-8: NAM Başlangıç Koşulları

F) Oto-Kalibrasyon

Kalibrasyon boyunca, ölçülen ve modelden çıkan akışlarda yeterli uyum sağlanıncaya dek havza parametreleri değiştirilerek ayarlanır. Aşağıdaki tabloda MIKE 11 yağış akış modülünün kalibrasyon esnasında ayarlanmaya müsait olan parametrelerinin listesi görülebilir.

Tablo 6-2: NAM Yöntemi Kalibrasyon Parametreleri

Parametre	Açıklama	Etki
U_{max}	Yüzey depolamasındaki maksimum su muhtevası	Yüzey akışı, infiltrasyon, evapotranspirasyon, yan akış
L_{max}	Kök alanındaki maksimum su muhtevası	Yüzey akışı, infiltrasyon, evapotranspirasyon, baz akım
C_{QOF}	Yüzey akışı katsayısı	Yüzey akışı ve infiltrasyon hacmi
C_{KIF}	Yan akış drenaj sabit	Yüzey depolamasının yan akış ile drenajı
TOF	Yüzey akışı sınırı	Yüzey akışının oluşması için gerekli olan toprak nemliliği ihtiyacı
TIF	Yan akış sınırı	Yan akışın oluşması için gerekli olan toprak nemliliği ihtiyacı
TG	Yeraltı suyu besleme sınırı	Yeraltı suyu beslemesinin oluşması için gerekli olan toprak nemliliği ihtiyacı
CK1	Yüzey akışı zaman sabiti	Yüzey akışının havza eğimi ve kanallar boyunca yönlenmesi
CK2	Yan akış zaman sabiti	Yan akışın havza eğimi boyunca yönlenmesi
CK_{BF}	Baz akımı zaman sabiti	Beslemenin doğrusal yeraltı suyu beslemesi boyunca yönlenmesi

Genellikle aşağıdaki hedefler model kalibrasyonu boyunca hesaba katılır:

- Ortalama simüle edilmiş ve ölçülmüş havza akışı arasındaki uyum (su dengesi uyumu gibi)
- Hidrografın genel şekil uyumu
- Pik akımın zaman, oran ve hacimsel olarak uyumlu olması
- Baz akım uyumu



Kalibrasyon işlemleri boyunca farklı kalibrasyon hedefleri hesaba katılır. Hedeflerin önemi eş değer ise tüm hedeflere dengeli bir şekilde ulaşılmaya çalışılması gereklidir. Bu durumda hedeflerden bir tanesine öncelikli olarak ulaşılmaya çalışılırken diğerlerine de yaklaşılmaya çalışılır.

Kalibre edilmiş modelin genel bir değerlendirmesinin yapılabilmesi için model çıktısı ile ölçülmüş olan debiler karşılaştırılır. Yeraltı suyu değişkenlerinin tekil kalibrasyonu için ortalama model çıktısı ile havzalardaki ölçülmüş yeraltı suyu seviyeleri karşılaştırılır.

MIKE 11 NAM içerisinde en önemli 9 model parametresini içeren otomatik kalibrasyon modülü mevcuttur. Otokalibrasyon aracı yukarıda sıralanan 4 hedefi de sağlayabilmek amacıyla kullanılır.

Küçük havzalarda toprak türü, bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi parametrelerin de hidrolojik modele girdi olarak sağlanması gereklidir. Bununla ilgili olarak ABD’de SCS yöntemiyle incelenen 1600 kadar küçük havzada testler uygulanmış ve bahsedilen parametrelerin girilmemesi durumunda dahi %67 oranında başarılı sonuçlar alındığı belirlenmiştir.

NAM modeli dünya çapında birçok farklı hidrolojik rejime ve meteorolojik koşullara sahip havzalarda kullanılmış olan ve doğruluğu kanıtlanmış bir mühendislik aracıdır.

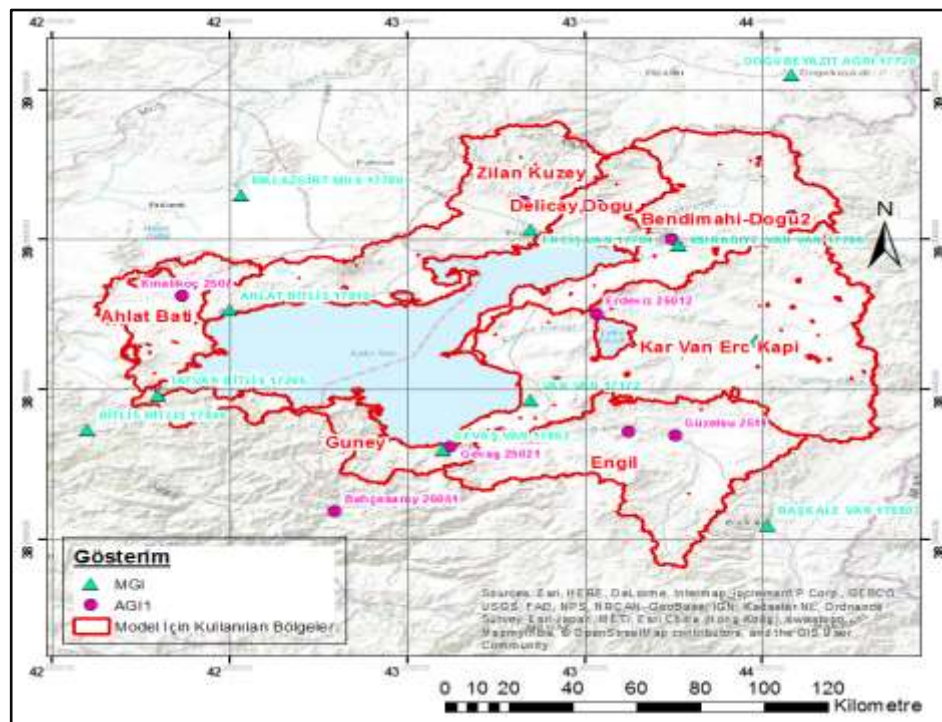
6.2. Havzanın Parametrelerinin Belirlenmesi

Havza için kurulan modelin gerçekçi sonuçlar verebilmesi için havzanın fiziksel parametrelerinin doğru seçilmesi gerekmektedir. Havza için model kurulurken havzanın fiziksel koşullarının yanı sıra havzada bulunan akım gözlem istasyonlarının ölçümleri ile hesaplanan akış değerleri birbirlerine yaklaştırılırken ilgili parametreler hassas bir şekilde saptanmıştır. Önceki başlıkta ayrıntısı ile açıklanan havza parametreleri yüzey ve yeraltı suyu ile ilgilidir. Bu nedenle iki ayrı başlık altında sunmak yerine bu parametreler tek başlıkta verilmiştir. Kalibrasyon çalışmalarından sonra belirlenen havza parametreleri aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 6-3 Model için kullanılan havza parametreleri

Bölge	U _{max}	L _{max}	CQOF	CKIF	CK1	TOF	TIF	TG	CKBF	CQLOW	CKLOW
Ahlat-Batı	4.77	153.295	0.262	993.81	7.733	0.152	0.472	0.028	3128.364	27.256	889858.1
Bendimahi-Doğu3	5.009	78.028	0.1	998.749	10.081	0.295	0.049	0.002	1192.651	51.463	18736.35
Delicay-Doğu1-2	1.346	2.3	0.136	1224.384	23.628	0.552	0.645	0.653	1656.361	0.983	141711
Engil	0.1	98.958	0.101	996.941	89.836	0.99	0.846	0.309	1570.682	37.317	8977236
Güney	1.007	106.24	0.062	2992.619	5.261	0.99	0.98	0.397	3910.989	49.53	27803059
Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	8.763	384.161	0.56	371.656	45.843	0.941	0.003	0.696	9560.327	33.259	37206.16
Zilan-Kuzey	2.014	28.741	0.184	1475.287	4.246	0.069	0.052	0.005	1607.991	0.005	9144770

Havza için oluşturulan modelde 7 adet bölge saptanmıştır. Bu bölgeler için model kalibre edilip, çalıştırılmış ve bunun sonucunda her bir alt havzayı kapsayacak şekilde ayrıntılı bir çalışma yapılması sağlanmıştır (Şekil 6-9).



Şekil 6-9: Modelde Kullanılan Bölgeler

6.3. Kalibrasyon Çalışmaları

Havza için hidrolojik model kurulmadan önce havzada uzun dönem verisi bulunan akım gözlem istasyonları ve meteoroloji gözlem istasyonları tespit edilmiştir. Modelde kullanılan istasyonlara ait bilgiler Tablo 6-4'te verilmektedir.



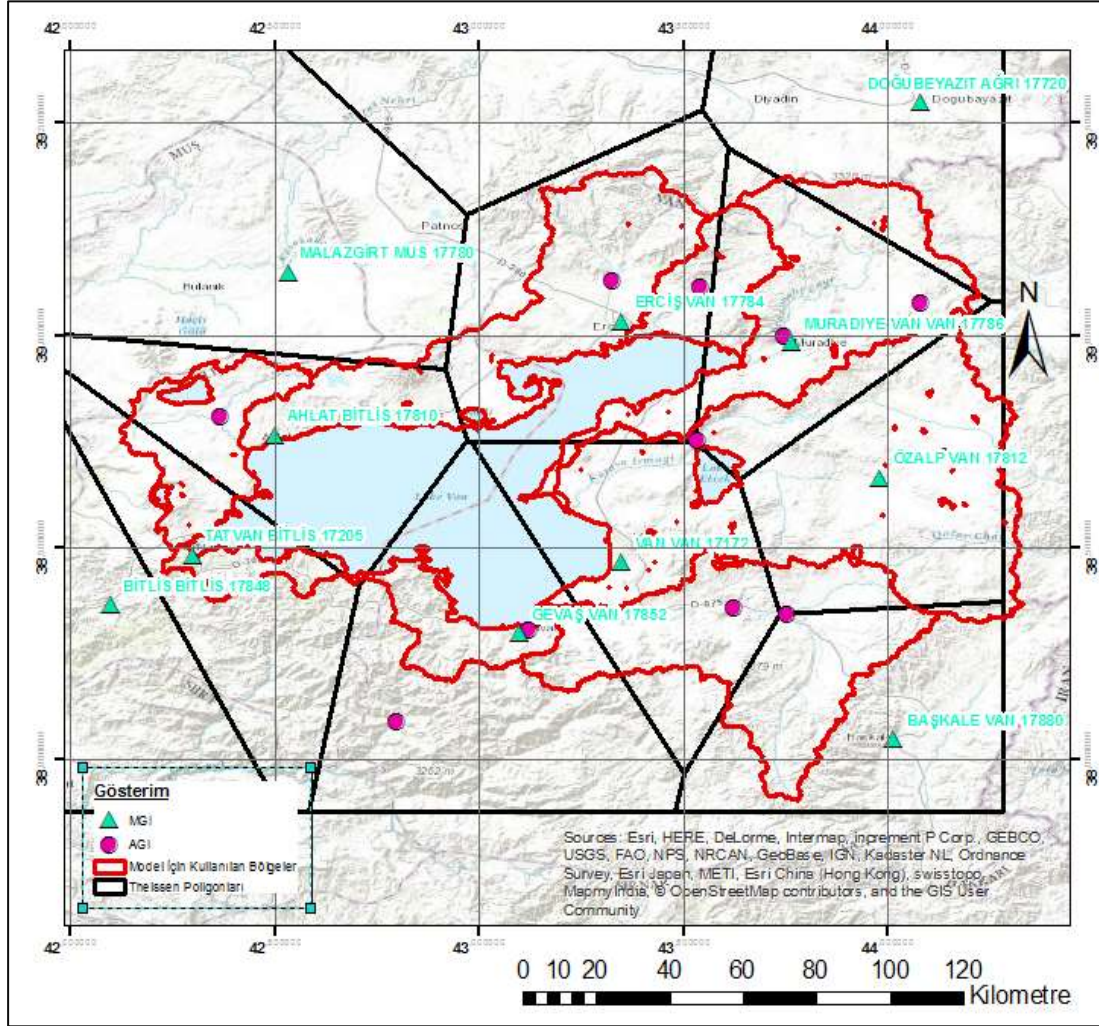
Tablo 6-4 Model İçin Seçilen Akım ve Meteorolojik Gözlem İstasyonları

İstasyon Tipi	İstasyon Numarası	Nehir Adı	İstasyon Adı	DURUM U	Koordinatlar	
					X	Y
AGİ	2502	BENDİMAHI S.	Bendimahi	Kapalı	43.748	39.000
AGİ	25012	Karasu Gölalan	Erdeviz	Kapalı	43.533	38.752
AGİ	25021	Gevaş S.	Gevaş	Açık	43.063	38.277
AGİ	2511	GÜZELSU (HOŞAP) Ç.	Güzelsu	Açık	43.754	38.344
AGİ	2507	SÜFREZOR D.	Kınalıkoç	Kapalı	42.365	38.810
AGİ	25002	Zilan Deresi	Koçköprü	Kapalı	43.327	39.127
AGİ	25013	Delicay	Payköy	Açık	43.544	39.112
MGİ	17099	-	AĞRI	Açık	43.05	39.733
MGİ	17810	-	AHLAT	Açık	42.499	38.765
MGİ	17880	-	BAŞKALE	Açık	44.016	38.049
MGİ	17848	-	BİTLİS	Açık	42.099	38.365
MGİ	17720	-	DOĞUBEYAZIT	Açık	44.083	39.549
MGİ	17784	-	ERCİŞ	Açık	43.349	39.032
MGİ	17852	-	GEVAŞ	Açık	43.099	38.299
MGİ	17780	-	MALAZGİRT	Açık	42.533	39.149
MGİ	17786	-	MURADIYE- VAN	Açık	43.766	38.982
MGİ	17812	-	ÖZALP	Açık	43.983	38.665
MGİ	17205	-	TATVAN	Açık	42.299	38.482
MGİ	17172	-	VAN	Açık	43.349 9	38.465 7

Kalibrasyon çalışmaları için öncelikle havzada bulunan uzun dönem ölçümü olan akım gözlem istasyonları tespit edilmiştir. Daha sonra ise bu istasyonların yağış alanları saptanmıştır (Şekil 6-10). Yağış alanlarına göre kalibrasyonlar yapıldıktan sonra bu parametreler Şekil 6-8’de gösterilen bölgelere uygulanmış ve bu şekilde havzayı kapsayacak biçimde bütünlüklük bir model elde edilmiştir.



Diğer bir taraftan model için kullanılması düşünülen uzun dönem verisi bulunan meteorolojik gözlem istasyonlarının Theissen oranları hesaplanmıştır (Tablo 6-5). Model girdisi olan yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri bu oralarla dikkate alınarak modele tanıtılmıştır.



Şekil 6-11: Meteoroloji Gözlem İstasyonlarına Ait Theissen Poligonları

Tablo 6-5 MGİ Theissen Oranları

Havza İsmi	Alan	Meteoroloji Gözlem İstasyonları									
		17780	17880	17784	17786	17852	17205	17812	17810	17172	17720
Engil	2529.19		0.42			0.10		0.13		0.35	
Bendimahı-Dogu2	2229.17			0.10	0.73					0.02	0.15
Güney	859.09					0.63	0.34		0.03		
Kar Van Erc Kapi	4608.68		0.01	0.01	0.13			0.59		0.26	
Ahlat Bati	945.25						0.34		0.66		
Zilan Kuzey	2342.37	0.02		0.71					0.27		
Delicay,Dogu	669.76			0.44	0.56						

Model girdisi olacak veriler belirlenip, sağlandıktan sonra havza parametrelerinin belirlenebilmesi için kalibrasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu kalibrasyon çalışmaları daha öncede sözü edildiği gibi akım gözlem istasyonları ve bunların yağış alanlarına



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

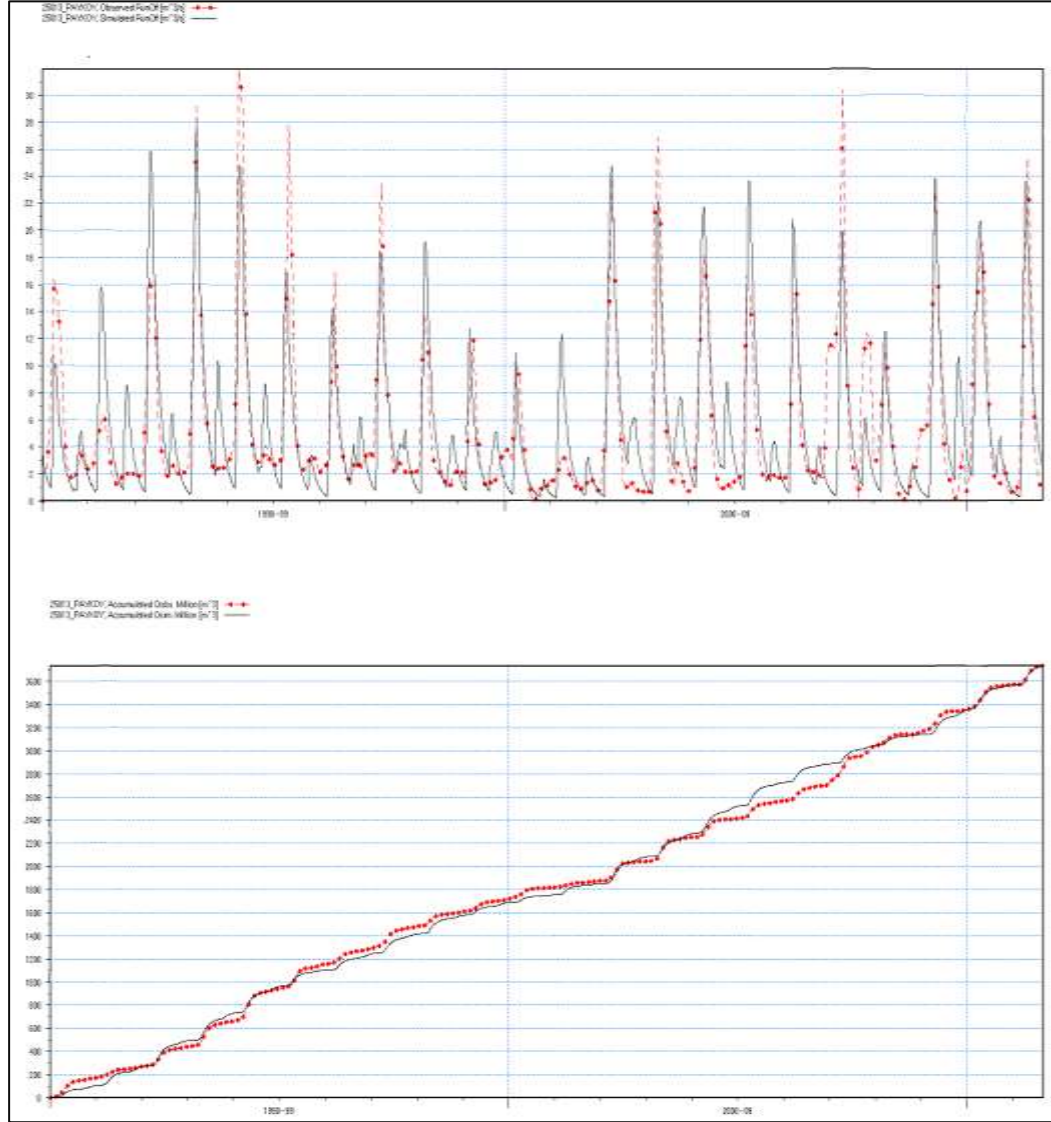


uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen parametreler istasyonlar ile ilgili alt havzaların bütününe uygulanmıştır.

Yapılan modelleme çalışmasında model kalibrasyon ve validasyon aralığı doğrudan veri uygunluğu ile ilintilidir. Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı projesi çerçevesinde elde edilen verilerin çoğu havzayı daha iyi temsil edebilmek adına kalibrasyonlarda kullanılmıştır. Burada; Ahlat-Batı alt havzaları (2507 nolu istasyon) için 01.02.1992-01.02.2000; Bendimahi-Doğu3 alt havzaları (2502 nolu istasyon) için 01.01.2002-01.09.2009; Deliçay-Doğu1&2 alt havzaları (25013 nolu istasyon) için 01.01.1990-01.09.2011; Engil alt havzası (2511 nolu istasyon) için 01.01.1988-01.12.1991; Güney alt havzası (25021 nolu istasyon) için 01.01.1982-01.01.1990; Karasu-Kapıköy-Erçek-Van alt havzaları (25012 nolu istasyon) için 01.08.1994-01.12.2000 ve Zilan-Kuzey alt havzaları (25002 nolu istasyon) için 01.01.2002-01.12.2011 yılları arasında kalibrasyonlar gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda Tablo 6-4'te verilen 2502, 25012, 25021, 211, 2507, 25002 ve 25013 nolu akım gözlem istasyonları kalibrasyonda kullanılmıştır. Kalibrasyonda temel amaç gözlenen akım verisini hesaplanan akım verisine yaklaştırmaktır. Bu modelde temel olarak hem akım debileri hem de toplam hacim kalibrasyon sırasında göz önünde bulundurulmuştur (Şekil 6-12).

Aşağıda örnek olması adına 25013 nolu istasyona ait kalibrasyon sonucu verilmektedir. Diğer istasyonlar için de benzer yaklaşımla hesaplanmıştır. Bütün kalibrasyon sonuçları EK-1'de sunulmuştur. Kalibrasyon sonucunda kalibrasyonun sayısal başarısını anlayabilmek adına kararlılık katsayı değerleri hesaplanmıştır. İlgili istasyonlar için elde edilen kararlılık katsayıları Tablo 6-6'te sunulmaktadır. Tablo incelenecek olur ise kalibrasyonların son derece başarılı olduğu söylenebilir.



Şekil 6-12: 25013 Nolu İstasyonun Kalibrasyon Sonucu

Tablo 6-6 Kalibrasyon Kararlılık Katsayıları (R^2)

Gözlem İstasyonu	Bulunduğu Alt Havza	Kararlılık Katsayısı (R^2)
25021	Güney	0.567
25002	Zilan-Kuzey	0.590
2502	Bendimahi-Doğu3	0.678
2507	Ahlat-Batı	0.582
25013	Deliçay-Doğu1ve2	0.654
2511	Engil	0.509
25012	Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	0.570



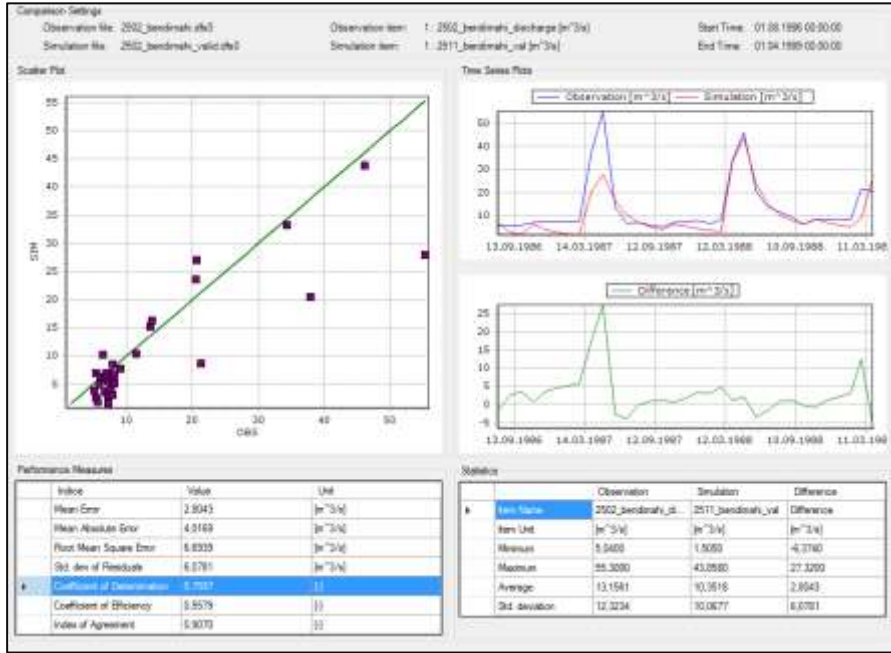
6.4. Validasyon Çalışmaları

Havzanın hidrometeorolojik veri süreleri kısıtlı olduğundan verilerin çoğu kalibrasyona ayrılmıştır. Ancak model doğruluğunu ortaya koymak adına görece diğer istasyonlara göre uzun dönem verisi olan 25013 ve 2502 nolu istasyonların hesaplanan verileri 3'er senelik geçmiş dönem ölçülen değerler ile kıyaslanmıştır.

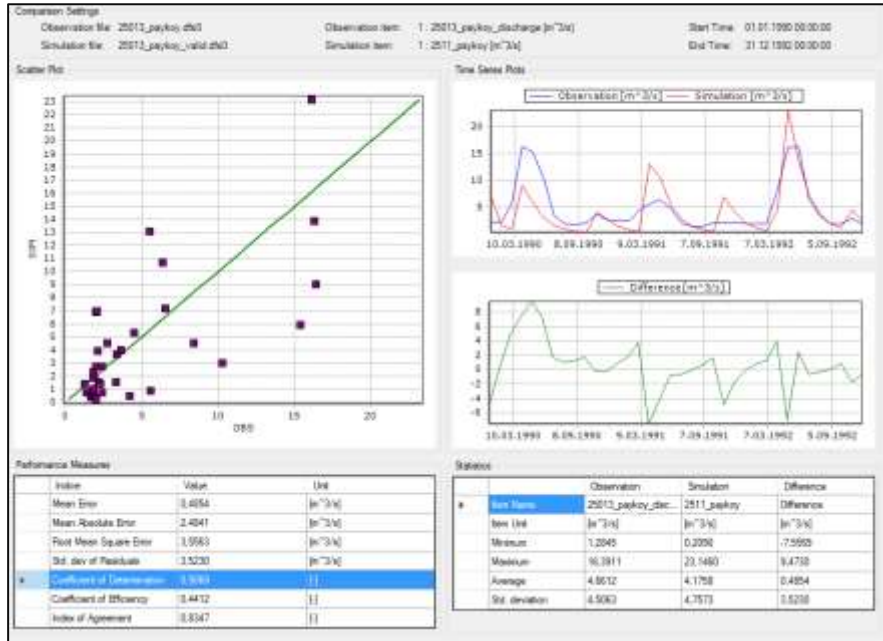
Şekil 6-13 ve Şekil 6-14 görsellerinden anlaşılabacağı üzere kalibrasyon yapılmayan ancak ölçüm değeri bulunan yıllarda kararlılık katsayıları sırasıyla 0.77 ve 0.51 olarak hesaplanmıştır. Karşılaştırmaların başlangıçlarında az uyumlu görünmesinin nedeni havzanın başlangıç koşullarının değişmesindedir. Ancak başlangıç koşullarının gerçek değerlerinde olması halinde kararlılık katsayı değerlerinin daha da artması kaçınılmazdır. Bu koşullarda modelin validasyon sonuçları incelendiğinde modelin başarılı olduğu görülmektedir.

Validasyon sonucunda 2502 nolu istasyonda kalibrasyonunda elde edilen kararlılık katsayısında artış, 25013 nolu istasyonda ise bir miktar azalma gözlenmiştir.

Validasyon çalışmaları 2502 nolu istasyon için 13.09.1986-11.03.1988 ve 25013 nolu istasyon için 10.03.1990-05.09.1992 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6-13: 2502 Nolu İstasyonun Validasyon Sonucu



Şekil 6-14: 25013 Nolu İstasyonun Validasyon Sonucu



6.5. Model Sonuçları

Kalibrasyon çalışmaları tamamlanan modelden alt havzalar bazında sonuç alınabilmesi için kalibrasyon sonucunda bulunan havza parametrelerinin akım gözlem istasyonunun bulunduğu havzalar uygulanması gerekmektedir. Van Gölü Havzası için belirlenmiş 13 alt havzanın hepsinde uzun dönem akım gözlem istasyonu verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle model çalışmalarından tüm alt havzaları kapsayacak biçimde sonuç alabilmek adına uzun dönem akım verisi bulunmayan havzalar fiziksel açıdan benzeştiği komşu alt havzalar ile 7 alt havza olarak birleştirilmiş ve havza parametreleri kalibre edilen havza ile benzer kabul edilmiştir. Bu yaklaşım ile sınırlı veri varlığı olan Van Gölü Havzası'nın her alt havzası için yüzey ve yeraltı suyu durumunun ortaya konulması sağlanabilmiştir. İlgili 7 havza için 7 ayrı model kurulmuş, kalibre edilmiş ve her biri için ayrı ayrı modelleme çalışması yapılmıştır.

Önceki bölümlerde sözü edilgiği gibi havza için yüzey ve yeraltı suyunun durumlarını ortaya koyabilecek bütünlük bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Bu sayede özellikle yeraltı suyu verisi yok denecek kadar az olan havzanın yeraltı suyu durumu da beslenim ve baz akım olarak irdelenebilmiştir.

Oluşturulan model sonuçları doğallıkla meteorolojik veri durumuna bağlıdır. Kalibrasyon zaman aralıkları meteorolojik gözlem istasyonlarının yanı sıra akım gözlem istasyon verilerine de bağlıdır. Ancak havza parametreleri hesaplandıktan sonra havza modeli bu parametreler kullanılarak olabilecek en uzun zaman aralığı alınarak çalıştırılmıştır. Bu aşamada zaman aralığı konusunda belirleyici unsur ise meteorolojik gözlem istasyonlarının veri varlığıdır. Theissen oranlarının kullanıldığı da dikkate alınacak olur ise yağış, sıcaklık ve buharlaşma verisi için bütün istasyonların ortak zaman periyodunun seçilmesi gerekmektedir. Bu durum ise hem kalibrasyon hem de model aşamalarını sınırlayan bir başka faktördür. Söylenildiği gibi havza modelleri çalıştırılırken olabilecek en uzun dönem seçilmiş ve sonuçlar bu dönemler için sağlanmıştır.

MIKE-11 NAM modeli akış verisinin yanı sıra gerçekleşen yağış, buharlaşma, süzülme ve yeraltı suyu beslenimi gibi sonuçları da sunmaktadır. Modelden akış verisi



yüzeş akışı, içe akış ve baz akım olarak ayrı ayrı hesaplanmış olarak sağlanabilmektedir.

6.5.1. Ahlat-Batı Alt Havzaları Model Sonuçları

Ahlat-Batı havzaları Van Gölü Havzası'nın kuzey batı bölümünde yer almakta ve içerisinde adında da anlaşılaçağı gibi Ahlat ve Batı alt havzalarını barındırmaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 2507 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 946 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığını göz önüne alındığında havzada 1.1.1986 – 1.09.2016 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 31 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-7'da sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.1.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 940 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 453 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 137 hm³/yıl yüzeş akım potansiyeli, 12 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 304 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Alt havza sınırları ve alanları aynı olmasa da benzer olan master plan raporu ile karşılaştırılmış sonuçların benzer olduğı anlaşılmıştır.

6.5.1.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 940 mm yağışın yaklaşık 433 mm ortalama beslenme ve 141 mm süzölme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-7: Ahlat-Batı Alt Havzaları Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot (hm ³ /yıl)	İç Akım Pot (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot (hm ³ /yıl)	BA+İA Pot (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Süzülme (mm)	Beslenim (mm)
1986	387.98	131.90	24.50	231.58	256.08	995.88	103.63	133.03	442.74
1987	695.59	230.50	15.42	449.67	465.09	1356.63	350.28	151.83	731.37
1988	809.10	243.96	15.91	549.23	565.14	1273.40	406.85	127.72	765.02
1989	335.37	89.83	13.16	232.38	245.54	813.27	346.09	155.69	311.94
1990	384.61	105.97	10.05	268.59	278.64	742.77	364.32	116.67	344.25
1991	479.76	154.09	15.14	310.52	325.66	1127.84	340.97	176.91	512.98
1992	622.78	191.26	12.78	418.74	431.52	1188.53	344.33	133.44	608.21
1993	798.92	254.54	14.33	530.05	544.38	1398.20	359.49	152.11	802.35
1994	578.99	166.91	14.63	397.45	412.08	1058.24	282.89	150.86	540.09
1995	608.96	184.25	11.66	413.05	424.71	1138.94	457.09	129.57	585.35
1996	451.41	135.69	11.85	303.87	315.72	920.04	310.79	160.86	452.38
1997	355.59	97.01	8.35	250.23	258.58	733.22	289.05	116.24	319.71
1998	355.49	105.56	7.70	242.23	249.93	715.72	331.62	145.45	355.04
1999	204.00	50.84	5.30	147.87	153.17	694.91	380.64	102.98	178.73
2000	162.93	44.50	2.91	115.53	118.43	481.01	291.02	129.66	165.74
2001	320.50	100.06	9.40	211.04	220.44	932.75	351.89	195.55	352.02
2002	401.09	118.76	9.17	273.16	282.33	792.11	384.51	109.56	384.66
2003	499.92	162.77	10.00	327.15	337.15	1284.78	411.76	205.41	545.52
2004	541.67	161.86	13.62	366.18	379.81	952.50	323.40	144.80	525.03
2005	396.84	112.12	10.01	274.72	284.73	965.55	382.66	127.34	369.41
2006	563.79	179.03	16.05	368.71	384.76	1061.33	340.15	178.11	587.53
2007	459.36	129.81	10.00	319.55	329.55	911.51	327.19	110.65	414.88
2008	241.06	62.36	6.14	172.56	178.70	600.67	370.55	134.34	222.02
2009	429.54	148.96	14.66	265.91	280.58	1109.90	391.09	182.97	503.52
2010	399.47	99.08	12.94	287.46	300.39	685.85	348.59	80.88	313.63
2011	471.18	146.98	8.34	315.85	324.20	1121.94	397.26	171.34	488.64
2012	450.37	138.35	11.18	300.84	312.01	1098.00	366.57	163.62	461.62
2013	456.96	133.10	12.16	311.70	323.86	839.55	326.25	132.87	433.01
2014	371.66	107.54	12.17	251.94	264.11	815.10	375.96	151.62	363.52
2015	328.74	94.46	14.28	220.00	234.28	925.25	328.14	157.71	326.23
2016	478.10	152.23	16.13	309.74	325.88	421.32	323.54	32.58	319.89
Ortalama	452.96	136.59	11.93	304.44	316.37	940.54	345.44	140.72	442.81



6.5.2. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzaları Model Sonuçları

Bendimahi ve Doğu3 havzaları Van Gölü Havzası'nın doğu bölümünde yer almakta ve içerisinde adında da anlaşılabacağı gibi Bendimahi ve Doğu alt havzasının Bendimahi ile komşu olan havzalarını barındırmaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 2502 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 2229 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1986 – 1.09.2011 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 26 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-8'de sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.2.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 570 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 457 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 73 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 43 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 341 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Alt havza sınırları ve alanları aynı olmasa da benzer olan master plan raporu ile karşılaştırılmış sonuçların benzer olduğu anlaşılmıştır.

6.5.2.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 571 mm yağışın yaklaşık 315 mm ortalama beslenme ve 57 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-8: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzaları Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot. (hm ³ /yıl)	İçe Akım Pot. (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot. (hm ³ /yıl)	BA+IA Pot. (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşıma (mm)	Sızılma (mm)	Beslenim (mm)
1986	357.61	47.71	52.84	257.06	309.90	664.34	165.98	99.52	234.54
1987	436.37	70.29	28.07	338.01	366.08	653.37	285.97	83.84	314.73
1988	550.88	90.75	29.67	430.46	460.13	891.55	494.05	72.16	395.43
1989	321.43	48.55	31.41	241.47	272.88	560.09	279.63	95.25	235.49
1990	656.29	107.59	78.40	470.29	548.70	481.07	0.00	10.92	440.50
1991	325.89	48.14	33.20	244.55	277.76	577.26	309.35	59.13	214.71
1992	432.86	69.40	27.61	335.85	363.46	627.20	317.48	63.71	304.61
1993	510.15	82.89	31.97	395.29	427.26	829.75	345.19	93.10	372.36
1994	549.13	90.16	33.28	425.69	458.97	661.49	223.52	73.21	392.18
1995	265.73	40.34	21.39	204.01	225.39	398.88	317.77	46.48	179.04
1996	227.10	32.46	27.51	167.13	194.64	611.06	340.67	106.20	174.81
1997	698.28	113.79	80.38	504.10	584.48	602.81	0.00	17.91	469.20
1998	695.52	113.87	82.04	499.61	581.65	452.85	0.00	0.03	459.83
1999	524.75	81.83	84.79	358.12	442.91	458.97	0.00	0.00	330.44
2000	177.94	25.44	15.39	137.11	152.50	189.25	143.78	24.46	107.70
2001	167.49	20.85	22.76	123.89	146.65	472.10	221.47	83.92	116.68
2002	719.30	117.90	80.65	520.75	601.40	606.60	0.00	39.98	496.47
2003	714.36	120.15	77.66	516.55	594.21	541.08	0.00	0.03	485.14
2004	666.66	108.61	47.69	510.36	558.05	619.76	97.63	59.71	460.75
2005	542.72	86.94	44.54	411.23	455.77	548.88	126.36	75.40	380.69
2006	405.48	63.88	30.01	311.59	341.59	530.47	262.25	56.78	278.01
2007	360.83	55.20	29.73	275.90	305.63	526.97	208.30	88.22	258.16
2008	209.96	28.45	25.99	155.52	181.51	461.98	241.51	72.14	142.95
2009	424.07	68.48	39.49	316.10	355.59	753.48	362.24	101.13	318.80
2010	488.20	78.59	28.51	381.09	409.61	542.20	312.88	8.26	321.94
Ortalama	457.16	72.49	43.40	341.27	384.67	570.54	202.24	57.26	315.41



6.5.3. Deliçay-Doğu1ve2 Alt Havzaları Model Sonuçları

Deliçay ve Doğu1ve2 havzaları Van Gölü Havzası'nın doğu bölümünde yer almakta ve içerisinde adında da anlaşılabacağı gibi Deliçay ve Doğu alt havzasının Bendimahi ile komşu olan havzalarını barındırmaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 25013 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 670 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1990 – 1.09.2011 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 22 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-9'de sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.3.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 694 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 276 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 38 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 3 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 235 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Alt havza sınırları ve alanları aynı olmasa da benzer olan master plan raporu ile karşılaştırılmış sonuçların benzer olduğu anlaşılmıştır.

6.5.3.2. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 694 mm yağışın yaklaşık 348 mm ortalama beslenme ve 3 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-9: Deliçay-Doğu1ve2 Alt Havzaları Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot. (hm ³ /yıl)	İç Akım Pot. (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot. (hm ³ /yıl)	BA+İA Pot. (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Sızılma (mm)	Beslenme (mm)
1990	157.39	21.71	3.28	132.40	135.68	598.45	244.25	2.30	202.07
1991	259.48	36.60	2.81	220.08	222.88	751.50	295.42	2.30	347.13
1992	350.04	46.44	2.88	300.72	303.60	784.93	304.05	2.30	441.71
1993	380.13	53.11	2.61	324.42	327.02	1000.33	354.55	2.30	503.74
1994	372.35	50.42	3.05	318.88	321.93	836.28	298.70	2.29	478.12
1995	220.49	27.37	2.62	190.50	193.12	512.32	322.86	2.30	259.53
1996	220.99	32.93	3.46	184.60	188.05	753.62	322.84	2.30	313.28
1997	262.38	33.68	3.96	224.75	228.71	743.28	344.16	4.44	319.46
1998	254.17	34.88	2.83	216.47	219.30	583.19	318.06	2.30	330.91
1999	180.94	23.52	3.23	154.19	157.42	573.98	249.04	2.30	223.20
2000	109.00	13.18	2.18	93.63	95.82	254.15	131.38	2.30	125.27
2001	166.83	23.34	2.52	140.97	143.49	625.96	232.74	2.30	221.27
2002	364.71	50.91	3.47	310.33	313.80	791.93	258.09	2.30	482.76
2003	317.59	43.89	3.26	270.44	273.70	730.96	291.74	2.30	416.28
2004	387.83	52.82	3.81	331.20	335.01	779.23	178.78	2.30	502.20
2005	336.20	44.61	3.32	288.28	291.60	721.10	227.67	2.30	423.02
2006	255.43	33.51	2.80	219.12	221.92	686.37	366.74	2.30	317.75
2007	252.95	35.29	2.67	214.99	217.66	692.26	289.70	2.30	334.77
2008	162.29	20.63	2.24	139.42	141.65	579.49	293.33	2.30	196.23
2009	331.77	49.76	2.98	279.02	282.01	984.05	403.81	2.30	471.97
2010	331.36	40.08	3.68	287.60	291.28	675.80	351.73	2.30	380.31
2011	388.60	56.60	2.18	330.82	333.00	595.91	238.49	0.00	358.87
Ortalama	275.63	37.51	2.99	235.13	238.12	693.87	287.19	2.29	347.72



6.5.4.Engil Alt Havzası Model Sonuçları

Engil alt havzası Van Gölü Havzası'nın güney bölümünde yer almaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 2511 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 2529 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1988 – 1.09.2011 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 24 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-10'da sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.4.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 471 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 310 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 27 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 49 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 234 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Alt havza sınırları ve alanları aynı olmasa da benzer olan master plan raporu ile karşılaştırılmış sonuçların benzer olduğu anlaşılmıştır.

6.5.4.2. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 471 mm yağışın yaklaşık 189 mm ortalama beslenme ve 34 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-10: Engil Alt Havzası Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot. (hm ³ /yıl)	İçe Akım Pot. (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot. (hm ³ /yıl)	BA+HA Pot. (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Süzülme (mm)	Beslenim (mm)
1988	153.87	25.88	16.16	111.83	127.99	611.47	429.05	33.51	88.95
1989	185.63	25.23	9.96	150.44	160.40	328.08	150.65	65.89	145.99
1990	285.79	26.61	75.50	183.68	259.18	394.04	253.45	15.45	130.19
1991	269.39	25.64	37.54	206.21	243.75	606.50	285.25	49.37	182.48
1992	573.35	31.57	68.04	473.73	541.77	616.54	227.56	34.60	396.76
1993	651.97	32.90	65.58	553.49	619.07	781.58	292.78	35.85	458.00
1994	524.72	30.29	73.56	420.87	494.43	689.13	326.77	33.60	338.21
1995	389.47	27.83	77.80	283.85	361.64	486.27	306.13	27.36	218.72
1996	361.47	27.35	63.71	270.41	334.12	469.14	180.19	29.30	220.47
1997	265.37	25.84	43.51	196.02	239.53	440.51	306.91	21.64	155.18
1998	264.14	25.64	50.81	187.69	238.50	397.41	263.82	43.62	155.44
1999	199.72	25.24	21.06	153.42	174.48	397.52	221.51	39.98	126.56
2000	220.56	25.56	24.11	170.90	195.01	300.34	156.87	20.22	136.27
2001	232.29	25.41	40.28	166.61	206.88	372.23	192.66	33.68	135.90
2002	336.77	26.62	72.23	237.91	310.14	450.87	254.42	32.89	196.39
2003	428.72	28.61	58.79	341.32	400.11	578.02	239.07	50.46	288.99
2004	241.07	25.29	46.85	168.93	215.78	392.75	253.53	37.50	135.71
2005	211.14	25.29	41.51	144.33	185.85	371.75	237.90	26.47	113.27
2006	301.45	26.40	44.18	230.88	275.06	483.41	279.71	36.45	191.04
2007	234.96	25.37	44.90	164.70	209.60	485.70	329.19	34.03	133.86
2008	205.59	25.30	32.15	148.14	180.29	344.14	234.85	12.68	116.35
2009	231.18	25.28	28.59	177.31	205.90	554.78	366.00	64.52	165.29
2010	293.56	26.10	78.61	188.84	267.45	353.20	243.66	3.57	134.81
2011	372.54	26.41	68.66	277.47	346.13	398.09	259.17	34.14	169.31
Ortalama	309.78	26.74	49.34	233.71	283.04	470.77	262.13	34.03	188.92



6.5.5. Güney Alt Havzası Model Sonuçları

Güney alt havzası Van Gölü Havzası'nın güney ve batı bölümünde yer almaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 25021 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 859 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1982 – 1.02.2012 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 30 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-11'de sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.5.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 927 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 418 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 123 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 10 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 285 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Alt havza sınırları ve alanları aynı olmasa da benzer olan master plan raporu ile karşılaştırılmış sonuçların benzer olduğu anlaşılmıştır.

6.5.5.2. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 927 mm yağışın yaklaşık 436 mm ortalama beslenme ve 139 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-11: Güney Alt Havzası Model Sonuçları

Yıllar	Alım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Alım Pot (hm ³ /yıl)	İç Alım Pot (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot (hm ³ /yıl)	BAJA Pot (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Sürüme (mm)	Beslenim (mm)
1982	123.91	17.64	0.05	106.22	106.27	871.88	416.14	137.84	314.93
1983	170.02	21.39	0.06	148.57	148.63	738.92	408.38	112.19	382.43
1984	149.05	18.90	0.06	130.08	130.15	529.54	258.92	101.48	262.97
1985	151.49	20.34	0.03	131.12	131.15	598.73	238.48	89.39	284.78
1986	387.98	131.90	24.50	231.58	256.08	995.88	103.63	133.03	442.74
1987	695.60	230.50	15.42	449.67	465.09	1356.63	350.28	151.83	731.37
1988	809.10	243.96	15.91	549.23	565.14	1273.40	406.85	127.72	765.02
1989	335.37	89.84	13.16	232.38	245.54	813.27	346.09	155.69	311.94
1990	384.61	105.97	10.05	268.59	278.64	742.77	364.32	116.67	344.25
1991	479.76	154.10	15.14	310.52	325.66	1127.84	340.97	176.91	512.98
1992	622.79	191.26	12.78	418.74	431.52	1188.53	344.33	133.44	608.21
1993	798.93	254.55	14.33	530.05	544.38	1398.20	359.49	152.11	802.35
1994	579.00	166.92	14.63	397.45	412.08	1058.24	282.89	150.86	540.09
1995	608.98	184.26	11.66	413.05	424.71	1138.94	457.09	129.57	585.35
1996	451.43	135.71	11.85	303.87	315.72	920.04	310.79	160.86	452.38
1997	355.61	97.02	8.35	250.23	258.58	733.22	289.05	116.24	319.71
1998	355.51	105.58	7.70	242.23	249.93	715.72	331.62	145.45	355.04
1999	204.02	50.86	5.30	147.87	153.17	694.91	380.64	102.98	178.73
2000	162.95	44.52	2.91	115.53	118.43	481.01	291.02	129.66	165.74
2001	320.52	100.08	9.40	211.04	220.44	932.75	351.89	195.55	352.02
2002	401.11	118.78	9.17	273.16	282.33	792.11	384.51	109.56	384.66
2003	499.95	162.79	10.00	327.15	337.15	1284.78	411.76	205.41	545.52
2004	541.69	161.88	13.62	366.18	379.81	952.50	323.40	144.80	525.03
2005	396.87	112.14	10.01	274.72	284.73	965.55	382.66	127.34	369.41
2006	563.82	179.06	16.05	368.71	384.76	1061.33	340.15	178.11	587.53
2007	459.39	129.84	10.00	319.55	329.55	911.51	327.19	110.65	414.88
2008	241.08	62.38	6.14	172.56	178.70	600.67	370.55	134.34	222.02
2009	429.57	148.99	14.66	265.91	280.58	1109.90	391.09	182.97	503.52
2010	399.50	99.11	12.94	287.46	300.39	685.85	348.59	80.88	313.63
2011	471.21	147.01	8.34	315.85	324.20	1121.94	397.26	171.34	488.64
Ortalama	418.36	122.91	10.14	285.31	295.45	926.55	343.67	138.83	435.60



6.5.6. Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzaları Model Sonuçları

Karasu-Kapıköy-Erçek-Van alt havzası Van Gölü Havzası'nın güney bölümünde yer almaktadır. İçerisinde Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van alt havzalarını barındırmaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 25012 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 4609 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1988 – 1.09.2011 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 24 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-12'de sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.6.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 545 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 551 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 149 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 195 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 207 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.

6.5.6.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 545 mm yağışın yaklaşık 68 mm ortalama beslenme ve 261 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-12: Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot. (hm ³ /yıl)	İç Akım Pot. (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot. (hm ³ /yıl)	BAHA Pot. (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Sızılma (mm)	Beslenim (mm)
1988	131.53	0.00	110.83	20.70	131.53	704.50	547.88	221.72	0.00
1989	119.40	0.00	111.14	8.26	119.40	422.83	373.61	210.71	0.00
1990	284.05	10.33	206.11	67.62	273.72	507.61	384.72	363.75	43.77
1991	404.67	30.61	215.38	158.68	374.05	828.32	614.05	318.48	75.86
1992	906.28	305.07	191.85	409.36	601.21	829.43	536.54	351.28	221.14
1993	1270.33	457.55	197.29	615.49	812.79	957.06	571.15	377.45	247.31
1994	1412.00	490.18	215.45	706.37	912.82	856.10	522.03	323.94	242.28
1995	756.22	181.79	148.45	425.97	574.42	425.18	550.28	236.88	43.45
1996	441.47	146.88	110.44	184.15	294.59	530.33	417.34	230.78	0.00
1997	400.72	124.23	151.74	124.75	276.49	545.45	473.09	294.93	35.32
1998	406.89	113.15	156.38	137.36	293.74	425.43	451.45	314.07	50.00
1999	372.75	93.69	205.50	73.56	279.06	490.27	307.88	329.42	0.00
2000	199.16	76.63	77.06	45.47	122.53	269.67	389.52	166.27	10.48
2001	160.89	61.28	78.25	21.35	99.61	411.17	323.82	219.00	0.00
2002	784.86	70.94	583.14	130.78	713.92	536.78	0.00	313.30	109.31
2003	1378.59	625.27	337.28	416.04	753.32	505.15	317.51	90.61	188.53
2004	797.80	133.38	276.65	387.76	664.42	483.98	346.59	250.74	105.54
2005	685.34	132.25	238.16	314.94	553.09	459.67	364.64	234.53	82.53
2006	534.72	121.66	193.16	219.90	413.06	441.13	439.06	242.73	43.73
2007	396.82	101.55	180.19	115.07	295.27	545.02	467.58	283.13	8.23
2008	238.62	80.97	108.45	49.21	157.66	428.27	406.19	163.43	0.00
2009	256.45	63.96	172.86	19.63	192.50	619.50	473.79	274.38	0.00
2010	457.41	75.31	223.42	158.68	382.10	463.15	473.89	196.87	100.44
2011	429.58	75.17	205.17	149.25	354.42	396.80	374.32	267.17	27.85
Ortalama	551.11	148.83	195.60	206.68	402.28	545.12	421.95	261.48	68.16



6.5.7. Zilan-Kuzey Alt Havzaları Model Sonuçları

Zilan-Kuzey alt havzası Van Gölü Havzası'nın kuzey bölümünde yer almaktadır. İçerisinde Zilan ve Kuzey alt havzalarını barındırmaktadır. Havzayı temsil eden akım gözlem istasyonu 25002 nolu istasyondur. Toplam yağış alanı yaklaşık 2342 km²'dir. Havza için ilgili meteoroloji gözlem istasyonlarının veri varlığı göz önüne alındığında havzada 1.1.1990 – 1.12.2011 yıllarını kapsayan toplam yaklaşık 22 yıllık bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model sonuçları Tablo 6-13'de sunulmaktadır. Model sonuçlarının yorumlanması ilgili başlıklar altında raporun ilgili bölümlerinde yapılmıştır.

6.5.7.1. Havzanın Akış Değerleri ve Yağış Akış İlişkisi

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 626 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 870 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 182 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 12 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 676 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.

6.5.7.1. YAS Beslenme Hesapları ve İç Akış

Model zaman aralığında havzaya düşen ortalama yaklaşık 626 mm yağışın yaklaşık 288 mm ortalama beslenme ve 28 mm süzülme olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-13: Zilan-Kuzey Alt Havzası Model Sonuçları

Yıllar	Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Akım Pot (hm ³ /yıl)	İç Akım Pot (hm ³ /yıl)	Bar Akım Pot (hm ³ /yıl)	BA+İA Pot (hm ³ /yıl)	Gerçek Yağış (mm)	Gerçek Buharlaşma (mm)	Süzülme (mm)	Beslenim (mm)
1990	405.08	102.06	12.03	290.99	303.02	487.90	228.89	25.72	137.31
1991	913.21	198.87	13.43	700.92	714.35	722.39	271.07	31.47	322.43
1992	1043.40	206.14	12.16	825.10	837.27	644.50	262.08	26.88	335.56
1993	915.78	193.69	10.75	711.34	722.09	685.40	261.06	30.15	311.94
1994	1089.41	223.01	13.04	853.37	866.40	717.66	308.34	28.83	367.34
1995	651.34	133.37	11.09	506.88	517.97	468.72	280.03	24.97	196.41
1996	730.37	161.73	15.04	553.60	568.64	571.86	250.45	31.90	252.84
1997	631.20	132.73	13.58	484.89	498.47	570.76	268.91	27.67	196.02
1998	829.06	177.70	13.04	638.33	651.37	538.62	271.71	28.68	281.55
1999	520.07	109.32	9.90	400.85	410.75	470.23	270.09	18.41	149.65
2000	259.22	69.86	5.61	183.75	189.36	271.51	162.13	24.67	76.81
2001	661.76	146.78	13.93	501.06	514.98	612.02	198.52	42.35	225.91
2002	1240.33	253.60	14.50	972.24	986.73	769.16	281.22	29.54	425.48
2003	1351.96	274.30	14.08	1063.57	1077.66	794.24	286.49	29.59	464.65
2004	1071.25	217.96	12.90	840.39	853.29	650.29	182.61	28.72	358.65
2005	1108.60	217.04	12.54	879.02	891.56	715.19	241.64	22.22	354.28
2006	1040.94	219.72	14.18	807.04	821.22	689.80	256.77	35.34	362.61
2007	911.29	183.96	11.29	716.04	727.33	686.73	338.13	26.49	292.60
2008	471.70	104.86	8.99	357.85	366.84	477.22	294.86	24.00	142.82
2009	1114.31	238.11	13.03	863.16	876.20	956.10	393.74	35.34	397.48
2010	1038.21	201.48	13.96	822.77	836.73	546.86	278.69	24.09	325.19
2011	1137.65	234.42	11.87	891.35	903.23	728.15	302.03	28.47	357.34
Ortalama	869.83	181.85	12.32	675.66	687.98	626.15	267.70	28.43	287.95



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



Her ne kadar alt havza sınırları aynı olmasa da yapılan çalışmalar bütünsel olarak ele alındığında alt havzalar bazında elde edilen model sonuçları, havza master planında hesaplanan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma tablosu incelendiğinde genel olarak su potansiyeli sonuçlarının birbirine yakın olduğu gözlenmektedir. İki ayrı yöntem ile çoğunlukla benzer sonuçların bulunması sonuç teyidi açısından son derece önemlidir.

Model çalışmasından çıkarılan sonuçlar akım gözlem istasyonu ölçümleri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 6-14). Akım gözlem istasyon ölçümleri sabit aralıklar methodu (fixed interval method) kullanılarak baz akım ve yüzey akımı olarak ayırtlanmıştır (2. Ara Rapor EK-2). Bu ayrımlamalar sonucu ise yağış alanları farklı da olsa her bir alt havza için ilgili gözlem istasyonu ile karşılaştırılmıştır. Genellikle özellikle toplam potansiyellerde benzer sonuçlara rastlanmıştır. Ancak yer yer baz akım potansiyel sonuçlarından farklılık gözlenmektedir. Bunun nedeni ise akım gözlem istasyonlarının bütün havzayı temsil kabiliyetinin olmaması olarak düşünülebilir. Bunun yanı sıra baz akım çıkarımı yapılırken de yöntem seçimine göre sonuçlar büyük değişimler gösterebilir.



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



Tablo 6-14: Van Gölü Havzası Alt Havzaları Su Potansiyeli Karşılaştırma Tablosu (Model Çalışması-Master Plan Raporu ve Model Çalışması-Akım Gözlem İstasyonu Ölçümleri)

Van KYP Alt Havza Adı	Yağış Alanı (km ²)	Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Master Plan Havza No	Yağış Alanı (km ²)	Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)
Ahlat-Batı	945.42	452.96	9	1051.29	170.65
Bendimahi-Doğu3	2229.05	457.16	4	2041.24	461.72
Deliçay-Doğulve2	669.8	275.63	5	635.3	300.89
Engil	2529.11	309.78	1	3148.97	312.53
Güney	859.03	418.36	10	847.82	163.53
Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	4608.68	551.11	2,3	4367.02	407.46
Zilan-Kuzey	2342.35	869.83	6,7,8	2184.81	818.38

Van KYP Havza Adı	Yağış Alanı (km ²)	Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Suyu Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Baz Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)	AGİ No	Yağış Alanı (km ²)	Su Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Yüzey Suyu Potansiyeli (hm ³ /yıl)	Baz Akım Potansiyeli (hm ³ /yıl)
Ahlat-Batı	945.42	452.96	148.52	304.44	2507_Kınalıkoç	336.31	53.57	38.62	14.95
Bendimahi-Doğu3	2229.05	457.16	115.89	341.27	2502_Bendimahi	1615.45	304.76	133.32	171.44
Deliçay-Doğu1ve2	669.80	275.63	40.50	235.13	25013_Payköy	351.60	163.74	116.85	46.89
Engil	2529.11	309.78	76.07	233.71	2511_Güzelsu	1397.17	149.79	103.24	46.55
Güney	859.03	418.36	133.05	285.31	25021_Gevaş	100.42	30.27	6.35	23.92
Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	4608.68	551.11	344.43	206.68	25012_Erdeviz	1461.32	111.64	73.13	38.51
Zilan-Kuzey	2342.35	869.83	194.17	675.66	25002_Koçköprü	695.66	341.60	189.00	152.60

BÖLÜM 7

SU KULLANIMI

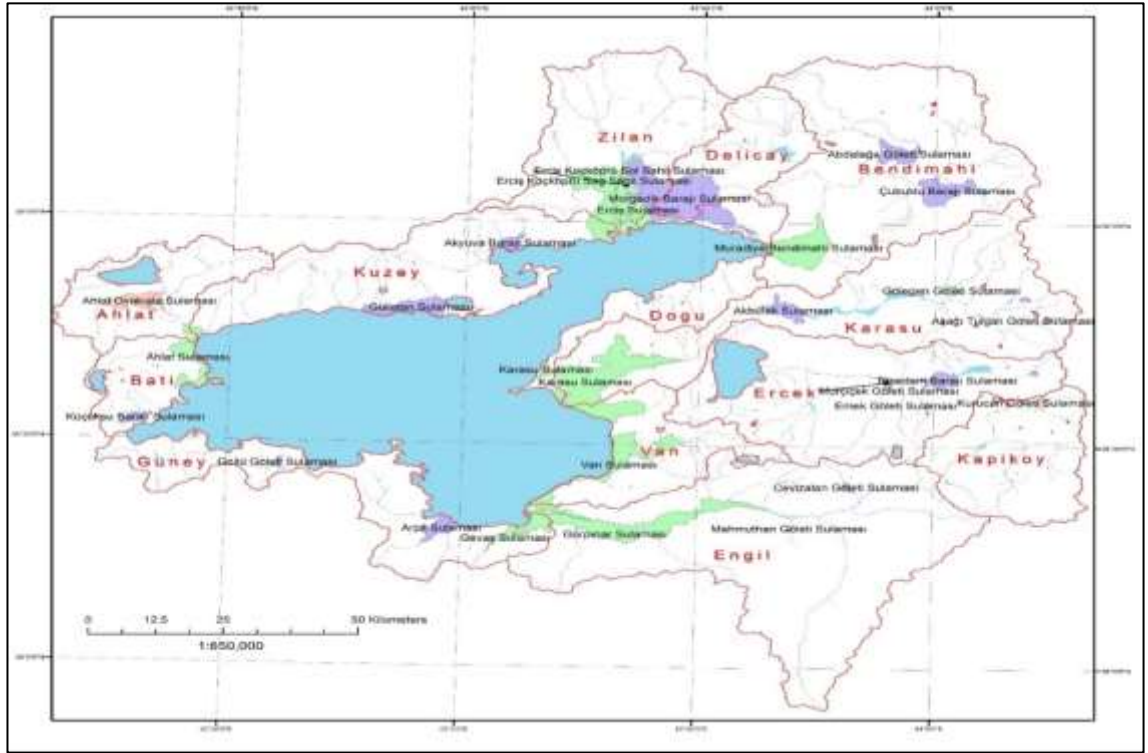
Van Kapalı Havzası'nda yapılan etütler sonucunda sulardan içme-kullanma-endüstri suyu, enerji üretimi, sulama ve balık üretimi amacıyla faydalanıldığı görülmüştür.

7.1. Mevcut Durum Su Kullanımı

7.1.1. Tarımsal Su Kullanımı

Tablo 7-1: Van Kapalı Havzası İşletmedeki Projelerin Yıllık Sulama Suyu İhtiyaçları

PROJE ADI	AMACI	SULAMA ALANI, ha		Sulama Suyu İhtiyacı m ³ /ha/yıl	Yıllık Ortalama Akım hm ³	Sulamaya veya Enerjiye Verilen Su hm ³	Yıllık Tüketilen Su hm ³	DURUMU	İşletmeye Açılış Yılı	Mevcut Rapor
		Brüt	Net							
Van Zerne Barajı ve HES	SULAMA, ENERJİ, TAŞKIN	11300	9560	4649	141.32	44.44	44.44	İŞLETME	1989	Planlama
Şamran Sulaması	SULAMA	6448	5455	6053		33.02	33.02	İŞLETME		Van İstikşaf
Sihke Göleti	SULAMA	160.5	136	7871	6.10	1.07	1.07	İŞLETME	1979	Van İstikşaf
Doni Göleti	SULAMA	92.5	78	7871		0.62	0.62	İŞLETME		Van İstikşaf
Genişgöl (Keşiş, Turna) Gölü	SULAMA	704	596	7871		4.69	4.69	İŞLETME		Van İstikşaf
Emek Göleti	SULAMA	298	252	4982.94	1.39	1.26	1.26	İŞLETME		Planlama
Morççek Göleti ve Regülatörü	SULAMA	508	430	5966.40	4.34	2.56	2.56	İŞLETME	2000	Planlama
Sarı Mehmet Barajı ve Sulaması	SULAMA	17,047	14422	5966.4	114.69	86.05	86.05	İŞLETME	1992	Planlama
Gölegen Göleti ve Sulaması	SULAMA	349	295	4749.36	0.95	1.40	1.40	İŞLETME	2004	Planlama
Morgedik Barajı, Sulaması ve HES	SULAMA	18733	16354	3860.13	104.48	63.13	63.13	İNŞAAT		Planlama
Koçköprü Barajı, Sulaması ve HES	SULAMA, ENERJİ, İÇMESUYU	10,987	9295	6346.2		58.99	58.99	İŞLETME	1992	Planlama
Ahlat Regülatörü ve Sulaması	SULAMA	3546.0	2999.9	8083.29	122.32	24.25	24.25	İŞLETME	1975	
Nazik Gölü, Yoğurtyemez Regülatörü ve Ahlat Ovakışla Sulaması	SULAMA	2500.0	2115.0	6990.96	56.31	14.79	14.79	İŞLETME	2007	Planlama



Şekil 7-1: Van Kapalı Havzası Sulama Alanları

7.1.1.1. Sulama Alanları

7.1.1.1.1. Yüzeysel Sulama (YÜS) Alanları

A) DSİ SULAMALARI

Van Kapalı Havzasındaki işletmedeki DSİ sulamalarının halihazır durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir. DSİ sulamalarının havza içerisindeki konumları ise Şekil 7-1'de verilmiştir.



Tablo 7-2: DSİ tarafından yapılan sulama projelerinin mevcut durumu

Sulama Adı	Durumu	Sulama Alanı (Proje) ha	Sulama Alanı (2013 yılı uygulama) ha
Bitlis Ahlat Ovakışla Sulaması	İşletme Halinde	2936	2377
Bitlis Ahlat Sulaması	İşletme Halinde	3935	3000
Van Özalp Emek Göleti Sulaması	İşletme Halinde	123	100
Van Erciş Koçköprü Sağ Sahil Sulaması	İşletme Halinde	9316	7050
Van Erciş Koçköprü Sol Sahil Sulaması	İşletme Halinde	1157	
Van Erciş Sulaması	İşletme Halinde	4333	2100
Van Özalp Gölegen Göleti Sulaması	İşletme Halinde	504	296
Van Gürpınar Sulaması	İşletme Halinde	13336	9560
Van Gevaş Sulaması	İşletme Halinde	1112	
Van Sarımeşmet Barajı Karasu Sulaması	İşletme Halinde	18791	3100
Van Özalp Morçikek Göleti Sulaması	İşletme Halinde	331	277
Van Muradiye Bendimahı Sulaması	İşletme Halinde	7943	5415
Van Sarımeşmet Barajı Akbulak Sulaması	İşletme Halinde	2325	156
Van Sulaması	İşletme Halinde	8779	5063
TOPLAM	İşletme Halinde	74921	38494

B) KGHM Sulamaları

KGHM sulamalarına ilişkin haritaların oluşturulmamış olması nedeniyle sulama alanları haritaları rapor içerisinde verilememiştir. İl Özel İdaresi'nden sadece köy bazında sulama tesislerinin listesi temin edilebilmiştir. Tabloda yer alan sulama tesislerinin çok büyük çoğunluğunun, zaman içerisinde tahrip olmuş veya rusubatla dolmuş olması sebebiyle çalışır durumda olmadığı belirlenmiştir. Halihazırda mevcut bazı tesislerin ise belirtildiği kadar sulama alanını sulayamadığı öğrenilmiştir. Bu alanlardan bir kısmı ise halk sulaması olarak sulanmaktadır. KGHM sulamalarının listesi aşağıda Tablo 7-3'te verilmiştir.

Tablo 7-3: Van İl Özel İdare Müdürlüğü Sulama Alanları (KGHM Sulamaları)

SIRA NO	İLİ	İLÇESİ	GÖLET ADI	BİTİŞ TARİHİ	DURUMU	SULAMA SAHASI (ha)
1	Van	Merkez	Ağartı	1974	Sulama Göleti	15
2	Van	Merkez	Kaymaklı	1974	Sulama Göleti	14
3	Van	Merkez	Dereüstü	1974	Sulama Göleti	15
4	Van	Merkez	Şahgeldi	1975	Sulama Göleti	40
5	Van	Merkez	Aş. Gölalan	1975	Sulama Göleti	18
6	Van	Merkez	Yemlice	1974	Sulama Göleti	14
7	Van	Merkez	Aktaş	1973	Sulama Göleti	38
8	Van	Merkez	Kurubaş	1973	Sulama Göleti	38
9	Van	Merkez	Taşoluk	1976	Sulama Göleti	12
10	Van	Merkez	Kevenli	1977-80	Sulama Göleti	11
11	Van	Merkez	Ocaklı	1976	Sulama Göleti	10
12	Van	Merkez	Gövelek	1977	Sulama Göleti	112
13	Van	Merkez	Gedikbulak	1963	Sulama Göleti	50
14	Van	Merkez	Hıdır	1965	Sulama Göleti	16
15	Van	Merkez	Alaköy	1963-83	Sulama Göleti	15
16	Van	Merkez	Meydancık	1967	Sulama Göleti	35
17	Van	Merkez	Anısu	1973	Sulama Göleti	20
18	Van	Başkale	Çaldıran	1966	Sulama Göleti	17
19	Van	Edremit	Doğanlar	1964	Sulama Göleti	100
20	Van	Edremit	Elmalı	1976	Sulama Göleti	19
21	Van	Erciş	Meydanboğazı	1964	Sulama Göleti	180
22	Van	Gürpınar	Kuşdağı	1966	Sulama Göleti	140
23	Van	Gürpınar	Koşumlu	1979	Sulama Göleti	75
24	Van	Gürpınar	Muratlı	1973	Sulama Göleti	60
25	Van	Gürpınar	Elaçmaz	1988	Sulama Göleti	341
26	Van	Muradiye	Suphan Uluşar	1979	Sulama Göleti	276
27	Van	Muradiye	Babacan	1973	Sulama Göleti	92
28	Van	Özalp	Altınboğa	1976	Sulama Göleti	206
29	Van	Özalp	Yumruklı	1979-85	Sulama Göleti	549
30	Van	Özalp	Dönerdere	1978-83-84	Sulama Göleti	190
31	Van	Özalp	Hazine	1977-81	Sulama Göleti	281
32	Van	Özalp	Eğribelen	1982-90	Sulama Göleti	238
33	Van	Özalp	Çubuklu	1984-88	Sulama Göleti	319
34	Van	Özalp	prutay Güherde	1978	Sulama Göleti	147



C) Halk Sulamaları

Tarım arazisi sahiplerinin kendi olanaklarıyla, teknik yardım olarak ya da almayarak yaptıkları, genellikle küçük ve orta ölçekli sulama tesisleri halk sulaması olarak isimlendirilmektedir. Çoğunlukla akarsulardan, çakma kuyulardan, derin kuyulardan, göl ve göletlerden su kaynağı olarak yararlanılan bu tesisler; özel kişilerin kendi mülkiyetinde olabileceği gibi, ortaklık, kiralık vb. şekillerde de olabilmektedir. Van kapalı havza alanında DSİ ve İl Özel İdaresi işletmeleri dışında yer alan alanlarda büyük çaplı olarak halk sulaması tespit edilememiştir.

7.1.1.1.2. Yeraltısuyu (YAS) Alanları

Van Kapalı Havzası içerisinde 7 adet YAS Kooperatifi tesbit edilmiş olup, bunlardan bugün için 5 YAS Kooperatifinin kapalı, kuyuların aktif olmadığı bilgisi edinilmiştir. Geriye kalan 2 YAS kooperatifi aktiftir. Bunlar Van İli Saray İlçesinde bulunan Saray YAS Kooperatifi olup, 60 üyesi bulunmaktadır. Diğer Gevaş İlçesi Abalı YAS Kooperatifidir. Van Kapalı Havzası içerisinde yer alan YAS Kooperatiflerinin listesi ve sulama alanları aşağıda verilmiştir.

Tablo 7-4: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan YAS Sulamaları

Yerleşim Yeri	Sulama Adı	Sulama Alanı (Ha)
Van	Van Merkez	Kapalı
Van	İskele YAS	Kapalı
Van	Saray Yas	36,6
Van	Van Sulaması	Kapalı
Van	Gevaş Abalı YAS	10
Van	Süphan YAS	Kapalı
Bitlis-Adilcevaz	Harebekazık (Aydınlar)	Kapalı

Yüzeysel (YÜS) Sulamalar

DSİ tarafından işletmeye alınan tesisler ve son durumları DSİ Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan "2013 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu" adlı yayından alınan bilgiler ışığında aşağıda özetlenmiştir;



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



- Bitlis Ahlat Ovakısla Sulaması: Bitlis ili Ahlat ilçesi sınırları içerisinde Nazik Gölünden su alarak 2936 ha alanda borulu sulama yapması planlanan proje 2007 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 12,3 km borulu ana kanal, 33,4 km borulu yedek kanal ve 26,9 km borulu tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı bulunmamaktadır. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 2377 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 908 ha olmuştur.

- Bitlis Ahlat Sulaması: Bitlis ili Ahlat ilçesi sınırları içerisinde Nazik Gölüne boşalan Yoğurtyemez deresi üzerinde yer alan Ahlat Regülatöründen su alarak 3935 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1975 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 12 km kaplamalı yedek kanal ve 8 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 55 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 3000 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 1100 ha olmuştur.

- Van Özalp Emek Sulaması: Van ili Özalp ilçesi sınırları içerisinde Fakirmusa deresi üzerinde yer alan Emek Göletinden su alarak 123 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1990 yılında işletmeye alınmıştır. Ancak 2011 yılında sulanabilen alan 100 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 100 ha olmuştur.

- Van Erciş Koçköprü Sağ ve Sol Sahil Sulaması: Van ili Erciş ilçesi sınırları içerisinde Zilan çayı üzerinde yer alan Koçköprü Barajından su alan Çakırbey regülatöründen sağ sahilde 9316 ha, sol sahilde ise 1157 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1994 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 40,4 km kaplamalı ana kanal, 34,7 km kaplamalı yedek kanal ve 72,2 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 106,9 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 7050 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 1986 ha olmuştur.

- Van Erciş Sulaması: Van ili Erciş ilçesi sınırları içerisinde Zilan çayı üzerinde yer alan Koçköprü Barajından su alan Derimevi regülatöründen 4333 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1963 yılında işletmeye alınmıştır.



Projede 7,7 km kaplamalı ana kanal, 33,5 km kaplamalı yedek kanal ve 74,6 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 65,5 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 2100 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 1387 ha olmuştur.

- Van Özalp Gölegen Göleti Sulaması: Van ili Özalp ilçesi sınırları içerisinde Gölegen deresi üzerinde yer alan Gölegen göletinden 504 ha alanda borulu sulama yapması planlanan proje 2004 yılında işletmeye alınmıştır. Ancak 2011 yılında sulanabilen alan 349 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 296 ha olmuştur.

- Van Gürpınar+Gevaş Sulaması: Van ili Gürpınar ve Gevaş ilçeleri sınırları içerisinde Hoşap çayı üzerinde yer alan Zerneke Barajından su alan Derimevi regülatöründen Gürpınar ilçesinde 13336 ha, Gevaş ilçesinde 1112 ha alanda klasik sulama yapılması planlanan proje 1988 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 73,2 km kaplamalı ana kanal, 59,6 km kaplamalı yedek kanal ve 5 km toprak tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 7,3 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 9560 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 6730 ha olmuştur.

- Van Sarımeşmet-Karasu Sulaması: Van ili Merkez ilçesi sınırları içerisinde Karasu çayı üzerinde yer alan Karasu regülatöründen 18791 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1998 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 119 km kaplamalı ana kanal, 115 km kaplamalı yedek kanal ve 135km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 50 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 12649 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 3100 ha olmuştur.

- Van Özalp Morçişek Göleti Sulaması: Van ili Özalp ilçesi sınırları içerisinde Kapan deresi üzerinde yer alan Morçişek regülatöründen 331 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1999 yılında işletmeye alınmıştır. Ancak 2011 yılında sulanabilen alan 277 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 277 ha olmuştur.



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



- Van Muradiye Bendimahi Sulaması: Van ili Muradiye ilçesi sınırları içerisinde Bendimahi çayı üzerinde yer alan Muradiye regülatöründen 7943 ha alanda klasik sulama yapması planlanan projenin sol sahili 1972, sağ sahili ise 1987 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 39,7 km kaplamalı ana kanal, 29,7 km kaplamalı yedek kanal ve 83,2 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı bulunmamaktadır. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 5415 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 3210 ha olmuştur.

- Van Sulaması: Van ili Merkez ilçesi sınırları içerisinde Engil çayı, Akköprü çayı, Geniş Gölü, Şamran kaynakları, Sıhke gölü, Doni Gölü, Gem regülatörü ve Çoravanis Regülatörlerinden sağlanan su ile 7500 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 1950 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 53 km kaplamalı ana kanal, 110,1 km kaplamalı yedek kanal ve 101,1 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 6,4 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 5063 ha'a düşmüş, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 1252 ha olmuştur.

- Van Sarımeşmet-Akbulak Sulaması: Van ili sınırları içerisinde Ablacengiz çayı ve Sarımeşmet barajından sağlanan su ile 2325 ha alanda klasik sulama yapması planlanan proje 2010 yılında işletmeye alınmıştır. Projede 39,8 km kaplamalı ana kanal, 17,1 km kaplamalı yedek kanal ve 35,6 km kaplamalı tersiyer sulama kanalı bulunmaktadır. Boşaltım kanalı uzunluğu toplam 38,4 km'dir. Ancak 2013 yılında sulanabilen alan 2325 ha, tamamı I. ürün olan ve fiilen sulanan alan ise 156 ha olmuştur.

Mevcut YÜS projelerine ilişkin su kullanım ve ihtiyaçları, sulama randımanları ve sulama oranları aşağıda Tablo 7-5'te topluca özetlenmiştir.

Tablo 7-5: Van Havzası İçerisinde Yer Alan YÜS ve YAS Sulamaları

Sulama Adı	Durumu	Sulama				Mevcut Sulanan Alan (ha)	Sulama Suyu İhtiyacı		Alt Havza
		Alanı(ha)	Yöntemi	Randımanı (%)	Oranı (%)		Mevcut (m³/ha)	Projeli (m³/ha)	
Ahlat Sulaması	İşletme	3000	Basıncılı	32.8	35.4	1063.8	10090.8	3164.8	Ahlat, Kuzey, Batı
Akbulak Sulaması	İşletme	2325	cazibe	27.5	5.5	123	9493.8	1453	Karasu
Emek Göleti Sulaması	İşletme	120	cazibe		15	18	8443.19	3137.46	Ercek
Gölegen Göleti Sulaması	İşletme	363	cazibe		49	178	5243.79	3317.5	Karasu
Gürpınar ve Gevaş Sulaması	İşletme	9560	cazibe	29	40.4	3876.8	19688.6	4245.6	Engil, Güney
Koçköprü Sulaması	İşletme	7050	cazibe	27.4	36.4	2574	16793	4219	Zilan, Kuzey
Morçicek Göleti Sulaması	İşletme	450	cazibe		45	203	6646.65	3748.93	Ercek
Muradiye Bendimahı Sulaması	İşletme	5415	cazibe	29.4	49.2	2672	16836.6	3585	Bendimahı, Doğu
Ovakişla Sulaması	İşletme	2377	cazibe	71.6	45.8	1092.4	5335.2	3673	Ahlat
S.Mehmet Karasu Sulaması	İşletme	12649	cazibe	22.6	18.2	2384.6	23222.4	4503.2	Karasu, Van, Doğu
Van Erciş Sulaması	İşletme	2100	cazibe	28.4	72.8	1661.6	15416.8	3941	Zilan, Doğu
Van Sulaması	İşletme	5063	cazibe	19.4	26	1411	18694.6	3552.8	Engil, Van
Sulama Adı	Durumu	Sulama				Mevcut Sulanan Alan (ha)	Sulama Suyu İhtiyacı		Alt Havza
		Alanı(ha)	Yöntemi	Randımanı (%)	Oranı (%)		Mevcut (m³/ha)	Projeli (m³/ha)	
Gevaş Abalı YAS Sulaması	Abalı	10	Salama		70	7	5809.91	3081.38	Engil
Saray YAS Sulaması	Sulaması	33.6	Salama		62	20.8	5857.02	3045.7	Ercek



7.1.1.2. Yeraltısuyu (YAS) Sulamalar

Van Gevaş Abalı YAS Sulaması, Abalı köyü sınırları içersinde 10 ha'lık sahanın yeraltı suyundan sulanması için iki adet 21,13 lt/sn, bir adet 27 lt/sn, bir adet 18,4 lt/sn debili ve toplam 87,66 lt/sn debili kuyu açılmış fakat hububatın elektrik fiyatlarının yüksek olması nedeni ile sulama yapmamaktadırlar. Bu sebeple % 30 alan sulanmamaktadır. Toplamda sulanan alan 7 ha dır. DSİ tarafından sulama için 5000 ton/yıl' su tahsis edilmiştir. Abalı YAS cazibeli sulanmaktadır ve sulama oranı arazi çalışması sırasında % 70 olarak tespit edilmiştir.

Van Merkez Saray YAS Sulaması, Açılmış kuyu sayısı 9 adettir. Saray YAS “Toprak ve Su” Kooperatif Sahasına ait takriben 33,60 ha'lık sahanın yeraltı suyundan sulanması için 30 lt/sn debili 9 adet işletme sondaj kuyusu açılmıştır. Bu kuyulardan 4 tanesi faal durumdadır ve 20,8 ha alan sulanmaktadır. Tahsis miktarı 18 300 ton/yıl'dır. Saray YAS cazibeli sulanmaktadır ve sulama oranı arazi çalışması sırasında % 62 olarak tespit edilmiştir.

Mevcut YAS projelerine ilişkin su kullanım ve ihtiyaçları, sulama randımanları ve sulama oranları aşağıda Tablo 7-5'da topluca özetlenmiştir.

7.1.2. İçme – Kullanma Suyu Kullanımı

Van kapalı havzasında içme suyu ihtiyaçları genel olarak kaynak sularından ve sondaj kuyularından sağlanmaktadır. Van Ovası alüvyon akiferi, Van İli için önemli bir akifer olup, kentin içme-kullanma suyu ihtiyacının büyük bir kısmı bu akiferde açılmış sondaj kuyularından karşılanmaktadır. Ancak bu akiferin üzerinde Van ili yerleşimi olduğu gibi, sanayi sitesi de yine bu akifer üzerinde kuruludur. Akiferin doğu bölümü tamamen serbest akifer özelliğinde olup, her türlü kirliliğe açıktır. Van İli içme-kullanma suyu ihtiyacının tamamının Şamran kaynaklarından karşılanması için DSİ tarafından kapalı borulu isale hattı inşaatı devam etmektedir. Bu çalışmanın tamamlanması halinde Van İli daha sağlıklı suya kavuşacaktır.

Tatvan Belediyesi de içme-kullanma suyu ihtiyacının büyük kısmını, kentten çok uzak dağlık bölgedeki kaynaklardan karşılamaktadır. Ancak Tatvan ilçesi



Karşıyaka Mahallesi yerleşim birimleri içinde açılmış 2 adet sondaj kuyusundan da volkanik akiferden su sağlanmaktadır.

Van ili şehir su şebekesi aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılmıştır.

- a) Memba suyu: Şehir İçme su şebekesi Gürpınar ilçesi Yukarı Kaymaz (Mejingir) ana membadan 1.200 lt/sn su 1 nolu su deposuna ulaşmaktadır. Şehir su şebekesi 3 kademeli olup 1. kademe 400 lt/sn su almaktadır. 2. ve 3. kademeler terfi sistemi ile beslenmektedir. Bu kademeler de saniyede 400 litre kapasitededirler. Her üç kademeye ait su depoları mevcut olup, 1 nolu su deposunda gaz klorlama sistemi ile klorlama yapılmaktadır.
- b) Derin kuyu suyu: Derin kuyu pompaları eskiden şehri beslemiş olup, hali hazırda 3 adedi faal durumda çalışmaktadırlar. Bu kuyuların suları Sihke su deposunda klorlanmaktadır.
- c) Zernebat suyu: Zernabat suyu Erek Dağının doğusunda şehir merkezine 125'lik pik borularla ulaşmaktadır. Zernabat suyu Van ili eski şebekesini beslemekte iken, yeni şebekenin devreye girmesiyle sadece ilin muhtelif yerlerinde bulunan Zernabat suyu hayrat çeşmelerinde akıtılmaktadır.

Bitlis İli su kaynağı bakımından zengindir. İlin içme suyu ihtiyacı Sapkor, Kamyan, Çelikhan, Bashan, Duap ve Şelale kaynaklarından isale edilen sularla (Maksimum Debi = 136 lt/s, Minimum Debi = 81 lt/sn) giderilmektedir. İlin içme suyu ihtiyacının %40'ı Duap yaylasındaki kaynaktan karşılanmaktadır. (Kaynak: Van Gölü Havzası Koruma Eylem Planı, Çevre Yönetimi Genel Md. 2008)

Tablo 7-6: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan İlçelerin Toplam Su İhtiyaçları

YERLEŞİM YERİ	Yıl	Nüfus (Kişi)	Su İhtiyaç Tahmin Tablosu										Karp- Maçak Oranı	Yıllık Toplam Brüt Su İhtiyacı					
			İnsan Su İhtiyacı					Hayvan Su İhtiyacı											
			Kullan		Kama + Tüketir (20 %)		DİĞER sularına	Toplam İhtis Su İhtiyacı	Karp- Maçak Oranı	Toplam Brüt Su İhtiyacı					Yıllık	Günlük		İ/s	
			I/K/g	hm³/yıl	hm³/yıl	hm³/yıl	hm³/yıl	%	I/K/g	hm³/yıl	hm³/yıl	m³/gün		m³/gün		I/s			
			Su İhtiyaç Tahmin Tablosu																
BRÜT SU İHTİYAÇLARI																			
YERLEŞİM YERİ	Yıl	Nüfus	BRÜT SU İHTİYAÇLARI										Toplam Brüt Su İhtiyacı						
			İnsan Su İhtiyacı		İnsan Su İhtiyacı	Hayvan Su İhtiyacı	Hayvan Su İhtiyacı	Toplam Brüt Su İhtiyacı		Yıllık	Günlük		İ/s						
			I/K/g	hm³/yıl	hm³/yıl	hm³/yıl	I/K/g	hm³/yıl	hm³/yıl		m³/gün	m³/gün							
YERLEŞİM YERİ	2015	70444	152	3.9	1.537	212	5.4	14918	173										
	2015	7498	152	0.4	0.094	186	0.5	1398	16										
	2015	71732	152	4	1.56	212	5.5	15176	176										
	2015	16028	152	0.9	0.431	226	1.3	3617	42										
	2015	33374	152	1.9	2.773	380	4.6	12670	147										
	2015	40152	152	2.2	0.782	205	3	8244	95										
	2015	67207	152	3.7	1.041	194	4.8	13069	151										
	2015	24638	152	1.4	0.881	250	2.2	6160	71										
	2015	16186	152	0.9	0.515	239	1.4	3871	45										
	2015	17410	152	1	0.339	205	1.3	3575	41										
	2015	12308	152	0.7	1.033	382	1.7	4701	54										
	2015	13945	160	0.81	1.675	1.23	3.369	39											

7.1.3. Sanayi Su Kullanımı

Avrupa Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (2014)'ün yaptığı çalışmalar neticesinde Van Gölü Havzası'ndaki sanayi gelişimine bağlı su ihtiyacı 1.78 milyon m³/yıl olarak hesaplanmıştır.

7.1.4. Turizm Su Kullanımı

Van Kapalı Havzası mevcut turizm su kullanımı değerleri alt havzalar bazında bölüm 7.2.4'te verilmiştir.



7.1.5. Ekosistem Su Kullanımı

Van Kapalı Havzası Proje konusu Van Kapalı Havzası içerisinde Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmış olan 15 Adet Sulak Alan bulunmaktadır. Bu Sulak Alanların bir kısmı doğal göl olup, bir kısmı Van Gölüne dökülen dereler tarafından oluşturulmuş deltalar bir kısmı da Sazlıklardan oluşmaktadır. Van Kapalı havzasında Sulak Alan dışında 9 adet doğal göl bulunmaktadır.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmış olan Sulak Alanlar listesi aşağıda verilmiştir. (Kaynak: <http://www.turkiyesulakalanlari.com/sulak-alanlar/>)

Tablo 7-7: Van Kapalı Havzası İçerisinde Yer Alan Sulak Alanlar

Batmış Gölü	Erçek Gölü
Aygır Gölü	Kaz Gölü
Bendimahi Deltası	Nazık Gölü
Çaldıran Ovası Sulak Alanları	Nemrut Gölü
Çelebibağı Sazlıkları	Sodalı Göl
Çiçekli Gölü	Turna Gölü
Çimenova Gölleri	Van Gölü
Dönemeç Deltası	

Tablo 7-8: Van Kapalı Havzası İçerisinde Bulunan Diğer Göler

Akgöl	Hasan Timur Gölü
Gövelek Gölü	Süphan (Sultan) Gölü
Tuz Gölü	Norşin Gölü
Kazlı Göl	Adırum Gölü
Çegen Gölü	

Sulak alanlar dışında, akarsularda doğal hayatın korunması için Zerne Barajı'ndan Yıllık 15,8 hm³, Gem HES'ten 23.3 hm³ ve Ortaköy HES'ten 1,74 hm³ can suyu bırakılmaktadır.



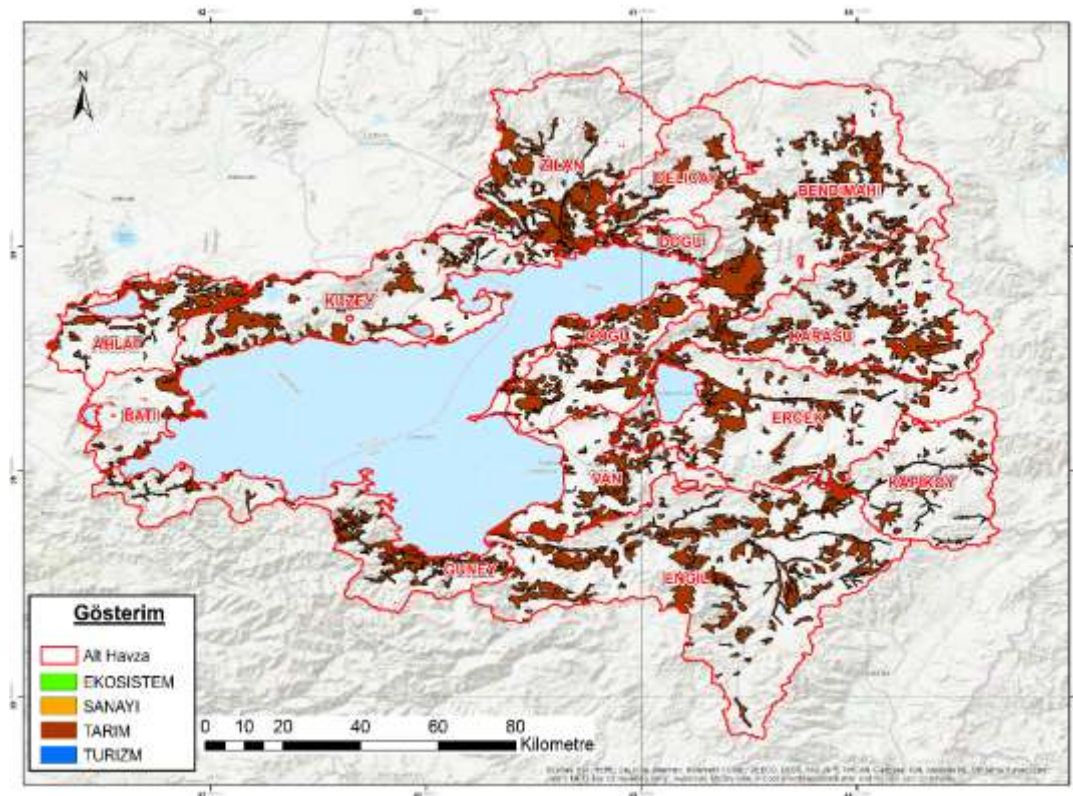
7.2. Gelecek Durum Su Kullanım Tahminleri

Raporun bu bölümünde Van Gölü Havzası'nda 2100 yılına değin yapılacak su kullanım tahminlerine değinilecektir. Geleceğe yönelik içme ve kullanma suyu ihtiyaçları tahminleri yapılırken öncelikle nüfus projeksiyonları yapılmış, ardından bu projeksiyonlar ışığında içme ve kullanma suyu tahminleri sonal duruma getirilmiştir. Endüstriyel amaçlı kullanılan su miktarının, Türkiye'nin gayri safi milli hasıla (GSMH) oranına göre değışeceğı kabul edilmiş, buna göre, Türkiye GSMH değeri baz alınarak bu proje kapsamında belirlenen sanayi suyu artış hızları ve projeksiyonları hesaplanmıştır (OECD, 2014). Bununla birlikte tarımsal, turizm ve ekosistem su kullanımları 2016 yılında tamamlanan "İklim Değışikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi" verileri ile yeniden değeriendirilmiştir. Corine 2012 arazi örtüsü verileri kullanılarak sektörel bazda gelecek dönem su kullanımları; Van Gölü Havzası'ndaki her bir alt havza için alansal dağılımlar göz önünde bulundurularak yeniden hesaplanmıştır.

7.2.1. Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri

Van Gölü Kapalı Havzası'na ait tarımsal sulama suyu ihtiyaçları ve tahsisler aşağıdaki tabloda özet olarak verilmiştir. Havza içinde Doni Göleti, Sıhke Göleti, Geniş Göl ve Ahlat Regülatör sulamalarının gelecek dönem sulama suyu ihtiyaçlarının diğer su kaynaklarına oranla görece daha yüksek olması beklenmektedir.

Van Gölü Havzası'nda mevcut tarımsal su kullanımlarının bulunduğu bölgeleri gösteren şekil ve 2100 yılına değin gereksinim duyulan sulama suyu ihtiyaçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil 7-2: Van Gölü Havzası Tarımsal Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler

Tablo 7-9: Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Tahminleri

PROJE ADI	AMACI	Toplam Hacim	SULAMA ALANI, ha		Sulama Suyu İhtiyacı	İçme Suyu İhtiyacı	KHGM Sulaması Tüketilen	Yıllık Ortalama Akım	Sulamaya veya Enerjiye Verilen Su	DURUMU	İşletmeye Açılış Yılı
		hm3	Brüt	Net	m3/ha/yıl	hm3/yıl	hm3	hm3	hm3		
Van Zemek Barajı ve HES	SULAMA, ENERJİ, TAŞKIN	105.76	14765	12491	4649.0			131.28	58.07	İŞLETME	1989
Van Zemek Barajı ve HES (Alternatif)	SULAMA, ENERJİ, TAŞKIN	133.00	16462	13927	4649.00			131.28	64.75	İŞLETME	1990
GEM HES	ENERJİ							219.58	140.57	İNŞAAT	
GEM HES (Alternatif)	ENERJİ							212.77	137.72	İNŞAAT	
ENGİL HES	ENERJİ							202.65	102.38	İŞLETME	
ENGİL HES (Alternatif)	ENERJİ							195.83	101.28	İŞLETME	
Şamran Sulaması ve İçme Suyu	SULAMA		4159	3518	1716.8	181.77		154.14	6.04	İŞLETME	
Şamran Sulaması ve İçme Suyu (Alternatif)	SULAMA		4477	3787	1716.8	181.77		148.42	6.50	İŞLETME	
Van Garpınar Mahmuthan Göleti ve Sulaması	SULAMA	0.39	87	74	7128.0			0.67	0.53	PLANLAMA	
Van Garpınar Cevizalan Göleti ve Sulaması	SULAMA	1.52	248	209	6115.0			1.39	1.28	PLANLAMA	
Sihke Göleti	SULAMA	7.65	963	815	7871.0			8.83	6.41	İŞLETME	1979
Doni Göleti	SULAMA	0.08	7	6	7871.0			0.06	0.05	İŞLETME	
Genişgöl (Keşiş, Turna) Gölü	SULAMA	8.44	929	786	7,871.0			7.85	6.19	İŞLETME	
Ortaköy HES	ENERJİ							17.07	16.66	FİZİBİLİTE	
Tepedam Barajı	SULAMA	20.00	1415	1235	5342.66			15.87	6.43	PLANLAMA	
Emek Göleti	SULAMA	1.42	299	253	4982.94			1.42	1.26	İŞLETME	
Savetli Göleti	SULAMA	0.74	160	135	4510.36			0.68	0.61	ON İNCELEME	
Morçipek Göleti ve Regülatörü	SULAMA	2.23	508	430	5338.50			4.59	2.30	İŞLETME	2000
Sırmılı Göleti	SULAMA	1.60	362	316	3267.22	158000		2.04	1.03	PLANLAMA	
Kurucan Göleti	SULAMA	2.37	494	418	4178.63			2.38	1.75	PLANLAMA	
Ortaçca Göleti	SULAMA	1.20	316	276	3226.96			1.22	0.89	ON İNCELEME	
Gültepe Göleti	SULAMA	0.70	146	128	4000.00			0.57	0.51	ON İNCELEME	
Değirmigöl Göleti	SULAMA	6.98	1382	1169	4000.00			5.56	4.68		
Çağan Göleti	SULAMA	0.15	19	16	4178.63			0.10	0.07		
Sarımeşmet Barajı ve Sulaması	SULAMA	178.60	14,506	12272	5966.40			97.54	71.35	İŞLETME	1992
Değirmenözü HES	ENERJİ							92.22	84.86	FİZİBİLİTE	
Dorutay Göleti ve Sulaması	SULAMA	7.43	484	409	4467.40			3.48	1.83	Planlama	
Göğelen Göleti ve Sulaması	SULAMA	3.52	674	570	4749.36			3.02	2.71	İŞLETME	2004
Aşağı Tulluğu Göleti ve Sulaması	SULAMA	0.566	98	86	4288.45			0.43	0.368	İNŞAAT	
Oymaklı Boncuklu Göleti ve Sulaması	SULAMA	0.215	38	32	4288.45			0.17	0.14	PLANLAMA	
Eğribelen Oymaklı Göleti ve Sulaması	SULAMA	2.987	303	256	5745.93			1.88	1.47	ON İNCELEME	
Yemlice Göleti ve Sulaması	SULAMA	0.85	229	200	3550.00			0.76	0.71	ON İNCELEME	
Çaldıran Çubuklu Barajı ve Sulaması	SULAMA	29.8	3102.45	2624.67	5193.15			21.680143	13.27536112	PLANLAMA	
Abdallağa Göleti, Kavuklu Regülatörü	SULAMA	4.485	2562.001	2167.45	4178.63			35.274655	9.056982105	ÖNİNCELEME	
Ayrıncılar Regülatörü ve HES	ENERJİ							240.58359	204.7136418	FİZİBİLİTE	
Devetaş Regülatörü ve HES	ENERJİ							10.458957	9.402385045		
Ayrıncılar-2 Regülatörü ve Şelale HES	ENERJİ							289.50354	241.9197687	FİZİBİLİTE	
Muradiye Regülatörü ve Sulaması	SULAMA		7474.624	6323.53	1690			289.50354	10.68676873	PLANLAMA	
Çolpan Göleti	SULAMA	0.9415	209.6256	183.003	3803.67			0.7722493	0.696083573	PLANLAMA	
Morgedik Barajı, Sulaması ve HES	SULAMA	87.36	21329.41	18620.6	3860.13491	18.92		113.73411	70.00610262	İNŞAAT	
Yakut Regülatörü ve HES	ENERJİ							58.720096	49.8742014	FİZİBİLİTE	
Koçköprü Barajı, Sulaması ve HES	SULAMA, ENERJİ	87	10450.39	8841.03	6346.2	44.377		318.79957	56.10694336	İŞLETME	1992
Gelintaşı HES	ENERJİ							79.137889	71.13238278	FİZİBİLİTE	
İlica HES	ENERJİ							76.858497	65.34330938	FİZİBİLİTE	
Hasanabdal HES	ENERJİ							119.64779	111.7213491	FİZİBİLİTE	
Zilan HES	ENERJİ							88.417691	78.47184443	FİZİBİLİTE	
Komar HES	ENERJİ							30.560885	28.29904792		
Meydanboğazı Göleti	SULAMA	1.2676	164.1022	143.261	6346.2			1.0353985	0.909164387	PLANLAMA	
Akyuva Barajı ve Sulaması	SULAMA	10.7	1589.094	1387.28	6346.2			24.816684	8.80395304	ÖNİNCELEME	
Adilcevar Regülatörü ve Sulaması	SULAMA		4562.629	4065.33	2188.10091	0.21427		10.680516	8.895341713	PLANLAMA	
Bahçedere Göleti ve Sulaması	SULAMA	0.87009	191.1885	166.908	3550			0.6783938	0.592521979	ÖNİNCELEME	
Ahlal Regülatörü ve Sulaması	SULAMA				8083.29					İŞLETME	1975
Nazik Gölü, Yoğurtymez Regülatörü	SULAMA				6990.96					İŞLETME	2007
Uludere Regülatörü ve HES	ENERJİ							9.4463363	8.943781803	FİZİBİLİTE	1989
Küçüksu Barajı ve Sulaması	SULAMA	60.497	7187.006	6274.26	5722.13	3.78691	2.9307485	56.838137	34.96715722	PLANLAMA	
Düzcealan Göleti ve Sulaması	SULAMA	1.55648	418.8703	365.674	3550			1.4004838	1.298141975	ÖNİNCELEME	
Göllü Göleti, Regülatörü ve Sulaması	SULAMA	2.29464	356.902	301.939	6369.99			2.5532023	1.923348817	PLANLAMA	
İkizler Göleti ve Sulaması	SULAMA	4.91963	1155.906	1009.11	4000			4.3610256	4.036423509	ÖNİNCELEME	
TUĞ HES	ENERJİ									FİZİBİLİTE	

Tablo 7-10: Tarımsal Sulama Suyu İhtiyacı Projeksiyonları

ALT HAVZALAR	KULLANIMI	TOPLAM ALAN (m ²)	ALAN (%)	TARIM SU İHTİYACI (milyon m ³ /yıl)										
				YILLAR										
				2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
BENDİMAHI ALT HAVZASI	TARIM	448687219.6	6.578266536	29.96334625	35.95614706	37.45401835	38.95254747	40.45041876	40.45041876	40.45041876	40.45041876	40.45041876	40.45041876	
AHLAT ALT HAVZASI	TARIM	190278595.6	2.789701296	12.70681043	15.24822831	15.8834433	16.51893725	17.15415224	17.15415224	17.15415224	17.15415224	17.15415224	17.15415224	
BATI ALT HAVZASI	TARIM	54368427.7	0.797103178	3.630725264	4.356886259	4.538386653	4.719966756	4.90146715	4.90146715	4.90146715	4.90146715	4.90146715	4.90146715	
DELİCAY ALT HAVZASI	TARIM	159390962	2.336853348	10.64413332	12.77300672	13.30510822	13.83744342	14.36954492	14.36954492	14.36954492	14.36954492	14.36954492	14.36954492	
DOĞU ALT HAVZASI	TARIM	279705643.8	4.100803848	18.67875145	22.41458375	23.34833679	24.2824999	25.21625294	25.21625294	25.21625294	25.21625294	25.21625294	25.21625294	
ENGİL ALT HAVZASI	TARIM	576769458.4	8.456098282	38.51668207	46.2201876	48.14564118	50.07194037	51.99739395	51.99739395	51.99739395	51.99739395	51.99739395	51.99739395	
ERÇEK ALT HAVZASI	TARIM	395620474.4	5.800247509	26.41954738	31.70357286	33.02428922	34.3455856	35.66630196	35.66630196	35.66630196	35.66630196	35.66630196	35.66630196	
GÜNEY ALT HAVZASI	TARIM	173759674.7	2.547515069	11.60367639	13.92446262	14.5045318	15.08485573	15.66492491	15.66492491	15.66492491	15.66492491	15.66492491	15.66492491	
KAPIKÖY ALT HAVZASI	TARIM	107102009	1.570237642	7.152275436	8.582761927	8.940305039	9.298005173	9.655548285	9.655548285	9.655548285	9.655548285	9.655548285	9.655548285	
KARASU ALT HAVZASI	TARIM	522542645.7	7.661071342	34.89541386	41.87464985	43.6190758	45.36426785	47.10869379	47.10869379	47.10869379	47.10869379	47.10869379	47.10869379	
KUZUY ALT HAVZASI	TARIM	298753699.4	4.380070074	19.95078118	23.94102502	24.93836698	25.93614694	26.93348889	26.93348889	26.93348889	26.93348889	26.93348889	26.93348889	
VAN ALT HAVZASI	TARIM	179795562.4	2.636008007	12.00675316	14.40815651	15.00837555	15.60885818	16.20907722	16.20907722	16.20907722	16.20907722	16.20907722	16.20907722	
ZİLAN ALT HAVZASI	TARIM	321552547.1	4.714327192	21.47328893	25.768041	26.8414933	27.91541704	28.98886934	28.98886934	28.98886934	28.98886934	28.98886934	28.98886934	
VAN GÖLÜ HAVZASI	TARIM	3708326920	54.36830339	247.6421851	297.1717095	309.5513722	321.9364717	334.3161344	334.3161344	334.3161344	334.3161344	334.3161344	334.3161344	



7.2.2. İçme ve Kullanma Suyu İhtiyaçları Tahminleri

Raporun bu bölümünde, hesaplanan nüfus projeksiyonları ışığında tahmini nüfuslara göre Van Gölü Kapalı Havzası'ndaki yerleşimlere ait su ihtiyaçları ilçe merkezleri, ilçelere bağlı köylerin toplam su ihtiyaçları ve her bir köy için 2100 yılına değin su ihtiyaçları hesaplanarak bu bölümde verilmiştir.

7.2.2.1.1. Van Gölü Kapalı Havzası İçmesuyu Arz Talep Dengesinin Sağlanması

Proje kapsamında hesaplanan nüfuslar ve buna bağlı bulunan içmesuyu ihtiyaçları raporun bir önceki bölümlerinde verilmiştir. Bu bölümde yerleşimlerin mevcut kaynakları ile hesaplanan ihtiyaçları arasındaki arz-talep dengesi ile ilgili çalışmalar sunulacaktır.

Diğer bölümlerin anlatımında verildiği gibi Van Gölü Kapalı Havzası'ndaki yerleşimler 4 grup haline getirilmiştir. 1. Grup (Van, Güney, Engil, Doğu, Karasu, Kapıköy ve Erçek Alt Havzalarını kapsamaktadır) yerleşimine ait arz-talep hesapları Van İl Merkezi, Edremit ve Gevaş İlçe Merkezi ile Bostaniçi ve Çiçekli Beldeleri, Gürpınar İlçe Merkezi'ni, 2. Grup (Zilan, Deliçay, Doğu ve Kuzey Alt Havzalarını kapsamaktadır) yerleşimine ait arz-talep hesapları Erciş Merkez ve civarını, 3. Grup (Bendimahi, Erçek, Deliçay, Karasu ve Kapıköy Alt Havzalarını kapsamaktadır) yerleşimine ait arz-talep hesapları Muradiye, Saray ve Özalp İlçe Merkezleri'ni, 4. Grup (Güney, Kuzey ve Ahlat Alt Havzalarını kapsamaktadır) yerleşimine ait arz-talep hesapları ise Bitlis Merkez, Güroymak, Tatvan, Ahlat ve Adilcevaz İlçe Merkezlerini kapsamaktadır.

7.2.2.2. Yerleşimlere Ait Su İhtiyacının Belirlenmesi

Tablo 7-11 İçme ve Kullanma Suyu İhtiyacı Projeksiyonları

İL		İLÇE	BÜYÜK-KÖY	Son Nüfus 2011	YILLIK BRÜT SU İHTİYACI																					
					2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100				
VAN	VAN	VAN	VAN	MERKEZ	35349	391023	443703	503480	571310	648279	735618	834723	947180	1074787	1219386	138093	1570336	1781097	2021961	2294367	2603472	2954221	3323224			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	41.95	43.23	43.57	43.71	48.28	52.44	57.96	63.98	72.60	82.38	93.48	106.08	120.37	136.58	154.98	175.96	191.56	208.44	226.95			
				BOŞANCI	21461	24155	28802	32462	37032	43826	50734	58629	67968	78953	9343	105801	122757	142300	164875	191251	221713	257026	297963			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	2.26	2.28	2.48	2.73	3.12	3.49	3.97	4.49	5.21	6.04	7.00	8.12	9.41	10.91	12.65	14.66	16.99	19.70	22.84			
				KÖYLER	67145	71069	76394	82236	88659	95736	103549	112191	121770	132469	144248	157450	172198	188705	207214	228006	251401	277770	307598			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	5.21	5.48	5.86	6.28	6.75	7.27	7.85	8.50	9.09	9.75	10.49	11.31	12.22	13.25	14.39	15.68	17.14	18.77	20.62			
VAN	EDİRNE	EDİRNE	EDİRNE	TOPLAM	442025	486246	548098	618177	697602	787641	889741	1005543	1138017	1283989	1455177	1647234	1862291	2112911	2384150	2713624	3076586	3488017	3957725			
				SU İHTİYACI (ins/yıl)	49.42	50.98	51.91	52.72	58.14	63.20	68.78	76.37	86.90	98.17	110.97	125.50	142.00	160.74	182.02	206.21	233.69	264.91	300.41			
				MERKEZ	13829	14214	16478	19102	22145	25972	29761	34011	39396	46307	53752	62313	72238	83744	97082	112544	130470	151230	175380			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	1.33	1.34	1.46	1.61	1.84	2.06	2.34	2.64	3.07	3.55	4.12	4.78	5.54	6.42	7.44	8.63	10.00	11.59	13.44			
				ÇİÇEKLI	4871	5382	6119	6957	7910	8993	10234	11625	13216	15035	17084	19423	22083	25107	28545	32454	36899	41951	47696			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	0.21	0.25	0.29	0.34	0.40	0.46	0.54	0.64	0.72	0.82	0.94	1.06	1.21	1.37	1.56	1.78	2.02	2.30	2.61			
VAN	EDİRNE	EDİRNE	EDİRNE	KÖYLER	7138	7488	7979	8496	9053	9654	10300	11005	11735	12590	13485	14459	15519	16766	17940	19322	20838	22501	24329			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6			
				TOPLAM	24638	27094	30576	34555	39108	44319	50288	57131	64978	73983	84321	96195	109840	125527	143567	164321	188206	215702	247386			
				SU İHTİYACI (ins/yıl)	2.83	2.10	2.29	2.53	2.86	3.19	3.60	4.06	4.61	5.25	5.99	6.83	7.80	8.92	10.21	11.70	13.41	15.38	17.65			
				MERKEZ	10366	10787	11337	11915	12523	13162	13833	14539	15281	16060	16879	17740	18645	19597	20596	21647	22751	23911	25131			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	1.09	1.02	1.01	1.00	1.04	1.05	1.09	1.11	1.17	1.23	1.29	1.36	1.43	1.50	1.58	1.66	1.74	1.83	1.93			
VAN	GİRŞ	GİRŞ	GİRŞ	KÖYLER	15290	16033	17019	18073	19200	20406	21699	23085	24572	26169	27885	29731	31719	33861	36173	38669	41367	44288	47452			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4			
				TOPLAM	25656	26820	28356	29988	31723	33569	35533	37624	39853	42229	44764	47472	50364	53458	56769	60315	64118	68199	72583			
				SU İHTİYACI (ins/yıl)	2.36	2.34	2.40	2.47	2.60	2.71	2.84	2.98	3.13	3.29	3.46	3.64	3.83	4.03	4.25	4.49	4.74	5.01	5.30			
				MERKEZ	5352	5569	5853	6152	6466	6796	7142	7507	7890	8292	8715	9159	9627	10118	10634	11176	11746	12346	12975			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.51	0.56	0.60	0.65	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80	0.83	0.86	0.90	0.93			
VAN	GİRŞ	GİRŞ	GİRŞ	KÖYLER	31711	33380	35568	37956	40542	43346	46389	49707	53300	57284	61577	66303	71489	77191	83472	90402	98062	106545	115956			
				SU İHTİYACI (l/ins/yıl)	4.51	4.62	4.79	4.96	5.16	5.37	5.60	5.86	6.08	6.33	6.59	6.89	7.21	7.56	7.95	8.38	8.86	9.38	9.97			
				TOPLAM	37063	38929	41421	44108	47008	50142	53535	57214	61210	65556	70292	75462	81116	87309	94105	101578	109808	118891	128891			
				SU İHTİYACI (ins/yıl)	4.85	4.99	5.18	5.39	5.63	5.88	6.16	6.46	6.73	7.00	7.29	7.61	7.96	8.34	8.75	9.21	9.72	10.28	10.90			

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

İL	İLÇE	BÜCAK-KÖY	Son Nüfus Sayımı	YILLIK BRÜT SU İHTİYACI																		
				2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100
VAN	DİCİŞ	MERKEZ	76463	82701	91219	100615	110978	122408	135016	148923	164582	181181	198642	220425	243129	268171	295792	326592	360863	398828	437811	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	1172	966	899	17062	14956	22206	25333	28901	33971	37614	42910	48653	55847	63711	72883	82918	94955	107916	123113	140459
		CELEBBİBAĞI	13460																			
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	0.79	0.93	1.10	1.29	1.53	1.78	2.08	2.41	2.75	3.13	3.57	4.08	4.65	5.31	6.05	6.91	7.88	8.99	10.25	
		KOÇAPINAR	4563	4740	4990	5245	5513	5794	6089	6400	6726	7070	7430	7809	8208	8626	9066	9529	10015	10526	11062	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	0.31	0.33	0.35	0.37	0.40	0.42	0.44	0.47	0.49	0.51	0.53	0.55	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69	0.72	0.76	
		KÖYLER	67544	71744	77442	83889	90549	98091	106396	115554	125967	138489	149231	162962	178209	195161	214806	235978	259566	286818	314196	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	5.26	5.54	5.94	6.39	6.88	7.43	8.05	8.73	9.36	10.05	10.82	11.67	12.62	13.67	14.84	16.15	17.60	19.21	21.06	
		TOPLAM	162030	174150	190714	209014	229245	251627	276403	303848	334268	368009	405457	447043	493256	544641	601813	665460	736360	815385	903519	
		TOPLAM SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	18.08	16.46	16.38	16.87	18.13	19.20	21.21	23.31	26.08	28.57	31.34	34.41	37.82	41.60	45.82	50.51	55.73	61.54	68.02	
VAN	MURADİYE	MERKEZ	14587	15079	16094	17109	18124	19139	20154	21169	22184	23199	24214	25229	26244	27259	28274	29289	30304	31319	32334	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	1.14	1.24	1.34	1.44	1.55	1.64	1.75	1.85	1.92	1.99	2.07	2.14	2.22	2.29	2.36	2.44	2.51	2.59	2.66	
		KÖYLER	36882	39120	42435	46088	50150	54641	59624	65162	71325	78194	85659	93624	102011	110751	120798	132029	144329	157689	172198	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	2.79	2.95	3.18	3.44	3.73	4.05	4.42	4.83	5.21	5.63	6.11	6.64	7.24	7.90	8.65	9.49	10.43	11.50	12.69	
		TOPLAM	50959	54199	58529	63307	68274	73780	79778	86331	93509	101393	110073	119555	130255	142010	155072	169618	185847	203988	223302	
		TOPLAM SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	3.93	4.19	4.52	4.88	5.28	5.69	6.17	6.67	7.13	7.63	8.18	8.78	9.45	10.19	11.01	11.93	12.95	14.08	15.35	
		MERKEZ	11476	12628	14068	15508	16948	18388	19828	21268	22708	24148	25588	27028	28468	29908	31348	32788	34228	35668	37108	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	0.86	0.99	1.10	1.22	1.36	1.48	1.62	1.74	1.85	1.95	2.06	2.16	2.27	2.37	2.48	2.58	2.69	2.79	2.90	
		KÖYLER	63163	67223	72776	78882	85569	93063	101303	110438	120681	131863	144331	158452	174121	191655	211809	235068	261873	292673	317530	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	4.50	4.77	5.16	5.59	6.07	6.61	7.22	7.89	8.52	9.22	10.00	10.87	11.85	12.93	14.15	15.52	17.06	18.79	20.74	
VAN	ÖZALP	TOPLAM	74639	79861	86844	94390	102567	111451	121131	131706	143289	156011	170019	185480	202589	221563	242657	266156	292391	321741	354638	
		TOPLAM SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	5.36	5.76	6.26	6.81	7.43	8.09	8.83	9.64	10.37	11.18	12.06	13.04	14.11	15.31	16.63	18.11	19.75	21.59	23.64	
		MERKEZ	37493	39304	41223	43133	45022	46911	48800	50689	52578	54467	56356	58245	60134	62023	63912	65801	67690	69579	71468	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.50	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	
		KÖYLER	23378	24638	26321	28134	30089	32198	34476	36939	39604	42492	45624	49024	52722	56746	61132	65919	71149	76872	83143	
		SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	2.16	2.25	2.37	2.50	2.65	2.81	2.98	3.17	3.34	3.52	3.71	3.92	4.15	4.40	4.67	4.97	5.30	5.65	6.04	
		TOPLAM	27161	28573	30445	32447	34591	36889	39356	42008	44862	47939	51260	54850	58737	62950	67526	72501	77920	83833	90293	
		TOPLAM SU İHTİYAÇI (km ³ /yıl)	2.56	2.66	2.80	2.95	3.11	3.28	3.47	3.68	3.85	4.05	4.25	4.47	4.72	4.98	5.26	5.57	5.91	6.27	6.67	

İL	İLÇE	BÜYÜK-KÖY	Son Nüfus Sayımı 2011	YILLIK BRÜT SU İHTİYACI																		
				2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100	
BİTLİS	ADILÇEVAZ	MERKEZ	13945	14501	15196	15891	16586	17281	17976	18671	19366	20061	20756	21451	22146	22841	23536	24231	24926	25621	26316	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.23	1.32	1.40	1.48	1.56	1.63	1.71	1.78	1.83	1.88	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.19	2.24	2.29	2.34	
		KÖYLER	19309	16186	17775	19557	21539	23813	26352	29218	32456	36119	40269	44975	50317	56389	63265	71158	80119	90339	102003	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.34	1.41	1.52	1.64	1.78	1.94	2.12	2.33	2.53	2.76	3.01	3.31	3.64	4.01	4.44	4.93	5.49	6.12	6.84	
		TOPLAM	28984	30687	32971	35448	38145	41094	44328	47889	51822	56180	61025	66426	72463	79230	86831	95389	105045	115960	128319	
	AHLAT	TOPLAM SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	2.57	2.73	2.92	3.12	3.35	3.57	3.83	4.11	4.36	4.64	4.95	5.29	5.67	6.10	6.58	7.12	7.73	8.41	9.19	
		MERKEZ	20141	20959	22028	23152	24333	25574	26878	28249	29690	31205	32797	34470	36228	38076	40018	42059	44205	46460	48830	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.60	1.72	1.84	1.96	2.10	2.21	2.35	2.48	2.59	2.70	2.81	2.94	3.06	3.20	3.34	3.49	3.65	3.81	3.98	
		KÖYLER	16436	17430	18774	20240	21843	23588	25521	27631	29950	32620	35735	39183	41848	45644	49850	54518	59705	65477	71910	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.24	1.31	1.40	1.51	1.62	1.75	1.89	2.05	2.20	2.36	2.53	2.72	2.94	3.17	3.43	3.72	4.04	4.40	4.80	
TATVAN	TATVAN	TOPLAM	36577	38389	40002	43392	46176	49172	52399	55881	59641	63707	68111	72888	78076	83720	89868	96577	103910	111937	120739	
		TOPLAM SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	2.84	3.03	3.24	3.46	3.72	3.96	4.25	4.54	4.78	5.05	5.34	5.66	6.00	6.37	6.77	7.21	7.69	8.21	8.79	
		MERKEZ	65086	72555	84922	98448	114129	132306	153379	177809	206229	238960	277020	321142	372292	431589	500329	580019	672401	779497	903651	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	2.57	3.67	4.78	5.75	7.66	10.75	14.89	20.75	28.46	38.54	51.70	68.20	89.20	116.20	150.36	192.87	245.11	308.41	383.61	
		KÖYLER	11667	12308	13167	14097	15103	16294	17377	18662	20060	21381	22328	23945	27018	29174	31534	34119	36854	40065	43485	
	GÜROYMAK	SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.67	1.72	1.78	1.85	1.92	2.00	2.09	2.19	2.28	2.37	2.47	2.59	2.71	2.84	2.99	3.15	3.33	3.52	3.73	
		TOPLAM	76753	85563	96000	112545	129232	148500	170757	196471	226189	260541	300258	346107	399310	460763	531863	614138	709354	819562	947136	
		TOPLAM SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	4.24	5.38	6.56	7.60	9.59	10.89	12.84	14.65	15.82	18.07	20.68	23.69	27.17	31.20	35.86	41.26	47.50	54.73	63.10	
		MERKEZ	20906	21755	22865	24031	25257	26545	27899	29322	30818	32390	34042	35779	37604	39522	41538	43657	45884	48224	50684	
		SU İHTİYACI (km ³ /yıl)	1.54	1.67	1.80	1.92	2.06	2.18	2.33	2.46	2.57	2.68	2.81	2.93	3.07	3.21	3.35	3.51	3.67	3.84	4.02	
İLÇE MERKEZLERİ VE KÖYLER DAHİL TAHRİMİNİ NÜFUS TOPLAMI				1007391	1092265	1209710	1341302	1488927	1654728	1841147	2050967	2287356	2553927	2854800	3194672	3578901	4013604	4505759	5063334	5695430	6412439	7226236
İLÇE MERKEZLERİ VE KÖYLER DAHİL TAHRİMİNİ NÜFUS TOPLAMI				99.76	102.28	106.27	110.71	121.89	131.85	145.31	159.53	176.35	195.58	217.30	241.84	269.59	300.99	336.54	376.81	422.47	474.27	533.04

A) Van Merkez İlçesi– İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Şamran kaynaklarından Van Merkez İlçesi'ne su tahsisi sağlanacaktır. Van Merkez İlçesi'nin mevcut su tahsisi 66,82 hm³/yıl'dır. 2045 yılından sonra 2100 yılına değin 190.13 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Van Merkez Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	41.95	66.82	0.00
2015	43.23	66.82	0.00
2020	43.57	66.82	0.00
2025	43.71	66.82	0.00
2030	48.28	66.82	0.00
2035	52.44	66.82	0.00
2040	57.96	66.82	0.00
2045	63.98	66.82	0.00
2050	72.60	66.82	5.78
2055	82.38	66.82	15.56
2060	93.48	66.82	26.66
2065	106.08	66.82	39.26
2070	120.37	66.82	53.55
2075	136.58	66.82	69.76
2080	154.98	66.82	88.16
2085	175.86	66.82	109.04
2090	199.56	66.82	132.74
2095	226.44	66.82	159.62
2100	256.95	66.82	190.13



B) Van Bostaniçi Beldesi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Van Bostaniçi Beldesi'ne mevcut su tahsisi 3,85 hm³/yıl'dır. 2040 yılından sonra 2100 yılına değin 18,99 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. Beldenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Bostaniçi Beldesi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	2.26	3.85	0.00
2015	2.28	3.85	0.00
2020	2.48	3.85	0.00
2025	2.73	3.85	0.00
2030	3.12	3.85	0.00
2035	3.49	3.85	0.00
2040	3.97	3.85	0.12
2045	4.49	3.85	0.64
2050	5.21	3.85	1.36
2055	6.04	3.85	2.19
2060	7.00	3.85	3.15
2065	8.12	3.85	4.27
2070	9.41	3.85	5.56
2075	10.91	3.85	7.06
2080	12.65	3.85	8.80
2085	14.66	3.85	10.81
2090	16.99	3.85	13.14
2095	19.70	3.85	15.85
2100	22.84	3.85	18.99



C) Van Çiçekli Beldesi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Van Çiçekli Beldesi'nin mevcut su tahsisi 0,69 hm³/yıl'dır. 2045 yılından sonra 2100 yılına değin 1,92 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. Beldenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Çiçekli Beldesi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.21	0.69	0.00
2015	0.25	0.69	0.00
2020	0.29	0.69	0.00
2025	0.34	0.69	0.00
2030	0.40	0.69	0.00
2035	0.46	0.69	0.00
2040	0.54	0.69	0.00
2045	0.64	0.69	0.00
2050	0.72	0.69	0.03
2055	0.82	0.69	0.13
2060	0.94	0.69	0.25
2065	1.06	0.69	0.37
2070	1.21	0.69	0.52
2075	1.37	0.69	0.68
2080	1.56	0.69	0.87
2085	1.78	0.69	1.09
2090	2.02	0.69	1.33
2095	2.30	0.69	1.61
2100	2.61	0.69	1.92



D) Van Edremit İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Van Edremit İlçesi'nin mevcut su tahsisi 2,35 hm³/yıl'dır. 2045 yılından sonra 2100 yılına değin 11,09 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Edremit İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.33	2.35	0.00
2015	1.34	2.35	0.00
2020	1.46	2.35	0.00
2025	1.61	2.35	0.00
2030	1.84	2.35	0.00
2035	2.06	2.35	0.00
2040	2.34	2.35	0.00
2045	2.64	2.35	0.29
2050	3.07	2.35	0.72
2055	3.55	2.35	1.20
2060	4.12	2.35	1.77
2065	4.78	2.35	2.43
2070	5.54	2.35	3.19
2075	6.42	2.35	4.07
2080	7.44	2.35	5.09
2085	8.63	2.35	6.28
2090	10.00	2.35	7.65
2095	11.59	2.35	9.24
2100	13.44	2.35	11.09



E) Van Gürpınar İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Şamran kaynaklarından, Gürpınar terfi merkezine mevcut su tahsisi 1,89 hm³/yıl'dır. 2100 yılına değin ilçede içmesuyu ihtiyaç açığı bulunmamaktadır.

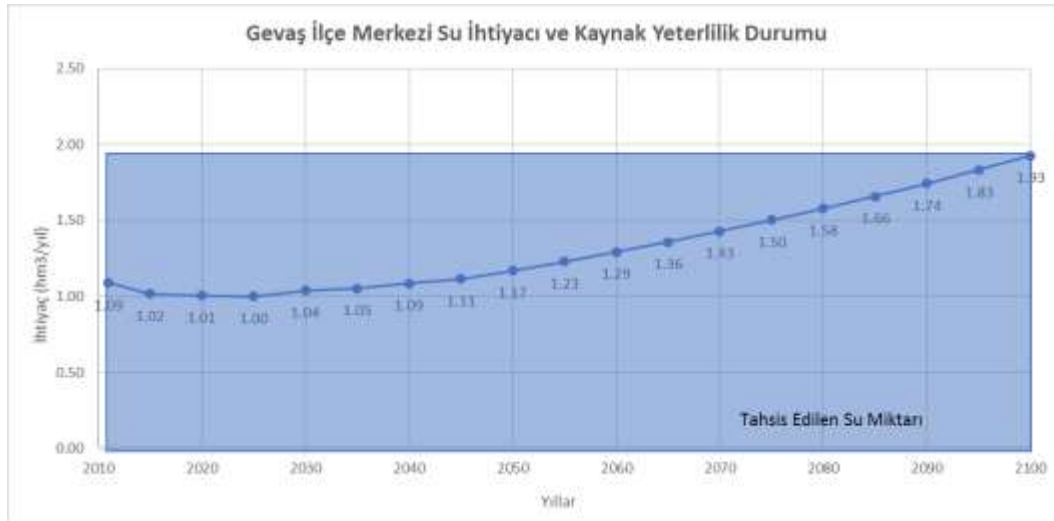
Gürpınar İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.34	1.89	0.00
2015	0.36	1.89	0.00
2020	0.40	1.89	0.00
2025	0.43	1.89	0.00
2030	0.47	1.89	0.00
2035	0.51	1.89	0.00
2040	0.56	1.89	0.00
2045	0.60	1.89	0.00
2050	0.65	1.89	0.00
2055	0.67	1.89	0.00
2060	0.70	1.89	0.00
2065	0.72	1.89	0.00
2070	0.75	1.89	0.00
2075	0.77	1.89	0.00
2080	0.80	1.89	0.00
2085	0.83	1.89	0.00
2090	0.86	1.89	0.00
2095	0.90	1.89	0.00
2100	0.93	1.89	0.00



F) Van Gevaş İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Şamran kaynaklarından, Gevaş İlçesi'ne mevcut su tahsisi 2,57 hm³/yıl'dır. 2100 yılına değin ilçede içmesuyu ihtiyaç açığı bulunmamaktadır.

Gevaş İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.09	2.57	0.00
2015	1.02	2.57	0.00
2020	1.01	2.57	0.00
2025	1.00	2.57	0.00
2030	1.04	2.57	0.00
2035	1.05	2.57	0.00
2040	1.09	2.57	0.00
2045	1.11	2.57	0.00
2050	1.17	2.57	0.00
2055	1.23	2.57	0.00
2060	1.29	2.57	0.00
2065	1.36	2.57	0.00
2070	1.43	2.57	0.00
2075	1.50	2.57	0.00
2080	1.58	2.57	0.00
2085	1.66	2.57	0.00
2090	1.74	2.57	0.00
2095	1.83	2.57	0.00
2100	1.93	2.57	0.00



G) 1. Grup Köyler – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Van Civar Yerleşimleri İçmesuyu İsale Hattı Uygulama Projesine göre Şamran kaynaklarından, Van Merkez – Edremit – Gevaş – Gürpınar ilçelerine mevcut su tahsisi toplam 12,55 hm³/yıl'dır. 2020 yılından sonra 2100 yılına değin 23,02 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. 1. grup köylerinin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Van 1. Grup Köyler Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç hm ³ /yıl	Mevcut Su hm ³ /yıl	İlave Kaynak hm ³ /yıl
2011	11.48	12.55	0.00
2015	11.93	12.55	0.00
2020	12.58	12.55	0.00
2025	13.30	12.55	0.75
2030	14.09	12.55	1.54
2035	14.96	12.55	2.41
2040	15.93	12.55	3.38
2045	17.00	12.55	4.45
2050	17.95	12.55	5.40
2055	19.01	12.55	6.46
2060	20.17	12.55	7.62
2065	21.46	12.55	8.91
2070	22.89	12.55	10.34
2075	24.47	12.55	11.92
2080	26.23	12.55	13.68
2085	28.19	12.55	15.64
2090	30.38	12.55	17.83
2095	32.83	12.55	20.28
2100	35.57	12.55	23.02



H) Erciş İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Erciş İlçe Merkezi'ne hali hazırda İmamabdal, Işıklı kaynakları ve kuyularından tahsis edilecek suyun kalite problemi olduğu için Erciş ve civar yerleşimlerinin ihtiyacı Morgedik Barajından karşılanacaktır. İlçede 2050 yılından sonra 2100 yılına değin 22,10 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Erciş İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	8.04	13.86	0.00
2015	8.45	13.86	0.00
2020	8.77	13.86	0.00
2025	8.99	13.86	0.00
2030	9.32	13.86	0.00
2035	9.57	13.86	0.00
2040	10.64	13.86	0.00
2045	11.71	13.86	0.00
2050	13.49	13.86	0.00
2055	14.88	13.86	1.02
2060	16.41	13.86	2.55
2065	18.10	13.86	4.24
2070	19.97	13.86	6.11
2075	22.02	13.86	8.16
2080	24.29	13.86	10.43
2085	26.79	13.86	12.93
2090	29.55	13.86	15.69
2095	32.60	13.86	18.74
2100	35.96	13.86	22.10



I) Erciş Çelebibağı – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Erciş Çelebibağı İlçe Merkezi'ne hali hazırda İmamabdal, Işıklı kaynakları ve kuyularından tahsis edilecek suyun kalite problemi olduğu için ilçenin yerleşimlerinin ihtiyacı Morgedik Barajından karşılanacaktır. İlçede 2040 yılından sonra 2100 yılına değin 8,11 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Çelebibağı Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.79	2.14	0.00
2015	0.93	2.14	0.00
2020	1.10	2.14	0.00
2025	1.29	2.14	0.00
2030	1.53	2.14	0.00
2035	1.78	2.14	0.00
2040	2.08	2.14	0.00
2045	2.41	2.14	0.27
2050	2.75	2.14	0.61
2055	3.13	2.14	0.99
2060	3.57	2.14	1.43
2065	4.08	2.14	1.94
2070	4.65	2.14	2.51
2075	5.31	2.14	3.17
2080	6.05	2.14	3.91
2085	6.91	2.14	4.77
2090	7.88	2.14	5.74
2095	8.99	2.14	6.85
2100	10.25	2.14	8.11



J) Kocapınar – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Kocapınar İlçe Merkezi'ne hali hazırda tahsis edilecek suyun kalite problemi olduğu için ilçenin yerleşimlerinin ihtiyacı Morgedik Barajı'ndan karşılanacaktır. Morgedik Barajı'ndan 2100 yılına değin 0,13 8,11 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

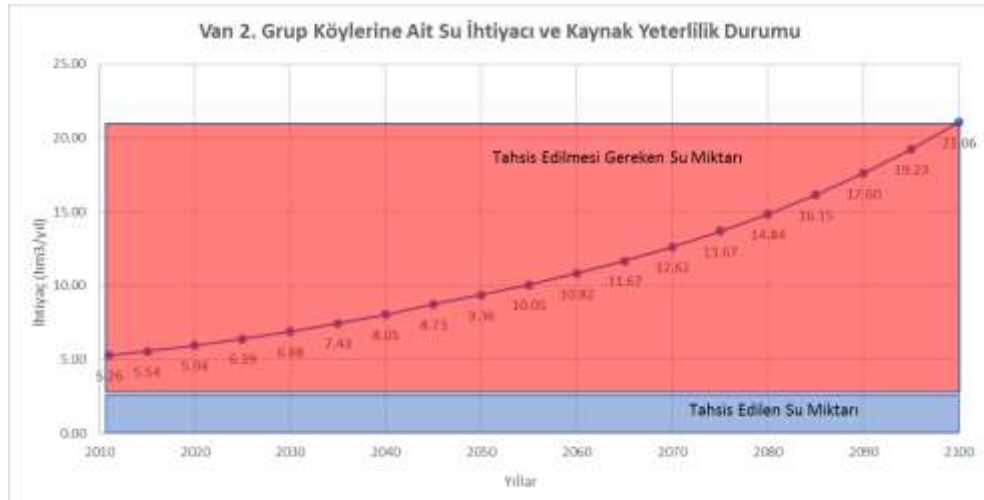
Kocapınar Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.31	0.63	0.00
2015	0.33	0.63	0.00
2020	0.35	0.63	0.00
2025	0.37	0.63	0.00
2030	0.40	0.63	0.00
2035	0.42	0.63	0.00
2040	0.44	0.63	0.00
2045	0.47	0.63	0.00
2050	0.49	0.63	0.00
2055	0.51	0.63	0.00
2060	0.53	0.63	0.00
2065	0.55	0.63	0.00
2070	0.58	0.63	0.00
2075	0.61	0.63	0.00
2080	0.63	0.63	0.00
2085	0.66	0.63	0.03
2090	0.69	0.63	0.06
2095	0.72	0.63	0.09
2100	0.76	0.63	0.13



K) Erciş Köyler (2.Grup Köyler) – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Erciş İlçe merkezlerinde olduğu gibi suyun kalite problemleri nedeniyle köylerin ihtiyacının tamamı Morgedik Barajı'ndan karşılanacaktır. Morgedik Barajı'ndan yapılmış olan tahsise ek olarak 2100 yılına değin 18.35 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. Köylerin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Van 2. Grup Köylerine Ait Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç hm ³ /yıl	Mevcut Su hm ³ /yıl	İlave Kaynak hm ³ /yıl
2011	5.26	2.71	2.55
2015	5.54	2.71	2.83
2020	5.94	2.71	3.23
2025	6.39	2.71	3.68
2030	6.88	2.71	4.17
2035	7.43	2.71	4.72
2040	8.05	2.71	5.34
2045	8.73	2.71	6.02
2050	9.36	2.71	6.65
2055	10.05	2.71	7.34
2060	10.82	2.71	8.11
2065	11.67	2.71	8.96
2070	12.62	2.71	9.91
2075	13.67	2.71	10.96
2080	14.84	2.71	12.13
2085	16.15	2.71	13.44
2090	17.60	2.71	14.89
2095	19.23	2.71	16.52
2100	21.06	2.71	18.35



L) Saray İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Saray İlçesi'nde halen kuyulardan alınan yaklaşık 1,32 hm³/yıl ihtiyacı karşılamakta olup içmesuyu açığı bulunmamaktadır. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Saray İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.40	1.32	0.00
2015	0.41	1.32	0.00
2020	0.43	1.32	0.00
2025	0.44	1.32	0.00
2030	0.46	1.32	0.00
2035	0.47	1.32	0.00
2040	0.49	1.32	0.00
2045	0.50	1.32	0.00
2050	0.52	1.32	0.00
2055	0.53	1.32	0.00
2060	0.54	1.32	0.00
2065	0.55	1.32	0.00
2070	0.56	1.32	0.00
2075	0.57	1.32	0.00
2080	0.59	1.32	0.00
2085	0.60	1.32	0.00
2090	0.61	1.32	0.00
2095	0.62	1.32	0.00
2100	0.63	1.32	0.00



M) Özalp İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Özalp ilçelerine mevcut su tahsisi toplam 2,42 hm³/yıl'dır. 2075 yılından sonra 2100 yılına değin 0,48 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. Özalp İlçe Merkezi'nin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Özalp İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	0.86	2.42	0.00
2015	0.99	2.42	0.00
2020	1.10	2.42	0.00
2025	1.22	2.42	0.00
2030	1.36	2.42	0.00
2035	1.48	2.42	0.00
2040	1.62	2.42	0.00
2045	1.74	2.42	0.00
2050	1.85	2.42	0.00
2055	1.95	2.42	0.00
2060	2.06	2.42	0.00
2065	2.16	2.42	0.00
2070	2.27	2.42	0.00
2075	2.37	2.42	0.00
2080	2.48	2.42	0.06
2085	2.58	2.42	0.16
2090	2.69	2.42	0.27
2095	2.79	2.42	0.37
2100	2.90	2.42	0.48



N) Muradiye İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Muradiye İlçesi'nde halen kaynak ve kuyulardan alınan yaklaşık 2,74 hm³/yıl ihtiyacı karşılamakta olup içmesuyu açığı bulunmamaktadır. İlçenin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Muradiye İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.14	2.74	0.00
2015	1.24	2.74	0.00
2020	1.34	2.74	0.00
2025	1.44	2.74	0.00
2030	1.55	2.74	0.00
2035	1.64	2.74	0.00
2040	1.75	2.74	0.00
2045	1.85	2.74	0.00
2050	1.92	2.74	0.00
2055	1.99	2.74	0.00
2060	2.07	2.74	0.00
2065	2.14	2.74	0.00
2070	2.22	2.74	0.00
2075	2.29	2.74	0.00
2080	2.36	2.74	0.00
2085	2.44	2.74	0.00
2090	2.51	2.74	0.00
2095	2.59	2.74	0.00
2100	2.66	2.74	0.00



O) 3. Grup Köyler – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

3. Grup köylerin mevcut su tahsisi toplam 13,88 hm³/yıl'dır. 2035 yılından sonra 2100 yılına değin 25,60 hm³/yıl'lık tahsisin kaynak, kuyular ve Sırlımlı Göleti'nden sağlanması gerekmektedir. Van 3. Grup köylerinin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Van 3. Grup Köyleri Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	9.45	13.88	0.00
2015	9.97	13.88	0.00
2020	10.71	13.88	0.00
2025	11.53	13.88	0.00
2030	12.45	13.88	0.00
2035	13.47	13.88	0.00
2040	14.61	13.88	0.73
2045	15.89	13.88	2.01
2050	17.07	13.88	3.19
2055	18.37	13.88	4.49
2060	19.82	13.88	5.94
2065	21.44	13.88	7.56
2070	23.23	13.88	9.35
2075	25.24	13.88	11.36
2080	27.48	13.88	13.60
2085	29.98	13.88	16.10
2090	32.79	13.88	18.91
2095	35.94	13.88	22.06
2100	39.48	13.88	25.60



P) Bitlis İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Bitlis Merkez'in ihtiyacını karşılamak üzere Bitlis İçmesuyu ve Kanalizasyon Şebeke Kesin Projesi kapsamında kullanılan kaynaklar ile birlikte 2060 yılı ihtiyaçları karşılanacaktır. 2060 yılından 2100 yılına değin 9,03 hm³/yıl'lık tahsisin sağlanması gerekmektedir. Bitlis İlçe Merkezi'nin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Bitlis İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	2.42	8.07	0.00
2015	2.87	8.07	0.00
2020	3.46	8.07	0.00
2025	3.85	8.07	0.00
2030	4.61	8.07	0.00
2035	5.05	8.07	0.00
2040	5.75	8.07	0.00
2045	6.55	8.07	0.00
2050	6.61	8.07	0.00
2055	7.27	8.07	0.00
2060	7.88	8.07	0.00
2065	8.32	8.07	0.25
2070	9.22	8.07	1.15
2075	10.22	8.07	2.15
2080	11.33	8.07	3.26
2085	12.56	8.07	4.49
2090	13.92	8.07	5.85
2095	15.43	8.07	7.36
2100	17.10	8.07	9.03



R) Tatvan İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Tatvan Belediyesi'nin halihazırda Kırkbulak kaynağından Tatvan İlçe merkezine 2055 yılına değin 16,71 hm³/yıl su tahsisi mevcuttur. 2055 yılından 2100 yılına değin 42.66 hm³/yıl'lık ihtiyacın sağlanması gerekmektedir. Tatvan İlçe Merkezi'nin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Tatvan İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	2.57	16.71	0.00
2015	3.67	16.71	0.00
2020	4.78	16.71	0.00
2025	5.75	16.71	0.00
2030	7.66	16.71	0.00
2035	8.89	16.71	0.00
2040	10.75	16.71	0.00
2045	12.46	16.71	0.00
2050	13.54	16.71	0.00
2055	15.70	16.71	0.00
2060	18.20	16.71	1.49
2065	21.10	16.71	4.39
2070	24.46	16.71	7.75
2075	28.36	16.71	11.65
2080	32.87	16.71	16.16
2085	38.11	16.71	21.40
2090	44.18	16.71	27.47
2095	51.21	16.71	34.50
2100	59.37	16.71	42.66



S) Ahlat İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Ahlat Belediyesi İçmesuyu ihtiyacı halen Kocavank ve Kuruçay kaynağından cazibeli olarak, rehabilitasyon sonrasında Çarho kaynaklarından terfili olarak karşılanabilecektir. Ahlat İlçe Merkezi'nin toplam su ihtiyacı tablosu ve su ihtiyacı-kaynak yeterlilik durumu aşağıdaki tablo ve grafikte verilmiştir.

Ahlat İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.60	5.68	0.00
2015	1.72	5.68	0.00
2020	1.84	5.68	0.00
2025	1.96	5.68	0.00
2030	2.10	5.68	0.00
2035	2.21	5.68	0.00
2040	2.35	5.68	0.00
2045	2.48	5.68	0.00
2050	2.59	5.68	0.00
2055	2.70	5.68	0.00
2060	2.81	5.68	0.00
2065	2.94	5.68	0.00
2070	3.06	5.68	0.00
2075	3.20	5.68	0.00
2080	3.34	5.68	0.00
2085	3.49	5.68	0.00
2090	3.65	5.68	0.00
2095	3.81	5.68	0.00
2100	3.98	5.68	0.00



T) Adilcevaz İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Adilcevaz Belediyesi'nin su ihtiyacı, halihazırda Kafi dağı kaynak sularından alınarak karşılanacaktır.

Adilcevaz İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.23	2.52	0.00
2015	1.32	2.52	0.00
2020	1.40	2.52	0.00
2025	1.48	2.52	0.00
2030	1.56	2.52	0.00
2035	1.63	2.52	0.00
2040	1.71	2.52	0.00
2045	1.78	2.52	0.00
2050	1.83	2.52	0.00
2055	1.88	2.52	0.00
2060	1.94	2.52	0.00
2065	1.99	2.52	0.00
2070	2.04	2.52	0.00
2075	2.09	2.52	0.00
2080	2.14	2.52	0.00
2085	2.19	2.52	0.00
2090	2.24	2.52	0.00
2095	2.29	2.52	0.00
2100	2.34	2.52	0.00



U) Güroymak İlçe Merkezi – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Güroymak İlçe merkezine mevcut su tahsisi 7,57 hm³/yıl'dır. 2100 yılına değin ilçede içmesuyu ihtiyacı açığı bulunmamaktadır.

Güroymak İlçe Merkezi Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	1.54	7.57	0.00
2015	1.67	7.57	0.00
2020	1.80	7.57	0.00
2025	1.92	7.57	0.00
2030	2.06	7.57	0.00
2035	2.18	7.57	0.00
2040	2.33	7.57	0.00
2045	2.46	7.57	0.00
2050	2.57	7.57	0.00
2055	2.68	7.57	0.00
2060	2.81	7.57	0.00
2065	2.93	7.57	0.00
2070	3.07	7.57	0.00
2075	3.21	7.57	0.00
2080	3.35	7.57	0.00
2085	3.51	7.57	0.00
2090	3.67	7.57	0.00
2095	3.84	7.57	0.00
2100	4.02	7.57	0.00



V) 4. Grup Köyler – İçmesuyu Arz-Talep Dengesinin Sağlanması

Güroymak İlçe merkezine mevcut su tahsisi 27,12 hm³/yıl'dır. 2100 yılına değin ilçede içmesuyu ihtiyaç açığı bulunmamaktadır.

Van 4. Grup Köyleri Toplam Su İhtiyacı Tablosu			
Yıllar	Toplam İhtiyaç	Mevcut Su	İlave Kaynak
	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl	hm ³ /yıl
2011	4.25	27.12	0.00
2015	4.43	27.12	0.00
2020	4.70	27.12	0.00
2025	5.00	27.12	0.00
2030	5.33	27.12	0.00
2035	5.69	27.12	0.00
2040	6.11	27.12	0.00
2045	6.57	27.12	0.00
2050	7.00	27.12	0.00
2055	7.48	27.12	0.00
2060	8.02	27.12	0.00
2065	8.62	27.12	0.00
2070	9.28	27.12	0.00
2075	10.03	27.12	0.00
2080	10.86	27.12	0.00
2085	11.80	27.12	0.00
2090	12.86	27.12	0.00
2095	14.04	27.12	0.00
2100	15.38	27.12	0.00



7.2.3. Sanayi Suyu İhtiyaçları Tahminleri

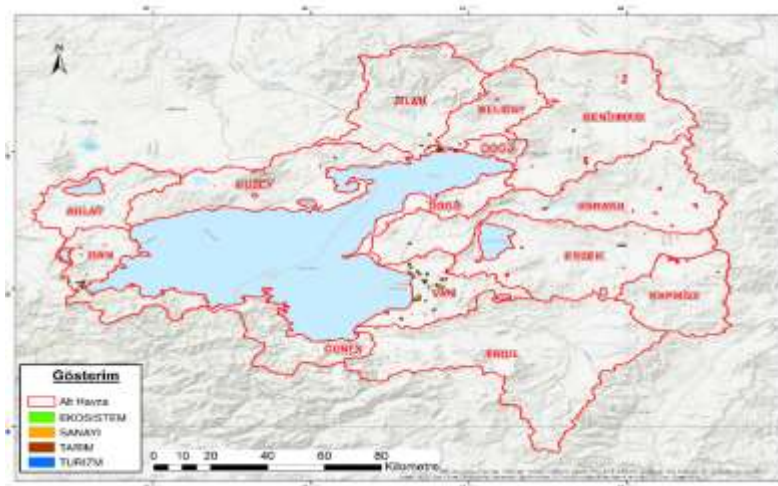
Endüstriyel amaçlı kullanılan su miktarının, Türkiye'nin gayri safi milli hasıla (GSMH) oranına göre değişeceği kabul edilmiştir. Buna göre, Türkiye GSMH değerleri Tablo 7-12 ile, söz konusu değerler baz alınarak bu proje kapsamında belirlenen sanayi suyu artış hızları ise Tablo 7-12 ile verilmektedir (OECD, 2014).

Tablo 7-12: Türkiye'nin GSMH Gelişimi ve Sanayi Suyu İhtiyacının Değişimi Artış Hızları

Yıllar	GSMH (USD)	GSMH Artış Hızı
2011	17.500	-
2041	35.000	%2,34

Yıllar	GSMH Baz Alınarak Seçilen Sanayi Suyu Artış Hızı (%)
2015-2020	2,33
2020-2030	2,33
2031-2040	2,18
2041-2050	1,28
2051-2060	0,80
2061-2070	0,80
2071-2080	0,80
2081-2090	0,65
2091-2100	0,50

Van Gölü Havzası'nda sanayi su ihtiyacının bulunduğu bölgelerin dağılımı aşağıdaki şekilde verilmiştir. Ayrıca 2100 yılına değin Van Gölü Havzası'ndaki sanayi suyu ihtiyaçları tahminleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.



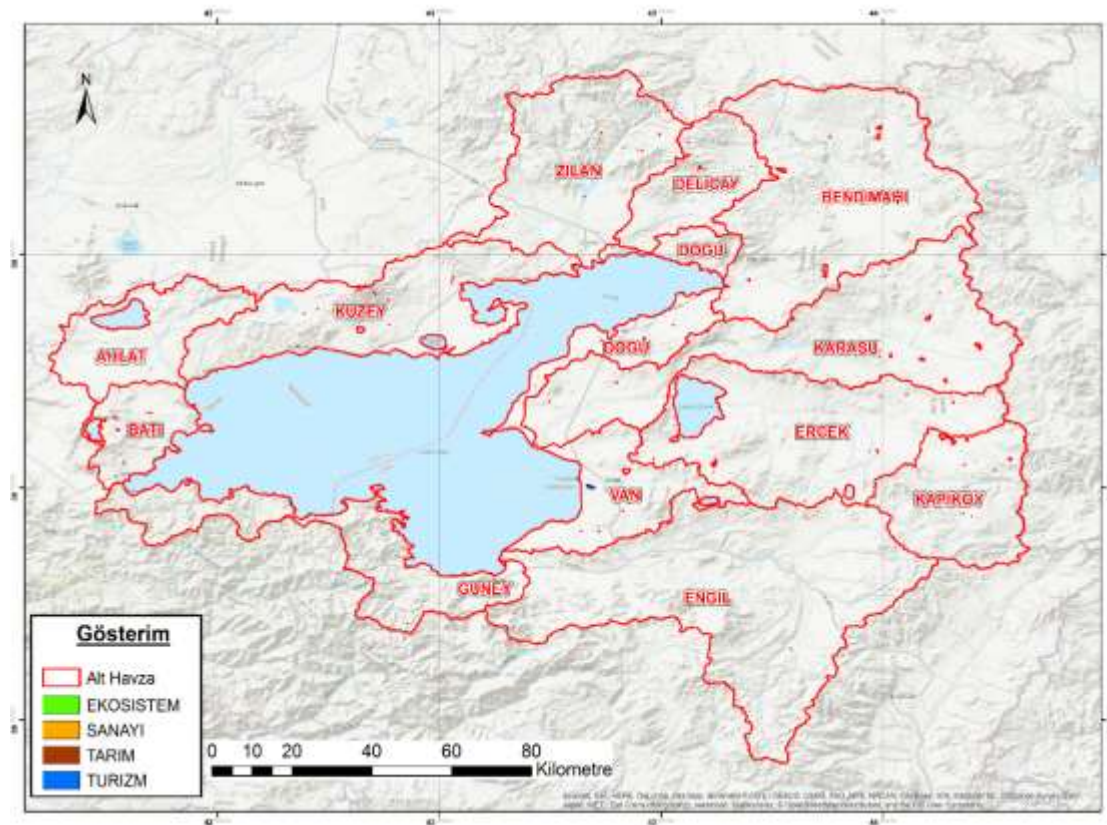
Şekil 7-3: Van Gölü Havzası Sanayi Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler

Tablo 7-13: Sanayi Suyu İhtiyacı Projeksiyonları

ALT HAVZALAR	KULLANIM	TOPLAM ALAN (m ²)	ALAN (%)	SANAYİ SU İHTİYACI (milyon m ³ /yıl)										
				YILLAR										
				2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
BENDİMAHI ALT HAVZASI	SANAYİ	537390.5	0.007878758	0.000140242	0.000157575	0.000195393	0.000222181	0.000240302	0.000260787	0.00028206	0.000300969	0.000316726	0.000332484	
AHLAT ALT HAVZASI	SANAYİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BATI ALT HAVZASI	SANAYİ	3020465	0.044283463	0.000788246	0.000885669	0.00109823	0.001248794	0.001350646	0.001465783	0.001585348	0.001691628	0.001780195	0.001868762	
DELİCAY ALT HAVZASI	SANAYİ	1835882	0.026916125	0.000479107	0.000538322	0.00066752	0.000759035	0.000820942	0.000890924	0.000963597	0.001028196	0.001082028	0.00113586	
DOĞU ALT HAVZASI	SANAYİ	3667174	0.053764955	0.000957016	0.001075299	0.001333371	0.001516172	0.001639831	0.00177962	0.001924785	0.002053821	0.002161351	0.002268881	
ENGİL ALT HAVZASI	SANAYİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ERÇEK ALT HAVZASI	SANAYİ	1570040	0.023018578	0.000409731	0.000460372	0.000570861	0.000649124	0.000702067	0.000761915	0.000824065	0.00087931	0.000925347	0.000971384	
GÜNEY ALT HAVZASI	SANAYİ	1591951.8	0.02333983	0.000415449	0.000466797	0.000578828	0.000658183	0.000711865	0.000772548	0.000835566	0.000891581	0.000938261	0.000984941	
KAPIKÖY ALT HAVZASI	SANAYİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KARASU ALT HAVZASI	SANAYİ	1157849	0.016975387	0.000302162	0.000339508	0.00042099	0.000478706	0.000517749	0.000561885	0.000607719	0.00064846	0.000682411	0.000716361	
KUZUY ALT HAVZASI	SANAYİ	259652	0.003806795	6.77609E-05	7.61359E-05	9.44085E-05	0.000107352	0.000116107	0.000126005	0.000136283	0.00014542	0.000153033	0.000160647	
VAN ALT HAVZASI	SANAYİ	15550655.11	0.227990345	0.004058228	0.004559807	0.005554161	0.006429328	0.006953706	0.00754648	0.008162054	0.008709231	0.009165212	0.009621193	
ZİLAN ALT HAVZASI	SANAYİ	2192711	0.032147645	0.000572228	0.000642953	0.000797262	0.000906564	0.000980503	0.001064087	0.001150886	0.00122804	0.001292335	0.001356631	
VAN GÖLÜ HAVZASI	SANAYİ	31383770.41	0.460121879	0.008190169	0.009202438	0.011411023	0.012975437	0.014033717	0.015230034	0.016472363	0.017576656	0.0184969	0.019417143	

7.2.4. Turizm Su İhtiyacı Tahminleri

Van Gölü Havzası'nda turizm sektöründe belirlenen su ihtiyaçları özellikle Van Alt Havzası ve yöresinde irdelenmiştir. Turizm su ihtiyaçlarının Van Gölü Havzası'ndaki dağılımı ve bu ihtiyaçların 2100 yılına değin projeksiyonları aşağıdaki şekil ve tabloda verilmiştir.



Şekil 7-4: Van Gölü Havzası Turizm Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler

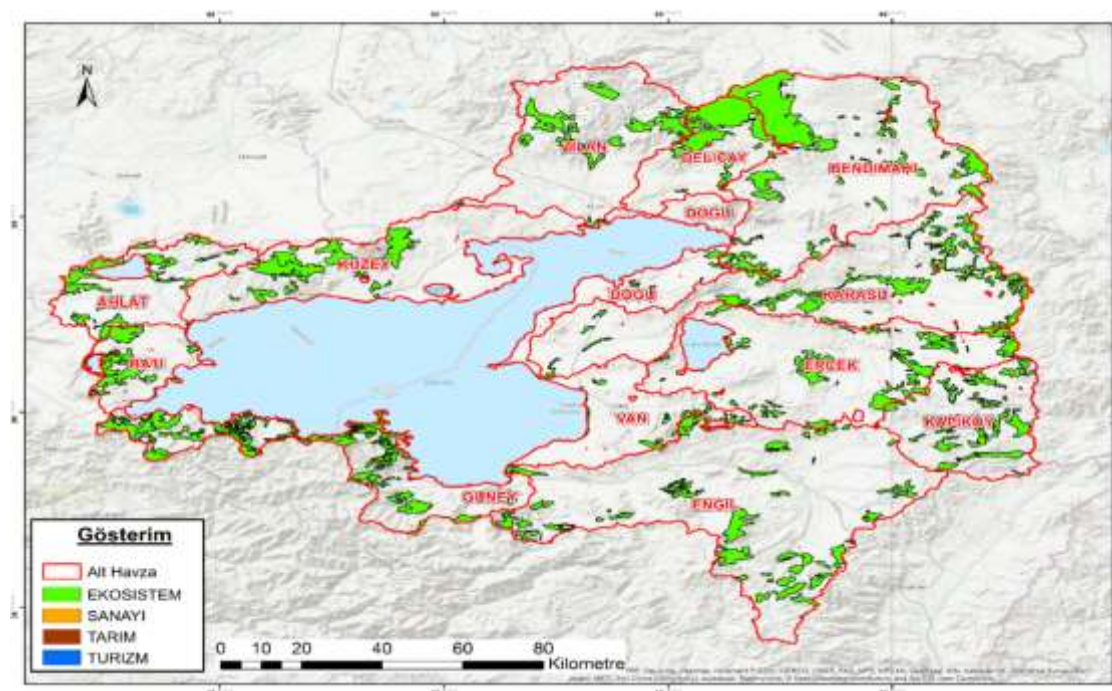
Tablo 7-14: Turizm Suyu İhtiyacı Projeksiyonları

ALT HAVZALAR	KULLANIM	TOPLAM ALAN (m ²)	ALAN (%)	TURİZM SU İHTİYACI (milyon m ³ /yıl)									
				YILLAR									
				2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
BENDİMAHI ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AHLAT ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BATI ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DELİCAY ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DOĞU ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENGİL ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERÇEK ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GÜNEY ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KAPIKÖY ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KARASU ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KÜZEY ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VAN ALT HAVZASI	TURİZM	982689	0.014407342	0.007344863	0.007478851	0.008376429	0.010053443	0.01251998	0.015987827	0.020458425	0.026224244	0.033668517	0.043281096
ZİLAN ALT HAVZASI	TURİZM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VAN GÖLÜ HAVZASI	TURİZM	982689	0.014407342	0.007344863	0.007478851	0.008376429	0.010053443	0.01251998	0.015987827	0.020458425	0.026224244	0.033668517	0.043281096

7.2.5. Ekosistem Su İhtiyacı Tahminleri

Belli bir bölgede yaşayan ve birbirleriyle devamlı etkileşim halinde olan canlılar ile bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu bütüne ekosistem denir. 2012 yılında son sürümü yayınlanan Corine Arazi Kullanımı verilerine göre Van Gölü Havzası'nda ekosistemi oluşturan bitkilerin yayılımı aşağıdaki şekilde verilmiştir. Ayrıca Van Gölü Havzası'ndaki bitkilerin 2100 yılına değin hesaplanan su ihtiyaçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Ayrıca yöredeki doğal hayatın devam etmesi için gerekli olan cansuyu miktarlarına raporun 6.1.5. bölümünde değinilmiştir.

Can suyu miktarları ekosistemin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bazı durumlarda can suyunun yanısıra göl, delta vb. her bir sulak alanın ekosistem su ihtiyacının belirlenebilmesi için sulak alan bazında uzun yıllara sari kapsamlı ve detaylı su dengesi çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ancak normal ekosistem koşullarının sürdürülebilmesi için gerekli olan su dengesi ve su seviye gereksinimleri belirlendikten sonra bu koşulların kurak şartlara uygulanabilmesi mümkün olacaktır.



Şekil 7-5: Van Gölü Havzası Ekosistem Su İhtiyaçlarının Bulunduğu Bölgeler

Tablo 7-15: Ekosistem Su İhtiyacı Projeksiyonları

ALT HAVZALAR	KULLANIM	TOPLAM ALAN (m ²)	ALAN (%)	EKOSİSTEM SU İHTİYACI (milyon m ³ /yıl)										
				YILLAR										
				2015	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
BENDİMAHI ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	529199056.6	7.75866192	35.33992918	42.40807019	44.17471751	45.94214069	47.70878801	47.70878801	47.70878801	47.70878801	47.70878801	47.70878801	47.70878801
AHLAT ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	168965279	2.477223759	11.2835065	13.54025734	14.10432119	14.66863276	15.23269661	15.23269661	15.23269661	15.23269661	15.23269661	15.23269661	15.23269661
BATİ ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	104020604	1.525060729	6.946499114	8.335829438	8.683085766	9.0304946	9.377750928	9.377750928	9.377750928	9.377750928	9.377750928	9.377750928	9.377750928
DELİCAY ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	363613790	5.330993	24.28214001	29.13867464	30.35254174	31.56694195	32.78080905	32.78080905	32.78080905	32.78080905	32.78080905	32.78080905	32.78080905
DOĞU ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	47619966.64	0.698163039	3.180062828	3.816089357	3.975061081	4.134102622	4.293074346	4.293074346	4.293074346	4.293074346	4.293074346	4.293074346	4.293074346
ENGİL ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	262107036.1	3.842788181	17.50351589	21.00429592	21.87929879	22.75468594	23.62968881	23.62968881	23.62968881	23.62968881	23.62968881	23.62968881	23.62968881
ERÇEK ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	206742112.5	3.031075236	13.80624459	16.56755413	17.25772996	17.9482089	18.63838473	18.63838473	18.63838473	18.63838473	18.63838473	18.63838473	18.63838473
GÜNEY ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	268025150.1	3.929554483	17.89872772	21.47855185	22.3733114	23.26846392	24.16322347	24.16322347	24.16322347	24.16322347	24.16322347	24.16322347	24.16322347
KAPIKÖY ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	193021731.2	2.829918793	12.88999711	15.46805313	16.11242564	16.75708114	17.40145365	17.40145365	17.40145365	17.40145365	17.40145365	17.40145365	17.40145365
KARASU ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	280253611.1	4.108837674	18.71534472	22.45849584	23.39407818	24.3300714	25.26565374	25.26565374	25.26565374	25.26565374	25.26565374	25.26565374	25.26565374
KUZUY ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	170860302.3	2.505006963	11.41005621	13.69211756	14.26250764	14.83314823	15.40353831	15.40353831	15.40353831	15.40353831	15.40353831	15.40353831	15.40353831
VAN ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	48850281.76	0.716200863	3.26222331	3.914682295	4.077761232	4.240911788	4.403990725	4.403990725	4.403990725	4.403990725	4.403990725	4.403990725	4.403990725
ZİLAN ALT HAVZASI	EKOSİSTEM	436779293.5	6.403682754	29.16813457	35.00188956	36.46000813	37.91876706	39.37688562	39.37688562	39.37688562	39.37688562	39.37688562	39.37688562	39.37688562
VAN GÖLÜ HAVZASI	EKOSİSTEM	3080058215	45.15176739	205.6863818	246.8245612	257.1068483	267.393651	277.675938	277.675938	277.675938	277.675938	277.675938	277.675938	277.675938

BÖLÜM 8

HAVZA SU POTANSİYELİ VE SU POTANSİYELİNDEKİ DEĞİŞİMİN TESPİTİ

8.1. Havza Su Bütçesi

Havza su bütçesi MIKE-11 NAM modeli kullanılarak hem mevcut hem de gelecek durum için hesaplanmıştır. Mevcut durumu saptamak için geliştirilen yaklaşım Bölüm 5’te ayrıntılı olarak verildiğinden burada yinelemekten kaçınma adına verilmeyecektir. Gelecek durum hesaplarında ise HadGEM2-ES Modeline ait RCP8.5 senaryosu seçilmiştir. Bunun temel nedeni ise bu senaryonun havza için en kötü senaryo olarak düşünülmesidir. Kuraklık olayını alınacak tedbirler bağlamında en iyi yansıtabilecek senaryo olarak görülmüştür.

Havza kalibrasyonundan elde edilen havza parametreleri baz alınmış ve sözü edilen iklim projeksiyon çıktıları meteorolojik veriler olarak kullanılmıştır. Bunun sonucunda ise 2015-2100 arasında havzanın su potansiyeli hesaplanmıştır.

8.1.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Havzanın su bütçesi hesaplamasında MIKE-11 NAM modeli kullanılmıştır. Model sonucu olarak Yüzey, İç ve Baz Akım potansiyelleri ayrı ayrı elde edilmiştir (Tablo 8-1). Oluşturulan modelden öncelikle günümüze değin olan sonuçlar elde edilmiş daha sonra ise iklim projeksiyonları kullanılarak 2015-2100 yılları için yine aynı sonuçlara ulaşılmıştır (Tablo 8-2).

Tablo 8-1: Alt Havzalara Ait Akım Potansiyeli Model Sonuçları (Mevcut)

Alt Havza	Yüzey Akım Pot (hm ³ /yıl)	İç Akım Pot (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot (hm ³ /yıl)	Toplam (hm ³ /yıl)
Ahlat-Batı	136.59	11.93	304.44	452.96
Bendimahı-Doğu3	72.49	43.40	341.27	457.16
Deliçay-Doğu1ve2	37.51	2.99	235.13	275.63
Engil	26.74	49.34	233.71	309.78
Güney	122.91	10.14	285.31	418.36
Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	148.83	195.60	206.68	551.11
Zilan-Kuzey	181.85	12.32	675.66	869.83
Toplam	726.92	325.72	2282.19	3334.82



Model sonucuna göre havzanın günümüze değin simülasyonu yapıldığında toplam akım değeri 3334.82 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Bunun 726.92 hm³/yıl yüzey 325.72 hm³/yıl içe akım ve 2282.19 hm³/yıl ise baz akım olarak ayırtlanmıştır.

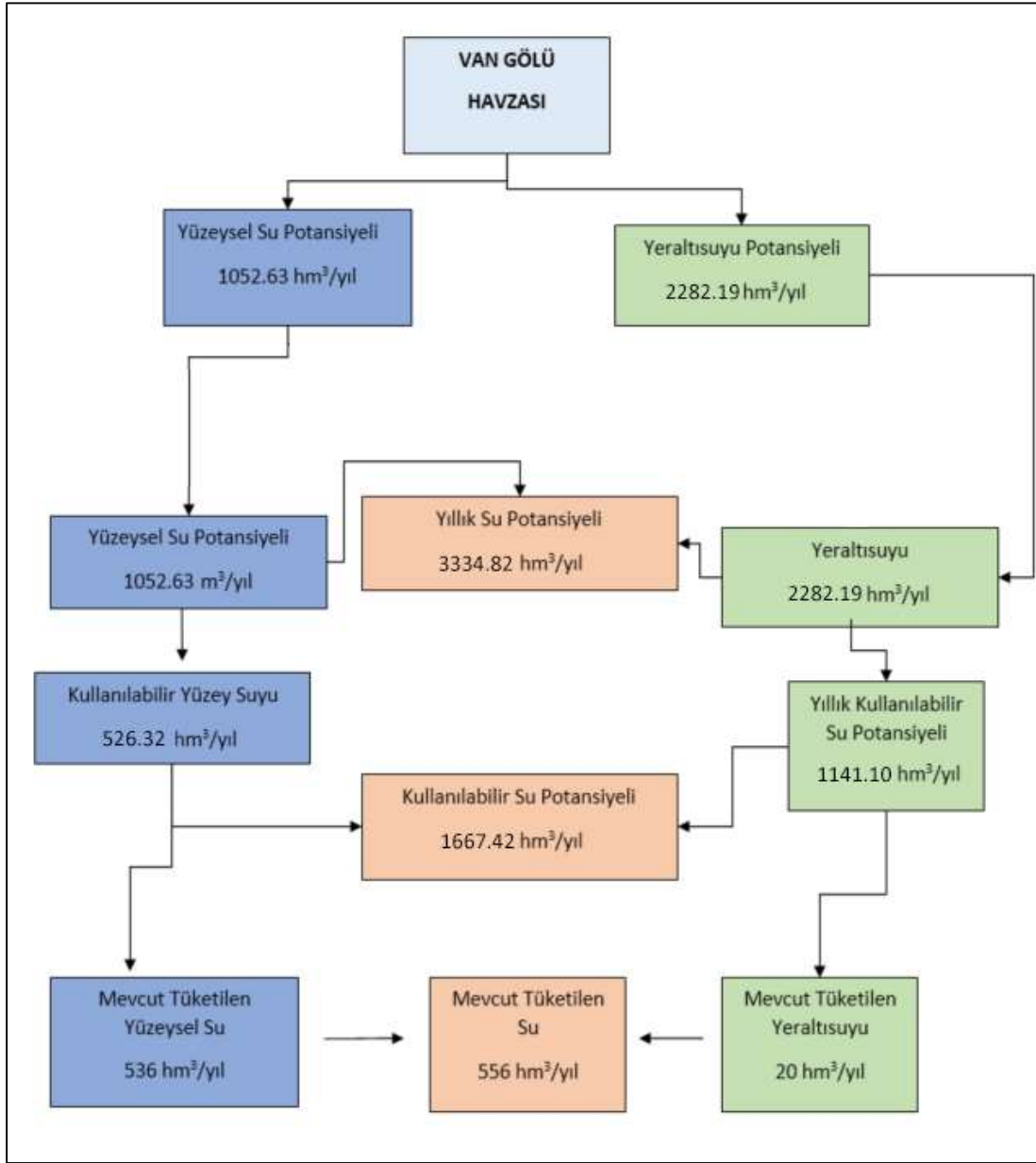
Tablo 8-2: Alt Havzalara Ait Akım Potansiyeli Model Sonuçları (Gelecek Dönem)

Alt Havza	Yüzey Akım Pot (hm ³ /yıl)	İçe Akım Pot (hm ³ /yıl)	Baz Akım Pot (hm ³ /yıl)	Toplam (hm ³ /yıl)
Ahlat-Batı	73.70	10.86	176.24	260.81
Bendimahı-Doğu 3	22.27	14.72	227.68	264.67
Deliçay-Doğu 1 ve 2	74.48	5.20	471.17	550.86
Engil	0.62	34.27	96.17	131.06
Güney	19.12	0.09	274.42	293.63
Karasu-Kapıköy-Erçek-Van	0.86	53.96	48.67	103.50
Zilan-Kuzey	114.91	6.37	512.41	633.69
Toplam	305.96	125.48	1806.77	2238.20

İklim projeksiyonları kullanılarak yapılan simülasyonlarda ise toplam akım değeri 2238.20 hm³/yıl olarak bulunmuştur. Bunun 305.96 hm³/yıl yüzey 125.48 hm³/yıl içe akım ve 1806.77 hm³/yıl ise baz akım olarak elde edilmiştir.

İlgili sonuçlar karşılaştırıldığında akım değerlerinde çok ciddi düşüşler göze çarpmaktadır. Hemen hemen bütün havzalarda akım potansiyellerinin bu üç bileşeninde değer azalmaları görülmektedir.

Van Gölü Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltısuyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 1052 hm³/yıl ve 2282.19 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Van Gölü Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/ iç akış değerleri sırasıyla 726.92 ve 325.72 hm³/yıl'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 1667.42 hm³ olarak bulunurken havzadaki mevcut tüketilen su ise 556 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Van Gölü Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 8-1: Van Gölü Havzası Su Tüketimi Şeması

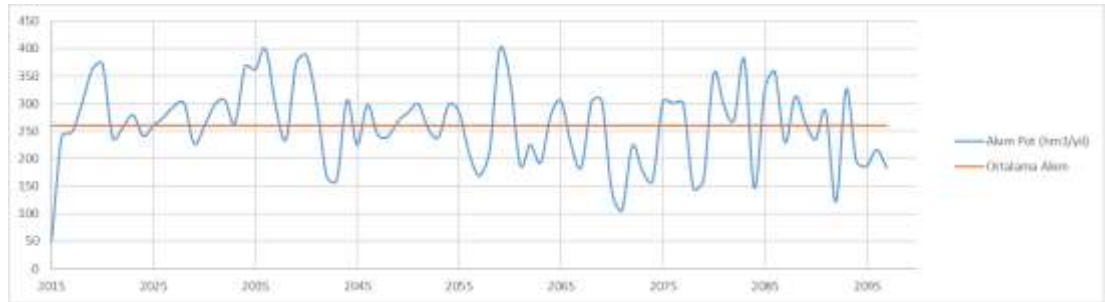
8.2. Ahlat-Batı Alt Havzaları

8.2.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

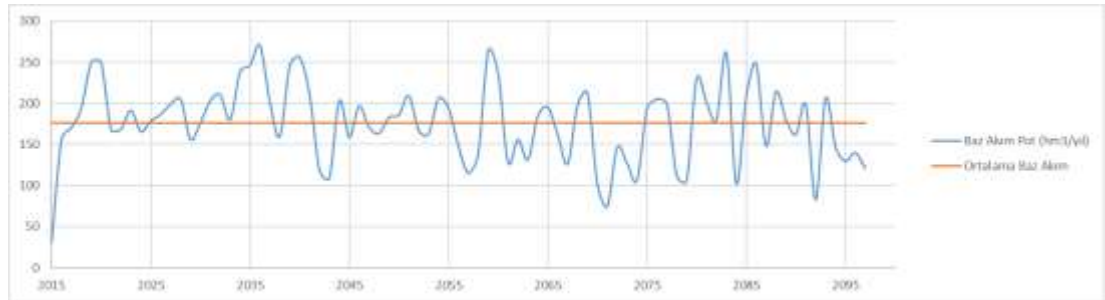
Ahlat ve Batı alt havzaları Bölüm 5’te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde edilmiştir. Elde

edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-2, Şekil 8-3 ve Şekil 8-4).

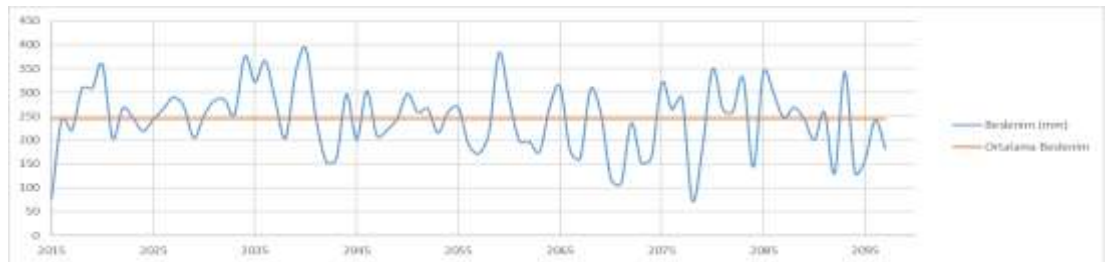
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2042-2044, 2065-2075, 2077-2078 ve 2094-2095 yıllarında ciddi düşümler gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-2: Ahlat-Batı Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi



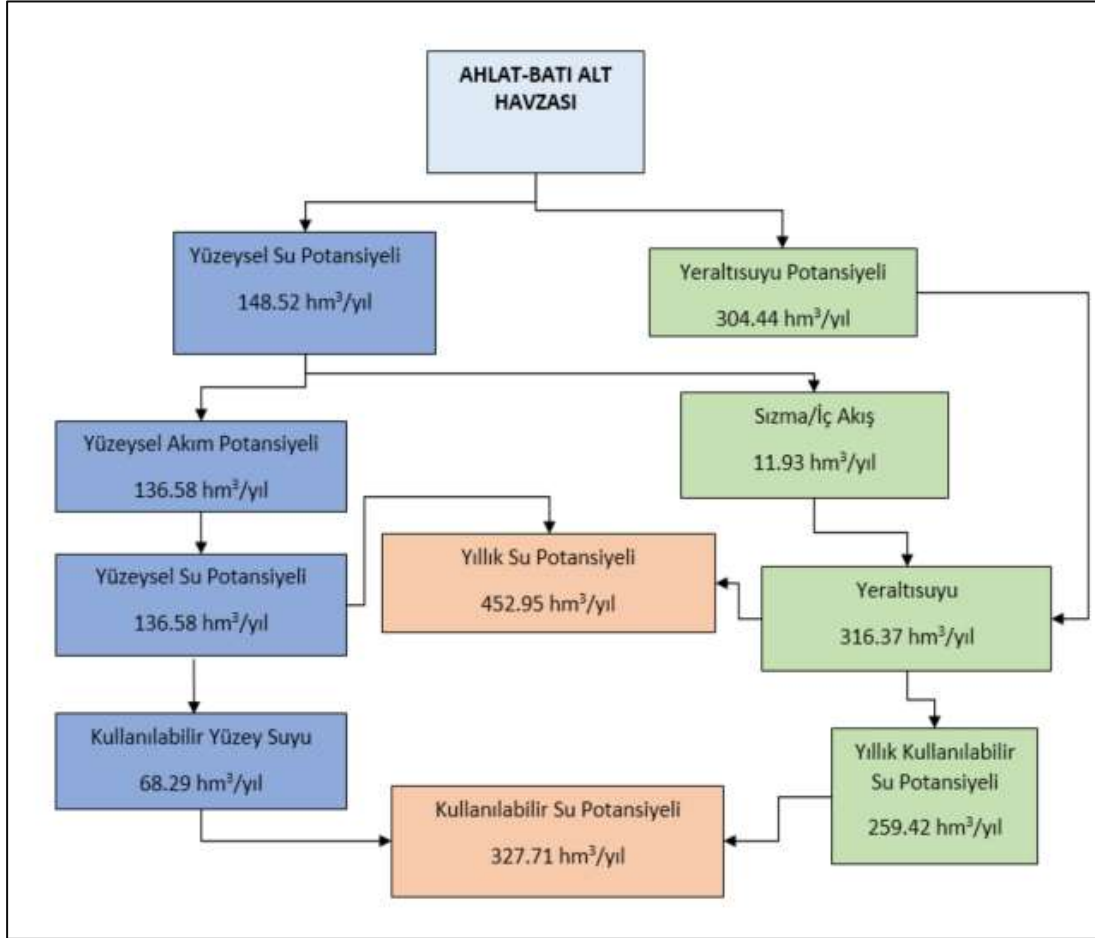
Şekil 8-3: Ahlat-Batı Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-4: Ahlat-Batı Alt Havzasının Beslenim Değişimi

Ahlat-Batı Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltısuyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 149 hm³/yıl ve 304 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su

potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Ahlat-Batı Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değerleri sırasıyla 136.58 ve 11.93. $\text{hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 327.71 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Ahlat-Batı Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 8-5: Ahlat-Batı Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

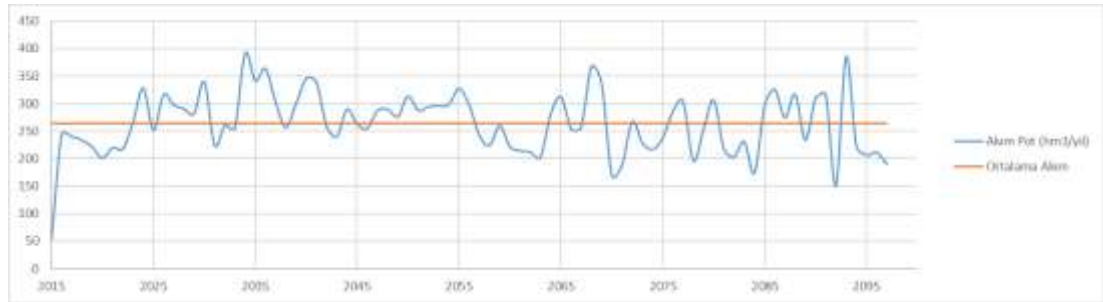
8.3. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzaları

8.3.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

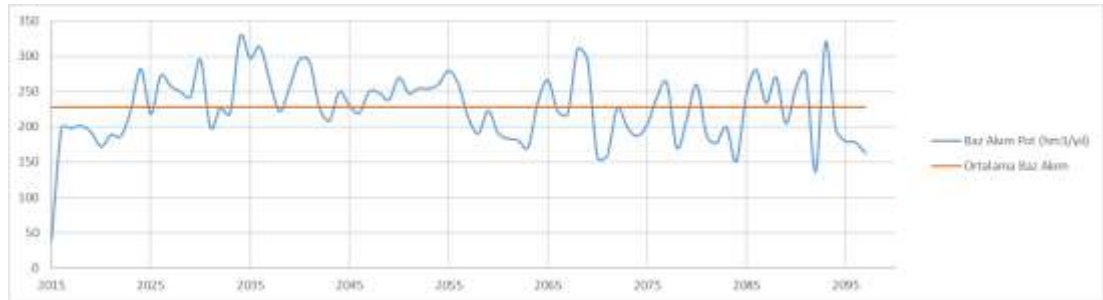
Bendimahi ve Doğu3 alt havzaları Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde

edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-6, Şekil 8-7 ve Şekil 8-8).

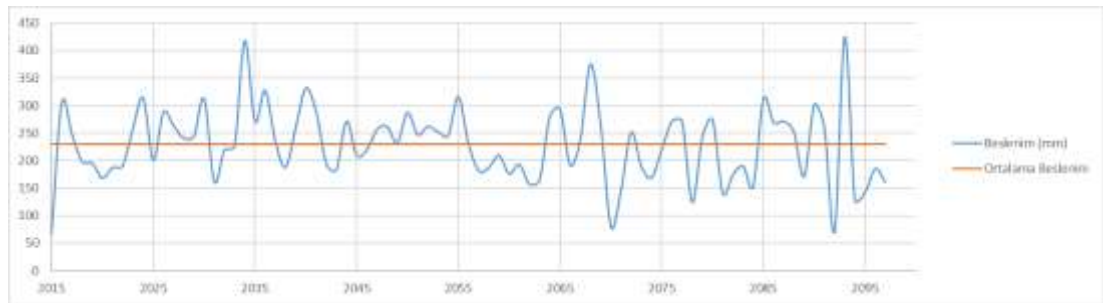
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2017-2023, 2057-2064, 2070 ve 2080-2085 yıllarında ortalama değerin altında sonuçlar gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-6: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi



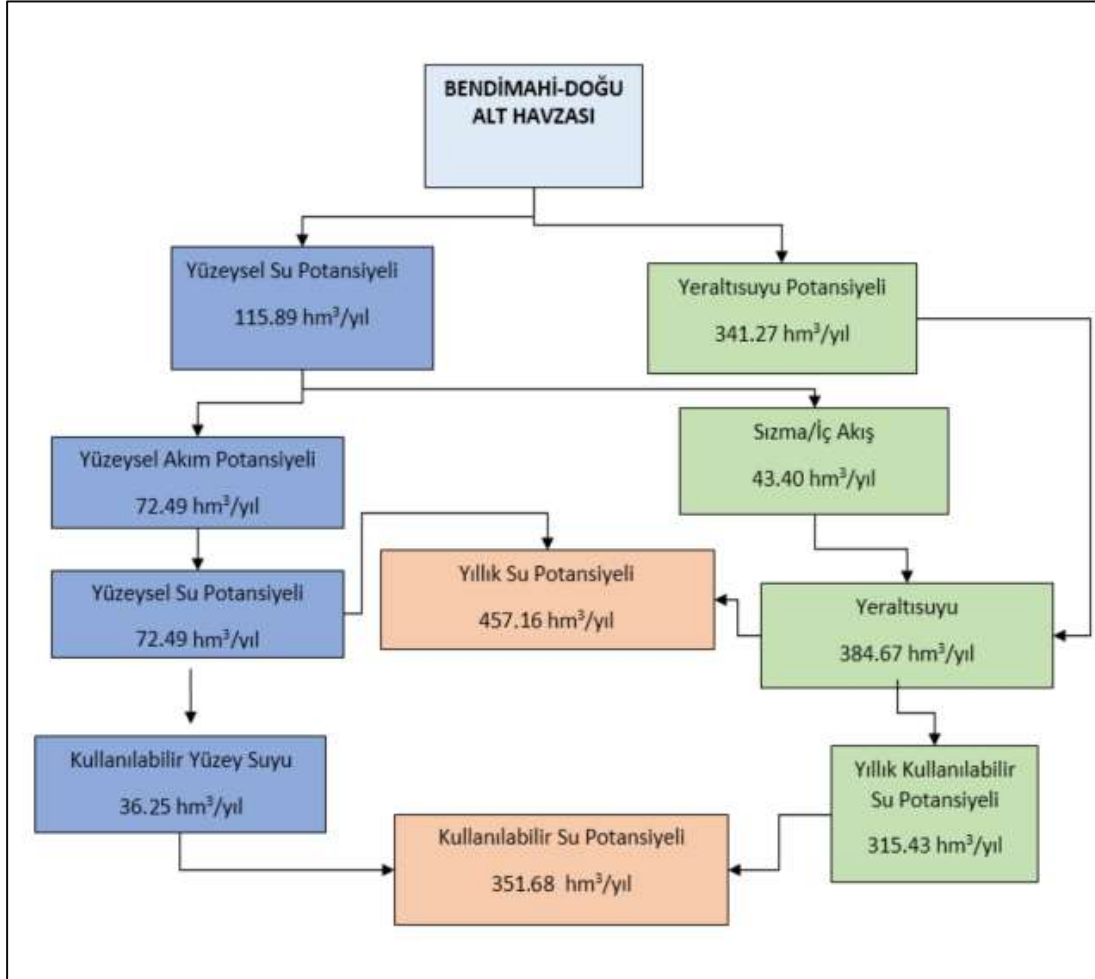
Şekil 8-7: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-8: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Bendimahi-Doğu3 Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltı suyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 116 hm³/yıl ve 341 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su

potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/ iç akış değerleri sırasıyla 72.49 ve 43.40. $\text{hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 351.58 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Bendimahi-Doğu3 Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 8-9: Bendimahi-Doğu3 Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

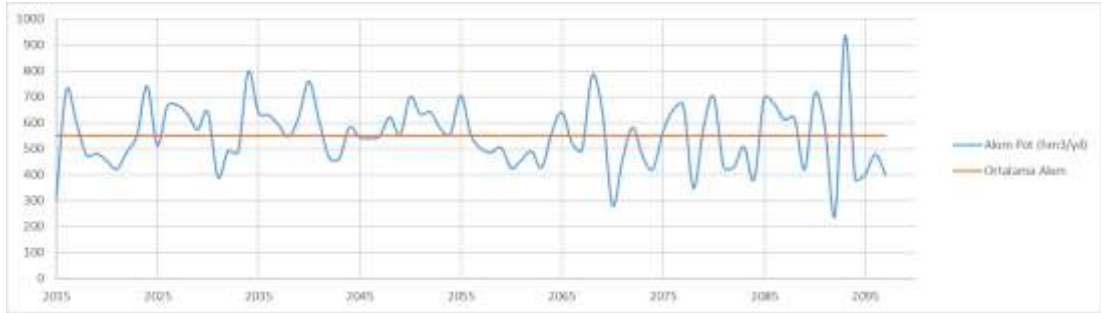
8.4. Deliçay-Doğu1ve2 Alt Havzaları

8.4.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

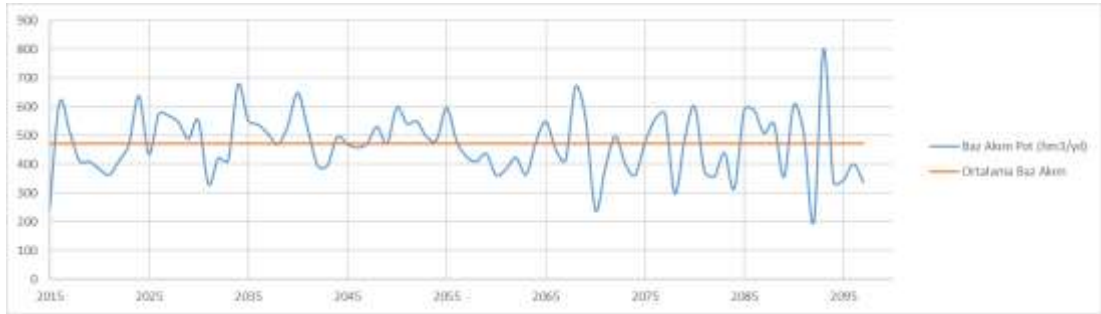
Deliçay ve Doğu1ve2 alt havzaları Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde

edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-10, Şekil 8-11 ve Şekil 8-12) .

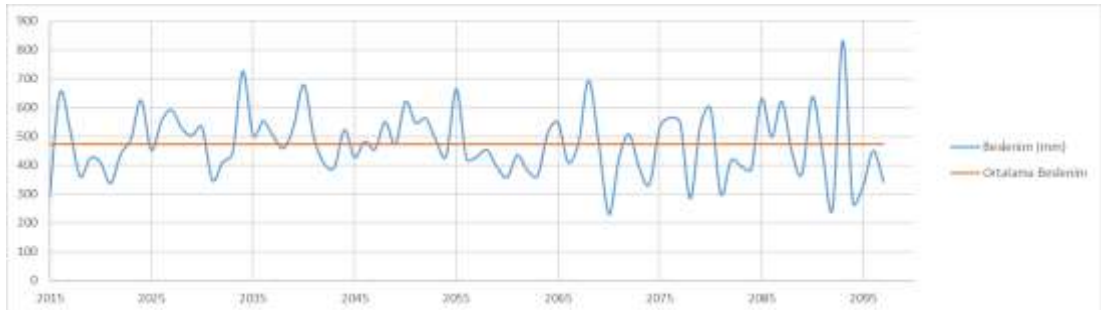
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2018-2024, 2030-2033, 2062-2064 ve 2077-2078 yıllarında ciddi düşümler gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-10: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi

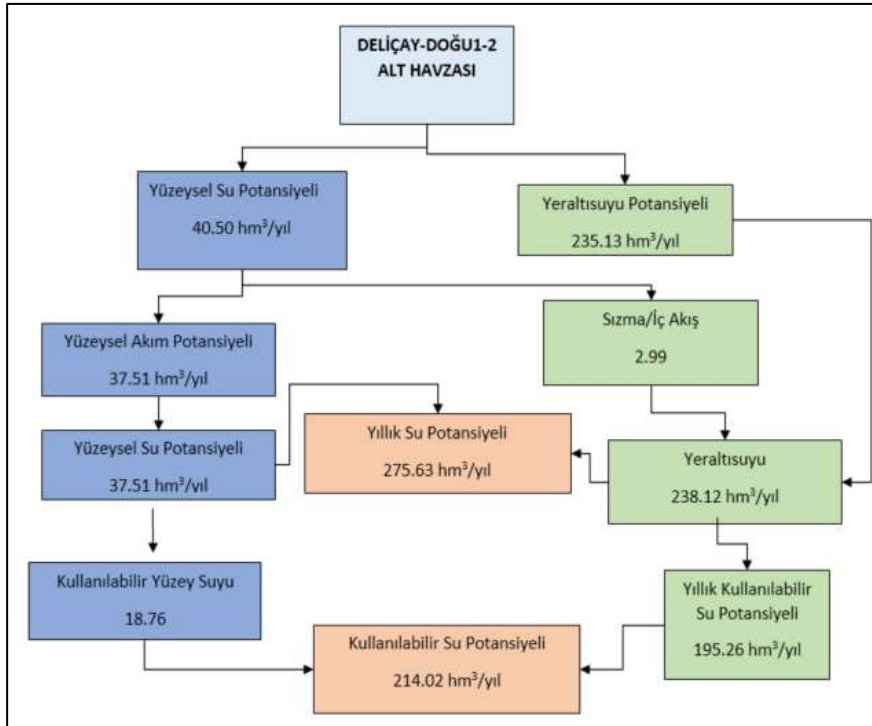


Şekil 8-11: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-12: Deliçay-Doğu1-2 Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Deliçay-Doğul-2 Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltısuyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 41 hm³/yıl ve 235 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Deliçay-Doğul-2 Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/ iç akış değerleri sırasıyla 37.51 ve 2.99. hm³/yıl'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 214.02 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Deliçay-Doğul-2 Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



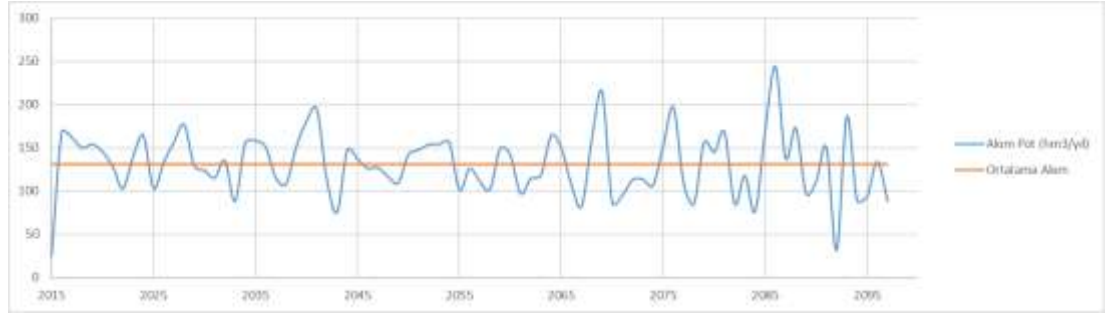
Şekil 8-13: Bendimahi-Doğul3 Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

8.5. Engil Alt Havzası

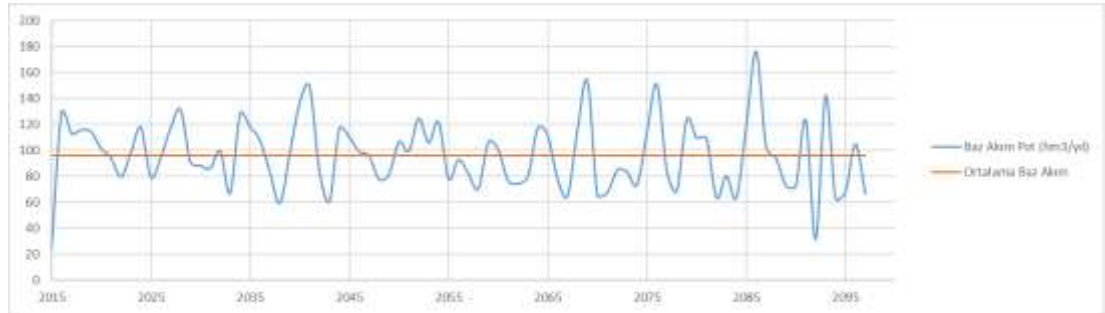
8.5.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Engil alt havzası Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-14, Şekil 8-15 ve Şekil 8-16).

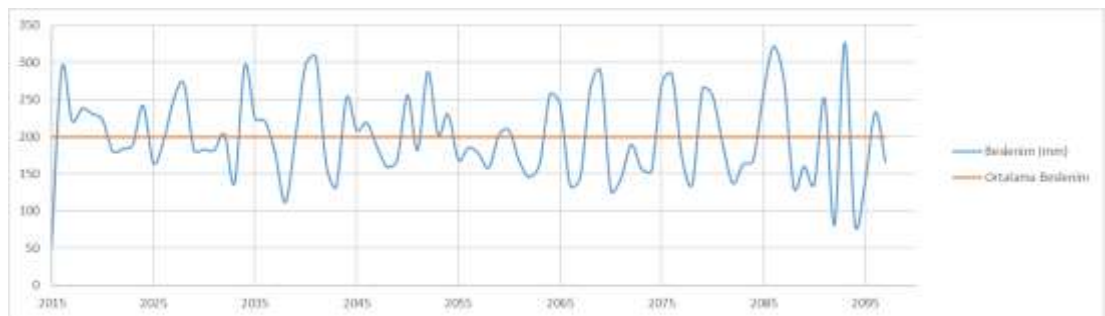
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2019-2023, 2036-2039 ve 2055-2064 yıllarında düşümler olduğu gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-14: Engil Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi



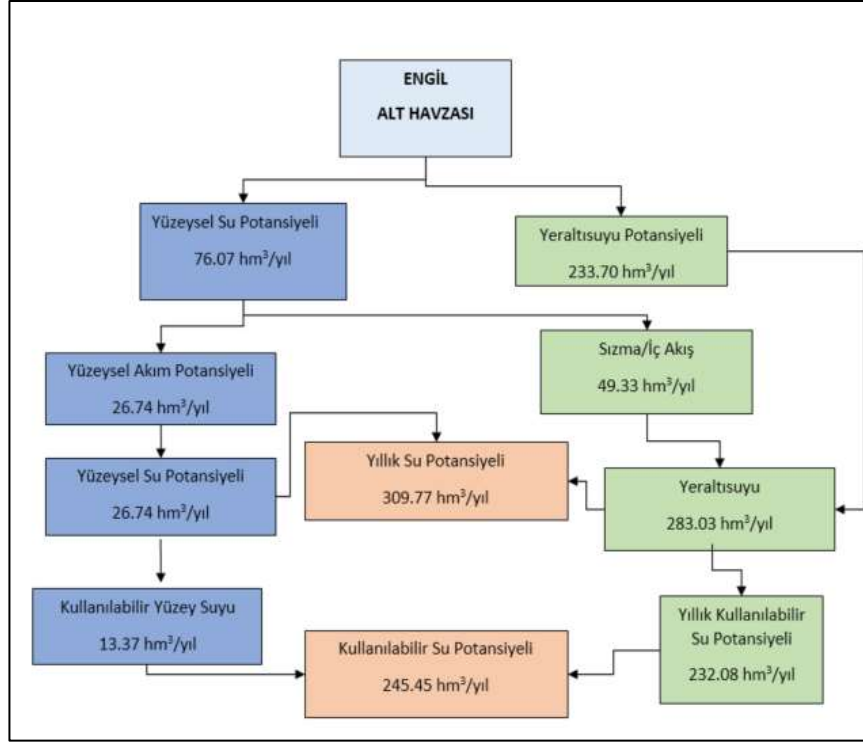
Şekil 8-15: Engil Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-16: Engil Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Engil Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltı suyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 76 hm³/yıl ve 233 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Engil Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değerleri sırasıyla 26.74 ve

49.33. $\text{hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 245.45 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Engil Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



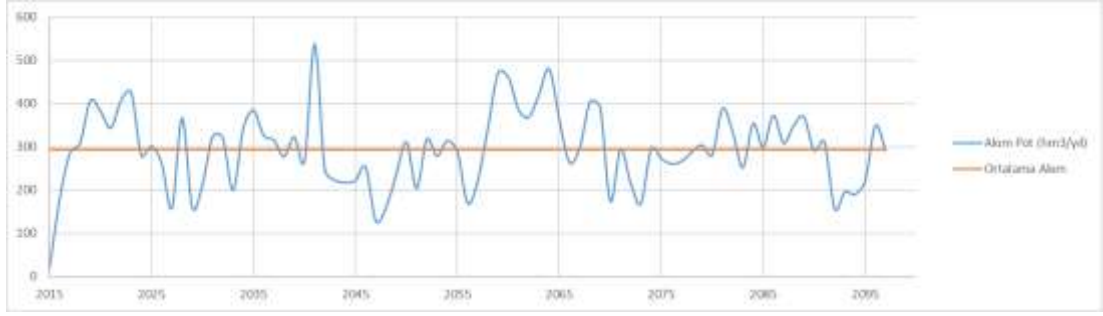
Şekil 8-17: Engil Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

8.6. Güney Alt Havzası

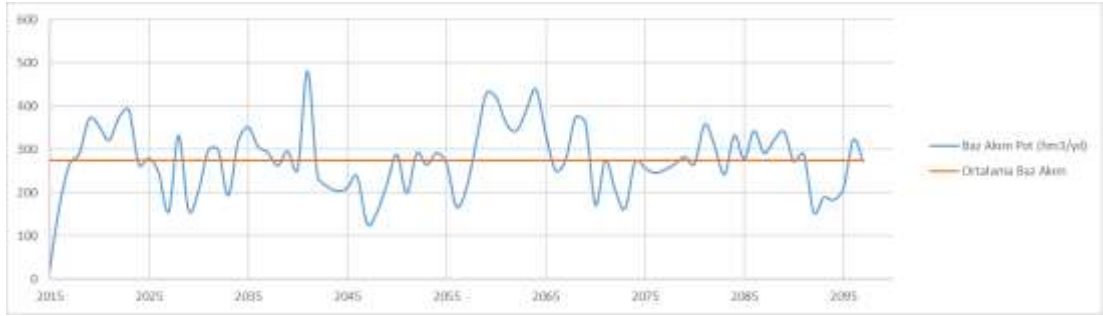
8.6.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Güney alt havzası Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-18, Şekil 8-19 ve Şekil 8-20).

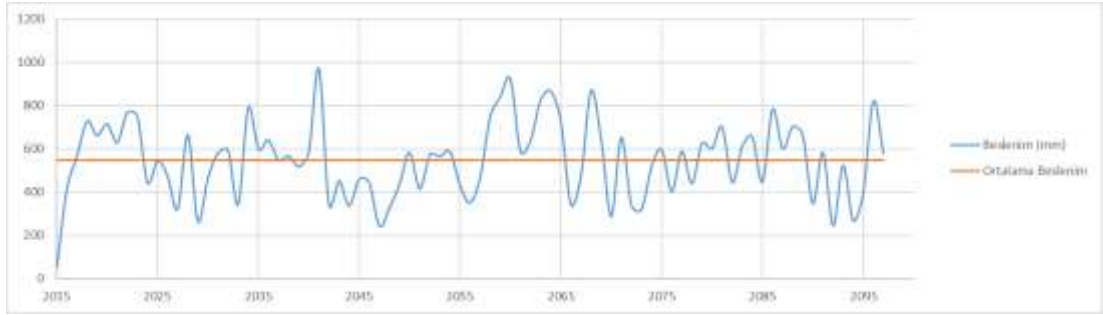
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2019-2023, 2036-2039 ve 2055-2064 yıllarında düşümler olduğu gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-18: Güney Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi

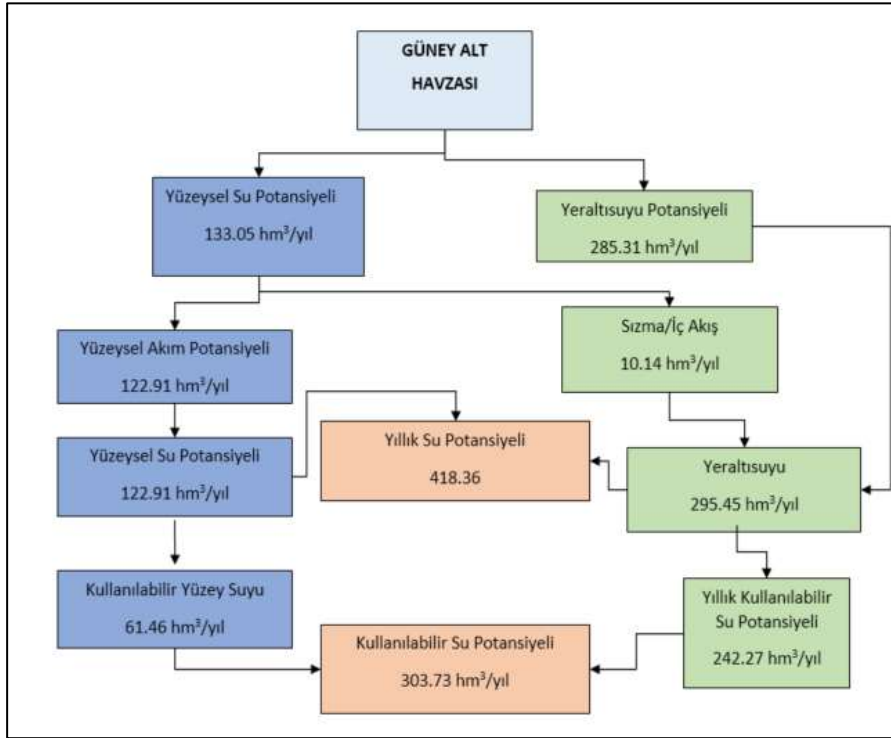


Şekil 8-19: Güney Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-20: Güney Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Güney Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltısuyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık $133 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ ve $285 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Güney Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/ iç akış değerleri sırasıyla 122.91 ve $10.14 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli $303.73 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Güney Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



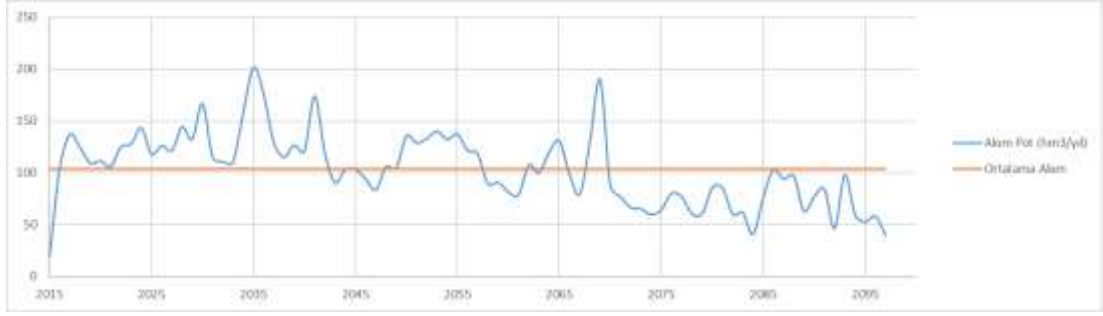
Şekil 8-21: Güney Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

8.7. Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası

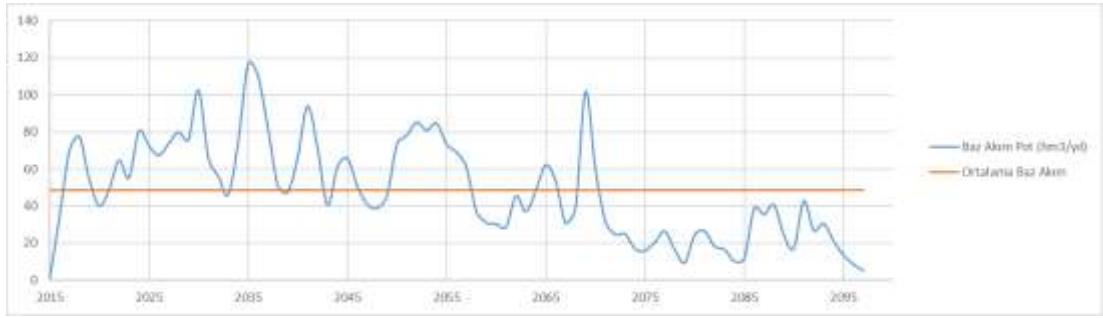
8.7.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van alt havzaları Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-22, Şekil 8-23 ve Şekil 8-24).

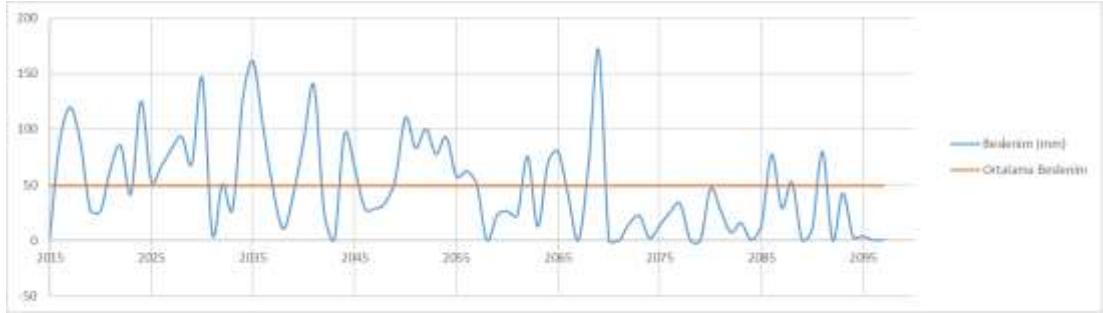
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2017-2027 ve 2037-2034 yıllarında düşümler olduğu gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-22: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi



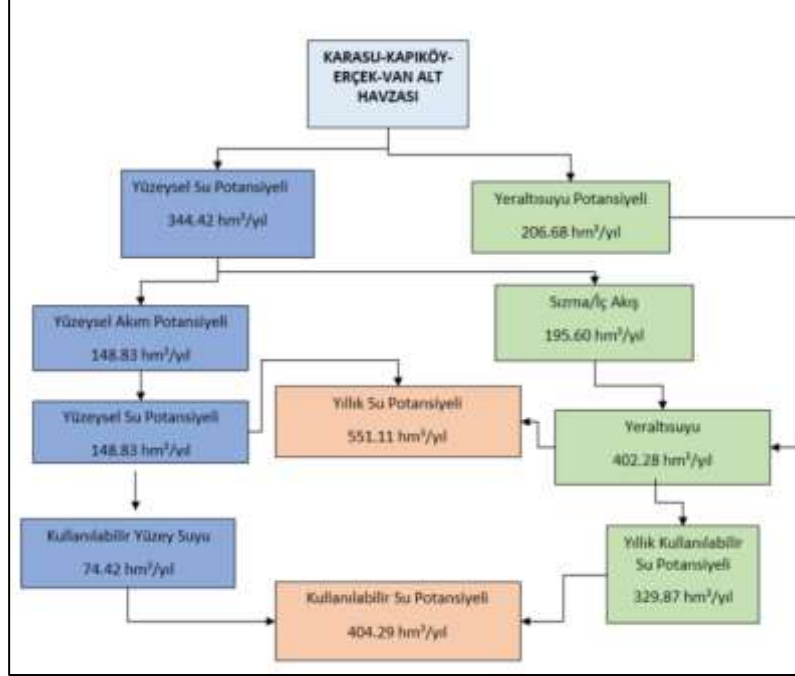
Şekil 8-23: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-24: Karasu, Kapıköy, Erçek ve Van Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltı suyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 344 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ ve 206 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değerleri sırasıyla 148.83 ve 195.60 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 303.73 $\text{hm}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Karasu-

Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



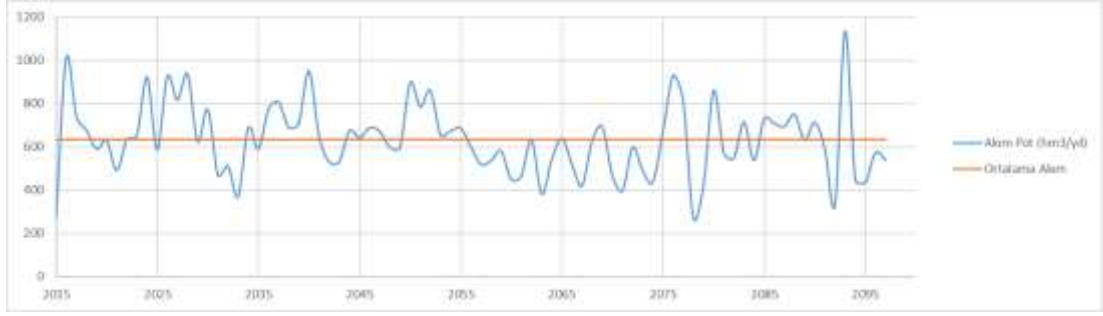
Şekil 8-25: Karasu-Kapıköy-Erçek-Van Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

8.8. Zilan-Kuzey Alt Havzası

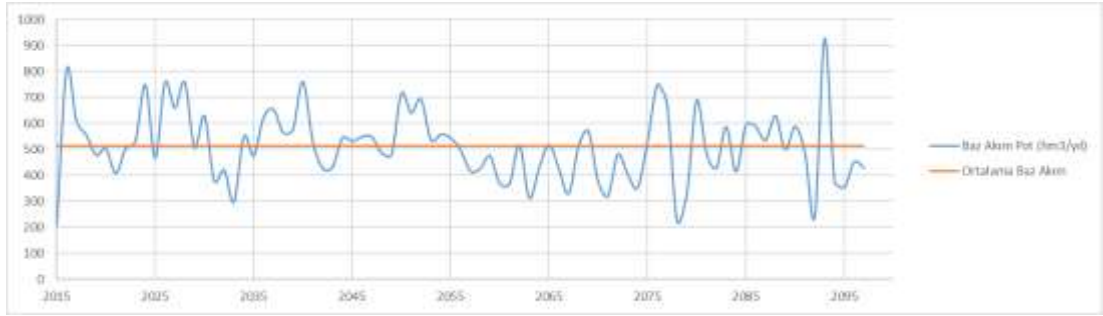
8.8.1. YÜS ve YAS Beklenen Değişimler

Zilan ve Kuzey alt havzaları Bölüm 5'te anlatıldığı gibi birleşik olarak kalibre edildiğinden gelecek dönem için de yine birleşik olarak simüle edilmiştir. Diğer alt havzalar ile benzer şekilde 2015-2100 yılları arasında sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan toplam akım potansiyeli, baz akım potansiyeli ve beslenimin yıllık değerleri incelenmiştir (Şekil 8-26, Şekil 8-27 ve Şekil 8-28).

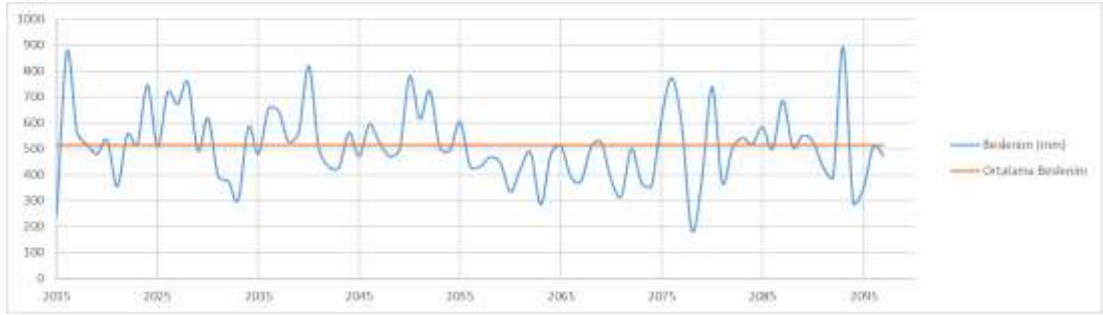
Buna göre ilk birkaç yıl başlangıç koşulu olarak göz önünde bulundurulursa sözü edilen alt havza için genel olarak 2019-2023, 2031-2035 ve 2057-2063 yıllarında düşümler olduğu gözlenmiştir. Bu aralıklar gelecek dönem ortalamalarının altında kalmaktadır.



Şekil 8-26: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Toplam Akım Potansiyeli Değişimi

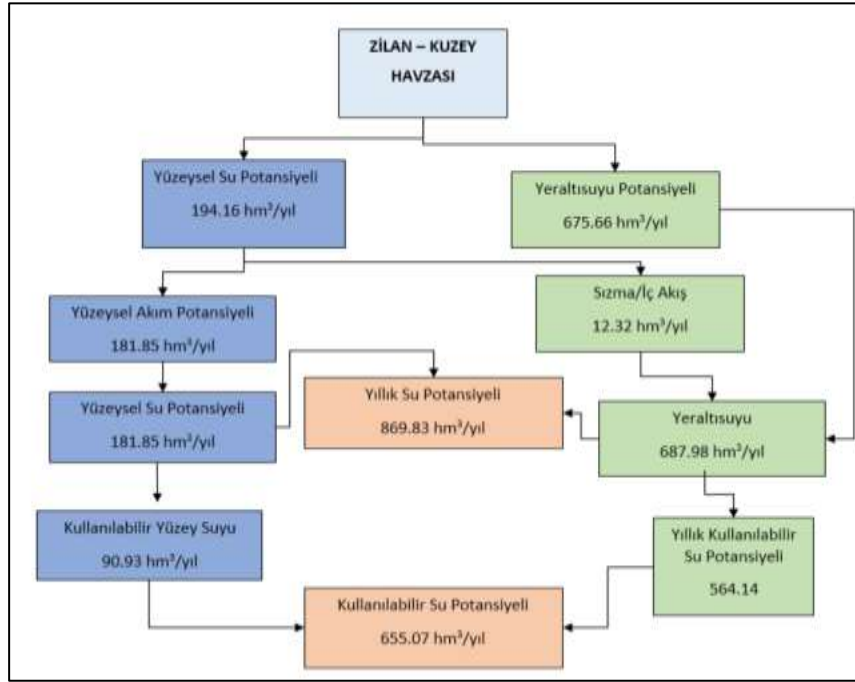


Şekil 8-27: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Baz Akım Potansiyeli Değişimi



Şekil 8-28: Zilan-Kuzey Alt Havzasının Beslenme Değişimi

Zilan-Kuzey Alt Havzası'nda yüzeysel su potansiyeli ve yeraltısuyu potansiyelleri sırasıyla yaklaşık 194 hm³/yıl ve 676 hm³/yıl'dır. Yüzeysel su potansiyellerini yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değişkenleri oluşturmaktadır. Zilan-Kuzey Alt Havzası'nda yüzeysel akım potansiyelleri ve sızma/iç akış değerleri sırasıyla 181.85 ve 12.32. hm³/yıl'dır. Havzadaki kullanılabilir su potansiyeli 655.07 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Zilan-Kuzey Alt Havzası'nın su tüketim şeması aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 8-29: Zilan-Kuzey Alt Havzası Su Tüketimi Şeması

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

- Havza için belirlenen 13 alt havzayı içine alacak şekilde 7 ayrı model oluşturulmuştur.
- Model kalibrasyon değerlerinin kararlılık katsayıları genelde 0.56 ve 0.68 arasında değişmektedir. Bu değerler modelin kalibrasyonunun son derece iyi olduğunu göstermektedir.
- Havza için oluşturulan modellerin zaman aralıları veri varlıkları nedeni ile sınırlıdır. Bu nedenle bu 7 modelin 5 tanesinin bütün verileri kalibrasyon kullanılmıştır. 2 model sonucu ise 3 yıllık bir validasyon tabi tutulmuştur. Validasyon için bulunan kararlılık değerleri 0.77 ve 0.51 olarak hesaplanmıştır. Başlangıç koşullarının farklılık göstereceği düşünüldüğünde validasyon için de uygun sonuçlar sağlandığı görülmektedir.
- Ahlat-Batı havzasına düşen ortalama yaklaşık 940 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 453 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 137 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 12 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 304 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.



- Bendimahi-Doğu3 havzasına düşen ortalama yaklaşık 570 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 457 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 73 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 43 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 341 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır
- Deliçay-Doğu1-2 havzasına düşen ortalama yaklaşık 694 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 276 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 38 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 3 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 235 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.
- Engil havzasına düşen ortalama yaklaşık 471 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 310 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 27 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 49 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 234 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.
- Güney havzasına düşen ortalama yaklaşık 927 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 418 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 123 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 10 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 285 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.
- Karasu-Kapıköy-Erçek-Van havzasına düşen ortalama yaklaşık 545 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 551 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 149 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 195 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 207 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.
- Zilan-Kuzey havzasına düşen ortalama yaklaşık 626 mm yağışın toplam yaklaşık olarak 870 hm³/yıl akış potansiyeli olarak hesaplanmıştır. Bu değerin yaklaşık 182 hm³/yıl yüzey akım potansiyeli, 12 hm³/yıl iç akım potansiyeli ve 676 hm³/yıl baz akım potansiyeli olarak hesaplanmıştır.
- Havza için model sonucu olarak hesaplanan akım potansiyelleri benzer alt havzalar için master plan raporu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda benzer değerlerin elde edildiği görülmüştür.
- Model sonucuna göre tüm havzanın günümüze değin simülasyonu yapıldığında toplam akım değeri 3334.82 hm³/yıl olarak hesaplanmıştır. Bunun 726.92 hm³/yıl yüzey 325.72 hm³/yıl içe akım ve 2282.19 hm³/yıl ise baz akım olarak ayırtlanmıştır.



- İklim projeksiyonları kullanılarak yapılan simülasyonlarda ise toplam akım değeri 1972.87 hm³/yıl olarak bulunmuştur. Bunun 275.80 hm³/yıl yüzey 105.80 hm³/yıl içe akım ve 1591.27 hm³/yıl ise baz akım olarak elde edilmiştir.
- Van Gölü Havzası'nda farklı senaryolarda iklim projeksiyonları, sıcaklık ve yağışların trend analizleri yapılmıştır. Yapılan projeksiyonlara göre özellikle 2060 yılından sonra Van Havzası genelinde sıcaklıklar 1-3 °C aralığında artmaktadır. Havzada beklenen bu sıcaklık artışlarının havzanın güney kesimlerinde daha fazla gözleneceği gözlenmektedir. Model sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, havzada farklı periyotlarda artış ve azalma eğilimlerinin beklendiği, ancak yağış artışı beklentisinin daha fazla olduğu, yağıştaki artışların havzanın Van Gölü'ne yakın ve güney kesimlerinde artarken, havzanın kuzey kesimlerinde bir miktar yağış eksikliği beklentisinin hesaplandığı belirlenmiştir. 30 yıllık değerlendirmeler için de aynı trend söz konusu olup, kimi periyotlarda yağışlarda düşük artışlar, kimi periyotlarda ise yağışlarda azalma değerleri hesaplanmış, söz konusu artış ve azalış değerleri 30 yıllık ortalamalar için önemli seviyelere ulaşmamıştır.
- Karasu-Kapıköy-Erçek-Van alt havzasının kullanılabilir su potansiyelindeki azlık göz önünde bulundurulduğunda, bu alt havzalarda ileriki dönem için kuraklık probleminin yaşanabileceği öngörülmüştür. Özellikle Van alt havzasının sanayi ve turizm sektöründe en fazla su ihtiyacı olan havza olduğu düşünüldüğünde; uzun erimde bu havzalarda kuraklık problemiyle karşılaşılabilceği değerlendirilmiştir. Havzanın az yağış alacağı öngörülen güney kesimlerinde yer alan Engil Alt Havzası, kullanılabilir su potansiyeli ikinci düşük alt havzadır. Tüm havzanın tarımsal su kullanımları değerlendirildiğinde Engil Alt Havzası, tarımsal su kullanım oranında ilk sırada yer almaktadır. Bu nedenle uzun erimde Engil Alt Havzası için de kuraklık riskinin olabileceği öngörülmüştür. Van Gölü Havzası'nda kullanılabilir su potansiyeli en az olan üçüncü havza ise Ahlat - Batı Alt Havzası'dır. Bu alt havzanın da konumu gereği gelecek dönemde az yağış alacağı ve sıcaklık artışlarıyla karşı karşıya kalacağı öngörülmüştür.
- Oluşturulan modelden elde edilen sonuçlara göre gelecek yıllarda havza potansiyelinde ciddi azalmalar olacağı öngörülmektedir.



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



- Havzayı oluşturan her bir alt havza farklı zaman periyotlarında normalin altında yas ve yüs potansiyeli gösterse de bütün havzalar göz önünde buludurulduğunda genelleştirme yapılacak olursa 2017-2023 ve 2057-2064 aralıklarında havza su potansiyelinin normalin altında olabileceği sonucuna varılmıştır.



KAYNAKLAR

- Allen et al. (1998). Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration —guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Bloomfield, J. P., & Marchant, B. P. (2013). Analysis of groundwater drought building on the standardised precipitation index approach. Hydrol. Earth Syst. Sci, 17, 4769–4787.
- Guttman, N.B. (1999). Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, John Wiley & Sons, 35 (2): 311–322. doi:10.1111/j.1752-1688.1999.tb03592.x.
- Desmond Ofosu Anim ve diğ. (2013). Evaluation of NDVI Using SPOT-5 Satellite Data for Northern Ghana, Environmental Management and Sustainable Development, ISSN 2164-7682
- Hayes, M. J. (2006). Drought indices. <<http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm>>
- Holben, B. N. (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, 7, 1417±1434.
- Ilgar, R. (2010). Çanakkale’de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi. <<http://e-dergi-marmara.dergipark.gov.tr/download/article-file/3218>>
- ISRIC, International Soil Reference and Information Centre, toprak veri tabanı, <https://soilgrids.org>
- Lajos, B. (2008). Debreceni Egyetem a TÁMOP 4.1.2 pályázat keretein belül, http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_talajtan/ch07s05.html
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, Calif. 17– 22 January 1993. American Meteorological Society.



- Mekonnen, M. M., Hoekstra A. Y. and Becht R. (2010). Mitigating the Water Footprint of Export Cut Flowers from the Lake Naivasha Basin, Kenya. Doi: 10.1007/s11269-012-0099-9
- NDMC (2006c). Monitoring drought. The Standardized Precipitation Index. Interpretation of SPI Maps. National Climatic Data Center. <<http://www.drought.unl.edu/monitor/interp.htm>>
- NDMC (2011). Vegetation Drought Response Index. National Climatic Data Center. <http://drought.unl.edu/vegdiri/VegDRI_Main.htm>.
- Quiring, S.M. (2009). Monitoring drought: An evaluation of meteorological drought indices. Geography Compass, 3(1): 64–88. doi:10.1111/j.1749-8198.2008.00207.x.
- Peters, A. J., Walter-Shea E. A., Vina, L. J. A., Hayes, M. & Svoboda, M. D. (2002). Drought Monitoring with NDVI-Based Standardized Vegetation Index. <http://info.asprs.org/publications/pers/2002journal/january/2002_jan_71-75.pdf>
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium: NASA SP-351 I, 309-317.
- Shen ve diğ. (2015). Regional drought assessment using a distributed hydrological model coupled with Standardized Runoff Index, Remote Sensing and GIS for Hydrology and Water Resources (IAHS Publ. 368, 2015), 397-402, doi:10.5194/piahs-368-397-2015
- Shukla ve Wood (2008). Use Of A Standardized Runoff İndex For Characterizing Hydrologic Drought, Geophysical Research Letters, VOL. 35, L02405, doi:10.1029/2007GL032487
- Steinemann, A.C., Hayes, M.J., and Cavalcanti, L. (2005). Drought indicators and triggers. Drought and water crises: Science, technology, and management issues. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 71–92.
- SYGM (2015). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi II. Ara Rapor. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Şahin, Ü., Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi (İPM).

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



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



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

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

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

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

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

World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP) (2016). Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva

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